

IGBT Magnetsteller mit sinusförmiger Netzstromaufnahme

Chr. Vollertsen

Güterzüge haben im Gegensatz zu Personenzügen oft mit Traktionsproblemen zu kämpfen, da sie deutlich mehr Masse besitzen und häufig ältere Strecken mit zum Teil größeren Steigungen befahren. Die für den zügigen Fahrbetrieb gewünschte hohe Zugkraft läßt sich daher oft nur durch Mehrlokbetrieb oder die Verwendung von 6-achsigen Lokomotiven erzielen.

Da der Betrieb der in Deutschland verwendeten 6-achsigen Lokomotiven mit je drei Achsen in zwei Drehgestellen zu relativ starkem Verschleiß an den Rädern und den Gleisen führt, sind Lok-Neuentwicklungen derzeit generell 4-achsrig.

Durch moderne Leistungselektronik und kraftoptimierte Motoren haben diese Lokomotiven ein deutlich höheres Zugkraftpotential als sie aufgrund der Reibung auf die Schienen übertragen können. Da die Achszahl und die maximale Achslast festliegen und sich die Reibungsverhältnisse nicht beeinflussen lassen, ist zur besseren Ausnutzung der Lok ein System zur virtuellen Achslasterhöhung in der Entwicklung.



Abb. 1: DB Güterzuglokomotive Baureihe 152

Durch Anbringung von Elektromagneten zwischen den Rädern läßt sich die Achslast um etwa 20% steigern, ohne den Gleisunterbau zusätzlich zu belasten. Die magnetischen Anziehungskräfte wirken auf den Schienenkopf und werden über die Achslager unmittelbar an die Räder abgeleitet.

Die maximale Einsatzgeschwindigkeit liegt im Übergangsbereich zwischen Reibungs- und Leistungs-grenze der Lok. Bei dem hier vorgestellten Beispiel mit der neuentwickelten Güterzuglok der Baureihe 152 ist dieser Bereich zwischen 80..85 km/h.

Der Magnet besteht aus einem langgestreckten zweipolig ausgeführten Stahlkörper mit einer gleichstromerregten Wicklung.

Der sich bildende magnetische Fluß zur Schiene führt zu anziehenden Kräften.

Bei einem Arbeitsluftspalt von 5mm liegt die Flußdichte bei etwa 1T und die Zugkraft pro Magnet bei etwa 40kN.

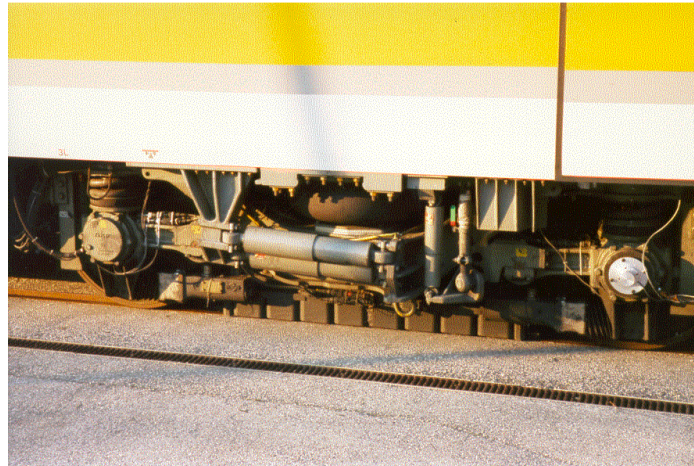


Abb. 2: Einbau in ein Drehgestell (hier Wirbelstrombremse)

Die elektrische Versorgung erfolgt aus der 1000V-Wicklung des Haupttransformators. Nach der Gleichrichtung der $16^{2/3}$ Hz-Spannung ist ein Hochsetzsteller vorgesehen, der eine sinusförmige Netzstromaufnahme ermöglicht.

Die Spannungspufferung erfolgt im Zwischenkreiskondensator, der auch den eigentlichen Magnetsteller versorgt. Dieser ist als Tiefsetzsteller ausgeführt und speist jeweils zwei in Reihe geschaltete Magnete.

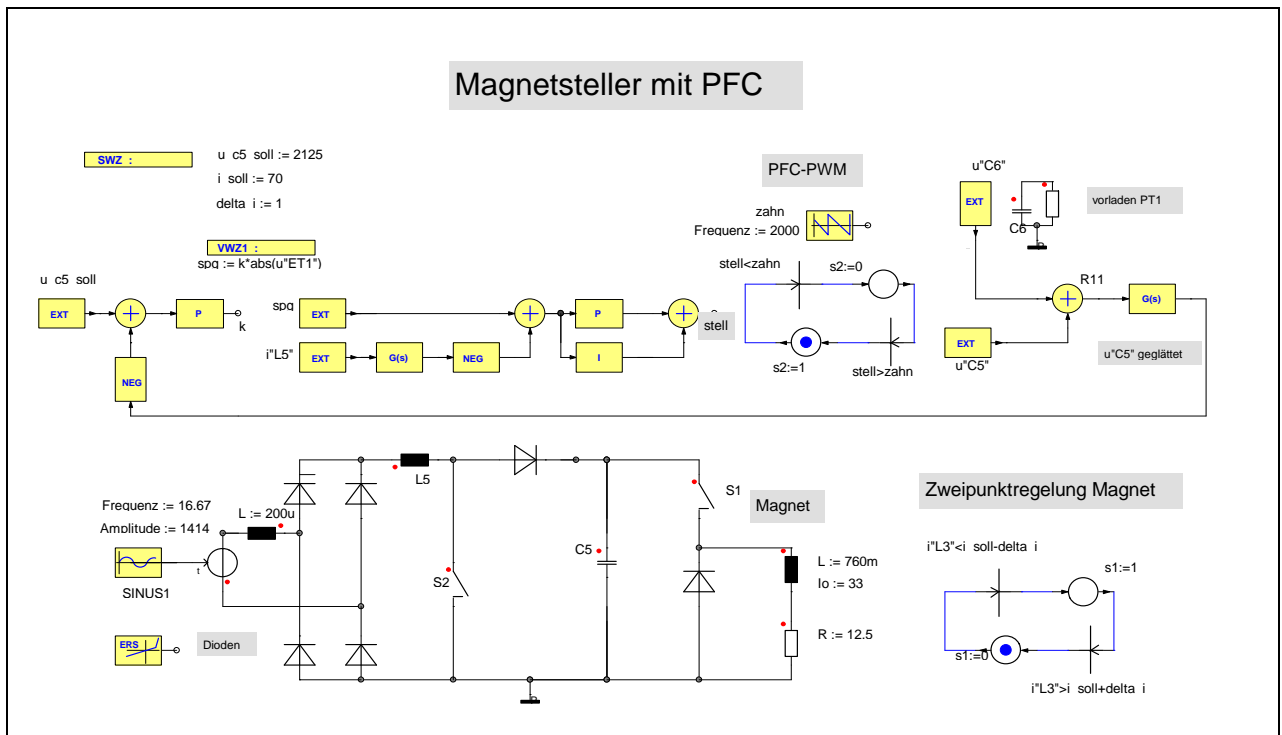


Abb. 3: Modell Magnetsteller mit $16^{2/3}$ Hz-Einspeisung

Abb.3 zeigt ein Simulationsmodell des Stellers, das aus den Hauptkomponenten Power-Factor-Corrector und Tiefsetzsteller besteht. Eine Simulation mit Nennlast ergibt den unten dargestellten Netzstromverlauf. Die Eingangsspannung ist als Referenzgröße mit dargestellt.

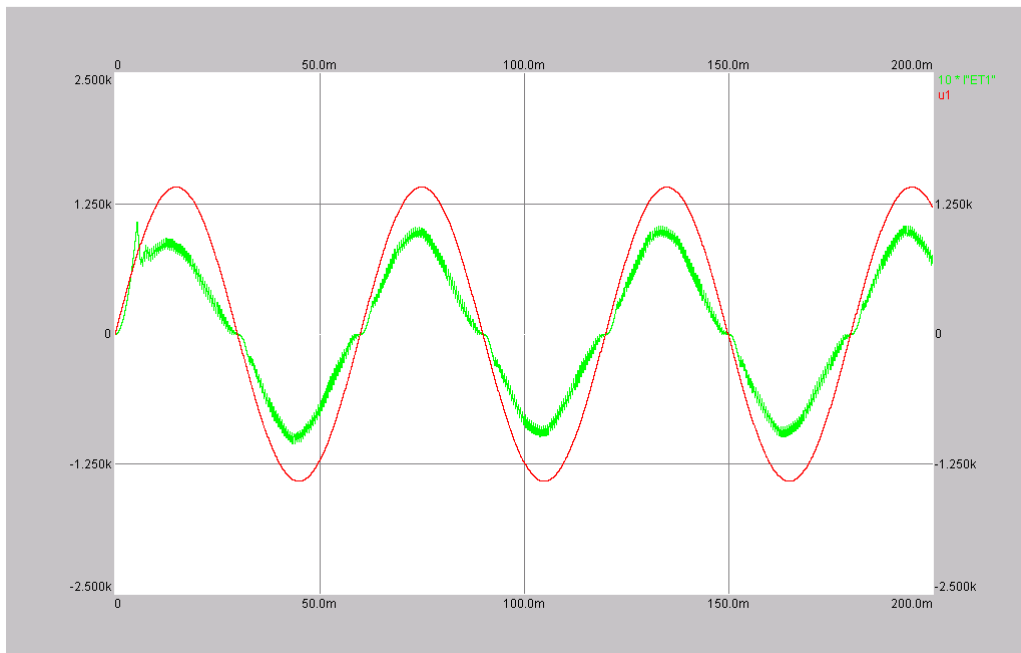


Abb. 4: Netzspannung und -strom

Der Hauptpektralanteil des Stromes liegt bei der Grundwellenfrequenz von $16^{2/3}$ Hz. Die verbleibenden Oberwellen sind über verschiedene Frequenzbereiche zu bewerten und müssen unter den Grenzwerten liegen, um die Signal- und Datenübertragung zur Zugsteuerung nicht zu beeinflussen.

Als Leistungsschalter kommen 400A, 3.3kV IGBTs als Chopper-Module zum Einsatz, die eine ausreichende Spannungsreserve für die von der Bahn spezifizierten kurzzeitigen Überspannungen bieten.

Durch die geringe Maximalstrombelastung von 100A schwingt die Halbleitertemperatur nur um kleine Werte, wodurch die Voraussetzung für die Erzielung einer hohen Lebensdauer gegeben ist. Die auftretenden Verluste werden vom Kühlkörper durch forcierte Luftbewegung abgeführt.