

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

Definition der elektrischen Leistung:  $P = U \cdot I \quad \Rightarrow \quad P = R \cdot I^2$  wegen  $R = \frac{U}{I}$

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 mm<sup>2</sup> verwendet.
  - Zeichnen Sie einen Ersatzschaltung. (Ersetzen Sie 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 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  $P_V = R_{Leitung} \cdot I^2$  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, 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  $P_V = R_{Leitung} \cdot I^2$  die Stromstärke verkleinern. Wegen  $P = U \cdot I$  muss aber bei Verringerung der Stromstärke die Spannung erhöht werden, damit die gleiche Leistung übertragen wird.  
Wir transformieren die Spannung von 6V bei unserem Eingangsbeispiel mit einem Transformator, der eine Primärspule mit 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 herabtransformiert.
  - Zeichnen Sie einen Ersatzschaltung. (Fernleitung wieder durch Widerstand ersetzen)
  - 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. In welchen Schritten läuft die Energieübertragung vom Kraftwerk zum Haushalt ab? (Lehrbuch S. 83/84)
5. Welche sonstigen Verluste sind bei der Energieübertragung zu berücksichtigen?