

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. 802

38. Internationales Wiener Motorensymposium 27.-28. April 2017

veranstaltet vom
Österreichischen Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK)
und vom Institut für Fahrzeugantriebe und
Automobiltechnik der Technischen Universität Wien

38th International Vienna Motor Symposium 27-28 April 2017

organized by
the Austrian Society of Automotive Engineers (ÖVK)
and the Institute for Powertrains and
Automotive Technology, Vienna University of Technology

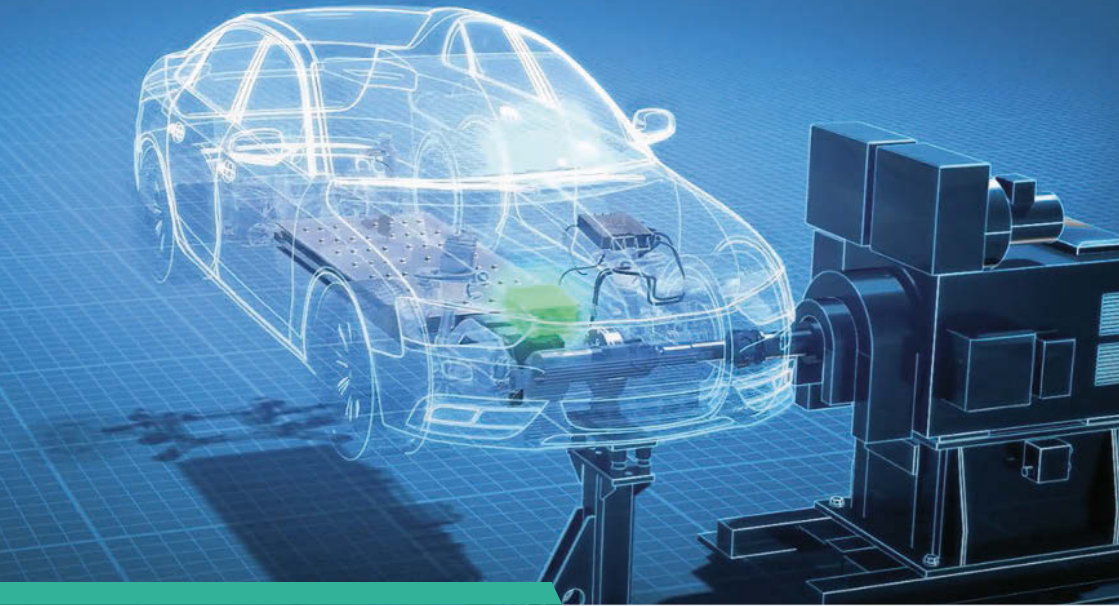
zusammengestellt von / presented by
Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Lenz VDI

in zwei Bänden / in two volumes

USB-Stick
with all papers
in the original version
and in English

Band 1: erster Tag / Volume 1: first day

1



Aus besten Händen: Der e-Antrieb von AVL

Entwicklung, Integration und Testen von elektrifizierten Antriebssträngen. Für Fahrzeuge mit herausragender Leistung und höchster Qualität. Kundenspezifische, innovative und serienreife Lösungen für alle Varianten der Elektrifizierung: Micro/Mild Hybrid, PHEV, BEV, Range Extender und Brennstoffzelle. First-time-right.

- Schneller am Markt: Kurze Produkteinführungszeit durch effiziente, simulationsbasierte Prozesse, Methoden und Tools
- Best-in-class: Objektive und umfassende Benchmarks dank großem Wettbewerbs-Know-how, um das Produkt ideal am Markt zu positionieren
- Schnell & global: Das weltweit größte Netzwerk an Test- und Engineering-Centern. Für größte Flexibilität

www.avl.com, info@avl.com



Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. 802

38. Internationales Wiener Motorensymposium 27.-28. April 2017

veranstaltet vom
Österreichischen Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK)
und vom Institut für Fahrzeugantriebe und
Automobiltechnik der Technischen Universität Wien

38th International Vienna Motor Symposium 27-28 April 2017

organized by
the Austrian Society of Automotive Engineers (ÖVK)
and the Institute for Powertrains and
Automotive Technology, Vienna University of Technology

zusammengestellt von / presented by
Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Lenz VDI

in zwei Bänden / in two volumes

USB-Stick
with all papers
in the original version
and in English

VDI verlag

Band 1: erster Tag / Volume 1: first day

1

Lenz, Hans Peter (Hrsg.)

**38. Internationales Wiener Motorensymposium 27.-28. April 2017
in zwei Bänden. Band 1: erster Tag; Band 2: zweiter Tag
38th International Vienna Motor Symposium 27-28 April 2017
in two volumes. Volume 1: first day; Volume 2: second day**

Fortschr.-Ber. VDI Reihe 12 Nr. 802. Düsseldorf: VDI-Verlag 2017.

804 Seiten, 806 Bilder, 66 Tabellen.

ISBN 978-3-18-380212-8, ISSN 0178-9449, € 220,00/VDI-Mitgliederpreis € 198,00.

Für die Dokumentation: Otto- und Dieselmotoren für die Zukunft – Elektromobilität / Batterien – Hybrid – Brennstoffzellen – Thermomanagement – Zylinderabschaltung – Gasmotoren – Abgasreinigung – Real Driving Emissions (RDE) – Motorkomponenten – Blick in die Zukunft – bei Antrieb, Fahrzeug und (individueller) Mobilität
Dieser zweibändige Bericht macht die Vorträge des 38. Internationalen Wiener Motorensymposiums (27./28. April 2017) einer breiten Öffentlichkeit zugänglich.

Ziel der Wiener Motorensymposien ist es, Themen von besonderer Aktualität auf dem Gebiet des Verbrennungsmotors zu behandeln. Das Werk befasst sich u. a. mit den oben angeführten Themen. Der beiliegende USB-Stick enthält die Vorträge sowohl in der Originalversion als auch auf Englisch. Herausgeber: Univ.-Prof. Dr. techn. Dipl.-Ing. H. P. Lenz, Vorsitzender des Österreichischen Vereins für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK), Wien.

Keywords: Otto and Diesel Engines for the Future – Electromobility / Batteries – Hybrid – Fuel Cells – Thermal Management – Cylinder Deactivation – Gas Engines – Exhaust Emission Control – Real Driving Emissions (RDE) – Engine Components – View to the Future – Powertrain, Vehicle and (Individual) Mobility

Abstract: This two-volume report makes the presentations of the 38th International Vienna Motor Symposium (April 27-28, 2017) available to a wider audience.

The objective of the Vienna Motor Symposia is to examine current topics of particular interest. Among others, the work examines the above mentioned topics. Included is a USB flash drive containing the presentations in their original form and in English translation.

Edited by Univ.-Prof. Dr. techn. Dipl.-Ing. H. P. Lenz, VDI, Chairman of the ÖVK (Austrian Society of Automotive Engineers, Vienna).

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Bibliographic information published by the Deutsche Bibliothek

(German National Library)

The Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie (German National Bibliography); detailed bibliographic data is available via Internet at <http://dnb.ddb.de>.

© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2017

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, im Internet und das der Übersetzung, vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISSN 0178-9449

ISBN 978-3-18-380212-8

VORWORT

Die beiden vorliegenden Bände geben die Vorträge, die anlässlich des 38. Internationalen Wiener Motorensymposiums am 27. – 28. April 2017 gehalten werden, wieder. Der neueste Stand der Motorenentwicklung wird damit von herausragenden Vortragenden präsentiert.

Allen Vortragenden und den sie entsendenden Unternehmen sei auch an dieser Stelle für ihre Beiträge herzlichst gedankt.

Alle Vorträge sind auf dem beigefügten USB-Stick sowohl in der Originalversion als auch in Englisch enthalten.

Die „Literatursuche“ auf der Homepage des Internationalen Wiener Motorensymposiums (www.wiener-motorensymposium.at) bietet die Möglichkeit, mit Hilfe von Suchbegriffen die Vortragstitel, Autoren und Firmen der vorangegangenen Motorensymposien seit 1981 (Englisch ab 1999) zu finden. Die Liste der Publikationen (Sammelbände der Vorträge der Internationalen Wiener Motorensymposien) 1979 – 2017, die auch die breitere Öffentlichkeit über die Inhalte der Symposien informieren sollen, finden Sie auf der folgenden Seite. Das 39. Internationale Wiener Motorensymposium findet am 26. – 27. April 2018 statt, wozu schon jetzt herzlich eingeladen wird.

Univ.-Prof. Dr. H. P. Lenz
Vorsitzender des Österreichischen
Vereins für Krafffahrzeugtechnik (ÖVK)

FOREWORD

These two volumes contain all the lectures given at the 38th International Vienna Motor Symposium, which took place on 27th and 28th April, 2017. In these lectures, outstanding automotive engineers presented various aspects of state-of-the-art of engine technology. At this point, I would like to express my heartfelt thanks to all lecturers, as well as the companies they represent, for their contributions to our conference.

The original version as well as the English translations of all lectures are available on the enclosed USB flash drive.

The word-search facility at www.vienna-motorsymposium.com – the website of the International Vienna Motor Symposium – allows direct access to the titles of lectures, together with information on all the authors and companies that have participated in the International Vienna Motor Symposia since 1999 (in German since 1981).

The publications list – which is to be found on the following page – provides an anthology of all lectures presented at the International Vienna Motor Symposia between 1979 and 2017. It is intended to provide a broader public with additional information on the topics and subject matter dealt with by these conferences.

The 39th International Vienna Motor Symposium is to take place on the 26th and 27th April, 2018, and may I take this early opportunity to extend you an invitation.

Univ.-Prof. Dr. H. P. Lenz
Chairman of ÖVK
(Austrian Society of Automotive
Engineers)

INTERNATIONALE WIENER MOTORENSYMPIOSIEN

Liste der Publikationen:

„1.Internationales Wiener Motorensymposium“,
ÖIZ, 124.Jahrgang (1979)

„2.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 6, Nr.69 (1980)

„3.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 6, Nr.81 (1981)

„4.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 6, Nr.103 (1982)

„5.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 6, Nr.127 (1983)

„6.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 6, Nr.173 (1985)

„7.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.74 (1986)

„8.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.86 (1987)

„9.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.99 (1988)

„10.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.122 (1989)

„11.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.141 (1990)

„12.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.150 (1991)

„13.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.167 (1992)

„14.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.182 (1993)

„15.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.205 (1994)

„16.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.239 (1995)

„17.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.267 (1996)

„18.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.306 (1997)

„19.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.348 (1998)

„20.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.376 (1999)

„21.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.420 (2000)

„22.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.455 (2001)

„23.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.490 (2002)

„24.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.539 (2003)

„25.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.566 (2004)

„26.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.595 (2005)

„27.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.622 (2006)

„28.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.639 (2007)

„29.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.672 (2008)

„30.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.697 (2009)

„31.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.716 (2010)

„32.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.735 (2011)

„33.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.749 (2012)

„34.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.764 (2013)

„35.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.777 (2014)

„36.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.783 (2015)

„37.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.799 (2016)

„38.Internationales Wiener Motorensymposium“,
VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.802 (2017)

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seiten</u>
<p>Prof. Rupert Stadler, Vorstandsvorsitzender, AUDI AG, Ingolstadt: Pilotiert, emissionsfrei, vernetzt: Umbau einer Premiummarke zur Digital Car Company Piloted, Emission-Free, Connected: Transformation of a Premium Brand to a Digital Car Company</p>	Extraheft
<p>Toshihiro Hirai, Alliance Global Director, Corporate Vice President, Nissan Motor Co., Ltd., Kanagawa, Japan: Strategische Zukunft: Powertrain-Vision für Morgen Strategic Future: Powertrain Vision for Tomorrow</p>	1 - 13
<p>Dr. Rolf Bulander, Geschäftsführer, Vorsitzender des Unternehmensbereichs Mobility Solutions, Robert Bosch GmbH, Stuttgart: Beitrag verschiedener Antriebskonzepte zur Erreichung anspruchsvoller Klimaziele Contribution of Powertrain Concepts to Reach Ambitious Climate Targets</p>	Extraheft
<p>Dr. Stefan Sommer, Vorstandsvorsitzender, ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen: Der Antriebsstrang der Zukunft – Im Spannungsfeld neuer Fahrzeugkonzepte und regulatorischer Anforderungen The Powertrain of the Future – In Context of New Vehicle Concepts and Regulatory Requirements</p>	Extraheft
<p>Dipl.-Ing. F. Eichler, Dr. rer. nat. K. Bennewitz, Dipl.-Ing. C. Helbing, Dr.-Ing. K. Philipp, Dipl.-Ing. P. Lück, Dipl.-Ing. N. Weiß, Dr.-Ing. C. Felsch, Volkswagen AG, Wolfsburg: Volkswagen elektrifiziert den neuen Golf Volkswagen Electrifies the New Golf</p>	14 - 40
<p>N. Saito, K. Nagumo, M. Yamamoto, A. Hiraide, M. Sugishita, H. Chiba, Honda R&D Co., Ltd. Automobile R&D Center, Tochigi, Japan; T. Brachmann, Honda R&D Europe (Deutschland) GmbH, Offenbach: Das Brennstoffzellensystem des Honda CLARITY FUEL CELL und Honda's Beitrag zur Realisierung der Wasserstoffgesellschaft Fuel Cell System for Honda CLARITY FUEL CELL and Activity towards the Hydrogen Society</p>	41 - 60
<p>Dr.-Ing. S. Dehn, NuCellSys GmbH, Kirchheim unter Teck/Nabern; Dr. rer. nat. J. Wind, Prof. Dr. rer. nat. C. Mohr dieck, Daimler AG, Kirchheim unter Teck/Nabern: Optimierung des Brennstoffzellenantriebs im Spannungsfeld von Technik, Kosten und Kundenanforderungen Optimization of the Fuel Cell Powertrain within the Triangle of Technology, Cost and Customer Requirements</p>	61 - 70
<p>V. Beaumesnil, Automobile Club de l'Ouest, Le Mans; B. Niclot, FIA, Paris; Dr. W. Warnecke, Shell, Hamburg: Chancen für Alternative Antriebe und Energien für Le Mans Chances for Alternative Drivetrains and (Types of) Energy for Le Mans</p>	Extraheft

- B. Heil, Dr. T. Eder, Dr. U. Keller, et al., Daimler AG, Stuttgart:
Der modulare High-Tech Powertrain von Mercedes-Benz
The Modular High-Tech Powertrain of Mercedes-Benz Extraheft
- Dipl.-Ing. P. Lückert, Dipl.-Ing. S. Arndt, Dr. F. Duvinage,
 Dr. M. Kemmner, Dipl.-Ing. (FH) H. Sass, Dipl.-Ing. (FH) T. Braun,
 Dipl.-Ing. R. Pfaff, Dipl.-Ing. C. Koehlen, Dipl.-Ing. S. Ellwanger,
 Dr. R. Weller, Daimler AG, Stuttgart:
OM656 – Die neue 6-Zylinder Diesel-Spitzenmotorisierung
von Mercedes-Benz
OM656 – The New 6-Cylinder Top Type Diesel Engine of Mercedes-Benz Extraheft
- G. Basso, G. Boretto, S. Caprio, R. Ruotolo, L. Borgia,
 GM Global Propulsion System Torino s.r.l., Turin; M. E. Siegrist, R. J. Darr,
 Y. He, GM Global Propulsion System NA, Pontiac / Milford, USA:
Der 1.6 Liter Midsize Diesel Motor von General Motors für Nordamerika
The General Motors 1.6 Liter Midsize Diesel Engine for the
North American Market Extraheft
- Dipl.-Ing. R. Kemmler, Dipl.-Ing. F. Kreitmann, Dipl.-Ing. M. Werner,
 Dr. R. Inderka, Daimler AG, Stuttgart / Sindelfingen:
M264 – Der neue Mercedes-Benz 4-Zylinder Toptype-Ottomotor
mit 48V-Elektrifizierung
M264 – The New Mercedes-Benz 4-Cylinder Toptype-Gasoline Engine
with 48V-Electrification Extraheft
- Dipl.-Ing. O. Vollrath, Dipl.-Ing. J. Banken, Dipl.-Ing. P. Lautenschütz,
 Dr.-Ing. O. Storz, et al., Daimler AG, Stuttgart:
M256 – der neue Mercedes-Benz High Performance
Reihensechszylinder Ottomotor mit intelligenter 48V-Elektrifizierung
M256 – Mercedes Benz' New High Performance In-Line Six-Cylinder
Gasoline Engine with Intelligent 48V-Electrification Extraheft
- T. Toda, M. Sakai, M. Hakariya, T. Kato,
 Toyota Motor Corporation, Aichi, Japan:
Der neue 2.5L Reihen-4-Zylinder-Ottomotor mit Toyota
Neue Global Architektur Konzept
The New Inline 4 Cylinder 2.5L Gasoline Engine with Toyota
New Global Architecture Concept 71 - 100
- Dr.-Ing. A. Kufferath, Dr.-Ing. M. Krüger, Dipl.-Ing. D. Naber,
 Dr.-Ing. R. Maier, Prof. Dr.-Ing. J. Hammer, Robert Bosch GmbH, Stuttgart:
Verbrauch im Einklang mit Realemissionen:
Die Zukunft für den Diesel Pkw
Fuel Consumption in Accordance with Real Driving Emissions:
The Future of Diesel Passenger Car 101 - 122
- Dipl.-Ing. M. Weißbäck, Dipl.-Ing. R. Dreisbach, Dipl.-Ing. (FH) B. Enzi,
 Dipl.-Ing. M. Grubmüller, Dipl.-Ing. S. Krapf, Dr. W. Schöffmann,
 AVL List GmbH, Graz:
Diesel – Quo Vadis? Extraheft

- Dr.-Ing. G. **Avolio**, Dipl.-Ing. J. **Grimm**, Dr.-Ing. O. **Maiwald**,
 Dr.-Ing. G. **Rösel**, Dipl.-Ing. R. **Brück**, Continental, Regensburg / Lohmar;
 Prof. Dr.-Ing. F. **Atzler**, Westsächsische Hochschule, Zwickau:
Energiebasierte Optimierung eines Dieselhybrids zur Erfüllung der zukünftigen „Real Driving“-Emissionsgesetzgebung
Energy Based Optimization of a Diesel Hybrid Fulfilling Future Real Driving Emission Legislation 123 - 142
- Dipl.-Ing. M. **Brinker**, Dipl.-Ing. T. **Müller**, Dipl.-Ing. M. **Reichenbach**,
 Dipl.-Ing. M. **Plankenbühler**, Adam Opel AG, Rüsselsheim; Dr. A. **Zahdeh**,
 Dr. J. **Gatowski**, GM Global Propulsion Systems, Pontiac, USA:
Umfassendes Thermomanagement für zukünftige Ottomotoren
Comprehensive Thermal Management for Future Gasoline Engines 143 - 162
- Dr.-Ing. S. **Grams**, H. **Piechotka** MSc, AUDI AG, Ingolstadt;
 Prof. Dr.-Ing. F. **Küçükay**, Dipl.-Ing. A. **Sturm**, Technische Universität Braunschweig:
Virtuelle Auslegung und Optimierung zukünftiger Antriebsarchitekturen
Virtual Design and Optimization of Future Powertrain Architecture 163 - 195
- Dipl.-Ing. (FH) M. **Hofer**, Dr. T. **Hackl**, Dr. G. **Schlager**,
 MAGNA POWERTRAIN Engineering Center Steyr, St. Valentin:
Magna's Systemansatz für 48 V Mild-Hybride
Magna's System Approach for 48 V Mild Hybrids 196 - 213
- Dr.-Ing. J. **Scharf**, Dipl.-Ing. J. **Ogrzewalla**, Dipl.-Ing. K. **Wolff**,
 Dr.-Ing. T. **Uhlmann**, Dr.-Ing. M. **Thewes**, Dr.-Ing. A. **Balazs**,
 Dr.-Ing. P. **Grzeschik**, Dipl.-Ing. M. **Görgen**, S. **Yadla** MSc,
 FEV Europe GmbH, Aachen;
 Dr.-Ing. H. **Baumgarten**, FEV Group Holding GmbH, Aachen;
 Dr.-Ing. M. **Wittler**, FEV Consulting GmbH, Aachen;
 C. **Nebbia** MSc, FEV Italia, S.r.l., Rivoli:
Ottomotoren für Hybrid-Antriebe – Hochtechnologie oder Low-Cost Aggregate?
Gasoline Engines for Hybrid Powertrains – High Tech or Low Cost? 214 - 248
- Dr. M. **Younkins**, Dr. A. **Tripathi**, Dr. J. **Serrano**,
 J. **Fuerst** BSME MBA, Tula Technology, San Jose, USA;
 Dr.-Ing. H.-J. **Schiffgens**, Dr. J. **Kirwan**, W. **Fedor** BSME MS,
 Delphi, Bascharage, Luxembourg / Troy / Rochester, USA:
Dynamic Skip Fire: Die einzigartige Zylinderabschaltung
Dynamic Skip Fire: The Ultimate Cylinder Deactivation Strategy 249 - 268
- Dipl.-Ing. (FH) P. **Krähenbühl**, G. **Dellora**, Dr. S. **Golini**, F. **Pidello**,
 FPT Industrial, Arbon / Turin:
Die Führungsrolle von FPT Industrial im Bereich Erdgastechnologien für Industriemotoren
FPT Industrial's Leadership in Natural Gas Technologies for Industrial Engines 269 - 284
- Dr. A. **Lippert**, Dr. C. **Trapp**, J. **Laubach**, C. **Nelson**, Dr. F. **Nota**,
 A. **Avagliano**, N. **Prendiville**, GE Distributed Power, Jenbach:
GE's J920 Großgasmotor kombiniert wegweisende Technologien und innovatives Digital Monitoring, um mehr als 50 % elektrischen Wirkungsgrad zu erreichen
GE's J920 Large Gas Engine Incorporates Latest Technologies to Cross 50% Electrical Efficiency together with Advanced Digital Monitoring 285 - 304