

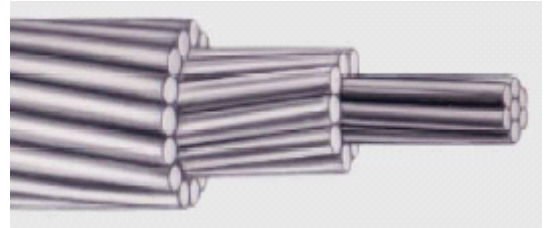
Elektrische Verlustleistung einer HVDC Freileitung

Die Strombelastbarkeit (oder auch: thermische Grenzleistung) einer Freileitung ist durch ihre höchstzulässige Seiltemperatur begrenzt. Nach DIN/EN 50182 ist für Leiterseile eine dauernde Betriebstemperatur von 80°C zulässig. Der in dieser Norm für jedes Leiterseil angegebene höchstzulässige Dauerstrom ist über - wegen der Allgemeingültigkeit der Norm notwendigerweise sehr ungünstige - Standard-Umgebungsbedingungen definiert, nämlich:

- Umgebungstemperatur 35°C,
- Sonneneinstrahlung sowie
- Windgeschwindigkeit quer zum Seil 0,6 m/s.

Der Verlusteintrag in das Seil erfolgt durch die beim Stromtransport entstehenden Stromwärmeverluste sowie zeitweise durch Sonneneinstrahlung. Die Abgabe der Wärmeenergie erfolgt durch Konvektion und Strahlung unmittelbar an die umgebende Luft.

Im Folgenden sollen die Kenngrößen einer Trasse für 400 kV exemplarisch untersucht werden. Hierzu werden Freileitungen betrachtet, bei denen der in Deutschland überwiegend eingesetzte Seiltyp Al/St 264-AL1/34-ST1A (Aluminium-Stahl-Seil) in der 400 kV-Ebene als Viererbündel aufgelegt ist.

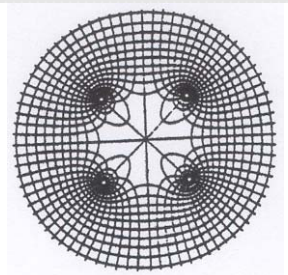


Dieses Seil hat nach DIN/EN 50182 (unter

Standardbedingungen) eine Stromtragfähigkeit von 680 A, und einen Gleichstromwiderstand von 0,1095 Ω/km bei 20°C.

Mit: $R_g = R_{20} [1 + \alpha_{20} (g - 20^\circ\text{C})]$ und $\alpha_{20} = 0,004 \text{ K}^{-1}$ beträgt der Widerstand bei 80°C: 0,1358 Ω/km. In der Ausführung als Viererbündelleitung beträgt der Gleichstromwiderstand im Mittel 0,03 Ω/km, die Stromtragfähigkeit 2.720 A und die thermischen Grenzleistung bei Drehstrom 1.790 MVA.

Als bipolare HVDC Leitung mit einer Spannung von $\pm 800 \text{ kV}$ beträgt die thermische Grenzleistung 4.352 MW.



Feldbild der
Vierer-Bündelleitung

Für die Übertragungsverluste im HVDC System gilt für eine Übertragungsentfernung von $l = 5000 \text{ km}$ (etwa von Afrika nach Deutschland):

$$P_V = I^2 \cdot R^l \cdot l \cdot 2 = 2.219 \text{ MW} \quad \text{oder} \quad p_V = \frac{P_V}{P_{th}} \cdot 100\% = 50,99\% \quad \text{bzw.} \quad 10,2\% \quad \text{pro } 1000 \text{ km.}$$

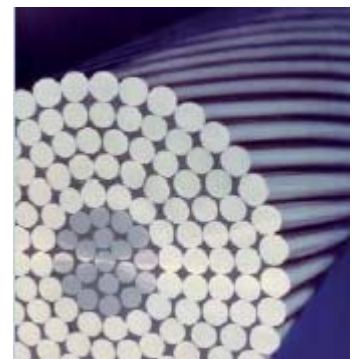
Zur Verringerung der Übertragungsverluste muß der Leitungsquerschnitt über die bisher verwendeten Seilquerschnitte hinausgehend beträchtlich erhöht werden.

Hierzu ist der Seiltyp 1046-AL1/45-ST1A mit 1.045 mm^2 Querschnitt und einem Gleichstromwiderstand von 0,0277 Ω/km, im Viererbündel 0,009 Ω/km verfügbar.

Das Seilgewicht ist mit 3.248 kg/km gegenüber 994 kg/km bei dem bisher üblichen Drehstrom-Leiterseil um mehr als den Faktor drei höher. Dieses erfordert eine entsprechend verstärkte Mastkonstruktion und Aufhängung der Viererbündel-Leiterseile mit erheblich höheren Kosten.

$$P_V = I^2 \cdot R^l \cdot l \cdot 2 = 636 \text{ MW}$$

$$\text{oder} \quad p_V = \frac{P_V}{P_{th}} \cdot 100\% = 14,61\% \quad \text{bzw.} \quad 2,9\% \quad \text{pro } 1000 \text{ km.}$$



Der verlustreiche und kapitalintensive Transport der erheblich teureren solarthermisch erzeugten Energie in der Sahara gegenüber der um mindestens den Faktor 5 kostengünstiger in Kernkraftwerken in Deutschland bedarfsnah erzeugten elektrischen Energie, mit nachfolgendem Transport über 5.000 km, ist in einer globalen Wettbewerbswirtschaft aus derzeitiger und absehbarer Sicht nicht vertretbar.