

# Standardisierung im Automotive-Umfeld

## Die Herstellerinitiative Software vereinheitlicht Anforderungen an Komponenten und Prozesse

**Die Beherrschung der Software stellt für Fahrzeughersteller eine große Herausforderung dar, der sich Audi, BMW, DaimlerChrysler, Porsche und Volkswagen in der Herstellerinitiative Software (HIS) intensiv widmen. Kernziel der HIS ist die Vereinheitlichung von Anforderungen an Komponenten und Prozesse.**

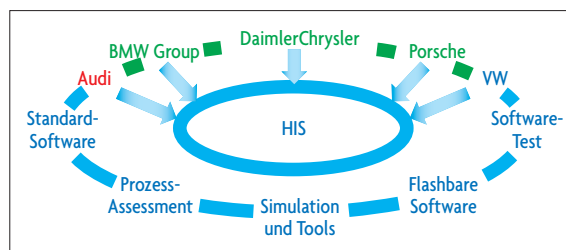
Von Dr. Hartmut Chodura, Peter-Michael Hofmann, Dr. Bernhard Kalusche, Dr. Jürgen Knobloch, Jochem Spohr und Thomas Weber

Die Komplexität der elektronischen Systeme in modernen Fahrzeugen zu beherrschen ist dieser Tage die große Herausforderung für die Fahrzeughersteller. Der entscheidende Aspekt bei der Gesamtbetrachtung des Systems ist die Beherrschung der Software - insbesondere, da sie die Mehrzahl der Innovationen realisiert. Daher widmen sich die Automobilhersteller Audi, BMW, DaimlerChrysler, Porsche und Volkswagen in der Herstellerinitiative Software (HIS) intensiv dieser Herausforderung, indem sie die Aktivitäten bei Standard-Software-Modulen für Netzwerke, der Prozessreifegrad-Ermittlung, dem Software-Test, Software-Tools und dem Programmieren von Steuergeräten bündelt. Kernziel der HIS ist die Vereinheitlichung von Anforderungen an Komponenten und Prozesse, um den Aufwand der Zulieferer zu reduzieren, der durch die Berücksichtigung unterschiedlicher Anforderungen der Automobilhersteller entsteht. Neben der HIS sind in jüngster Zeit weitere Standardisierungsaktivitäten wie AUTOSAR oder Automotive-Spice gestartet worden, weshalb das

HIS-Themenportfolio überprüft und angepasst wurde, um Parallelarbeiten zu vermeiden.

### ► Koordination in fünf Arbeitskreisen

Die Herstellerinitiative Software (HIS) besteht aus den fünf genannten Automobilherstellern und hat sich in



**Bild 1. Die Automobilhersteller Audi, BMW, DaimlerChrysler, Porsche und VW arbeiten an der Herstellerinitiative Software mit, die in fünf Arbeitskreisen organisiert ist.**

fünf Arbeitskreisen (AK) organisiert, deren Ergebnisse in die aktuellen Entwicklungen einfließen (Bild 1).

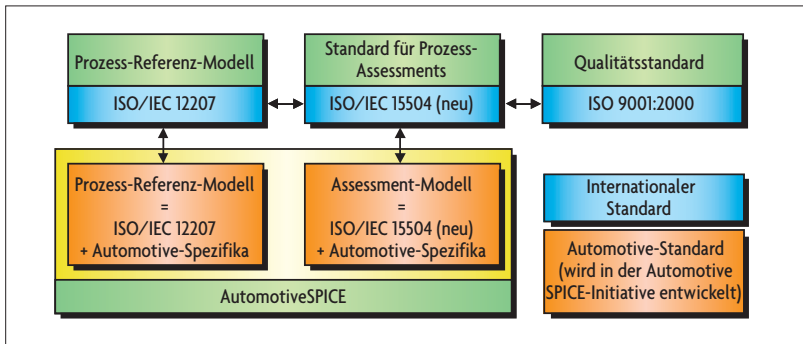
### AK Prozess-Assessment – Systematische Analyse des Software-Entwicklungsprozesses bei Lieferanten

Eine konsequente Anwendung systematischer Methoden des Software-Engineering und des Software-Qualitäts-Managements ist für die Beherrschung der Komplexität in der Automobilindustrie eine wesentliche Voraussetzung.

Daher wurden in den vergangenen Jahren die Lieferanten-Management-Prozesse der Automobilhersteller entsprechend überarbeitet und auf Software-Produkte ausgeweitet. Man verspricht sich davon mehr Transparenz bezüglich der Abläufe in der Software-Entwicklung beim Zulieferer und die Möglichkeit, frühzeitig steuernd eingreifen zu können.

Dazu wurden u.a. so genannte Software-Assessments eingeführt, die mittlerweile ein wesentlicher Indikator bei der Lieferantenauswahl sind und zur Betreuung laufender Entwicklungsprojekte bei Lieferanten eingesetzt werden. In den Software-Assessments werden die Entwicklungsprozesse bei Lieferanten anhand von Reifegradmodellen für die Software-Entwicklung bewertet, die verschiedene Reifegradstufen für Software-Entwicklungsprozesse und die Anforderungen zum Erreichen einer bestimmten Reifegradstufe definieren. Die Mitglieder der Herstellerinitiative Software haben sich gemeinschaftlich für das Reifegradmodell „SPICE“ (Software Process Improvement and Capability Determination) entschieden, das in der Norm ISO-TR15504 (1999) festgeschrieben ist.

Um Assessment-Ergebnisse vergleichbar zu machen, wurde eine Untermenge aus den SPICE-Prozessen ausgewählt, die den Anforderungen an die Software-Entwicklung in der Automobilindustrie entspricht. Dieser „Assessment-Scope“ besteht aus den Prozessen Projekt-Management (MAN.2), den Software-Entwicklungsprozessen (ENG.1.1 bis ENG.1.7) sowie den Prozessen zum Konfigurations-Management (SUP.2), zur Software-Qualitätssicherung (SUP.3) und zum Lieferanten-Monitoring (CUS.1.3). Ein verbindliches Anforderungsprofil an die eingesetzten Assessoren sichert die Qualität der Assessments. Mittlerweile wurde ein Austauschverfahren vereinbart, das dem Lieferanten erlaubt, einen verdichteten Assessment-Bericht an andere HIS-Mitglieder weiterzugeben. Hierdurch soll eine Reduktion der Aufwände auf OEM- und Lieferantenseite erreicht werden. Zur Zeit wird in der Special Interest Group Automotive gemeinsam mit Fiat und Volvo an der Definition eines speziellen Assessment-Modells „AutomotiveSPICE“ für die



**Bild 2. Ein spezielles Assessment-Modell „AutomotiveSPICE“ für die Automobilindustrie ist im Entstehen. Es basiert auf der Spezifikation ISO 15504.**

Automobilindustrie gearbeitet, das auf der ISO 15504 von 2004 basieren wird (Bild 2). Dessen Fertigstellung ist für das 1. Quartal 2005 geplant.

#### AK Software-Test – Automobil-spezifische Prozesse und Richtlinien

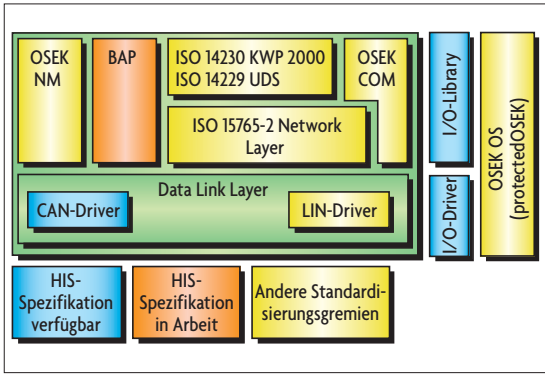
Der zunehmende Anteil von Software im Automobil erfordert eine Weiterentwicklung der in der Automobilindustrie bewährten Entwicklungsprozesse. Insbesondere die Erprobungsphase ist um spezielle Prozessschritte und Bewertungsverfahren zu ergänzen, damit die verteilten Software-basierten Funktionen qualitäts- und termingerecht qualifiziert werden können. Zu diesem Zweck werden etablierte Software-Testprozesse an die Erfordernisse des Automobilbaus angepasst, um sie in die Gesamtfahrzeug-Entwicklung einzu-

betten. Ziel ist eine grundlegende Verbesserung des Test-Prozesses, ohne bisherige Entwicklungsprozesse in ihren Grundstatuten angreifen zu müssen.

Mit TPI (Test Process Improvement) wurde eine frei zugängliche Methode zur Software-Test-Prozessverbesserung ausgewählt. Diese Methode wird momentan an die Belange der Automobilindustrie angepasst (TPI Automotive). Im Fokus stehen dabei die Testaktivitäten in einem Steuergeräte-Projekt (Fahrzeughersteller und Lieferant inkl. der Schnittstellen). Neben einer Analyse der Testaktivitäten durch Externe ermöglicht TPI Automotive auch eine Selbstbewertung der Testaktivitäten und hat als Zielgruppe Tester, Test-Manager und das mittlere Management. Praxisnahe Prozessbeschreibungen und Optimierungsvorschläge sowie eine

Priorisierung für die Umsetzung der Optimierungsschritte erleichtern die Durchführung von Verbesserungsaktivitäten im konkreten Projekt.

Als weiteres Arbeitsergebnis einigten sich alle HIS-Mitglieder auf gemeinsame, grundlegende und bewährte Programmier-Richtlinien für C-Code mit dem Ziel, die Lesbarkeit, Wartbarkeit, Stabilität und Testbarkeit des Code zu erhöhen. Als Basis dafür dienten die MISRA-Richtlinien, mit denen kritische Konstrukte der Programmiersprache C identifiziert werden, die in sicherheitsrelevanten Systemen zu vermeiden sind und die darüber hinaus Empfehlungen für die Anwendung der verschiedenen Programmiersprachenkonstrukte geben. Mit besonderem Augenmerk auf die Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit bei der Programmierung von Embedded Software in der Automobilindustrie verständigte man sich hier im Rahmen der HIS auf eine Untermenge der bestehenden MISRA-Richtlinien für C-Code. Der Satz der ausgewählten MISRA-Richtlinien wurde unter dem Titel „Gemeinsames Subset der MISRA C Guidelines“ durch die HIS auf ihrer Homepage [1] veröffentlicht. Geplant ist, diesen Regelsatz nach dem Erscheinen der Version 2.0 der MISRA-Richtlinien für C (voraussichtlich im Herbst 2004) zu überarbeiten.



**Bild 3. Struktur der von der HIS bearbeiteten Standard-Software.**

Die zukünftigen Themen im HIS-Arbeitskreis Software-Test haben unter anderem weitere Anforderungen an den Quell-Code zum Inhalt. Hierzu gehört die Formulierung von Mindestanforderungen an Style Guides zur Verbesserung der Lesbarkeit sowie die Definition eines Satzes von Code-Metriken und zugehörigen Schwellwerten zur Verbesserung der Software-Qualität. Diese Themen ergänzen die Ergebnisse des HIS-Arbeitskreises Software-Test zu den MISRA-Richtlinien für C-Code.

**AK Standard-Software – Standardisierte Software-Module verkürzen die Entwicklungszeiten und erhöhen die Software-Qualität**

Seit Bestehen der HIS wurde eine bedeutende Zahl drängender Standard-Software-Themen in Angriff genommen – mit dem Ziel, für alle betroffenen Parteien akzeptable Lösungen zu etablieren. Dies geschah – wo immer möglich – durch aktive Mitarbeit in bestehenden Standardisierungsgremien, wo die spezifischen Anforderungen gemeinsam vertreten wurden. Die Entscheidung, die entsprechenden Standards dieser Gremien anzuwenden, wurde in die auf der HIS-Homepage [1] publizierte Ergebnisliste aufgenommen.

Die von der HIS bearbeitete Struktur der Standard-Software ist in *Bild 3* dargestellt. Bei drängenden Themen, die noch nicht seriennah durch ein Gremium bearbeitet wurden, mussten in eigener Regie kurzfristig Standards festgelegt werden. Auch diese Ergebnisse sind über die HIS-Homepage [1] öffentlich zugänglich.

Arbeiten, die so bereits zum Abschluss gebracht wurden, umfassen die

- Definition einer abwärtskompatiblen Erweiterung von OSEK/VDX OS für Mikroprozessoren mit Speicher-schutzmechanismen (ProtectedOSEK),
- Festlegung einer einheitlichen Schnittstelle zur Kommunikation über CAN (CAN-Driver),
- Definition einer einheitlichen Schnittstelle zu den mikroprozessorlokalen Ein-/Ausgabe-Schnittstellen (I/O-Library),
- Festlegung eines standardisierten Leistungsumfangs für typische Gruppen von mikroprozessorlokalen Ein-/Ausgabe-Schnittstellen wie Digital-E/A (I/O-Treiber).

Die weite Akzeptanz der HIS-Aktivitäten zeigt sich nicht zuletzt darin, dass auf dem Markt für alle publizierten HIS-Spezifikationen inzwischen geeignete Produkte angeboten werden.

Im Zuge der laufenden Aktivitäten des Arbeitskreises für Standard-Software werden natürlich auch andere Themen behandelt, die in ihrer Bearbeitung zwar schon weit fortgeschritten, aber noch nicht im publizierfähigen Zustand sind. Bei solchen Themen wird regelmäßig überprüft, ob es in der Zwischenzeit Standardisierungs-bemühungen gibt, denen sich die HIS anschließen kann. Nach Gründung des AUTOSAR-Konsortiums konnten mehrere Themen dorthin verlagert werden. Die innerhalb der HIS vorliegenden Zwischenergebnisse wurden konsolidiert in mehrere Arbeitsgruppen des AUTOSAR-Konsortiums eingebracht. Innerhalb dieser Arbeitsgruppen arbeiten die HIS Mitglieder weiterhin aktiv an den verschiedenen Einzelthemen mit. Dazu gehören die Weiterentwicklung der Schnittstelle zur Kommunikation über CAN, die Vereinheitlichung der Schnittstelle zu zeitsynchronen Busprotokollen (wie z.B. FlexRay) und die Entwicklung einer abwärtskompatiblen Erweiterung der Sendemechanismen von OSEK/VDX COM 3.0. Gleiches gilt auch für die Arbeiten an der Spezifikation einer neuen Netz-Management-Generation als Ablösung von OSEK/VDX NM, für die Erweiterung des ISO-Standards „ISO 15765-2“ (Netzwerkschicht der Diagnose) zur Nutzung auch außerhalb der Diagnose, für die Weiterentwicklung der Spezifikation von Protected OSEK sowie für

die Fortführung der Arbeiten an der I/O-Library und dem I/O-Driver.

Soweit im Rahmen von AUTOSAR schon von der HIS bearbeitete Themen weitergeführt werden, dienen die HIS-Spezifikationen ebenfalls als Grundlage mit dem Ziel, eine rückwärtskompatible Fortschreibung der Spezifikationen zu gewährleisten.

Nicht alle Themen wurden in AUTOSAR überführt. In zwei Fällen wurde eine umgekehrte Vorgehensweise beschlossen: Die Arbeiten werden innerhalb der HIS fortgeführt und die endgültigen Ergebnisse an das AUTOSAR-Konsortium zur Publikation zurückgespielt. Im Bereich der Standard-Software trifft dies auf das Bedien- und Anzeigeprotokoll (BAP) zu, welches eine standardisierte Kommunikation zwischen Steuergeräten und dem Anzeigegerät (üblicherweise Kombiinstrument) beschreibt. BAP ermöglicht die Übernahme von Steuergeräten mit gleichen Funktionsinhalten, gleichem Package, gleichen elektrischen Schnittstellen und Datenprotokollen über Marken- und Fahrzeuggrenzen hinweg.

Die gleiche Vorgehensweise wie für BAP ist für die Ergebnisse des Arbeitskreises Flash-Programmierung vorgesehen, die nach erfolgter Spezifikation schlussendlich zu einer weiteren standardisierten Software-Schnittstelle führen werden.

Auch in Zukunft wird die HIS neue Standard-Software-Themen auf Dringlichkeit überprüfen und entweder in passenden Gremien vorantreiben oder in Eigenregie Lösungen erarbeiten.

**AK Flashbare Software – Eine gemeinsame Lösung für eine gemeinsame Herausforderung**

In der Automobilindustrie kommen zunehmend Flash-Speicher zum Einsatz. Dadurch wird die Steuergeräte-Software eine eigenständige Komponente, die unabhängig von der Hardware gehandhabt werden kann. Die Software-Architekturen der Steuergeräte, die die Automobilhersteller zur Zeit für den Flash-Prozess verfolgen, unterscheiden sich jedoch nur geringfügig. Sie setzen auf demselben Kommunikationsprotokoll auf; eine Angleichung liegt somit nahe.

Die Arbeiten des AK Flashbare Software lassen sich in zwei Schwerpunk-

te unterteilen: Der erste Schwerpunkt ist die Standardisierung und Optimierung des so genannten Flashloaders. Dieser stellt eine eigenständige Applikation dar, die parallel zur Funktions-Software in einem schreibgeschützten Speicherbereich des Steuergeräts liegt.

Im Wesentlichen besteht der Flashloader aus dem Kommunikations-Stack zur Anbindung an den CAN-Bus. Hierfür werden Standard-Software-Module verwendet, die bereits in Serienfahrzeugen eingesetzt werden.

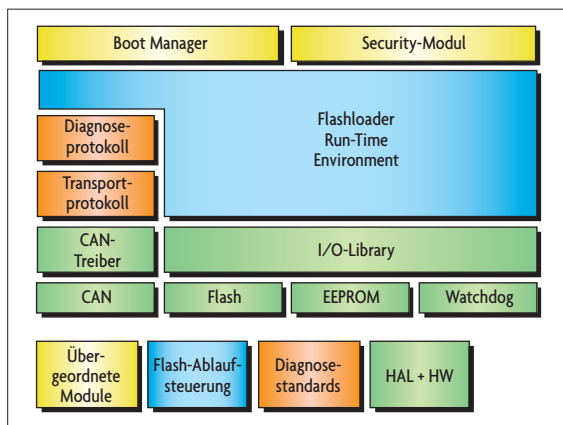
Die Anbindung der restlichen Steuergeräte-Hardware erfolgt über hardware-spezifische Low-Level-Treiber, die entweder vom Controller-Hersteller

ren, hat man sich im Rahmen der HIS sowohl auf gemeinsame Treiber-Spezifikationen als auch auf die für die Freigabe und Abnahme notwendigen Kompatibilitätstests geeinigt.

Der zweite Arbeitsschwerpunkt des AK Flashbare Software liegt auf der Absicherung des Flashens durch kryptographische Methoden. Dafür zuständig ist ein bestimmter Teil des Flashloaders, das so genannte Security-Modul. Es umfasst standardisierte Routinen zur Autorisierung des Programmiergeräts gegenüber dem Steuergerät sowie zur Prüfung von Authentizität und Integrität der Flashware. Das Security-Modul ermöglicht auch die Überprüfung digitaler Signaturen. Durch eine Signatur kann sowohl die Herkunft als auch die Integrität von Software festgestellt werden.

Die HIS sieht zwei Signaturen vor: Die erste Signatur wird vom Zulieferer erzeugt und mit der Flashware ausgeliefert. Diese wird beim Hersteller außerhalb des Steuergeräts verifiziert. Sie dokumentiert die Freigabe

des Zulieferers. Der Hersteller erzeugt eine zweite Signatur. Diese wird im Steuergerät verifiziert und belegt, dass die Software vom Hersteller für die jeweilige Anwendung freigegeben wurde.



**Bild 4. Die Architektur des HIS-Flashloaders umfasst übergeordnete Module, die Flash-Ablaufsteuerung sowie Diagnosestandards und hardwarenahe Elemente.**

oder vom Steuergeräte-Lieferanten zur Verfügung gestellt werden. Auf diesen Treibern setzt eine Funktionsbibliothek zur logischen Trennung von der jeweiligen Hardware auf, der so genannte Hardware Abstraction Layer (HAL). Der HAL bietet der Anwendung eine einheitliche Programmierschnittstelle und erleichtert dadurch die Portierung.

Der so genannte Flash-Treiber, der die Routinen zum Löschen und Schreiben des Flash-Speichers beinhaltet, ist in hohem Maße Hardware-abhängig. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, dass diese Treiber von den jeweiligen Controller-Herstellern entwickelt und zur Verfügung gestellt werden. Sie übernehmen damit auch die Verantwortung für deren korrekte Funktion. Die Struktur des HIS-Flashloaders ist in Bild 4 dargestellt.

Um den Aufwand für Erstellung, Test und Freigabe der Treiber durch die Controller-Hersteller zu minimie-

**AK Simulation und Tools – Tools für die firmenübergreifende kooperative Entwicklung vernetzter Steuergeräte**

Rechnergestützte Entwicklungsmethoden spielen eine immer größer werdende Rolle für die Entwicklungsprozesse auf Seiten der Fahrzeughersteller und -zulieferer. Gleichzeitig ergeben sich durch die zunehmende Vernetzung im Fahrzeug neue Funktionsbereiche, neue Entwurfsprobleme und damit neue Anforderungen an die einzusetzenden Werkzeuge. Die HIS will sich nicht auf den Einsatz bestimmter Werkzeuge festlegen, sondern verfolgt in erster Linie das Ziel, unter den geänderten Randbedingungen anhand von

repräsentativen Use Cases aus dem Alltag des Entwicklungslebenszyklus der Automobilhersteller/-zulieferer gemeinsame Anforderungen an Tools und an offene Standards für Werkzeug-schnittstellen zu definieren und diese an Toolhersteller und Standardisierungsgremien für Schnittstellen wie

ASAM, MSR, SAE, ISO und IEC zu kommunizieren.

In diesem Zusammenhang wird den folgenden Tool-Kategorien besondere Bedeutung beigemessen:

- Code-Generierung
- UML-Modellierung
- RE/RM (Requirement-Engineering und -Management)

Management-Werkzeug DOORS das „DOORS Exchange Interface Modul“ als Software-Produkt implementiert. Als weiteres Resultat der Arbeiten wurde eine gemeinsame Datenbank für HIS-Spezifikationen aufgesetzt, zunächst für den Einsatz im HIS-Arbeitskreis Flash-Programmierung.

Als nächste Schritte stehen die Definition eines offenen Formats für den Austausch von Anforderungsspezifikationen zwischen Hersteller und Zulieferer auf dem Programm. Des Weiteren sollen Anforderungen an eine Kopplung eines beliebigen Anforderungs-Management-Tools mit Modellierungswerkzeugen sowie Test-, Änderungs-Management- und Versions-/Konfigurations-Management-Tools erarbeitet werden.

### ► Bekenntnis zu übergreifenden Aktivitäten

Durch die jüngste Portfolioanpassung hat die HIS ein klares Bekenntnis zu den übergreifenden Aktivitäten wie AUTOSAR und AutomotiveSPICE ausgedrückt. Bei Themenfeldern – wie z.B. BAP –, die durch die bekannten Standardisierungsgremien (noch) unbehandelt sind, wird die HIS weiter einen schnellen und pragmatischen Standardisierungspfad anstreben, der – wo immer möglich – direkt in vorhandene Gremienlandschaften überführt wird. Die von der HIS erarbeiteten Spezifikationen sind auf ihrer Homepage [1] frei verfügbar. 57



#### Dr.-Ing. Jürgen Knoblach

promovierte 1999 an der Universität Erlangen-Nürnberg im Bereich Digitale Fabrik. Zwischen 1999 und 2002 war er Projektleiter in der BMW Group in mehreren Software-Entwicklungsprojekten im Bereich PDM und Digital Manufacturing. Seit 2002 ist Knoblach bei der BMW Group für das Thema E/E-Lieferanten-Management und Software-Assessments zuständig.

► E-Mail:

Juergen.Knoblach@bmw.de



#### Dr. Bernhard Kalusche

promovierte 1999 an der Universität Regensburg in Physik. Anschließend forschte er auf dem Gebiet der Medizintechnik an der Universität München. Ab 2001 war er im Bereich Software-Entwicklung bei der Unternehmensberatung Cap Gemini Ernst & Young tätig. Seit 2003 arbeitet er bei der BMW AG in der Abteilung E/E-Produkt- und Prozessqualität.

► E-Mail:

Bernhard.Kalusche@bmw.de



#### Jochem Spohr

verantwortet bei der MB-technology GmbH alle Aktivitäten zum Thema Standard-Software. Im Auftrag von DaimlerChrysler leitet er den HIS-Arbeitskreis „Standard-Software“ und die OSEK-Arbeitsgruppen „Operating System“ und „Network Management“ und ist in mehreren Arbeitsgruppen von AUTOSAR aktiv.

► E-Mail: Jochem.Spohr@mbtech-group.com



#### Dipl.-Ing. Peter-Michael Hofmann

studierte Elektrotechnik an der Universität Kaiserslautern. Zwischen 1991 und 2001 war er in mehreren Software-Entwicklungsprojekten im Bereich Forschung und Elektrik-/Elektronik-Entwicklung der Volkswagen AG tätig. Seit 2001 arbeitet er als Projektleiter für die Auswahl und Einführung neuer Entwicklungsmethoden und -Tools innerhalb der Elektrik-/Elektronik-Entwicklung der Volkswagen AG.

► Peter-Michael.Hofmann@volkswagen.de



#### Dipl.-Ing.(BA), Dipl.-Inf. Thomas Weber

war seit 1991 in verschiedenen Projekten der Prüfautomatisierung der Produktion bei DaimlerChrysler tätig. 1997/98 führte er Forschungsprojekte im Umfeld Software-Prozesse für Automotive-Entwicklung durch. Danach war er in der PKW-Entwicklung tätig. Aktuell verantwortet er die Themen DC Standard Core, Software-Qualitäts-Management sowie für die Entwicklung eines E/E-Architekturwerkzeuges.

► E-Mail: Thomas.Weber@daimlerchrysler.com

#### Links

- [1] HIS – Herstellerinitiative Software: [www.automotive-HIS.de](http://www.automotive-HIS.de)
- [2] AUTOSAR – Automotive Open System Architecture: [www.autosar.org](http://www.autosar.org)
- [3] MISRA – Motor Industrie Software Reliability Association: [www.misra.org.uk](http://www.misra.org.uk)
- [4] OSEK/VDX – Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik im Kraftfahrzeug/Vehicle Distributed Executive: [www.osek-vdx.org](http://www.osek-vdx.org)
- [5] MSR – Manufacturer Supplier Relationship: [www.msr-wg.de](http://www.msr-wg.de)
- [6] ASAM – Association for Standardisation of Automation- and Measuring Systems: [www.asam.de](http://www.asam.de)
- [7] SAE – Society of Automotive Engineers: [www.sae.org](http://www.sae.org)
- [8] ISO – International Organization for Standardization: [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [9] IEC – International Electrotechnical Commission: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)