

**ATZ** live



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg  
Hamburg University of Applied Sciences

Gerhard Tecklenburg *Hrsg.*

# Karosseriebautage Hamburg 2016

14. ATZ-Fachtagung

Proceedings



Springer Vieweg

---

# Proceedings

Ein stetig steigender Fundus an Informationen ist heute notwendig, um die immer komplexer werdende Technik heutiger Kraftfahrzeuge zu verstehen. Funktionen, Arbeitsweise, Komponenten und Systeme entwickeln sich rasant. In immer schnelleren Zyklen verbreitet sich aktuelles Wissen gerade aus Konferenzen, Tagungen und Symposien in die Fachwelt. Den raschen Zugriff auf diese Informationen bietet diese Reihe Proceedings, die sich zur Aufgabe gestellt hat, das zum Verständnis topaktueller Technik rund um das Automobil erforderliche spezielle Wissen in der Systematik der Konferenzen und Tagungen zusammen zu stellen und als Buch in Springer.com wie auch elektronisch in SpringerLink und Springer für Professionals bereit zu stellen.

Die Reihe wendet sich an Fahrzeug- und Motoreningenieure sowie Studierende, die aktuelles Fachwissen im Zusammenhang mit Fragestellungen ihres Arbeitsfeldes suchen. Professoren und Dozenten an Universitäten und Hochschulen mit Schwerpunkt Kraftfahrzeug- und Motorentechnik finden hier die Zusammenstellung von Veranstaltungen, die sie selber nicht besuchen konnten. Gutachtern, Forschern und Entwicklungsingenieuren in der Automobil- und Zulieferindustrie sowie Dienstleistern können die Proceedings wertvolle Antworten auf topaktuelle Fragen geben.

---

Gerhard Tecklenburg  
Herausgeber

# Karosseriebautage Hamburg 2016

14. ATZ-Fachtagung



Springer Vieweg

Herausgeber  
Prof. Dr. Gerhard Tecklenburg  
HAW Hamburg  
Fakultät Technik und Informatik  
Hamburg, Deutschland

ISSN 2198-7432

Proceedings

ISBN 978-3-658-14143-1

DOI 10.1007/978-3-658-14144-8

ISSN 2198-7440 (electronic)

ISBN 978-3-658-14144-8 (eBook)

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, 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.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

# HERZLICH WILLKOMMEN

Mobilität, Sicherheit, Komfort und Umwelt sind die technischen Hauptziele der Produktentwicklung im Automobilbau. Die Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und die Senkung der CO<sub>2</sub>-Emission stellen dabei Entwicklungs- und Fertigungsingenieure vor immer neue Herausforderungen.

Die Fahrzeugkarosserie – Exterieur und Interieur – hat mit ihrem Gewichtsanteil von ca. 55 % wesentlichen Einfluss auf das Gesamtgewicht des Standardfahrzeugs. Die komplexe Karosserie bietet durch ihre Formen, ihre Funktionen der integrierten Systeme und ihr Zusammenwirken mit Antrieb, Fahrwerk, Insassen und Verkehrsraum vielfältige Ansätze für Fachdiskussionen und Lösungsansätze für die gestellten Anforderungen.

Leichtbau, innovative Werkstoffe und alternative Fertigungsverfahren stehen deshalb im Fokus der diesjährigen 14. Karosseriebautage im Terminal Tango am Hamburger Flughafen, wo sich die Karosseriebauexperten zum Erfahrungsaustausch treffen, um neueste Entwicklungen und Trends zu diskutieren.

Ziel dieser Tagung ist, die an der Entwicklung und Fertigung der Karosserie Beteiligten zu einem Erfahrungsaustausch zusammenzuführen und dazu beizutragen, dass die gestellten Aufgaben gemeinsam besser bewältigt werden können.

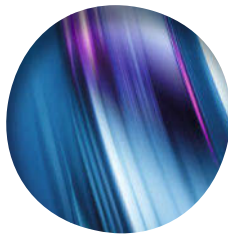
Im Namen des Wissenschaftlichen Beirats heißen wir Sie herzlich in Hamburg willkommen. Informieren Sie sich über die aktuellsten Themen und erweitern Sie Ihr Netzwerk!

Für den Wissenschaftlichen Beirat

Prof. Dr. Gerhard Tecklenburg  
HAW Hamburg  
Leiter Wissenschaftlicher Beirat

Wolfgang Siebenpfeiffer  
Herausgeber ATZ | MTZ |  
ATZelektronik | lightweight design

Statt halbes ...



**... bestes Wissen aus einer Hand!**

Vom Internet der Dinge bis hin zu Compliance: Für Lösungen, die auf ganzer Länge überzeugen, braucht man umfassendes Wissen. Und das bietet Ihnen Springer Professional, die größte digitale Fachbibliothek für Wirtschaft und Technik. Mit über 1,2 Millionen Volltext-Dokumenten aus Fachzeitschriften und Fachbüchern

angesehener Autoren und renommierter Verlage. Mit aktuellen Beiträgen und ständig neuen Inhalten. Mit intelligenten Suchfunktionen, unbegrenztem, mobilen Zugriff und vielen weiteren Vorteilen. Jetzt mehr erfahren und kostenlosen Testzugang sichern:

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

# INHALT

## FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

- Keynote-Vortrag |** 3  
**Der Natur in die Karten geschaut –**  
**Optimierungsverfahren aus dem Bereich der Bionik**  
Prof. Dr. Lothar Harzheim, Adam Opel AG
- Funktionsintegrierte und bionisch optimierte** 17  
**Fahrzeugleichtbaustruktur in flexibler Fertigung**  
Dr. Martin Hillebrecht, EDAG Engineering GmbH;  
Prof. Dr. Claus Emmelmann, LZN Laser Zentrum Nord GmbH

## KOMPONENTEN

- Scheinwerfer 2025 –** 35  
**bionisch inspiriert und generativ gefertigt**  
Klaus Zander, D. Sokolov, W. Schwarz, M. Frohnapfel,  
EDAG Engineering GmbH
- Die Schiebetür – alles andere als konventionell** 49  
Andreas Cousin, Dr. J. Klingbeil, Ford-Werke GmbH
- Entwicklung des Fahrzeugunterbodens** 67  
**vor dem Hintergrund CO<sub>2</sub>-Effizienz**  
Oliver Mende, Volkswagen AG



## KAROSSERIEENTWICKLUNG

- Keynote-Vortrag | Elektrisch angetriebene Stadtbusse – Ausgangslage, Entwicklungsstand, Ausblick** 85  
Ulrich Sieg, ehem. Hamburger Hochbahn AG
- Effiziente rechnerunterstützte Entwicklung von Karosseriekonzepten** 95  
Prof. Dr. Klemens Rother,  
Fakultät Maschinenbau/Fahrzeugtechnik/Flugzeugtechnik,  
Hochschule München; Dr. W. Pohl, FCMS GmbH;  
Dr. D. Schneider, Dynardo GmbH; U. Jankowski, Tecosim GmbH
- MAN-Omnibusse – Rechnungs-Messungs-Vergleich des dynamischen Umsturzes eines Gesamtfahrzeugs** 109  
Dr. Roland Krivachy, Dr. S. Guserle, L. Ginsberg,  
MAN Truck & Bus AG

## FAHRZEUG I

- Carbon Core – die neue BMW 7er Karosserie** 125  
Michael Ahlers, BMW Group
- The All New Opel Astra Sports Tourer** 137  
Frank Saterdag, Gerald Creter, Adam Opel AG
- Mercedes-Benz F015 – autonome Mobilität der Zukunft** 159  
Sylvain Wehnert, Daimler AG
- Impulsvortrag | Auto und Karosserie – vom hölzernen Kutschkasten zur selbsttragenden Verbundkarosserie** 161  
Erik Eckermann, AutoHistorica

---

## KONZEPTE

- Passive Sicherheit instand gesetzter Pkw** 183  
Helge Kiebach, KTI GmbH & Co. KG
- Die Revolution in der automobilen Softwareentwicklung  
und ihre Auswirkungen auf das Interieur** 199  
Heiko Herchet, trive.me – eine Marke  
der EDAG Engineering GmbH

## ENTWICKLUNGSMETHODEN I

- Keynote-Vortrag | Virtuelles Testen  
von kohlefaserverstärkten Kunststoffbauteilen bei Airbus** 221  
Dr. Wolfgang Wohlers, Airbus Operations GmbH
- Methoden zur Fahrersicht-Optimierung  
am Beispiel des neuen Opel ASTRA** 223  
Dr. Lars Woyna, Adam Opel AG
- Batterieträger in Faserkunststoffverbundbauweise** 225  
Nino Andricevic, Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG;  
A. Liebsch, Prof. Dr. M. Gude,  
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden

## ENTWICKLUNGSMETHODEN II

- BFast – systematische Ableitung von Ersatzlastfällen  
aus Betriebslasten** 239  
Sascha Wörner, Prof. Dr. U. Jung,  
Kompetenzzentrum für Verkehr – Mobilität – Automotive,  
Technische Hochschule Mittelhessen
- Die Konzeptentwicklung als Bindeglied  
der technischen Innovationen zum realen Design** 255  
Andreas Orf, M. Duscha, AUDI AG

## **FAHRZEUG II**

<b>Ford Focus RS – Rebirth of an Icon</b>	271
Rolf Züchner, Ford-Werke GmbH; Tobias Fritze, EDAG Engineering GmbH	
<b>Highlights des Porsche Boxster Spyder</b>	281
Detlev Ranft, Kai Geißenhöner, Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG	
<b>2016 Cadillac CT6 – Product Engineering</b>	295
Robert N. Saje, General Motors Company, USA	

# REFERENTEN

**Michael Ahlers**

BMW Group

**Nino Andricevic**

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

**Andreas Cousin**

Ford-Werke GmbH

**Gerald Creter**

Adam Opel AG

**Erik Eckermann**

AutoHistorica

**Prof. Dr. Claus Emmelmann**

LZN Laser Zentrum Nord GmbH

**Tobias Fritze**

EDAG Engineering GmbH

**Kai Geißenhöner**

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

**Prof. Dr. Lothar Harzheim**

Adam Opel AG

**Heiko Herchet**

trive.me – eine Marke  
der EDAG Engineering GmbH

**Dr. Martin Hillebrecht**

EDAG Engineering GmbH

**Helge Kiebach**

KTI GmbH & Co. KG

**Dr. Roland Krivachy**

MAN Truck & Bus AG

**Oliver Mende**

Volkswagen AG

**Andreas Orf**

AUDI AG

**Detlev Ranft**

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

**Prof. Dr. Klemens Rother**

Fakultät Maschinenbau /  
Fahrzeugtechnik / Flugzeugtechnik,  
Hochschule München

**Robert N. Saje**

General Motors Company, USA

**Frank Saterdag**

Adam Opel AG

**Ulrich Sieg**

ehem. Hamburger Hochbahn AG

**Sylvain Wehnert**

Daimler AG

**Sascha Wörner**

Kompetenzzentrum  
für Verkehr – Mobilität – Automotive,  
Technische Hochschule Mittelhessen

**Dr. Wolfgang Wohlers**

Airbus Operations GmbH

**Dr. Lars Woyna**

Adam Opel AG

**Klaus Zander**

EDAG Engineering GmbH

**Rolf Züchner**

Ford-Werke GmbH

# FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

# **Der Natur in die Karten geschaut – Optimierungsverfahren aus dem Bereich der Bionik**

Prof. Dr. Lothar Harzheim  
GME-Vehicle Simulation  
Adam Opel AG  
International Technical Development Center,  
Rüsselsheim, Germany

## 1. Einleitung

Mit Bionik verbinden die Meisten Anwendungsbeispiele wie den Lotuseffekt oder die Haifischhaut. Weniger bekannt ist dagegen, dass sie auch als Ideenlieferant für Optimierungsverfahren zur Lösung von Problemen aus dem Ingenieursbereich dienen kann. Ein sehr erfolgreiches Beispiel dafür sind die Methoden CAO (Computer Aided Optimization) zur Formoptimierung und SKO (Soft Kill Option) zur Topologieoptimierung, welche auf der Simulation der Wachstumsregel von Bäumen und Knochen basieren. Während man die Wachstumsregel nur für Festigkeitsprobleme verwenden kann, sind evolutionäre Algorithmen und Optimierung mit Teilchenschwärmen (PSO = Particle Swarm Optimization) zur Lösung von allgemeinen Optimierungsproblemen einsetzbar. Dabei enthalten sowohl evolutionäre Algorithmen als auch PSO Zufallskomponenten und sind damit auch zum Auffinden eines globalen Optimums geeignet.

In den folgenden Kapiteln werden die oben genannten Optimierungsverfahren im Detail vorgestellt und deren Wirksamkeit anhand ausgewählter Beispiele demonstriert.

## 2. Biologische Wachstumsregel von Bäumen und Knochen

Die Grundlagen dieser Verfahren wurden am Forschungszentrum Karlsruhe [1] entwickelt. Dort wurden und werden auch heute noch die Eigenschaften von biologischen Wachstumsträgern studiert. Eine der Motivationen dafür war damals, dass solche Wachstumsträger mechanisch gesehen nichts anders als ein Bauteil darstellen. Sie sind Lasten ausgesetzt, welche zu Dehnungen und Spannungen in der Struktur führen. Geht man davon aus, dass biologische Strukturen während der Evolution im harten Konkurrenzkampf optimiert worden sind, dann sollten die biologischen Wachstumsträger möglichst versagenssicher sein. Weiterhin ist jedoch auch das Gewicht ein wichtiges Qualitätsmerkmal zum Überleben, sodass man erwarten kann, dass solche biologischen Bauteile ein festigkeitsoptimiertes Leichtbaudesign darstellen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass biologische Kraftträger immer versuchen in eine Form zu wachsen, bei der die Oberflächenspannung für die relevanten Lastfälle homogen ist. Sie erreichen ihre optimierten Formen durch eine adaptive Wachstumsregel. Diese kann besonders gut studiert werden, wenn die optimale Form gestört ist. Dies ist beispielsweise der Fall bei einem Astloch oder bei einem gebrochenen Knochen. Aus einer Vielzahl von Untersuchungen wurde die Wachstumsregel abgeleitet, die in einfachen Worten lautet:

1. Lagere an hochbelasteten Stellen Material an.
2. Entferne Material an niedrigbelasteten Stellen.