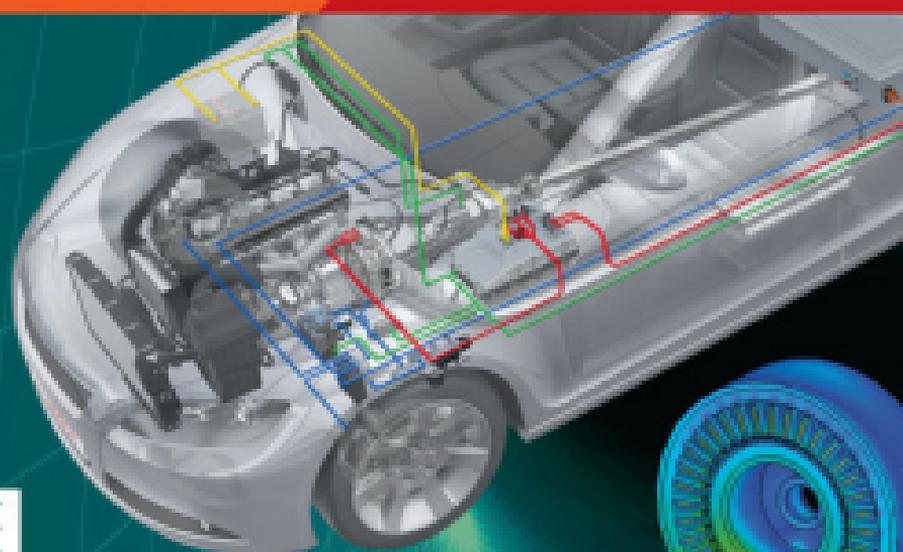


Hans-Hermann Braess | Ulrich Seiffert (Hrsg.)

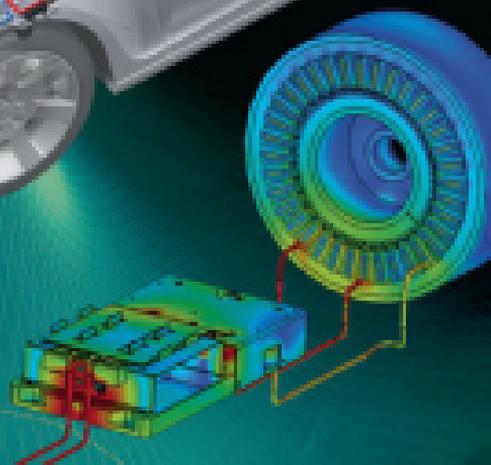
# Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik

6. Auflage

**ATZ**



VIEWEG +  
TEUBNER



Hans-Hermann Braess | Ulrich Seiffert (Hrsg.)

Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik

Hans-Hermann Braess | Ulrich Seiffert (Hrsg.)

# Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik

6., aktualisierte und erweiterte Auflage

Mit 1214 Abbildungen und 122 Tabellen

ATZ/MTZ-Fachbuch



**VIEWEG+**  
**TEUBNER**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über  
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

Die Abbildungen zur Gestaltung des Umschlags wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:  
AVL-Trimerics, Hauptsitz Filderstadt (Simulation)  
Bosch (Foto)

1. Auflage 2000
2. Auflage 2001
- 3., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage 2003
- 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2005
- 5., überarbeitete und erweiterte Auflage 2007
- 6., aktualisierte und erweiterte Auflage 2011

Alle Rechte vorbehalten

© Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2011

Lektorat: Ewald Schmitt | Elisabeth Lange

Vieweg+Teubner Verlag ist eine Marke von Springer Fachmedien.

Springer Fachmedien ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.

[www.viewegteubner.de](http://www.viewegteubner.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg

Satz: Druckhaus Thomas Müntzer, Bad Langensalza

Bilder: Graphik & Text Studio, Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing

Druck und buchbinderische Verarbeitung: AZ Druck und Datentechnik, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-1011-3

# Vorwort

---

Diese Neuauflage des Handbuches Kraftfahrzeugtechnik ist der Nachfolger des über viele Jahrzehnte herausgegebenen Taschenbuches der Professoren Heinrich Buschmann und Paul Koeßler. Dessen Erstausgabe erschien im Jahre 1940. Professor Koeßler gab im Jahre 1973 die achte und damit letzte Auflage heraus. Fahrzeugingenieure benutzen noch heute die in diesem Buch dargestellten Grundlagen für ihre Arbeit. Wir haben es deshalb als besondere Herausforderung empfunden, an der vollständigen Neufassung dieses für Lehre, Forschung und Praxis wichtigen Werkes als Herausgeber und Autoren mitwirken zu können. Das vorliegende Buch beschreibt in umfassender Weise die faszinierende Welt des Automobils und seiner Entwicklung. Mehr als 100 namhafte Persönlichkeiten der Automobil- und Zulieferindustrie sind als Mitautoren beteiligt. Damit ist dieses Handbuch auch ein Zeitdokument, welches den heutigen hohen Stand und die rasante Weiterentwicklung des Kraftfahrzeuges beschreibt.

Ausgehend von den Bedürfnissen nach Mobilität werden die Anforderungen und die daraus folgenden Zielkonflikte definiert, aus denen sich in Verbindung mit den physikalisch-technischen Grundlagen die Rahmenbedingungen für moderne Fahrzeuge ergeben. Das Design ist ein ganz wesentliches Element für Kundengewinnung, Kaufentscheid und Kundenakzeptanz und wird deshalb ausführlich behandelt. Das Kapitel Fahrzeugkonzepte und Package zeigt auf, dass es, je nach konkreten Schwerpunktsetzungen, zu einer großen Vielfalt unterschiedlicher Gesamtkonzepte und Varianten kommt. Ergänzend wird auf spezielle Aspekte und Konsequenzen alternativer Antriebskonzepte wie Elektroantrieb, Brennstoffzelle, Hybridantrieb und Gasturbine eingegangen.

Einen breiten Raum nimmt das Kapitel der „klassischen“ Antriebe ein. Moderne Hubkolbenmotor-Technik für Otto- und Dieselmotoren prägen neben der Elektromobilität die absehbare Zukunft. Es wird deutlich, dass beide Motorarten weiterhin ein hohes Weiterentwicklungspotenzial aufweisen. Abgasnachbehandlung, Aufladung und Optimierung der Nebenaggregate sind weitere wichtige Themen. Die Getriebevarianten werden immer zahlreicher, wie die Beispiele Doppelkupplungsgetriebe oder Allradantriebskonzepte zeigen. Auch wenn es um den Zweitaktmotor wieder ruhig geworden ist, werden dennoch seine Chancen und Probleme analysiert. Langfristig von großer Bedeutung sind additive und alternative Kraftstoffe bzw. Antriebsenergien, die im Vergleich behandelt werden. Der Fahrzeugaufbau wird ebenfalls immer anspruchsvoller und komplexer, wie schon die Anzahl der behandelten Themen zeigt. Diese reichen von den Grundlagen selbsttragender Karosserien, Space-Frame-Techniken und Cabriolets über Ergonomie und Komfort bis hin zu Kommunikations- und Navigationssystemen. Auch im Fahrwerk steigt der Elektronik-Umfang weiter an – Stichworte sind „Drive by Wire“ und Fahrerassistenzsysteme. Damit ist schon angedeutet, dass fast alle Funktionen und Systeme im Fahrzeug elektronische Komponenten beinhalten werden. Neu ist das umfassende Kapitel Fahrzeugsicherheit. In diesem werden die unfallvorbeugenden, die unfallfolgenmildernden Maßnahmen und die integrale Sicherheit dargelegt.

Die steigenden Anforderungen haben in den letzten Jahrzehnten zu deutlichen Erhöhungen der Fahrzeuggewichte geführt. Werkstofftechnik, Fertigungsverfahren und Bauweisen der Zukunft haben deshalb besonders der Forderung nach Leichtbau zu genügen, ohne dabei weitere Aspekte, wie das Recycling, zu vernachlässigen. Bei der damit zusammenhängenden steigenden Komplexität der Fahrzeuge, ihrer Entwicklung, der Vernetzung der Fahrzeughersteller und ihrer Systemlieferanten, weltweiter Fertigungsstätten usw. ist es zwangsläufig, dass der Optimierung des Produktentstehungsprozesses eine immer größere Bedeutung zukommt. Verkürzung der Entwicklungszeiten, Begrenzung der Entwicklungskosten bei steigenden Qualitätsansprüchen zwingen zum systematischen Einsatz von Berechnungs-, Simulations-, Mess-/Versuchs- und Qualitätssicherungsverfahren sowie „Virtual Reality“-Methoden; alle am Produktentste-

hungsprozess Beteiligten arbeiten, wie ausführlich gezeigt wird, von Anfang an zusammen („Simultaneous Engineering“).

Die sechste Auflage geht über Aktualisierungen und Erweiterungen, z.B. hinsichtlich der Fahrzeugsicherheit, Software und Wettbewerbsfahrzeuge, hinaus. Dies zeigt sich ganz besonders im Hauptkapitel Elektrik, Elektronik und Software, das dem aktuellen Stand und den Entwicklungstendenzen entsprechend neu strukturiert und in wesentlichen Teilen neu bearbeitet wurde. In diesem Zusammenhang sind besonders Telematik, Infotainment und Multimediaanwendungen zu nennen.

Verschiedene Neuentwicklungen, aber auch die öffentlichen Diskussionen zur globalen CO<sub>2</sub>-Situation, zum Feinstaub und Stickoxid haben einen starken Einfluss auf die Fahrzeugentwicklung. Die Aktualisierungen zeigen sich in praktisch allen Antriebskapiteln, vor allem bei den Hybridantriebs-Konzepten und reinen Elektroantrieben sowie beim umfassenden Bordenergie-Management. Wegen der rasanten Weiterentwicklung war es notwendig, alle relevanten Kapitel zu überarbeiten und zu aktualisieren.

Bei der Erstellung dieses Handbuches stand das große Fachwissen vieler Experten aus wissenschaftlichen Einrichtungen und der gesamten deutschsprachigen Industrie zur Verfügung. Allen Autoren sagen wir für ihre Beiträge herzlichen Dank, ebenso wie dem Vieweg+Teubner Verlag für die Anregung, dieses Handbuch herauszubringen, und den Mitarbeitern, vor allem Frau Elisabeth Lange und Herrn Ewald Schmitt sowie allen Lesern für die Hinweise, die zu den Verbesserungen in der sechsten Auflage geführt haben.

Grünwald/Braunschweig im September 2011

*Hans-Hermann Braess  
Ulrich Seiffert*

## Kapitel, Beiträge und Mitarbeiter

---

<b>1</b>	<b>Mobilität</b>	Dipl.-Kfm. Frank Hansen
<b>2</b>	<b>Anforderungen, Zielkonflikte</b>	
2.1	Produktinnovation, bisherige Fortschritte	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Seiffert
2.2	Anforderungen durch den Gesetzgeber	Eckhard Zinke Hans-Jürgen Nettlau
2.2.8	Normen	Egbert Fritzsche
2.3	Neue Technologien	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Hermann Braess
<b>3</b>	<b>Fahrzeugphysik</b>	
3.1	Grundlagen	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Seiffert
3.2	Aerodynamik	Dr.-Ing. Heinz Mankau
3.3	Wärmetechnik	Dr. Andreas Eilemann Dr.-Ing. Thomas Heckenberger Dr. Markus Wawzyniak
3.4	Akustik und Schwingungen	Dipl.-Ing. Johannes Guggenmos
<b>4</b>	<b>Formen und neue Konzepte</b>	
4.1	Design	Dipl.-Des. Hans Dieter Futschik
4.2	Fahrzeugkonzept und Package	Dipl. Ing. Dipl. Wirtsch. Ing. August Achleitner Dr.-Ing. Gernot Döllner
4.3	Neuartige Antriebe	
4.3.1	Elektroantriebe	Dr.-Ing. Jürgen K.-H. Friedrich
4.3.2	Brennstoffzellenantriebssysteme	Dr. Christian H. Mohrdeck Herbert Schulze Dr. Martin Wöhr
4.3.3	Hybridantrieb	Dipl.-Ing. (FH) Peter Antony Dipl.-Ing. Manuel Urstöger
4.3.4	Stirlingmotor, Dampfmotor, Gasturbine und Schwungrad	Prof. Dipl.-Ing. Karl E. Noreikat Markus Wagner, B. Eng.
4.3.5	Der Wasserstoff-Verbrennungsmotor	Dr. Edgar Berger Dipl.-Ing. Manfred Gruber Dr.-Ing. Gerrit Kiesgen
<b>5</b>	<b>Antriebe</b>	
5.1	Grundlagen der Motorentechnik	Prof. Dr. Dr. E.h. Franz Pischinger/
5.1.5	Ottomotoren	Dr.-Ing. Philipp Adomeit
5.2	Dieselmotor	Dipl.-Ing. Richard Dorenkamp Dr. Klaus-Peter Schindler
5.3	Aufladung	Prof. Dr.-Ing. Roland Baar
5.4	Triebstrang	Dr. Jürgen Greiner Dr.-Ing. Gerhard Gumpoltsberger Dr. Christoph Sasse Dipl.-Ing. Klaus Steinel
5.5	Allradantriebe, Brems- und Antriebsregelungen	
5.5.1	Allradantriebs-Konzepte	Dipl.-Ing. Heribert Lanzer Ing. Hermann Pecnik Gerhard Kurz
5.5.2	Antriebs- und Bremsregelung	Dipl.-Ing. Martin Stüttem
5.6	Abgasanlagen	Dipl.-Ing. Markus Beck
5.7	Bordenergie-Management	Dipl.-Ing. Markus Beck
5.8	Chancen und Risiken des Zweitaktmotors	Dipl.-Ing. MSc Bert Pinggen
5.9	Konventionelle und alternative Kraftstoffe und Energieträger	Dr. rer. nat. Ingo Drescher Dr.-Ing. Eckart Heinel

**6 Aufbau**

- 6.1 Karosseriebauweisen  
 Dipl.-Ing. Lothar Teske  
 Dipl.-Ing. Helmut Goßmann
- 6.1.2 Space-Frame  
 Dipl.-Ing. Heinrich Timm
- 6.1.3 Karosserie Stahlleichtbau-Studien  
 Dr. rer. pol. Dipl.-Ing. Ludwig Hamm  
 Dipl.-Ing. Volker Peitz
- 6.1.4 Cabriolet  
 Walter Pecho
- 6.1.5 Frontendmodule  
 Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer
- 6.2 Materialien der Karosserie  
 Prof. Dr. Rudolf Stauber  
 Dr.-Ing. René Konorsa  
 Dr. Klaus Werner Thomer
- 6.3 Oberflächenschutz
- 6.4 Fahrzeuginnenraum
- 6.4.1 Ergonomie und Komfort  
 Thomas Herpel  
 Peer-Oliver Wagner
- 6.4.2 Kommunikationssysteme und Navigation  
 Dipl.-Ing. Ernst Peter Neukirchner
- 6.4.3 Innenraumbehaglichkeit/Thermischer  
 Komfort  
 Dr. Markus Wawzyniak
- 6.4.4 Fahrzeuginnenausstattung  
 Georg Laukart
- 6.5 Wischer- und Wascheranlagen  
 Dipl.-Ing. Thomas Vorberg  
 Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h.  
 Hans-Hermann Braess

**7 Fahrwerk**

- 7.1 Einführung  
 Dr.-Ing. Axel Pauly
- 7.2 Bremssysteme  
 Dipl.-Ing. Steffen Gruber  
 Dipl.-Ing. Norbert Ocvirk  
 Dipl.-Ing. James Remfrey
- 7.3 Reifen, Räder, Gleitschutzketten  
 Dipl.-Phys. Heiner Volk
- 7.3.7 Räder  
 Dipl.-Ing. Roman Müller
- 7.3.8 Gleitschutzketten  
 Dr. Hansjörg Rieger
- 7.4 Fahrwerkauslegung  
 Dr. Andreas Bootz  
 Dipl.-Ing. Oliver Hohenöcker  
 Dipl.-Ing. Johann Niklas  
 Dipl.-Ing. Ludwig Seethaler
- 7.5 Beurteilungskriterien  
 Dr.-Ing. Erich Sagan
- 7.6 Kraftstoffsystem  
 Dipl.-Ing. Thomas Unterstraßer (†)  
 Dipl.-Ing (FH) Martin Lauterbach  
 Maik Miklis
- 7.7 Kraftstoffversorgungsanlagen  
 für alternative Energieträger  
 Dipl.-Ing. Gregor Fischer

**8 Elektrik/Elektronik/Software**

- 8.1 Bedeutung Elektrik/Elektronik/Software  
 für das Automobil  
 Dipl.-Ing. Bernd Kunkel  
 Dr.-Ing. Thomas Scharnhorst  
 Dr. Gabriel Schwab
- 8.2 Das Bordnetz  
 Prof. Dr. rer. nat. Ludwig Brabetz  
 Prof. Dr.-Ing. Jürgen Lehold
- 8.3 Kommunikationsbordnetze  
 Dr. Dirk Dudenbostel  
 Dipl.-Ing. Klaus Schneider  
 Dipl.-Ing. Thomas Volk
- 8.4 Elektromagnetische Verträglichkeit  
 Dr. Wolfgang Pfaff
- 8.5 Funktionsdomänen
- 8.5.1 Einleitung
- 8.5.2 Beleuchtung  
 Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer
- 8.5.3 Cockpit-Instrumentierung  
 Dr. Heinz-Bernhard Abel  
 Dr. Heinrich-Jochen Blume
- 8.5.4 Infotainment/Multimedia  
 Dipl.-Ing. Gerhard Heyen  
 Dipl.-Ing. Markus Kreye

8.5.4.7	Fahrzeugantennen	Dr.-Ing. Guido Schneider
8.5.5	Fahrerassistenzsysteme	Prof. Dr.-Ing. Peter Knoll
8.5.6	Telematik	Dipl.-Ing. Günther Kasties
8.6	Mensch-Maschine-Interaktion	Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer
8.7	Software	Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Broy
8.8	Moderne Methoden der Regelungstechnik	Dr. Jörg Helbig Dr. Lothar Ganzelmeier
<b>9</b>	<b>Fahrzeugsicherheit</b>	
9.1	Allgemein	Dr. Mark Gonter
9.2	Gebiete der Fahrzeugsicherheit	Dr.-Ing. Thomas Schwarz
9.3	Ergebnisse aus der Unfallforschung	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Seiffert Dr. rer. nat. Robert Zobel
9.4	Unfallvermeidende Sicherheit	
9.5	Biomechanik und Schutzkriterien	
9.6	Quasistatische Anforderungen an die Karosserie	
9.7	Dynamische Fahrzeugkollision	
9.8	Insassenschutz	
9.9	Integrale Sicherheit	
9.10	Rechnerunterstützung bei der Entwicklung von Sicherheitskomponenten	
9.11	Zusammenfassung	
<b>10</b>	<b>Werkstoffe und Fertigungsverfahren</b>	
10.1	Ein Blick zurück	Dr. rer. pol. Dipl.-Ing. Ludwig Hamm Dipl.-Ing. Volker Peitz
10.2	Werkstoffe moderner Kraftfahrzeuge	
10.3	Wettbewerb und Zusammenspiel der Werkstoffe	
10.4	Wälzlager im Fahrzeugbau	Dr.-Ing. Robert Plank Berthold Krautkrämer Reinhart Malik Dr. Peter Solfrank
<b>11</b>	<b>Produktentstehungsprozess</b>	
11.1	Simultaneous Engineering und Projektmanagement im Produktentstehungsprozess	Dr.-Ing. Ulrich Widmann
11.2	Fahrzeugkonzeption in der frühen Entwicklungsphase	Dr.-Ing. Claus Ehlers Prof. Dr.-Ing. Thomas Breitling
11.3	Berechnung und Simulation in der Fahrzeugentwicklung	Dr.-Ing. Ulrich Widmann
11.4	Mess- und Versuchstechnik	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Hermann Braess
11.5	Qualitätsmanagement	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Hermann Braess
11.6	Betrieb und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen	Norbert Grawunder Prof. Dr.-Ing. Volker Liskowsky
<b>12</b>	<b>Rennfahrzeuge</b>	
12.1	Einsatzbedingungen	Dipl.-Ing. Willy Rampf
12.2	Fahrzeug-Kategorien	Dipl.-Ing. Ulrich Schulz
12.3	Bauweise	Prof. Dr.-Ing. Mario Theissen
12.4	Performance und Rundenzeit	
12.5	Entwicklung Aerodynamik und Fahrdynamik	
12.6	Zuverlässigkeit	
<b>13</b>	<b>Ausblick – Wo geht es hin?</b>	
		Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Hermann Braess Prof. Dr.-Ing. Ulrich Seiffert

Autorenverzeichnis

---

Abel, Heinz-Bernhard, Dr.	Continental Automotive GmbH, Babenhausen <a href="http://www.continental-corporation.com">www.continental-corporation.com</a>
Achleitner, August, Dipl.-Ing. Dipl. Wirtsch. Ing.	Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach <a href="http://www.porsche.de">www.porsche.de</a>
Adomeit, Philipp, Dr.-Ing.	FEV Motorentechnik GmbH, Aachen <a href="http://www.fev.com">www.fev.com</a>
Antony, Peter, Dipl.-Ing. (FH)	DaimlerAG, Sindelfingen <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Baar, Roland, Prof. Dr.-Ing.	Voith Turbo Aufladungssysteme GmbH & Co. KG, Gommern <a href="http://www.voith.com">www.voith.com</a>
Beck, Markus, Dipl.-Ing.	Bosch Engineering GmbH, Abstatt <a href="http://www.bosch-engineering.de">www.bosch-engineering.de</a>
Berger, Edgar, Dr.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Blume, Heinrich-Jochen, Dr.	Continental Automotive GmbH, Babenhausen <a href="http://www.continental-corporation.com">www.continental-corporation.com</a>
Bootz, Andreas, Dr.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Braess, Hans-Hermann, Prof. Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h.	Honorarprofessor an der TU München, TU Dresden und HTW Dresden
Brabetz, Ludwig, Prof. Dr. rer. nat.	Universität Kassel <a href="http://www.uni-kassel/fb16/fsg">www.uni-kassel/fb16/fsg</a>
Breitling, Thomas, Prof. Dr.-Ing.	Daimler AG, Sindelfingen <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Broy, Manfred, Prof. Dr. Dr. h.c.	Technische Universität München, Garching <a href="http://www.tu-muenchen.de">www.tu-muenchen.de</a>
Döllner, Gernot, Dr.-Ing.	Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG, Stuttgart <a href="http://www.porsche.de">www.porsche.de</a>
Dorenkamp, Richard, Dipl.-Ing.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Drescher, Ingo, Dr. rer. nat.	ŠKODA AUTO a.s., CZ-Mladá Boleslav <a href="http://www.skoda-auto.cz">www.skoda-auto.cz</a>
Dudenbostel, Dirk, Dr.-Ing.	Continental Automotive Systems Inc., Deer Park, IL (USA) <a href="http://www.continental-corporation.com">www.continental-corporation.com</a>
Ehlers, Claus, Dr.-Ing.	Daimler AG, Sindelfingen <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Eilemann, Andreas, Dr.	Behr GmbH & Co. KG, Stuttgart <a href="http://www.behrgroup.com">www.behrgroup.com</a>
Fischer, Gregor, Dipl.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Friedrich, Jürgen K.-H., Dr.-Ing.	Daimler AG, Sindelfingen <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Fritzsche, Egbert	Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA), Berlin <a href="http://www.vda.de">www.vda.de</a>

---

Futschik, Hans Dieter, Dipl.-Designer	Daimler AG, Sindelfingen <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Ganzelmeier, Lothar, Dr.	VEHICO GmbH, Braunschweig <a href="http://www.vehico.de">www.vehico.de</a>
Gonter, Mark, Dr.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Goßmann, Helmut, Dipl.-Ing.	Adam Opel AG, Rüsselsheim <a href="http://www.opel.de">www.opel.de</a>
Grawunder, Norbert	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Greiner, Jürgen, Dr.	ZF Getriebe GmbH Saarbrücken, Kressbronn <a href="http://www.zf.com">www.zf.com</a>
Gruber, Manfred, Dipl.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Gruber, Steffen, Dipl.-Ing.	Continental Teves AG & Co. oHG, Frankfurt <a href="http://www.conti-online.com">www.conti-online.com</a>
Guggenmos, Johannes, Dipl.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.de">www.bmwgroup.de</a>
Gumpoltsberger, Gerhard, Dr.-Ing.	ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen <a href="http://www.zf.com">www.zf.com</a>
Hamm, Ludwig, Dr. rer. pol. Dipl.-Ing.	Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach <a href="http://www.porsche.de">www.porsche.de</a>
Hansen, Frank, Dipl.-Kfm.	BMW Group München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Heckenberger, Thomas, Dr.-Ing.	Behr GmbH & Co. KG, Stuttgart <a href="http://www.behrgroup.com">www.behrgroup.com</a>
Heinl, Eckart, Dr.-Ing.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Helbig, Jörg, Dr.	VEHICO GmbH, Braunschweig <a href="http://www.vehico.de">www.vehico.de</a>
Herpel, Thomas	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.de">www.bmwgroup.de</a>
Heyen, Gerhard, Dipl.-Ing.	Visteon Innovation & Technology GmbH, Kerpen <a href="http://www.visteon.com">www.visteon.com</a>
Hohenöcker, Oliver, Dipl.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Kasties, Günther, Dipl.-Ing.	OECON P&S GmbH, Braunschweig <a href="http://www.oecon-line.de">www.oecon-line.de</a>
Kiesgen, Gerrit, Dr.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Knoll, Peter M., Prof. Dr.-Ing.	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) <a href="http://www.kit.edu">www.kit.edu</a>
Konorsa, René, Dr.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Krautkrämer, Berthold	Schaeffler Technologies GmbH und Co. KG, Herzogenaurach <a href="http://www.schaeffler.com">www.schaeffler.com</a>

---

Kreye, Markus, Dipl.-Ing.	Visteon Innovation & Technology GmbH, Kerpen <a href="http://www.visteon.com">www.visteon.com</a>
Kunkel, Bernd, Dipl.-Ing.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Kurz, Gerhard	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Lachmayer, Roland, Prof. Dr.-Ing.	Hella KGaA, Lippstadt (jetzt: Institut für Produktentwicklung, Leibniz Universität Hannover) <a href="http://www.hella.com">www.hella.com</a>
Lanzer, Heribert, Dipl.-Ing.	MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & CO KG, A-Graz <a href="http://www.magnasteyr.com">www.magnasteyr.com</a>
Laukart, Georg	Magna Exteriors & Interiors Management GmbH, München <a href="http://www.magna.com">www.magna.com</a>
Lauterbach, Martin, Dipl.-Ing (FH)	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Lemmer, Karsten, Prof. Dr.-Ing.	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Braunschweig <a href="http://www.dlr.de/ts">www.dlr.de/ts</a>
Leohold, Jürgen, Prof. Dr.-Ing.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.com">www.volkswagen.com</a>
Liskowsky, Volker, Prof. Dr.	Westfälische Hochschule, Zwickau <a href="http://www.fh-zwickau.de">www.fh-zwickau.de</a>
Malik, Reinhart	Schaeffler Technologies GmbH und Co. KG, Herzogenaurach <a href="http://www.schaeffler.com">www.schaeffler.com</a>
Mankau, Heinz, Dr.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Miklis, Maik	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Mohrdieck, Christian H., Dr.	Daimler AG, Kirchheim/Teck-Nabern <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Müller, Roman, Dipl.-Ing. (FH)	BBS GmbH, Schiltach <a href="http://www.bbs.com">www.bbs.com</a>
Nettlau, Hans-Jürgen	Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg <a href="http://www.kba.de">www.kba.de</a>
Neukirchner, Ernst Peter, Dipl.-Ing.	Robert Bosch GmbH, Hildesheim (vormals) <a href="http://www.bosch.com">www.bosch.com</a>
Niklas, Johann, Dipl.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Noreikat, Karl E., Prof. Dipl.-Ing.	NorCon Scientific Consulting, Esslingen
Ocvirk, Norbert, Dipl.-Ing.	Continental Teves AG & Co. oHG, Frankfurt <a href="http://www.conti-online.com">www.conti-online.com</a>
Pauly, Axel, Dr.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Pecho, Walter	Webasto-Edscha Cabrio GmbH, Hengersberg <a href="http://www.webasto.com">www.webasto.com</a>
Pecnik, Hermann, Ing.	MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & CO KG, A-Graz <a href="http://www.magnasteyr.com">www.magnasteyr.com</a>

---

Peitz, Volker, Dipl.-Ing.	Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach <a href="http://www.porsche.de">www.porsche.de</a>
Pfaff, Wolfgang, Dr.	Robert Bosch GmbH, Stuttgart <a href="http://www.bosch.com">www.bosch.com</a>
Pingen, Bert, Dipl.-Ing. MSc	Ford-Werke GmbH, Köln <a href="http://www.ford.com">www.ford.com</a>
Plank, Robert, Dr.-Ing.	Schaeffler Technologies GmbH und Co. KG, Herzogenaurach <a href="http://www.schaeffler.com">www.schaeffler.com</a>
Pischinger, Franz, Prof. Dr. Dr. E.h.	FEV Motorentchnik GmbH, Aachen <a href="http://www.fev.com">www.fev.com</a>
Rampf, Willy, Dipl.-Ing.	
Remfrey, James, Dipl.-Ing.	Continental Teves AG & Co. oHG, Frankfurt <a href="http://www.conti-online.com">www.conti-online.com</a>
Rieger, Hansjörg, Dr.	RUD Ketten Rieger & Dietz GmbH & Co. KG, Aalen <a href="http://www.rud.de">www.rud.de</a>
Sagan, Erich, Dr.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Sasse, Christoph, Dr.	ZF Sachs AG, Schweinfurt <a href="http://www.zf.com">www.zf.com</a>
Scharnhorst, Thomas, Dr.-Ing.	WiTech Engineering GmbH <a href="http://www.witech-engineering.de">www.witech-engineering.de</a>
Schindler, Klaus-Peter, Dr.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Schneider, Guido, Dr.-Ing.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Schneider, Klaus, Dipl.-Ing.	Continental Automotive GmbH, Babenhausen <a href="http://www.continental-corporation.com">www.continental-corporation.com</a>
Schulz, Ulrich, Dipl.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmw-motorsport.com">www.bmw-motorsport.com</a>
Schulze, Herbert	Daimler AG, Kirchheim/Teck-Nabern <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Schwab, Gabriel, Dr.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>
Schwarz, Thomas, Dr.-Ing.	Audi AG, Ingolstadt <a href="http://www.audi.com">www.audi.com</a>
Seethaler, Ludwig, Dipl.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Seiffert, Ulrich, Prof. Dr.-Ing.	WiTech Engineering GmbH, Braunschweig <a href="http://www.witech-engineering.de">www.witech-engineering.de</a>
Solfrank, Peter, Dr.	Schaeffler Technologies GmbH und Co. KG, Herzogenaurach <a href="http://www.schaeffler.com">www.schaeffler.com</a>
Stauber, Rudolf, Prof. Dr.	Zentralinstitut für Neue Materialien und Prozesstechnik der Universität Erlangen-Nürnberg <a href="http://www.zmp.uni-erlangen.de">www.zmp.uni-erlangen.de</a>

---

Steinel, Klaus, Dipl.-Ing.	ZF Sachs AG, Schweinfurt <a href="http://www.zf.com">www.zf.com</a>
Stüttem, Martin, Dipl.-Ing.	Faurecia Emissions Control Technologies, Augsburg <a href="http://www.faurecia.com">www.faurecia.com</a>
Teske, Lothar, Dipl.-Ing.	Adam Opel AG, Rüsselsheim <a href="http://www.opel.de">www.opel.de</a>
Theissen, Mario, Prof. Dr.-Ing.	BMW Group, München <a href="http://www.bmw-motorsport.com">www.bmw-motorsport.com</a>
Thomer, Klaus Werner, Dr.	Adam Opel AG, Rüsselsheim (vormals) <a href="http://www.opel.de">www.opel.de</a>
Timm, Heinrich, Dipl.-Ing.	Audi AG, Ingolstadt <a href="http://www.audi.de">www.audi.de</a>
Unterstraßer, Thomas, Dipl.-Ing. (†)	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Urstöger, Manuel, Dipl.-Ing.	Daimler AG, Sindelfingen <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Volk, Heiner, Dipl.-Phys.	Continental AG, Hannover <a href="http://www.conti-online.com">www.conti-online.com</a>
Volk, Thomas, Dipl.-Ing.	Continental Automotive GmbH, Wetzlar <a href="http://www.continental-corporation.com">www.continental-corporation.com</a>
Vorberg, Thomas, Dipl.-Ing.	Altair Engineering GmbH, Böblingen <a href="http://www.altairproductdesign.de">www.altairproductdesign.de</a>
Wagner, Markus, B. Eng.	Daimler AG, Stuttgart <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Wagner, Peer-Oliver	BMW Group, München <a href="http://www.bmwgroup.com">www.bmwgroup.com</a>
Wawzyniak, Markus, Dr.	Behr GmbH & Co. KG, Stuttgart <a href="http://www.behrgroup.com">www.behrgroup.com</a>
Widmann, Ulrich, Dr.-Ing.	Audi AG, Ingolstadt <a href="http://www.audi.de">www.audi.de</a>
Wöhr, Martin, Dr.	Daimler AG, Kirchheim/Teck-Nabern <a href="http://www.daimler.com">www.daimler.com</a>
Zinke, Ekhard	Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg <a href="http://www.kba.de">www.kba.de</a>
Zobel, Robert, Dr.	Volkswagen AG, Wolfsburg <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a>

## Firmen- und Institutionenverzeichnis

---

Adam Opel AG, Rüsselsheim	Dipl.-Ing. Helmut Goßmann Dipl.-Ing. Lothar Teske Dr. Klaus Werner Thomer (vormals)
Altair Engineering GmbH, Böblingen	Dipl.-Ing. Thomas Vorberg
Audi AG, Ingolstadt	Dr.-Ing. Thomas Schwarz Dipl.-Ing. Heinrich Timm Dr.-Ing. Ulrich Widmann
BBS International GmbH, Schiltach	Dipl.-Ing. (FH) Roman Müller
Behr GmbH & Co. KG, Stuttgart	Dr. Andreas Eilemann Dr.-Ing. Thomas Heckenberger Dr. Markus Wawzyniak
BMW Group, München	Dr. Edgar Berger Dr. Andreas Bootz Dipl.-Ing. Gregor Fischer Dipl.-Ing. Manfred Gruber Dipl.-Ing. Johannes Guggenmos Dipl.-Kfm. Frank Hansen Thomas Herpel Dr.-Ing. Gerrit Kiesgen Dr.-Ing. René Konorsa Gerhard Kurz Dipl.-Ing. (FH) Martin Lauterbach Maik Miklis Dipl.-Ing. Oliver Hohenöcker Dipl.-Ing. Johann Niklas Dr.-Ing. Axel Pauly Dr.-Ing. Erich Sagan Dipl.-Ing. Ulrich Schulz Dipl.-Ing. Ludwig Seethaler Prof. Dr.-Ing. Mario Theissen Dipl.-Ing. Thomas Unterstraßer (†) Peer-Oliver Wagner
Bosch Engineering GmbH, Abstatt	Dipl.-Ing. Markus Beck
Continental AG, Hannover	Dipl.-Phys. Heiner Volk
Continental Automotive Systems Ind., Deer Park, IL (USA)	Dr. Dirk Dudenbostel
Continental Automotive GmbH, Babenhausen	Dr. Heinz-Bernhard Abel Dr. Heinrich-Jochen Blume Dipl.-Ing. Klaus Schneider
Continental Automotive GmbH, Wetzlar	Dipl.-Ing. Thomas Volk
Continental Teves AG & Co. oHG, Frankfurt	Dipl.-Ing. Steffen Gruber Dipl.-Ing. Norbert Ocvirk Dipl.-Ing. James Remfrey
Daimler AG, Kirchheim/Teck-Nabern	Dr. Christian H. Mohrdieck Herbert Schulze Dr. Martin Wöhr
Daimler AG, Sindelfingen	Dipl.-Ing. (FH) Peter Antony Prof. Dr.-Ing. Thomas Breitling Dr.-Ing. Claus Ehlers Dr.-Ing. Jürgen K.-H. Friedrich Dipl.-Designer Hans Dieter Futschik Dipl.-Ing. Manuel Urstöger
Daimler AG, Stuttgart-Untertürkheim	Markus Wagner, B. Eng.
Faurecia Emissions Control Technologies, Augsburg	Dipl.-Ing. Martin Stüttem
FEV Motorentechnik GmbH, Aachen	Prof. Dr. Dr. E. h. Franz Pischinger Dr.-Ing. Philipp Adomeit
Ford-Werke GmbH, Köln	Dipl.-Ing. MSc Bert Pingen
Hella KGaA, Lippstadt	Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer (Jetzt: Institut für Produktentwicklung, Leibniz Universität Hannover)