



9. VDI/VDE-Fachtagung

AUTOREG 2019

Regelungstechnik für automatisiertes Fahren und vernetzte Mobilität

Mannheim, 02. und 03. Juli 2019

Bildquelle: © ZF Friedrichshafen AG

VDI-BERICHTE

Herausgeber:

VDI Wissensforum GmbH

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter www.dnb.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 www.dnb.de.

© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2019

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 978-3-18-092349-9

Inhalt

► Jahrmarkt der Innovationen

Modellbasierte Folgeregelung für nichtlineare Regelstrecken am Beispiel der Ladedruckregelung – Ein applikationsnaher Entwurf 1
K. Wulff, J. Willkomm, J. Reger, Fachgebiet Regelungstechnik, Technische Universität Ilmenau

Nichtlineare modellbasierte prädiktive Regelung der Fahrzeugdynamik in Bezug auf eine aktive Wankstabilisierung und eine Nickreduzierung 3
P. M. Sieberg, S. Blume, S. Reicherts, D. Schramm, Lehrstuhl für Mechatronik, Universität Duisburg-Essen
(Doppelpublikation: VDI Verlag Düsseldorf – Springer Nature)

Identifikation lokal linearer Modelle am Beispiel der Ladedruckstrecke eines Ottomotors 19
S. Kettlitz, E. Schulz, M. Schultalbers,
IAV Automotive Engineering, Gifhorn

Generic Sensor Modelling – A Virtual Integration Approach for the Test of ADAS. 21
A. Prinz, BMW Group, München;
L. Brabetz, M. Ayebe, Universität Kassel

Simulation mit Originalsteuerungssoftware im Kundenaustausch. 23
M. Matthaei, M. Fessler, ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen

► Anwendung von lernbasierten Methoden

Learning-Based Path Following Control for an Over-Actuated Robotic Vehicle 25
J. Ultsch, J. Brembeck, R. de Castro, Institute of System Dynamics and Control, Department for Vehicle System Dynamics, German Aerospace Center, Oberpfaffenhofen

A Simulation-Based Reinforcement Learning Approach for Long-Term Maneuver Planning in Highway Traffic Scenarios 47
D. Augustin, J. Schucker, J. Tschirner, M. Hofmann, Opel Automobile GmbH, Rüsselsheim;
U. Konigorski, Technische Universität Darmstadt

Fahrzeugdetektion mit stationären Kameras zur automatischen Verkehrsüberwachung 61
M. Oeljeklaus, N. Stannartz, M. Schmidt, F. Hoffmann, T. Bertram,
Lehrstuhl für Regelungssystemtechnik, Technische Universität Dortmund
(Doppelpublikation: VDI Verlag Düsseldorf – Springer Nature)

► Grundlagen zum automatisierten Fahren

Analyse und Unterstützung von Fahrereingriffen in dynamischen, kritischen Situationen beim hochautomatisierten Fahren 77

T. Nguyen, S. Müller, Fachbereich Kraftfahrzeugtechnik, Technische Universität Berlin

Relaxed Barrier MPC for Reference Tracking: Theoretical and experimental studies 97

F. Pfitz, M. Braun, Porsche Engineering Services GmbH, Bietigheim-Bissingen;
C. Ebenbauer, Institute for Systems Theory and Automatic Control, University of Stuttgart

► Fahrstrategien

Prediction of Highway Lane Changes Based on Prototype Trajectories 111

D. Augustin, M. Hofmann, Opel Automobile GmbH, Rüsselsheim;
U. Konigorski, Technische Universität Darmstadt
(Doppelpublikation: VDI Verlag Düsseldorf – Springer Nature)

Bewegungssteuerung für ein Robo-Taxi mit Symmetrie in Antrieb und Lenkung 129

T. Raste, P. Lauer, Continental, Frankfurt am Main

Energy-Optimal Adaptive Cruise Control based on Model Predictive Control in the Real Driving Emissions Test Cycle 145

Y. Jia, U. Schwarz, Electrification system R&D, DENSO Automotive Deutschland GmbH, Wegberg;
D. Görge, Electromobility Research Group, Technische Universität Kaiserslautern

► Fahrsimulation

Proof-of-Concept einer komplexen Co-Simulationsumgebung für einen Fahr Simulator zur Untersuchung von Car2X-Kommunikations-Szenarien 159

S. Henning, D. S. Buse, M. Franke, A. Trächtler, S. Gausemeier, F. Dressler,
Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn

Digitalisierung von Lichtverteilungen zur Hardware-in-the-Loop-Verifikation und Validierung von Matrixscheinwerfern 171

M. Waldner, T. Bertram, Lehrstuhl für Regelungssystemtechnik, Technische Universität Dortmund

Hardware-in-the-Loop Simulation of High-Definition Headlamp Systems 183

N. Rüdtenklau, S. Gausemeier, A. Trächtler, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn

► Fahrerassistenzsysteme

Full Speed Range Adaptive Cruise Control – Anforderungen und Herausforderungen in der Praxis 195

R. Stanchev, Continental Engineering Services GmbH, Frankfurt a. M.;
F. Becker, Continental Teves AG & Co. oHG, Frankfurt a. M.

Vorsteuerungsentwurf für einen robusten Zwei-Freiheitsgrade Schlupfregler für Antilockiersysteme 209

P. Vogt, S. Schulze, E. Lenz, U. Konigorski, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt;
A. Klug, H. Westerfeld, Robert Bosch GmbH, Abstatt

► Fahrwerksregelung

Intelligentes Fahrwerk – Datenquelle Cloud 221

A. Noll, R. Schwarz, D. Reitze, Audi AG, Ingolstadt;
K. Riedl, Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik (FTM), Technische Universität München

Regelung eines redundant aktuierten Steer-by-Wire-Systems – Control of redundant actuated Steer-by-Wire-Systems 233

V. Ewald, U. Konigorski, Regelungstechnik und Mechatronik, Technische Universität Darmstadt
(Doppelpublikation: VDI Verlag Düsseldorf – Springer Nature)

Model Predictive Control of an Active Roll Stabilization System 245

G. Nareyko, T. Koch, A. Trächtler, University of Paderborn

► Plenarvortrag

Schrittweise zum sicheren automatisierten Fahren auf der Autobahn 257

D. Hötzer, Robert Bosch GmbH, Stuttgart

► **Trajektorienplanung für automatisiertes Fahren**

A Complete Concept for Combined Longitudinal and Lateral Trajectory Planning for Automated Driving on Highways. 259

J. Schucker, T. Kohlmann, Opel Automobile GmbH, Rüsselsheim;
U. Konigorski, Technische Universität Darmstadt

Decentralized Path Planning for Cooperating Autonomous Vehicles. 271

S. Rothfuß, R. Prezdnyakov, M. Flad, S. Hohmann, Institute of Control Systems (IRS) at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe
(Doppelpublikation: VDI Verlag Düsseldorf – Springer Nature)

Echtzeitfähige Trajektoriengenerierung für hochautomatisierte und autonome Fahrzeuge bei Zustands- und Stellgrößenbeschränkungen. 285

Steffen Joos, Robert Bosch GmbH, Abstatt/Renningen;
Roktim Bruder, Thomas Specker, Matthias Bitzer, Robert Bosch GmbH, Renningen;
Knut Graichen, Lehrstuhl für Automatisierungstechnik, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen

► **Fahrkomfort und automatisiertes Fahren**

Review and experimental evaluation of models for drivability simulation with focus on tire modeling Short Version. 293

K. Figel, F. Svaricek, Bundeswehr University Munich;
M. Schultalbers, IAV GmbH, Gifhorn
(Doppelpublikation: VDI Verlag Düsseldorf – Springer Nature)

Aktive Kompensation von Sitzschwingungen in Nutzfahrzeugen – Auswahl, Integration, Erprobung einer aktiven Sitzhöhenregelung 313

M. Plinke, P. M. Marienfeld, M. Werhahn, H.-J. Karkosch, ContiTech Vibration Control GmbH, Hannover

Objectification Methods for Ride Comfort – Comparison of Conventional Methods and Proposal of a new Method for Automated Driving Conditions 323

E. Enders, F. Fent, M. Lienkamp, Technical University of Munich, Munich;
G. Burkhard, Bayerische Motoren Werke AG, Munich;
D. Schramm, University of Duisburg-Essen, Duisburg;

► Steuerung vernetzter Fahrzeuge

Kooperative Steuerung vernetzter Fahrzeuge 353

A. Schwab, J. Lunze, Lehrstuhl für Automatisierungstechnik und Prozessinformatik (ATP),
Ruhr-Universität Bochum

**Simulation von interagierenden Verkehrsteilnehmern in einer urbanen Testumgebung
mittels einer skalierten Fahrzeugplattform 367**

C. Hebisch, F.-J. Heßeler, D. Abel, Institut für Regelungstechnik, RWTH Aachen

► Regelung von Verbrennungsmotoren

**Polytopic LPV Controller Design to Control the Boost Manifold Pressure in an Internal
Combustion Engine 377**

N. Althar Udupa, E. Schulz, M. Schultalbers, IAV Automotive Engineering GmbH, Gifhorn

**Gain-Scheduling-Regelung des Ladedrucks eines Ottomotors auf Basis lokal linearer
strukturierter H^∞ -optimaler Regler – Systematische robuste Bedatung einer
konventionellen Reglerstruktur 389**

F. Nolteernsting, R. Röthig, T. Oehlschlägel, M. Schultalbers, U. Becker, IAV GmbH, Gifhorn

**Automated design of structured gain-scheduling oil pressure controllers by modern
synthesis methods 403**

F. Hundertmark, M. Grotjahn, Hochschule Hannover

► **Regelung elektrischer und hybrider Antriebe**

Zusammenspiel von optimierungsbasierter Lastpunktbestimmung mit regel- und optimierungsbasierten elektrischen Fahrentscheidungen in Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen. . . . 417

R. Schmid, J. Bürger, BMW Group, München

N. Bajcinca, Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern

Simulation von Hybrid-Nutzfahrzeugen mittels akausaler Optimierung der Betriebsstrategie429

M. Greule, Y. Stoermer, Daimler Buses, EvoBus GmbH, Mannheim

Elektrifizierung des Antriebsstrangs: Einsatz und Nutzen einer analytischen Radkraftverteilung in überaktuierten Elektrofahrzeugen441

J.-E. Moseberg, Schaeffler Engineering GmbH, Nürnberg

► **Batterie- und Energiemanagement**

Optimalsteuerung des Energieflusses in einem 48V-Bordnetz schwerer Nutzfahrzeuge453

M. Dellermann, O. Gehring, Daimler AG, Stuttgart;

O. Zirn, Fakultät Fahrzeugtechnik, Hochschule Esslingen