



HYBRIDANTRIEB FÜR RANGIERLOKOMOTIVEN

MODELLBILDUNG, SIMULATION UND VALIDIERUNG DES BETRIEBS ENERGIEEFFIZIENTER ANTRIEBE FÜR RANGIERLOKOMOTIVEN MIT HYBRIDANTRIEB

LAUFZEIT: 1 JAHR



STAEDTLER
STIFTUNG



Längst hat die Frage nach energieeffizienten und emissionsarmen Antrieben das Entwicklungsfeld der Schienenfahrzeuge zum Umdenken bewegt. Aufgrund verschärfter Umweltaforderungen stehen die Betreiber von Diesellokomotiven unter dem Druck, Emissionen wie Schadstoff und Lärm zu verringern. Neue Strategien zur Kraftstoffeinsparung sind erforderlich, um vor allem die CO₂-Emissionen zu vermindern. Dies ist notwendig, da dieselbetriebene Rangierlokomotiven aufgrund der Vielzahl ihrer Einsatzmöglichkeiten auch weiterhin eine wichtige Rolle im Bahnverkehr einnehmen werden. Der Einsatzbereich reicht dabei vom Rangierverkehr an Personen- und Güterbahnhöfen bis zu Fahrten auf Strecken im mittelschweren Dienst, die für den elektrischen Fahrbetrieb nicht geeignet sind.

Die Wichtigkeit der Rangierlokomotiven im Bereich Güterverkehr, bei Überführungsfahrten sowie im Zustell- und Werkstattbetrieb, wird von den aktuellen Zahlen der schweren Rangierlokomotiven bestätigt, die in den letzten Jahren nahezu konstant geblieben ist. Der Rangierverkehr dieser Schienenfahrzeuge nimmt jedoch einen deutlichen Anteil am gesamten Energieverbrauch des dieselbetriebenen Bahnverkehrs ein. So entstehen allein 12 % aller CO₂-Emissionen der Deutschen Bahn AG durch Rangiertätigkeiten - Werksbahnen, mit wesentlich größerem Rangieranteil, sind dabei nicht berücksichtigt. Hier lässt sich durch Einsparung im Kraftstoffbereich ein wichtiger Beitrag zur gesamten CO₂-Minderung sowie zur Verringerung von Schadstoffemissionen erzielen.

Projektbeschreibung

Ein vielversprechender Ansatz ist, Hybridantriebe statt des konventionellen Dieselantriebs zu nutzen. Obgleich die Hybridtechnik im Bereich der Kraftfahrzeuge seit längerem bekannt ist, wurde das Thema bei Schienenfahrzeugen bislang kaum beachtet. Dabei sind Energieeinsparpotenziale von bis zu 70 % gegenüber herkömmlichen Rangierlokomotiven durchaus realistisch.

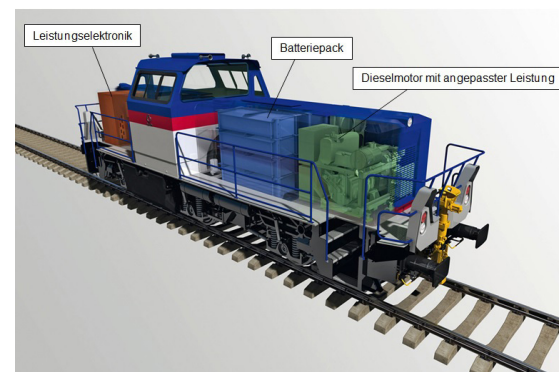


Abb.1: Mögliche Systemtopologie, Lokomotive H3
(Quelle: Alstom Transport).

Zu diesem Ergebnis kam eine Studie zum theoretischen Kraftstoffeinsparpotential am Institut für Fahrzeugtechnik Nürnberg (IFZN). Um diese Vorteile für Schienenfahrzeuge nutzbar zu machen, sind zunächst geeignete Antriebskonfigurationen und Betriebsweisen bei gegebenem Einsatzgebiet zu berücksichtigen. Da auch hier die Möglichkeiten variieren und nicht alle Antriebe gebaut und getestet werden können, hat sich das IFZN die Aufgabe gestellt, belastbare Simulationsmodelle zu schaffen, die im Ergebnis eine Optimierung der Hybridkonzepte und der Betriebsstrategien ermöglichen.

Damit eine praxisnahe Simulation gewährleistet wird, ist es notwendig, die Modelle fortlaufend mit Zahlen aus der Praxis zu validieren. Die nötigen Messdaten werden hierfür von der Deutschen Bahn AG und dem IFZN anhand einer Prototyplokomotive erhoben und für das Forschungsprojekt Modellbildung zur Verfügung gestellt. Ziel des Forschungsprojekts Rangierlokomotiven mit Hybridantrieb ist, Simulationsmodule einzelner Komponenten zu schaffen, mit denen die Antriebskonfigurationen hinsichtlich der erforderlichen Leistungen

PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Martin Cichon
Institut für Fahrzeugtechnik

Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

ANSPRECHPARTNER

Prof. Dr.-Ing. Martin Cichon

Tel.: +49.911.5880.1321
Fax: +49.911.5880.5710

martin.cichon@th-nuernberg.de
www.th-nuernberg.de



TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM



Abb.2: Studentische Mitarbeiter beim Erarbeiten der Fahrzyklen am IFZN der TH-Nürnberg.

(Motoren, Energiespeicher, Hilfsbetriebe) und bedarfs- und funktionsgerechter Ansteuerungen in ihrer Wirkung simuliert und optimiert werden können.

Verlauf und Simulationsumgebung

Für den Aufbau des Simulationsmodells wird eine Software zur physikalischen Systemsimulation zum Einsatz kommen. Die Auswahl einer geeigneten Simulationsumgebung beeinflusst direkt die Anwendbarkeit und spätere Erweiterungsmöglichkeit der Simulationsrechnungen. Die Wahl fiel hierzu auf die Software SimulationX.

Wie die Abb. 3 verdeutlicht, wird das Softwarepaket bereits für Kraft- und Nutzfahrzeuge verwendet. Da sich jedoch nur wenige der vorhandenen Module aus dem Automotive-Bereich für das Projektvorhaben uneingeschränkt eignen, sind spezifische, für Schienenfahrzeuge anwendbare Module zu konzipieren. Diese Etappe wird den größten Zeitaufwand des Projekts in Anspruch nehmen. SimulationX erlaubt neben der Steuerungssimulation auch eine physikalische Modellbildung, wodurch sich das Programm als geeignete Lösung herausgestellt hat.

Die einzelnen Module sollen die Hybridlokomotiven sowie die angehängten Waggons in ihren wesentlichen Parametern beschreiben. Nach der Erhebung der Daten sind diese in die entsprechenden Module zu übertragen. Für alle nachfolgenden Betrachtungen sind die Fahrzyklen der Rangierlokomotiven ein zentraler Bestandteil. Dazu gehören alle relevanten Informationen zum Fahr- und Geschwindigkeitsprofil, den Zuglasten sowie der Haltedauer und den Haltehäufigkeiten.

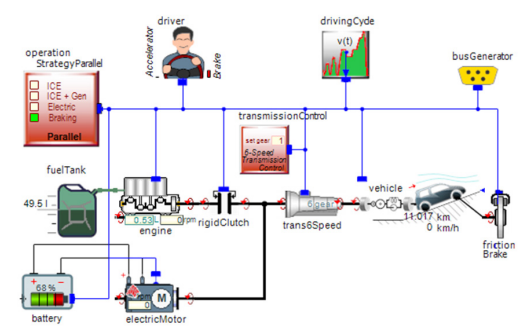


Abb.3: Beispielhafter Aufbau eines einfachen Simulation-X-Modells. (Quelle: ITI GmbH)

Ausgehend von den Fahrzyklen des Rangierbetriebs im Nürnberger Hauptbahnhof lassen sich weitere Fahrzyklen mittels Softwareunterstützung synthetisch herstellen. Die gewonnenen Informationen müssen anschließend mittels statistischer Verfahren sehr stark verdichtet werden, sodass sich weitere Fahrzyklen anhand der erhobenen Daten künstlich erzeugen lassen. Das Verfahren soll somit eine präzise Simulation des realen Systemverhaltens erlauben, ohne die Strecken zu messen oder tatsächlich befahren zu müssen. Trotz unterschiedlicher Lokomotivtypen, für die alle Fahrzyklen identisch sind, wird eine Vergleichbarkeit geschaffen, die repräsentativ und charakteristisch für die gewünschten Fahrzeugkonzepte ist.

Aussichten

Nach Einführung der H3-Hybridlokomotiven (Abb.: 1) im Herbst 2015 beginnt die Datenerfassung durch das IFZN. Sobald die ersten Ergebnisse aus dem Betrieb vorliegen, sollen diese bereits ausgewertet und in die Simulation eingearbeitet werden. Eine anschließende Ausarbeitung und Nachbearbeitung wird weitere sechs Monate erfordern, sodass im dritten Quartal 2016 mit möglichen Optimierungen von Hybridkonzepten zu rechnen ist.