



# **Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise**

Bestimmung des Leiterquerschnitts



# Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise

Definition: Art. 104 des RGIE:

Sicherheitsrelevanter (vitaler) Stromkreis: Stromkreis (Kabel), welcher einen elektrischen Verbraucher speist, der eine definierte Zeit funktionsfähig bleiben muss, während eine Teil- oder die Gesamtlänge des Stromkreises der erhöhten Brandtemperatur ausgesetzt ist.

d.h. bei der Querschnittsberechnung müssen berücksichtigt werden:

- die Widerstandserhöhung der Leiter
- die Erhöhung des Spannungsfalls

in Funktion der Brandtemperatur.



Die folgenden Formeln sind schlichte und einfache Darstellungen der physikalischen Gesetze. Ihre Anwendungen im Rahmen des Entwurfs einer elektrischen Anlage liegen in der Verantwortung des technischen Planers des Projekts, bzw. des Installateurs.

Der Autor dieses Dokuments ist nicht für die ordnungsgemäße Anwendung dieser Regeln und für die sachgemäße Durchführung der Anlage zuständig und kann nicht für irgendwelche Auswirkungen während des Normalbetriebs oder im Brandfall verantwortlich gemacht werden.



# Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise

Widerstandserhöhung = f (Temperatur)  
nach Wiedemann-Franz: Formel

$$R_{ht} = R_{20^\circ} \cdot \left( \frac{T_{ht}}{T_0} \right)^{1,16}$$

$R_{ht}$  : Widerstand bei hoher Brandtemperatur

$T_{ht}$  : Brandtemperatur °K

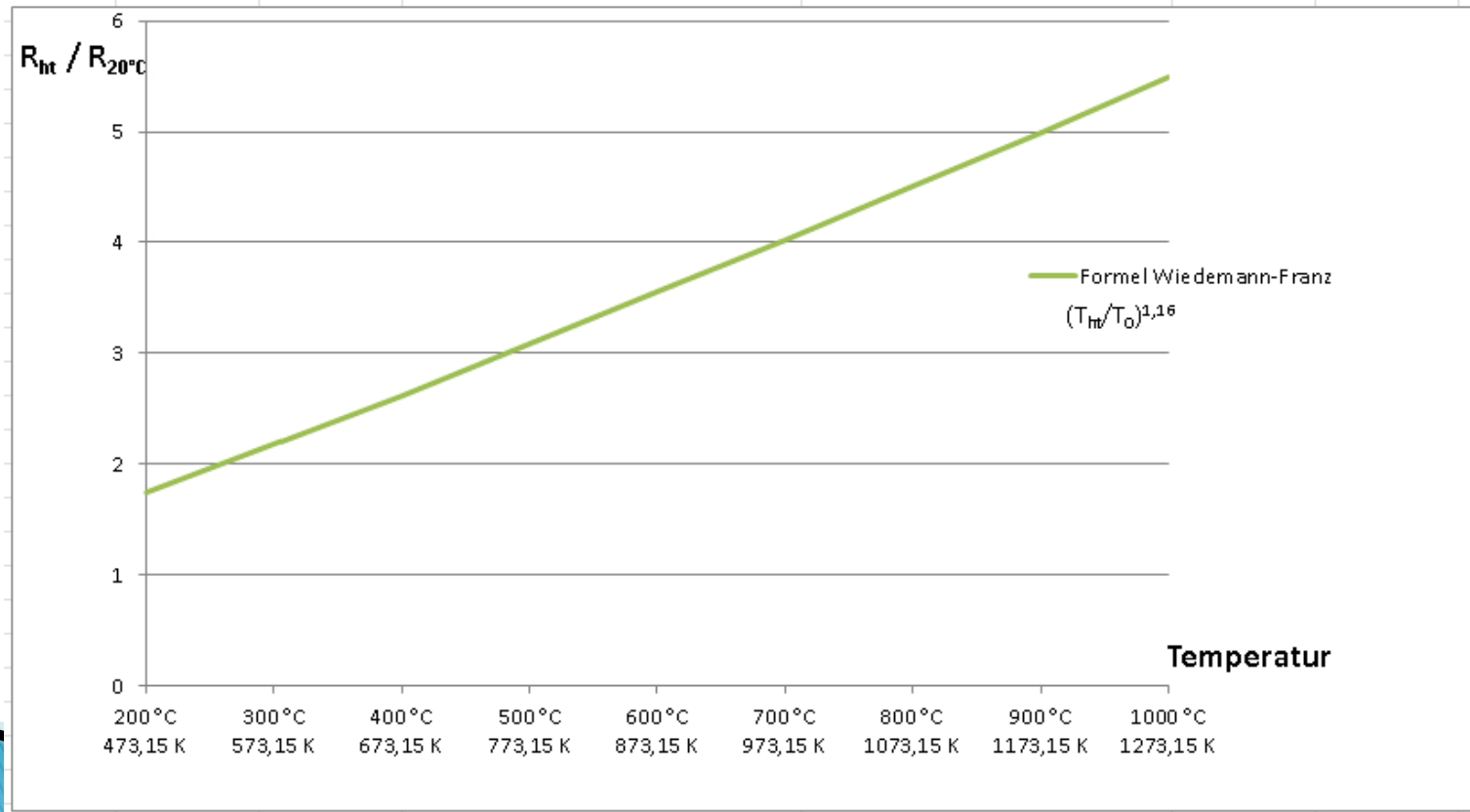
$T_0$  : Basistemperatur 20 °C (293 °K)

$$k_{ht} = \frac{R_{ht}}{R_{20^\circ}} = \left( \frac{T_{ht}}{T_0} \right)^{1,16}$$



# Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise

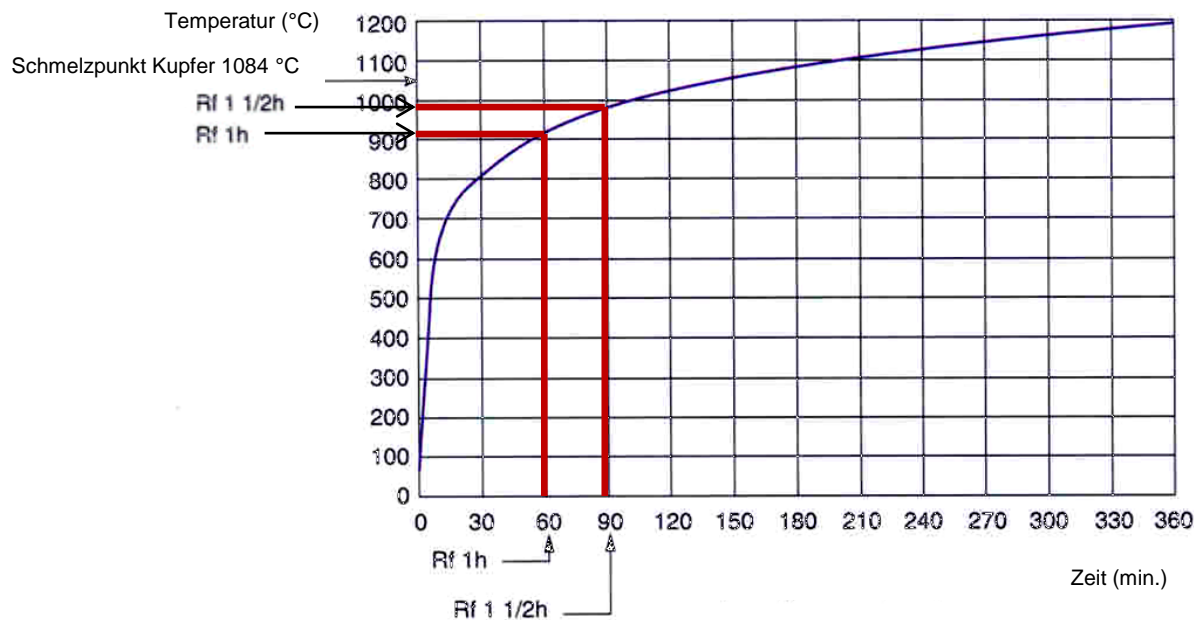
Widerstandserhöhung = f (Temperatur)  
nach Wiedemann-Franz: graphische Darstellung



# Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise

Grenzwert: vorgegeben durch den Schmelzpunkt der Kupferleiter (ca. 1084°C)

Nach NBN 713-020 (Nachweis des Funktionserhaltes) bedeutet dies:



nach 60 min.: 920°C (1193°K)

→ Kabel Rf 1h

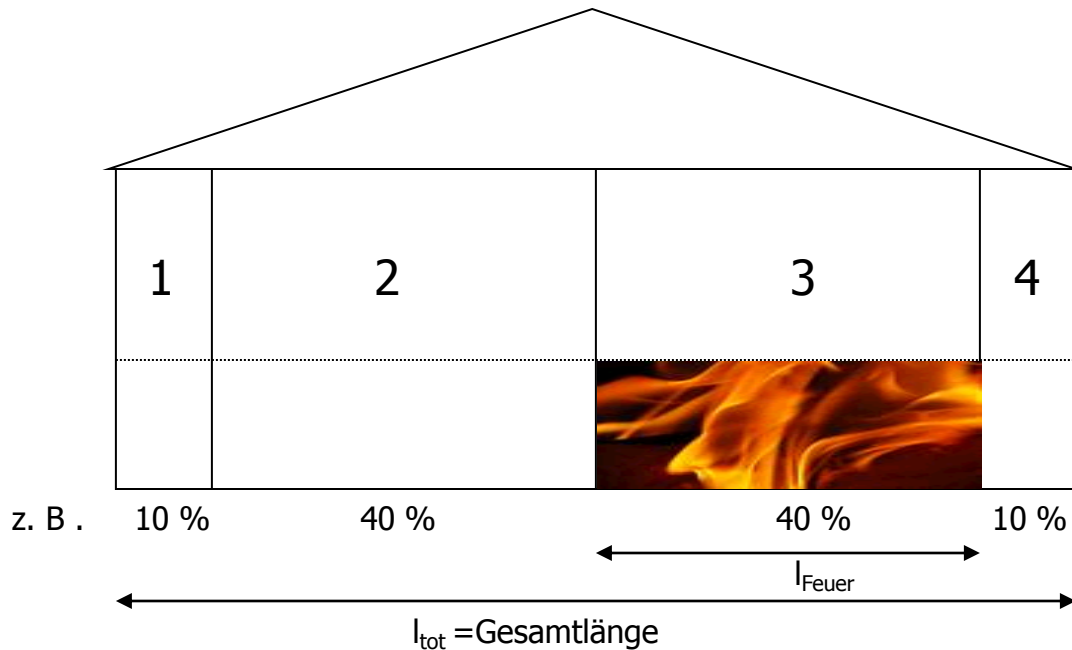
nach 90 min.: 980°C (1253°K)

→ Kabel Rf 1,5h



# Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise

Einfluss der Brandabschnitte (Kompartiment):



Die Widerstanderhöhung findet nur im brennenden Abschnitt statt.



# Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise

Gesamtwiderstand und Korrekturfaktor „ $k$ “: Formel

$$\begin{aligned} R_{tot} &= R_{20^\circ} \cdot \frac{(l_{tot} - l_{feu})}{l_{tot}} + R_{20^\circ} \cdot k_{ht} \cdot \frac{l_{feu}}{l_{tot}} \\ &= R_{20^\circ} \cdot \left( 1 + \frac{l_{feu}}{l_{tot}} \cdot (k_{ht} - 1) \right) \end{aligned}$$

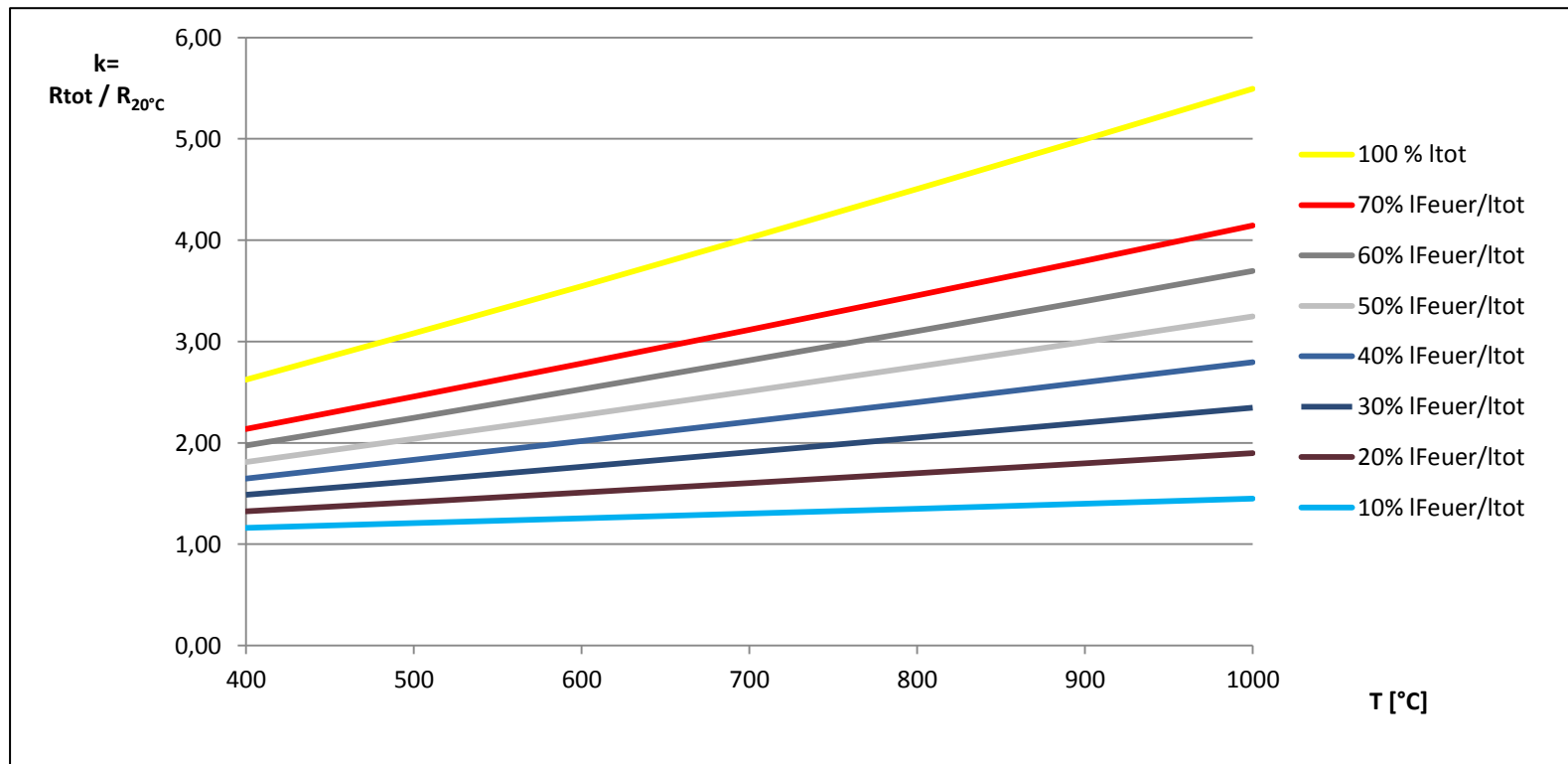
$$k = \frac{R_{tot}}{R_{20^\circ}} = 1 + \frac{l_{feu}}{l_{tot}} \cdot (k_{ht} - 1)$$





# Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise

Faktor **k**: Widerstandserhöhung = f (Temperatur) unter Berücksichtigung des Brandabschnittes: graphische Darstellung



# Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall für sicherheitsrelevante Stromkreise

Spannungsfall:

Einphasiges System:  $\Delta U = 2 \cdot l_{tot} \cdot (R_{20^\circ} \cdot k \cdot \cos \varphi + \omega \cdot L \cdot \sin \varphi) \cdot I$

Dreiphasiges System:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot l_{tot} \cdot (R_{20^\circ} \cdot k \cdot \cos \varphi + \omega \cdot L \cdot \sin \varphi) \cdot I$

$$R_{20^\circ} = \frac{\Delta U}{k \cdot \sqrt{3} \cdot l_{tot} \cdot \cos \varphi \cdot I} - \underbrace{\frac{\omega \cdot L \cdot \sin \varphi}{k \cdot \cos \varphi}}$$

Vernachlässigbar für eine erste Annäherung

- Mindestquerschnitt gemäß des errechneten Widerstandswert  **$R_{20^\circ}$**  **definieren** anhand der Angaben des Herstellers oder der Norm IEC 60228
- Kontrolle des Spannungsfall unter Beachtung des induktiven Teils  **$\omega \cdot L \cdot \sin \varphi$**  (dieser nimmt einen wesentlichen Einfluss ab 16 mm<sup>2</sup>)  
Bei Nichtverfügbarkeit ist eine Annäherung von  $\omega \cdot L \cdot \sin \varphi = 0,048$  gültig für alle Fälle.
- Bei negativem Ergebnis, nächst größeren Querschnitt wählen und überprüfen.

