

Hybridisierungsmöglichkeiten für Dieseltriebzüge mit mehreren Antriebsanlagen

Dieselgetriebene Schienenfahrzeuge bilden auf nicht elektrifizierten Strecken das Rückgrat des regionalen und überregionalen Nahverkehrs. Der Einsatzbereich erstreckt sich von Kurzstreckenbetrieb mit häufigen Halten an regionalen Bahnhöfen und Haltestellen bis hin zu überregionalem Betrieb mit hohen Geschwindigkeiten. Durch die hohe Betriebsdauer und die nahezu tägliche Verwendung dieser Fahrzeuge ist der Kraftstoff im Betrieb ein relevanter Kostenfaktor. Die Reduktion des spezifischen Verbrauchs steht deshalb seit langem im Fokus der Weiterentwicklung der eingesetzten Dieselmotoren. Da die Möglichkeiten innermotorischer Wirkungsgradsteigerungen weitestgehend ausgeschöpft sind, müssen Lösungen zur Erschließung weiterer Potentiale auf System- bzw. Fahrzeugebene gesucht werden. Ziel ist die Einsparung von Emissionen und Kraftstoff durch Steigerung der Effizienz von sowohl konventionellen, dieselgetriebenen als auch von hybriden Antrieben in Schienenfahrzeugen mit mehreren Antriebsanlagen. Dies soll durch eine gesamtheitliche Systemoptimierung erreicht werden.

Hybridisierungsmöglichkeiten bei Schienenfahrzeugen

Ähnlich wie bei Personenkraftwagen sind auch bei Schienenfahrzeugen verschiedene Möglichkeiten für eine Hybridisierung gegeben. Als einfachste Variante bietet sich ein Mikrohybrid an. Bei diesem, oftmals auch als Start-Stopp-System bezeichneten, Ansatz werden im Stand die Dieselmotoren abgeschaltet, um Kraftstoff zu sparen sowie Schadstoff- und

Schallemissionen in Bahnhöfen zu reduzieren. Abbildung 1 zeigt ein solches System. Im einfachsten Fall lässt sich ein Mikrohybrid durch eine etwas größere Lichtmaschine auf einer höheren Spannungsebene wie 48V realisieren. Durch den Be-

trieb von Nebenaggregaten zur Druckluftbereitstellung, Klimatisierung und Beleuchtung im Stand gibt sich bereits bei ei-

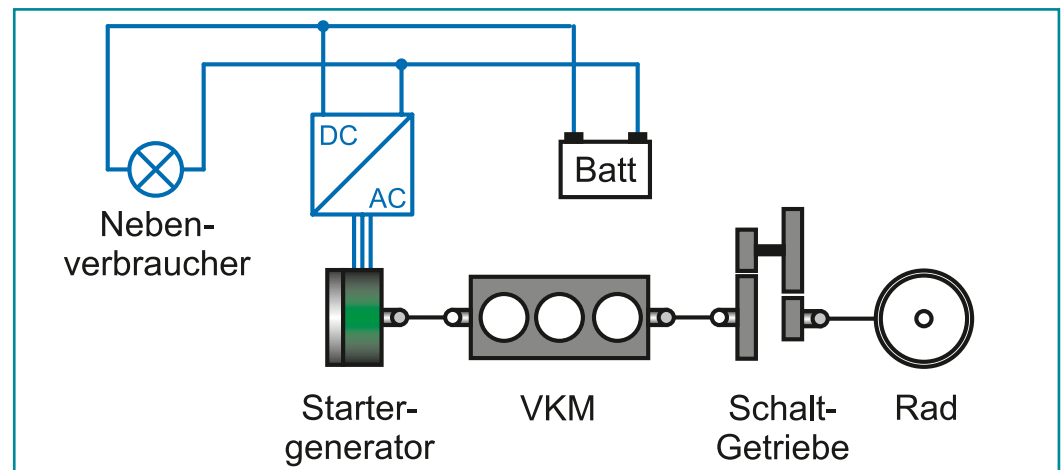


Abbildung 1: Mikrohybrid (HEV)

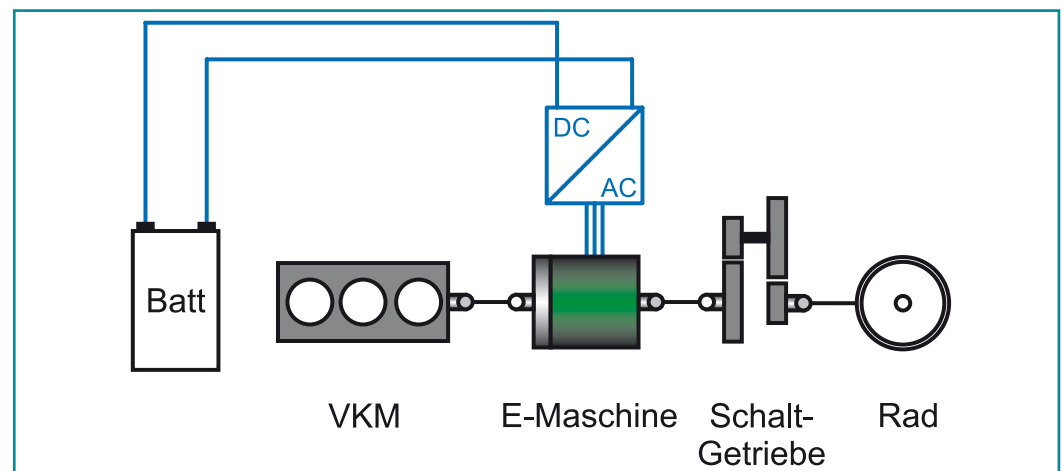


Abbildung 2: Vollhybrid (FHEV)

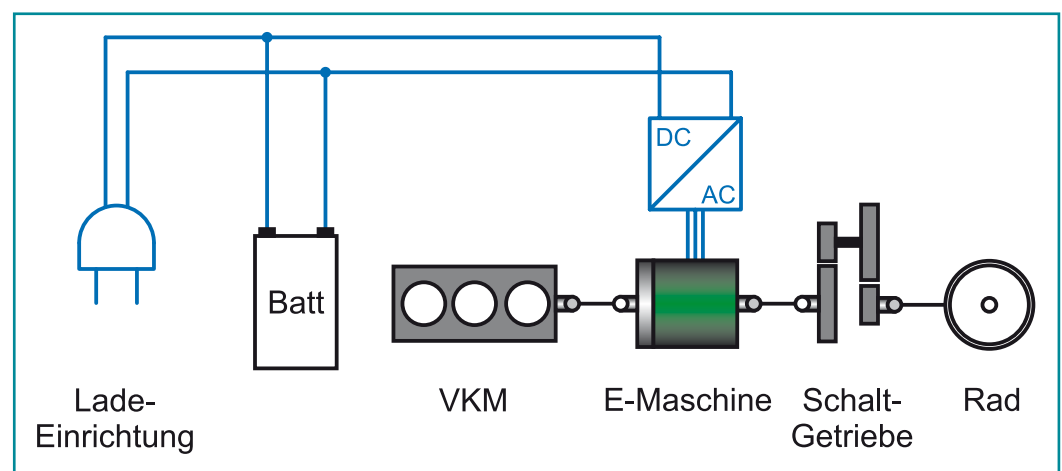


Abbildung 3: Plug-In-Hybrid (PHEV)

nem solch einfachen System die Anforderung, diese Komponenten zu elektrifizieren. Konventionelle Bleibatterien sind für diese Art zyklischer Last nicht ausgelegt, so dass Lithiumionenbatterien erforderlich werden. Umso längere Standzeiten sich ergeben können, desto größer müssen die vorgehaltenen Kapazitäten ausgelegt sein. Durch geschickte, prädiktive Regelung kann der Speicherbedarf reduziert werden, in dem man bereits vorhandene Speicher (z.B. Luftbehälter und Wärme- bzw. Kältespeicher) aktiv nutzt.

Möchte man auch Traktionsaufgaben elektrisch anbieten, wird ein Vollhybrid benötigt, wie er in Abbildung 2 beispielhaft dargestellt ist. Dieser kann alle typischen Betriebsarten wie *boosten*, *rekuperieren* und *elektrisch fahren* darstellen. Um ausreichend Leistung für die Traktion bereitzustellen, sind eine entsprechend höhere Spannungsebene von ca. 750V

sowie Batterien mit angepasster Leistung erforderlich. Die höhere Spannung bietet gleichzeitig den Vorteil, dass konventionelle 400V-Industrieaggregate für die Elektrifizierung der Nebenaggregate genutzt werden können. Eine für die Hybridisierung besonders günstige Variante bieten dieselektrische Fahrzeuge. Diese müssen nur um einen elektrischen Speicher mit angepasster Spannung im Zwischenkreis erweitert werden. Aufgrund der höheren Anzahl an teuren Komponenten sind sie jedoch bei Dieseltriebwagen wenig verbreitet.

Die Erweiterung zum Plug-In-Hybridfahrzeug (Abbildung 3) bietet weitere Vorteile. Das Bordnetz kann beispielsweise bei längeren Standzeiten aus dem Netz elektrisch versorgt werden. Somit kann die notwendige Batteriekapazität wieder etwas reduziert werden, weil Standzeiten nicht gepuffert werden müssen. Eine

weitere Möglichkeit ist es, Teile der Traktion voll elektrisch zu erbringen. Dies bietet sich vor allem in Tunneln oder geschlossenen Bahnhöfen an. Denkbar wäre auch, Dieselfahrten unter Fahrtdraht zu vermeiden, wenn sich auf dem Fahrzeug ausreichend Platz für Transformator und Stromabnehmer findet.

Erweiterung auf mehrere Antriebsanlagen

Klassische dieselmechanische Triebzüge wie die Baureihen 642/643 sind mit zwei gleichen Antriebsanlagen ausgestattet. Bisher wird die Traktionsvorgabe auf beide Antriebsanlagen symmetrisch aufgeteilt. Sind



Abbildung 4: Testfahrt mit dem Desiro Hybrid der DB Regio Westfrankenbahn, Quelle: MTU Friedrichshafen

Leonhard Moll Betonwerke 
Ein Unternehmen der Leonhard Moll AG

**Gleisschwellen
Weichenschwellen
Nahverkehrssysteme**

Hannover | München | Laußig www.moll-betonwerke.de

Arbeitssicherheit erhöhen

Optische
Warnsysteme



- Warnleuchten, Lichtschlangen
- NEU: Bodenleuchten

www.telma.ch 

Der Spezialist für Federelemente

Luhn & Pulvermacher – Dittmann & Neuhaus GmbH (LP-DN) entwickelt und fertigt mit jahrzehntelanger Erfahrung gebaute und gebogene Wankstützen (Stabilisatoren) sowie Schraubenfedern für Primär- und Sekundärfederung von Schienenfahrzeugen.

Aus deutscher Herstellung sind unsere Produkte weltweit im Einsatz, sei es in U- oder S-Bahnen, Trams, Lokomotiven, Regional- oder Hochgeschwindigkeitszügen.

Luhn & Pulvermacher – Dittmann & Neuhaus GmbH, Vörder Straße 38, D-58135 Hagen
Tel.: +49 (0) 2333 474-306, Fax: +49 (0) 2333 474-309, E-Mail: info@lp-dn.de

 LUHN & PULVERMACHER
DITTMANN & NEUHAUS



sober

diese nun aber hybridisiert, bieten sich weitere Freiheitsgrade an. Beispielsweise kann ein Antrieb bei Konstantfahrt abgekuppelt werden, und der verbleibende übernimmt die Traktion alleine. Dies sorgt für eine bessere Auslastung des Dieselmotors und insgesamt einen höheren Systemwirkungsgrad. Wird kurzzeitig ein höheres Moment gebraucht, kann ein Elektromotor unterstützend wirken, ohne den zweiten Antrieb wieder starten zu müssen. Die dafür notwendige elektrische Energie kann durch regeneratives Bremsen oder Lastpunktverschiebung gewonnen werden. Denkbar ist auch das als Downsizing bekannte Reduzieren der Motorgrößen oder der komplette Verzicht auf einen zweiten Verbrennungsmotor auf Strecken mit geringen mittleren Leistungsanforderungen.

Forschungsprojekt PREDIKT

Der Lehrstuhl für Bahnsystemtechnik am Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) beschäftigt sich mit der Elektrifizierung und Hybridisierung von dieselgetriebenen Schienenfahrzeugen. Innerhalb dieses Forschungsfeldes beteiligt sich der Lehrstuhl für Bahnsystemtechnik als Partner des Projekts PREDIKT¹, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Weitere Projektpartner sind die MTU Friedrichshafen GmbH als Antriebssystemanbieter und Konsortialführer sowie die AKASOL GmbH als Batteriehersteller. Projektträger ist der TÜV Rheinland. Inhalt des Forschungsprojektes ist die Optimierung des gesamten Antriebssystems von hybridisierten Dieseltriebzügen im Regionalverkehr. Durch simulationsgestützte, systematische Auslegung des Gesamtsystems sowie Anpassung der Regelung von Antriebsanlagen und Energiespeichern an den vorgesehenen Einsatz soll eine Kraftstoffersparnis von etwa 30 % erreicht werden. Zur energieoptimalen Regelung der komplexen Multihybrid-Antriebsanlage werden am FAST in Zusammenarbeit mit MTU verschiedene Betriebsstrategien entwickelt, in der Simulation verifiziert und abschließend auf einem Prüfstand bei MTU validiert. Zu Beginn des Projekts wurde der Ist-Zustand durch Messfahrten auf der Strecke Gessertshausen – Oberneufnach bei Augsburg erfasst (Abbildung 4). Die dort

aufgezeichneten Fahrten sollen für weitere Betrachtungen als standardisierte Fahrzyklen dienen. Aus früheren Projekten der beteiligten Projektpartner liegen bereits Messdaten weiterer Strecken vor, womit auch Quervergleiche zwischen verschiedenen Streckentopologien möglich sind.

Zusammenfassung

Bei Schienenfahrzeugen gibt es vielseitige Möglichkeiten zur Emissionsreduktion durch Hybridisierung. Bei Einführung eines Energiemanagements auf Fahrzeugsystemebene lassen sich weitere Komfortfunktionen wie Motorstopp im Bahnhof und in Tunneln abbilden ohne dabei Nebenaggregate abschalten zu müssen. Das FAST entwickelt die dafür notwendigen Betriebsstrategien.

*Dipl. Ing. Stefan Haag,
M. Sc. Marco Eller*

*Institut für
Fahrzeugsystemtechnik
am Karlsruher Institut
für Technologie (KIT)*

www.bahnsystemtechnik.de

Gefördert durch:



¹Prädiktive Regelung von Diesel-Hybrid-Antrieben und elektrische Koppelung der Traktionsantriebe

AKASOL – IMMER DAS RICHTIGE LITHIUM-IONEN-BATTERIESPEICHERSYSTEM FÜR IHRE ANWENDUNG.



FLÜSSIGGEKÜHLTE HOCHLEISTUNGS-LITHIUM-IONEN-BATTERIESYSTEME

Für ÖPNV, Nahverkehrszüge, Nutzfahrzeuge, Kommunalfahrzeuge und mehr.

- Sicher. Robust. Zuverlässig.
- Schnellladefähig
- Modular & frei skalierbar
- Extrem kompakt
- Höchste Energiedichte
- Automotive zertifiziert