

---

# Proceedings

Ein stetig steigender Fundus an Informationen ist heute notwendig, um die immer komplexer werdende Technik heutiger Kraftfahrzeuge zu verstehen. Funktionen, Arbeitsweise, Komponenten und Systeme entwickeln sich rasant. In immer schnelleren Zyklen verbreitet sich aktuelles Wissen gerade aus Konferenzen, Tagungen und Symposien in die Fachwelt. Den raschen Zugriff auf diese Informationen bietet diese Reihe Proceedings, die sich zur Aufgabe gestellt hat, das zum Verständnis topaktueller Technik rund um das Automobil erforderliche spezielle Wissen in der Systematik aus Konferenzen und Tagungen zusammen zu stellen und als Buch in Springer.com wie auch elektronisch in Springer Link und Springer Professional bereit zu stellen.

Die Reihe wendet sich an Fahrzeug- und Motoreningenieure sowie Studierende, die aktuelles Fachwissen im Zusammenhang mit Fragestellungen ihres Arbeitsfeldes suchen. Professoren und Dozenten an Universitäten und Hochschulen mit Schwerpunkt Kraftfahrzeug- und Motorentechnik finden hier die Zusammenstellung von Veranstaltungen, die sie selber nicht besuchen konnten. Gutachtern, Forschern und Entwicklungsingenieuren in der Automobil- und Zulieferindustrie sowie Dienstleistern können die Proceedings wertvolle Antworten auf topaktuelle Fragen geben.

Today, a steadily growing store of information is called for in order to understand the increasingly complex technologies used in modern automobiles. Functions, modes of operation, components and systems are rapidly evolving, while at the same time the latest expertise is disseminated directly from conferences, congresses and symposia to the professional world in ever-faster cycles. This series of proceedings offers rapid access to this information, gathering the specific knowledge needed to keep up with cutting-edge advances in automotive technologies, employing the same systematic approach used at conferences and congresses and presenting it in print (available at Springer.com) and electronic (at Springer Link and Springer Professional) formats.

The series addresses the needs of automotive engineers, motor design engineers and students looking for the latest expertise in connection with key questions in their field, while professors and instructors working in the areas of automotive and motor design engineering will also find summaries of industry events they weren't able to attend. The proceedings also offer valuable answers to the topical questions that concern assessors, researchers and developmental engineers in the automotive and supplier industry, as well as service providers.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/13360>

---

Johannes Liebl  
(Hrsg.)

# Ladungswechsel im Verbrennungsmotor 2015

Variabilitäten und Laststeuerung im Fokus  
8. MTZ-Fachtagung

*Hrsg.*  
Johannes Liebl  
Moosburg, Deutschland

ISSN 2198-7432                      ISSN 2198-7440 (electronic)  
Proceedings  
ISBN 978-3-658-23523-9            ISBN 978-3-658-23524-6 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-23524-6>

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Verantwortlich im Verlag: Markus Braun

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature  
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

---

## Vorwort

Die 8. MTZ-Fachtagung „Ladungswechsel im Verbrennungsmotor“ ist die Informations- und Gesprächsplattform für alle Ingenieure, die sich mit dem Thema Ladungswechsel beschäftigen. Auf dieser Konferenz erfahren Sie, wie durch einen optimierten Ladungswechsel bei Diesel- und Ottomotoren in Pkw und Nfz künftige CO<sub>2</sub>-Ziele sowie hohe Leistungswerte und gutes dynamisches Verhalten bei niedrigem Kraftstoffverbrauch des Motors erreicht werden können. Dabei nimmt die systemübergreifende Optimierung aller am Ladungswechsel beteiligten Komponenten einen hohen Stellenwert ein. Die Schwerpunkte liegen in diesem Jahr bei der Elektrifizierung des Ladungswechsels, der Laststeuerung, der Aufladung, der Simulation und Analyse sowie bei neuen innovativen Konzepten.

Am 20. und 21. Oktober 2015 bieten wir Ihnen im Mercedes-Benz Museum in Stuttgart ein optimales Forum, damit Sie sich ausführlich über technische Neuerungen informieren können. Hier erhalten Sie von Automobilherstellern und deren Zulieferern sowie von Entwicklungsdienstleistern und Hochschulen wichtige Impulse für Ihre tägliche Arbeit. Am Abend des ersten Veranstaltungstages lädt MAHLE INSIDE ein, wo Sie in lockerer Atmosphäre bei interessanten Gesprächen neue Kontakte knüpfen oder Ihre bestehenden vertiefen können.

Im Namen des Wissenschaftlichen Beirats lade ich Sie herzlich zur Teilnahme ein. Ich freue mich auf die Begegnung mit Ihnen!

Für den Wissenschaftlichen Beirat  
Dr. Johannes Liebl  
Herausgeber ATZ | MTZ | ATZelektronik

---

## Inhaltsverzeichnis

**Elektrisch unterstützter Turbolader, Cross-Charger® – Turbo by Wire**

Dr. Holger Gödeke und K. Prevedel

**Integration eines elektrischen Verdichters bei modernen Pkw-Dieselmotoren – Freiheitsgrade und Potenziale dieser neuen Technik**

Dr. Thomas Heiduk, Ulrich Weiß, Stefan Zülch, Steffen Bamberger und Benjamin Kühbauch

**Ladungswechsel zum Erfahren und Erleben: 10 Jahre Ottomotor-Konzeptfahrzeuge bei der AVL List GmbH**

K. Prevedel, M. Neubauer, P. Kapus und P. Pötscher

**Szenarien der Entwicklung von Verbrennungskraftmaschinen zukünftiger Pkw-Antriebe**

Klaus Fuoss, Eric Jacobs und Prof. Dr. Wilhelm Hannibal

**Untersuchung zur Luftspülung im Ladungswechsel eines Vierzylinder Ottomotors mit einflutiger Aufladung**

Adalbert Wolany, Dr. Claus Glahn, Hans-Jürgen Berner und Prof. Dr. Michael Bargende

**Potenzial der Turboaufladung von Ottomotoren mit Millerverfahren**

Dr. Nisar Al-Hasan, M. Sterr, J. Beer, A. Koch, T. Lorenz, J. Dunstheimer und Dr. S. Quiring

**Einsatz eines Abgasturboladers mit variabler Turbinengeometrie zur Optimierung des ottomotorischen Gesamtkonzeptes**

Dr. Jochen Müller, Dr. Johannes Ritzinger, Robert Jost, Dirk Naunheim und Dr. Martin Kropp

**Konzepte von Luftfilter-Systemen für neue Anforderungen – Downsizing und Strömungsoptimierung**

Stefan Biba, Rainer Handel und Sven Alexander Kaiser

**Erweiterte Berechnung des Verdichterverhaltens von Abgasturboladern und Optimierung der Kennfeldbreite**

Matthias Hamann, Dr. Marco Cigarini und Prof. Dr. Michael Bargende

**CAE-gestützte Berechnung der Abgasenthalpie und Abgastemperatur im Auslegeprozess turboaufgeladener Ottomotoren**

Björn Franzke und Prof. Dr. Stefan Pischinger

**Aufladekonzepte für höchste Motorwirkungsgrade am Nfz-Gasmotor der Zukunft**

Anton Arnberger, Ricardo Afonso Pereira Braz Abrantes, Hans Felix Seitz und Gernot Graf

**Effiziente Modellierung des Ladungswechsels in Motorsteuergeräten für turboaufgeladene Ottomotoren**

Dr. Georg Birmes, Dr. Philipp Adomeit, Norman Liberda und Johannes Fryjan

**Leistungssteigerung von Ottomotoren durch verschiedene Wassereinspritzungskonzepte**

Dr. Bodo Durst, Dr. G. Unterweger, Dr. C. Reulein, Dr. S. Ruppert, Dr. D. Linse und Dr. W. Kern

**Tagungsbericht**

Andreas Fuchs

---

## Autorenverzeichnis

- Dr. Philipp Adomeit** FEV Group, Aachen, Deutschland
- Dr. Nisar Al-Hasan** Continental Automotive GmbH, Regensburg, Deutschland
- Anton Arnberger** AVL List GmbH, Graz, Österreich
- Steffen Bamberger** AUDI AG, Neckarsulm, Deutschland
- Prof. Dr. Michael Bargende** Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland
- J. Beer** Continental Automotive GmbH, Regensburg, Deutschland
- Hans-Jürgen Berner** FKFS, Stuttgart, Deutschland
- Stefan Biba** MAHLE Filtersysteme GmbH, Stuttgart, Deutschland
- Dr. Georg Birmes** FEV Group, Aachen, Deutschland
- Dr. Marco Cigarini** Daimler AG, Stuttgart, Deutschland
- J. Dunstheimer** Ford-Werke GmbH, Köln, Deutschland
- Dr. Bodo Durst** BMW Group, München, Deutschland
- Björn Franzke** RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland
- Johannes Fryjan** RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland
- Andreas Fuchs** Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, Deutschland
- Klaus Fuoss** Porsche Engineering Services GmbH, Bietigheim-Bissingen, Deutschland
- Dr. Claus Glahn** Adam Opel AG, Rüsselsheim, Deutschland
- Dr. Holger Gödeke** G+L innotec GmbH, Laupheim, Deutschland
- Gernot Graf** AVL List GmbH, Graz, Österreich
- Matthias Hamann** Daimler AG, Stuttgart, Deutschland
- Rainer Handel** MAHLE Filtersysteme GmbH, Stuttgart, Deutschland



- Prof. Dr. Wilhelm Hannibal** Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn, Deutschland
- Dr. Thomas Heiduk** AUDI AG, Neckarsulm, Deutschland
- Eric Jacobs** Porsche Engineering Services GmbH, Bietigheim-Bissingen, Deutschland
- Robert Jost** Bosch Mahle Turbo Systems GmbH & Co. KG, Stuttgart, Deutschland
- Sven Alexander Kaiser** MAHLE Filtersysteme GmbH, Stuttgart, Deutschland
- P. Kapus** AVL List GmbH, Graz, Österreich
- Dr. W. Kern** BMW Group, München, Deutschland
- A. Koch** Continental Automotive GmbH, Regensburg, Deutschland
- Dr. Martin Kropp** Bosch Mahle Turbo Systems GmbH & Co. KG, Stuttgart, Deutschland
- Benjamin Kühbauch** AUDI AG, Neckarsulm, Deutschland
- Norman Liberda** RWTH Aachen University, Aachen, Österreich
- Dr. D. Linse** BMW Group, München, Deutschland
- T. Lorenz** Ford-Werke GmbH, Köln, Deutschland
- Dr. Jochen Müller** Bosch Mahle Turbo Systems GmbH & Co. KG, Stuttgart, Deutschland
- Dirk Naunheim** Bosch Mahle Turbo Systems GmbH & Co. KG, Stuttgart, Deutschland
- M. Neubauer** AVL List GmbH, Graz, Österreich
- Ricardo Alfonso Pereira Braz Abrantes** AVL List GmbH, Graz, Österreich
- Prof. Dr. Stefan Pischinger** RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland
- P. Pötscher** AVL List GmbH, Graz, Österreich
- K. Prevedel** AVL List GmbH, Graz, Österreich
- Dr. S. Quiring** Ford-Werke GmbH, Köln, Deutschland
- Dr. C. Reulein** BMW Group, München, Deutschland
- Dr. Johannes Ritzinger** Bosch Mahle Turbo Systems GmbH & Co. KG, Stuttgart, Deutschland
- Dr. S. Ruppert** BMW Group, München, Deutschland
- Hans Felix Seitz** AVL List GmbH, Graz, Österreich
- M. Sterr** Continental Automotive GmbH, Regensburg, Deutschland
- L. Stump** Ford-Werke GmbH, Köln, Deutschland
- Dr. G. Unterweger**, BMW Group, München, Deutschland
- Ulrich Weiß** AUDI AG, Neckarsulm, Deutschland
- Adalbert Wolany** Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland
- Stefan Zülch** AUDI AG, Neckarsulm, Deutschland