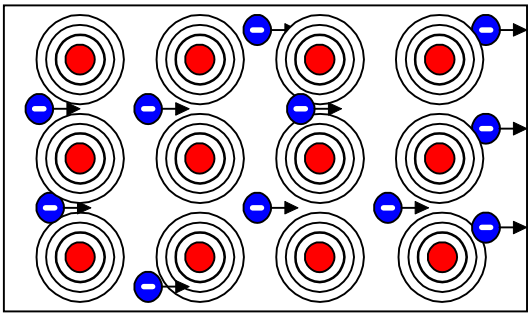
Leiter und Temperatur

© by Bruno Wamister, Burgistein Montag, 12. Januar 2004

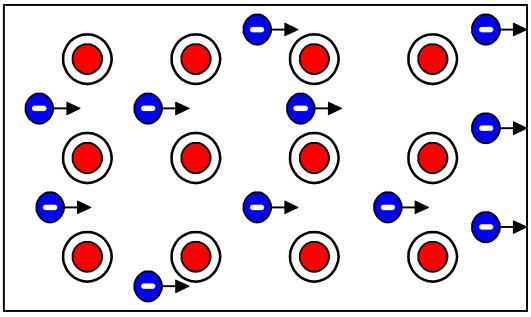
Temperaturverhalten von metallischen Leitern

Metallische Leiter haben einen von der Temperatur abhängenden Widerstand. Bei metallischen Leitern nimmt der Widerstand mit der Temperatur zu, während bei Kohle der Widerstand mit zunehmender Temperatur abnimmt. Auch reine Halbleiter haben die Eigenschaft, dass ihr Widerstand mit der Temperatur abnimmt.

Bei höheren Temperaturen schwingen die Atome in den Gittern eines metllischen Leiters mit grösseren Amplituden und hemmen damit den Elektronenfluss stärker. Der Leiterwiderstand wird entsprechend grösser (vgl nebenstehende Grafik). Kühlt man Metalleiter bis in die Nähe des absoluten Nullpunktes ab, sinkt der Widerstand einiger Metalle sprunghaft auf annähernd null Ohm ab. Diesen Effekt nennt man **Supraleitung**. Der Strom kann in einem solchen Leiter ungehindert und damit ohne Verluste fliessen.



Hohe Temperaturen: Atome schwingen stark, grosser Widerstand



Tiefe Temeraturen: Geringes Schwingen der Atome, kleiner Widerstand

Temperaturkoeffizient α (TK)

Bis zu 200°C kann man annehmen, dass der Widerstand von metallischen Leitern proportional zur Temperatur zunimmt. Der Temperaturkoeffizient α gibt die relative Änderung des Widerstandes ΔR je Grad der Temperaturänderung ΔT an. Ein **positiver Temperaturkoeffizient PTC** sagt aus, dass der Widerstand bei zunehmender Temperatur steigt (auch **Kaltleiter**), ein **negativer Temperaturkoeffizient NTC** bedeutet eine Abnahme des Widerstandswertes mit steigender Temperatur (**Heissleiter**).

Die vier Leiterwerkstoffe **Chromnickel, Konstantan Manganin und Nickelin** ändern ihren spezifischen Widerstand mit der Temperatur nur sehr gering. Sie werden daher hauptsächlich für den Bau von Widerständen angewendet.

$$\alpha = \Delta R / (\Delta T * R20)$$

α : Temperaturkoeffizient in 1/K
ΔR : Widerstandsänderung in Ω
R20 : Widerstandswert bei 20°C in Ω
ΔT : Temperaturänderung in °C

Widerstandsberechnung

Durch Umformen der Gleichung für die Berechnung des Temperaturkoeffizienten kann die Widerstandszunahme ΔR eines erwärmten Leiters bestimmt werden. Ersetzt man die Widerstandszunahme $\Delta R = Rw - R20$, so kann der Warmwiderstand Rw bei der erhöhten Temperatur Tw berechnet werden.

$$\Delta R = R20 * \alpha * \Delta T$$

$$Rw = R20(1 + \alpha * \Delta T)$$

α : Temperaturkoeffizient in 1/K
ΔR : Widerstandsänderung in Ω
R20 : Widerstandswert bei 20°C in Ω
ΔT : Temperaturänderung in K, (Tw-20K)
Tw : erhöhte Temperatur in °C

Aufgabe:

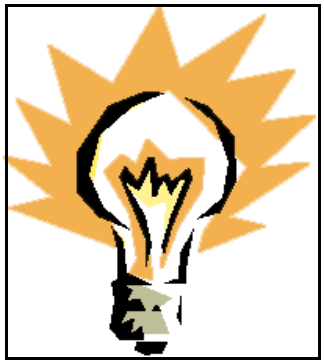
Die Wicklung eines Transformators hat bei 20°C einen Widerstand R20 von 16Ohm. Welchen Widerstand hat die Wicklung im Betrieb, wenn sich eine Temperatur von 80°C einstellt?

Temperaturkoeffizienten α für verschiedene Leiterwerkstoffe:	
Leiterwerkstoff:	Temperaturkoeff. α bei 20°C in [1/K]
Aluminium	0.004
Blei	0.004
Eisen	0.005
Gold	0.004
Kupfer	0.004
Nickel	0.0044
Platin	0.004
Silber	0.0036
Wolfram	0.005
Zinn	0.004
Chromnickel	0.0002
Konstantan	0.00004
Manganin	0.00001
Nickelin	0.0002

Versuch: 100W / 230V Glühlampe kalt und warm

1.) Bestimmen Sie durch eine Messung den Kaltwiderstand R20 der Glühlampe:

2.) Berechnen Sie den Warmwiderstand Rw aus den Betriebsdaten. Bestimmen Sie anschliessend die Temperatur des Wolfram-Glühfadens.



Die Temperatur des Glühfadens kann nur annähernd berechnet werden, da bei so hohen Temperaturen der Widerstand nicht mehr genau proportional zur Temperatur ansteigt.