

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. 811

40. Internationales Wiener Motorensymposium 15.-17. Mai 2019

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

40th International Vienna Motor Symposium 15-17 May 2019

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

AVL



DRIVING INNOVATION

www.avl.com

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. 811

40. Internationales Wiener Motorensymposium 15.-17. Mai 2019

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

40th International Vienna Motor Symposium 15-17 May 2019

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.)

40. Internationales Wiener Motorensymposium 15.-17. Mai 2019

in zwei Bänden. Band 1: erster Tag; Band 2: zweiter Tag

40th International Vienna Motor Symposium 15-17 May 2019

in two volumes. Volume 1: first day; Volume 2: second day

Fortschr.-Ber. VDI Reihe 12 Nr. 811. Düsseldorf: VDI-Verlag 2019.

825 Seiten, 750 Bilder, 58 Tabellen.

ISBN 978-3-18-381112-0, ISSN 0178-9449, € 220,00/VDI-Mitgliederpreis € 198,00.

Für die Dokumentation: Neue Otto- und Dieselmotoren – Hybrid – Komponenten / Emissionskonzepte – E-Antriebe – Low Emission – Brennstoffzelle – Zukünftige Antriebskonzepte – Kraftstoffe – Innovative Motoren – Nutzfahrzeuge – Autonomes Fahren – Blick in die Zukunft

Dieser zweibändige Bericht macht die Vorträge des 40. Internationalen Wiener Motorensymposiums (15.–17. Mai 2019) einer breiten Öffentlichkeit zugänglich.

Ziel der Wiener Motorensymposien ist es, Themen von besonderer Aktualität auf dem Gebiet der Automobiltechnik mit besonderem Fokus auf die Antriebstechnik zu behandeln. Das Werk befasst sich u. a. mit den oben angeführten Themen. Der USB-Stick enthält die Vorträge sowohl in der Originalsprache (Deutsch oder Englisch) als auch in englischer Übersetzung.

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 – Hybrid – Components / Emission Concepts – Electric Drives – Low Emission – Fuel Cell – Future Powertrain Concepts – Fuels – Innovative Engines – Heavy Duty Vehicles – Autonomous Driving – View to the Future

Abstract: This two-volume report makes the presentations of the 40th International Vienna Motor Symposium (15–17 May 2019) available to a wider audience.

The objective of the Vienna Motor Symposia is to cover current topics of automotive technology, with focus on powertrain engineering. Among others, the work examines the above-mentioned topics. The USB flash drive contains the presentations in their original language, i.e. German or English. In addition, there are English translations of German lectures. 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 2019

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 978-3-18-381112-0

VORWORT

Die beiden vorliegenden Bände geben die Vorträge wieder, die im Rahmen des 40. Internationalen Wiener Motorensymposiums, 15.–17. Mai 2019, gehalten wurden. 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 beigelegten USB-Stick sowohl in der Originalsprache (Deutsch oder Englisch) als auch in englischer Übersetzung 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) 1979–2019, die auch die breitere Öffentlichkeit über die Inhalte der Symposien informieren sollen, finden Sie auf der folgenden Seite.

Das 41. Internationale Wiener Motorensymposium findet vom 22. bis 24. April 2020 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
Ehrevorsitzender des Österreichischen
Vereins für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK)

FOREWORD

These two volumes contain all the lectures given at the 40th International Vienna Motor Symposium, which took place from 15 to 17 May 2019. In these lectures, outstanding automotive engineers presented various aspects of state-of-the-art 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.

All lectures are available in their original language, i.e. German or English on the USB flash drive which is included in the symposium documents. In addition, there are English translations of German lectures. The search function 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).

IV

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 2019. It is intended to provide a broader public visibility with additional information on the topics and subject matter dealt with by these conferences.

The 41st International Vienna Motor Symposium will take place from 22 to 24 April 2020, 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 MOTORENSYMPIEN

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)

„40.Internationales Wiener Motorensymposium“, VDI-Fortschritt Berichte, Reihe 12, Nr.811 (2019)

1. TAGInhaltsverzeichnisSeiten

Dr. Volkmar Denner , Vorsitzender der Geschäftsführung, Robert Bosch GmbH, Stuttgart: Über die Motorhaube hinaus – Mobilität neu denken Beyond the Hood – Rethinking Mobility	Extraheft
Keiji Kaita , Field General Manager, Powertrain Company, Toyota Motor Corporation, Aichi, Japan: Diversifizierte Elektrifizierung – Kernpunkt bei Toyotas Streben in Richtung nachhaltiger Gesellschaft Diversified Electrification – The Key for Toyota's Challenge towards a Sustainable Society	1 - 16
Henrik Green MSc, Senior Vice President, Research & Development, Volvo Car Group, Göteborg; M. Berglund MSc, K. Burgdorff PhD, M. Rothoff MSc, Volvo Cars, Göteborg: Volvo Cars – Attraktive Autos für eine sich wandelnde Gesellschaft Volvo Cars – Attractive Cars for a Changing Society	17 - 25
Dr. Frank Welsch , Mitglied des Markenvorstands Volkswagen, Volkswagen AG, Wolfsburg: ID. Volkswagen – einfach elektrisch ID. Volkswagen – Simply Electric	Extraheft
Dipl.-Ing. K. Blumenröder , Dr. rer. nat. K. Bennewitz , Dr.-Ing. M. Zillmer , A. Mann MSc, T. Voeltz MSc, Dipl.-Ing. (FH) V. Dick , Volkswagen AG, Wolfsburg: Das 48V-Mild-Hybrid-Antriebssystem des Volkswagen Golf: Auslegung und Steuerung The 48V Mild Hybrid Powertrain of the Volkswagen Golf: Design and Control	26 - 48
Dipl.-Ing. T. Gödecke , Dipl.-Ing. F. Ascher , D. Dickgießer MSc, L. Engbroks MSc, T. Schürmann MSc, R. Voigtländer MSc, Daimler AG, Stuttgart: EQ Power Plug-In Hybrid – Elektrifiziert von A bis S EQ Power Plug-In Hybrid – Electrified from A to S	Extraheft
Dipl.-Ing. S. Juraschek , Dr.-Ing. F. Preuss , Dr.-Ing. A. Wilde , Dipl.-Ing. K. Lorenz , BMW Group, München: BMW Group boostet die Elektromobilität. Breites Plug-in Hybrid Portfolio zur Erfüllung von Kundenerwartungen. BMW Group Boosts Electromobility. Wide Plug-in Hybrid Portfolio to Meet Customers' Expectations.	49 - 63
Dipl.-Ing. T. Wasserbäch , Dipl.-Ing. T. Brandl , Dipl.-Ing. (FH) M. Wessels , Dr.-Ing. M. Martiny , Dr.-Ing. R. Schmidt , Dr.-Ing. A. Kulzer , Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach: Die 6-Zylinder BoxerMotoren im neuen Porsche 911 The 6-Cylinder Boxer Engines in the New Porsche 911	64 - 84

- Dr. R. Osborne, A. Lane, Ricardo, Shoreham-by-Sea;
N. Turner, Dr. L. McWilliam, Dr. N. Hinton, M. McAllister, J. Geddes,
Jaguar Land Rover, Coventry;
Dr. J. Gidney, Dr. J. Cleeton, Johnson Matthey, Royston;
Dr. P. Atkins, Prof. R. Morgan, Universität Brighton:
**Ein Mager-Benzinmotor der neuen Generation für
reduzierte CO₂-Emissionen in einer elektrifizierten Welt
A New-Generation Lean Gasoline Engine for Reduced CO₂ in
an Electrified World** 85 - 107
- B. Lehman, K. Luchansky, C. Mariott, S. Shin,
General Motors, Pontiac, USA:
**Der neue 2.7L Turbomotor von General Motors
The New 2.7L Turbo Engine from General Motors** 108 - 130
- Dr. M. Alt, Dr. N. Fuhrmann, Dipl.-Ing. O. Böpple, Dipl.-Ing. L. Cloos,
Opel Automobile GmbH, Rüsselsheim;
P. Souhaite, Groupe PSA, Poissy:
**Elektrifizierte Verbrennungsmotoren für Volumenhersteller
The Road to Mainstream Availability of Electrified Combustion Engines** 131 - 149
- Dr. techn. W. F. Piock, Dr.-Ing. G. Hoffmann, J. G. Spakowski MSc,
Dr. G. Dober, Dipl.-Ing. B. Gomot, Dr. rer. nat. H. Hülser,
Delphi Technologies, Bascharage:
**Das neue GDi-System von Delphi Technologies –
verbesserte Emissionen und Effizienz mit höherem Druck
Delphi Technologies Next Generation GDi-System –
Improved Emissions and Efficiency with Higher Pressure** 150 - 171
- Dr.-Ing. A. Kufferath, Dipl.-Ing. D. Naber, Dr.-Ing. M. Krüger,
Robert Bosch GmbH, Stuttgart;
Ao. Univ.-Prof. Dr. S. Hausberger, Dipl.-Ing. S. Lipp, Technische Universität Graz;
Dipl.-Ing. H. Steven, HS Data Analysis and Consultancy, Heinsberg:
**EU6d – Analyse der Randbedingungen und Ableitung der Emissions-
auswirkungen am Beispiel des weiterentwickelten Diesel Powertrain
EU6d – Analysis of Boundary Conditions and Evaluation of the Impact
on Emissions Using the Example of the Advanced Diesel Powertrain** 172 - 197
- Dr. J. Demuyne, C. Favre MSc, D. Bosteels MSc MBA, AECC, Brüssel;
G. Randshofer, IPA, München; Dr.-Ing. F. Bunar, Dipl.-Ing. J. Spitta,
Dipl.-Ing. O. Friedrichs, A. Kuhr MEng, Dr.-Ing. M. Brauer, IAV GmbH, Berlin:
**Reduzierung von NO_x-Emissionen im realen Stadt- und
Autobahnfahrbetrieb mit optimiertem Dieselantrieb
Integrated Diesel System Achieving Ultra-Low Urban and Motorway
NO_x Emissions on the Road** 198 - 217
- Dipl.-Ing. Dr. R. Aufischer, Dr. B. Esmael, Dipl.-Ing. G. Hager,
Dipl.-Ing. K. Hamdard, Dipl.-Ing. S. Schallmeiner,
Miba Bearing Group, Miba Gleitlager Austria GmbH, Laakirchen;
Dipl.-Ing. T. Breiteneder, Technische Universität Graz;
Dipl.-Ing. (FH) Dr. G. Taucher, Dipl.-Ing. J. Vystejn,
Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. A. Wimmer, LEC GmbH, Graz:
**Intelligente Gleitlager in der Motorenentwicklung und Validierung
Intelligent Bearings for Engine Development and Validation** 218 - 230

- Dipl.-Ing. R. **Brück**, Dipl.-Ing. T. **Härig**, Continental Emitec GmbH, Lohmar;
 Dr.-Ing. J. **Ehrhard**, S. **Slavic** MSc, Continental AG, Regensburg:
**Turboladerkatalysator: Innovative Kombination von Turbolader
 und Katalysatortechnologie**
**Turbocharger Catalytic Converter: Innovative Combination of
 Turbocharger and Catalytic Converter Technology** 231 - 246
- R. **Williams**, Shell, London; J. **Andersson**, Ricardo UK, Shoreham-by-Sea;
 Dr. H. **Hamje**, Concawe, Brüssel; P. **Ziman**, PHS Consulting, Chester;
 Dr. K. **Kar**, ExxonMobil, Paulsboro, USA; C. **Fittavolini**, L. **Pellegrini**,
 Eni, San Donato Milanese; Dr. G. **Gunter**, Phillips 66, Bartlesville, USA;
 Dr. F. **Oliva**, Repsol, Madrid; Dr. J. **Rogerson**, INCIBI Ltd., Oxford:
**Emissionsverhalten von Euro 6b bis Euro 6d-TEMP Diesel-Pkw
 innerhalb und außerhalb der RDE-Bedingungen**
**Emissions Control Performance of Euro 6b to Euro 6d-TEMP Diesel Cars
 within and outside of RDE Conditions** 247 - 264
- M. **Tobin**, M. **Robinson**, S. **Hawkins**, S. **Tarnowsky**,
 General Motors Company, Detroit, USA:
Praxiserfahrungen im Fahreinsatz und Ladeverhalten von GM-Elektrofahrzeugen
Real World Customer Driving and Charging Behavior
with GM Electric Vehicles 265 - 278
- Dipl.-Ing. K. **Blumenröder**, Dr. rer. nat. K. **Bennewitz**, Dipl.-Ing. P. **Lück**,
 Dr.-Ing. J. **Tousen**, Dr.-Ing. M. **Estorf**, Volkswagen AG, Wolfsburg:
Der neue Modulare E-Antriebs-Baukasten von Volkswagen
Volkswagen's New Modular e-drive Kit 279 - 295
- J. **Schenk**, et al, Daimler AG, Stuttgart:
Mercedes Going Electric – Am Beispiel EQC
Mercedes Going Electric – The Example of EQC Extraheft
- Dr. W. **Tober**, Dipl.-Ing. T. **Bruckmüller**, Dipl.-Ing. D. **Fasthuber**,
 Technische Universität Wien:
**Die Folgen des Ausbaus der Ladeinfrastruktur für batterieelektrische
 Fahrzeuge auf die Energieversorgung bis 2030 am Beispiel Österreichs**
**The Consequences of the Expansion of Charging Infrastructure for
 Battery Electric Vehicles to the Energy Supply by 2030 Using
 the Example of Austria** 296 - 315
- Dipl.-Ing. J. **Rechberger**, Dipl.-Ing. M. **Brendel**, Dipl.-Wirt.Ing. F. **Berg**,
 J. **Rubio** PEng, AVL List GmbH, Graz:
**Herausforderungen in der Entwicklung von Brennstoffzellensystemen
 und Stacks**
Challenges in the Development of Fuel Cell Systems and Stacks 316 - 325
- Prof. Dr. rer. nat. C. **Mohr dieck**, Dipl.-Ing. M. **Handgrätinger**, Dipl.-Ing. G. **Hornburg**,
 Daimler-Konzern, Mercedes-Benz Fuel Cell GmbH, Kirchheim unter Teck/Nabern:
**Modulare Brennstoffzellenaggregate für Pkw und Nfz
 sowie stationäre Anwendungen**
**Modular Fuel Cell Engines for Passenger and Commercial Vehicles
 as well as for Stationary Applications** Extraheft
- W. H. **Pettit** BS, D. A. **Masten** PhD, C. E. **Freese** V. MS, M. **Bork** MS,
 M. M. **Mann** MS, General Motors Company, Pontiac, USA:
Antriebssysteme für Brennstoffzellen und Batterien – eine Abwägung
Fuel Cell and Battery Propulsion System – the Balance 326 - 349