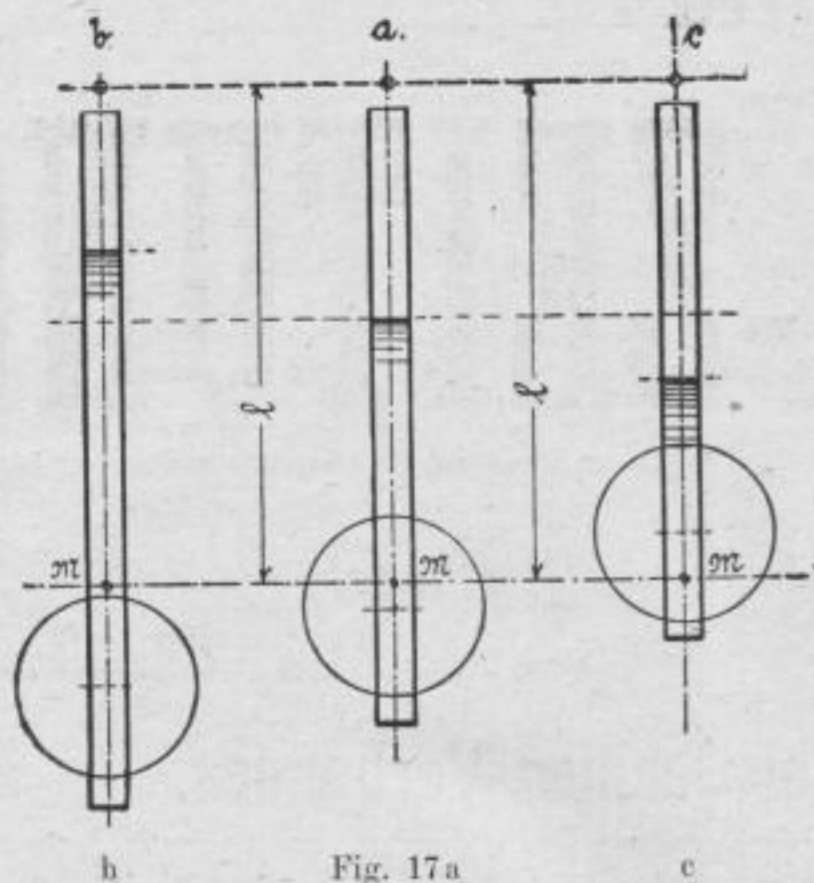


Pendel schematisch dargestellt. Fig. a zeigt das Pendelrohr mit Quecksilbersäule und Linse bei einer Durchschnittstemperatur von



n Grad. Fig. b stellt das Pendel dar bei einer Temperatur von $n+x$ Grad. Die Röhre hat sich verlängert, der Linsenmittelpunkt ist herabgesunken, der Quecksilberspiegel hat sich aber gehoben. Fig. c zeigt uns das Pendel bei $n-x$ Grad, wobei sich die Röhre verkürzt und dadurch die Linse gehoben hat, die Quecksilbersäule hat sich aber ebenfalls verkürzt.

In allen drei Fällen soll der Schwingungsmittelpunkt M vom Aufhängepunkte des Pendels die gleiche Entfernung $l=994$ mm beibehalten.

Dies wird nur stattfinden, wenn die linearen und die Gewichtsdimensionen der Stange, der Linse und der Quecksilbermasse in einem geeigneten Verhältnisse stehen. (Fortsetzung folgt.)

Thermometrie.

Vortrag gehalten im Verein Berliner Uhrmacher-Gehilfen von Herrn Dr. Leopold Levy, Lehrer an der Handwerker-Schule zu Berlin.

Am 26. Januar d. Js. fand im Vereinslokal des Vereins Berliner Uhrmacher-Gehilfen der erste diesjährige wissenschaftliche Vortrag statt, und zwar unter recht reger Beteiligung der Mitglieder.

Mit grossem Interesse wurde der Vortrag verfolgt, und erntete Herr Dr. Levy für seine weitgehenden und höchst belehrenden Auseinandersetzungen den lebhaftesten Beifall.

Da das vorliegende Thema auch in Beziehung zur Uhrmacherkunst steht und schon deshalb in weiteren Kreisen der Kollegen Interesse erregen dürfte, so lassen wir nachstehend den Vortrag in seinen Haupttheilen folgen:

Die Thermometrie erfüllt die Aufgabe, den Wärmezustand, die Temperatur der Naturkörper messend, zu verfolgen. Jede Messung einer Grösse beruht zunächst auf der Vergleichung mit Grössen gleicher Art und kann im letzten Grunde nur durch unsere Sinneswerkzeuge erfolgen, da wir nur durch diese von den Vorgängen und Erscheinungen der Natur, direkt oder indirekt, Kenntniss erlangen. Nun sind wir durch unser Allgemeingefühl allerdings im Stande, den Wärmezustand verschiedener Körper direkt zu vergleichen; allein abgesehen davon, dass sehr hohe und sehr niedrige Temperaturen schädigend auf unsern Organismus wirken und wir in Folge dessen bei Temperaturen über und unter gewissen Grenzen überhaupt nicht in der Lage sind, dieselben auf unsere Nerven einwirken zu lassen, zeigt ein einfacher Versuch, dass unser Gefühl nicht ausreicht, um uns von der Temperatur eines Körpers eine richtige Vorstellung zu geben und dieselbe Anders unzweideutig zu beschreiben. Denken wir uns drei Gefässe, in denen sich Wasser von verschiedener Temperatur befindet, so erscheint uns das mittlere kalt oder warm, je nachdem wir die Hand vorher in das wärmere oder kältere Wasser getaucht haben. Unser für Wärmeunterschiede ziemlich fein entwickelter Gefühlssinn giebt uns also nicht Aufschluss über den Wärmezustand der uns umgebenden Körper. Wir werden demnach, um diesen Zustand messend verfolgen und ihn Anders beschreiben zu können, trotzdem wir mit einem Sinn für denselben ausgestattet sind — was beispielsweise bezüglich des elektrischen und magnetischen Zustandes nicht der Fall ist — zu einem indirekten Verfahren greifen müssen, um die Temperatur der Körper festzustellen.

Ein solches kann nur bestehen in der messenden Verfolgung solcher Wirkungen des Wärmezustandes, die wir auf irgend eine

Weise zu messen im Stande sind. Soll eine solche Messung allgemeinen Werth haben, soll durch eine bestimmte Zahlenangabe ein Zustand, in unserm Falle eine Temperatur, unzweideutig bestimmt sein, so muss zwischen jenem Zustande und der Wirkung desselben, welche zu seiner Messung dient, eine rechnerisch darstellbare Beziehung bestehen und das Gesetz dieser Beziehung ermittelt sein. Dies vorausgesetzt, gehört dann weiter zu einer solchen unzweideutigen Messung ein bestimmt festgestellter Maassstab, der von der besonderen Natur des benutzten Messinstruments unabhängig ist. Hier sind zwei Möglichkeiten gegeben; der eingeführte Maassstab kann zurückgeführt sein auf die uns nächstliegenden Begriffe der Länge, der Zeit und der Kraft, deren Wirkung wir alle uns umgebenden Naturgegenstände unterworfen sehen — der Schwere — solche Maassbestimmungen nennt man absolute — in der Elektrotechnik sind sämtliche Maasse auf absolute Einheiten zurückgeführt — oder der Maassstab für die zu messende Erscheinung, den zu messenden Zustand, ist der Erscheinung selbst entnommen, die Erscheinungen und Zustände werden in sich verglichen. Wenn auch die erstere Art der Messung theoretisch ungleich höher steht als die letztere, so reicht doch auch die letztere Art vollkommen aus, um eine Erscheinung ihrem Grade nach unzweideutig festzustellen und zu beschreiben.

In der Thermometrie haben wir es nicht mit absoluten Messungen, sondern mit der messenden Vergleichung von Wirkungen der Temperatur unter sich zu thun, und der Maassstab ist einer solchen Wirkung selbst entnommen. Ich kann das Wort Thermometrie nicht wörtlich in Wärmemessung übersetzen, da unter letzterem noch etwas anderes, die Calorimetrie, zu verstehen wäre. Während es sich aber bei der Thermometrie um die Messung der Temperatur, des Wärmezustandes, handelt, misst die Calorimetrie die Wärmemengen, oder allgemeiner ausgedrückt, die Mittel, die man anzuwenden hat, um in einem gegebenen Körper eine bestimmte Temperatur in eine andere zu verwandeln.

Die am meisten in die Augen fallende Wirkung des Wärmezustandes, die auch die geringsten Anforderungen an die Hilfsmittel zu ihrer messenden Bestimmung stellt, ist die Ausdehnung und die Zusammenziehung der Körper unter dem Einfluss der Erwärmung und der Abkühlung. Im Grossen und Ganzen kann als allgemeines Naturgesetz aufgestellt werden, dass die Körper im wärmeren Zustande einen grösseren Raum einnehmen als im kälteren, dass die Körper sich ausdehnen, wenn ihre Temperatur gesteigert wird und sich zusammenziehen, wenn die Temperatur sinkt; doch ist dieses Gesetz nicht vollkommen allgemein. Abgesehen von gewissen Erscheinungen bei zusammengesetzten Körpern, die aber nur eine scheinbare Ausnahme bilden, wie das Schwinden des Thones unter dem Einfluss starker Erhitzung, verweise ich auf den Körper, der mit die grösste Verbreitung auf der Erde hat, das Wasser. Die Thatsache, dass die Flüsse und Seen unter dem Einflusse des Frostes von oben nach unten hin und nicht umgekehrt frieren, dass die Eisschollen auf dem Wasser schwimmen, zeigt, dass für das Wasser jenes Gesetz nicht allgemein gilt. Immerhin gilt es auch für diesen Körper von einer bestimmten Grenze ab. — In der That wurde denn auch diese Wirkung der Temperatur von Anfang an und wird noch heute in überwiegender Masse zur Messung derselben benutzt und der Maassstab der Messung auch dann dieser Wirkung entnommen, wenn andere Wirkungen benutzt werden; jedoch soll nicht unerwähnt bleiben, dass schon zu Beginn der Zeit, als man überhaupt Temperaturen zu fixiren begonnen hat und als ein zufriedenstellender Maassstab auf Grund der Ausdehnung noch gar nicht festgestellt war, der grosse englische Physiker Newton auf andere Erscheinungen hingewiesen hat, die zur Messung von Temperaturen geeignet sind.

Im Allgemeinen dehnen sich, wie gesagt, die Körper aus, wenn sie erwärmt werden, und zwar von jedem Wärmezustande aus, in welchem sie sich befinden, so dass sich die Wirkungen auf einander folgender Erwärmungen bzw. Abkühlungen einfach addiren und man demnach berechtigt ist, von einer grösseren Wirkung auf eine grössere Ursache zu schliessen; es ist demnach in der Ausdehnung der Körper unter dem Einfluss der Erwärmung ein Mittel gegeben, die Wärmezustände selbst zu vergleichen, wenn die Grösse dieser Ausdehnung nicht für alle Körper dieselbe ist. Das ist in der That nicht der Fall; vielmehr ist diese Wirkung für alle festen und flüssigen Körper verschieden und ist die Grösse der Ausdehnung, die ein Körper bei einer bestimmten Erhöhung seiner Temperatur erleidet, eine ihm spezifisch zugehörige Eigenschaft. Im Allgemeinen dehnen sich Metalle bei derselben Erhöhung ihrer Temperatur mehr aus als andere feste Körper, Flüssigkeiten mehr als feste Körper und Gase und Dämpfe ungleich mehr als flüssige Körper. Während aber, wie eben hervorgehoben wurde, die Grösse, und ich will noch hinzufügen die Art, das Gesetz der Ausdehnung für die festen und flüssigen für jeden ein besonderes ist, stimmen die Gase und, innerhalb gewisser Grenzen, auch die Dämpfe, insbesondere die früher für permanent gehaltenen Gase, wie Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, in dieser Beziehung, wenigstens zwischen sehr weit von einander liegenden Grenzen, vollkommen überein. Aber gerade vermöge der Verschiedenheit dieser Wirkung des Wärmezustandes bei den verschiedenen Körpern kann dieselbe zur Vergleichung und schliesslich zur Messung von Wärmezuständen benutzt werden. Denn wie sollten wir erkennen, ob eine gegebene Menge Quecksilber z. B. einen grösseren oder geringeren Raum