

12* A Wenn das Triebwagen 180 kN an 36 km/h erzeugt, man rechnet eine Leistung am Radumfang 1,8 MW. Der Wirkungsgrad rechnet man aus dem Datenblatt:

$$\eta_G = \frac{175 \cdot 41 / 3,6}{2000} = 0.996 \quad (1)$$

Man kann die Wirkungsgrade der Motoren $\eta_{\text{mot}} = 0,98$ und der Umformer $\eta_r = 0,98$ schätzen. An der Fahrleitung hat man eine Leistung $P_{\text{él}} = 1,92 + 0,25 = 2,17$ MW.

Man hat hier eine Einzelspurstrecke mit Einspeisung auf jedes Ende, das Bild 10.17 gibt den Spannungsabfall, wo die Verluste am Unterwerk nicht inbegriffen werden.

$$\Delta U = \frac{d}{4} R' I \quad (2)$$

Das Dokument gibt $d = 5,44$ [km]. Das Kilometer-Widerstand kann durch dem Kupferquerschnitt berechnet werden, $S_{\text{CU}} = 282$ mm².

$$R' = \frac{\rho_{\text{CU}}}{S_{\text{CU}}} = 60,2 \cdot 10^{-3} [\Omega / km] \quad (3)$$

Wenn das Strom unbekannt, ist, kann er berechnet werden.

$$I = \frac{P_{\text{él}}}{U_{\text{ss}} - \Delta U} \quad (4)$$

Wir haben eine Gleichung des zweiten Grads zu lösen:

$$\Delta U^2 - U_{\text{ss}} \Delta U + \frac{d}{4} P_{\text{él}} R' = 0 \quad (5)$$

Bei der Lösung – z.B. mit *MATLAB* – gibt es zwei Werten wobei man die wahrscheinlichste wählt: $\Delta U = 235$ [V]. Es bleibt nur 810 V an der Fahrleitung übrig.

B Der Strom ist aus der Gleichung (4) berechnet, $I = 2679$ A, wovon 309 A für die Nebenbetriebe-Versorgung. Der Zug führt in der Mitte, jedes Unterwerk liefert $I_{\text{ss}} = 1339$ A. Jedes Unterwerk speist 1,4 MW wenn die Spannung richtig an 1,045 kV liegt, fast die Nennleistung 1,6 MW.

Das Triebwagen kann kürzlich eine Leistung bis 2,4 MW (+250 kW) erzeugen, die Versorgungsanlage scheint unterdimensioniert, zum Glück dürfen momentan die Unterwerke stark überlastet werden (~5 Min.). Unter 1 kV= an der Spitzleistung des Triebwagens ist fast am Maximum, begrenzt an $4 \times 680 = 2720$ A bei der Netzumrichtersteuerung. Die Leistung für Nebenbetriebe fließt auch durch den Netzumrichter. Vielleicht soll man bei der Anfahrt die Heizung während einigen Minuten ausschalten. Wenn man dazu die internen Verlusten im Umrichter sorgt, bemerkt man dass der Strom nicht erreicht wird, und die Zugkraft auch nicht. Der Steuerungssoftware begrenzt den Strom unter 680 A wenn die Spannung unter dem Nennwert liegt.

C Die Versorgungsanlage kann nicht über 1,6 MW auf einer Antenne als Nennwert erreichen. Auch bei erlaubte Überlast (50 à 100 %), soll das Fahrpersonal spezielle Anleitung bekommen um die Leistung des Triebfahrzeug – der keine Spannung unter 700 v erlaubt – zu begrenzen, vielleicht mit Fahrplanverspätung.

D Mit zwei Stromabnehmern fließt der Strom durch zwei Wippen auf dem Fahrdrabt. Die Geschwindigkeit ist niedrig. Die Drahtwelle ist eine wenig zwischen Stromabnehmer gedämpft. Man soll trotzdem prüfen dass die Wellenlänge nicht mit dem Stromabnehmerintervall proportional ist.