

ATZ live

VDI

Wissensforum

Johannes Liebl
Christian Beidl *Hrsg.*

Internationaler Motorenkongress 2016

Mit Konferenz Nfz-Motorentechnologie

Proceedings



Springer Vieweg

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 in 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 SpringerLink und Springer für Professionals 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.

Johannes Liebl · Christian Beidl
Herausgeber

Internationaler Motorenkongress 2016

Mit Konferenz
Nfz-Motorentechnologie

 Springer Vieweg

Dr. Johannes Liebl
Moosburg, Deutschland

Prof. Dr. Christian Beidl
Institut für Verbrennungskraftmaschinen
Technische Universität Darmstadt
Darmstadt, Deutschland

ISSN 2198-7432

Proceedings

ISBN 978-3-658-12917-0

DOI 10.1007/978-3-658-12918-7

ISSN 2198-7440 (electronic)

ISBN 978-3-658-12918-7 (eBook)

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 2016

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.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

HERZLICH WILLKOMMEN

Wer die gesamte „Well-to-Wheel“-Kette betrachtet, stellt schnell fest: Der Verbrennungsmotor und seine Kraftstoffe sind auch heute nicht wegzudenken, wenn es gilt, Pkw und Nutzfahrzeuge anzutreiben. Die Erkenntnis, dass die Elektrifizierung der Fahrzeugantriebe sich nur evolutionär entwickeln kann, sichert dem Verbrennungsmotor weiterhin die Pole-Position als Schrittmacher in eine Mobilität mit geringen Schadstoffemissionen.

So gilt es, vom Dreizylinder-Pkw- bis zum Achtzylinder-Nfz-Motor, neben verschiedenen technologischen Optimierungsmöglichkeiten, weitere verborgene Potenziale in den Bereichen Mechanik, Ladungswechsel, Verbrennung, Abgasnachbehandlung und Wärmemanagement zu heben. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungsaufgaben veranstalten ATZlive und das VDI Wissensforum zum dritten Mal gemeinsam den Internationalen Motorenkongress.

Die Vorträge der zweitägigen Veranstaltung bieten Ihnen wieder die gewohnte technische Tiefe. Die enge Verzahnung der Pkw- und Nfz-Motorentechnologie – letztere als Konferenz im Kongress zur passgenauen Ansprache der Teilnehmer konzipiert – fördert den Erfahrungsaustausch zwischen Pkw- und Nfz-Entwicklern. Am Ende des ersten Tages möchten wir in einer Podiumsdiskussion mit Vertretern aller Verbrennungsmotorsparten die Chancen einer gemeinsamen Entwicklung bewerten.

In einem speziell ausgerichteten Vortragsstrang steht das Gesamtsystem „Verbrennungsmotor und Kraftstoffe“ im Mittelpunkt. Hier können Sie sich einerseits über den aktuellen Stand der Entwicklung von Kraftstoffen für eine nachhaltige Mobilität informieren sowie andererseits die systemische Abhängigkeit der Verbrennungsmotoren- und Kraftstoffentwicklung beurteilen.

Mit diesem technisch in die Tiefe gehenden Programm komplettiert der 3. Internationale Motorenkongress 2016 wieder die etablierten Tagungen der Automobilbranche. Wir freuen uns, Sie in Baden-Baden begrüßen zu dürfen und wünschen Ihnen interessante und anregende Tage.

Im Namen der beiden Programmbeiräte Pkw- und Nfz-Motorentechnologie

Dr. Johannes Liebl
Wissenschaftlicher Leiter
des Kongresses,
Herausgeber ATZ|MTZ|ATZelektronik

Prof. Dr. Christian Beidl
Konferenzleiter
Nfz-Motoren-Programm,
TU Darmstadt

INHALT

PLENUM

Keynote Lecture: Matter of character or pabulum? The role of IC engines in shaping next-generation powertrains	3
Keynote Lecture: The challenge for fuels for the future	5
Keynote Lecture: Sustainable and increasingly efficient road transport for the next generations – continuous improvement through an integrated approach	7
Passenger car and truck engines – a comparison from a thermodynamics point of view	9

TEIL I: PKW-MOTORENTECHNOLOGIE

INNOVATIVE KONZEPTE

3-motor HEV powertrain for super sport	23
Vehicle integration of a new engine concept for 48 Volts – opportunities for efficiency improvement and optimization of the overall system complexity	31

AUFLADUNG

Heavily downsized gasoline demonstrator	73
Extreme downsizing for gasoline engines – fun to drive with extremely low emissions	91
Potential of air gap motors to realize electrically assisted turbocharging, Cross-Charger [®] – turbo by wire	109

ABGASNACHBEHANDLUNG

Influencing factors on particle formation under real driving conditions	129
System influence and requirements for monitoring diesel particulate filters without particulate matter sensors	143

THERMODYNAMIK DIESELMOTOR

Technologies for (pilot) injection quantity control in modern common rail diesel engines	163
Effect of diesel injector tip deposits on transient spray behavior	185
Concept for lower raw engine emission covering full engine map operation	195

REIBUNG I

Simulation-based RNT measurements for oil supply optimization at the connecting rod bearing	219
Dynamics and friction of a rolling bearing crankshaft – method and calculation	235
Wear behavior of engine components affected by soot	237

LADUNGSWECHSEL UND VERBRENNUNG

Passenger car diesel engine for 2020 / 25 – synthesis of classical attributes and novel high-tech innovations	241
Thermodynamic consideration of the Miller cycle on the basis of simulation and measurements	259

THERMOMANAGEMENT

- Assessment of efficient powertrain concepts
in real driving conditions 283
- Thermal management in vehicle integration 307

THERMODYNAMIK OTTOMOTOR

- Experimental studies on spark stability
in an optical combustion vessel under flowing conditions 327
- 3D CFD simulation of the spark ignition process under
the consideration of spark channel deflection, diffusion effects,
curvature and detailed chemical kinetics 349
- Investigation of flame development applying optical metrology
in a highly boosted SIDI performance engine
for the sports car market 373

REIBUNG II

- Optimization of the piston assembly friction 391
- A novel approach for valve train reduction 409

MODELLBASIERTE STEUERUNG

- Advanced model-based diagnosis of internal combustion engines 413
- Control of predefined diesel combustion processes
by a burn-rate model 433

KEYNOTE-VORTRÄGE PKW

- The future of RDE 453
- Current and future challenges in the field of powertrains 455

TEIL II: KRAFTSTOFFE

QUO VADIS KRAFTSTOFFE?

Energy supply for vehicles – can it be regenerative?	461
Review of combustion engine efficiency improvements and the role of e-fuels	463

HERSTELLUNG VON KRAFTSTOFFEN I

Alternative fuels in the well-to-wheel debate	487
Synthetic fuels from biomass: Potentials and viability	489
The sun in the tank? Possibilities and limitations of MtG technology from the chemical perspective	505

HERSTELLUNG VON KRAFTSTOFFEN II

Electric mobility with hydrogen – quiet, efficient and with zero emissions	509
Production of methanol and oxymethylene on an industrial scale	511
Novel methods of synthesis for diesel fuel OME	513

ERFAHRUNGEN MIT ALTERNATIVEN KRAFTSTOFFEN

Contribution of fuels towards reducing CO ₂ emissions in traffic	517
The new Mercedes-Benz EU VI medium-duty CNG engine in bus operation	519

FORSCHUNG UND MARKTEINSCHÄTZUNG

Oxymethylene ether (OME1) as a synthetic low-emission fuel for DI diesel engines	537
Powertrain mixture 2030 – influencing factors and outlook	555

TEIL III: NFZ-MOTORENTECHNOLOGIE

RAHMENBEDINGUNGEN UND GRUNDLAGEN

Future HD vehicle requirements due to legislation and effects on CO₂ and air quality 561

Experimental studies of dual-fuel combustion modes for heavy-duty application 577

GASMOTOREN

Progress in the development of natural gas high pressure direct injection for Euro VI heavy-duty trucks 591

Reduction of in-cylinder emissions on a dual-fuel engine 609

Safeguarding the reliability of natural gas engines for commercial vehicles 627

MOTORSUBSYSTEME

Controllable cooling system for heavy-duty commercial vehicles 645

Safety concept for a HD on-road waste heat recovery 663

Electrically assisted turbocharging in long-haul truck application 679

EMISSIONIERUNG

Potential of the SCRF[®] concept for future legislation 709

New combustion system meeting Tier 3 emission standards for emerging markets 725

MOTORKONZEPTE

Validation of a 4-cylinder engine concept for heavy-duty vehicles
with a parameterized model 741

Challenges in the development of high performance engines
for the off-highway sector 761

KEYNOTE-VORTRÄGE NFZ

Robustness-related development
of MAN's D38 heavy-duty engine 781

Powertrain technology for commercial vehicles –
a look beyond 2020 783

REFERENTEN

Dr. Nikolai Ardey
BMW AG

Klaus Dieter Barnstedt
Institute of Internal
Combustion Engines
and Thermodynamics,
Graz University of Technology,
Austria

Prof. Dr. Martin Bertau
Institute of Technical Chemistry,
TU Bergakademie Freiberg

Ron Borsboom
DAF Trucks NV,
Netherlands

Torsten Buddenberg
Mitsubishi Hitachi Power Systems
Europe GmbH

Dr. Heiner Bülte
DEUTZ AG

Fabio Cococchetta
FPT Motorenforschung AG,
Switzerland

Prof. Ph.D. Roger Cracknell
Shell Global Solutions (UK)

Prof. Dr. Peter Eilts
Institute of Internal
Combustion Engines,
TU Braunschweig

Dr. Norman Fuhrmann
GM Powertrain Engineering –
Europe

Dr. Thomas Garbe
Volkswagen AG

Dr. Christof Gietzelt
TÜV SÜD AG /
TÜV Hessen GmbH

Dr. Holger Gödeke
G+L innotec GmbH

Stefan Graf
Institute of Internal
Combustion Engines,
TU Munich

Prof. Dr. Jens Hadler
APL Group

Martin Härtl
Institute of Internal
Combustion Engines,
TU Munich

Prof. Dr. Stefan Hausberger
Institute of Internal
Combustion Engines
and Thermodynamics,
Graz University of Technology,
Austria

Benjamin Hibberd
MAHLE Powertrain Limited, UK

Prof. Dr. Dr. Rolf Isermann
Institute of Automatic Control
and Mechatronics, TU Darmstadt

Dr. Eberhard Jacob
Continental Emitec GmbH

Referenten

Jens Jörns
IAVF Antriebstechnik GmbH

Prof. Dr. Kurt Kirsten
APL Group

Andreas Kleber
MAHLE Behr GmbH & Co. KG

Mike Lau
Eaton Germany GmbH

Thomas Leitel
MAN Truck & Bus AG

Dr. Thomas Lengenfelder
Robert Bosch GmbH

Christian Lensch-Franzen
APL Automobil-Prüftechnik
Landau GmbH

Bernd Lindemann
FEV GmbH

Heiko Maas
Ford Forschungszentrum
Aachen GmbH

Ian May
Brunel University London, UK

Peter Methfessel
Institute for Combustion Engines,
RWTH Aachen University

Lars Mönch
German Federal
Environment Agency

Torsten Müller
Adam Opel AG

Markus Münz
Institute for Internal
Combustion Engines
and Powertrain Systems,
TU Darmstadt

Ph.D. Patric Ouellette
Westport Innovations,
Canada

Dr. Heinz Petutschnig
AVL List GmbH,
Austria

Dr. Holger Pieta
FEV GmbH

Dr. Reza Rezaei
IAV GmbH

Thomas Rinkens
FEV GmbH

Duraiarasan Saravanan
Mahindra 2 Wheelers,
India

Prof. Dr. Jörg Sauer
Institute of Catalysis Research
and Technology,
Karlsruhe Institute of Technology

Lukas Schäfer
BMW AG

Prof. Dr. Birgit Scheppat
Wasserstoff- und Brennstoffzellen-
Initiative Hessen e. V.

Dr. Frank Schlerege
Schaeffler Technologies
AG & Co. KG

Dr. Thomas Schlick
Roland Berger GmbH

Patrick R. Schmidt
Ludwig-Bölkow-
Systemtechnik GmbH

Andreas Schneider
Robert Bosch GmbH

Dr. Eberhard Schutting
Institute of Internal
Combustion Engines
and Thermodynamics,
Graz University of Technology,
Austria

Dr. Markus Schwaderlapp,
DEUTZ AG

Hans Felix Seitz
AVL List GmbH,
Austria

Dr. Gudmund Smedler
Johnson Matthey Plc, UK

Dr. Helfried Sorger
AVL List GmbH,
Austria

Fabian Titus
MOT GmbH

Hirokazu Toyoshima
Honda R&D Co., Ltd.,
Japan

Dr. Tolga Uhlmann
FEV GmbH

Johannes Ullrich
Hyundai Motor Europe
Technical Center GmbH

Gerhard Urmann
Daimler Buses –
EvoBus GmbH

Dr. Wolfgang Warnecke
Shell Global Solutions
(Deutschland) GmbH