

Fortschritt-Berichte VDI

VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. 807

39. Internationales Wiener Motorensymposium 26.-27. April 2018

veranstaltet vom

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

39th International Vienna Motor Symposium 26-27 April 2018

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. Bernhard Geringer
Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Lenz

in zwei Bänden / in two volumes

Band 1: erster Tag / Volume 1: first day

1

INNOVATIVE TECHNOLOGY

SUBJECTIVE FEELINGS

Fuel your passion for driving



AUTONOMOUS DRIVING

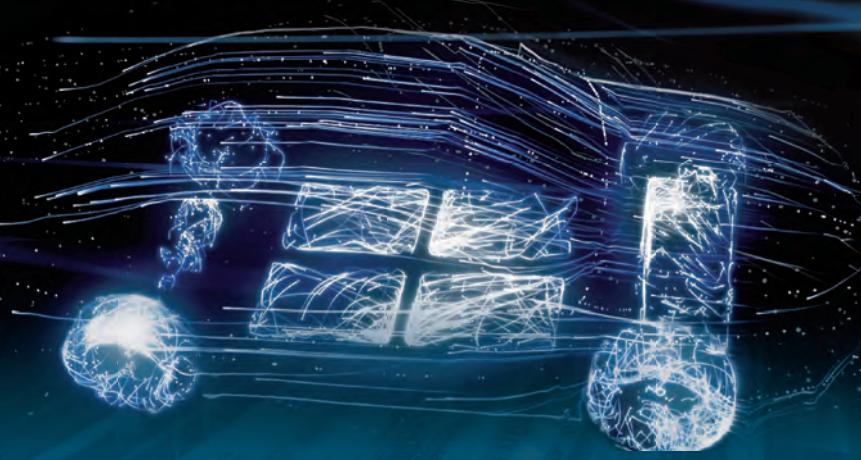
Free your mind to limitless possibilities



Power towards a greener future

ELECTRIFICATION

Power towards a greener future
ELECTRIFICATION



Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

39. Internationales Wiener Motorensymposium 26.-27. April 2018

Nr. 807

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

39th International Vienna Motor Symposium 26-27 April 2018

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. Bernhard Geringer
Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Lenz

in zwei Bänden / in two volumes

VDI verlag

Band 1: erster Tag / Volume 1: first day

1

Geringer, Bernhard u. Lenz, Hans Peter (Hrsg.)

**39. Internationales Wiener Motoren symposium 26.-27. April 2018
in zwei Bänden. Band 1: erster Tag; Band 2: zweiter Tag**
**39th International Vienna Motor Symposium 26-27 April 2018
in two volumes. Volume 1: first day; Volume 2: second day**

Fortschr.-Ber. VDI Reihe 12 Nr. 807. Düsseldorf: VDI-Verlag 2018.

758 Seiten, 669 Bilder, 56 Tabellen.

ISBN 978-3-18-380712-3, ISSN 0178-9449, € 220,00/VDI-Mitgliederpreis € 198,00.

Für die Dokumentation: Neue Otto- und Dieselmotoren – Kraftstoffe der Zukunft – Neue Antriebe und Getriebe für LKW – Neue Brennverfahren / Motorsteuerung – Elektrische Antriebe / Hybride – Innovationen bei der Abgasreinigung – Brennstoffzellen – Blick in die Zukunft

Dieser zweibändige Bericht macht die Vorträge des 39. Internationalen Wiener Motoren symposiums (26./27. April 2018) einer breiten Öffentlichkeit zugänglich.

Ziel der Wiener Motoren symposien 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 USB-Stick enthält die Vorträge sowohl in der Originalversion als auch auf Englisch. Herausgeber: Univ.-Prof. Dr. techn. Dipl.-Ing. Bernhard Geringer, Vorsitzender des Österreichischen Vereins für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK), Wien, und Univ.-Prof. Dr. techn. Dipl.-Ing. Hans Peter Lenz, Ehrenvorsitzender des Österreichischen Vereins für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK), Wien.

Keywords: New Otto and Diesel Engines – Future Fuels – New Powertrains and Transmissions for Heavy Duty Vehicles – New Combustion Processes / Engine Control – Electric Drives / Hybrids – Innovative Systems of Emission Control – Fuel Cells – View to the Future

Abstract: This two-volume report makes the presentations of the 39th International Vienna Motor Symposium (April 26-27, 2018) 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. The USB flash drive contains the presentations in their original form and in English translation.

Edited by Univ.-Prof. Dr. techn. Dipl.-Ing. Bernhard Geringer, President of the ÖVK (Austrian Society of Automotive Engineers, Vienna) and Univ.-Prof. Dr. techn. Dipl.-Ing. Hans Peter Lenz, Honorary President 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 www.dnb.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 www.dnb.de.

© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2018

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 978-3-18-380712-3

VORWORT

Die beiden vorliegenden Bände geben die Vorträge, die anlässlich des 39. Internationalen Wiener Motorensymposiums am 26. – 27. April 2018 gehalten werden, wieder. Der neueste Stand der Motoren- und Antriebsentwicklung wird damit von herausragenden Vortragenden präsentiert.

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

Alle Vorträge sind auf dem den Symposiumsunterlagen beigefügten USB-Stick sowohl in der Originalversion als auch in Übersetzung (Englisch bzw. Deutsch) 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 – 2018, die auch die breitere Öffentlichkeit über die Inhalte der Symposien informieren sollen, finden Sie auf der folgenden Seite.

Das 40. Internationale Wiener Motorensymposium findet am 16. – 17. Mai 2019 statt, wozu schon jetzt herzlich eingeladen wird.

Univ.-Prof. Dr. Bernhard Geringer
Vorsitzender des Österreichischen
Vereins für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK)

Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Lenz
Ehrenvorsitzender des Österreichischen
Vereins für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK)

FOREWORD

These two volumes contain all the lectures given at the 39th International Vienna Motor Symposium, which took place on 26th and 27th April, 2018. In these lectures, outstanding automotive engineers presented various aspects of state-of-the-art of engine and powertrain technology.

At this point, we would like to express our heartfelt thanks to all lecturers, as well as the companies and institutions they represent, for their contributions to our conference.

The original versions as well as the translations (German resp. English language) of all lectures are available on the USB flash drive which is attached to the symposium documents.

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

2018. It is intended to provide a broader public visibility with additional information on the topics and subject matter dealt with by these conferences.

The 40th International Vienna Motor Symposium is to take place on the 16th and 17th May, 2019, and may we take this early opportunity to extend you an invitation.

Univ.-Prof. Dr. Bernhard Geringer
President of ÖVK
(Austrian Society of Automotive Engineers)

Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Lenz
Honorary President of ÖVK
(Austrian Society of Automotive Engineers)

INTERNATIONALE WIENER MOTORENSYMPHIEN

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)
- „**39.**Internationales Wiener Motorensymposium“, VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.807 (2018)

1.TAGInhaltsverzeichnisSeiten

Andreas Renschler , Mitglied des Konzernvorstands der Volkswagen AG, CEO Volkswagen Truck & Bus GmbH, Volkswagen AG, Wolfsburg: Wie Volkswagen Truck & Bus die Zukunft des Transports mitgestaltet Volkswagen Truck & Bus and the Future of Transportation	Extraheft
Prof. KR Ing. Siegfried Wolf , Verwaltungsratsvorsitzender, Russian Machines LLC, Moskau: Russland, ein schlafender Riese? Russia – a Sleeping Giant?	Extraheft
Prof. Dr. Helmut List , Vorsitzender der Geschäftsführung, AVL List GmbH, Graz: Antriebssysteme im Wandel Propulsion Systems in Transition	Extraheft
Ing. F. Steinparzer , Dr. P. Nefischer , Dipl.-Ing. W. Stütz , Dipl.-Ing. D. Hiemesch , BMW Motoren GmbH, Steyr: Die Technik des neuen BMW Sechszylinder-Dieselmotors im X4 M40d. The Technology of the New BMW 6-Cylinder Diesel Engine for the X4 M40d.	1 - 15
Dr.-Ing. A. Kufferath , Dr.-Ing. M. Krüger , Dipl.-Ing. D. Naber , Dipl.-Ing. E. Mailänder , Dr.-Ing. R. Maier , Robert Bosch GmbH, Stuttgart: Der Diesel Powertrain auf dem Weg zu einem vernachlässigbaren Beitrag bei den NO₂-Immissionen in den Städten The Path to a Negligible NO₂ Immission Contribution from the Diesel Powertrain	16 - 36
Dr.-Ing. F.-T. Metzner , Dipl.-Ing. S. Willmann , Dipl.-Ing. C. Helbing , Dr.-Ing. C. Eiglmeier , Dipl.-Ing. M. Köhne , Dipl.-Ing. A. Krause , Dipl.-Ing. B. Wietholt , Volkswagen AG, Wolfsburg: Die neue Vierzylinder-Dieselmotorengeneration von Volkswagen The New Generation of Four-Cylinder Diesel Engines from Volkswagen	37 - 66
Dr. M. Kemmner , Ing. M. Mürwald , Dipl.-Ing. (FH) H. Sass , Dipl.-Ing. M. Bertelmann , Dipl.-Ing. O. Erlenmayer , Dipl.-Ing. J. Larbi , Dipl.-Ing. J. Böhm , Daimler AG, Stuttgart / Sindelfingen: OM 654 1.6l – Der verbrauchsoptimierte 4-Zylinder-Einstiegsmotor aus der neuen Dieselmotorenfamilie von Mercedes-Benz OM 654 1.6l – The 4-Cylinder Entry Type of the New Diesel Engine Family with Improved Fuel Efficiency	Extraheft
Dipl.-Ing. Dr. techn. C. Landerl , Dr.-Ing. J. Hahn , Ing. D. Kügler , Dr.-Ing. B. Durst , Dipl.-Ing. S. Missy , BMW Group, München: Der neue BMW 8-Zylinder Ottomotor. The New BMW 8-Cylinder Petrol Engine.	Extraheft

Dipl.-Ing. J. Königstedt, Dr. N. Ardey, Dipl.-Ing. A. Fröhlich,
 Dipl.-Ing. J. Helbig, Dipl.-Ing. T. Reuss, Dipl.-Ing. J. Stotz,
 AUDI AG, Neckarsulm / Ingolstadt:

**Die konsequente Weiterentwicklung des neuen V6-TFSI-Motors von Audi –
 der nächste Meilenstein der TFSI-Technologie**

**The Continued Development of the New Audi V6 TFSI Engine –
 The Next Milestone in TFSI Technology**

67 - 92

Dr. W. Demmelbauer-Ebner, Dr. J. Theobald, Dipl.-Ing. J. Worm,
 Dr. P. Scheller, Volkswagen AG, Wolfsburg:

Der neue 1,5l EA211 TGI evo – Volkswagen gibt e-gas

The New 1.5l EA211 TGI evo – Volkswagen Steps on the e-Gas

93 - 108

Dipl.-Ing. C. Weber, Dr.-Ing. U. Kramer, Dipl.-Ing. R. Friedfeldt,
 Dr.-Ing. H. Ruhland, Dr.-Ing. F. Krämer, Ford-Werke GmbH, Köln:
**Entwicklung eines speziell für den Betrieb mit Methan ausgelegten
 Verbrennungsmotors**

**Development of a New Combustion Engine Dedicated to
 Methane Operation**

109 - 128

Dipl.-Ing. C. De Marino, Dipl.-Ing. G. Maiorana, Dipl.-Ing. P. Pallotti,
 Dipl.-Ing. S. Quinto, Dipl.-Ing. D. Sacco,
 FCA EMEA Powertrain Engineering, Turin:

Der Global 3 und 4-Zylinder-Turbo Motor:

Die neue FCA-Familie von kleinen High-Tech Benzинmotoren

The Global Small Engine 3 and 4 Cylinder Turbo:

The New FCA's Family of Small High-Tech Gasoline Engines

129 - 166

J. Y. Kim MSc, I. S. Ryu MSc, J. N. Kim PhD, D. H. Han PhD,
 K.-P. Ha PhD, J. Y. Kong MSc, J. D. Rho BSc, I. J. Hwang BSc,
 K. S. Choi MSc, Hyundai Kia Motor Group, Namyang, Korea:

Hyundai-Kia's SmartStream 1.6L DI-Turbo Motor

Hyundai-Kia's SmartStream 1.6L Turbo GDI Engine

167 - 190

Dr. J. Adolf, Dr. C. Balzer, Dr. A. Janssen, Dr. W. Warnecke,
 Shell, Hamburg;

Dr. K. Gruenberg, Dr. M. Klokkenburg, et al., Shell NL;

Dr. A. Mehta, Dr. J. Powell, Shell US; J. Cadu, Shell UK:

Der Weg zu nachhaltigen Kraftstoffen als Basis für

Zero Emission Mobilität – hat PtX eine Chance?

The Route of Sustainable Fuels as the Basis for

Zero Emission Mobility – has PtX a Chance?

Extraheft

Prof. Dr. R. Schlögl, Fritz-Haber-Institut der
 Max-Planck-Gesellschaft (FHI), Berlin; Max-Planck-Institut
 für Chemische Energiekonversion (CEC), Mülheim a. d. Ruhr:

Erneuerbare Energien in der Mobilität: Das Potential

synthetischer Kraftstoffe auf der Basis von CO₂

Renewable Energies in Mobility: The Potential

of Synthetic Fuels Based on CO₂

191 - 201

Dr.-Ing. M. Härtl, A. Stadler MSc, S. Blochum MSc, D. Pélerin MSc, Dipl.-Phys. T. Maier MSc, Dipl.-Phys. V. Berger, Prof. Dr.-Ing. G. Wachtmeister, Technische Universität München; Dr.-Ing. P. Seidenspinner, Dr. T. Wilharm, ASG Analytik Service GmbH, Neusäß; Dr. E. Jacob, Emissionskonzepte Motoren, Krailling: DMC+ als partikelfreier und potenziell nachhaltiger Kraftstoff für DI Ottomotoren DMC+ as Particulate Free and Potentially Sustainable Fuel for DI SI Engines	202 - 229
D. Neumann MSc, Prof. Dr.-Ing. S. Pischinger, M. Zubel MSc, Dipl.-Wirt.-Ing. B. Heuser, K. Thenert MSc, Prof. Dr. rer. nat. W. Leitner, RWTH Aachen University; Dr.-Ing. M. Schönen, Dr.-Ing. J. Schaub, Dipl.-Ing. C. Jörg, FEV Europe GmbH, Aachen: Power-to-Liquids – Kompensation varierender E-Fuel Zusammensetzungen mittels Digital Rate Shaping Power-to-Liquids – Compensation of Varying E-Fuel Compositions via Digital Rate Shaping	230 - 258
Dr. N. Steininger, Dr. D. Savvidis, Europäische Kommission, Brüssel: CO₂ Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen in der EU: Strategien und regulatorische Maßnahmen CO₂ Emissions from Heavy Duty Vehicles in the EU: Strategy & Regulatory Steps	Extraheft
Dr.-Ing. S. Klett, A. Haag MEng, Dipl.-Ing. (FH) P. Eder, ZIEHL-ABEGG Automotive GmbH & Co. KG, Kupferzell; Dipl.-Ing. (FH) A. Angermaier, B. Langer BEng, AVL Software and Functions GmbH, Regensburg: Hocheffizienter elektrischer Antrieb für Nutzfahrzeuge High Performance Electric Drivetrain for Heavy Duty Vehicles	259 - 272
Dipl.-Ing. M. Bahne, U. Frey, GETRAG B.V. & Co. KG, Magna Powertrain, Untergruppenbach / Köln; Dr. G. Schlager, Magna Powertrain, St. Valentin: Beitrag von Getriebetechnologien zur CO₂-Reduzierung – Benchmark und Technologieausblick Transmission Technology Contribution to CO₂ Roadmap – A Benchmark	273 - 290
Dipl.-Ing. M. Sens, Dr.-Ing. E. Binder, Dipl.-Ing. A. Benz, Dr. rer. nat. L. Krämer, Dipl.-Ing. K. Blumenröder, Dipl.-Ing. M. Schultalbers, IAV GmbH, Berlin / Gifhorn: Vorkammerzündung als Schlüsseltechnologie für hocheffiziente Ottomotoren – neue Ansätze und Betriebsstrategien Pre-Chamber Ignition as a Key Technology for Highly Efficient SI Engines – New Approaches and Operation Strategies	291 - 320
Dr. E. Achleitner, Dipl.-Ing. H. Frenzel, Dipl.-Ing. J. Grimm, Dr. O. Maiwald, Dr. G. Rösel, Dipl.-Ing. P. Senft, Dr. H. Zhang, Continental, Regensburg: Systemansatz für ein Fahrzeug mit Benzindirekteinspritzung und Partikel Filter im RDE System Approach for a Vehicle with Gasoline Direct Injection and Particulate Filter for RDE	321 - 336
M. Younkins PhD, J. Serrano PhD, J. Fuerst BSME MBA, S. Carlson BSME, Tula Technology, San Jose, USA; A. Rayl MSEE, GM Global Propulsion Systems, Milford, USA: Dynamic Skip Fire: Technologie für innovative Antriebe Dynamic Skip Fire: Technologies for Innovative Powertrains	Extraheft