

**STUDIENARBEIT**

**BEURTEILUNG DER MÖGLICHKEITEN UND EFFEKTE  
EINER SELEKTIVEN DIESELMOTORABSCHALTUNG BEI DIESELTRIEBWAGEN  
MIT MEHREREN ANTRIEBSANLAGEN**



**Autor** Benjamin Rübel, geb. 31.10.1989 in Kaiserslautern; Studium Verkehrsingenieurwesen ab 10/2009, Vertiefung Verkehrssystemtechnik und Logistik, Schwerpunkt Eisenbahn- und ÖPN-Verkehr; seit 10/2013 bei vlexx GmbH in Mainz; Kontakt: bruebel@live.de

**Betreuer** Prof. Dr.-Ing. Günter Löffler, Dipl.-Ing. Martin Kache (TUD), Dipl.-Ing. Mirco Schulz (vlexx)

**EINFÜHRUNG**

Aufgrund der im Vergleich zur gesamtwirtschaftlichen Preisentwicklung übermäßig stark steigenden Energiepreise werden die Kosten für Energie, sei es in Form elektrischer Energie bei Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb oder in Form von Dieseldieselkraftstoff bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, zu einem immer gewichtigeren Kostenpunkt bei Verkehrsunternehmen. Umso mehr gewinnen Technologien und Betriebsweisen, die die Einsparung von Traktionsenergie zum Ziel haben, an Bedeutung.

In der Studienarbeit wurde die selektive Dieselmotorabschaltung auf Streckenabschnitten, auf denen der Traktionsbedarf mit weniger Antriebsanlagen gedeckt werden kann, als mögliche Technologie zur Energieeinsparung untersucht.

**DIESELNETZ SÜDWEST**

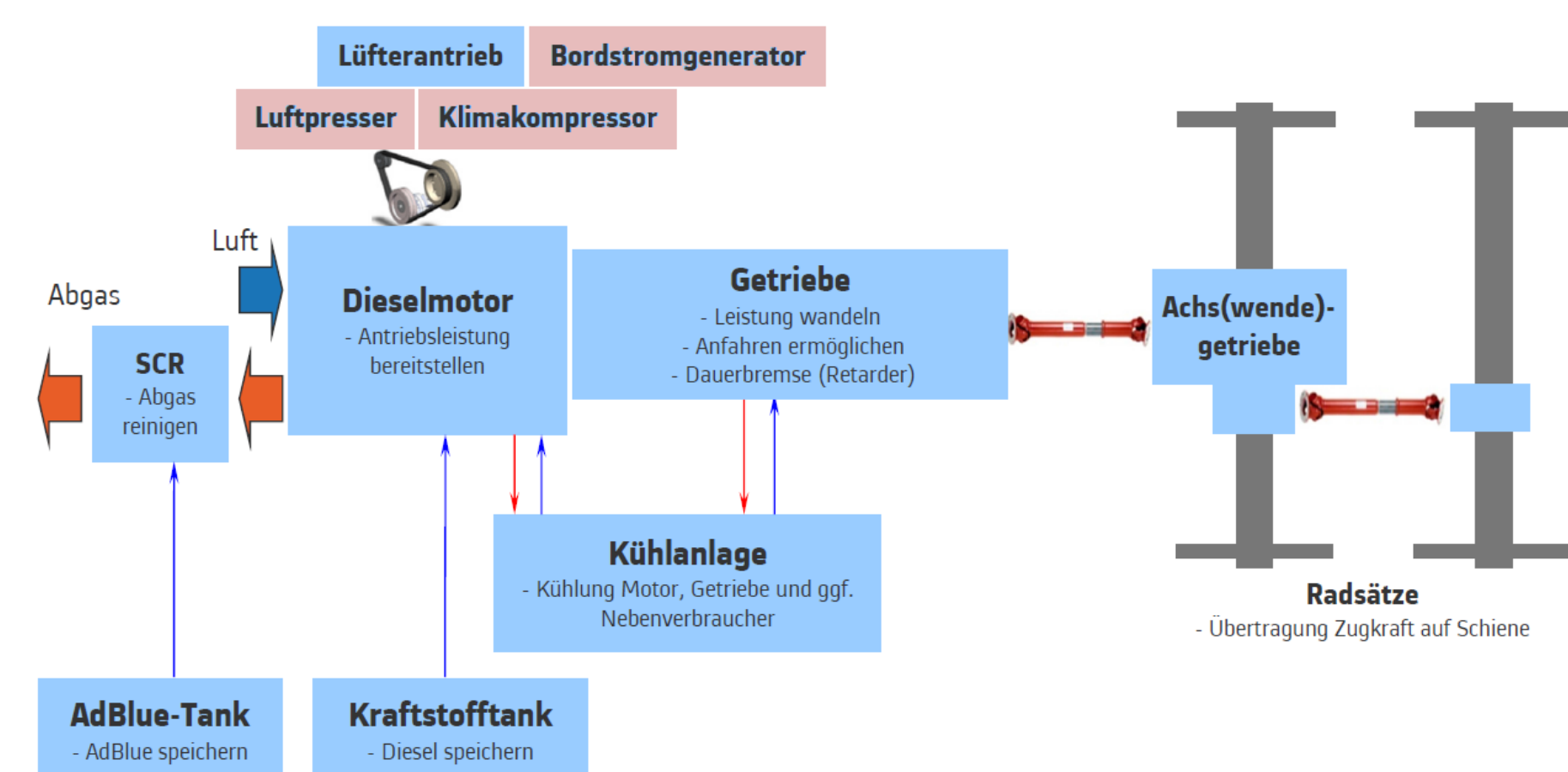
Die Untersuchung erfolgte am Beispiel einer Strecke des Dieselnetzes Südwest, das nach erfolgter Ausschreibung an die VLEXX GMBH (ehemals DNSW GMBH) für die Dauer von 22,5 Jahren vergeben wurde.

Für die Studienarbeit wurde die Strecke Frankfurt - Mainz - Bad Kreuznach - Idar-Oberstein - Saarbrücken ausgewählt, auf der mit dem dort verkehrenden Regionalexpress ein Großteil der Verkehrsleistung im Dieselnetz Südwest erbracht wird.

**ALSTOM CORADIA LINT 54**

Die Untersuchung erfolgte anhand des ALSTOM CORADIA LINT 54, welcher über drei Antriebsanlagen (zwei Standard-Powerpacks und ein Traktions-Powerpack) verfügt, von denen letzteres bei Fahrzeugstillstand abschaltbar ist („ECO-Mode“). Die Hilfsbetriebe lastet dabei allein von den Standard-Powerpacks getragen.

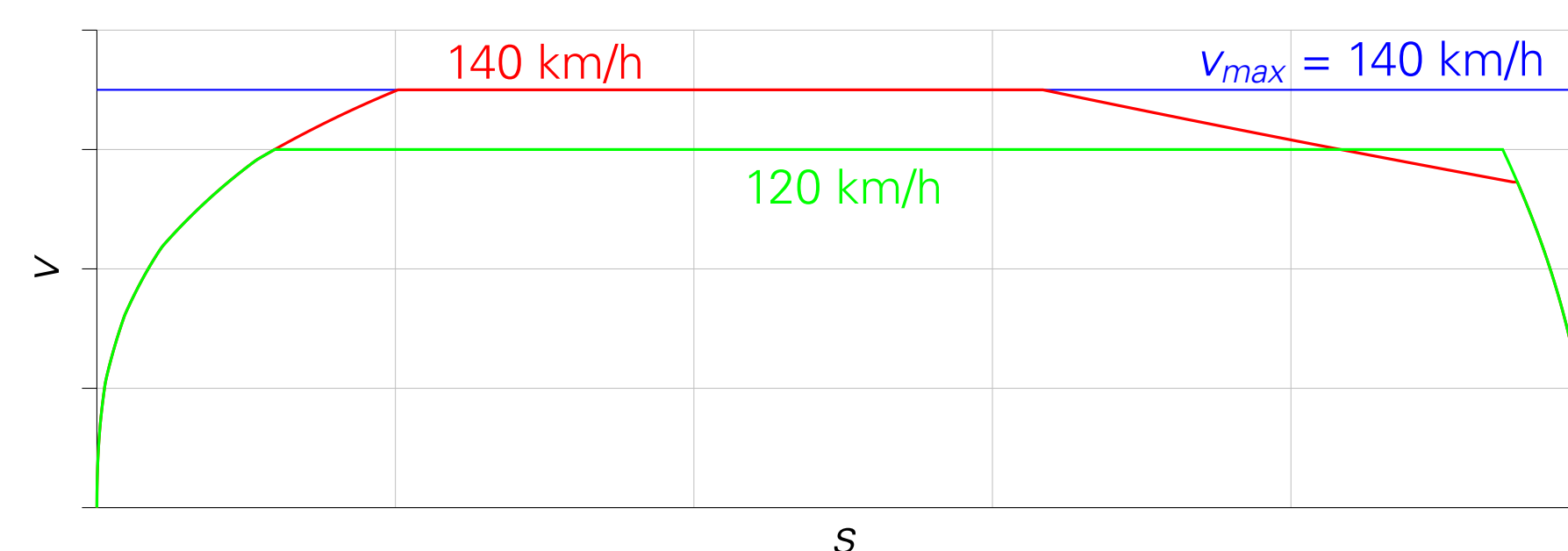
Bei dem Fahrzeug handelt es sich um eine Neuentwicklung basierend auf dem bereits seit dem Jahr 2000 im Einsatz befindlichen LINT 41. [2]



**Bild 1:** Schema Antriebsanlage (rote Elemente nur bei Standard-PP) [2]

**FAHRSPIELE**

In Fahrplänen von Zugfahrten wird eine gegenüber der Spitzfahrt (kürzest mögliche Fahrzeit) um den Fahrzeitzuschlag verlängerte Fahrzeit angegeben. Dieser Fahrzeitzuschlag dient regulär u.a. zum Ausgleich kleinerer unterwegs auftretender Verspätungen. Im Falle des pünktlichen Betriebs kann dieser Zuschlag für energiesparende Fahrweisen ausgenutzt werden. [3] In der Arbeit wurden zwei dieser Fahrweisen berücksichtigt (Bild 2): Die Fahrt mit Auslauf (rot), bei der der Fahrzeitzuschlag durch Abschalten der Leistung und Auslaufenlassen des Fahrzeugs vor Einleitung des Bremsvorgangs abgebaut wird; und die Fahrt mit abgesenkter Höchstgeschwindigkeit (grün), bei der die zulässigen Geschwindigkeiten (blau) nicht ausgenutzt werden.



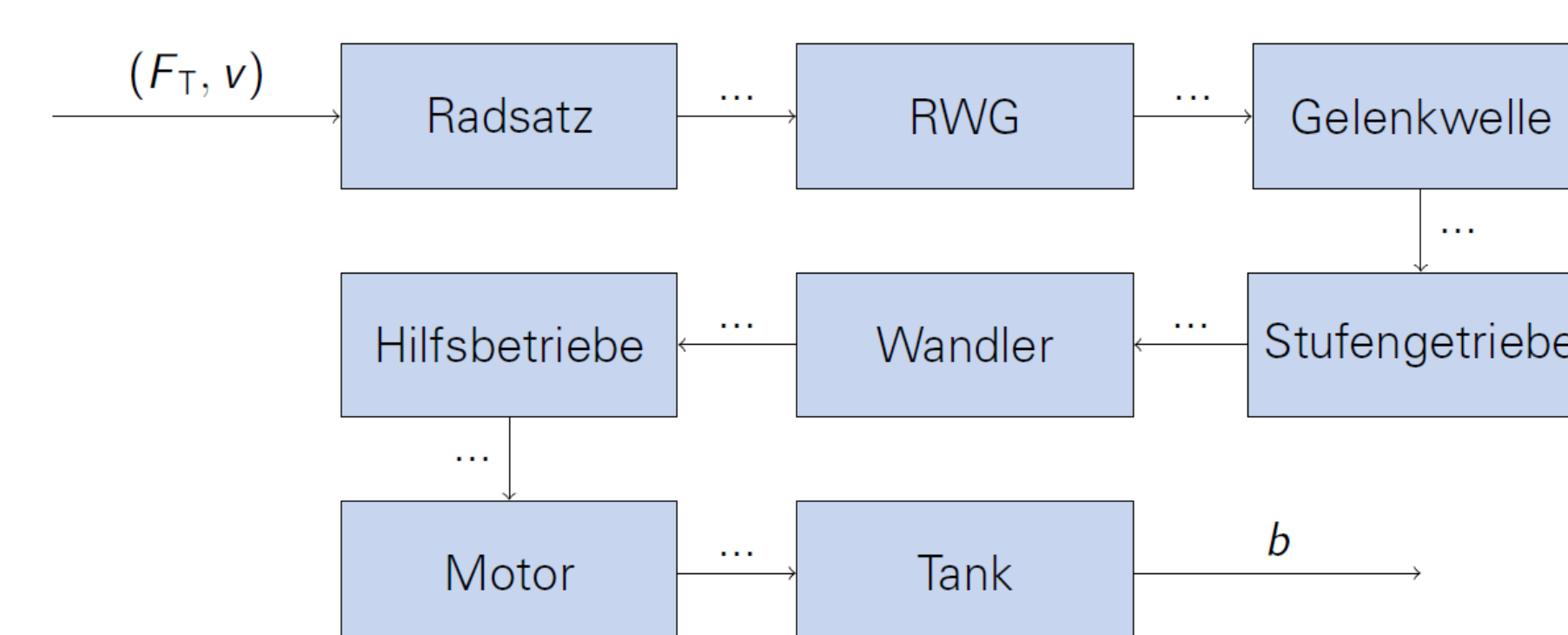
**Bild 2:** Fahrspiele mit Auslauf und mit abgesenkter HG

**SIMULATIONEN**

Es wurden die obengenannten Fahrstrategien jeweils mit eingeschaltetem und ausgeschaltetem ECO-Mode simuliert. Dabei wurde jeweils ausgewertet, ob die Fahrzeit mit eingeschaltetem ECO-Mode ausreichend ist und welche Fahrstrategie den geringsten Energieverbrauch verursacht. Die Simulationen wurden zunächst auf drei synthetischen Strecken (Ebene, Gefälle und Steigung; je fünf Kilometer Länge) und anschließend auf den Haltabschnitten des Regionalexpress Frankfurt-Saarbrücken durchgeführt. Bei den synthetischen Strecken wurde die Fahrzeit der Spitzfahrt zzgl. des Fahrzeitzuschlags von 3 % (Regelzuschlag für Nahverkehrszüge nach Richtlinie 402 der DB AG [1]) unterstellt. Bei der realen Strecke bildete ein Referenzfahrplan die Simulationsgrundlage. Als Simulationsprogramm für die Fahrten diente die Software DYNAMIS.

**BERECHNUNG DES KRAFTSTOFFVERBRAUCHS**

Zur Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs der simulierten Fahrten lag kein Berechnungsmodell vor. Es musste daher zunächst der Antriebsstrang mit seinen einzelnen Bestandteilen modelliert werden und das Modell in ein Berechnungsprogramm auf EXCEL-Basis überführt werden. Das Modell soll dabei aus den Daten des Simulationsprotokolls (Zugkraft und Geschwindigkeit) als Eingangsgrößen die gewünschte Ausgangsgröße *Kraftstoffverbrauch* liefern.



**Bild 3:** Schematische Darstellung Antriebsstrangmodell

**ERGEBNISSE**

In den Fällen, in denen die Fahrzeit mit eingeschaltetem ECO-Mode ausreichend war, wurde bei Nutzung des ECO-Modes nicht immer der niedrigste Verbrauch erzielt. Für die Frage, ob die Nutzung des ECO-Modes energetisch optimal ist, konnte die Streckenlängsneigung dabei als wesentlicher Einflussfaktor herausgestellt werden. Führt die Fahrt ins Gefälle, ist die Fahrt mit ECO-Mode meist nicht am günstigsten. In der Ebene und bei Steigungsstrecken hingegen häufig schon. Bei Strecken, auf denen unterwegs mehrmals erneut beschleunigt werden muss (z.B. aufgrund häufiger Geschwindigkeitserhöhungen), eignet sich die Abschaltung einer Antriebsanlage tendenziell nicht zur Energieeinsparung. In Einzelfällen gab es jedoch auch Abweichungen, allgemeingültige Aussagen zur Nutzung des ECO-Modes können daher nicht getroffen werden. Eine Einzelfallbetrachtung für jeden Streckenabschnitt erscheint notwendig. Bei Vergleich der jeweils günstigsten Fahrstrategie mit und ohne ECO-Mode ergab sich für das Beispiel der Strecke Frankfurt - Saarbrücken ein Einsparpotenzial von ca. 5 % Dieseldieselkraftstoff auf einer Fahrt.



**Bild 4:** ALSTOM CORADIA LINT 54 (Foto: vlexx)

**FAZIT UND AUSBLICK**

Selektive Dieselmotorabschaltung bei Dieseltriebwagen mit mehreren Antriebsanlagen in Form des ECO-Modes beim ALSTOM CORADIA LINT 54 stellt grundsätzlich eine sinnvolle Maßnahme zur Steigerung der Energieeffizienz im Bahnbetrieb dar. Ob die Verwendung des ECO-Modes sinnvoll ist, muss jedoch stets im konkreten Einzelfall geprüft werden. Hierfür sind weitere Untersuchungen notwendig. Für die Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf den alltäglichen Betrieb muss für das Fahrpersonal eine geeignete Form für Handlungsanweisungen gefunden werden. Zudem sollten die auf theoretischer Basis ermittelten Werte in der Praxis ausgewertet und überprüft werden.

**LITERATUR**

- [1] DB NETZ AG: *Richtlinie 402: Trassenmanagement*. – gültig ab 09.12.2012
- [2] STEINDORFF, Konrad ; DON, Rainer: Die neue Generation des CORADIA Lint von Alstom: Ein Blick auf den Dieselantrieb. In: *ETR - Eisenbahntechnische Rundschau* (Jahrgang 2012), Ausgabe 09/12, S. 70–73
- [3] WENDE, Dietrich: *Fahrdynamik des Schienenverkehrs*. 1. Auflage. Wiesbaden : Vieweg+Teubner Verlag, 2003. – ISBN 978-3-519-00419-6