

## Energieplattform VoeV

### Energiesparen bei RhB-Fahrzeugen

#### – Antriebs-Energieverlustminimierung Allegra-Triebzüge, Ge 4/4 III

#### Kurzbeschreibung

Bei den el. Triebfahrzeugen tragen die Antriebssystemverluste (Transformator, Stromrichter, Fahrmotoren) nennenswert zum Energieverbrauch bei. Bei Umrichter-Antrieben lassen sie sich durch eine geeignete Wahl verschiedener Regelparameter beeinflussen. Dank der Gesamtoptimierung der Parameter konnten die Verluste und damit der Energieverbrauch der Allegra-Triebzüge und Ge 4/4 III markant gesenkt werden.

#### Software-Massnahmen

Der Antriebsstrang wird zunächst für die maximale Zugkraft und Leistung ausgelegt. Bei kleinerer Zugkraft oder Leistung bestehen dann drei Freiheitsgrade, welche zur Verlustreduktion genutzt werden können:

- **Fahrmotorfluss**

Das Fahrmotor-Drehmoment ergibt sich aus dem Produkt von magnetischem Fluss und drehmomentbildendem Statorstrom. Sowohl Fluss als auch Strom verursachen Verluste. Bei grossen Zugkräften dominieren die stromabhängigen Verluste, und der Motor wird sinnvollerweise mit maximalem Fluss betrieben. Dagegen ist es bei kleinen Zugkräften besser, den Fluss zu reduzieren, um die Verluste klein zu halten. Für jeden Arbeitspunkt (Geschwindigkeit/Zugkraft bzw. Drehzahl/Drehmoment) gibt es ein Optimum für den Fahrmotorfluss, das im wesentlichen von den Motorparametern abhängt.

- **Traktionsstromrichter-Zwischenkreisspannung (Wechselstromnetz)**

Die maximale Zwischenkreisspannung ist nur bei maximaler Leistung notwendig. Bei geringerer Leistung kann die Spannung soweit abgesenkt werden, wie der Netzstromrichter dies erlaubt. Neben den Transformator- und Motorparametern ist das Optimum vom Arbeitspunkt des Fahrmotors (Fluss), der Leistung und Zugkraft sowie von der momentanen Fahrleitungsspannung abhängig. Zudem müssen die von der Stromrichtertaktung im Transformator und den Fahrmotoren erzeugten Zusatzverluste beachtet werden.

- **Abschaltung von Fahrmotoren (drehgestellweiser Teillastbetrieb Allegra-Triebzüge)**

Für hohe Zugkraft oder Leistung werden alle Fahrmotoren benötigt, entsprechend der Fahrzeug-Auslegung. Bei Teillast ist es jedoch sinnvoll, einen Teil der Antriebsstromrichter zu sperren und die Zugkraft mit den verbleibenden Fahrmotoren aufzubringen. So werden die Leerlaufverluste einzelner Wechselrichter und Fahrmotoren vermieden und das Fahrzeug arbeitet mit einem besseren Wirkungsgrad.

#### Energieeffizienzzahlen

Die Berechnung für die 20 Allegra-Triebzüge und 12 Ge 4/4 III ergibt bei Energiekosten von 11 Rp/kWh jährliche Ersparnisse von ca. 1'900 MWh oder CHF 210'000, was dem Energiebedarf von 260 typischen schweizer Einfamilienhäusern (7,5 MWh/a) oder um die 2% des RhB-Traktionsenergiebedarfes entspricht.

#### Investitionskosten / Amortisationszeit

Für die Amortisation kann mit ca. 6 Monaten gerechnet werden.

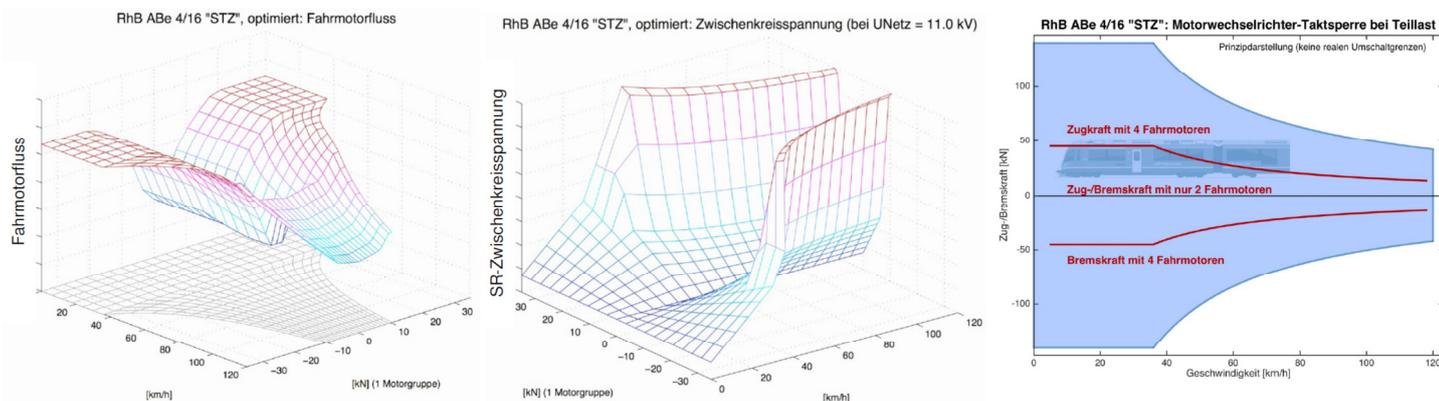


Diagramme: Emkamatik