

116*A Für eine Zugkraft 300 kN an 40 km/h, die Leistung am Radumfang ist das Produkt aus der Geschwindigkeit und der Zugkraft: $P_j = 3,33$ MW. Für die elektrische Leistung muss man die Wirkungsgrade beachten: η_G für die Getriebe, η_{mot} für die Motoren, η_r für Transformator-Umrichter-Gruppe. Man rechnet mit den geschätzten Wirkungsgraden.

$$P_{lc} = P_j / \eta_G / \eta_{mot} / \eta_r = 3,33 / 0,99 / 0,96 / 0,95 = 4,9 \text{ MW.}$$

Die elektrische Leistung ist durch eine bekannte Gleichung definiert, weil die Blindleistung null ist.

$$P_{lc} = U_{lc} * I_{zug}$$

Der Spannungsabfall ist bekannt.

$$U_{lc} = U_{ss} - Z * I_{zug}$$

Man muss die Impedanzen aus dem Gleis und aus der Fahrleitung addieren, um Z zu berechnen.

$$Z = 0.484 + 0.572 i \text{ } [\Omega]$$

Man hat 2 Gleichungen mit 2 Unbekannten: Lösung mit *MATLAB*. Aus beiden mathematischen Lösungen soll man eine wegen technischen Grund verlassen.

$$I_{zug} = 292 + 2.91 i \text{ } [A]$$

$$\Delta U = 139.6 + 168.4 i \text{ } [V]$$

$$U_{lc} = 16860 - 168.4 i \text{ } [V]$$

Der Spannungsabfall ist niedrig und die Phasenverschiebung sehr klein. Am Unterwerk hat man den gleichen Strom $I_{ss} = I_{zug}$, $\lambda = 0,99995 \cong 1$.

B Die Maximalzugkraft ist nur bis 54 km/h erhältlich. Um die Zugkraft für Beschleunigung zu kennen rechnet man den Mittelwert der Fahrwiderstand zwischen 40 und 54 km/h. Die Beschleunigung erreicht $1,25 \text{ } [m/s^2]$. Die Geschwindigkeit 54 km/h ist in 3 Sekunden erreicht, 6 Meter weiter. Man kann die Impedanzänderung vernachlässigen, $P_j = 6$ MW wird erreicht. Neue Berechnung wie in A, mit der neuen Leistung.

$$I_{zug2} = 395 + 5.38 i \text{ } [A]$$

$$\Delta U_2 = 188 + 228 i \text{ } [V]$$

$$U_{lc2} = 16812 - 228 i \text{ } [V]$$

C Neben dem Unterwerk soll die Zugkraft nur den Fahrwiderstand kompensieren.

$$Z_j = F_f = 8,05 \text{ kN.}$$

Die Leistung am Radumfang ist bescheiden.

$$P_j = 313 \text{ kW.}$$

Die Leistung an der Fahrleitung

$$P_{lc} = 347 \text{ kW}$$

Es gibt kein Spannungsabfall vor dem Unterwerk.

$$I_{zug} = 20 \text{ A.}$$

In diesem Fall ist die Vernachlässigung der Nebenbetriebe und Klimaanlage vielleicht eine schlechte Idee. Mit ~ 50 kW pro Kaste ist die Heiz- Kühlleistung ungefähr so gross wie die Fahrleistung: das Fehler erreicht 100 %. Während der Beschleunigung lag wahrscheinlich der Fehler unter 5 %.