



Aufgabe:

- 1.0** Ein Kraftwerk liefert eine elektrische Leistung von 750 MW. Die vom Generator erzeugte Spannung von 10,0 kV wird durch einen Transformator hochtransformiert. Die Fernleitungen – eine Hin- und Rückleitung – in die 50 km entfernte Stadt sind aus Aluminium.
- 1.1** Berechne, welchen Leitungsdurchmesser die Fernleitungen mindestens haben müssten, wenn die Spannung nicht hochtransformiert würde und die thermische Verlustleistung nicht größer als 8% der vom Generator gelieferten Leistung betragen soll.
 [Teilergebnis: $R_{\text{Fern}} = 11\text{m}\Omega$]
- 1.2** Wir betrachten nun die Fernübertragung durch hochtransformieren der Generatorspannung. Der elektrische Widerstand der Fernleitung ist in der Praxis 30Ω . Der Wirkungsgrad des Transformators liegt bei 97%. Berechne die Übertragungsspannung U_{Fern} , und die Verlustleistung P_{Verl} , wenn die Stromstärke in der Fernleitung 1,70 kA betragen soll.
- 1.3** Berechne den Gesamtwirkungsgrad der Energieübertragung (aus 1.2) vom Kraftwerk und der Fernleitungsübertragung (ohne Verbraucher-Transformator).

Lösung:

- 1.1 Berechne, welchen Leitungsdurchmesser die Fernleitungen mindestens haben müssten, wenn die Spannung nicht hochtransformiert würde und die thermische Verlustleistung nicht größer als 8% der vom Generator gelieferten Leistung betragen soll.

[Teilergebnis: $R_{Fern} = 60m\Omega$]

$$I_{Fern} = \frac{P}{U} = \frac{750MW}{10,0kV} = 75,0kA$$

$$P_{Verl} = 8\% \text{ von } 750MW = 60MW; \quad R_{Fern} = \frac{P_{Verl}}{I^2} = \frac{60MW}{(75,0kA)^2} = 11m\Omega$$

$$R = \zeta \cdot \frac{l}{A}; \quad A = \frac{\zeta \cdot l}{R}; \quad A = \frac{0,027 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot 100000m}{0,011\Omega} = 245455 \text{ mm}^2$$

$$A = r^2 \cdot \pi; \quad r = \sqrt{\frac{245455mm^2}{\pi}} = 280 \text{ mm}; \quad \text{Der Durchmesser müsste etwa } \mathbf{56cm} \text{ sein!}$$

- 1.2 Wir betrachten nun die Fernübertragung durch hochtransformieren der Generatorspannung. Der elektrische Widerstand der Fernleitung ist in der Praxis 30Ω . Der Wirkungsgrad des Transformators liegt bei 97%. Berechne die Übertragungsspannung U_{Fern} , und die Verlustleistung P_{Verl} , wenn die Stromstärke in der Fernleitung $1,70 \text{ kA}$ betragen soll.

$$P_{Fern} = 750 \text{ MW} \cdot 0,97 = \mathbf{728 \text{ MW}}$$

$$P_{Fern} = U_{Fern} \cdot I_{Fern}; \quad U_{Fern} = \frac{728MW}{1,70kA} = \mathbf{228kV}$$

$$P_{Verl} = R \cdot I^2 = 30\Omega \cdot (1,70 \text{ kA})^2; \quad P_{Verl} = \mathbf{86,7 \text{ MW}}$$

- 1.3 Berechne den Gesamtwirkungsgrad der Energieübertragung (aus 1.2) vom Kraftwerk und der Fernleitungsübertragung (ohne Verbraucher-Transformator).

$$\eta_{Fern} = \frac{728MW - 86,7MW}{728MW} = 0,88;$$

$$\eta_{gesamt} = 0,97 \cdot 0,88 = 0,85; \quad \text{Der Gesamtwirkungsgrad beträgt } \mathbf{85\%};$$

