

Berechnung der Verlustleistung an einem Kabel

An eine Netzspannungsquelle werden mit einem 100 m langen Kabel aus Kupfer das einen Querschnitt von 1,5 mm² besitzt, mehrere Verbraucher mit einer Gesamtlast von 2500 W angeschlossen. Berechne die Verlustleistung PK in der Zuleitung!

Spannung U =	230 V	Die Gelb unterlegten Felder können geändert werden!
Länge Kabel l =	100 m	
Querschnitt Kabel A=	1,5 mm ²	
Material	Kupfer	
Angeschlossene Gesamtlast:	2500 W	

$\rho = 0,017 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Die gesuchte Größe P_v kann nicht so ohne weiteres berechnet werden, da dazu die Spannung an der Zuleitung und die Gesamtstromstärke I bekannt sein muss.

I wiederum ist nur durch Kenntnis des Gesamtwiderstandes (= Summe aller Widerstände) zu berechnen. Aber kein Problem, das lässt sich alles berechnen!

Zuerst wird der Widerstandswert R_k des Kabels errechnet.

$$R_k = \rho * l/A = 0,017 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m} * 100\text{m}/1,5\text{mm}^2$$
$$R_k = 1,133 \text{ } \Omega$$

Als nächstes wird der Widerstand der angeschlossenen Last R_L berechnet. Dazu benutzen wir die gegebene Nennlast, die auf die Nennspannung (= 230 V) bezogen ist.

$$R_L = U^2/P = (230\text{V})^2/2500\text{W}$$
$$R_L = 21,16 \text{ } \Omega$$

Der Gesamtwiderstand dieses Stromkreises setzt sich aus dem Widerstand der Last und dem 2-fachen Widerstandswert der Leitung (Hin- und Rückweg) zusammen, also:

$$R_{ges} = R_k + R_L + R_k$$
$$R_{ges} = 1,13 \text{ } \Omega + 21,16 \text{ } \Omega + 1,13 \text{ } \Omega$$
$$= 23,43 \text{ } \Omega$$

Aus dem Ohmschen Gesetz folgt die Beziehung: $I = U/R$ in unserem Fall $I_{ges} = U_{ges}/R_{ges}$

$$I_{ges} = 230 \text{ V} / 23,43 \text{ } \Omega = 9,82 \text{ A}$$

Das Ziel rückt näher! Wir brauchen nun die Spannung am Kabel. Auch hier hilft das Ohmsche Gesetz weiter: $U_k = R_k * I_{ges}$

$$U_k = 1,13 \text{ } \Omega * 9,82 \text{ A} = 11,13 \text{ V}$$

Die Spannung U_k am Kabel sowie die fließende Stromstärke I_{ges} sind nun bekannt. Damit lässt sich nun ganz einfach die Verlustleistung am Kabel berechnen,

denn $P_k = U_k * I_{ges}$

$$P_k = 11,13 \text{ V} * 9,82 \text{ A} = 109 \text{ W}$$

Diese Verlustleistung tritt zweimal auf (Hin-Rückleitung), also wird das Ergebnis verdoppelt und die Verlustleistung wird 218 W

Jetzt kann sogar noch berechnet werden, welche Leistung denn nun tatsächlich bei den Verbrauchern ankommt, denn durch den Spannungsabfall an der Zuleitung sinkt die Spannung an den Verbrauchsstellen! Die tatsächliche Spannung an den Verbrauchern beträgt $U_{L \text{ tatsächlich}} = R_L * I$

$$U_{L \text{ tatsächlich}} = 21,16 \text{ } \Omega * 9,82 \text{ A} = 207,75 \text{ V}$$

Die tatsächliche Leistung wird danach : $207,75 \text{ V} * 9,82 \text{ A} = 2040 \text{ W}$