

Warum benötigt man **Transformatoren** bei der Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk zum Haushalt?

1. Eine Lampe (6 V / 0,2 A) soll über eine Entfernung von 2 km mit einer Wechselspannungsquelle betrieben werden. Als Leitung wird ein Kupferdraht mit einer Querschnittsfläche von 1,5 mm² verwendet.
 - Zeichne eine Ersatzschaltung (Ersetze die Fernleitung durch einen entsprechend großen ohmschen Widerstand.).
 - Wie groß ist der Lampenwiderstand? Wie groß ist die Leistungsaufnahme der Lampe?
 - Wie groß ist der Widerstand R_D der Fernleitung?
 - An der Wechselspannungsquelle wird eine Spannung von 6 V eingestellt. Wie groß ist der Strom, der durch die Lampe fließt?
 - Wenn man an der Wechselspannungsquelle eine Spannung von rund 15 V einstellt, wird die Lampe mit dem erforderlichen Strom von 0,2 A versorgt. Dieser Strom fließt jedoch auch durch die Fernleitung, in der elektrische Energie in nutzlose Wärmeenergie umgewandelt wird.
 - Wie groß ist die Verlustleistung P_V , die durch die Zuleitungen entsteht?
 - Wie groß ist die von der Wechselspannungsquelle bereitgestellte Leistung P ?
 - Wie groß ist der relative Leistungsverlust $\frac{P_V}{P}$ bei der Übertragung der Energie?
2. Wegen $P_V = R_D \cdot I^2$ könnte man die Verlustleistung verkleinern, indem man den Widerstand der Fernleitung verringert. Ist dies praktisch realisierbar? Ein konkretes Beispiel:
Das Kraftwerk Stade (40 km von Hamburg entfernt) gibt eine Leistung P von 600000 kW ab.
 - Wie groß ist die Stromstärke I , wenn die Leistung mit einer Spannung von 220 V übertragen wird?
 - Die Kraftwerke rechnen mit einem relativen Leistungsverlust von 5%.
 - Wie groß ist die Verlustleistung P_V für Stade?
 - Wie groß dürfte der Fernleitungswiderstand zwischen Stade und Hamburg höchstens sein?
 - Welchen Leitungsquerschnitt A hat ein solcher Widerstand aus Kupferdraht?
 - Wie groß ist der Durchmesser einer solchen Leitung?
3. Wenn die Energieverluste in den Fernleitungen nicht durch Widerstandsverkleinerung hinreichend verringert werden können, so muss man nach $P_V = R_D \cdot I^2$ die Stromstärke verkleinern. Wegen $P = U I$ muss aber bei Verringerung der Stromstärke die Spannung erhöht werden, damit die gleiche Leistung P übertragen wird.
Wir transformieren die Spannung von 6 V bei unserem Eingangsbeispiel mit einem Transformator, der eine Primärspule mit $n_1 = 600$ Windungen besitzt, auf 120 V. An den Enden der Fernleitung ist die Primärspule eines zweiten Transformators (gleiche Spulen, wie der erste Transformator) angeschlossen, der die Spannung wieder auf 6 V herab transformiert.
 - Zeichne eine Ersatzschaltung (Fernleitung wieder durch Widerstand ersetzen).
 - Zeige, dass die Windungszahl der Sekundärspule zum Herauftransformieren der Spannung (in der Fernleitung) $n_2 = 12000$ beträgt.
 - Der Lampenstrom beträgt 0,2 A. Wie groß ist etwa die Stromstärke in der Fernleitung?
 - Wie groß ist die Verlustleistung P_V ?
 - Wie groß ist die relative Verlustleistung?
4. Zeichne den Graphen der Funktion $U(t) = 6 \sin(t)$ für $t = 0, 15, 30, 45, \dots, 360$ Grad (DEG), die den Verlauf der Wechselspannung der Lampe beschreibt.