



# Vorlesung „Embedded Software-Engineering im Bereich Automotive“

Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik,  
Professur Softwaretechnologie

Sommersemester 2010

Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld

[bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de](mailto:bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de)

# Embedded Software-Engineering im Bereich Automotive



- Technische Universität Dresden,  
Fakultät Informatik, Professur Softwaretechnologie  
<http://st.inf.tu-dresden.de/content/index.php?node=teaching&leaf=1&subject=163>
  
- Sommersemester 2010
- Vorlesungszeiten                   6 Blöcke à 3 h  
  entspricht 18 Zeitstunden  
  Exkursion à 4,5 h  
  insgesamt 22,5 h oder 2 SWS
  
- Termine                               Montag, 14:50 – 16:20, 16:40 – 18:10  
  26. April, 10. Mai, 14. Juni, 21. Juni, 5. Juli, 19. Juli  
  Ersatztermine: 17. Mai, 12. Juli  
  Exkursion: ~~15. Juni~~ 6. Juli oder 20. Juli
  
- Raum                                   E023
- Dozent                                 Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld  
  bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de
  
- Betreuer                               Dipl.-Medieninf. Claas Wilke  
  [claas.wilke@tu-dresden.de](mailto:claas.wilke@tu-dresden.de)

## Kurzbeschreibung (1)



Heutige Fahrzeuge haben teilweise mehr als 50 Steuergeräte, die weit über 500.000 Zeilen Code enthalten. Über bis zu vier verschiedene Kommunikationsbusse gehen hunderte von Nachrichten und tausende von Signalen. Über zwei Drittel aller Innovationen im Automobil sind schon heute software-basiert, ein Anstieg der Softwareentwicklungskosten an den gesamten Entwicklungskosten von derzeit ca. 4% auf über 10% wird prognostiziert. Ein Automobil bündelt so auf 5x2m viele Fragestellungen der Informatik, insbesondere der Entwicklung komplexer und zuverlässiger Softwaresysteme.

Die Vorlesung führt in die Grundlagen und Besonderheiten des Software-Engineerings für elektronische Systeme im Automobil ein:

- Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen OEM und Zulieferern
- Sehr hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Sicherheit (Safety und Security) sowie Echtzeitverhalten
- Extreme Umweltbedingungen (mechanische Beanspruchung, Verbauraum, Temperatur, etc.)
- Unterschiedliche Entwicklungs- und Lebenszyklen zwischen Produkt (Fahrzeug) und Software (Komponente)
- Hoher Zeit- und Kostendruck mit vielen Änderungs- und Konfigurationsanforderungen

## Kurzbeschreibung (2)



Anhand zahlreicher Beispiele aus der Praxis werden die relevanten Entwicklungsprozesse und Modelle, Elektrik/Elektronik-Zielarchitekturen, Betriebssysteme und Bussysteme, Verfahren zum System- und Softwareentwurf inkl. der Unterstützungsprozesse und notwendiger Entwicklungswerkzeuge sowie relevante Normen und Standards vorgestellt.

Die Vorlesung ergänzt sich mit der geplanten Vorlesung

„Entwurf zukünftiger EE-Architekturen im Kraftfahrzeug“  
Dozent: Dr. Bernd Hense, Daimler AG

Weitere Informationen über  
Prof. Dr.-Ing. Bernard Bäker  
Technische Universität Dresden  
Fakultät für Verkehrswissenschaften  
Institut für Automobiltechnik (IAD)  
Lehrstuhl für Fahrzeugmechatronik  
<http://tu-dresden.de/fzm>

[http://web-redaktion.tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/vkw/iad/professuren/fm/lehre/lehrveranstaltungen\\_ordner/eeeea/index\\_html](http://web-redaktion.tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/iad/professuren/fm/lehre/lehrveranstaltungen_ordner/eeeea/index_html)

## Inhalt und Zeitplanung



- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Motivation und Überblick<br>Planung  | 26. April |
| 2. Grundlagen Fahrzeugentwicklung, KFZ-Elektronik und Software                  | 10. Mai   |
| 3. Übersicht Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)                   | 14. Juni  |
| 4. Kernprozess zur Entwicklung von elektronischen Systemen und Software         | 21. Juni  |
| 5. Unterstützungsprozesse für die Embedded Software Entwicklung                 | 5. Juli   |
| 6. Beispiele aus der Praxis   | 19. Juli  |
| 7. Wichtige Normen/Standards/Empfehlungen für die Embedded Software Entwicklung | 19. Juli  |

## Exkursion „Gläserne Manufaktur“



- Werksbesichtigung „Gläserne Manufaktur“ in Dresden (Montage Volkswagen Phaeton)
- <http://www.glaesernemanufaktur.de>
  - Termin 6. oder 20. Juli 2010 vormittags (angefragt)
  - Treffpunkt UHRZEIT am Besuchereingang Strassburger Platz / Lennéstrasse  
Gleicher Eingang wie Café und Restaurant
  - Kosten: 45 EURO für die Gruppe (Wurde 2008 vom Lehrstuhl übernommen)
  - Teilnehmer: max. 15 Personen (2008: 25 Personen)
  - Anmeldung per email an [bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de](mailto:bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de):
    - Name, Vorname, email-Adresse
    - Anmeldungen werden in der Reihenfolge des Eingangs berücksichtigt
  - 2008 ca. 24 Teilnehmer
    - ca. 20 Studenten
    - 3 Mitarbeiter des Lehrstuhls (Dr.-Ing. Birgit Demuth, Rosmarie Pjater, Sven Karol)
    - Dozent (Dr. Bernhard Hohlfeld)
  - Teilnehmerliste

# Inhalt



1. Motivation und Überblick
2. Grundlagen Fahrzeugentwicklung, KFZ-Elektronik und Software
3. Übersicht Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)
4. Kernprozess zur Entwicklung von elektronischen Systemen und Software
5. Unterstützungsprozesse für die Embedded Software Entwicklung
6. Beispiele aus der Praxis
7. Wichtige Normen/Standards/Empfehlungen für die Embedded Software Entwicklung

## 1. Motivation und Überblick

1. Bedeutung der Automobilindustrie für die deutsche Volkswirtschaft
2. Motivation Automotive Software Engineering
3. GI-Fachgruppe Automotive Software Engineering
4. Software Entwicklungsprozess
5. Standards zur Softwareentwicklung
6. Software Architekturen
7. AUTOSAR
8. Lessons Learned

## 2. Grundlagen Fahrzeugentwicklung, KFZ-Elektronik und Software



1. Wichtige Grundbegriffe, Wirtschaftliche Situation und Bestandsaufnahme  
Automotive Markt
2. Hersteller (OEM) und Zulieferer-Landschaft
3. Fahrzeugentwicklung: Von der Idee bis zur Markteinführung
4. Anwendungsdomänen
5. Trends in der Fahrzeugentwicklung



### 3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)



1. Einführung und Übersicht
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil



#### 4. Kernprozess zur Entwicklung von elektronischen Systemen und Software



1. Entwicklungsobjekt: Kombiinstrument
2. Analyse und Spezifikation der Benutzeranforderungen
3. Analyse und Spezifikation der technischen Anforderungen
4. Analyse und Spezifikation der Software-Anforderungen
5. Spezifikation der Software-Komponenten
6. Design und Implementierung der Software-Komponenten
7. Test der Software-Komponenten
8. Integration der Software-Komponenten
9. Integrationstest der Software-Komponenten
10. Integration der System-Komponenten
11. Integrationstest des Systems
12. Kalibrierung
13. Akzeptanz- und Systemtest



## 5. Unterstützungsprozesse für die Embedded Software Entwicklung



1. Grundbegriffe der Systemtheorie
2. Vorgehensmodelle und Standards
3. Konfigurationsmanagement
4. Projektmanagement
5. Lieferantenmanagement
6. Anforderungsmanagement
7. Qualitätssicherung



## 6. Beispiele aus der Praxis



1. SPARC - Secure Propulsion using Advanced Redundant Control (EU-Projekt)
2. Systemsicherheit und –zuverlässigkeit in der Luftfahrt  
Prof. Reinhard Reichel, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart
3. Flash-Programmierung von Steuergeräten in Prototypenfahrzeugen  
Oliver Manicke, Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
4. CO2 reduction leads toward energy efficiency using advanced electronics  
Patrick Leteinturier, Infineon Technologies
5. Auto Start Stopp Funktion (ASSF)  
Dr. Ing. Stephan Neugebauer, BMW Group
6. Mastering the change from electronics to embedded systems thinking  
Harald Hönninger, Karlheinz Topp, Robert Bosch GmbH
7. Modellierung funktionaler Variabilität mit Simulink
8. Statische Codeanalysen



**PLANUNG**

A yellow speech bubble with a black outline and a tail pointing towards the bottom left. The word 'PLANUNG' is written inside in bold, red, uppercase letters.

## 7. Wichtige Normen/Standards/Empfehlungen für die Embedded Software Entwicklung



1. V-Modell und V-Modell XT
2. Schriftenreihe Verband der Automobilindustrie (VDA) Band 1-6
3. Herstellerinitiative Software (HIS)
4. AUTOSAR
5. IEEE 12207, ISO 16949, IEC 61508 und ISO TR 15504
6. CMMI und SPICE
7. MISRA



## Literatur (I)



- J. Schäuffele, Th. Zurawka: Automotive Software Engineering, Vieweg Verlag, 3. Auflage 2006.
- O. Kindel, M. Friedrich: Softwareentwicklung mit AUTOSAR. Grundlagen, Engineering, Management für die Praxis. dpunkt.verlag, 2009
- P. Liggesmeyer, D. Rombach (Hrsg.): Software Engineering eingebetteter Systeme, Elsevier, 2005.
- BOSCH: Krafftfahrtechnisches Taschenbuch, Vieweg Verlag, 24. Auflage 2002.
- BOSCH: Automotive Handbook, Robert Bentley, 5th edition 2000.
- Mercedes-Benz „Technik Transparent“ Ausgabe 2007.
- Mercedes-Benz „Transparent Technology“ Edition 2007.
- BOSCH: Automotive Terminology: English - German - French, SAE, 1st edition 1998.
- Fachgruppe Automotive Software-Engineering der Gesellschaft für Informatik (FG ASE)  
<http://www.gi-ev.de/fachbereiche/softwaretechnik/ase/>

## Literatur (II)



- M. Homann: OSEK - Betriebssystemstandard für Automotive und Embedded Systems, mitp-Verlag Bonn, 2004 .
- OSEK Open systems and corresponding interfaces for automotive electronics, "<http://www.osek-vdx.org>".
- V-Modell 1997: Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes, "<http://www.v-modell.iabg.de/vm97.htm>".
- V-Modell XT 2005: Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes, "<http://www.kbst.bund.de>".
- AUTOSAR: Automotive Open System Architecture, "<http://www.autosar.org>".
- HIS: Herstellerinitiative Software, "<http://www.automotive-his.de>".
- CMMI: Capability Maturity Model Integration, "<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>".
- SPiCE: Software Process Improvement and Capability dEtermination, "<http://www.sqi.gu.edu.au/spice/>".

## Literatur (III)



- MISRA: Motor Industry Software Reliability Association, "<http://www.misra.org.uk/>".
- P. Clements, L. Northrop: Software Product Lines - Practices and Patterns, Addison Wesley 2002.
- B.P. Douglas: Doing Hard Time - Developing Real-Time Systems with UML, Addison-Wesley 2001.
- D.D. Gajski, F. Vahid, S. Narayan, J. Gong: Specification and Design of Embedded Systems, Prentice Hall 1994.
- S. Kumar, J.H. Aylor, B.W. Johnson, W.A. Wolf: The Codesign of Embedded Systems, Kluwer Academic Publishers 1997.
- Balzer, Ehlert u.a.: Handbuch der KFZ-Technik, Kieser Verlag 1999.

- Stammkapital 2,1 Mio. EUR
- Gegründet 1966
- Seit 1972 „Informatik“ im Namen
- Geschäftsbereiche
  - Transportation / Bahnbereich
  - Luftfahrt und Verteidigung
  - Industrielle Lösungen
  - Automotive
  - Methoden, Prozesse, Werkzeuge

