

Die Zukunft des Verbrennungsmotors /

Bewertung der dieselmotorischen Situation

Die Diskussion des letzten Jahres mit einer ausgeprägten und teilweise berechtigten Kritik am dieselmotorischen Antrieb entwickelte eine Eigendynamik bis hin zu einer generellen Verbotsdiskussion von Verbrennungskraftmaschinen in Kraftfahrzeugen.

Die Wissenschaftliche Gesellschaft für Kraftfahrzeug- und Motorentechnik WKM verfolgt diese Entwicklung mit großer Sorge. Insbesondere bewertet die WKM die Entwicklung kritisch, dass anstelle einer nüchternen, faktenbasierten Information eine überwiegend voreingenommene und sehr emotionale Berichterstattung zu beobachten ist.

Aus diesem Grund hat die WKM drei Kernaussagen zu diesen Vorkommnissen und zur Zukunft des Verbrennungsmotors verfasst, die auf der Basis des wissenschaftlichen Kenntnisstandes formuliert wurden. Weiterführende Erläuterungen finden sich im Nachgang.

- a. Der Verbrennungsmotor war und ist Motor der Mobilität, des Güterverkehrs und der mobilen Arbeitsmaschinen. Diese Rolle wird durch elektrische Antriebe ergänzt, jedoch nicht ersetzt. Eine technologieoffene Weiterentwicklung von Antriebssystemen ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Klimapolitik in einer prosperierenden Gesellschaft. Verbote bewirken das Gegenteil. [siehe auch Erläuterungen 1 und 2]
- b. Aufgrund sehr geringer verbrennungsmotorischer Beiträge wird das Thema Emissionen und vor allem Immissionen in Zukunft kein Argument gegen den Diesel- oder Benzinmotor sein! Bereits der heutige Technologiestand stellt sicher, dass Immissionsgrenzwerte ausnahmslos eingehalten werden können. Rückblickend festgestellte Schwachstellen sind nicht mehr zukunftsrelevant. Auf Basis intensiver Forschung sind vollständig umweltneutrale verbrennungsmotorische Antriebe darstellbar. [siehe auch Erläuterungen 3 bis 7]
- c. Der besondere Vorteil des Verbrennungsmotors liegt in der effizienten und flexiblen Nutzung von Kraftstoffen mit hoher Energiedichte und exzellenten Lagerungs- und Verteilungsmöglichkeiten. Mit dieser grundsätzlichen Eigenschaft hat sich der Verbrennungsmotor ständig neu erfunden und ermöglicht bei Betrachtung des Gesamtsystems niedrigere CO₂-Emissionen als alternative Technologien. Das Potenzial, auch nicht-fossile und damit CO₂-neutrale Kraftstoffe flexibel nutzen zu können, ist ein weiterer Garant für eine langfristige, nachhaltige Zukunftstechnologie. [siehe auch Erläuterungen 7 bis 10]

Weiterführende Erläuterungen

- 1.) Die WKM verurteilt jegliche Form technischer Manipulationen, beispielsweise den Einsatz einer Zykluserkennung zur Einstellung spezieller, im Realbetrieb nicht aktiver Emissionsminderungsmaßnahmen ohne physikalische Notwendigkeit.
- 2.) Die WKM befürwortet mit Nachdruck die beschlossene Einführung der neuen Real-Driving-Emission RDE-Gesetzgebung in Europa, da mit dieser Gesetzgebung (beginnend in Europa im September 2017 mit EURO6d_{temp} für Neuzertifizierungen) klar definierte gesetzliche Vorgaben vorliegen. Die RDE-Gesetzgebung ist eine große Chance, um das verlorene Vertrauen wieder herzustellen.
- 3.) Die Behebung der Stickoxidthematik war jahrzehntelang ein Problem der dieselmotorischen Entwicklung. Hunderte von Forschungsprojekten sind mit dem Ziel bearbeitet worden, die Bildung von Stickstoffoxiden (NO_x) im Einzelnen zu verstehen und die NO_x-Emission zu reduzieren. Als Ergebnis dieser Arbeiten kann das NO_x-Emissionsproblem als technisch gelöst betrachtet werden.
- 4.) Die Entwicklung von PKW-Dieselmotoren fokussierte auf die Erfüllung der Vorschriften im Betriebsbereich des Zertifizierungszyklus NEFZ (neuer europäischer Fahrzyklus). Diese Diskrepanz zwischen Zertifizierungsgrenzwert und Realemission ist seit 20 Jahren öffentlich bekannt und dokumentiert und wird mit der RDE-Gesetzgebung verschwinden.
- 5.) Entscheidender Technologiebaustein bei der neuesten Fahrzeuggeneration, welche bereits heute die RDE-Gesetzgebung erfüllt, ist eine motornahe Stickoxidabgasnachbehandlung. Zahlreiche Messungen an Fahrzeugen untermauern niedrige NO_x-Emissionsniveaus.
- 6.) Der Beitrag modernster Dieselfahrzeuge, die die neue RDE-Norm erfüllen, ist im Jahresmittelwert immissionsseitig nur noch an hochbelasteten Straßen überhaupt wahrnehmbar und wird sich dort in der Größenordnung von wenigen Prozent des NO₂-Immissionsgrenzwertes bewegen.
- 7.) Die WKM kritisiert, dass in der öffentlichen Berichterstattung zahlreiche inhaltlich falsche oder unangemessen wertende Aussagen wiederholt getätigt wurden. Der Dieselmotor ist beispielsweise nicht Verursacher der Feinstaubthematik, er trägt nur zu wenigen Prozent bei rückläufiger Tendenz dazu bei. Der Beitrag von Ottomotoren ist ebenfalls sehr gering und wird mit Einführung der RDE-Gesetzgebung und einem Partikelfilter nochmals geringer. Die NO₂-Immissionsbelastung ist seit über zehn Jahren im gesamten Land rückläufig.
- 8.) Die WKM sieht mit großer Sorge den Diskussionstrend zum Verbot des Verbrennungsmotors. Ein Verbot des Verbrennungsmotors z.B. im Jahr 2030 hat nachteilige Auswirkungen auf die Bekämpfung des Klimawandels. Die WKM plädiert für eine ganzheitliche und ehrliche Betrachtung von CO₂-Emissionen für die Bereitstellung von Energie und die Produktion und Entsorgung von Antriebssystemen.
- 9.) Alternative synthetische und biogene Kraftstoffe müssen ein wichtiger Baustein zur weiteren CO₂-Reduzierung sein. Die unter Nutzung von regenerativer elektrischer Energie gegebene Nachhaltigkeit ist entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende. Der Verbrennungsmotor ist ideal geeignet, diesen Weg zu unterstützen.
- 10.) Die WKM plädiert für einen Wettbewerb von Antriebskonzepten, der das Ziel verfolgt, die Emissionen auf das Maß zu senken, das durch die Belastung der angesaugten Luft vorgegeben wird („pragmatisch Null“). Nach allen Vorhersagen werden im Jahr 2030 mehr Verbrennungsmotoren weltweit gebaut werden als heute, weshalb eine intensive Forschung und Weiterentwicklung und ein Hochhalten der Technologieführerschaft sinnvoll ist. Die WKM prognostiziert eine sehr lange andauernde Notwendigkeit verbrennungsmotorischer Antriebe, insbesondere auch des Dieselmotors.

Quellenverweise

Zu 1.)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Bericht der Untersuchungskommission „Volkswagen“ - Untersuchungen und verwaltungsrechtliche Maßnahmen zu Volkswagen, Ergebnisse der Felduntersuchung des Kraftfahrt-Bundesamtes zu unzulässigen Abschaltvorrichtungen bei Dieselfahrzeugen und Schlussfolgerungen; Untersuchungskommission; April 2016

Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des europäischen Parlaments und des Rates: Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge; Stand 20. Juni 2007

Koch, T.: Evaluation of NO_x-formation of modern Diesel Engines, current Legislation and Emission Impact on Environment and Human Health; SIA Conference; Rouen 2016

Zu 2.)

Hausberger, S.; Matzer, C.: Development of emission factors for EURO 4, EURO 5 and EURO 6 Diesel passenger cars for the HBEFA Version 3.3; May 2017

European Commission: Commission Regulation (EU) 2017/xxx and Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council as regards real-driving emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 6); Brussels 2016, Ref. Ares(2016)6339064 - 09/11/2016

Schmidt, H.: Worldwide Harmonized Light-Vehicles Test Procedure (WLTP) und Real Driving Emissions (RDE) – aktueller Stand der Diskussion und erste Messergebnisse; Springer Fachmedien; Wiesbaden, 2015

Zu 3.)

Dubbe, H.; Schütz, J.; Deutschmann, O.; Nieken, U.: De- und Reaktivierungsverhalten von Pt/Pd-Dieseloxydationskatalysatoren; In Motortechnische Zeitschrift, MTZ; Juni 2017

Sharp, C.; Webb, C.; Yoon, S.; Carter, M. et al.: Achieving Ultra Low NO_x Emissions Levels with a 2017 Heavy-Duty On-Highway TC Diesel Engine - Comparison of Advanced Technology Approaches; SAE Int. J. Engines 10(4):2017, doi:10.4271/2017-01-0956

Sharp, C.; Webb, C.; Neely, G.; Sarlashkar, J. et al.: Achieving Ultra Low NO_x Emissions Levels with a 2017 Heavy-Duty On-Highway TC Diesel Engine and an Advanced Technology Emissions System - NO_x Management Strategies; SAE Int. J. Engines 10(4):2017, doi:10.4271/2017-01-0958.

Scholl, F.; Gerisch, P.; Neher, D.; Kettner, M. et al.: Development of a NO_x Storage-Reduction Catalyst Based Min-NO_x Strategy for Small-Scale NG-Fueled Gas Engines; SAE Int. J. Fuels Lubr. 9(3):734-749, 2016, doi:10.4271/2016-32-0072

Binde, A.; Busch, S.; Velji, A.; Wagner, U.: Soot and NO_x Reduction by Spatially Separated Pilot Injection; SAE Int. J. Engines 5(3):1242-1259, 2012, doi:10.4271/2012-01-1159.

IDSC; IET; LAV; MAVT; ETH Zürich; Daimler AG: Steuer- und Regelkonzepte für Dieselmotoren mit virtuellen NO_x- und PM-Sensoren; In Motortechnische Zeitschrift, MTZ; November 2016

Iwasaki, M.; Shinjoh, H.: A comparative study of “standard”, “fast” and “NO₂” SCR reactions over Fe/zeolite catalyst; Japan, 2010

Koebel, M.; Madia, G., Elsener, M.: Selective catalytic reduction of NO and NO₂ at low temperatures; Villigen, 2002

Bitto, R.; Fischer, S.; Weissel, W.; Keppeler, B.; Beckmann, T.: Weiterentwicklung von PKW-SCR-Systemen mit Hilfe von Motorprüfstandsuntersuchungen und CFD-Simulationsrechnungen; 19. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik 2010

Weissel, W.; Geringer, B.; Grißtede, I.; Bremm, S.: Herausforderung an zukünftige Konzepte zur Abgasnachbehandlung bei Pkw-Dieselmotoren; 8. FAD Konferenz Dresden; November 2010

Geringer, B.; Tober, W.; Rosenitsch, R.: Entwicklung der NOx- und Feinstaub-Abgasemissionen stationärer und mobiler Quellen in Deutschland; 1. Andechser Umweltsymposium, München; Oktober 2006

Echtle, H.; Schöffel, S.; Wenninger, G.; Fischer, S.; Lauer, T.; Möltner, L.: Optimierung der selektiven katalytischen Reduktion mittels numerischer Methoden; In Motortechnische Zeitschrift, MTZ; 2010

Lauer, T.; Fischer, S.; Forsthuber, F.: Simulation der Ammoniakaufbereitung und Stickoxidkonversion in SCR-Systemen; In Motortechnische Zeitschrift, MTZ; 2013

Zöchbauer, M.; Lauer, T.; Krenn, C.; Hofer, G.: CFD-Simulation and Validation of the Ammonia Homogenisation in SCR Systems / CFD-Simulation und Validierung der Ammoniakaufbereitung in SCR Systemen; 9. Internationales Forum Abgas- und Partikelemission; Ludwigsburg, 2016

Zu 4.)

Koch, T.: Gutachten für den 5. Untersuchungsausschuss der 18. Wahlperiode des deutschen Bundestags; 2016

Friedrich, A.: NOx- und CO2-Messungen an Euro6 Diesel-Pkw im realen Fahrbetrieb; Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH); 2017

Rexeis, M.; Hausberger S.; Kühlwein J.; Luz, R.: HBEFA 3.2: Update of Emission Factors for EURO 5 and EURO 6 vehicles for the HBEFA Version 3.2 (TU Graz); 2013.

Keller, M.; Hausberger, S.; Matzer, C.; Wüthrich, Ph.; Notter, B.: Update of NOx emission factors of diesel passenger cars; HBEFA Version 3.3; April 2017

Zu 5.)

Lückert, P.; Arndt, S.; Duvinage, F.; Kemmner, M. et al.: OM 656 – Die neue 6-Zylinder Diesel-Spitzenmotorisierung von Mercedes Benz; 38. Internationales Wiener Motorensymposium 2017

Weißbäck, M.; Dreisbach, R.; Enzi, B.; Grubmüller, M. et al.: Diesel – Quo Vadis; 38. Internationales Wiener Motorensymposium 2017

Steinparzer, F.; Nefischer, P.; Stütz, W.; Hiemesch, D.; Kaufmann, M.: Die neue BMW Sechszylinder Spitzenmotorisierung mit innovativem Aufladekonzept; 37. Internationales Wiener Motorensymposium 2016

Lahousse, C.; Baron, J.; Wörz, A.; Hoyer, R.; Grisstede, I.: Optimized NOx trap for combination with an active SCR application; Umicore AG & Co. KG; SIA Powertrain Rouen, 2016

Heiduk, T.; Weiß, T.; Fröhlich, A. et al.: Der neue V8-TDI von Audi; 37. Internationales Wiener Motorensymposium 2016

Bernet, P.; Gaiffas, E.; Lehongre, C.; Castagné, M. et al.: An overall approach for mild hybrid Diesel powertrain for LCV fuel consumption reduction; SIA Powertrain Rouen, 2016

Seo, J.-M. et al.: Fulfilment of most stringent EU emission limits by combining NOx storage catalyst and SCR system in the Diesel passenger car; 24th Aachen Colloquium Automobile and Engine Technology 2015

Pellmann, E.; Holle, M.: Messbericht über die Prüfung eines Fahrzeuges hinsichtlich der Emissionen während realer Straßenfahrten; DEKRA Automobil GmbH; Klettwitz, 2016

Zu 6.)

Toenges-Schuller, N.; Schneider, Chr.; Niederau, A.; Vogt, R.; Hausberger, S.: Modelling the effect on air quality of Euro 6 emission factor scenarios; Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, 2016

Kufferath, A.; Krüger, M.; Naber, D.; Maier, R.; Hammer, J.: Verbrauch im Einklang mit Realemissionen - Die Zukunft für den Diesel Pkw; 38. Internationales Wiener Motorensymposium 2017

Koch, T.: Luftqualität heute: Der Beitrag der Autoindustrie?; 58. Kongress der deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V.; Stuttgart, März 2017

Notheis, D.; Toedter, O.; Koch, T.: Der Einfluss des Dieselmotors auf die Luftqualität; Fachzeitschrift Erdöl, Erdgas, Kohle; 2017

Zu 7.)

Umweltbundesamt (UBA): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 – 2015; Dessau, 2017

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW): PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel-Pkw, auf Streckenführungen in Stuttgart und München sowie auf Außerortsstrecken; Karlsruhe, 2015

Geringer, B.; Weissel, W.; Reischl, G.; Wopelka, T.: Charakterisierung der Partikelemissionen bei ottomotorischen Brennverfahren; 13. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik 2004

Tober, W.: Entwicklung der Schadstoff- und CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs in Österreich und Deutschland bis 2030 und Ableitung des Handlungsbedarfs; Dissertation TU Wien, 2012

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20249/>; Zugriff am 23.06.2017

Zu 8.)

Mönch, L.: Regenerative Energieversorgung des Verkehrs – Möglich? ; 4. Internationaler Motorenkongress 2017

Teufel, D.; Arnold, S. et al.: Ökologische Folgen von Elektroautos; Umwelt- und Prognose-Institut e.V.; Heidelberg, 2015

Lohbeck, W.: E-Mobilität und Klimaschutz – Position zu Elektroantrieb im PKW; Greenpeace; Hamburg, 2009

Tober, W.: Praxisbericht Elektromobilität und Verbrennungsmotor [Analyse elektrifizierter Pkw-Antriebskonzepte]; Springer Vieweg; Wiesbaden, 2016

Zu 9.)

Leonhard, R.: Wege zur CO₂-freien Mobilität; 9. internationales Forum Abgas- und Partikelemissionen; Ludwigsburg, 2016

Schlögl, R.: Sustainable Energy Systems - The Strategic Role of Chemical Energy Conversion; In Topics in Catalysis; 2016

Zubel, M. et al.: Advanced Fuel Formulation Approach using Blends of Paraffinic and Oxygenated Biofuels: Analysis of Emission Reduction Potential in a High Efficiency Diesel Combustion System; SAE Int. J. Fuels Lubr. / Volume 9, Issue 3; November 2016

Feiling, A.; Münz, M.; Beidl, C.: Potenzial des synthetischen Kraftstoffs OME1b für den rußfreien Dieselmotor; In Motortechnische Zeitschrift, MTZ extra; Februar 2016

Weissel, W.; Geringer, B.; Rosenitsch, R.; Bauer, C.: PKW-Flottentest für Pflanzenöl sowie begleitende wissenschaftliche Untersuchungen; Landwirtschaftskammer Niederösterreich - Pflanzenöltagung; St. Pölten, 2008

Pflaum, H.; Geringer, B.; Hofmann, P.; Weissel, W.: Potential of Hydrogenated Vegetable Oil (HVO) in a Modern Diesel Engine; 2010 Small Engine Technology Conference; Linz, September 2010

Schmidt, P.; Zittel, W.; Weindorf, W.; Raksha, T.: Renewables in Transport 2050 empowering a sustainable mobility future with zero emission fuels from renewable electricity – Europe and Germany; FVV-research association for combustion engines; January 2016.

Zu 10.)

Härtl, M.; Gaukel, K.; Pélerin, D.; Wachtmeister, G.; Jacob, E.: Oxymethylenether als potenziell CO₂-neutraler Kraftstoff für saubere Dieselmotoren. Teil 1: Motorenuntersuchungen; In Motortechnische Zeitschrift, MTZ; 2017

Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S. et al.: Emissionstrends 1990–2014, Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich; Umweltbundesamt GmbH; Wien, 2016

Jacob, E.; Maus, W.: Oxymethylenether als potenziell CO₂-neutraler Kraftstoff für saubere Dieselmotoren. Teil 2: Erfüllung des Nachhaltigkeitsanspruchs; In Motortechnische Zeitschrift, MTZ; März 2017

Damyanov, A.; Hofmann, P.; Derntl, M.; Schüßler, M.; Pichler, T.; Schwaiger, N.: Einsatz von biogenen sauerstoffhaltigen Kraftstoffen in einem Dieselmotor; 38. Internationales Wiener Motorensymposium 2017

Herausgegeben wird dieses Positionspapier der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Kraftfahrzeug- und Motorentechnik e.V. (WKM) vom geschäftsführenden Vorstand im Juni 2017:

Vorsitzender des Vorstandes



Univ.-Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Fahrzeugtechnik
Otto-Berndt-Straße 2
64287 **Darmstadt**

Stellvertretender Vorstand



Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Wiedemann
Universität Stuttgart
Institut für Verbrennungsmotoren und
Kraftfahrwesen (IVK)
Lehrstuhl Kraftfahrwesen
Pfaffenwaldring 12
70569 **Stuttgart**

Schatzmeister des Vorstandes



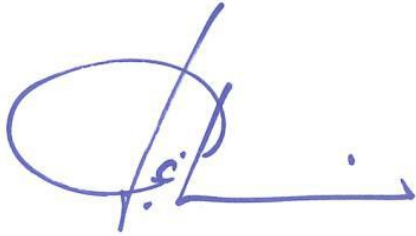
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. F. Gauterin
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Fahrzeugsystemtechnik
Rintheimer Querallee 2
Gebäude 70.04
76131 **Karlsruhe**

Schriftführer des Vorstandes



Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Rottengruber
Institut für Mobile Systeme
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
Postfach 4120
39016 **Magdeburg**

Für den fachlichen Inhalt dieses Positionspapiers zeichnen nachfolgende Mitglieder der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Kraftfahrzeug- und Motorentechnik e.V. verantwortlich:



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
Leiter des Institutes
Institut für Kraftfahrzeuge
RWTH Aachen Universität
Steinbachstraße 7
52074 **Aachen**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger
Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen
RWTH Aachen Universität
Forckenbeckstraße 4
52074 **Aachen**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Roland Baar
Technische Universität Berlin
Institut für Land- und Seeverkehr
Fachgebiet Verbrennungskraftmaschinen
Sekretariat CAR-B 1
Carnotstr. 1 A
10587 **Berlin**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eilts
Institutsleitung
Institut für Verbrennungskraftmaschinen
Hermann-Blenk-Straße 42
38108 **Braunschweig**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl-Ludwig Krieger
Universität Bremen
Fachbereich 1 - Elektro- und
Informationstechnik
ITEM - Elektronische Fahrzeugsysteme
Otto-Hahn-Allee
28359 **Bremen**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. techn. Christian Beidl
Technische Universität Darmstadt
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und
Fahrzeugantriebe
Otto-Berndt-Straße 2
64287 **Darmstadt**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günther Prokop
Technische Universität Dresden
Institut für Automobiltechnik Dresden-IAD
Lehrstuhl Kraftfahrzeugtechnik
Jante-Bau, 1. OG Zi 21
George-Bähr-Straße 1c
01069 **Dresden**



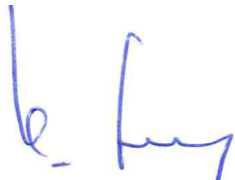
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Helmut Eichlseder
Institut für Verbrennungskraftmaschinen
und Thermodynamik
Inffeldgasse 19
8010 **Graz**



Univ.- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Thiemann
Helmut-Schmidt-Universität/
Universität der Bundeswehr Hamburg
Institut für Fahrzeugtechnik und
Antriebssystemtechnik (IFAS)
Holstenhofweg 85
22043 **Hamburg**



Univ.-Prof. Dr. Friedrich Dinkelacker
Leibniz Universität Hannover
Institut für Technische Verbrennung
Welfengarten 1A
30167 **Hannover**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Augsburg
Technische Universität Ilmenau
Prorektor für Wissenschaft
Leiter Fachgebiet Kraftfahrzeugtechnik
Komm. Leiter Fachgebiet Energieeffiziente
Fahrzeugantriebe
Ehrenbergstraße 15
98693 **Ilmenau**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Günthner
Technische Universität Kaiserslautern
Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik
Fachbereich Maschinenbau und
Verfahrenstechnik
Gottlieb-Daimler-Str. 44/568
67663 **Kaiserslautern**



Univ.-Prof. Dr. sc. techn. Thomas Koch
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Kolbenmaschinen
Rintheimer Querallee 2
76131 **Karlsruhe**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Georg Wachtmeister
Technische Universität München
Fakultät für Maschinenwesen
Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen
Schragenhofstraße 31
80992 **München**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bert Buchholz
Universität Rostock
Fakultät für Maschinenbau und
Schiffstechnik
Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und
Verbrennungsmotoren
Albert-Einstein-Straße 2
18059 **Rostock**



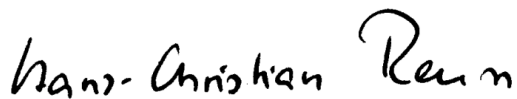
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Steinberg
Lehrstuhl Fahrzeugtechnik und -antriebe
Brandenburgische Technische Universität
Cottbus-Senftenberg
Universitätsplatz 1
01968 **Senftenberg**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Xiangfan Fang
Lehrstuhl für Fahrzeugleichtbau
Universität Siegen
Breite Straße 11
57076 **Siegen**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Bargende
Institut für Verbrennungsmotoren
und Kraftfahrwesen (IVK)
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 12
70569 **Stuttgart**



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuss
Institut für Verbrennungsmotoren
und Kraftfahrwesen (IVK)
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 12
70569 **Stuttgart**



Univ.-Prof. Dr. techn. Bernhard Geringer
Institut für Fahrzeugantriebe
und Automobiltechnik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9
1060 **Wien, Austria**



Prof. Dr. sc. techn.
Konstantinos Boulouchos
Laboratorium für Aerothermochemie und
Verbrennungssysteme
Institut für Energietechnik
ETH Zürich
8092 **Zürich**, Schweiz