

Steigt der Wert von dk/dt (der nach Abs. 149 stets negativ ist), so steigt auch Δz . Für die Grundkurve ist er

$$\Delta z = -\Delta t \cdot \frac{m}{C} \cdot \frac{s_t}{t - t_0},$$

wächst also allmählich mit Abnahme der Temperatur t und erreicht bei $t = t_0$, d. h. bei Annäherung der Temperatur der Legierung an die der Umgebung, den Wert ∞ . Die $\Delta z, t$ -Linie ist, falls s_t unveränderlich angenommen wird, eine gleichseitige Hyperbel. Beginnt bei T' eine Wärmetönung einzusetzen, liegt also bei T' ein Haltepunkt, so wird die $\Delta z, t$ -Linie bei T' plötzlich eine Spitze bef bilden, wie in Abb. 108, um sich dann wieder allmählich der Grundkurve zu nähern.

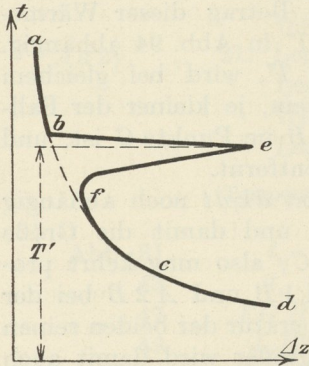


Abb. 108.

In den beiden Abb. 134 und 135 sind für eine bestimmte Legierung die z, t -Linie (9 in Abb. 134) und die $\Delta z, t$ -Linie (9' in Abb. 135) dargestellt. Während man in der z, t -Linie 9 bei 689 C° den Richtungswechsel nur sehr unsicher erkennt, ist die Wärmetönung in der $\Delta z, t$ -Linie 9' durch die Spitze deutlich gekennzeichnet. Bei der Aufzeichnung dieser Kurve 9' wurden die Zeiten Δz zum Durchlaufen der Temperatur $\Delta t = t_2 - t_1 = 10\text{ C}^\circ$ als Abszissen zu den Ordinaten $\frac{t_1 + t_2}{2}$ eingetragen.¹⁾

2. Die Mittel zur Temperaturmessung.

162. Zur Aufnahme der z, t - und der $\Delta z, t$ -Linien sind Messungen höherer Wärmegrade erforderlich. Hierbei kommt es weniger darauf an, daß die Messung absolut genommen den höchsten, dem derzeitigen Stand der Wissenschaft entsprechenden Grad der Genauigkeit besitzt, sondern es genügt, relativ genügend genaue Werte zu erzielen. Für die Aufnahme der z, t -Linien, $\Delta z, t$ -Linien usw. kommen nur das Quecksilberthermometer, das Thermolement und das Widerstandspyrometer in Betracht. Da aber bei metallurgischen Arbeiten die Messung höherer Wärmegrade eine wichtige Rolle spielt, soll bei dieser Gelegenheit auch noch auf die übrigen wichtigsten Vorrichtungen zur technischen Temperaturmessung, insbesondere auf die optischen Pyrometer etwas näher eingegangen werden.

a) Das Quecksilberthermometer.

163. Für Temperaturen bis etwa 400 C° benutzt man Quecksilberthermometer aus Jenaer Glas. In diesen steht der Quecksilberfaden unter dem Druck eines das Quecksilber nicht angreifenden Gases, z. B. Stickstoff, oder Kohlendioxyd. Änderungen der Eigenspannungen im Glas (324—338) infolge der Erwärmung und Abkühlung bei der Benutzung können den Nullpunkt des Thermometers wesentlich verändern und so die Ablesung unsicher machen. Dieser Übelstand wird durch künstliches Altern beseitigt, indem man das Thermometer bei der höchsten Temperatur, für die es gebraucht wird, längere Zeit (Tage, unter Umständen Wochen) erhält und dann sehr langsam abkühlt.

Die Thermometer sind so geeicht, daß sie die richtige Temperatur nur dann unmittelbar abzulesen gestatten, wenn sich das gesamte Quecksilber innerhalb der zu messenden Temperatur befindet. In der Mehrzahl der Fälle läßt sich aber bei der Temperaturmessung nicht vermeiden, daß ein Teil des Quecksilberfadens aus dem zu messenden Temperaturbereich in eine kühlere Umgebung hineinragt.

¹⁾ t_2 ist die Temperatur zu Beginn, t_1 zu Ende der Temperaturintervalle $\Delta t = 10\text{ C}^\circ$.

Dann ist nur ein Teil des Quecksilberfadens auf die zu messende Temperatur erhitzt, und die Ablesung ergibt einen zu niedrigen Wert.

Ist t die wirkliche Temperatur, bei der sich die Kugel des Thermometers I (Abb. 109) befindet, t' die am Thermometer I unmittelbar abgelesene Temperatur, t_m die Ablesung des Hilfsthermometers II, dessen Kugel sich in der Mitte des herausragenden Fadens befindet, n die Länge des herausragenden Quecksilberfadens in Skalenteilen des Thermometers I, so ist

$$t = t' + \delta$$

$$\delta = \frac{n}{6300} (t' - t_m),$$

wenn das Thermometer aus Jenaer Glas XVI^{III} oder aus Greiner und Friedrichsschem Resistenzglas besteht.

Die Kugel des Hilfsthermometers II muß vor unmittelbarer Bestrahlung geschützt werden.

164. Die Quecksilberthermometer für höhere Wärmegrade müssen unter scharfer Kontrolle gehalten werden, wenn man sich nicht der Gefahr aussetzen will, unzuverlässige Angaben zu erhalten. Man verfährt zweckmäßig folgendermaßen: Man beschafft sich zwei Normalthermometer, die man von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt als Gebrauchsnormale eichen läßt. Gegen diese vergleicht man die im Betrieb befindlichen Thermometer in regelmäßigen Zeiträumen in Ölbädern. Man achte hierbei möglichst darauf, daß die Thermometer mit dem ganzen Faden eintauchen, also $\delta = 0$ wird. Die Normalthermometer sind nur so lange verwendbar, als sie beide gleiche Temperaturangaben liefern. Sobald dies nicht mehr der Fall ist, sind sie zu beseitigen und durch neue zu ersetzen. Aber auch wenn sie noch gleiche Angaben liefern, ersetzt man sie durch neue, wenn alte Gebrauchsthermometer unbrauchbar geworden sind und verwendet die früheren Normalthermometer von da ab als Gebrauchsthermometer im Betrieb. Die neuen Normalthermometer sind jedesmal in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu eichen. Diese Eichung ist natürlich zwecklos, wenn nicht die Sicherheit besteht, daß die Gläser vorher genügend gealtert waren, so daß nicht die Normalthermometer beim Gebrauch in kurzer Frist infolge Nachaltens ihre Angaben ändern und so unbrauchbar werden. Man muß deshalb besonders darauf hinwirken, daß die Eichung in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt erst nach vorgenommener Alterung geschieht.

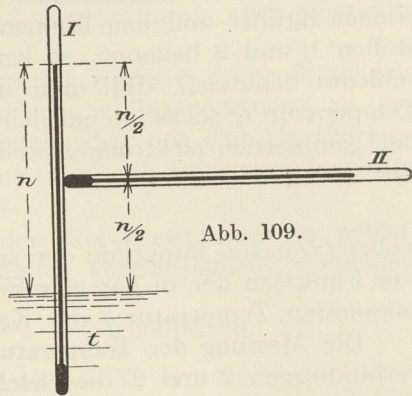


Abb. 109.

b) Die Thermolemente.

165. Werden zwei Drähte A und B (Abb. 110) aus zwei verschiedenen Metallen oder Legierungen bei 1 miteinander verlötet und bei 2 erwärmt, so entsteht in den Drähten A und B eine thermoelektromotorische Kraft e . Werden die Enden 2 und 2' durch Kupferdrähte C miteinander verbunden, so wird durch diese elektromotorische Kraft in dem geschlossenen Kreis ein elektrischer Strom erzeugt, dessen Stärke mittels des Galvanometers G gemessen werden kann. Die Größe der elektromotorischen Kraft e ist abhängig von dem Unterschied in der Temperatur der beiden Verbindungen 1 einerseits und 2 und 2' andererseits.

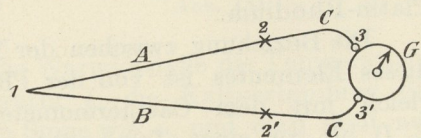


Abb. 110.