

# 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen als alternative Technologien. Das Potenzial, auch nicht-fossile und damit CO<sub>2</sub>-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<sub>temp</sub> 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<sub>x</sub>) im Einzelnen zu verstehen und die NO<sub>x</sub>-Emission zu reduzieren. Als Ergebnis dieser Arbeiten kann das NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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 NO<sub>2</sub>-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 NO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 NOX-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 NOX 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 NOX Emissions Levels with a 2017 Heavy-Duty On-Highway TC Diesel Engine and an Advanced Technology Emissions System - NOx 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 NOx Storage-Reduction Catalyst Based Min-NOx 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 NOx 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 NOx- 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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



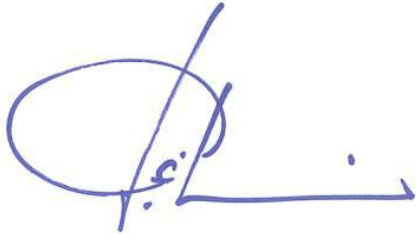
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. F. Gauterin  
Karlsruher Institut für Technologie  
Institut für Fahrzeugsystemtechnik  
Rintheimer Querallee 2  
Gebäude 70.04  
76131 **Karlsruhe**

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**



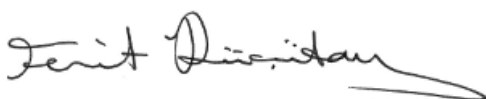
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger  
Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen  
RWTH Aachen Universität  
Forckenbeckstraße 4  
52074 **Aachen**



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. Ferit Küçükay  
Leiter des Instituts  
Institut für Fahrzeugtechnik  
Technische Universität Braunschweig  
Hans-Sommer-Str. 4  
38106 **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. Bernard Bäker  
Technische Universität Dresden  
Dekan Fakultät Verkehrswissenschaften  
Institut für Automobiltechnik Dresden – IAD  
Lehrstuhl Fahrzeugmechatronik  
George-Bähr-Straße 1c  
01062 **Dresden**

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 Eichseder  
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**



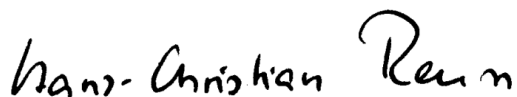
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Steinberg  
Lehrstuhl Fahrzeugtechnik und -antriebe  
Brandenburgische Technische Universität  
Cottbus-Senftenberg  
Universitätsplatz 1  
01968 **Senftenberg**



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**

*K. Boulouchos*

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