

Man kann demnach auch, wenn man den Coefficienten 0,69 bis 0,78 allgemein mit ρ bezeichnet, die Ausdrücke für die stündliche Wärmeentwicklung w schreiben in der Form:

$$w = \rho \cdot f \cdot \frac{V^2}{o \cdot l} \quad \left. \begin{array}{l} \text{und} \\ w = \rho \cdot o \cdot l \cdot \frac{A^2}{f} \end{array} \right\} \dots \dots (3a)$$

Die vorstehend definirte Widerstandsgrösse o nennt man den *specifischen* Widerstand des Leiters. Dieser specifische Widerstand ist durchaus nicht immer gleich gross, sondern er wächst mit der Temperatur des Leiters, und zwar ungefähr nach dem Gesetze, welches dem Ausdrucke:

$$o_t = o_0 \cdot (1 + \epsilon \cdot t) \dots \dots (4)$$

entspricht, in welchem o_t den specifischen Widerstand bei der Temperatur t (n. Cels.), o_0 denjenigen bei der Temperatur Null und ϵ einen von der Beschaffenheit des Materials abhängigen Factor bezeichnet, dessen Werthe nach *Rühlmann*² in der folgenden Tabelle I angegeben sind; zugleich enthält diese Tabelle auch Mittelwerthe von o_0 nach verschiedenen Forschern.

Tabelle I.

Material	Specifischer Leitungswiderstand bei 0°	ϵ
Eisendraht	0,13	0,0048
Kohle	40,0	0,0005
Kupferdraht	0,024	0,0038
Neusilber	0,30	0,00034
Nickelin	0,45	0,00028 bis 0,00019
Platindraht	0,11	0,0024
Quecksilber	0,934	0,00091

Quecksilber kann natürlich nicht als Heizleiter in Betracht kommen; es ist dies jedoch dasjenige Material, nach welchem die *Ohm'sche* Einheit ausgedrückt zu werden pflegt (indem dieselbe dem Leitungswiderstande einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt und 1,06 m Länge gleich gesetzt wird), weshalb es hier zum Vergleich mit angeführt ist.

Beachtet man, dass der erhitzte Heizleiter seines erhöhten Widerstandes wegen weniger elektrischen Strom aufnimmt als der kalte und in Folge dessen natürlich auch weniger elektrischen Strom in Wärme umsetzt, so wird man dasjenige Material als geeignetstes für den Heizleiter erachten müssen, dessen Widerstand am wenigsten bei zunehmender Temperatur steigt, d. i. dasjenige, für welches ϵ am kleinsten ist, also *Nickelin*.

Einige Beispiele lassen den Einfluss der Widerstandsveränderung leicht erkennen.

Es sei Nickelinblech von 0,2 mm Dicke und 25 mm Breite für eine stündliche Wärmeabgabe von 1000 Wärmeinheiten bei einer Temperatur von 250° bestimmt und die Spannung soll 100 Volt betragen. Wird der Coefficient ρ mit 0,7 in Anschlag gebracht, so ergibt die Rechnung nach Formel 3a die Länge l des Blechstreifens zu

$$l = \rho \cdot f \cdot \frac{V^2}{o \cdot w} = 0,7 \cdot 5 \cdot \frac{10000}{0,48 \cdot 1000} = 73 \text{ m.}$$

Wenn nun die Temperatur auf 400° steigt, während die Spannung dieselbe bleibt, so ist, weil der specifische Widerstand o auf 0,5 wächst, die Wärmeabgabe:

$$w = 0,7 \cdot 5 \cdot \frac{10000}{0,5 \cdot 73} = 960 \text{ Wärmeinheiten.}$$

Die Wärmeabgabe vermindert sich also in diesem Falle um 4 Proc.

Wählt man anstatt des Nickelinbleches Eisendraht von 3 mm Dicke, so erhält man bei 73 m Länge desselben, im Falle einer Temperatur von 250°:

$$w = 0,7 \cdot 7 \cdot \frac{10000}{0,29 \cdot 73} = 2310 \text{ Wärmeinheiten}$$

und im Falle einer Temperatur von 400°:

$$w = 0,7 \cdot 7 \cdot \frac{10000}{0,38 \cdot 73} = 1770 \text{ Wärmeinheiten.}$$

Der Verlust an Wärmeabgabe beträgt also bei Wahl des Eisendrahtes nicht weniger als 23 Proc.

Für kleine Apparate benutzt man in der Regel Platindraht von 0,2 bis 0,5 mm Dicke, welcher entweder über Asbestlagen hin und her gelegt oder gewickelt wird oder selbst mit Asbest umspunnen ist. Für grössere Apparate verwendet man Nickelinblech mit Asbestzwischenlage (eventuell in einfacher Zusammenrollung mit Asbestbelag auf einer Seite). Für eigentliche Heizkörper verwendet man aber vorwiegend Eisendraht, den man auf Eisenstäbe, eiserne Hohlkörper nach vorheriger Bewickelung mit Asbest aufwickelt (in Windungen, die einander nicht berühren); man gruppirt dann wohl auch mehrere mit Draht zu umwickelnde Hohlkörper neben einander und umwickelt dieselben in einfacher Aufeinanderfolge. Lässt man durch solche Hohlkörper das zu erheizende Medium (z. B. Luft) hindurchströmen und umgibt etwa das Ganze noch mit einem Blechmantel, so ist ein Heizkörper in ähnlicher Art, wie er bei Wasserheizung gebräuchlich ist, vollendet. Natürlich kann man genügend umspunnenen Draht auch mehr oder weniger freiliegend in einem Raume verlegen; es ist jedoch immer zweckmässig, ihn an einem eisernen Körper (beispielsweise an einer mit Stiften oder sonstigen Vorsprüngen versehenen Eisenplatte) mehrfach hin und her zu führen oder mit anderen Körpern vollständig zu umhüllen, um die Wärme zunächst an eine grössere Oberfläche oder auf eine grössere Masse zu vertheilen.

Man ist übrigens nicht unbedingt an Metall zur Umwandlung des elektrischen Stromes in Wärme gebunden, kann vielmehr auch Kohle, sowohl in festen Stücken als auch in Form von Paste oder auch in Körner- oder Staubform benutzen; man muss dann aber hinreichend Vorsorge gegen Abbrand der Kohle tragen, indem man sie in einen luftdicht zu verschliessenden Körper einschliesst (dessen noch freien Raum man mit einer die Verbrennung nicht begünstigenden Masse ausfüllt) und mit zwei als Pole dienenden metallischen, aus dem besagten Körper hervorragenden Anschlusstheilen für die Zu- und Rückleitung des Stromes verbindet.

Diese Andeutungen werden wohl zum Verständniss der einfacheren Einrichtungen elektrischer Heizapparate genügen; man hat jedoch auch weniger einfache Einrichtungen eronnen, deren eingehendere Besprechung und Vorführung im Bilde hier wohl am Platze sein dürfte.

Zunächst sei eines von *Ernest Abshagen* in Chicago construirten Heizkörpers gedacht, welcher in den Fig. 1 und 2 theils im Schnitt, theils in Ansicht dargestellt ist. Derselbe besteht aus zwei wagrecht liegenden Hohlkörpern a_1 und a_2 , welche mittels lothrecht stehender Rohrstützen a mit einander verbunden sind und von denen der Unter-

² Grundzüge der Elektrotechnik von Richard Rühlmann. Dinglers polyt. Journal Bd. 295, Heft 1. 1895/1.