



Elektrotechnische Grundlagen für das Verkehrswesen

Übung 7: Komplexübung

Aufgabe 7.1: Einseitige Speisung

An einer elektrifizierten Strecke für AC 15 kV, 16,7 Hz ist eine Oberleitung der Bauart Re 200 installiert, wie sie auf zahlreichen Strecken der Deutschen Bahn zum Einsatz kommt. Solche Strecken dürfen mit max. 200 km/h befahren werden. Der Fahrdrabt besitzt eine Querschnittsfläche von 100 mm^2 und einen Impedanzbelag von $\underline{Z}' = 0,204 \Omega/\text{km} \cdot e^{j(43,4^\circ)}$. Es wird vereinfachend angenommen, dass der Strom nur durch den Fahrdrabt und nicht durch die anderen Komponenten des Kettenwerks fließt (keine reale Annahme!). Die Strecke wird einseitig gespeist und von einem Fahrzeug befahren.

- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild.
- Berechnen Sie Impedanz, Reaktanz- und Resistanzbeläge.
- Das Fahrzeug fährt von dem Unterwerk zu einem 40 km entfernten Ort. Der Strom beträgt dabei konstant 430 A. Berechnen Sie die Spannung über dem Fahrzeug in Abhängigkeit des Ortes.
- Berechnen Sie die Verlustleistung in der Fahrleitung bis zum Kilometer 40.
- Die Verlustleistung auf der Strecke soll verringert werden. Schlagen Sie dafür geeignete Maßnahmen vor.
- Zur Verbesserung der Stromtragfähigkeit der Anlage soll entweder ein Fahrdrabt mit einer Querschnittsfläche von 150 mm^2 verwendet oder eine zum Fahrdrabt parallele Verstärkungsleitung aus Aluminium mit einer Querschnittsfläche von 240 mm^2 geführt werden. Aluminium hat einen spezifischen Widerstand von $0,028 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ und wird an jedem Mast, also nahezu kontinuierlich mit dem Fahrdrabt verbunden. Berechnen Sie die Veränderung des Impedanzbelags der Anordnung sowie die Materialkosten der beiden Maßnahmen.

	Kupfer	Aluminium
Dichte	8,96 g/cm ³	2,7 g/cm ³
Materialpreis	8,20 EUR/kg	2,60 EUR/kg

Aufgabe 7.2: Zweiseitige Speisung

Eine Strecke mit einer Oberleitung der Bauart Re 200 wird zweiseitig gespeist. Die beiden Unterwerke haben einen Abstand von 80 km. Am Kilometer 30 befindet sich ein Fahrzeug und bezieht einen Strom von 490 A.

- a) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild.
- b) Berechnen Sie die Spannung am Fahrzeug sowie die Ströme, die von den beiden Unterwerken geliefert werden.
- c) Berechnen Sie die im Fahrzeug umgesetzte Leistung.