

Schriftenreihe des Instituts für Verbrennungskraftmaschinen und
Fahrzeugantriebe

Band 6

David Christopher Buch

**Aktive Beruhigung verbrennungsmotorisch
erregter Drehschwingungen im hybriden
Fahrzeugantriebsstrang**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2017

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2016

Copyright Shaker Verlag 2017

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5125-4

ISSN 2365-3795

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Kurzfassung

Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit ist die systematische Analyse und Umsetzung eines neuartigen Verfahrens namens directE zur aktiven Beruhigung von Drehschwingungen im Hybridantriebsstrang. Der Beruhigungseffekt beruht zum einen auf der Erhöhung der Anregungsfrequenz des Verbrennungsmotors (VM) durch ein pulsartig aufgeprägtes E-Motormoment und zum anderen auf einer kurzzeitigen Lastabsenkung des VMs, wodurch die Anregungsamplitude verringert wird. Somit wird die Isolation eines Zweimassenschwungrads (ZMS), das bei Motoren mit niedriger Zylinderzahl an seine Grenzen stößt, verbessert. Daher bietet sich eine Anordnung auf der Primärseite des ZMS an. Das Verfahren wird exemplarisch an dem parallelen Plug-In-Hybrid EV-CEA (Electric Vehicle – Combustion Engine Assist) mit Zweizylindermotor untersucht.

Aus einer theoretischen Betrachtung der Beruhigungswirkung durch das Pulsen lässt sich ein Steuerungskonzept ableiten, das in Abhängigkeit des Zündzeitpunkts die Pulse aufprägt. Zur Bewertung von directE wird ein Konzeptvergleich mittels Simulation zwischen directE und einer Kompensation auf der Sekundärseite mit gegenphasigem E-Motormoment durchgeführt. Bei vergleichbarer Triebstrangberuhigung und Abgabe eines mittleren E-Motormoments liegen die elektrischen Mehrverluste beider Varianten auf vergleichbarem geringem Niveau. Im Fall directE verschieben sich zum Teil die mechanischen Verluste des ZMS' in den elektrischen Pfad und es findet somit eine Entlastung des ZMS statt.

Für den experimentellen Funktionsnachweis wird das Verfahren fahrzeugnah am Prüfstand mit Hybridaggregat umgesetzt, der sich schwingungstechnisch ZMS-ähnlich verhält. Das Steuerungskonzept lässt sich sowohl im Bereich der Resonanz als auch bei Beschleunigungsvorgängen stabil umsetzen, wodurch die theoretischen Ergebnisse hinsichtlich der Beruhigungswirkung auf Triebstrang- und Aggregateschwingung bestätigt werden. Da sich durch directE die Betriebspunkte von VM und E-Motor verschieben, wird ein Ansatz zur Integration in die Hybrid-Betriebsstrategie entwickelt und die Effizienz mittels Fahrzeugsimulation im Fahrzyklus mit ausgeglichener Ladebilanz analysiert. Es stellt sich ein vernachlässigbarer Energiebedarf bei gleichzeitig niedrigen Schwingungsamplituden ein, da directE nur kurzzeitig in kritischen Betriebsbereichen zum Einsatz kommt.

Die gewonnen Erkenntnisse zeigen die Vorteile und Umsetzbarkeit von directE und ermöglichen einen Übertrag für den Einsatz von directE in Hybriden mit anderen Leistungs- bzw. Drehmomentverhältnissen von VM und E-Motor.