

## Mathematische Herleitung einer Formel zum Berechnen der Verlustleistung aus den Größen

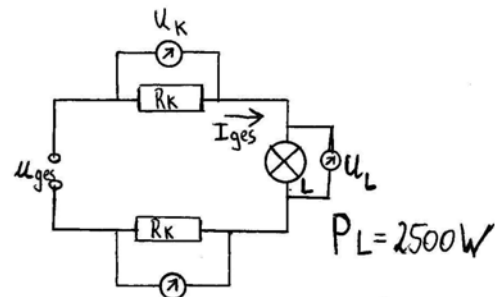
$U_{ges}$  = Netzspannung, in Volt, das kann auch mal kleiner als 230 V sein

$l$  = Leitungslänge in Meter

$A$  = Querschnitt des Kabel in  $mm^2$

$\rho$  = Materialkonstante in  $\frac{\Omega mm^2}{m}$  z.B. Kupfer = 0,017  $\frac{\Omega mm^2}{m}$

$P_L$  = Gesamtnennleistung (= also auf die Nennspannung bezogen) der angeschlossenen Lasten



Wir brauchen die Verlustleistung  $P_V$ , sie wird berechnet nach

$$P_V = 2P_K \text{ (Hin- und Rückleitung!) } P_K = U_K * I_{ges}$$

Hier sind aber weder  $U_K$  noch  $I_{ges}$  bekannt. Da aber gilt  $U_K = R_K * I_{ges}$  ersetzen wir  $U_K$  durch  $R_K * I_{ges}$  und erhalten die folgende Gleichung  $P_V = R_K * I_{ges} * I_{ges}$ . Das lässt sich zusammenfassen in:

$$P_V = 2 * (R_K * I_{ges}^2)$$

$R_K$  können wir aus den Angaben errechnen, das folgt später. Betrachten wir  $I_{ges}$ . Sie ließe sich

berechnen, wenn wir den Gesamtwiderstand kennen würden, denn aus  $R_{ges} = \frac{U_{ges}}{I_{ges}}$  folgt

$$I_{ges} = \frac{U_{ges}}{R_{ges}} \text{ . } U_{ges} \text{ ist genannt und der Gesamtwiderstand lässt sich auch berechnen, das ist die}$$

Summe alle Widerstände in diesem Stromkreis.

Ersetzen wir also  $I_{ges}$  durch  $\frac{U_{ges}}{R_{ges}}$  dann erhalten wir:

$$P_V = 2 * \left( R_K * \left( \frac{U_{ges}}{R_{ges}} \right)^2 \right) \text{ Kümmern wir uns um } R_{ges}! \text{ Wir ersetzen jetzt } R_{ges} \text{ durch die}$$

Elemente, die den Gesamtwiderstand bilden, nämlich zweimal das Kabel und den Widerstand der Gesamtlast, und es wird  $R_{ges} = R_K + R_L + R_K = 2R_K + R_L$  und erhalten:

$$P_V = 2 * \left( R_K * \left( \frac{U_{ges}}{2R_K + R_L} \right)^2 \right) \text{ Damit kommen wir dem Endergebnis langsam näher, denn}$$

wir kennen die Gesamtnennleistung und die Nennspannung mit deren Hilfe wir  $R_L$  berechnen

können.  $R_L = \frac{U_{Nenn}^2}{P_{Nenn}}$ , es wird nun statt  $R_L$  der Term  $\frac{U_{Nenn}^2}{P_{Nenn}}$  verwendet und wir erhalten

$$P_V = 2 * \left( R_K * \left( \frac{U_{ges}}{2R_K + \frac{U_{Nenn}^2}{P_{Nenn}}} \right)^2 \right) \text{ sieht kompliziert aus, ist es aber nicht. Jetzt müssen}$$

wir das noch unbekannte  $R_K$  durch die gegebenen Größen  $l$  = Leitungslänge in Meter,

$A$  = Querschnitt des Kabel in  $mm^2$  und  $\rho$  = Materialkonstante in  $\frac{\Omega mm^2}{m}$  ausdrücken.

$$R_K = \rho * \frac{l}{A} \text{ dann eingesetzt ergibt } P_V = 2 * \left( \frac{\rho * l}{A} * \left( \frac{U_{ges}}{2\rho * \frac{l}{A} + \frac{U_{Nenn}^2}{P_{Nenn}}} \right)^2 \right)$$

Fertig, das war es!!!