

Dieses System kann beibehalten werden; will man aber Viertelstunden genau bestimmen, wird dies wohl kaum möglich sein, ohne drei Mal in einer Stunde die Anzahl der ganzen (oder vollen) Stunde durch die grosse Glocke schlagen zu lassen: die drei Viertel-Schläge (bei 45 Minuten) können entbehrt werden, wenn sich der Volksmund gewöhnen könnte, die Zeiten 15 und 45 Minuten (bis jetzt  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$  benannt) mit „ $\frac{1}{4}$  nach“ und „ $\frac{1}{4}$  vor“ zu bezeichnen, also zu sagen,  $\frac{1}{4}$  vor 7 anstatt  $\frac{3}{4}$  auf 7 und analog  $\frac{1}{4}$  nach 7 anstatt  $\frac{1}{4}$  auf 8.

$\frac{3}{4}$  auf 7 (neu  $\frac{1}{4}$  vor 7) würde dann mit einem Schlag der kleinen Glocke und darauf sieben Schläge der grossen Glocke bezeichnet werden. Um sieben, voll, gibt nur die grosse Glocke sieben Schläge und um  $\frac{1}{4}$  auf 8 (neu  $\frac{1}{4}$  nach 7) gibt die grosse Glocke sieben Schläge und die kleine danach einen Schlag. Die nachfolgende Tabelle wird erschöpfende Erläuterung geben:

Die Uhr zeigt		Volksmund	Neue Bezeichnung	Reihenfolge und Anzahl der Schläge nach neuer Bezeichnung		
Stunden	Minuten			kleine Glocke	grosse Glocke	kleine Glocke
11	15	$\frac{1}{4}$ auf 12	$\frac{1}{4}$ nach 11	—	11	1
11	30	$\frac{1}{2}$ 12	$\frac{1}{2}$ 12	12	—	—
11	45	$\frac{3}{4}$ auf 12	$\frac{1}{4}$ vor 12	1	12	—
12	0	um 12	voll 12	—	12	—
12	15	$\frac{1}{4}$ auf 1	$\frac{3}{4}$ nach 12	—	12	1
12	30	$\frac{1}{2}$ 1	$\frac{1}{2}$ 1	1	—	—
12	45	$\frac{3}{4}$ auf 1	$\frac{1}{4}$ vor 1	1	1	—
1	0	um 1	voll 1	—	1	—
1	15	$\frac{1}{4}$ auf 2	$\frac{3}{4}$ nach 1	—	1	1
1	30	$\frac{1}{2}$ 2	$\frac{1}{2}$ 2	2	—	—
1	45	$\frac{3}{4}$ auf 2	$\frac{1}{4}$ vor 2	1	2	—
2	0	um 2	voll 2	—	2	—
2	15	$\frac{1}{4}$ auf 3	$\frac{3}{4}$ nach 2	—	2	1
2	30	$\frac{1}{2}$ 3	$\frac{1}{2}$ 3	3	—	—
2	45	$\frac{3}{4}$ auf 3	$\frac{1}{4}$ vor 3	1	3	—
3	0	um 3	voll 3	—	3	—

u. s. w.

Bei diesem System, das möglichst wenige Schläge giebt, kann, sobald man sich nur damit vertraut gemacht hat, kein Irrtum vorkommen, da keine Angabe zweimal vorkommt, und für den, der sich nicht hineinfinden kann, hat es immer noch wenigstens das Gute, dass es ihm die Zeit bis auf die halbe Stunde genau angiebt, denn die grosse Glocke ist nur in der halben Stunde von  $\frac{3}{4}$  bis  $\frac{1}{4}$  zu hören. M—e.

### Ueber Temperaturmessungen.

**S**chon Heron von Alexandrien (120 v. Chr.) war es bekannt, dass mit Aenderungen des Wärmezustandes eines Körpers auch Aenderungen seiner Grössenverhältnisse eintreten, aber es bedurfte doch der Arbeit eines Galilei (1600), um die Abstufungen und Unterschiede der Einwirkungen eines Körpers, die wir als Kälte und Wärme bezeichnen, messend zu verfolgen. Später haben Fahrenheit (1714), Celsius (1742) und Réaumur in dem Quecksilber die geeignete Substanz gefunden, um Temperaturen messend zu verfolgen.

Für die sehr hohen und sehr tiefen Temperaturen, die ausserhalb des Messbereiches des Quecksilberthermometers liegen, ist nun seit einem Jahrzehnt etwa die thermo-elektrische<sup>1)</sup> Messmethode von Bedeutung geworden. Hier waren es besonders der französische Ingenieur Le Chatelier und der deutsche Physiker Holborn, denen man dies verdankt. In allerneuester Zeit hat sich eine ganz neue Methode dazu gesellt: die optische, deren Wesen in der Vergleichung der Leuchtkraft einer Vergleichsflamme mit der Wärmequelle besteht. Den Weg für die praktische Ausführung dieser von dem Engländer Draper zuerst erdachten Methode, hat wieder Le Chatelier gezeigt, die genaue und glückliche Lösung des Problems ist durch deutsche Physiker: Holborn und Kurlbaum, Wanner, Lummer gegeben; wie denn auch die theoretischen Grundlagen hierfür durch die Arbeiten deutscher Gelehrter: Kirchhoff, Wiener und Planck, geschaffen sind.

1) Thermo-Elektrizität — durch Wärmewirkung erzeugte Elektrizität.

Was thun wir nun eigentlich, wenn wir eine Temperatur messen, also z. B. sagen: das Thermometer zeigt 8° Celsius unter Null? Nun, wir messen, die Temperatur durch die Ausdehnung einer in einer luftleeren Glasröhre eingeschlossenen Quecksilbersäule!

Es ist das also ein ganz willkürliches Mass, das für uns nur immer wieder mit ausreichender Genauigkeit reproduzierbar ist und daher allgemein als gültig anerkannt wird. Man ersieht das am klarsten aus folgendem: Wenn man ein Thermometer in Eis (bezw. bei Fahrenheit in eine Kältemischung) taucht und den Stand des Quecksilbers in der Glasröhre durch eine Marke festlegt, darauf das Thermometer mit Wasserdampf umgiebt, den Stand des Quecksilbers dann wieder markiert, und den Zwischenraum zwischen den beiden Merkzeichen in 80 oder 180 oder 100 gleiche Teile teilt, so hat man ein Thermometer nach Réaumur, Fahrenheit oder Celsius.

Bei genauerem Zusehen geht aber hervor, dass diese Verfahren eigentlich nicht ganz genau sind, denn das Quecksilber dehnt sich nicht völlig gleichmässig aus; ausserdem aber sind dem Messbereich des Quecksilbers doch verhältnismässig enge Grenzen durch den Gefrier- und Siedepunkt desselben gesetzt, Quecksilberthermometer sind höchstens von  $-39^{\circ}$  bis  $+350^{\circ}$  C. brauchbar.

Diese und noch andere Gründe bewogen nun die Physiker dazu, eine andere thermometrische Substanz als Normalsubstanz auszuwählen, und eine solche fand sich in den gasförmigen Körpern.

Eine sehr grosse Anzahl von Gasen, und gerade die, die am leichtesten zu erhalten sind: Luft, Wasserstoff, Stickstoff u. s. w., besitzen nämlich die Eigenschaft, sich innerhalb eines sehr grossen Bereiches vollständig gleichmässig auszudehnen, und zwar um etwa  $\frac{1}{273}$  ihres Volumens für ein Grad Celsius.

Das ist so zu verstehen: Wenn wir eine gewisse Menge Gas, z. B. 1 Liter Luft, die meinetwegen in einem Glasballon eingeschlossen sein kann, um  $1^{\circ}$  C. erwärmen, so besitzt dieses Quantum Luft ein Volumen von  $1 + \frac{1}{273}$  Liter. Man würde also, wenn der äussere Luftdruck und alle äusseren Verhältnisse sich nicht verändert haben,  $\frac{1}{273}$  Liter der erwärmten Luft entweichen lassen können, und die eingeschlossene Luft würde noch immer den Glasballon mit gleichem Druck ausfüllen.

Diese Temperatur, die sich auf ein solches Gasthermometer bezieht, nennt man die absolute Temperatur, und der sogen. absolute Nullpunkt liegt etwa  $273^{\circ}$  C. unter dem Gefrierpunkt des Wassers. Man kann mit diesem Gasthermometer Temperaturen von etwa  $200^{\circ}$  C. unter Null, und bis etwa  $1600^{\circ}$  über Null zuverlässig messen.

Dieser eben erwähnte absolute Nullpunkt hat nun auch für die theoretische Physik grosse Bedeutung. Man stellt nämlich den Lehrsatz auf, dass das, was wir als Wärme empfinden, nichts anderes sei, als Schwingungen der kleinsten Teile eines Körpers, der Atome.

Je geringer also die Temperatur eines Körpers ist, um so mehr nähern sich seine Atome dem Ruhezustand und bei  $-273^{\circ}$  C. schwingen die Moleküle des betreffenden Körpers überhaupt nicht mehr.

Ob dem wirklich so ist und ob nicht etwa die Theorie hintennach beweist, warum das nicht der Fall sein kann, nachdem vielleicht ein genialer Experimentator Kälte unter  $-273^{\circ}$  hergestellt haben wird, das möge die Zukunft lehren.

Die neueste Methode nun, auf der die optischen Temperaturmessungen beruhen, ist nur auf sehr hohe Temperaturen anwendbar, etwa von  $700^{\circ}$  C. an.

Die ersten Gesetzmässigkeiten hierzu wurden von Kirchhoff festgelegt und vor allem dargethan, dass sich die Intensität der leuchtenden Strahlung einer Wärmequelle in ganz bestimmter Abhängigkeit von deren Temperatur befindet.

Da auch das Luftthermometer für Temperaturen über  $1000^{\circ}$  nicht mehr recht brauchbar ist, und die moderne Technik sehr häufig solche hohe Temperaturen braucht, so wird diese optische Methode uns wohl noch recht interessante Aufschlüsse über physikalische Erscheinungen bei solch hohen Temperaturen geben.

Fr. v. Tappenbeck; aus Kirchhoffs Technische Blätter.