

VDI

**VDE**

Mess- und  
Automatisierungstechnik

# Autoreg 2017

Automatisiertes Fahren  
und vernetzte Mobilität

8. VDI/VDE-Fachtagung,  
Berlin, 5. und 6. Juli 2017



# VDI-Berichte 2292

**Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

**Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek**

(German National Library)

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie

(German National Bibliography); detailed bibliographic data is available via Internet at <http://dnb.ddb.de>.

© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2015

Alle Rechte vorbehalten, auch das des Nachdruckes, der Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, auszugsweise oder vollständig.

Der VDI-Bericht, der die Vorträge der Tagung enthält, erscheint als nichtredigierter Manuskriptdruck. Die einzelnen Beiträge geben die auf persönlichen Erkenntnissen beruhenden Ansichten und Erfahrungen der jeweiligen Vortragenden bzw. Autoren wieder.

Printed in Germany.

ISSN 0083-5560

ISBN 978-3-18-092233-1

## Inhalt

		Seite
	Vorwort	1
<b>Plenarvorträge</b>		
<i>E. D. Dickmanns</i>	Entwicklung des Gesichtssinns für automatisiertes Fahren – Der 4-D Ansatz brachte 1987 den Durchbruch	5
<i>A. Grunwald</i>	Ethik und Risiko. Zur Akzeptanz selbstfahrender Autos	21
<b>Posterbeiträge</b>		
<i>T. Daszenies, T. Könings, S. X. Ding, F. Wobbe, J. Klöck, N. Weinhold</i>	Kennfeldbasierte Leerlaufregelung einer Verbrennungskraftmaschine	33
<i>M. Haßenberg, G. Wittler, H. Briese, T. Schubert, H. Henrichfreise</i>	Systematische modellbasierte Schwingungsanalyse einer geregelten elektrischen Servolenkung	45
<i>S. Henning, P. Biemelt, K. Abdelgawad, S. Gausemeier, A. Trächtler</i>	Modellbasierte Untersuchung der Zuverlässigkeit algorithmisch bestimmter kritischer Stellen in Straßennetzwerken	57
<i>T. Gothan, R. Großmann, B. Bäker</i>	Entwicklung eines Frameworks für neue Fahrerassistenzfunktionen in der Cloud	69

## Umfeldererkennung und Datenfusion

<i>C.-E. Framing, T. Quack, F.-J. Heßeler, D. Abel</i>	Lokalisierung und Bewegungsprädiktion für vernetzte Fahrzeuge an städtischen Kreuzungen	79
<i>M. Harr, C. Schäfer,</i>	Robust Odometry Estimation for Automated Driving and Map Data Collection	91

## Fahrstrategien

<i>A. Noll, C. Ament</i>	Potenzialanalyse prädiktiver Streckendaten zur Komfortsteigerung von Fahrzeugen mit geregelten Vertikaldynamiksystemen	103
<i>M. Eisenbarth, T. Plum, J. Andert</i>	Einfluss von Verkehrsteilnehmern auf die Online-Optimierung der Fahrstrategie	115
<i>C. Winter, R. de Castro,</i>	Optimal Velocity Profile Generation for Semi-Autonomous Vehicles	129
<i>R. Großmann, T. Gothan, B. Bäker</i>	Adaption des Fahrerverhaltens in Abhängigkeit der Fahrsituation durch intelligente Fahrstrategien	143

## Batterie- und Energiemanagement

<i>S. Gantenbein, M. Weiss, E. Ivers-Tiffée</i>	Elektrochemische Charakterisierung und physikalische Modellierung von Lithium-Ionen Batterien	157
<i>M. Joševski, D. Abel</i>	Potenziale stochastischer modellgestützter prädiktiver Regelungsverfahren für das Energiemanagement von Hybridfahrzeugen auf Realfahrzyklen	171

		Seite
<i>J. Li,</i> <i>T. Huber,</i> <i>C. Beidl</i>	Multikriterielle Betriebsstrategie für Hybrid Antriebsstränge	185
<i>M. Eckert,</i> <i>S. Hohmann</i>	Fraktionale Zeitbereichsidentifikation einer Lithium-Ionen-Zelle mit realen Messdaten	213
 <b>Trajektorienplanung für automatisiertes Fahren</b>		
<i>I. Gundlach,</i> <i>U. Konigorski,</i> <i>J. Hoedt</i>	Zeitoptimale Trajektorienplanung für automatisiertes Fahren im fahrdynamischen Grenzbereich – Eine modellbasierte Rundenzeitoptimierung für seriennahe Fahrzeuge	223
<i>T. Hansen,</i> <i>M. Schulz,</i> <i>M. Knoop,</i> <i>U. Konigorski</i>	Kombinierte Längs- und Quertrajektorienplanung für automatisierte Fahrstreifenwechsel	235
<i>C. Götte,</i> <i>C. Wissing,</i> <i>M. Keller,</i> <i>T. Nattermann,</i> <i>C. Haß,</i> <i>K.-H. Glander,</i> <i>T. Bertram</i>	Simulationsbasierte Entwicklung eines Trajektorienplanungsverfahrens für automatisiertes Fahren	247

**Antriebsstrangregelung**

<i>L. Kiltz, T. Mindel, A. Jungaberle</i>	Modellbasierte Regelung des Anfahrvorgangs mit einem hybriden Antriebsstrang für Kraftfahrzeuge	261
<i>A. Tarasow, J. V. G. Tilly T. Arndt, B. Neudecker, R. Serway</i>	Adaptive Ermittlung des viskosen Reibmoments bei hydraulisch betätigten Nasskupplungen	273
<i>A. Zech, T. Eberl, S. Müller</i>	Analyse einer neuen kaskadierten Reglerstruktur für die Antriebsschlupfbegrenzung hochdynamischer Fahrzeugantriebe – Ansatz zur Dämpfung von Torsionsschwingungen im Antriebsstrang	287

**Trajektorienplanung für automatisiertes Fahren**

<i>Q. Wang, S. Müller</i>	A path planning controller for unsignalized intersection based on model predictive control and potential field method	299
<i>M. Hisung, D. Martinovic, M. Grimm, H.-C. Reuss</i>	Assistenzsystem für automatisierte Fahrzeugpositionierung bei induktiven Ladesystemen	309
<i>T. Raste, A. Tarraf</i>	Flachheitsbasierte Trajektoriengenerierung und Folgeregelung mit modellprädiktiver und modellfreier Regelung	319

**Regelung von Verbrennungsmotoren**

<i>M. Keller, D. Abel, T. Albin, B. Jochim, B. Jochim, H. Pitsch</i>	Modellbildung und Regelung eines Freikolbenlinear- generators	325
<i>M. Grotjahn, B. Luck, M. Feldt</i>	Nichtlineare adaptive Regelung und Störkraft- kompensation für elektrische Gaspfadaktoren	337
<i>D. Ritter, D. Abel, T. Albin, M. Korkmaz, H. Pitsch</i>	Modellbasierte Regelung von Erdgas-Diesel Dual-Fuel Motoren	353

**Automatisiertes Fahren**

<i>B. C. Heinrich, D. Fassbender, H.-J. Wuensche</i>	Autonomous Cooperative Multi-Convoy Control for Off-Road-Scenarios	365
<i>J. Gallep, S. Müller</i>	Modellprädiktive Regelung zur Querführung automatisierter Fahrzeuge	377

**Fahrsimulation**

<i>A. Ebel, M. Orner, T. Riemer, H.-C. Reuss</i>	Optimierte Auslegung von Antriebssträngen mittels der FKFS-Triebstrangbibliothek – Vorstellung der FKFS Triebstrangbibliothek und der Kopplung mit dem MO-CMA-ES an der Auslegung eines Elektrofahrzeuges	391
<i>S. Wolter, S. Kerkmann</i>	Gaming trifft Automotive – Umweltsimulation zur Absicherung von Fahrerassistenzfunktionen	403
<i>D. Frerichs, M. Borsdorf, K. M.Hahn</i>	FMI in der Simulation von Fahrdynamikregelsystemen	415

**Absicherung automatisierter Fahrfunktion**

<i>T. Ullrich, M. Baechle</i>	Einfluss automatisierter Fahrfunktionen auf Auslegung und System Design von Bremssystemen	425
<i>F. Reinbold, U: Becker</i>	Gefährdungsanalyse und Risikobeurteilung nach ISO 26262 am Beispiel eines induktiven Valet Charging Systems	437
<i>A. Kilic, T. Shen, K. Gorelik</i>	Entwicklung eines fail-operational Bordnetzes für autonomes Fahren	449

**Agile Softwareentwicklung**

<i>J. Richenhagen, M. Schumacher, J. Pinnekamp, V. Kumar Konenki</i>	Developing Adaptive Lighting in an Agile Software Factory	461
<i>M. Behle, A.-M. Meyer</i>	New methods for control algorithm design	475
<i>T. Sehnke, D. Schwarzmann, R. Baur, M. Schultalbers, R. Ernst</i>	Zeitliche Eigenschaften in komponentenbasierter Automotive-Software	479

**Entwicklungsmethode und virtuelle Validierung**

<i>M. Kehrer, M. Hisung, H.-C. Reuss</i>	Machbarkeitsstudie zum virtuellen Trainieren und Testen von künstlichen neuronalen Netzen	491
<i>M. Bauer, R. Mannale, M. Kochem, A. Ravi</i>	CaliSim – Calibration by Simulation – Virtuelle Applikation elektromechanischer Lenkungen	501
<i>U. Bauer, M. Becker, U. Sieber</i>	Embedded Control Functions für ein aktives Fahrpedal mit hoher Güte effizient entwickelt	515

**Fahrsimulatoren**

<i>Z. Gong, U. Konigorski</i>	Entwicklung eines Regelungskonzeptes für einen selbstfahrenden Fahrsimulator	529
<i>K. Abdelgawad, S. Henning, P. Biemelt, S. Gausemeier, A. Trächter</i>	Networked Driving Simulation for Future Autonomous and Cooperative Vehicle Systems – Development of a Modular Platform for Networked Driving Simulation Based on High-Level Architecture	539
<i>P. Bolia, S. Müller</i>	Numerical Modelling of the Human Driver for lateral closed-loop steering maneuvers	551

## Vorwort

Die **8. VDI/VDE-Fachtagung ‚AUTOREG 2017‘** zeigt in über 40 ausgewählten Fachbeiträgen den Stand der Technik und ihre Anwendungen, Perspektiven für weitere Entwicklungen von neuen Ideen bis zur Serienapplikation auf. Es findet ein allgemeiner Erfahrungsaustausch zwischen Experten aus der Industrie und der Wissenschaft statt.

Die individuelle Mobilität und das Kraftfahrzeug werden sich nach allen Prognosen in den nächsten 10 bis 15 Jahren stärker verändern als in den vergangenen Jahrzehnten. Treiber dieser Entwicklung sind das automatisierte und elektrische Fahren sowie die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander und ihre Integration in eine intelligente Infrastruktur (Vehicle2X).

Die Steuer- und Regelungstechnik sowie die Informationstechnik gelten als wichtige Schlüsseltechnologien auf dem Weg zur automatisierten vernetzten Mobilität.

Zu folgenden Schwerpunktthemen berichten die Vorträge:

- Steuer- und Regelungstechnik, Informationstechnik
- Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren
- Brems-, Lenk- und Antriebssysteme
- Fahrzeugsystemarchitekturen und Vernetzung
- Entwicklungsmethodik

Die Fachtagung ‚AUTOREG 2017‘ findet parallel zur Internationalen Fachmesse ConCarExpo – International Expo & Congress for Connected Car and Mobility statt.

Die Tagungsleiter

**Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Svaricek**  
Universität der Bundeswehr München  
Neubiberg

**Dr.-Ing. Wolf-Dieter Gruhle**  
ZF Friedrichshafen AG  
Friedrichshafen

**Programmausschuss**

**Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel**, *RWTH Aachen*

**Dr.-Ing. Benedikt Alt**, *Robert Bosch GmbH, Renningen*

**Dr.-Ing. Uwe Becker**, *TU Braunschweig*

**Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Torsten Bertram**, *TU Dortmund*

**Dr.-Ing. Ottmar Gehring**, *Daimler AG, Stuttgart*

**Prof. Dr.-Ing. Martin Grotjahn**, *Hochschule Hannover*

**Dr.-Ing. Wolf-Dieter Gruhle**, *ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen (Tagungsleiter)*

**Dr.-Ing. Carsten Haß**, *ZF TRW Automotive, Düsseldorf*

**Dr.-Ing. Michael Henn**, *Volkswagen AG, Wolfsburg*

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Rolf Isermann**, *TU Darmstadt*

**Dr.-Ing. Michael Kochem**, *Adam Opel AG, Rüsselsheim*

**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Konigorski**, *TU Darmstadt*

**Prof. Dr.-Ing. Markus Lemmen**, *Hochschule Bochum, Heiligenhaus*

**Dr.-Ing. Thomas Raste**, *Continental Teves AG & Co. OHG, Frankfurt*

**Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuss**, *Universität Stuttgart*

**Dr.-Ing. Joachim Rückert**, *BMW Group, München*

**Dr.-Ing. Axel Schlosser**, *FEV GmbH, Aachen*

**Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Svaricek**, *Universität der Bundeswehr München, Neubiberg*  
(*Vorsitz und Tagungsleiter*)

**Dr.-Ing. Dieter Schwarzmann**, *IAV GmbH, Gifhorn*

**Dr.-Ing. Udo Sieber**, *Robert Bosch GmbH, Stuttgart*

**Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler**, *Universität Paderborn*

**Dipl.-Ing. Reiner Weingärtner**, *Continental Automotive GmbH, Regensburg*

**Fachliche Träger:**

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (FVT)

**Ideelle Mitträger:**

*der Bundeswehr*  
**Universität**  **München**

Universität der Bundeswehr München



ZF Friedrichshafen AG