

# **dSPACE**

---

# **NEWS**

**FACTS · PROJECTS · EVENTS**

## **Kundenanwendungen**

**Audi – Optimaler Mix aus Fahrversuch und Simulation**

**Continental –  
Luftfederfahrwerk mit  
dSPACE-Modellen getestet**

## **Produkte**

**TargetLink –  
Seriencode-Generator mit  
AUTOSAR-Anbindung**

## **Business**

**Anwenderkonferenzen in  
Japan und den USA**



**TargetLink fliegt EADS Barracuda**

**Editorial**

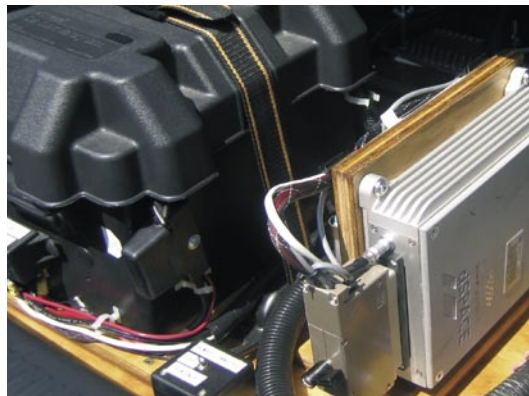
- 3** von Dr. Herbert Hanselmann  
Geschäftsführer

**Kundenanwendungen**

- 4** General Motors:  
XCP on CAN und CalDesk
- 6** EADS: Barracudas Erstflug
- 8** MTS: Von der Strecke ins Labor
- 10** Continental: Verifikation von  
Luftfedersystemen
- 12** DaimlerChrysler:  
Aktiver Sitzkomfort
- 14** FEV: Mehr Schwung, weniger Sprit
- 16** Audi: Strategischer Einsatz von HIL  
und SIL

**Produkte**

- 19** DS5202 –  
Wunderbar wandlungsfähig
- 20** TargetLink mit  
AUTOSAR-Anbindung
- 22** Flexible Direkteinspritzung (RapidPro)
- 23** Schneller bypassen  
(DS541 DPMEM POD für MPC55xx)
- 24** Automatisierte Tests in Echtzeit  
(AutomationDesk)
- 26** Laufzeitfehlern auf der Spur  
(TargetLink)



**4** *General Motors setzt das universelle Mess- und Applikationswerkzeug CalDesk zusammen mit der MicroAutoBox in anspruchsvollen Getriebeprojekten ein.*

**Business**

- 28** AUTOSAR und ASAM –  
aktuelle Aktivitäten
- 30** Erste Konferenz der neuen  
dSPACE-Tochter
- 32** Anwenderkonferenz in den USA
- 35** Hybrid mit dSPACE
- 36** Einweihung mit Spaß und WM-Spiel
- 38** Kurz notiert
- 39** Infos und Termine

**dSPACE NEWS**

dSPACE NEWS werden periodisch herausgegeben von:

dSPACE GmbH · Technologiepark 25  
33100 Paderborn · Deutschland  
Tel.: +49 52 51 16 38-0 · Fax: +49 52 51 6 65 29  
dspace-news@dspace.de · info@dspace.de  
support@dspace.de · www.dspace.com

Projektleitung und Redaktion: André Klein  
Fachredaktion: Bettina Henking-Stuwe, Ralf Lieberwirth,  
Sonja Lillwitz, Julia Reinbach, Dr. Gerhard Reiß, Klaus Schreiber  
Redaktionelle Mitarbeit an dieser Ausgabe: Alicia Alvin,  
Dr. Ulrich Eisemann, Holger Krisp  
Schlussredaktion und Übersetzung: Robert Bevington,  
Stefanie Bock, Christine Smith  
Layout: Beate Eckert, Tanja Mazzamurro, Sabine Stephan

© Copyright 2006  
Alle Rechte vorbehalten. Vollständige oder teilweise Vervielfältigung dieser Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Genehmigung und unter Angabe der Quelle gestattet.  
Diese Veröffentlichung sowie deren Inhalte unterliegen Änderungen ohne vorherige Ankündigung. Markennamen oder Produktnamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Hersteller und Organisationen.



**6** *Jungfernflug von Barracuda, den neuen unbemannten Flugzeugs (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) von EADS. 45 % der Software des Flugsteuerungscomputers wurden mit TargetLink generiert.*

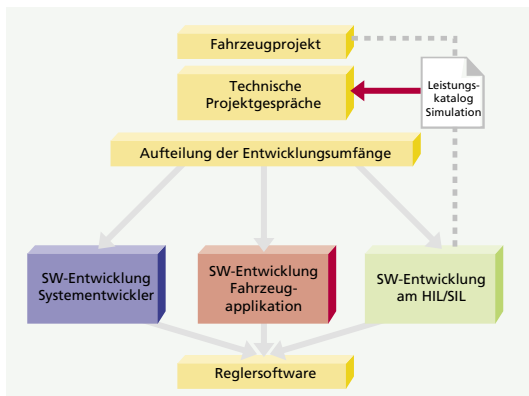


TargetLink ist drin! Möglicherweise in Ihrem Auto. Unsere Kunden halten sich leider oft bedeckt, wenn es um die Mitteilung von Einsatzfällen geht. Unsere Gesprächspartner bei Kunden können oft auch gar nicht

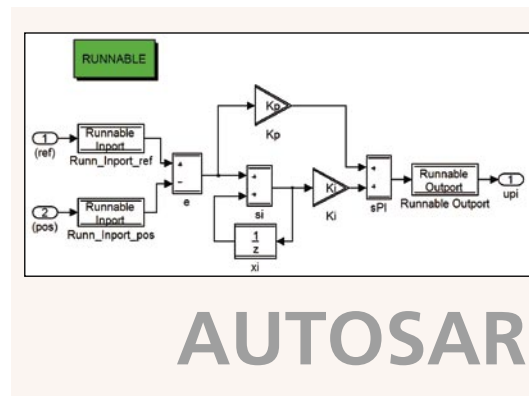
angeben, wie viele Fahrzeuge einer Modellreihe tatsächlich mit dem betreffenden Feature gekauft wurden. Aufgrund eigener Recherchen sind wir aber sicher: weit mehr als 1 Million Fahrzeuge sind unterwegs, bei denen ein Teil der Funktionen mit TargetLink realisiert wurde. Aufgrund der Lizenzverkäufe und anderer Informationen gehen wir von einer sehr hohen Dunkelziffer aus, was die Anzahl der Produktionsprojekte angeht. Über 100 können wir aber schon selbst zusammenzählen. Ein großer Teil davon ist schon längst in Produktion gegangen, auch in Fahrzeugen mit hoher Stückzahl. Einige sehr interessante Anwendungen werden bis zum Jahresende in Produktion sein. Die meisten Projekte betreffen den Antriebsstrang, zu gleichen Teilen gefolgt von Chassiselektronik, anderen Sicherheits- und Bremssystemen sowie Komfort- oder Fahrerassistenzanwendungen. Der Anteil von TargetLink am jeweiligen Anwendungsprogramm im Steuergerät beträgt oft 80-100 %. Es ist ein großer Unterschied, ob ein Code-Generator in Projekten eingesetzt wird, wo eine vage Absicht besteht, in Produktion zu gehen, oder ob es sich um einen echten Einsatz bis zum ausgelieferten Fahrzeug handelt. Auch spielt es eine Rolle, ob ein Code-Generator nur „im Prinzip“ für den Produktionseinsatz gerüstet ist, oder ob er die zahllosen Randbedingungen

erfüllt, die durch Software-Spezialisten und vorhandene Rahmenbedingungen gesetzt werden. Letztere unterscheiden sich oft von OEM zu OEM und von Zulieferer zu Zulieferer. Bei der Weiterentwicklung von TargetLink ist viel Aufwand genau da angefallen, wo es speziell wird, und wir den Anspruch haben, TargetLink „ab Werk“ anpassungsfähig genug zu machen sowie mit wichtigen Unterstützungsfunktionen auszurüsten, zum Beispiel dem dSPACE Data Dictionary. Dadurch entfällt der Aufwand und vor allem das Risiko kundenspezifischer oder gar kundeneigener Code-Generatorentwicklungen. Deren Qualitätsabsicherung ist ebenso wie deren langjährige Pflege eine Zeitbombe. Für einen Kunden allein ist der dazu nötige Aufwand zu groß. Dazu kommt noch, dass kundenspezifische Entwicklungen oft von wenigen Personen abhängen und der Dokumentationsstand zu wünschen übrig lässt. Es fehlt die „Economy of Scale“. Speziell bei der Absicherung für sicherheitsrelevante Funktionen sind die Anforderungen an alle Beteiligten so hoch, dass nur ein professionell gepflegter Code-Generator auf Dauer in Frage kommen sollte, bei dem sich der immense Aufwand für Pflege und Qualitätssicherung immerhin auf viele Anwender umlegen lässt. TargetLink hat bewiesen, dass es den teilweise sehr harten Anforderungen der Praxis gewachsen ist. Belegt wird das auch dadurch, dass inzwischen mehr Lizenzen bei Zulieferern im Einsatz sind als bei OEMs. Manchmal wird ja in den Raum gestellt, OEMs würden nicht wirklich unter harten Bedingungen Seriencode generieren, das übernehmen die Zulieferer. Das stimmt zwar unserer Erfahrung nach nicht immer, aber auf jeden Fall waren oft genug die Zulieferer die kritischeren Kunden.

Dr. Herbert Hanselmann  
Geschäftsführer



**16** Für die Fahrdynamikentwicklung hat die AUDI AG einen Prozess entwickelt, der die Hardware-in-the-Loop- und Software-in-the-Loop-Simulation fest in die Entwicklungsprojekte integriert.



**20** Die neue Version 2.2 von TargetLink ermöglicht die Code-Generierung für AUTOSAR-Software-Komponenten als applikationsspezifischen Bestandteil der AUTOSAR-Software-Architektur.

# XCP on CAN und CalDesk bei General Motors

- Zugriff auf das im neuen 6-Gang-Getriebe installierte Steuergerät
- Messung, Applikation und Bypassing mit ein und demselben Werkzeug
- XCP on CAN und CCP parallel auf demselben CAN-Kanal

▼ Synchrones Bypassing für zeitkritische Parameter. Der Wait-Mechanismus in dSPACE XCP Service für synchronen Datenaustausch zwischen Steuergerät und RCP-System.

General Motors setzt XCP on CAN für die Software-Entwicklung sowie das universelle Mess- und Applikationswerkzeug CalDesk für die Parametrierung der elektronischen Steuergeräte in anspruchsvollen Getriebeprojekten ein. Der dSPACE XCP Service bietet dabei Leistungsmerkmale für Funktions-Bypassing in schnellen Steuergeräte-Rastern und CalDesk sorgt für eine integrierte Arbeitsumgebung bei Anwendungen in den Bereichen Messung, Applikation und Bypassing. Durch den Einsatz von CalDesk ergeben sich zahlreiche Vorteile gegenüber Tool-Landschaften aus mehreren Werkzeugen: Zum Beispiel sind zeitkorrelierte Messungen auf Steuergeräten und Prototyping-Plattformen sowie gleichzeitige Parametervstellungen möglich.

## Zugriff auf Getriebe-Steuergeräte

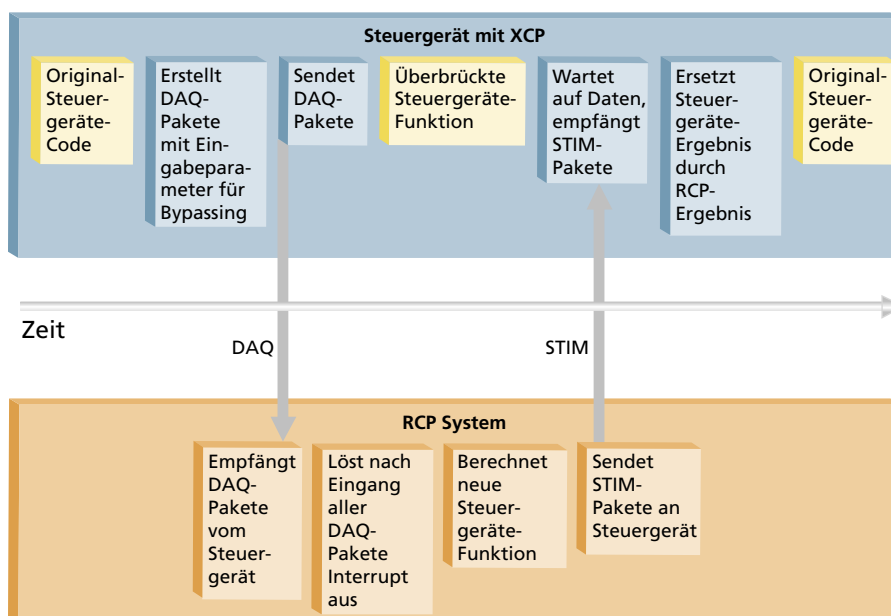
Steuergeräte im Getriebebereich werden immer kompakter und an immer unzugänglicheren Orten verbaut. Für die Software-Entwicklung ist der Einsatz zusätzlicher Schnittstellen-Hardware im oder am Steuergerät daher kaum möglich. So verhält es sich auch beim neuen 6-Gang-Getriebe von General Motors, bei dem das Steuergerät direkt im Getriebe platziert ist. Für Applikation und Messung nutzt die General Motors Advanced Transmission Group den Zugriff über CCP, während die Bypass-Kommunikation zwischen Steuergerät und Prototyping-Hardware (hier die MicroAutoBox) über

XCP on CAN erfolgt. Der dSPACE XCP Service und CCP arbeiten dabei parallel auf demselben CAN-Kanal ohne gegenseitige Beeinflussung. Die CCP-Implementierung war in der Entwicklungssoftware des Steuergerätes bereits vorhanden, so dass diese für Mess- und Applikationsaufgaben verwendet werden konnte. Der dSPACE XCP Service und die entsprechenden Service-Aufrufe (Bypass Hooks) wurden im Steuergeräte-Code integriert. Im Gegensatz zu CCP bietet der dSPACE XCP Service spezielle Mechanismen für den Funktions-Bypass, zum Beispiel das tasksynchrone Schreiben von Variablen, die Sicherstellung der Datenkonsistenz und mehrere Fehlererkennungsoptionen hinsichtlich der Bypass-Kommunikation.

Grundsätzlich ist der dSPACE XCP Service für vielfältige Anwendungen ausgelegt – von Messung und Steuergeräte-Applikation über Bypassing bis hin zur Steuergeräte-Flash-Programmierung.

## CalDesk – Steuergeräte-Applikation und Rapid Control Prototyping mit demselben Werkzeug

Für GM war in diesem Projekt eine integrierte Experimentierumgebung ausschlaggebend, die sowohl für das Steuergerät als auch für die dSPACE-Prototyping-Hardware Messung und Applikation möglich macht. Die Entscheidung fiel auf CalDesk. Mit CalDesk ist der gleichzeitige Zugriff auf die Fahrzeug-Steuergeräte und -Busse sowie auf Rapid-Control-Prototyping-Plattformen



möglich. Darüber hinaus lässt sich eine beliebige Anzahl an Geräten in einem einzigen Experiment verwalten. Somit bietet CalDesk eine integrierte Experimentierumgebung zur Durchführung von Aufgaben aus den Bereichen Funktions-Prototyping, Steuergeräte-Applikation, Messung, Datenanalyse und sogar Steuergeräte-Flash-Programmierung in ein und demselben Werkzeug.

## Die Vorteile von CalDesk

Der Einsatz von CalDesk bringt zahlreiche Vorteile mit sich:

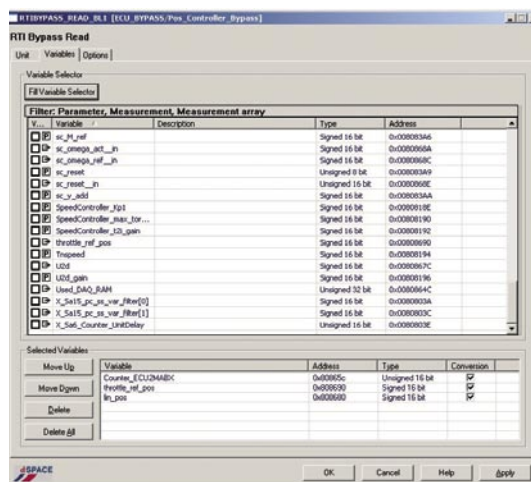
- Ein einziges Werkzeug für mehrere Anwendungsfälle
- Zeitkorrelierte Messung von Variablen auf Steuergeräten und dSPACE-Prototyping-Systemen
- Simultane Parameterverstellung auf Steuergeräten und dSPACE-Prototyping-Systemen in einem Schritt (Proposed Calibration)
- Ein und dieselbe Automatisierungsschnittstelle für den Zugriff auf Steuergeräte und dSPACE-Prototyping-Systeme

## Bypass-Implementierung auf der Getriebesteuereinheit

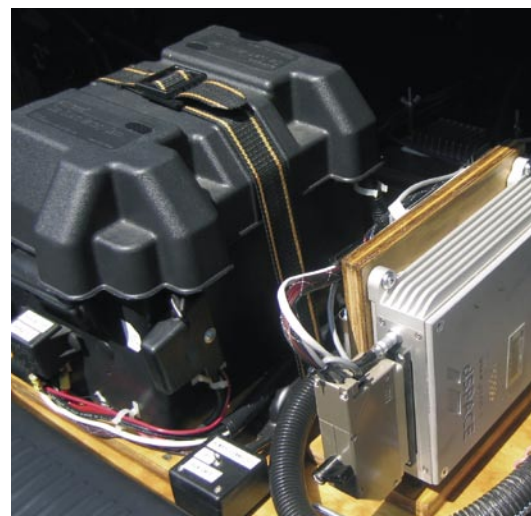
Mit Hilfe des externen Bypass-Ansatzes in Verbindung mit dSPACE-Prototyping-Systemen werden zahlreiche neue Algorithmen für die Getriebesteuereinheit (Transmission Control Module, TCM) entwickelt. Je nach Datentyp, der über XCP on CAN ausgetauscht werden muss, kommen unterschiedliche Implementierungsmethoden zum Einsatz. Bei Ein- und Ausgabedaten, die nicht zum jeweiligen Steuergeräte-Task-Zyklus konsistent sein müssen, werden die entsprechenden Modelleingänge auf dem RCP-System über CAN empfangen. Die Berechnung des Bypass-Modells erfolgt in einer Timer-Task. Üblicherweise antwortet das RCP-System im selben Steuergeräte-Task-Zyklus, wobei dieses Verhalten nicht garantiert werden kann. Bei zeitkritischen Daten verhält es sich anders: Hier wird bei Empfang der entsprechenden Modelleingänge ein Interrupt

auf dem Prototyping-System ausgelöst. Um Datenkonsistenz zu gewährleisten, kommt ein Mechanismus des dSPACE XCP Service zum Einsatz. Dieser Mechanismus erlaubt die Definition eines Zeitintervalls, das das Steuergerät auf neue Daten des RCP-Systems wartet.

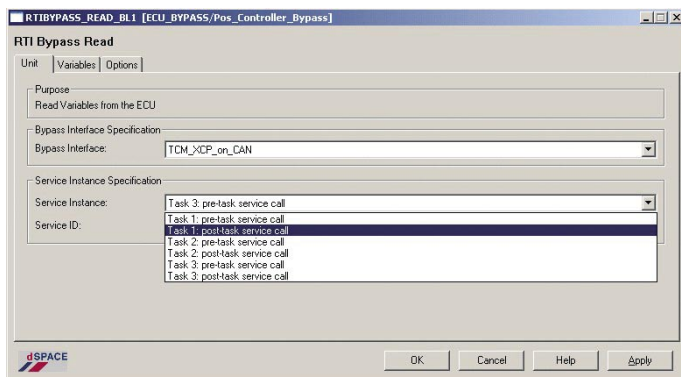
So ist sichergestellt, dass Modellausgänge immer synchron mit dem Steuergeräte-Task-Zyklus zur Verfügung stehen. Darüber hinaus gibt es Vorkehrungen, um Pufferüberläufe auf dem Steuergerät und damit den Verlust von Daten zu vermeiden. Die Getriebesteuereinheit bietet mehrere Tasks mit unterschiedlichen Prioritäten und Aktivierungsraten. Zwei Service-Aufrufe wurden in den ersten drei Steuergeräte-Tasks implementiert, wobei die schnellste eine Aktivierungsrate von weniger als 7 ms hat. Der erste Service-Aufruf, auch „Pre-Task“ genannt, dient zur Erfassung der Bypass-Modelleingänge mit Hilfe des XCP-DAQ-Mechanismus zu Beginn der Steuergeräte-Task. Der zweite Service-Aufruf, die so genannte „Post-Task“, erlaubt die synchrone Übertragung der Bypass-Modellausgänge an das Steuergerät mit Hilfe der XCP-Datenstimulationsmethode. Alle Service-Aufrufe werden in der entsprechenden



▲ Mit dem Variablenbrowser des RTI Bypass Blocksets werden die Steuergeräte-Variablen ausgewählt.



▲ Prototyping-Hardware: MicroAutoBox im Kofferraum verbaut.



▲ Auswahl verschiedener Service-Aufrufe mit dem RTI Bypass Blockset, hier Service-Aufruf „Post-Task“, für die Übertragung der Bypass-Modellausgänge an das Steuergerät.

Implementierungsdetails auseinandersetzen müssen. Mit dem RTI Bypass Blockset klickt man in der Modellierungsumgebung einfach auf den Namen des Service-Aufrufes und der Service wird der jeweiligen Variablen zugewiesen, die vom Steuergerät gelesen oder an das Steuergerät übertragen werden soll.

Keith Lang  
General Motors Powertrain  
Advanced Power Transfer Group  
USA

# Barracudas Erstflug

- ▶ **EADS entwickelt unbemannten UAV-Demonstrator „Barracuda“**
  
- ▶ **Automatisierte Code-Generierung mit TargetLink**
  
- ▶ **45 % der Flugsteuerungssoftware mit TargetLink generiert**

Am 2. April 2006 fand im spanischen San Javier der Jungfernflug des Technologie-Demonstrators „Barracuda“ statt – eines von EADS Military Air Systems entwickelten unbemannten Flugzeugs, das als Demonstrator und Entwicklungsplattform zukünftiger „Unmanned Aerial Vehicles“ (UAVs) dienen soll. In dem Flugsteuerungsrechner an Bord befinden sich mehrere Subsysteme, deren Code mit TargetLink generiert wurde – insbesondere die Flugregelung. Mit diesem UAV-Demonstrator hat die EADS auf dem bisher von den USA dominierten Zukunftsmarkt unbemannter Flugzeuge einen technologischen Quantensprung erreicht.

## Wozu unbemannte Flugzeuge?

Autonom fliegende UAVs bieten gegenüber bemannten Flugzeugen unschlagbare Vorteile: Sie ersparen Piloten riskante Missionen und können extreme Flugmanöver mit Beschleunigungen fliegen, die für menschliche Piloten eine zu große Belastung darstellen würden. Außerdem sind UAVs besonders für lange und monotone Einsätze hervorragend geeignet, denn anders als eine menschliche Besatzung ermüden sie nicht. Durch den hohen Automatisierungsgrad entfallen Pilotenlehrgänge ebenfalls – sie werden durch schlichte Software-Updates ersetzt. Lebenserhaltende Systeme wie Sauerstoffversorgung und Druckkabine braucht ein UAV ebenfalls nicht. Einsatzmöglichkeiten für UAVs liegen hauptsächlich in den Bereichen Überwachung und Aufklärung, sie können aber auch als preiswerter Ersatz für Satelliten dienen – beispielsweise als Sendestation oder zur Kartenerstellung.

## Barracuda – das elektrische Flugzeug

Der Barracuda macht seinem Namensgeber, einem pfeilschnellen Raubfisch, alle Ehre, denn das vollständig aus Kohlefaserverbundstoff bestehende Fluggerät enthält eine Fülle

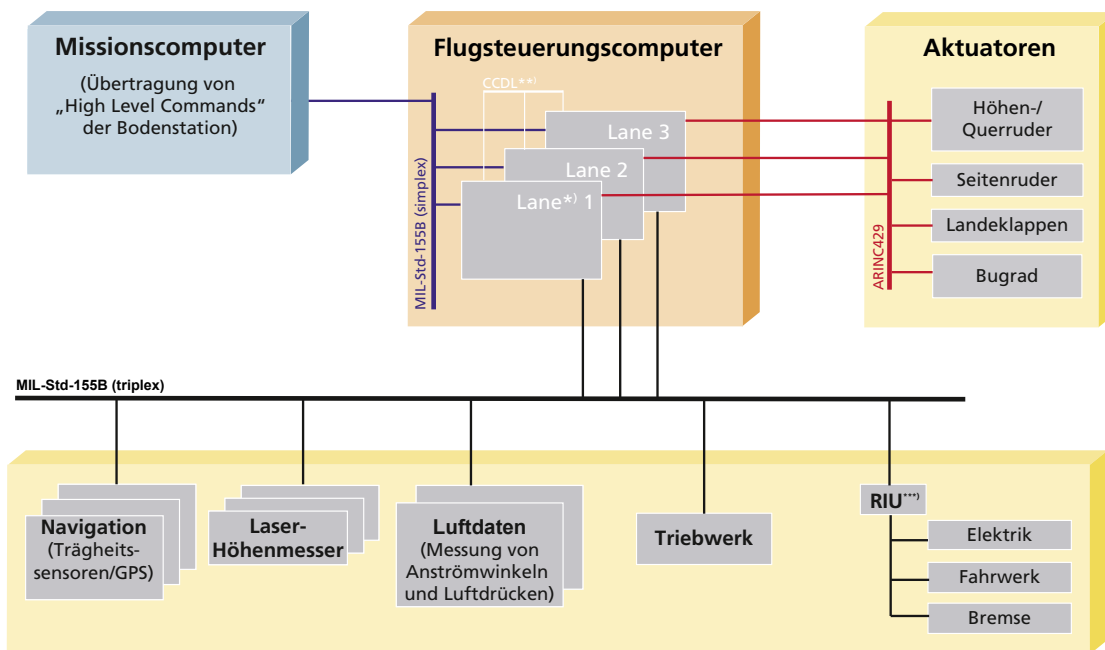
technischer Feinheiten, bei deren Entwicklung auch TargetLink eine wichtige Rolle spielte. Abgesehen von Fahrwerk und Bugradsteuerung handelt es sich um ein komplett elektrisches Flugzeug, das im Gegensatz zu herkömmlichen Flugzeugen keine hydraulischen, sondern rein elektromechanische Stellantriebe besitzt. Der dreifach redundant ausgelegte Flight Control Computer (FCC) macht den Barracuda extrem zuverlässig. Außerdem erlaubt das modulare Avionikkonzept des UAV-Demonstrators Barracuda die Einbindung unterschiedlichster Systeme, unter anderem Radarsysteme, elektrooptische oder Infrarotsensoren, Laser-Zielmarker oder Detektoren für radiomagnetische Strahler, um nur einige zu nennen. Diese offene und modulare Avionik macht ihn zur idealen Entwicklungsplattform für zukünftige UAVs.

## TargetLink für die gesamte Algorithmik

Bei der Entwicklung der Software für den Flugsteuerungsrechner des Barracudas haben wir Simulink® und Stateflow® zur Modellentwicklung sowie TargetLink für die Code-Generierung für folgende Komponenten eingesetzt:

▶ *Der völlig autonom fliegende Barracuda (Länge 8,25 m, Spannweite 7,22 m, Abfluggewicht ca. 3 Tonnen) dient als Entwicklungsplattform für unbemannte Flugzeuge der nächsten Generation.*





◀ Schematische Übersicht des Zusammenspiels des dreifach redundant ausgelegten Flugsteuerungsrechners mit den übrigen Systemen des Barracudas.

\*) Redundanter Kanal; \*\*) Cross Channel Data Link; \*\*\*) Remote Interface Unit

- Die Flugregelung
- Den Autopiloten
- Das Flight Management
- Die Berechnung der Luftdaten
- Die Navigation
- Die Signalkonsolidierung innerhalb des dreifach redundanten Systems. Hier werden mit einer Frequenz von 50 Hz die wesentlichen Signale und Zustandsgrößen untereinander ausgetauscht und abgeglichen.

### Genauer entwickelt als nötig

Insgesamt haben wir etwa 45 % des gesamten FCC-Quellcodes mit TargetLink automatisiert generiert. Wichtiges Kennzeichen unseres Prozesses ist, dass die Systementwicklung in Simulink® und Stateflow® erfolgt und anschließend die aktualisierten Modelle nach TargetLink unter Benutzung einer umfangreichen Skript-Umgebung importiert werden.

*„TargetLink war genau das passende Werkzeug, um in dem hochdynamischen Projekt für unseren UAV-Demonstrator Barracuda die erforderlichen kurzen Entwicklungszyklen zu realisieren.“*

**Dr. Achim Schönhoff,**  
**EADS Military Air Systems**

bende Systemtests benötigten 2-3 Tage. Die EADS-Philosophie während der gesamten Entwicklung war, sorgfältiger vorzugehen, als für den Erstflug im gesperrten Luftraum über dem ebenfalls gesperrten offenen Meer nötig gewesen wäre. Das heißt, obwohl wir für die Verifikation der Software lediglich den so genannten ‚Level D‘ des Zertifizierungsstandards RTCA DO-178B angewendet haben, liefen Software-Design und Codierung gemäß DO-178B Level A (dem höchsten Luftfahrt-Standard zur Zertifizierung von Software). Auf diese Weise halten wir uns alle Möglichkeiten für eine spätere Zertifizierung offen, die es uns ermöglichen würde, die Erprobung des Barracudas vom Flughafen Manching aus fortzusetzen.

### Pionierarbeit für intelligente UAVs

Mit dem Barracuda haben wir ein Fluggerät geschaffen, mit dem wir wichtige Pionierarbeit für die UAVs der nächsten Generation leisten können. Typische Zukunftsszenarien für UAVs sind zum Beispiel ihr Einsatz im Verbund mit anderen Flugzeugen oder auch die Fähigkeit, selbstständig von einer Überwachungs- in eine Aufklärungsrolle wechseln zu können.

*Dr. Achim Schönhoff,*  
*Kai Harth*  
*EADS Deutschland GmbH*  
*Military Air Systems*  
*Deutschland*

Zu Beginn des Projektes haben wir oft täglich neue Modelle in Code umgesetzt, später dann immer seltener. Der Objekt-Code durchlief 1-2 Tage dauernden Überprüfungen, anschlie-

# Von der Strecke ins Labor

➤ Kombination aus  
MTS-Prüfstand und  
dSPACE Simulator

➤ Reale und simulierte  
Komponenten im  
Regelkreis

➤ ASM ersetzen  
nicht vorhandene  
Komponenten und  
Umgebung

Eine neue Machbarkeitsstudie für die Entwicklung und Validierung mechatronischer Fahrwerksysteme präsentierte die MTS Systems Corporation auf der Automotive Testing Expo Europe 2006. Der gemeinsam von MTS und dSPACE entwickelte MDV (Mechatronic Development and Validation)-Prüfstand besteht aus einem mechanischen Aufbau zum Test semiaktiver Dämpfungen und einem dSPACE Simulator zur Simulation der Fahrdynamik in Echtzeit. Diese Kombination aus einer Testanlage für reale Komponenten und einem System für simulierte Komponenten verlagert Fahrdynamiktests von der Strecke ins Labor. Neben der Einsparung von Testfahrten ergeben sich neue Testmöglichkeiten in frühen Entwicklungsphasen.

## Demosystem auf der Automotive Testing Expo Europe 2006

Die auf der Automotive Testing Expo Europe 2006 vorgestellte Machbarkeitsstudie besteht aus einem hydromechanischen MTS-Prüfstand und einem dSPACE Simulator. Sie veranschaulicht und belegt, dass beide Testsysteme in Echtzeit synchronisiert und zwischen ihnen große Datenmengen in Echtzeit ausgetauscht und verwaltet werden können. Der Prüfstand simuliert zum einen Straßenunebenheiten, denen die Räder ausgesetzt sind, zum anderen die auf das Fahrwerk wirkenden Kräfte. Er ist als Viertelfahrzeug ausgelegt, bestehend

aus einem verstellbaren Dämpfersystem, dessen Steuergerät, einem hydromechanischen MTS-Prüfstand, einem MTS-Prüfstandsregler und einem dSPACE Simulator Full-Size. Der MTS-Prüfstand besitzt Aktoren für Straßen- und Aufbauabewegung (in der Demo nur die Z-Achse), die beide in Echtzeit durch den MTS-Prüfstandsregler angesteuert werden.

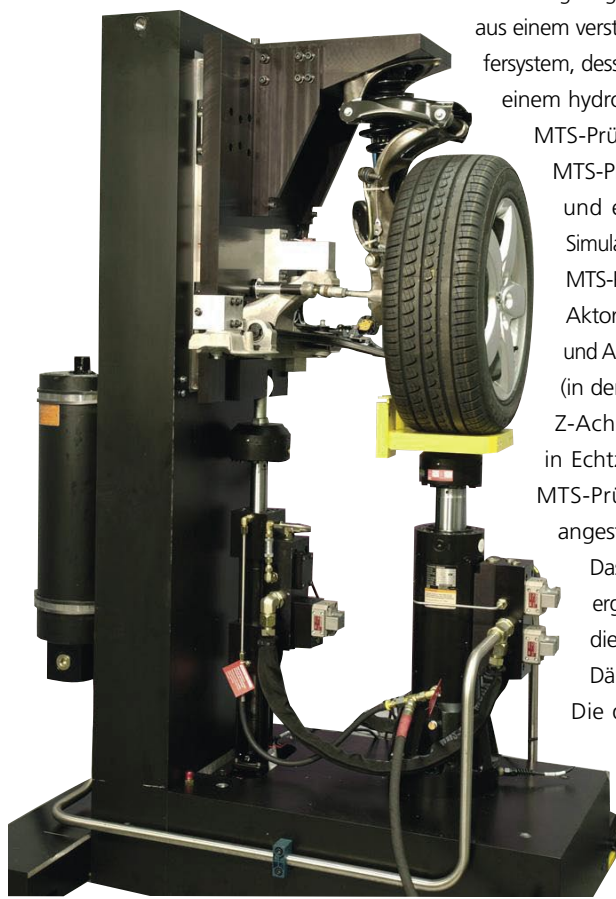
Das originale Steuergerät übernimmt die Steuerung des Dämpfers.

Die drei fehlenden Radaufhän-

gungen des Fahrzeugs werden simuliert. Die Steuergeräte-Pins sind mit der I/O des Simulators verbunden. Für die Berechnung der entsprechenden Radpositionen sorgt das ASM Vehicle Dynamics Model (Automotive Simulation Models, ASM) von dSPACE. Alle von diesem Modell simulierten und generierten Signale stehen der I/O des Simulators zur Verfügung, der wiederum die Daten der einen realen und der drei simulierten Radaufhängungen an das Steuergerät überträgt. Im Gegensatz zu gekapselten Simulationsmodellen ermöglicht die offene und modulare Struktur von ASM die Kombination aus realen und simulierten Teilen. Darüber hinaus stellen dSPACE Simulator und ASM die Umgebung (Straße, Fahrer, Manöver) zur Verfügung, die dem MTS-Prüfstandsregler in Echtzeit mit 2048 Hz über zwei SCRAMNet+ Verbindungen bereitgestellt wird. Mit dem leistungsstarken DS1006 Processor Board für Modell- und I/O-Verarbeitung sind geringe Latenzen garantiert, die für die Echtzeitkommunikation essentiell sind. Die Hauptkomponenten des dSPACE Simulator Full-Size sind das DS1006 Processor Board, ein DS2211 HIL I/O Board und eine SCRAMNet+ Schnittstelle. Als Host-Werkzeuge kommen AutomationDesk für die Testautomatisierung, ControlDesk für die Instrumentierung, MotionDesk für die Animation und ModelDesk für die Parametrierung zum Einsatz.

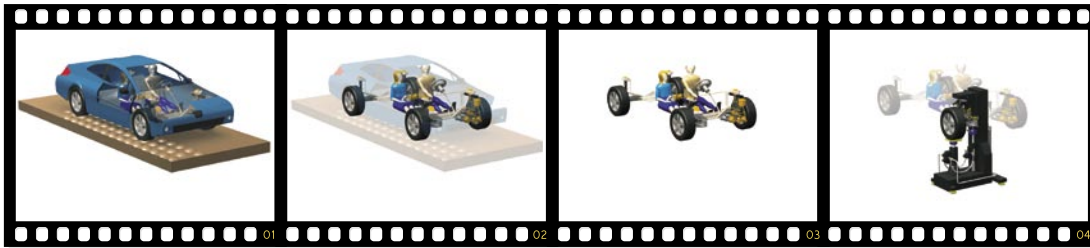
## Vorteile des MDV-Prüfstands

Der MDV-Prüfstand erlaubt Tests in einer frühen Phase, in der Testfahrten noch zu aufwendig sind und die reine Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation nicht ausreicht bzw. nicht angewandt werden kann. MDV-Prüfstände



◀ Demoprüfstand auf der Automotive Testing Expo Europe 2006 in Stuttgart.





▲ Von der Strecke ins Labor mit Prüfständen, die die Straße physikalisch simulieren.

stellen eine effiziente Alternative zu Strecken- und Straßentests dar, da sie wiederholbare, präzise Simulationen durchführen, um dadurch Leistung und Sicherheit des Fahrzeugs zu verbessern. Durch die Kombination aus Echtzeitsimulation und realen Prüfständen kann eine geschlossene Regelung mit echten Steuergeräten dargestellt werden. MDV-Prüfstände werden außerdem für Fehlersimulationen und sicherheitskritische Tests eingesetzt, die nicht auf der Teststrecke durchgeführt werden können. Die MDV-Prüfstände können in jeder Entwicklungs- und Validierungsphase des Fahrzeugentwicklungsprozesses zur Unterstützung der Systemidentifikation, der Algorithmenentwicklung und der Steuergeräte-Applikation eingesetzt werden. Durch den Einsatz der ASM zusammen mit realen Komponenten in einem Regelkreis werden mechanische Tests um ein Vielfaches realistischer. Dank der leicht modifizierbaren mathematischen Modelle können die getesteten Komponenten unter realen Bedingungen betrieben werden, wodurch im Vergleich zu Streckentests in kürzerer Zeit mehr Tests durchlaufen werden können. Besonders bei Validierungs- und Applikationsaufgaben ergeben sich durch die Verschiebung weg vom Versuchsgelände hin zum Testlabor Zeit- und Kosteneinsparungen, wodurch mehr und vielseitigere Testscenarien durchgeführt werden können.

## Anwendungsbeispiele

MDV-Prüfstände können quasi für jedes Fahrwerk- oder Antriebsstrangsystem eingesetzt werden, wodurch Hersteller und Zulieferer mechatronischer Fahrzeugsysteme im Labor deutlich effizienter entwickeln und validieren können. Oftmals ist es auch möglich, einen bestehenden physikalischen Prüfstand um die MDV-Prüfstandsfunktionalität zu erweitern. Besonders gut geeignet sind dafür Testsysteme aus den Bereichen Antriebsstrang und Fahrwerk: Dynamometerbasierte (Messung von Drehmoment und Geschwindigkeit) Antriebsstrangtestsysteme für Getriebe sowie Allradantriebe gehören zu den Anwendungsfällen, in denen die MDV-Funktionalität von dSPACE und MTS zum Einsatz kommen kann. In diesen

Anwendungen simuliert der Prüfstand realistische Lasten für die Antriebsstrangkomponenten im geschlossenen Regelkreis mit der Elektronik.

Dämpfungstestsysteme wie Fahrdynamikprüfstände (zum Beispiel ein so genannter 7-Poster), Kinematik- und Compliance-Systeme können ebenfalls mit MDV-Funktionalität entwickelt oder um diese erweitert werden. In diesen Anwendungen stellt das Modell im Labor nicht vorhandene Teile des Fahrzeugs und der Umgebung dar, um Fahrmanöver für die Algorithmenentwicklung, die Validierung und die Evaluierung zu reproduzieren.

Weitere Informationen zu den MDV-Testsystemen erhalten Sie von MTS unter [info@mts.com](mailto:info@mts.com)



In beiden Fällen ist das Ziel, die Produktivität bei der Entwicklung und Validierung zu erhöhen und das System zielgerichtet auf Strecken- und Straßenevaluierung vorzubereiten.

Dan Barsness  
Market Development Manager  
MTS Systems Corporation, USA

▲ Die durch die Machbarkeitsstudie demonstrierten Entwicklungs- und Validierungskonzepte lassen sich auf andere MTS-Prüfstände anwenden, zum Beispiel den Dynamic K&C.

# Verifikation von Luftfedersystemen

- **Realitätsnahe Software-Verifikation einer Fahrwerkregelung am HIL-Simulator**
- **ASM Vehicle Dynamics Model durch Conti-Luftfedermodell erweitert**
- **Hohe Performance bei Belastungs- und Verifikationstests**

In Automobilen der Mittel- und Oberklasse wird von Fahrwerkentwicklern in zunehmendem Maße versucht, den Zielkonflikt zwischen Komfort und fahrdynamischer Stabilität auch in Grenzbereichen aufzulösen. Das Design softwaregestützter Systeme zur Luftfeder- und Dämpferregelung bildet dabei neben den konstruktiven Herausforderungen der Federbeinentwicklung eine der Hauptaufgaben, um den heutigen Anforderungen an Komfort und Fahrstabilität zu genügen. Zur Optimierung der Entwicklungszeiten für serienreife Software werden bei der Continental AG HIL-Simulatoren und das ASM Vehicle Dynamics Simulation Package von dSPACE eingesetzt.

## Komfort und Fahrsicherheit

Das Competence Center Fahrwerkmechatronik innerhalb der Business Unit „Fahrwerk und Antrieb“ der Continental AG entwirft und implementiert Algorithmen für die Regelung der Vertikaldynamik von Kraftfahrzeugen. In enger Zusammenarbeit mit dem Kunden und basierend auf jahrelanger Erfahrung in der Entwicklung von Software-Komponenten zur Regelung von Luftfedersystemen sowie von elektronisch

- Erhöhung der Fahrstabilität durch gezielte Bedämpfung bei Kurvenfahrt, Anfahren, Bremsen
- Dämpfungskrafterhöhung bei Einsetzen von ESP und ABS

## Hardware-in-the-Loop-Simulation eines Luftfedersystems

Nach der Implementierung bzw. Modifikation einzelner Software-Module wird vom Entwickler in der Regel eine erste Verifikation mit Hilfe eines so genannten Laborfahrzeugs durchgeführt, in der Testergebnisse für das lokale Funktionsverhalten erzielt werden.

Eine vollständige Prüfung der Systemintegration lässt sich aufgrund der Komplexität des geschlossenen Fahrwerkregelkreises nur mittels eines modernen Simulators realisieren.

## Flexibles HIL-System

Bereits im Jahr 2000 wurde ein Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulator der Firma dSPACE installiert, mit dem ein vollständiges Fahrzeug inklusive vier Radaufhängungssystemen

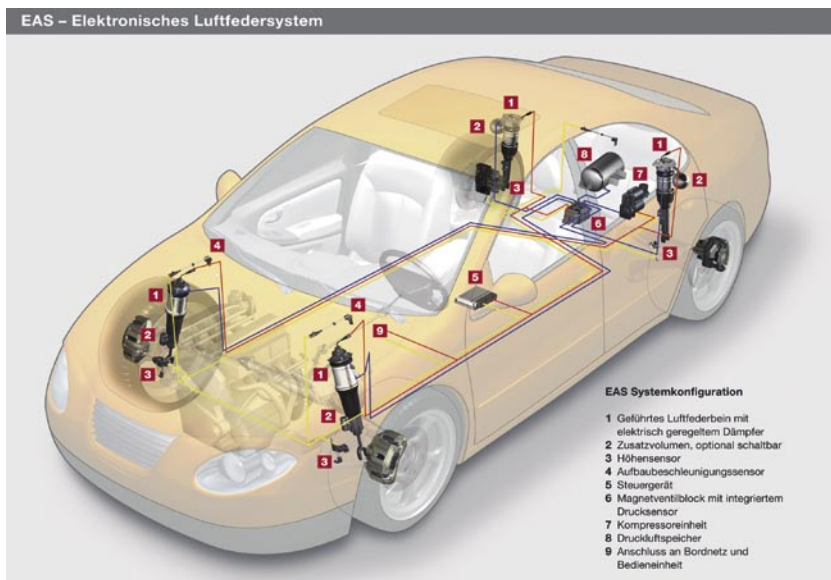


Foto: Continental AG

▲ *Die geschlossene Luftversorgung vereint Komfort und Sicherheit.*

geregelt Dämpfern entstehen beispielsweise Module für folgende Teilaufgaben:

- Niveauregelanlage für kundenspezifische Soll-Niveaulagen
- Automatischer Beladungsausgleich
- Geschwindigkeitsabhängige Niveauregelung
- Reduzierung der Fahrzeugaufbaubewegungen durch den Einsatz einer Skyhook-Regelstrategie

*„Der enge Kontakt mit dSPACE in der Update-Phase des HIL-Prüfstands ermöglichte eine schnelle und effiziente Wiederinbetriebnahme des Testsystems.“*  
**Andreas Rieckmann**

simuliert werden konnte (4-Corner-HIL). Im Zuge der Weiterentwicklung von Fahrwerkalgorithmen, insbesondere bedingt durch die zunehmende Integration einer geschlossenen Luftversorgung (GLV), wurde Ende 2005 in enger Zusammenarbeit mit dSPACE ein Update des HIL-Systems durchgeführt. Das modulare Konzept eines dSPACE-HIL erlaubte es, auf

vorhandene Hardware zurückzugreifen und diese nach wenigen Modifikationen für eine GLV einzusetzen.

## Offene Simulationsmodelle

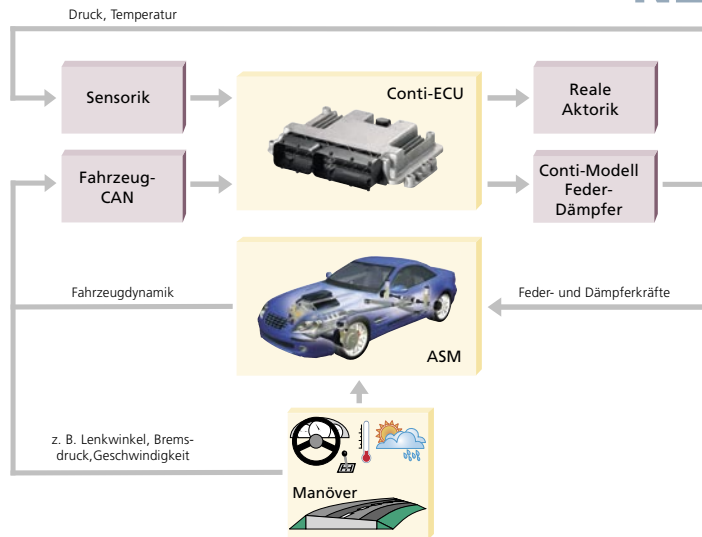
Die entscheidende Weiterentwicklung im Zuge des HIL-Updates ergab sich jedoch im Bereich der Simulationssoftware. War im ursprünglichen HIL das eigentliche Fahrzeugmodell noch gekapselt und daher nur durch entsprechende Parametrierung für den Anwender modifizierbar, wurde im neuen Simulator ein offenes Echtzeitsimulationsmodell der Automotive Simulation Models implementiert. Dadurch konnten die selbstentwickelten Conti-Modelle für die GLV

*„Die Integration eigener Modelle in das Vehicle Dynamics Simulation Package adaptierte die Simulationsumgebung an unsere Anforderungen an einen geschlossenen Regelkreis.“*  
**Andreas Rieckmann**

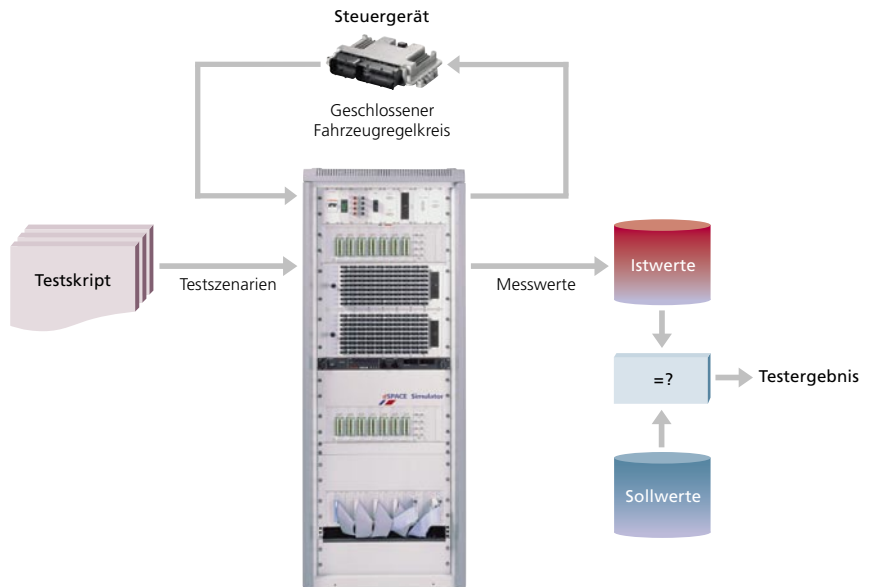
sowie für die Luftfedern und verstellbaren Dämpfer einfach in das ASM-Fahrzeugmodell integriert werden. Durch die intuitiv zu bedienende Oberfläche der Parametriersoftware ModelDesk ist es nun möglich, speziell auf verschiedenste Testanforderungen abgestimmte Manöver und Straßenmodelle zu erstellen.

## Hohe Simulator-Performance für spezifische Teststrategien

Der HIL-Simulator erfüllt im Rahmen der Software-Verifikation zwei wesentliche Hauptaufgaben. Zum einen wird ein Software-Update vor der Auslieferung an den Kunden einem Dauerlauf unterzogen, bei dem das Seriensteuergerät mehrere Tage einen definierten Testzyklus durchläuft. Dieser Testzyklus kann über die Programmierung von Python-Skripten spezielle wiederkehrende Lastfälle für die Luftfeder- und Dämpferregelung generieren. Für das Steuergerät und die



▲ Hardware-in-the-Loop-Simulation eines Luftfedersystems.  
 ▼ Skriptgesteuerter Testablauf.



Software werden auf diese Weise realitätsnahe Belastungsfälle simuliert. Eine weitere Anwendung ist die wiederum skriptgesteuerte Verifikation einzelner Funktionsmodule, für die unter Verwendung geeigneter Testprofile ein Vergleich der erwarteten mit den tatsächlichen Reglerausgangsgrößen herangezogen wird. Bei der Realisierung fokussieren wir besonders die Testautomatisierung, wobei das Hauptaugenmerk auf dem Ziel liegt, die Zahl der Testschleifen bei der Software-Verifikation zu reduzieren, um so die Entwicklungszeiten für die Erstellung eines serienreifen Steuergeräts insgesamt zu verkürzen.

Andreas Rieckmann  
 BU Fahrwerk und Antrieb  
 CC Fahrwerkmechatronik (CC FWM)  
 Continental AG, Deutschland

## Glossar

**GLV (geschlossene Luftversorgung)** – hochkomprimierte Luft wird je nach Bedarf zwischen einem Speicher und den Luftfedern hin und her gepumpt.

**4-Corner-HIL** – HIL-System für volltragende, an allen 4 Rädern wirkende Niveauregulierungen und Dämpfungen.

**Skyhook** – Strategie, den Fahrzeugaufbau möglichst ruhig und unabhängig vom jeweiligen Fahrbahnzustand zu halten, als wäre das Fahrzeug am Himmel („sky“) befestigt („hooked“).

# Aktiver Sitzkomfort

➤ **Gemeinschaftsprojekt innerhalb der DaimlerChrysler AG**

➤ **Aktive Schwingungsunterdrückung für Nutzfahrzeuge**

➤ **dSPACE-Prototyping-System beschleunigt Entwicklung der Reglerstruktur**

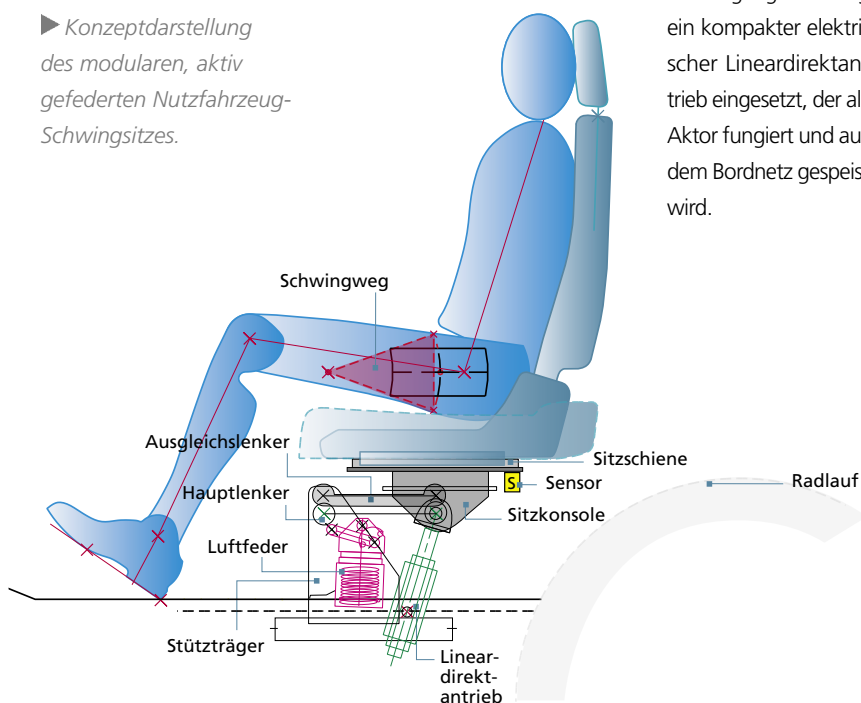
Die DaimlerChrysler Forschung und die Lkw-Vorentwicklung des Konzerns haben in einem Gemeinschaftsprojekt ein mechatronisches Lkw-Sitzsystem entwickelt. Es soll den Lkw-Fahrer von störenden Schwingungen befreien, denen er während der Fahrt ausgesetzt ist. Ein dSPACE-Prototyping-System auf Basis eines DS1005 PPC Boards verhalf zu schnellen Ergebnissen bei der prototypischen Entwicklung und Verifikation einer entsprechenden Reglerstruktur. Der modulare Aufbau des Sitzsystems erlaubt darüber hinaus eine vielfältige Verwendung des Basissitzmodells, wodurch die Teilvielfalt verringert werden konnte.

## Mechatronische Konzeption

Die Sicherstellung einer guten physischen und psychischen Verfassung des Lkw-Fahrers ist ausschlaggebend für seine Leistung und Ausdauer am Steuer. Dem Fahrersitz kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu. In herkömmlichen passiven Sitzsystemen für Nutzfahrzeuge kommen Federn und Dämpfer zur Schwingungsisolierung zum Einsatz. Weil sich der Sitzkomfort bei passiv gefederten Sitzen kaum noch verbessern lässt, wurde im Rahmen des Gemeinschaftsprojektes eine aktive Sitzfederung für Nutzfahrzeuge entwickelt, bei der ergänzend zu den Feder-Dämpfer-Elementen Aktoren eingesetzt werden. Die passive Abstützung des Sitzes erfolgt über eine in das Schwinggestell integrierte Luftfeder, die einerseits Schwingungen kompensiert und andererseits die

Sitzhöhenverstellung übernimmt. Parallel dazu wird zur aktiven Schwingungsisolierung ein kompakter elektrischer Lineardirektantrieb eingesetzt, der als Aktor fungiert und aus dem Bordnetz gespeist wird.

► *Konzeptdarstellung des modularen, aktiv gefederten Nutzfahrzeug-Schwingsitzes.*



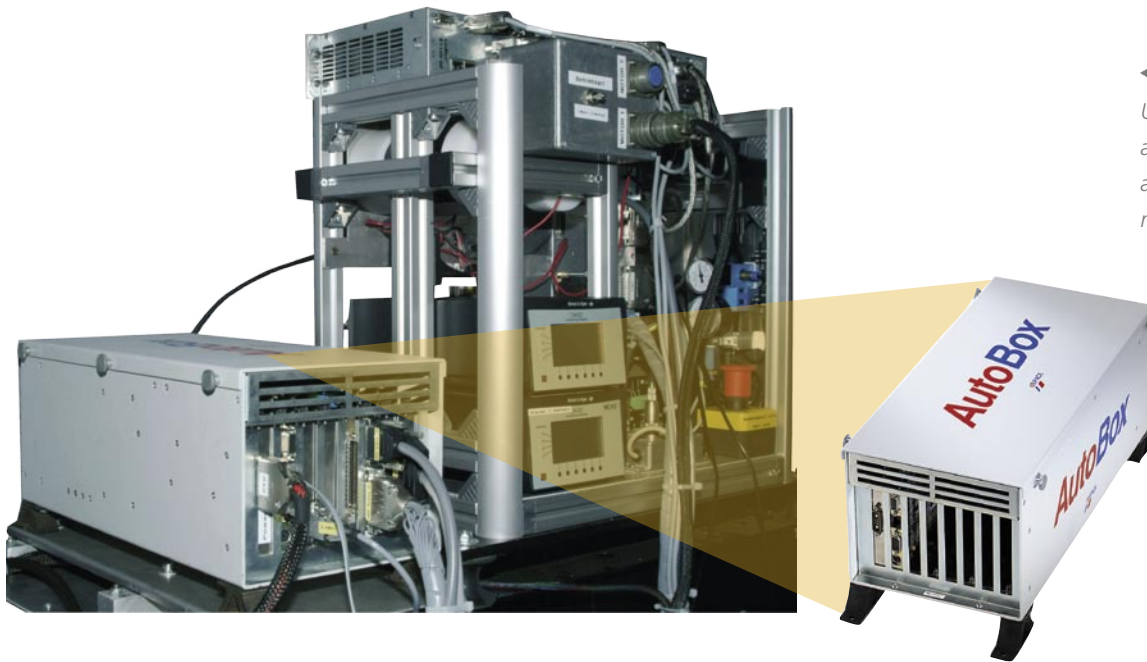
▲ *Der Prototyp der aktiven Sitzfederung integriert in eine Fahrerkabine.*

## Modulare Bauweise

Neben einer guten Schwingungsisolierung war die modulare Bauweise eine maßgebliche Anforderung an die Konzeption des Sitzsystems. Danach sollte das Sitzgrundgestell sowohl den Einbau der neuen aktiven Sitzfederung als auch der herkömmlichen passiven Sitzfederung zulassen. Außerdem musste das modulare Sitzsystem in verschiedenen Lkw-Bauweisen mit unterschiedlichen Bodenstrukturen und Radläufen einsetzbar sein.

## Modellbasierter Reglerentwurf

Der Entwurf einer geeigneten Sitzregelung, die die Schwingungsisolierung im Vergleich zu passiven Schwingsitzen deutlich verbessert, erfolgte vollständig modellbasiert. Bei



◀ Experimentelle Untersuchung des aktiven Sitzsystems auf dem Prüfstand mit dSPACE AutoBox.

der Optimierung der Regelung wurden wesentliche Anforderungen berücksichtigt, zum Beispiel die Minimierung der menschlichen Schwingungsbelastung bei akzeptabler Relativbewegung zwischen Sitz und Fahrerhausboden. Die Regelung benötigt als Messinformation lediglich die Beschleunigung und Relativbewegung des Sitzes und erweist sich gegen-

*„Das dSPACE-System erlaubte uns, verschiedene Reglerkonzepte schnell und unkompliziert zu implementieren. Mit ControlDesk konnten wir während des Betriebs die Reglerparameter feinabstimmen und relevante Größen erfassen.“*  
*Simon Kern*

über Insassen unterschiedlichen Gewichts und veränderten Körperhaltungen als äußerst robust. Ein Beschleunigungssensor liefert die Informationen zum Bewegungszustand des Sitzes.

### Schnelle Ergebnisse mit dSPACE

Die Reglerstruktur wurde mit MATLAB®/Simulink® grafisch entworfen und mit dem Streckenmodell zunächst offline simuliert. Danach wurde die Reglerstruktur durch dSPACE-Hardware ersetzt. Das DS1005 PPC Board hat die Rechenleistung für unser Echtzeitsystem geliefert und diente als Schnittstelle zum I/O-Board. Das DS2201 Multi-I/O Board hat die benötigten Ein- und Ausgabesignale gemessen bzw. den Sollwert des Aktorstellsignals vorgegeben. Das DS3002 fungierte schließlich als Encoder Interface Board für die Erfassung der Relativbewegung.

### Validierung des Reglerentwurfs im Versuch

Um die Einhaltung der Entwurfsvorgaben zunächst ohne ein reales Fahrzeugumfeld untersuchen zu können, wurden die Entwurfsergebnisse dann auf dem Schwingungskomfort-Prüfstand der DaimlerChrysler AG in Sindelfingen mit einem echten Fahrersitz, der Sensorik und der Aktorik online validiert. Anhand von Messungen auf dem Prüfstand und im späteren Fahrversuch konnte nachgewiesen werden, dass die aktive Sitzfederung die körperliche Belastung für den Lkw-Fahrer deutlich verringert. Die verbesserte Schwingungsisolierung führt allerdings zu höheren Relativbewegungen zwischen Sitz und Fahrerhausboden, die ungewohnt sind und in einem ersten Eindruck den subjektiv empfundenen Komfort beeinträchtigen.

*Prof. Dr. Jürgen Maas*  
*(ehemals DaimlerChrysler Forschung)*  
*Fachhochschule Lippe und Höxter*

*Simon Kern*  
*(ehemals DaimlerChrysler Forschung)*  
*Technische Universität Darmstadt*

*Prof. Dr. Hans-Christian Pflug*  
*DaimlerChrysler, Lkw-Vorentwicklung*

*Helmut Porod*  
*DaimlerChrysler, Lkw-Vorentwicklung*  
*Deutschland*

# Mehr Schwung, weniger Sprit

FEV Motorentechnik:  
Betriebsstrategie für  
Hybridantrieb

Elektrische Boost-  
Unterstützung

Verifikation mit  
dSPACE Simulator

Die Kombination aus einem Turbomotor und einem Elektromotor bietet dieselbe Leistung wie ein größerer Saugmotor, jedoch bei geringerem Kraftstoffverbrauch und reduzierten Schadstoffemissionen. Die FEV Motorentechnik optimiert in einem Projekt die Betriebsstrategie für die so genannten „Downsizing-Motoren“. Diese Motoren verbrauchen deutlich weniger Kraftstoff bei gleichzeitig hervorragenden Beschleunigungseigenschaften. FEV validiert die Ansteuerung mit einem Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulator von dSPACE.

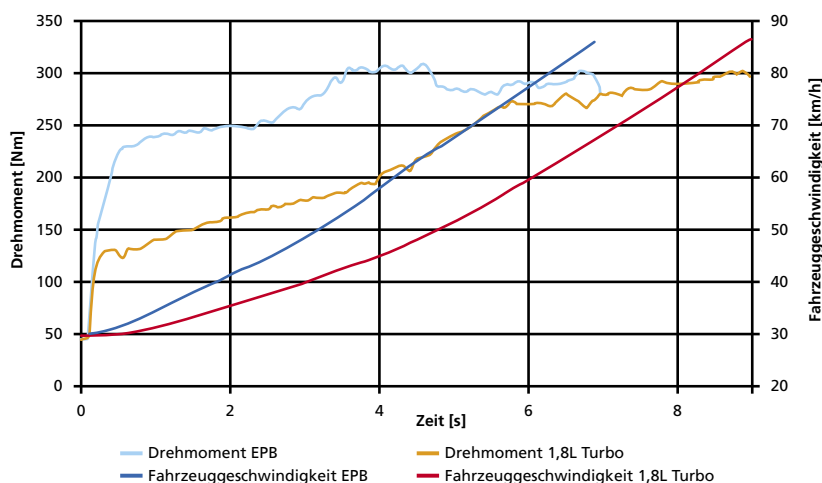
Turbomotoren haben im Vergleich zu gleich starken, frei ansaugenden Motoren bei niedrigen Drehzahlen ein geringeres Drehmoment. Kombiniert man den Turbomotor aber mit einem Elektromotor, lässt sich das dynamische Drehmomentverhalten deutlich verbessern. Da der Elektromotor bei niedrigen Drehzahlen ein hohes Drehmoment bietet, kann er das

## Downsizing

Im Zuge des Downsizings haben wir den Basismotor, einen 3,0-l-Saugmotor, durch einen 1,8-l-Turbomotor ersetzt und

*„Der Hardware-in-the-Loop-Aufbau erlaubt uns eine zeiteffiziente und somit kostensparende Optimierung der Algorithmen.“*

*Marco Jentges, FEV Motorentechnik GmbH,  
Aachen*



▲ *Vollastbeschleunigung von 30 km/h bis 80 km/h im dritten Gang. Vergleich Electric Power Boost (EPB) zum 1,8-l-Turbomotor.*

Drehmomentdefizit des Turbomotors ideal kompensieren. Trotz des zusätzlichen Elektromotors darf sich allerdings weder das Gesamtgewicht des Fahrzeugs noch der Platzbedarf beider Motoren ändern. Aus diesem Grund kombiniert man den Elektromotor mit einem hubraumverkleinerten Turbomotor zu einem so genannten Downsizing-Motor. Bei FEV Motorentechnik haben wir verschiedene Betriebsstrategien zur Ansteuerung dieser Downsizing-Motoren entwickelt und mit einem HIL-Simulator von dSPACE validiert. Das Ziel war, durch optimierte Ansteuerung beider Motoren vorhandene Kraftstoffeinsparpotenziale auszuschöpfen und gleichzeitig die Fahreigenschaften zu verbessern.

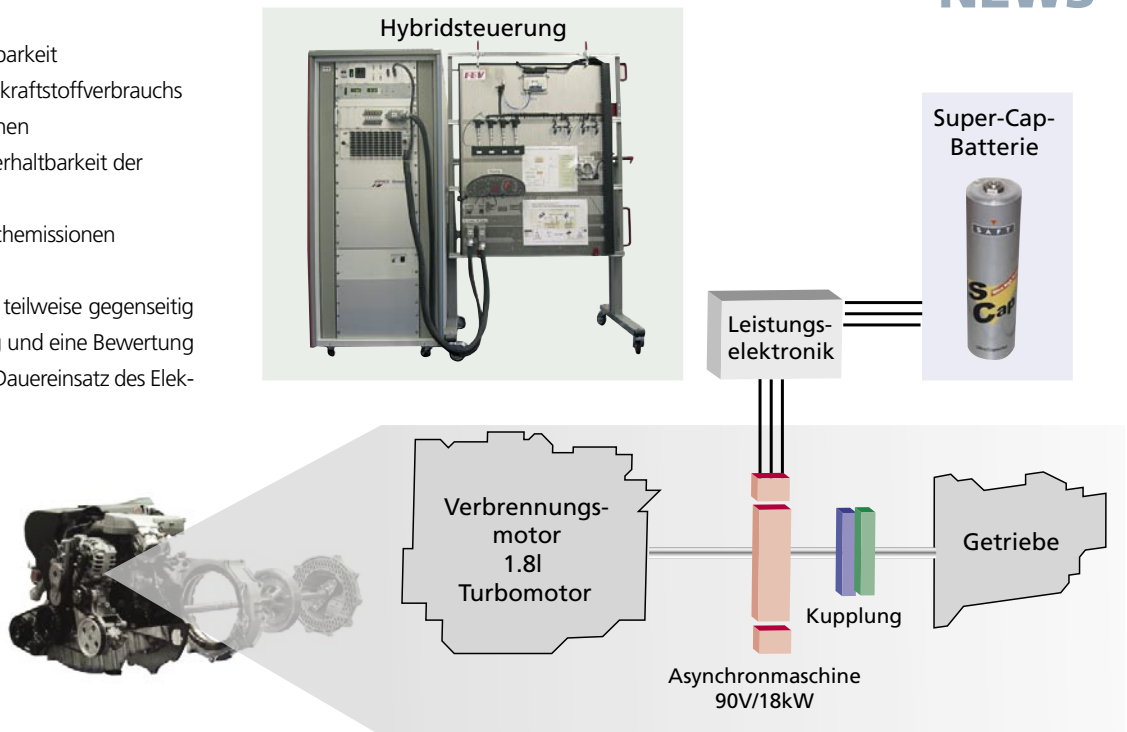
durch einen Elektromotor ergänzt. Das EPB-Fahrzeug (Electric Power Boost) der FEV Motorentechnik liefert somit die Leistung und Performance des Basisfahrzeugs mit dem größeren Motor, emittiert jedoch weniger Schadstoffe und verbraucht weniger Kraftstoff. Die elektrische Leistung dient dabei zur Erhöhung des Drehmoments beim Anfahren und Beschleunigen. Zur Energieversorgung des kleinen Elektromotors reichen Doppelschicht-Kondensatoren („Super-Caps“), denn die zusätzliche Energie wird nur kurzfristig benötigt. Die Betriebsweise des Motors konventioneller Fahrzeuge wird hauptsächlich vom Fahrer beeinflusst. Bei hybriden Antriebssträngen kommt dagegen den hinterlegten Algorithmen große Bedeutung zu. Besonders wichtig ist, dass ein optimales Fahrverhalten des Fahrzeugs erreicht wird.

## Betriebsstrategie

Die Hybridsteuerung verteilt das Fahrerwunschmoment auf die Antriebsaggregate. Sie kann je nach Ausrichtung hinsichtlich Energieverbrauch oder Beschleunigungsverhalten optimiert werden. Diese Zielgrößen lassen sich in mehrere übergeordnete Zielgrößenklassen zusammenfassen:

- Gewährleistung der Fahrbarkeit
- Minimierung des Gesamtkraftstoffverbrauchs
- Minimierung der Emissionen
- Gewährleistung der Dauerhaltbarkeit der Motorkomponenten
- Minimierung der Geräuschemissionen

Die Zielgrößen schließen sich teilweise gegenseitig aus, so dass eine Gewichtung und eine Bewertung notwendig sind. So führt ein Dauereinsatz des Elektromotors zwar zunächst zu einer emissionsfreien Fahrt, mittelfristig wird jedoch der elektrische Energiespeicher geleert. Daher darf der Schwerpunkt der Steuerung nicht allein auf Schadstoff- und Kraftstoffreduzierung liegen.



## HIL-Simulation

Obwohl nur ein Teil der Antriebsstrangkomponenten verfügbar war, konnten wir bei der FEV Motorentechnik bereits frühzeitig den Einfluss der Betriebsstrategie auf das Verhalten des Antriebsstrangs testen. Dazu wurde der HIL-Simulator von dSPACE eingesetzt. Real vorhanden waren die Motorsteuerung des Basisfahrzeugs sowie die Hybridsteuerung. Zusätzlich wurden einige Aktuatoren des Basismotors sowie das Cockpitmodul über den Motorkabelbaum auf einem Bread-Board miteinander verbunden. Kernstücke des dSPACE-Simulators sind das DS1005 PPC Board zur Berechnung der Echtzeitsimulation und das DS2210 HIL I/O Board für Simulation und Messung aller Motorsignale. Nicht real vorhandene Antriebsstrangkomponenten wurden mit MATLAB®/Simulink® modelliert und mit Real-Time Workshop auf das DS1005 heruntergeladen. Bei den Modellen handelte es sich um den Verbrennungsmotor, den Elektromotor, die Super-Cap-Einheit, die Kupplung, das Getriebe, die komplette Längsdynamik des Antriebsstrangs und den Fahrer. In mehreren Simulationsläufen wurden die zwei zentralen Zielkriterien, Verbrauchsreduktion und Fahrverhalten, untersucht.

## Ergebnis

Die Messergebnisse belegen eindrucksvoll, wie deutlich sich das EPB-Fahrzeug vom Fahrzeug ohne Elektromotor absetzen kann: Um von 30 km/h auf 80 km/h zu beschleunigen, benötigt das Fahrzeug mit dem 1,8-l-Turbomotor 8,4 Sekunden und das EPB-Fahrzeug 6,4 Sekunden. Das Basisfahrzeug mit

3,0-l-Saugmotor benötigt rund 7 Sekunden. Die Verbrauchseinsparungen des EPB-Fahrzeugs betragen im Vergleich zum 3,0-l-Saugmotor rund 24 % im NEFZ (Neuer europäischer Fahrzyklus). Der große Nutzen der Kombination von Downsizing und Hybridtechnologie ist also die deutliche Verbrauchsreduktion unter allen relevanten Fahrbedingungen mit hervorragenden Beschleunigungswerten.

Der Einsatz von dSPACE-Simulator hatte den großen Vorteil, dass wir bei der FEV Motorentechnik mit den Vergleichstests schon in einer frühen Entwicklungsphase beginnen konnten, obwohl noch nicht alle Komponenten vorhanden waren.

Marco Jentges

Elektronik und Mechatronik / Hardware-in-the-Loop

FEV Motorentechnik GmbH

Aachen, Deutschland

▲ Die Topologie des Hybridantriebsstrangs.

**Bread-Board** – Systeme, um elektronische Schaltungen unkompliziert ohne geätzte Platinen und Lötens aufzubauen.

**Super-Caps** – Doppelschichtkondensatoren mit hoher Leistungsdichte im Kurzzeitbereich.

**NEFZ (Neuer europäischer Fahrzyklus)** – Gesetzlich vorgeschriebener Fahrzyklus, um Emissions- und Verbrauchswerte zu ermitteln.

# Strategischer Einsatz von HIL und SIL

- **dSPACE Simulator fest in den Entwicklungsprozess bei Audi integriert**
- **Regler-Applikation und -Parametrierung in der Simulation**
- **Optimaler Mix aus Simulation und Fahrversuch**

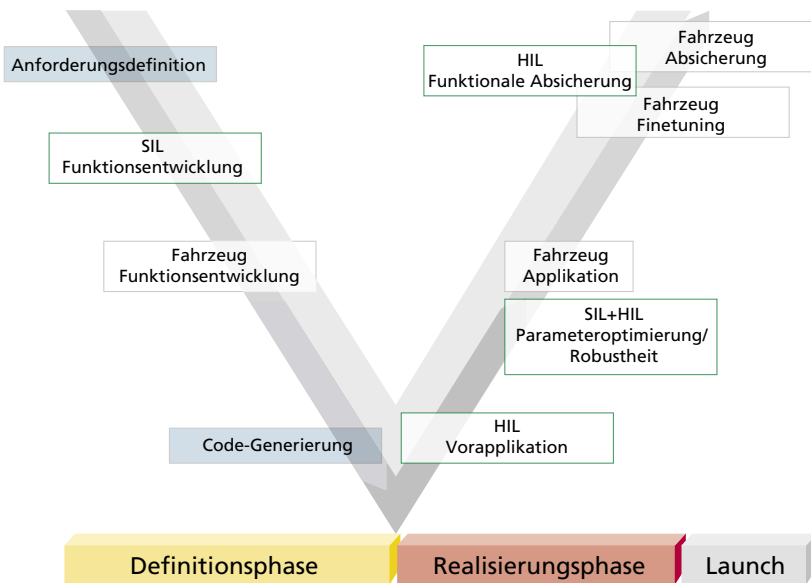
HIL (Hardware-in-the-Loop)- und SIL (Software-in-the-Loop)-Simulationen sind feste Bestandteile von Steuergeräte- und Software-Tests. Ein neues Anwendungsfeld ist die Applikation und Parametrierung eines Fahrzeugstabilitätsreglers in der Simulation. Ein solches virtuelles Applikationsverfahren erfordert weitaus genauere Modelle, neue methodische Ansätze zur Optimierung der Fahrdynamik und wirft darüber hinaus Fragestellungen zum Entwicklungsprozess auf.

Für die Fahrdynamikreglerentwicklung hat die AUDI AG einen Prozess entwickelt, der die HIL- und SIL-Simulation fest in die Entwicklungsprojekte integriert. Hierzu ist ein Spezialistenteam „HIL/SIL“ gebildet worden, das als Dienstleister innerhalb des Fachbereichs mit virtuellen Verfahren Entwicklungsumfänge bearbeitet.

## Ziele des Entwicklungsprozesses

Mit unserem Entwicklungsprozess möchten wir möglichst viele der unterschiedlichen Ziele aus Kunden- und Prozesssicht sowie hohe Wertschöpfung erreichen:

- Optimale Funktionsweise der Regler, zum Beispiel für einen kurzen Bremsweg
- Hohe Sicherheit der Funktionen, gesichert durch eine große Prüftiefe
- Schnelle Reaktion auf technische Änderungen durch eine modellgestützte Funktionsentwicklung und -parametrierung
- Beherrschung der Steuergeräte-Vernetzung, die durch die stetig steigende Funktionalität und die dadurch steigende Anzahl an Steuergeräten im Fahrzeug zunehmend an Bedeutung gewinnt
- Optimale Wertschöpfung durch konsequente Automatisierung zeitaufwendiger Entwicklungsumfänge



▲ *Optimaler Mix aus Simulation und Fahrversuch:  
Die frühe Verwendung von HIL- und SIL-Simulation reduziert die Fahrversuche.*

Die AUDI AG setzt dabei auf Simulatoren von dSPACE. Die Aufgaben des Teams „HIL/SIL“ umfassen die fahrzeugspezifische Parametrierung verschiedener Funktionen der Fahrdynamikregelung sowie die Neuentwicklung von Bremssystemen und Stabilitätsfunktionen im Steuergeräte-Verbund.

Ein hohes Systemverständnis ist die Basis für das Erreichen dieser Ziele. Unterstützend ist dabei der frühe Einsatz von HIL- und SIL-Simulationen. So ist es möglich, die Versuchsträger deutlich zielgerichteter einzusetzen. Die Faktoren Methodik, Modellgüte und Prozess sind dabei gleichermaßen relevant für die Ausnutzung der Potenziale der Simulation.

## Methodik

Zur Verbesserung der Methodik arbeiten wir an der Objektivierung der fahrdynamischen Größen. Hierzu wurde ein Gütebewertungsverfahren (GBV) eingeführt. Wir haben objektive Eigenschaften zur Beurteilung der Fahrdynamik definiert, die es ermöglichen, verschiedene Reglerabstimmungen auf einer rein phänomenologischen Ebene miteinander zu vergleichen. Diese fahrdynamischen Gütekriterien



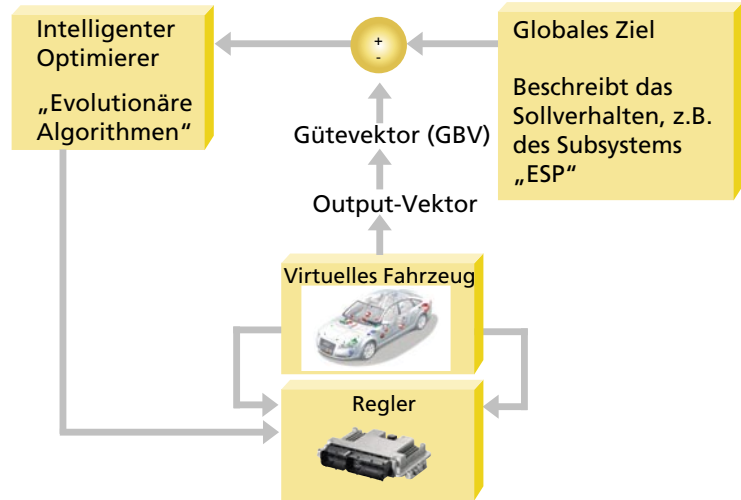
werden zu aufgabenspezifischen Gütevektoren zusammengefasst. Mit Hilfe dieser Gütevektoren lässt sich eine automatisierte Optimierung der Reglerparameter innerhalb der Simulation realisieren. Dieses Optimierungsverfahren kann sowohl am HIL- als auch am SIL-System von dSPACE eingesetzt werden.

## Modellgüte

Abhängig von den jeweiligen Aufgaben wie Funktionsentwicklung, Vorparametrierung, Optimierung oder funktionalen Software-Tests bestehen unterschiedlich hohe Anforderungen an die Modellgüte.

Hierzu haben wir vier Modellklassen eingeführt und die zur Erreichung der klassenspezifischen Modellgüte notwendigen Schritte definiert. Beginnend mit einem um Ziel-daten erweiterten Vorgängermodell, entsteht in mehreren Schritten schließlich ein vollständig validiertes Modell für konkrete Versuchsträger.

Um eine hohe Modellgüte zu erreichen, teilen wir das gesamte fahrdynamische Modell des Fahrzeugs zunächst in Modellmodule auf. Die Parameter dieser Module werden von den Prüfständen und den Simulationsergebnissen des jeweilig zuständigen Fachbereichs abgeleitet, so dass die Module einzeln validiert und geprüft werden können. Aus diesen Modulen entstehen wie mit einem Baukasten die Varianten einer Baureihe. Über Messdaten, die aus Fahrmanövern mit Versuchsträgern gewonnen werden, wird das Gesamtmodell speziell dieser Variante validiert. Dies stellt

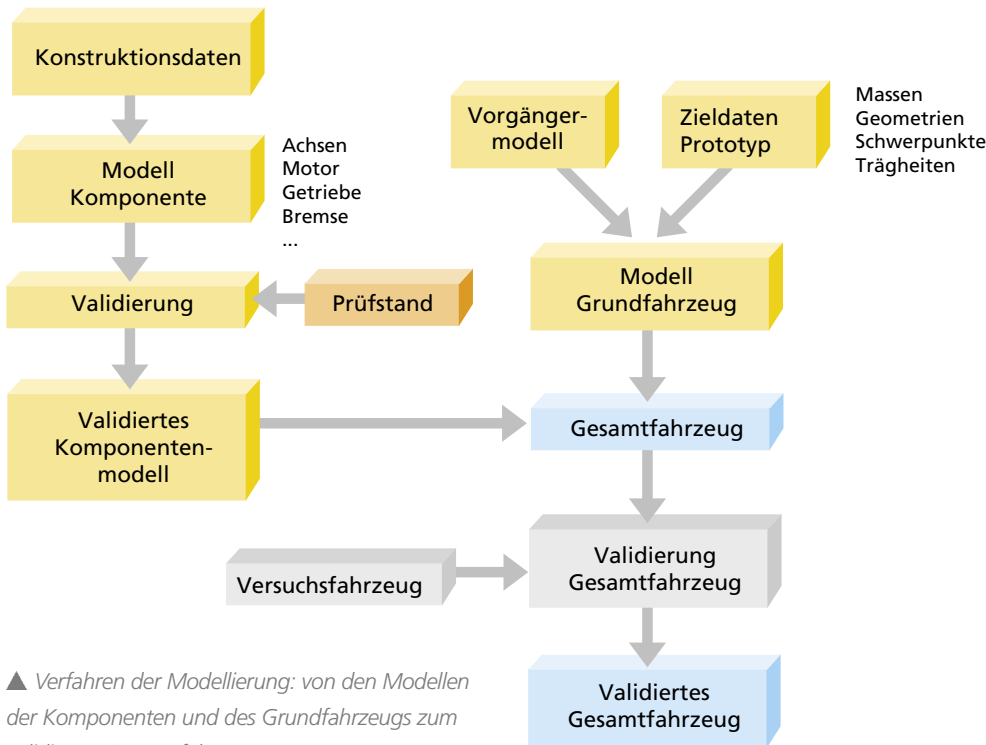


▲ Objektivierung der Fahrdynamik für eine bessere Methodik.

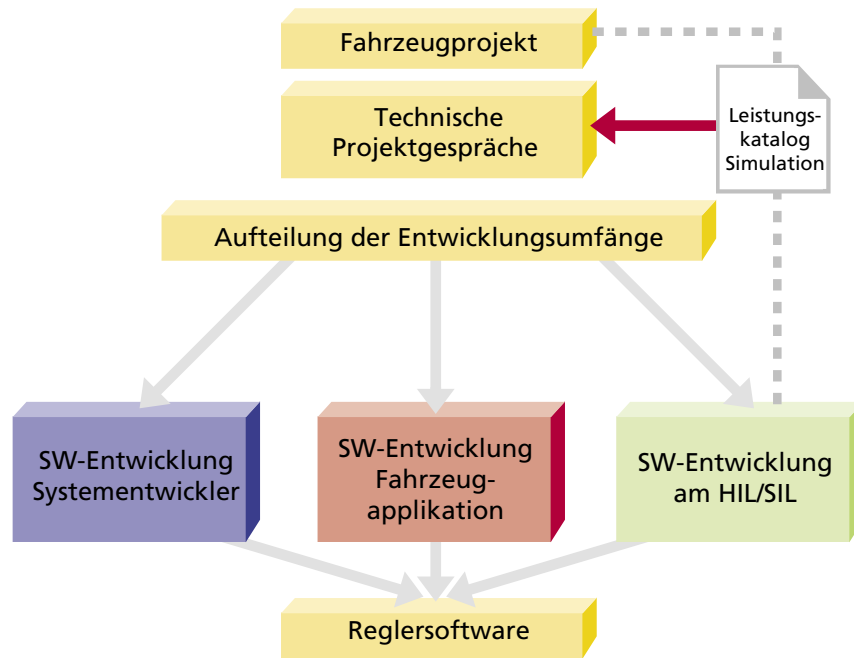
die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen Simulation und Fahrversuch sicher.

## Prozessintegration

Kern der Integration der Simulationsumfänge im Fahrzeugentwicklungsprozess ist unser Leistungskatalog Simulation. Auf Basis dieses Leistungskatalogs können die Funktionsverantwortlichen in den technischen Projektgesprächen definierte Simulationsumfänge beauftragen.



▲ Verfahren der Modellierung: von den Modellen der Komponenten und des Grundfahrzeugs zum validierten Gesamtfahrzeug.



▲ Prozessablauf: Integration der HIL- und SIL-Simulation.

Der Leistungskatalog beschreibt hierbei genau die zu leistenden Umfänge, die erreichbare Simulationsgüte und die hierzu notwendige Modellklasse. Zwei Aspekte waren für die Einführung des Katalogs prägend:

- Eine stabile Planungsbasis im Fahrzeugprojekt
- Methodenentwicklung und Modellierungsumfänge können erheblich bedarfsorientierter als bisher durchgeführt werden

### Fazit

HIL und SIL zeigen ein erhebliches Potenzial bei der Applikation, Optimierung und Absicherung von Fahrdynamikregelungen. Dabei ist die automatisierte Parametrierung bereits mit echtzeitfähigen Modellen möglich. Notwendig hierfür ist die Objektivierung der Fahrdynamik, die

*„Viele Entwicklungsaufgaben lassen sich in der HIL- und SIL-Simulation erheblich schneller als im Fahrzeug durchführen. So sparen wir viel Zeit.“*

*Jörg Pfau*

Prozessdurchgängigkeit sowie die Modulstruktur des Modells. Basierend auf dem Leistungskatalog, konnten wir die HIL- und SIL-Simulation im Fahrzeugprojekt etab-

lieren. Dies ist unser Beitrag zur Erzielung eines optimalen Entwicklungsmix aus Simulation und Fahrversuch, mit dem die jeweiligen Stärken der Werkzeuge Simulator und Fahrzeug voll zur Geltung kommen. Durch konsequente Weiterentwicklung der Erfolgsfaktoren Methodik, Modellgüte und Prozess arbeiten wir an einer kontinuierlichen Verschiebung des Mix in Richtung Simulation.

*Jörg Pfau*

*Entwicklung StabilitätsRegelSysteme*

*Teamkoordination HIL/SIL Simulation*

*AUDI AG*

*Ingolstadt, Deutschland*

### Glossar

**Objektivierung** – Beschreibung von subjektiv empfundenem Fahrverhalten durch objektiv messbare physikalische Größen.

**Gütevektor** – Vektorielle Zusammenfassung von Gütekriterien.

**Phänomenologisch** – hier: Untersuchung des Fahrzeugverhaltens, das letztlich für die Interaktion Fahrer/Fahrzeug relevant ist.

# DS5202 – Wunderbar wandlungsfähig

Für Hardware-in-the-Loop-Simulationen bietet dSPACE eine neue Karte: Das DS5202 FPGA Base Board. Die Hauptkomponenten sind ein FPGA (Field Programmable Gate Array) und ein Piggyback-Modul mit flexibel integrierbaren I/O-Treibern. Da diese Komponenten anwendungsspezifisch nach Kundenvorgaben realisiert werden, vergrößert sich der potenzielle Anwendungsbereich der dSPACE-Karten durch diese hochflexible Neuentwicklung deutlich. Die ersten Anwendungen behandeln den Entwurf und den Test von Hybrid-Systemen.

Die Simulation von Elektromotoren erfordert eine sehr schnelle, hochauflösende Signalvorverarbeitung, die in Echtzeitapplikationen bisher teilweise nur sehr aufwendig zu realisieren war. Algorithmen, die bisher auf leistungsfähigen dSPACE-Prozessorkarten ausgeführt wurden und aufgrund ihrer hohen Abstraten eine große Prozessorlast verursachten, können jetzt in das FPGA ausgelagert werden.

## Komponenten

Das FPGA-Modul wird von dSPACE anwendungsspezifisch programmiert und stellt dem Nutzer eine sehr schnelle und hochauflösende Signalvorverarbeitung nach seinen Wünschen zur Verfügung. Die zeitliche Auflösung der Signale ist abhängig von der FPGA-Programmierung. Die Auflösung kann per DFS (Digital Frequency Synthesizer) theoretisch auf bis zu 280 MHz erhöht werden. Auch bei komplexen FPGA-Algorithmen liegt der typische Arbeitsbereich zwischen 40-80 MHz.

Durch das Piggyback-Modul, können I/O-Treiber flexibel integriert und spezielle Kombinationen von analogen/digitalen Ein-/Ausgängen und Bustreibern, zum Beispiel für ein SPI (Serial Peripheral Interface)-Bussystem, realisiert werden. Die Anbindung der Karte an den Hardware-in-the-Loop-Simulator erfolgt mittels PHS++ Busschnittstelle und S-Funktionen, die von dSPACE projektspezifisch in Simulink programmiert werden.

## Anwendungsszenarien

Bei den ersten aktuellen Kundenprojekten liegt der Schwerpunkt auf der Simulation von Elektromotoren. Das DS5202 stellt dabei in einem Fall die Simulation von Drehzahl-/Lagesensoren für einen elektrischen Antrieb zur Verfügung. In einer anderen Anwendung vermisst es die

Ansteuersignale einer IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)-Endstufe für einen Elektromotor. Dabei werden folgende Leistungsmerkmale umgesetzt:

- Erweiterte PWM (Pulsweitenmodulation)-Messung für Elektromotoren
- Signalvorverarbeitung bei der PWM-Auswertung, zum Beispiel für die Gate-Ansteuerung bei Elektromotoren
- Rückkopplung von Signalen, zum Beispiel Fehlersignale der Gate-Ansteuerung bei Elektromotoren
- Totzeitmessung zwischen 2 IGBT-Ansteuerungssignalen
- Fehlerkennzeichen beim Unterschreiten einer minimalen Totzeit
- Mittensynchrone Frequenzmessung
- Taktrückgewinnung, zum Beispiel zur Erzeugung eines Triggersignals synchron zur Frequenzmessung



▲ Das DS5202 mit Piggyback-Modul.

## Glossar

**DFS (Digital Frequency Synthesizer) –** Generiert einen Takt durch das Vervielfachen bzw. Teilen eines Eingangstaktes.

**SPI (Serial Peripheral Interface) –** Bussystemstandard für einen synchronen, seriellen Datenbus, mit dem digitale Schaltkreise miteinander verbunden werden können.

- Neues DS5202 FPGA Base Board
- Ideal für die Simulation von Elektromotoren
- Kundenspezifische Konfiguration

# TargetLink mit AUTOSAR-Anbindung

- **Modellbasierter Entwurf für AUTOSAR-Steuergeräte**
- **Generierung von AUTOSAR-konformem Code**
- **Automatische Erzeugung von Software-Komponenten-Beschreibungen**

Die AUTOSAR-Initiative stellt zweifellos eine der zukunftssträchigsten und wichtigsten Bestrebungen im Automobilbereich dar. Aus diesem Grund bietet TargetLink 2.2 ein TargetLink-AUTOSAR-Blockset, mit dem Serienelemente für so genannten AUTOSAR-Software-Komponenten generiert wird. Diese beinhalten den eigentlichen Funktionscode eines Steuergeräts, was die natürliche Domäne von TargetLink darstellt. Wie gewohnt, offeriert TargetLink 2.2 nicht nur die bloße Code-Generierung für AUTOSAR-Software-Komponenten, sondern auch umfangreiche Unterstützung für deren Modellierung und Simulation.

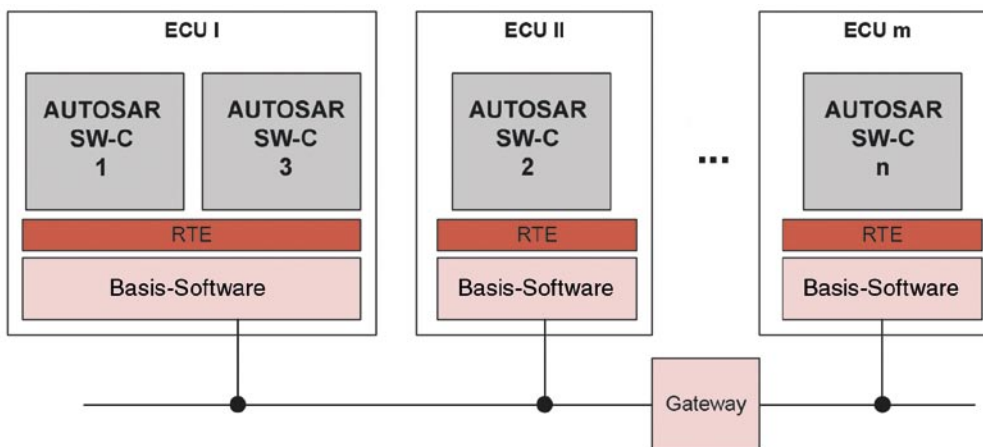
## AUTOSAR-konforme Steuergeräte-Software-Entwicklung mit TargetLink 2.2

In der AUTOSAR-Software-Architektur wird Funktionscode in AUTOSAR-Software-Komponenten (SW-C) gekapselt, die untereinander und mit Services der AUTOSAR-Basis-Software ausschließlich über wohldefinierte, standardisierte Schnittstellen kommunizieren. Diese Schnittstellen werden durch die so genannte Laufzeitumgebung (Runtime Environment, RTE) zur Verfügung gestellt. Um die an den Funktionscode gestellten Anforderungen umzusetzen, ist mit TargetLink 2.2 ein optionales AUTOSAR-Zusatzmodul erhältlich, das die Modellierung und Code-Generierung für SW-Cs ermöglicht.

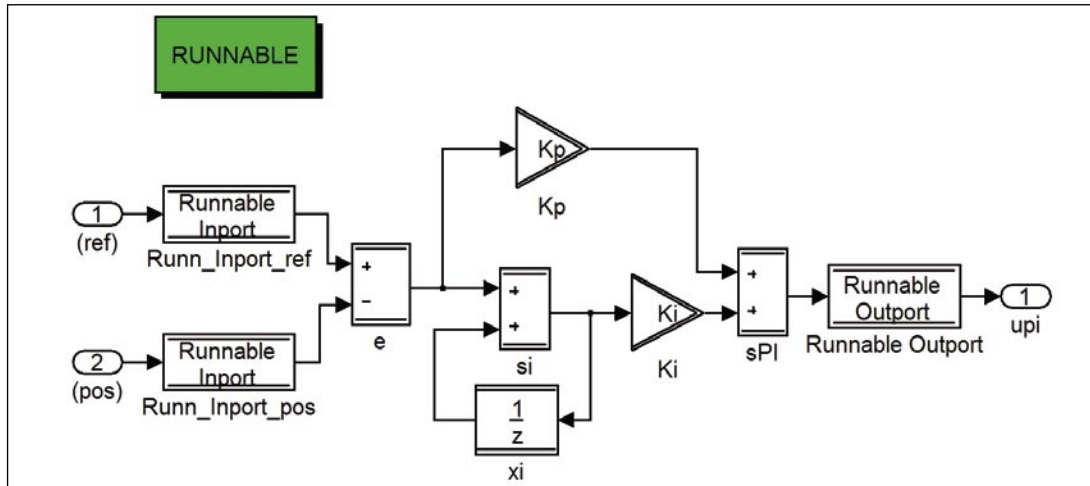
## Modellierung und Simulation von AUTOSAR-Software-Komponenten

Zur Modellierung der SW-Cs bietet TargetLink 2.2 dem Anwender spezielle TargetLink-AUTOSAR-Blöcke an, mit denen die Spezifikation von AUTOSAR-Strukturelementen wie Runnable Entities, Ports, etc. vorgenommen werden kann. Durch die Kombination dieser TargetLink-AUTOSAR-Blöcke mit dem etablierten TargetLink-Blockset gewinnt der Anwender eine komfortable und äußerst mächtige Modellierungsmöglichkeit, um Reglermodelle in AUTOSAR-konforme Komponenten umzusetzen. Die notwendigen Spezifikationen für die SW-Cs werden vollständig in der gewohnten TargetLink/Simulink-Umgebung vorgenommen, was die Modellierung von AUTOSAR-Software-Komponenten besonders attraktiv

und effizient macht. Auch die Simulation von SW-Cs in den bekannten Simulationsmodi MIL/SIL/PIL wird von TargetLink unterstützt, wobei beachtet werden muss, dass sich nicht jeder AUTOSAR-Kommunikationsmechanismus in Simulink völlig realistisch simulieren lässt.



▲ TargetLink 2.2 ermöglicht die Code-Generierung für AUTOSAR-Software-Komponenten (SW-C) als applikationsspezifischen Bestandteil der AUTOSAR-Software-Architektur.



◀ Die Modellierung von AUTOSAR-Software-Komponenten erfolgt unter zusätzlicher Verwendung des TargetLink-AUTOSAR-Blocksets, hier speziell der Blöcke für Runnables und AUTOSAR In-/Outputs.

**Code-Generierung für AUTOSAR-Software-Komponenten**

Nach erfolgter Spezifikation auf Blockebene und im dSPACE Data Dictionary ist die eigentliche Generierung von AUTOSAR-kompatiblen Code nur noch eine Frage von wenigen Mausklicks. Für die Kommunikation einer Software-Komponente, die ausschließlich über die Laufzeitumgebung abgewickelt wird, enthält der von TargetLink generierte Code die für den Datenaustausch erforderlichen RTE-Makros. Dabei unterstützt TargetLink unterschiedliche AUTOSAR-Kommunikationsmecha-

nismen wie Sender/Empfänger-Kommunikation oder Client/Server-Kommunikation. Zusätzlich zur Generierung des eigentlichen C-Codes liefert TargetLink 2.2 eine standardisierte Beschreibung der AUTOSAR-Software-Komponenten im XML-Format. Diese Beschreibung ist für die toolgestützte Integration des Codes erforderlich, da sie Informationen zu Strukturelementen wie Runnable Entities, Ports etc. beinhaltet.

Insgesamt kommen die üblichen Vorteile des modellbasierten Entwurfs bei der Generierung von AUTOSAR-Software-Komponenten mit TargetLink voll zum Tragen.

**Neben der Generierung von AUTOSAR-Software-Komponenten weist TargetLink 2.2 unter anderem die folgenden neuen Merkmale auf:**

- Funktionsschnittstellen mit Zeigern auf Strukturen: TargetLink 2.2 unterstützt nun auch Zeiger auf Strukturen in der Funktionssignatur, was gerade im Falle einer großen Zahl von Funktionsparametern sehr effizient ist und der besseren Strukturierung des generierten Codes dient.
- TOM- und TSM-Erweiterungen: In Kombination mit TargetLink 2.2 wird unter anderem prozessoroptimierte Code-Generierung (TOM) für MPC55xx/Diab sowie Target-Simulation (TSM) für TC1766/Tasking und S12X/Metrowerks unterstützt.
- Erhöhte Code-Generierungsflexibilität: Die zahlreichen Code-Generierungsoptionen von TargetLink werden weiter ausgebaut, beispielsweise im Bereich der Variantencodierung sowie durch Zugriffsfunktionen für Strukturen bzw. Bitfelder. Weitere Code-Generatoreinstellungen können auf einer komfortablen Benutzeroberfläche vorgenommen werden.
- Umfangreichere Modellierungsmöglichkeiten: Mit TargetLink 2.2 wird nicht nur für eine Vielzahl von Blöcken die Vererbung von Eigenschaften ermöglicht, sondern auch busfähige Blöcke sowie verschachtelte grafische Funktionen unterstützt.
- Multi-Edit-Funktionalität im Data Dictionary Manager: Die Eigenschaften von multiplen Data-Dictionary-Objekten wie Variablen können von nun an simultan geändert werden, was das Handling großer Datenmengen mit dem Data Dictionary Manager substanziell vereinfacht.
- Requirements Management Interface: TargetLink 2.2 vereinfacht die Anbindung an das Requirements Management Interface der Simulink Verification & Validation Toolbox zur Verknüpfung von TargetLink-Blöcken mit Anforderungen.

# Flexible Direkteinspritzung

- **RapidPro-Modul für Direkteinspritzung**
- **Variable Ansteuerung von Injektoren**
- **Software-konfigurierbares Modul**

Um Treibstoffverbrauch, Abgas- und Geräuschemission von Fahrzeugen weiter zu reduzieren und gleichzeitig die Motorleistung zu steigern, setzen Automobilhersteller neue Brennraumverfahren sowie neue Einspritzverfahren und -strategien ein. Mit dem neuen Modul für Direkteinspritzung PS-DINJ 2/1 (DS1664) bietet dSPACE jetzt in Verbindung mit der RapidPro-Prototyping-Plattform eine universell konfigurierbare Ansterelektronik für direkteinspritzende Diesel- und Ottomotoren mit Magnetspulen-Injektoren. Aufgrund der Software-Konfigurierbarkeit der Strom- und Spannungssignale kann das Modul an verschiedenste Injektoren angepasst werden und ist somit flexibel wiederverwendbar: Das spart Zeit und Kosten.

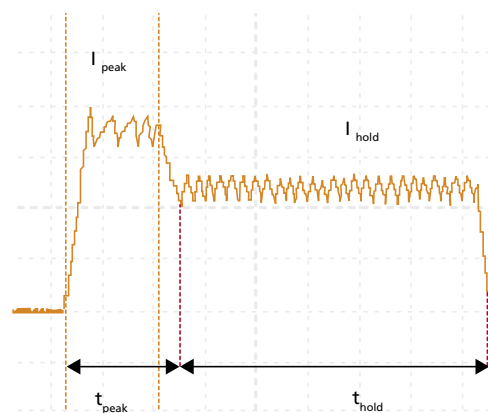
## Bessere Einspritzsysteme entwickeln

Die Optimierung von Einspritzsystemen für Benzin- und Dieselfahrzeuge erfordert heute eine flexible Ansteuerung der Einspritzkomponenten, insbesondere in der Vorentwicklung. Die vorhandenen Seriensteuergeräte sind für diese Aufgabe in der Regel nicht geeignet, da sie auf die spezifische Serienanwendung zugeschnitten und demnach nicht flexibel sind. Bisher waren oft aufwendige Ansteuerungslösungen notwendig, die meist noch für jedes Projekt mit viel Aufwand modifiziert oder neu entwickelt werden mussten. Die modulare RapidPro-Prototyping-Plattform von dSPACE geht hier andere Wege und ist dabei ausgesprochen effizient: Das neue DS1664-Modul kann dank seiner Software-Konfigurierbarkeit flexibel an eine Vielzahl unterschiedlicher Magnetventil-Injektoren angepasst werden. Aufgrund des modularen Aufbaus des RapidPro-Systems sind Einspritzsysteme mit bis zu 12 Zylindern ohne weiteres möglich.

## Universelle Injektor-Ansteuerung

Ein DS1664-Modul, das zwei Steckplätze in einer RapidPro Power Unit belegt, bietet eine integrierte Stromregelung für den Spitzenstrom  $I_{peak}$  und den Haltestrom  $I_{hold}$  (vgl.

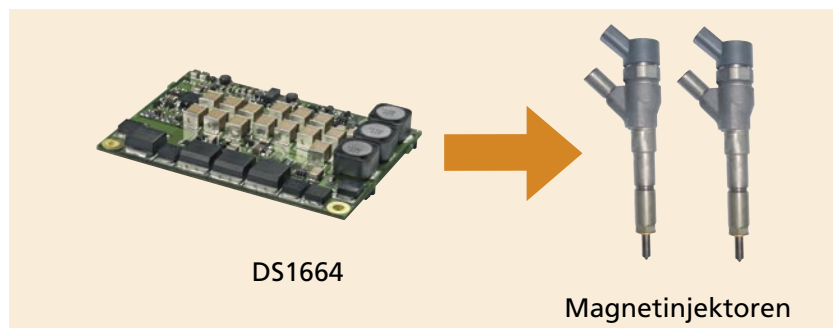
Abbildung) sowie eine Spannungsregelung für die Boost-Spannung (softwarekonfigurierbar zwischen 6 und 100 V). Eine externe Boost-Spannung kann zugeführt werden. Auch Sicherheits- und Fehlererkennungsfunktionen wie Kurzschluss- oder Übertemperaturerkennung sind mit an Bord. Die Ansteuersignale für Einspritzbeginn und -dauer  $t_{peak} + t_{hold}$  werden von der RapidPro Control Unit generiert und können mittels Simulink®-Blockset in Echtzeit frei parametrisiert werden. Es lassen sich bis zu 10 Einspritzungen (Vor-



▲ Typischer Stromverlauf bei der Injektor-Ansteuerung.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.dspace.com/goto?releases](http://www.dspace.com/goto?releases)

▼ *DS1664-Module plus RapidPro-Prototyping-Plattform: eine universelle, konfigurierbare Ansteuerungselektronik für Benzin- und Diesel-Direkteinspritzsysteme.*



Haupt- oder Nacheinspritzung) pro Zylinder innerhalb eines Arbeitsspiels mit einer Auflösung von 0,1° Kurbelwinkel realisieren. Je nach Betriebsart können mit einem Modul bis zwei Injektoren (sequenziell) angesteuert werden. Im Einzelmodus beträgt der maximale Ausgangsstrom softwarekonfigurierbar zwischen 2 A und 30 A, kontinuierlich bis 15 A (Doppel-modus: 20 A/10 A).

# Schneller bypassen

Ab sofort bietet dSPACE eine neue Bypass-Schnittstelle zur Funktionsentwicklung: das DS541 DPMEM POD (Plug-on-Device mit Dual-Port-Memory) ist ein dSPACE-Standardprodukt passend zu Freescales VertiCal-Architektur für MPC55xx-Mikrocontroller. Das DS541 erreicht aufgrund des direkten Zugriffs auf den Mikrocontroller-Bus sehr niedrige Latenzzeiten beim Funktions-Bypassing. Zusätzlich zum Bypassing ist es auch für andere Aufgaben wie die Steuergeräte-Applikation bestens geeignet.

## Minimale Latenzen beim Funktions-Bypassing

Das neue DS541 von dSPACE minimiert beim Funktions-Bypassing Kommunikationslatenzen zwischen der Prototyping-Hardware und dem Steuergerät. Dadurch ist das DS541 optimal für das Bypassing von Steuergerätefunktionen geeignet, die in schnellen Rastern berechnet werden müssen und die eine Vielzahl von Modell-Eingängen und -Ausgängen benötigen. Das DS541 ist eine Aufsteckplatine für ein MPC55xx VertiCal Base Board von Freescale, das wiederum einfach durch Austauschen des Original-Mikrocontrollers mit dem Seriensteuergerät verbunden werden kann. Niedrige Latenzzeiten – kombiniert mit einer hohen Signalintegrität – werden durch mehrere Faktoren erreicht: direkter Zugriff auf den Mikrocontroller-Bus über den VertiCal-Stecker, sehr kurze Signalleitungslängen zwischen dem Dual-Port-Memory und dem MPC55xx-Mikrocontroller sowie eine schnelle LVDS-Schnittstelle. Die verfügbaren Simulink-Blocksets unterstützen

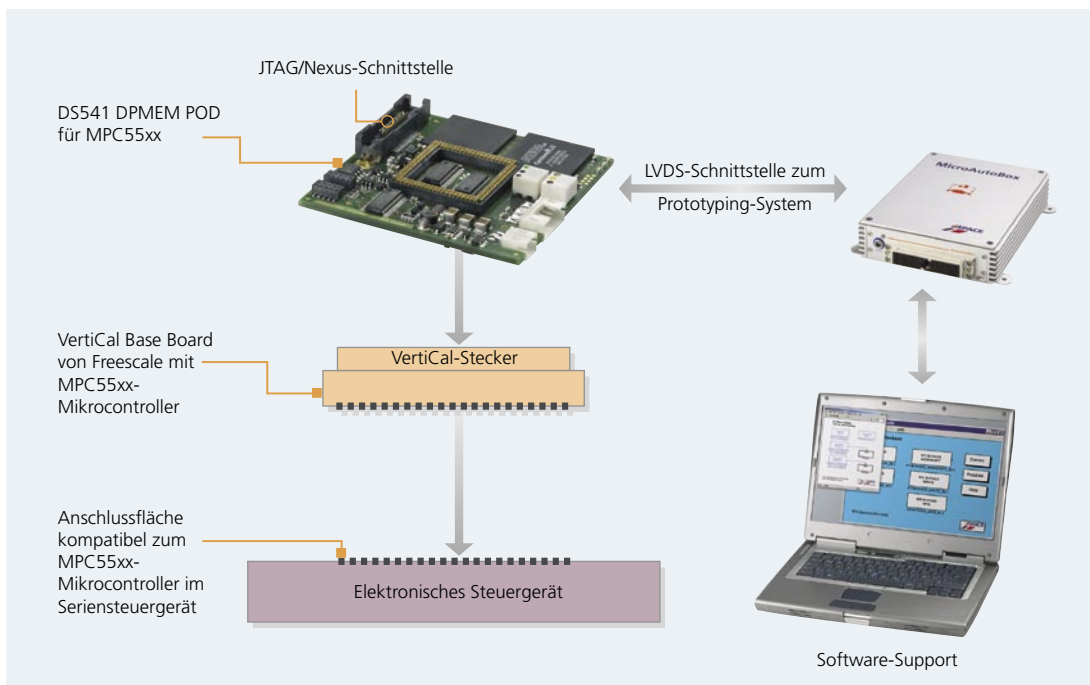
zwei Varianten des externen Bypassings: adressbasiertes und servicebasiertes Bypassing.

## Steuergeräte-Applikation über Nexus oder CAN

Durch einen zusätzlichen RAM-Baustein auf dem DS541 kann das POD auch als Speicher für Applikationsdaten verwendet werden. Bei angeschlossener Spannungsversorgung über die Fahrzeugbatterie bleiben diese Daten auch nach Ausschalten des Steuergerätes erhalten. Als Applikationschnittstelle kann zum Beispiel der CAN-Bus des Steuergerätes oder die JTAG/Nexus-Schnittstelle dienen, die direkt auf dem DS541 zur Verfügung steht. Der Nexus-Anschluss ist zudem als Schnittstelle zum Debuggen von Steuergeräten oder zur Flash-Programmierung nutzbar. Über den VertiCal-Stecker des DS541 lassen sich weitere Aufsteckplatinen anbinden, zum Beispiel zur Speicheremulation.

- Standard-POD für VertiCal-Architektur
- Funktions-Bypassing und Steuergeräte-Applikation
- Eigenes DPMEM und LVDS-Schnittstelle

Weitere Informationen finden Sie unter [www.dspace.com/goto?releases](http://www.dspace.com/goto?releases)



▲ Das neue DS541 lässt sich einfach auf ein MPC55xx VertiCal Base Board von Freescale aufstecken.

# Automatisierte Tests in Echtzeit

- **Echtzeitfähiger Python-Interpreter für DS1006 Processor Board**
- **Testausführung synchron zum Modell**
- **Python als Testbeschreibungsmittel für Echtzeit-tests**

Die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation in Echtzeit auf speziellen Prozessorkarten ist heute allgemeiner Standard für den Test mechatronischer Steuergeräte. Aber erst durch leistungsfähige Tool-Automatisierung lässt sich das Potenzial der Simulator-Hardware voll ausnutzen. dSPACE bietet hierfür das Testautomatisierungs- und Testmanagement-Werkzeug AutomationDesk. Der Anwender kann Tests grafisch erstellen oder mit Python-Skripten programmieren und anschließend auf dem PC ausführen. Ab AutomationDesk 1.4 können Python-Skripte unabhängig vom PC in Echtzeit, das heißt synchron zum Modell, auf dem DS1006 Processor Board ausgeführt werden. Damit lassen sich nun auch Tests mit hohen Anforderungen an zeitliche Genauigkeit und Reaktivität umsetzen.

## Echtzeittests in Python beschreiben

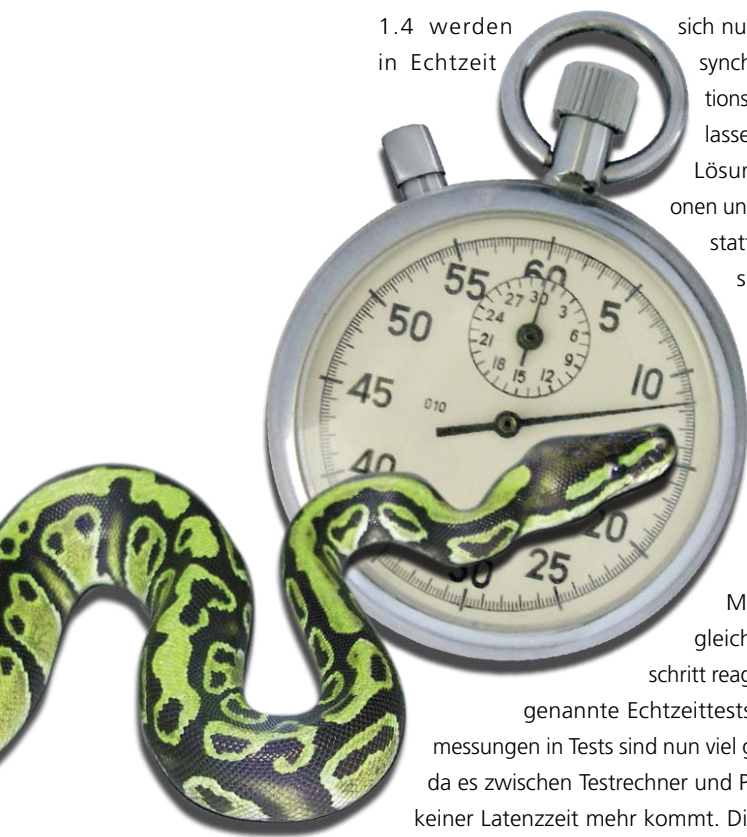
Schon länger bietet dSPACE die objektorientierte Skriptsprache Python erfolgreich im Paket mit AutomationDesk für die Testautomatisierung an. Ab der in dSPACE Release 5.2 enthaltenen Version AutomationDesk 1.4 werden sich nun Python-Skripte synchron zum Simulationsmodell ausführen lassen. Da mit dieser Lösung alle Testaktionen unter Echtzeitbezug stattfinden, ergeben sich vollkommen neue Testmöglichkeiten am HIL-Simulator. Es lassen sich reaktive Tests implementieren, die auf Änderungen von Modellgrößen im gleichen Simulationsschritt reagieren können (so genannte Echtzeittests). Auch Zeitmessungen in Tests sind nun viel genauer möglich, da es zwischen Testrechner und Prozessorkarte zu keiner Latenzzeit mehr kommt. Die maximale zeitliche Auflösung der Messungen ist hier nur durch die Simulationsschrittweite begrenzt.

## Echtzeitfähiger Python-Interpreter

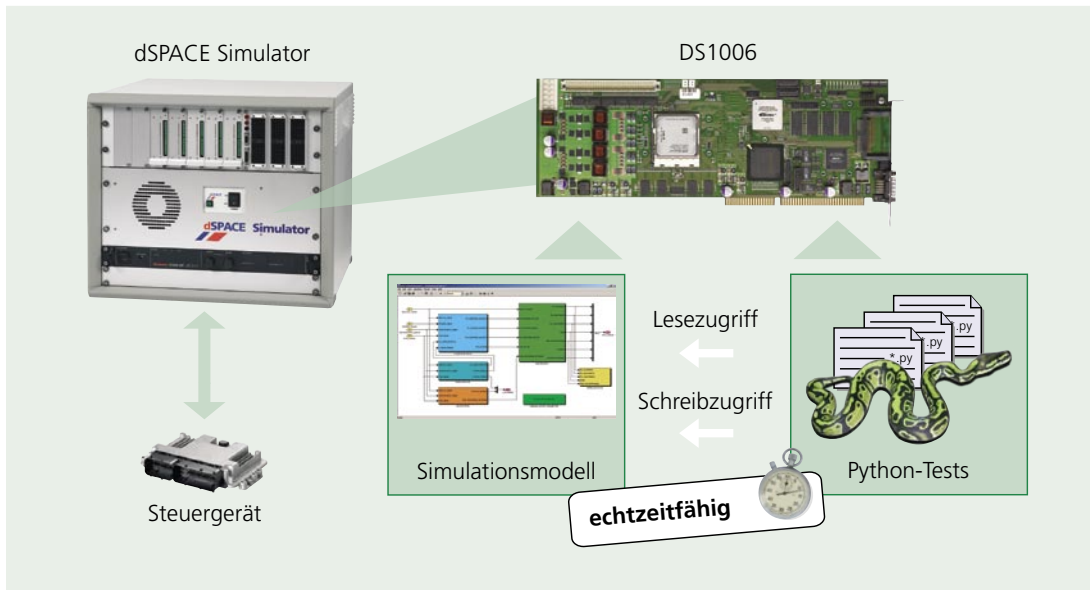
Ein echtzeitfähiger Python-Interpreter, der auf dem DS1006 Processor Board zusammen mit dem Modell ausgeführt wird, ermöglicht die synchrone Skriptausführung. Er ist in der Lage, mehrere Echtzeittests gleichzeitig und unabhängig voneinander auszuführen. Eine Interaktion der Tests mit dem Simulationsmodell ist in Echtzeit über den Speicher der Prozessorkarte möglich. Hiermit lassen sich die an den HIL-Simulator angeschlossenen Steuergeräte in jedem einzelnen Simulationsschritt beobachten und beeinflussen.

Der Python-Interpreter wird beim Übersetzungsvorgang über eine Real-Time-Workshop-Build-Option zur Applikation hinzugefügt. Der Anwender formuliert Echtzeittests durch Standard-Python-Skripte mit den neuen von dSPACE angebotenen Bibliotheken (zum Beispiel für den Zugriff auf Modellvariablen oder für die parallele Ausführung mehrerer Testzweige innerhalb eines Echtzeittestes). Auch können eigene Bibliotheken erstellt und in mehreren Tests wiederverwendet werden. Erstellte Tests können unabhängig davon, ob gerade ein Echtzeittest ausgeführt wird, vom PC auf die Prozessorkarte des Simulators geladen und gestartet werden.

Obwohl die Ausführung der Echtzeittests zusätzlich Speicherplatz und Rechenzeit auf der Prozessorkarte benötigt, können typische Testszenerien, die parallel zu komplexeren Motor- und Fahrdynamikmodellen ablaufen, problemlos in Simulationsschrittweiten von 1 ms realisiert werden.







▲ Testausführung in Echtzeit auf der Prozessorkarte.

### PC und Prozessorkarte arbeiten Hand in Hand

Da die Echtzeittests auf der Prozessorkarte ausgeführt werden, ist der PC nach Laden und Starten der Tests nicht mehr notwendig. Trotzdem kann auch eine kombinierte Testausführung auf PC und Prozessorkarte sinnvoll sein. Dafür wird es in zukünftigen Versionen Unterstützung geben, so dass auf dem PC und der Prozessorkarte ausgeführte Python-Skripte gegenseitig Funktionen aufrufen und Daten austauschen können. So kann zum Beispiel der Echtzeittest über einen längeren Zeitraum Ergebnisdaten sammeln und an den PC übermitteln, der dann die Reportgenerierung übernimmt. Oder der Echtzeittest greift auf ein an den PC angeschlossenes Diagnosesystem zu, um einen Fehlerspeichereintrag im Steuergerät abzufragen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Mit AutomationDesk 1.4 steht der echtzeitfähige Python-Interpreter für das DS1006 Processor Board bereit. Es lassen sich damit mehrere Echtzeittests unabhängig voneinander laden und synchron zum Simulationsmodell ausführen. Die Tests können Lese- und Schreibzugriffe auf Modellvariablen durchführen.

Die Funktionalität für das Echtzeittesten wird schrittweise ausgebaut. Hierzu gehören verschiedene Bibliotheken, die einen komfortablen Zugriff auf HIL-Hardware bieten (zum Beispiel FIU-, CAN- und Diagnosezugriff) sowie den Datenaustausch zwischen PC und Prozessorkarte vereinfachen. Es sind Bibliotheksfunktionen für die erweiterte Echtzeit-Datenerfassung geplant, die das Starten und Stoppen der Datenaufzeichnung von Modellgrößen abhängig machen. Die Entwicklung des Python-Interpreters wird auf das DS1005 PPC Board und Multiprozessorsysteme (basierend auf DS1005 und DS1006) ausgedehnt.

### Vorteile der Python-Echtzeittests

- Programmierung von Echtzeittests in der Standardsprache Python
- Testbeschreibung durch den Anwender erweiterbar (Bibliotheken)
- Zeitgenaue Beschreibung von Testaktionen
- Reproduzierbare Ausführung von Testfällen
- Simulationsmodelle können ohne Modifikation für die Tests verwendet werden
- Lese- und Schreibzugriff auf Modellgrößen in jedem Simulationsschritt möglich
- Dynamisches Nachladen und Ausführen von Tests während der Modellsimulation

# Laufzeitfehlern auf der Spur

- Automatische Laufzeitfehleranalyse von TargetLink-Code
- Navigation vom analysierten Code direkt ins Modell
- Hohe Genauigkeit der Analyse durch Tool-Integration

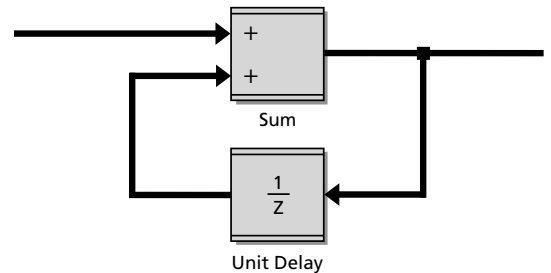
Bei der Steuergeräte-Software-Entwicklung unterstützt der Seriercode-Generator TargetLink den Anwender nicht nur durch die Generierung des eigentlichen Funktionscodes. Vielmehr steht dem TargetLink-Anwender auch eine umfangreiche Tool-Landschaft für Verifikations- und Validierungsmaßnahmen offen, die teils in TargetLink enthalten ist, teils durch Erweiterungslösungen wie MTest zur Verfügung gestellt wird. Zu dieser Tool-Landschaft gesellt sich nun in Form der TargetLink-PolySpace-Integration ein weiteres innovatives Werkzeug, das der Absicherung gegen Laufzeitfehler dient.

## Ursachen von Laufzeitfehlern

Auch wenn sich kein menschlicher Programmierer in puncto Fehlerfreiheit mit automatischen Seriercode-Generatoren messen lassen kann, ist der generierte Code nicht zwingend frei von Laufzeitfehlern. Die Ursache dafür ist, dass Fehler bereits im Modelldesign, das heißt im Rahmen der Funktionsentwicklung, eingebracht werden können. Bestehen auf Modellebene beispielsweise keine geeigneten Maßnahmen gegen Divisionen durch Null oder potenzielle Über- oder Unterläufe des Wertebereichs, so kann auch der generierte Code Laufzeitfehler enthalten, da die potenziell fehlerhafte Spezifikation 1:1 in Code umgesetzt wird. Die Quellen etwaiger Laufzeitfehler sind somit auf der Modellebene zu suchen und sollten auch bevorzugt dort behoben werden, was durch die TargetLink-PolySpace-Integration maßgeblich vereinfacht wird.

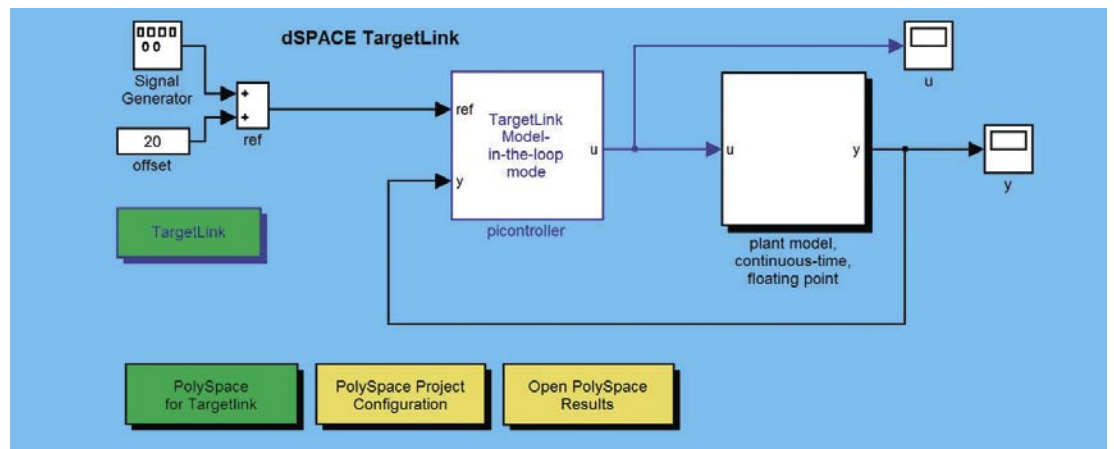
## Was leistet die TargetLink-PolySpace-Integration?

Die Integration ermöglicht die direkte Anbindung von TargetLink an den PolySpace Verifier, der auf Basis einer

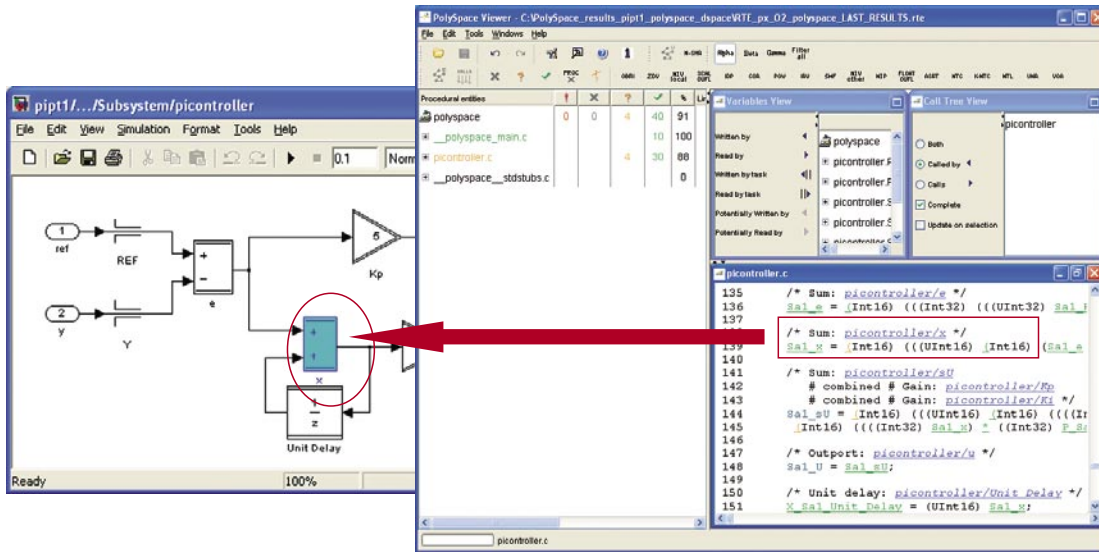


▲ Modellfragment mit potenziellem Über-/Unterlauf aufgrund der enthaltenen Rückkopplung.

statischen Analyse mit Hilfe der so genannten abstrakten Interpretation den generierten Code analysiert. Diese Technik gestattet es, Aussagen über Laufzeitfehler mit einer Exaktheit vorzunehmen, die mit der mathematischer Beweise vergleichbar ist. Einzelne Code-Fragmente werden entweder als hundertprozentig laufzeitfehlerfrei, hundertprozentig laufzeitfehlerbehaftet, als „toter Code“ oder als potenziell unsicher eingestuft. Lediglich die letztere Klasse bedarf dann noch der genaueren Analyse durch den Anwender, da aufgrund von Näherungen (Abstraktionen) nicht endgültig determiniert



► Starten und Konfigurieren der Code-Analyse auf Modellebene mit Hilfe zusätzlicher TargetLink-PolySpace-Blöcke.



▲ Farbliche Hervorhebung von potenziellen Laufzeitfehlern im Code durch den PolySpace Viewer und direkte Navigation ins Modell.

werden kann, ob tatsächlich ein Laufzeitfehler auftreten kann oder nicht.

**Vorteile der TargetLink-PolySpace-Integration**

Durch die TargetLink-PolySpace-Integration ergeben sich für den Anwender beider Werkzeuge wesentliche Vorteile:

- Die Analyse des generierten Codes wird in gewohnter Manier direkt von der Modellebene mit wenigen Mausklicks gestartet. Auch die Konfigurationsparameter des PolySpace Verifiers und das TargetLink-Subsystem, dem der zu inspizierende Code zugeordnet ist, werden direkt im Modell spezifiziert.
- Im PolySpace Viewer, der den generierten Code darstellt und die einzelnen Operationen entsprechend ihrer jeweiligen Klassifikation farblich hervorhebt (z. B. grün für hundertprozentige Laufzeitfehlerfreiheit, orange für potenziell unsichere Stellen mit nicht endgültig geklärtem Laufzeitfehlerverhalten), kann vom Code direkt an die korrespondierenden Stellen im Modell navigiert werden. Hierdurch lassen sich die kritischen Stellen besonders komfortabel ins Modell zurückverfolgen, inspizieren und gegebenenfalls korrigieren.
- Durch die Spezifikation von Zusatzinformationen auf Modellebene wie Wertebereichsgrenzen für applizierbare Parameter oder Eingangsgrößen kann die Genauigkeit der Analyse substantziell gesteigert werden. Der PolySpace Verifier liest diese Informationen aus dem dSPACE Data Dictionary aus und berücksichtigt sie in der Analyse, wodurch die Zahl der

Code-Zeilen mit nicht endgültig geklärtem Laufzeitfehlerverhalten reduziert wird.

- TargetLinks optimierte Code-Generierung durch die Technik „Compute through Overflow“ wird vom PolySpace Verifier explizit als solche erkannt, wodurch wiederum die Analyse des generierten Codes vereinfacht wird.

Die von PolySpace und dSPACE vorgenommene Tool-Integration führt nicht nur zu einer Beschleunigung des Entwicklungsprozesses, sondern sie ebnet auch einen komfortablen Weg für die Absicherung des generierten Seriencodes.

**Glossar**

**Toter Code** – Programmfragment, das grundsätzlich nicht erreicht bzw. ausgeführt werden kann.

**Compute through Overflow** – Berechnungsverfahren für arithmetische Operationen, bei dem, wenn das Endergebnis korrekt darstellbar ist, Überläufe in Zwischenresultaten auftreten dürfen.

**Abstrakte Interpretation** – Verfahren zur Analyse der Semantik eines Programms, wobei Abstraktionen zur Reduzierung des Berechnungsaufwandes eingesetzt werden.

Weitere Informationen zur TargetLink-PolySpace-Integration (PolySpace für Model Based Design) sind bei der Firma PolySpace unter [contact@polyspace.com](mailto:contact@polyspace.com) erhältlich.

# AUTOSAR und ASAM-aktuelle Aktivitäten

Einblick in  
Standardisierungs-  
gremien

AUTOSAR und  
ASAM e.V.

Engagement  
von dSPACE



▲ Joachim Stroop,  
Sprecher des AUTOSAR  
Template Teams; Product  
Manager System and  
Function Design Tools  
bei dSPACE.

Allgemeingültige Standards sind aus der Industrie nicht mehr wegzudenken. Ihre Entwicklung und Einführung in den Markt ist jedoch ein aufwendiger Prozess. Ebenso die Integration in bestehende Produkte. Wir sprachen mit den dSPACE-Mitarbeitern Joachim Stroop, Sprecher des AUTOSAR Template Teams, und Dr. Jobst Richert, ASAM-Vorstandsmitglied, über die Bedeutung von Standards sowie deren Auswirkung auf dSPACE-Produkte.

**Die Einführung und Durchsetzung von Standards ist mit großem Abstimmungs- und Entwicklungsaufwand verbunden. Warum unterstützt dSPACE Standardisierungsbestrebungen?**

**Stroop:** Aus Sicht der Anwender bieten Standards ein hohes Maß an Investitionssicherheit. Produkte, die einen Standard vollständig unterstützen, sind interoperabel mit ergänzenden Werkzeugen auf dem Markt. Zudem spiegeln sich in Standardisierungsbemühungen vielfach technologische Weiterentwicklungen wider. Beispielsweise strebt AUTOSAR an, eine domänenspezifische Komponentenarchitektur in der Fahrzeugelektronik zu etablieren. Wir arbeiten mit an der Entwicklung neuer Technologien und unterstützen diese Innovationen frühzeitig.

**Richert:** dSPACE vertritt generell den Standpunkt, dass überall dort, wo Dateiformate oder APIs keinen wettbewerbsdifferenzierenden Vorteil für einen Werkzeughersteller darstellen können, eine standardisierte Lösung angestrebt und unterstützt werden muss. Allerdings müssen solche Standards dann vollständig praxistauglich sein und die parallele Etablierung von proprietären

Lösungen verhindern können. Um dies zu erreichen, ist technische Expertise notwendig, die dSPACE durch Beteiligung seiner Fachexperten in vielen technischen Arbeitskreisen, aber auch auf Managementebene einbringt.

**Welchen Standardisierungsbewegungen messen Sie derzeit die größte Bedeutung bei und in welchen Bereichen ist dSPACE involviert?**

**Richert:** Den längsten Berührungspunkt zu Standardisie-

rungsaktivitäten hat dSPACE zum ASAM e.V. bzw. sogar schon zu dessen Vorgängerorganisation ASAP. Als der ASAM e.V. im Dezember 1998 entstand, war dSPACE unter den Gründungsmitgliedern. Die Betätigungsfelder zur Standardisierung von Automatisierungs- und Messsystemen haben heute Relevanz für nahezu alle dSPACE-Produkte.

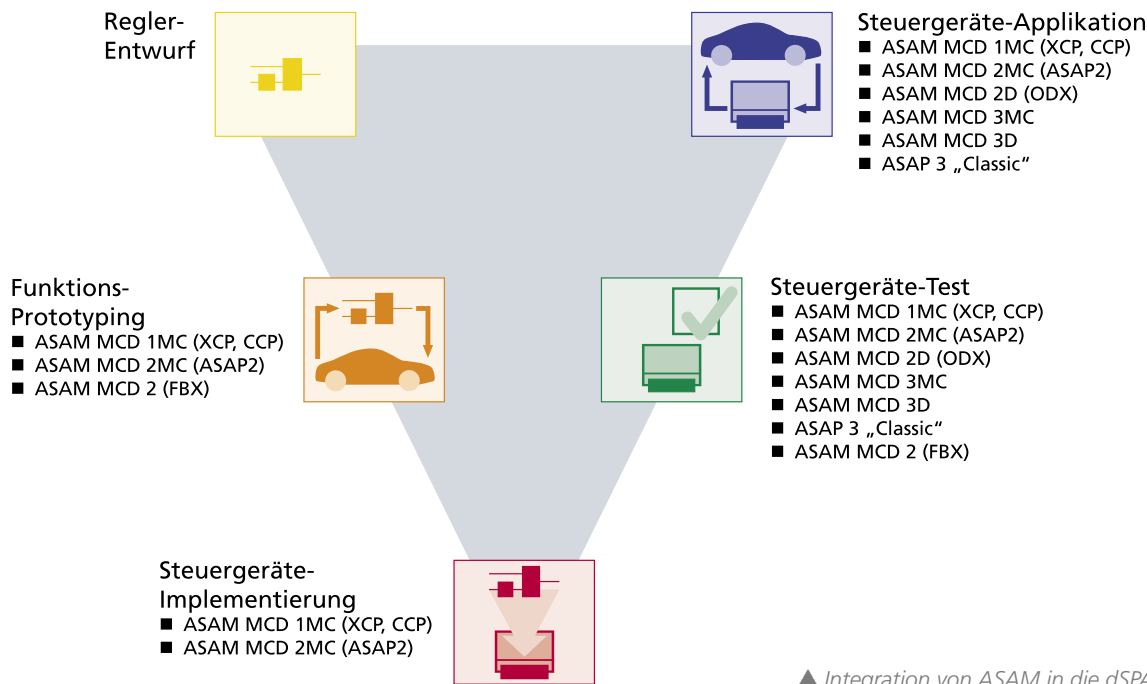
**Stroop:** AUTOSAR ist eine Entwicklungspartnerschaft mit dem Ziel, ein standardisiertes Elektrik/Elektronik-Architekturkonzept zu entwickeln und dieses kommerziell zu nutzen. Der Ansatz von AUTOSAR ist so umfassend, dass eine Vielzahl weiterer Standards aufgegriffen worden ist, beispielsweise das FlexRay-Kommunikationsprotokoll. Seit 2004 sind wir Premium Member in der AUTOSAR-Partnerschaft und beteiligen uns aktiv in zentralen Arbeitsgruppen an der Ausarbeitung der Spezifikationen. Mit unseren langjährigen Erfahrungen als Werkzeughersteller leisten wir somit einen Beitrag zur Absicherung der Infrastruktur und zur Einführung eines AUTOSAR-Entwicklungsprozesses.

**Seit der Gründung von ASAM 1998 und der von AUTOSAR 2003 gab es in den Gremien weitreichende Entwicklungen.**

**Welche Schwerpunkte gibt es derzeit?**

**Stroop:** Mit der Publikation der ersten AUTOSAR-Standards im Mai 2006 ist AUTOSAR in die Phase der Ergebnisveröffentlichung eingetreten. Bis zum Abschluss der laufenden Phase von AUTOSAR wird es darum gehen, die Spezifikation abzuschließen und abzusichern. Die Ergebnisse sind unter großem Aufwand aller Beteiligten erreicht worden. Der resultierende Stand wird von Anwendern in ersten Feldversuchen aufgegriffen und bildet zugleich die Grundlage für verschiedene Werkzeugentwicklungen.

**Richert:** Aufgrund der längeren Historie des ASAMs stellt sich die Situation hier anders dar. Insbesondere die Standards des ASAM-AE (Automotive Electronics)-Bereiches



▲ Integration von ASAM in die dSPACE-Werkzeugkette.

spielen weltweit und in nahezu allen Phasen des Steuergeräte-Entwicklungsprozesses eine wichtige Rolle. Dies spiegelt sich dann natürlich auch vielfältig in der dSPACE-Werkzeugkette wider. Waren die ASAM-AE-Standards früher überwiegend isolierte Schnittstellen- oder Formatstandards, so geht der Trend hier zunehmend in Richtung Prozessunterstützung entlang dem V-Modell. Hier hat insbesondere auch die Integration der Arbeitsergebnisse des MSR-Konsortiums in den ASAM eine Rolle gespielt. Die anderen Betätigungsfelder des ASAMs, zum Beispiel ASAM GDI und ASAM ODS haben in der Vergangenheit für dSPACE nur auf Einzelprojektebene eine Rolle gespielt. Hier steht die Unterstützung dieser Standards in dSPACE-Produkten, zum Beispiel eine ODS-basierte Ablage von HIL-Daten, mittelfristig an. Derzeit werden solche Lösungen noch nicht ausreichend nachgefragt.

**Mitglied in mehreren Gremien zu sein, erfordert viel Zeit und personelle Ressourcen.**

**Welche Vorteile ergeben sich durch die aktive Teilnahme insbesondere in den beiden Organisationen ASAM und AUTOSAR?**

**Stroop:** Wenn ein Unternehmen in beiden Gremien vertreten ist, ergeben sich natürlich Synergieeffekte, die man nutzen sollte. Wir sind bei dSPACE in der günstigen Position, Einblick in und Einfluss auf beide Gremien zu haben. Diese Ausgangslage ist gut geeignet, um Querbeziehungen wie inhaltliche Überschneidungen oder Synergiepotenziale zu erkennen und so die Produktentwicklungen entsprechend ausrichten zu können.

**Welche Auswirkungen hat die Verbreitung von ASAM auf dSPACE-Produkte?**

**Richert:** Wir messen ASAM eine sehr große Bedeutung bei und haben die Schnittstellen-Spezifikationen erfolgreich in unterschiedlichen Bereichen unserer Werkzeugkette integriert. Bei der Steuergeräte-Implementierung, beim Steuergeräte-Test sowie der Steuergeräte-Applikation ist dieser Standard ein fester Bestandteil. Jedes Jahr kommen neue ASAM-Standards hinzu. Zuletzt zum Beispiel die ODX-Unterstützung in CalDesk. Zukünftig etwa das neue Austauschformat für Applikationsdaten CDF 2.0 oder weitere XCP-Transportschichten.

**Nimmt AUTOSAR im gleichen Umfang Einfluss auf die dSPACE-Produkte wie ASAM?**

**Stroop:** Bei der Integration von AUTOSAR in die dSPACE-Produkte stehen wir noch am Anfang. Ein erstes Beispiel ist die integrierte AUTOSAR-Anbindung von TargetLink 2.2. Mit einem Produkt werden wir uns natürlich nicht zufrieden geben. Seien Sie auf zukünftige Entwicklungen gespannt.

**Vielen Dank für das Gespräch.**



▲ Dr. Jobst Richert, ASAM-Vorstandsmitglied; Section Manager SW Development bei dSPACE.

Einen ausführlichen Bericht zu TargetLink 2.2 finden Sie auf Seite 20.

# Erste Konferenz der neuen dSPACE-Tochter

➤ dSPACE Japan K.K. veranstaltet Anwenderkonferenz

➤ Volles Haus im Tokyo Conference Center

➤ Teilnehmer schätzten Informationen aus erster Hand

Am 23. Mai 2006 veranstaltete das neue Tochterunternehmen dSPACE Japan K.K. in Tokio seine erste Anwenderkonferenz. Rund 270 Teilnehmer kamen, um im Tokyo Conference Center Shinagawa mehr über Projekte mit dSPACE-Systemen zu erfahren und sich mit anderen Anwendern auszutauschen. Die hohe Anzahl der Konferenzbesucher zeigt, wie stark das Interesse an der Entwicklungsarbeit anderer Unternehmen ist. Die Teilnehmer kamen aus Unternehmen wie DENSO Corporation, JATCO CO. Ltd., Nissan, Toyota, Honda, Hitachi, YAMAHA, TTDC, Mazda und ISUZU.

In angenehmer Atmosphäre des Tokyo Conference Center bot die Anwenderkonferenz Gelegenheit zum Gedankenaustausch mit anderen dSPACE-Anwendern, Produktexperten und Interessenten. Zudem präsentierte die konferenzbegleitende Ausstellung aktuelle Produktentwicklungen anhand von Demosystemen.

wicklung. Akira Ohata von Toyota Motor Corp. führte deren Motorsimulationstechnologie mit Multiprocessing vor. Darüber hinaus sprachen zwei Gastredner aus Frankreich, Nicolas Bellot und Nicolas Lacour von Volvo 3P, über den Entwurf und die Anforderungen eines HIL-Prüfstands für leichte Nutzfahrzeuge. Anschließend stellten sie das

*„Der Austausch mit anderen dSPACE-Anwendern war genauso wertvoll wie die Informationen zu aktuellen Technologietrends.“*  
Konferenzteilnehmer von Hitachi Engineering Co. Ltd.

## Einblicke in aktuelle Projekte

Führende japanische Automobilhersteller und -zulieferer gaben umfassende Einblicke in Entwicklungsprojekte und ihre Arbeit mit dSPACE-Systemen. Takao Nishimura berichtete über die Einführung des dSPACE Calibration Systems für das Fahrerassistenzsystem bei DENSO Corp. Kenji Nakajima von JATCO Ltd. stellte aktuelle Entwicklungsarbeiten an einer elektronischen Regelung für ein

*„Die Podiumsdiskussion der Automobilhersteller war sehr fesselnd.“*  
Experte von Yazaki Corp.

Automatikgetriebe unter Einsatz von dSPACE-Werkzeugen vor. Motomi Yamada sprach über Hardware-in-the-Loop-Anwendungsfälle bei Mitsubishi Electric Corp. Himeji. Der Vortrag von Noboru Yabe, Yamaha Motor Co. Ltd., erläuterte den Einsatz eines Simulationsprüfstands bei der Moto GP (Moto Grand Prix)-Motorenent-



▲ Erfahrene Ingenieure stellten dSPACE-Produkte vor und beantworteten Fragen.



Steuergerät mit RapidPro und die dSPACE Automotive Simulation Models (ASM).

**Angeregte Podiumsdiskussion**

Die Podiumsdiskussion zum Thema „Zukünftige Werkzeuge in der Automobilelektronik“ rundete die Veranstaltung ab. Diskussions Teilnehmer waren Akira Ohata, Toyota Motor Corp.; Shigeaki Kakizaki, Nissan Motor Co. Ltd.; Satoshi Shimada, Honda R&D Co. Ltd. sowie Dr. Herbert Hanselmann,

▲ Die Teilnehmer lauschten konzentriert den Ausführungen der Entwicklungsexperten.

Virtual Vehicle vor, einen vernetzten Simulator, mit dem sie Funktionstests und Netzwerktests durchführen.

Geschäftsführer dSPACE GmbH und Hitoshi Arima, Präsident dSPACE Japan K.K. als Moderator. Angegangen wurde das Thema aus Sicht des OEMs mit Hinblick auf Qualitätssicherung beim Zulieferer und Steigerung der

*„Die Anwenderkonferenz war hinsichtlich neuester Entwicklungstrends und Anwendungsfälle der dSPACE-Produkte sehr eindrucksvoll und informativ.“  
Ingenieur von Isuzu Motors Ltd.*

*„Die Programmteile, zum Beispiel Ausstellung und Präsentation der Produkte sowie Vorträge der Anwender, waren sehr gut aufeinander abgestimmt und verschafften dadurch einen sehr guten Gesamtüberblick.“  
Mitarbeiter von Transtron Inc.*

**Neue Entwicklungen bei dSPACE**

dSPACE-Ingenieure präsentierten die gesamte dSPACE-Produktpalette und die neuesten Entwicklungen, zum Beispiel die FlexRay-Lösung, das Stand-alone-Prototyping-

Produktivität. Ein weiterer Höhepunkt war die Diskussion über die Bedeutung des modellbasierten Entwurfs, dessen Einführung im Unternehmen und darüber, wie wichtig es für die Mitarbeiter ist, sich auf diesem Gebiet Expertenwissen anzueignen.



▲ Demosysteme auf der konferenzbegleitenden Ausstellung zeigten die neuesten Entwicklungen von dSPACE, zum Beispiel seriennahes Prototyping mit RapidPro.

dSPACE Japan K.K. bedankt sich bei allen Teilnehmern für den Besuch und den regen Erfahrungs- und Wissensaustausch. Die erste Anwenderkonferenz des japanischen Tochterunternehmens war ein großer Erfolg und wird in regelmäßigen Abständen wiederholt.

# Anwenderkonferenz in den USA

➤ **Dreitägige Konferenz  
in Plymouth,  
Michigan**

➤ **Teilnehmer aus über  
40 Unternehmen**

➤ **Gespräche, Vorträge  
und Workshops**

Auf der vierten amerikanischen dSPACE Anwenderkonferenz wurden aktuelle Produktentwicklungen sowie Industrietrends in der Software-Entwicklung für Steuergeräte in Workshops und Vorträgen thematisiert. Ein besonderer Schwerpunkt wurde dabei auf das Thema Seriene-Code-Generatoren gelegt. An der vom 2.-4. Mai 2006 in Plymouth, Michigan, abgehaltenen Konferenz nahmen mehr als 130 Teilnehmer von über 40 verschiedenen Firmen teil und stellten damit einen breitgefächerten Querschnitt von Industrien aus dem Bereich der eingebetteten elektronischen Regelungstechnik dar.

Immer mehr Hersteller aus verschiedenen Industriebereichen, zum Beispiel Automobiltechnik, Luft- und Raumfahrt, Robotik und Industrieautomation, setzen auf eingebettete Regelungen, um Leistungsmerkmale und Funktionen auf dem neuesten Stand der Technik in ihren Endprodukten anbieten zu können.

*„Ich arbeite noch nicht lange mit dSPACE-Produkten, daher war die Anwenderkonferenz 2006 eine tolle Gelegenheit, um mich mit anderen dSPACE-Anwendern auszutauschen und von dSPACE-Mitarbeitern mehr über neue dSPACE-Produkte zu erfahren.“*  
**Julien Parouty, Engineering Specialist,  
General Dynamics Land Systems**

▼ *Die steigende Nachfrage nach Software-Entwicklungswerkzeugen war das Thema der Podiumsdiskussion unter der Leitung von Paul Hansen vom „The Hansen Report“.*

Während sich die Entwicklung eingebetteter Systeme durchaus vielschichtig gestaltet, lässt sich der Entwicklungsprozess durch flexible, integrierte Software-Entwicklungswerkzeuge deutlich vereinfachen. Auf dieses Thema wurde im Verlauf der Konferenz mehrfach eingegangen. An der Konferenz nahmen mehr als 130 Teilnehmer von über 40 verschiedenen Unternehmen teil und repräsentierten damit



▲ *Ausstellungsstück auf der Anwenderkonferenz: ein 2007 GMC Yukon mit TargetLink-Code an Bord.*

einen breitgefächerten Querschnitt aus dem Bereich der eingebetteten elektronischen Regelungstechnik. Eine Umfrage unter den Teilnehmern ergab, dass alle Befragten diese Konferenz ihren Kollegen weiterempfehlen würden. Folgende Firmen nahmen teil: ASAM, Bombardier, BMW, Caterpillar, DaimlerChrysler, Delphi, Detroit Diesel, Eagle RTEC, Eaton Corp., EnSoft Corp., FEV Engine Technology, Ford Motor Company, Freescale, General Dynamics, General Motors, GKN Automotive, Hitachi America, IAV, John Deere, Magna Drivetrain, Lawrence Tech University, MSC, Moog, Motorola Automotive, Nissan, OSC Embedded Systems, PACCAR, PolySpace, Raytheon, Reactive Systems, Ricardo, Siemens VDO, Software Beret, The MathWorks, TRW, Vector Cantech, Visteon, WTI und Xerox.

## Keynote

Die dreitägige Konferenz begann mit der Eröffnungsrede von Dr. Herbert Hanselmann, Präsident und CEO der





dSPACE GmbH. Er äußerte sich zu dem enormen Wachstum und zum Einfluss, den dSPACE auf dem Gebiet der Entwicklung eingebetteter Regelsysteme in den letzten 18 Jahren weltweit genommen hat. Er stellte das Schwerpunktthema automatische Seriencode-Generierung vor und merkte an, dass er selbst seit 1981 an der Forschung und Entwicklung von Code-Generierungswerkzeugen beteiligt ist. Hanselmann zeigte noch einmal auf, dass dSPACE im Jahr 1999 das erste Software-Werkzeug zur automatischen Seriencode-Generierung aus Simulink herausbrachte. Das Werkzeug, TargetLink, wird seitdem bei zahlreichen Serienfahrzeugen für Anwendungen im Bereich Antriebsstrang, Chassis und Karosserie erfolgreich eingesetzt. Zurzeit befinden sich mehr als eine Million Fahrzeuge auf den Straßen, die TargetLink-Code enthalten.

*„Ich konnte mich nicht nur über kommende Neuheiten informieren, sondern habe auch erfahren, welche zusätzlichen Möglichkeiten mein bereits erworbenes Equipment hat, von denen ich bisher nichts wusste.“*

**Rory Johnson, Senior Engineer,  
GKN Automotive**

Der erste Pkw mit TargetLink-Code an Bord war der Nissan Sentra CA 2000. Dr. Hanselmann berichtete, dass Nissan mit TargetLink seine Entwicklungszeit um 40 % reduzierte und das Projektteam in nur 3 Monaten den Seriencode generieren konnte. TargetLink ist seit 7 Jahren am Markt etabliert. In diesem Zeitraum, so Hanselmann, erzeugte TargetLink erfolgreich 80-100 % des Algorithmus-Codes für zahlreiche Serienfahrzeuge: Chevrolet Suburban, Avalanche und Tahoe, GMC Yukon und Yukon XL, Jeep Grand Cherokee und Commander, Volvo S80, Jaguar XK, Ford Mondeo und Galaxy, plus verschiedene Modelle von Mercedes, Nissan, BMW, Porsche und anderen OEMs. Abschließend hob Dr. Hanselmann auch Wachstum und Fortschritt weiterer dSPACE-Produkte hervor und betonte, dass das Unternehmen weiterhin in die Forschung investiert, um seine Produktpalette weiter ausbauen und optimieren zu können. „dSPACE gilt seit jeher als innovativ und zuverlässig und so soll das auch bleiben“, so Hanselmann.

**Podiumsdiskussion**

Der Experte für Automobilelektronik Paul Hansen vom "The Hansen Report" moderierte eine offene Podiumsdiskussion zum Thema Verbesserung von Produktqualität und Markteinführungszeiten durch den Einsatz kompatibler Entwicklungswerkzeuge für elektronische Steuergeräte.



▲ Die Konferenz bot 20 technisch detaillierte Vorträge und vier Workshops.

„Echte Produktivitätssteigerungen können mit wohlintegrierten Entwicklungswerkzeugen erreicht werden, wobei diese natürlich auch keine Wunder vollbringen können“, sagte Diskussionsteilnehmer James Kolhoff, Director der Software-Entwicklung bei GM Powertrain.

Er stellte fest, dass der Einsatz von Werkzeugen Schulungsaufwand sowie organisatorische Akzeptanz und Zusammenarbeit erfordern – und das nicht nur intern, sondern auch auf Seiten der Zulieferer.

Man kam darin überein, dass Integration auf Systemebene für Effizienz und Qualität unerlässlich sind. „Es muss etablierte Prozesse geben, um den Einsatz von Werkzeugen und



▲ Die amerikanische dSPACE Anwenderkonferenz 2006 fand im St. John's Conference Center in Plymouth, Michigan, USA statt.

Technologien zu vereinfachen“, sagt Salim Momin, Director des Virtual Garage Lab bei Freescale Semiconductor, Inc. „Darin liegt der Schlüssel zum Erfolg“. Die Diskussionsteilnehmer adressierten zudem den Bedarf an kosteneffizienten Validierungsoptionen und waren sich einig, dass ausgefeilte Werkzeuge wie die automatische Code-Generierung enorme Vorteile mit sich bringen.

*„Hervorragende Ausstellung! Der Inhalt der Konferenz und die ausstellenden Firmen waren sehr gut aufeinander abgestimmt. Die technischen Präsentationen und die Räumlichkeiten waren ausgezeichnet!“*  
*John Glab, Controls Engineer, Ford Motor Co.*

Übereinstimmung wurde auch dahingehend erreicht, dass die Steuergeräte-Entwicklung beschleunigt werden muss, solange neue Kunden- und Marktanforderungen anspruchsvolle Leistungsmerkmale und Funktionen fordern. Die größte Herausforderung liegt im Aufbau einer flexiblen Rechenplattform, die die Interoperabilität von Werkzeugen unterstützt. Weitere Teilnehmer der Podiumsdiskussion waren Mark Thomas, Director Electronic Systems, Detroit Diesel, und Dr. Hanselmann, dSPACE GmbH.



► *Vorführung des Virtual Vehicle basierend auf einem Mid-Size-HIL-Simulator, MotionDesk und ControlDesk.*



▲ *Die Anwenderkonferenz schloss mit einer 9-Loch-Golf-Partie auf dem John's Championship Golfplatz.*

### **Vorträge, Workshops, Ausstellungen**

Insgesamt wurden 20 Vorträge von dSPACE-Anwendern gehalten, die direkte Einblicke gaben, wie sich die eingebettete Elektronik im eigenen Unternehmen entfaltet und widerspiegelt. Die Anwender erläuterten sowohl die internen Steuergeräte-Herausforderungen, denen es zu begegnen gilt, als auch die Vorteile, die ihre Entwicklungsteams mit den dSPACE-Lösungen erzielen können.

*„Die diesjährige Anwenderkonferenz hat mich sehr beeindruckt. Die zahlreichen Anwendungen aus den unterschiedlichen Bereichen und Industrien waren hochinteressant und die daraus gewonnenen Ideen und Ansichten sehr konstruktiv.“*

*Alexander Bauer, Senior Design Engineer  
Converter Control, Bombardier*

Neu auf der diesjährigen Konferenz waren die zahlreichen Workshops zu den Themen automatische Code-Generierung, modellbasiertes Testen, Hardware-in-the-Loop-Design, Rapid Control Prototyping, Steuergeräte-Applikation und effiziente Methoden zur Testautomatisierung.

Hier hatten die Konferenzteilnehmer Gelegenheit, zusammen mit dSPACE-Ingenieuren Gespräche über technische Details zu vertiefen.

Eine weitere Neuerung der Konferenz war die Ausstellung. Es wurden zwei Serienfahrzeuge, ein 2007 GMC Yukon und ein 2006 Jeep Grand Cherokee, präsentiert, die mit Steuergeräte-Code aus TargetLink ausgestattet sind. An dieser Stelle geht ein besonderer Dank an die Aussteller ASAM, The MathWorks, IAV, PolySpace, OSC Embedded Systems, Reactive Systems, FEV, Freescale und EnSoft sowie an alle Teilnehmer der Anwenderkonferenz.

# Hybrid mit dSPACE

Neben konventionellen Antrieben werden zunehmend alternative Antriebe, zum Beispiel Hybridantriebe, mit den Werkzeugen von dSPACE entwickelt und getestet. Die Anwender arbeiten sowohl im Bereich Forschung und Lehre als auch in der Industrie. Dabei kommen die verschiedensten Produkte zum Einsatz: von der MicroAutoBox bis hin zum Verbundsystem bestehend aus mehreren Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulatoren. Diese Auswahl an Kundenanwendungen verdeutlicht die breit gestreuten Einsatzgebiete.

➤ **Test und Entwicklung von Hybridantrieben**

➤ **Einsatz verschiedener dSPACE-Produkte**

➤ **Auszug aus Kundenliste**

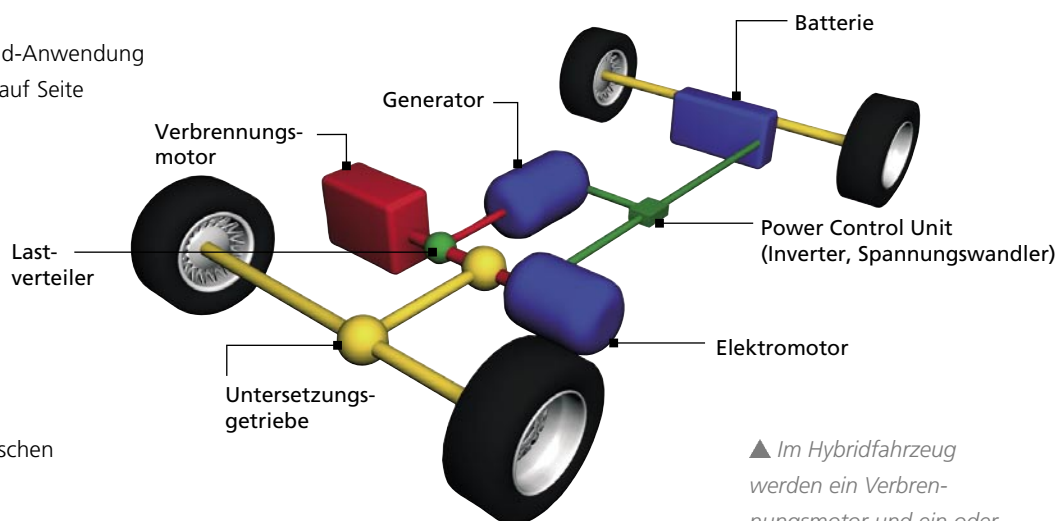
Unternehmen	Anwendung	dSPACE-Produkt
General Motors	Verbundtest von Steuergeräten für Verbrennungsmotoren, Getriebe, Elektromotoren und Hochspannungsbordnetz in Hybridfahrzeugen	Hardware-in-the-Loop-Simulatoren im Verbund
DaimlerChrysler AG	Entwicklung eines Hybridsystems	Zwei Hardware-in-the-Loop-Simulatoren
DaimlerChrysler AG	Code-Generierung für ein Steuergerät zur Regelung des Elektromotors eines Hybrid-Lkws	TargetLink
ZF Sachs AG	Test und Entwicklung von Antriebskomponenten für Hybridfahrzeuge	Hardware-in-the-Loop-Simulator
Hyundai Motor Company	Entwicklung eines Regelalgorithmus für ein Steuergerät eines Hybridfahrzeugs	MicroAutoBox
FEV Motorentechnik GmbH	Entwicklung und Prüfung von Optimierungsstrategien für Anfahr- und Beschleunigungstechnik	Hardware-in-the-Loop-Simulator
Universität München	Optimierung des Energiemanagements für ein paralleles Hybridantriebskonzept	AutoBox mit modularer Hardware
Ford	Verifikation eingebetteter Regler-Software eines Fahrzeugmanagementsystems (Vehicle System Controller, VSC) für den Ford Escape Hybrid und andere HEVs (Hybrid Electrical Vehicle)	Hardware-in-the-Loop-System

▲ Eine Auswahl von Hybrid-Anwendungsbeispielen, die mit dSPACE-Werkzeugen durchgeführt wurden.

Eine ausführliche Darstellung der Hybrid-Anwendung bei der FEV Motorentechnik finden Sie auf Seite 14 in dieser Ausgabe.

Lesen Sie mehr über das neue DS5202 FPGA Base Board von dSPACE auf Seite 19.

Die neue Karte von dSPACE kann flexibel an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden und eignet sich daher perfekt für die Simulation von in Hybridantrieben eingesetzten elektrischen Maschinen.



▲ Im Hybridfahrzeug werden ein Verbrennungsmotor und ein oder mehrere Elektromotoren kombiniert.

# Einweihung mit Spaß und WM-Spiel

Neues dSPACE-Gebäude eingeweiht

Anwohner und Mitarbeiter feiern gemeinsam

WM-Kulisse zum Eröffnungsspiel

Zeitgleich mit dem WM-Eröffnungsspiel fand die Einweihungsfeier des neuen Paderborner Firmengebäudes von dSPACE statt. Anwohner, Mitarbeiter und Vertreter der am Bau beteiligten Unternehmen sowie der Stadt Paderborn feierten gemeinsam und freuten sich über den aus deutscher Sicht gelungenen WM-Auftakt. Ein weiteres Gebäude ist für den neuen Standort schon geplant.

Eröffnungsreden von Firmengründer und Geschäftsführer Dr. Herbert Hanselmann, Bürgermeister Heinz Paus und Architekt Martin Wäschle leiteten am späten Nachmittag des 9. Juni die Feier ein. Die Redner würdigten besonders die erfolgreiche Entwicklung von dSPACE, die zu diesem Neubau führte. Mit dem Hinweis, dass die Planungen für ein weiteres Gebäude auf dem neuen Areal schon begonnen haben, zeigte Dr. Hanselmann auf, wie sich der Standort in der Giefersstraße entwickeln soll. In diesem Zusammenhang spielt

die Wachstumsstrategie von dSPACE eine wichtige Rolle, die allein für das Jahr 2006 die Schaffung von 70 zusätzlichen Arbeitsplätzen vorsieht. Da das neue Gebäude an ein Wohngebiet grenzt, lud dSPACE auch die Anwohner zur gemeinsamen Feier und zum Kennenlernen ein.

## WM-Eröffnungsspiel zur Einweihung

Das Festzelt war für das zeitgleich mit der Einweihung stattfindende WM-Eröffnungsspiel mit großen Monitoren und einer Leinwand ausgestattet. So konnten die ca. 600 Teil-



Der Architekt überreicht einen Baum für die Außenanlage.



Glückliche Gesichter nach dem Spiel.



nehmer die Übertragung des Spiels zwischen Deutschland und Costa Rica live während der Feier verfolgen. Für adäquate Stadionatmosphäre sorgten passend gekleidete Fans samt Fan-Utensilien. Die Angriffe der deutschen Mannschaft wurden standesgemäß mit Trommeln, Tröten und frenetischem Beifall bis in den Strafraum begleitet. Der Spielendstand tat sein Übriges für die tolle Stimmung. Anschließend wurde bei viel Musik und gutem Essen ausgiebig gefeiert.

**Technikdetails des neuen Gebäudes**

**Betonkerntemperierung** - in den Decken einbetonierte wasserführende Rohrschlangen sorgen für zugfreies Heizen oder Kühlen

**Raumlufttechnische Anlage** - eine Klimaanlage übernimmt die Temperierung und Frischluftzufuhr in fensterlosen Zonen wie z.B. breiten Fluren mit integrierten Besprechungsineln

**Hohlraumboden** - Doppelbodenkonstruktion im Bereich der Flure und Büros, die Ver- und Entsorgungsleitungen aufnimmt

**ESD-Boden** - Electrostatic-Discharge-Boden sorgt für die elektrostatische Entladung im Produktionsbereich

**Trafostation** - Im Gebäude integrierter Transformator (630 kVA) für die elektrische Versorgung.

Im dem neuen Gebäude mit einer Fläche von 5.240 qm sind vor allem Bereiche mit besonderem Platzbedarf untergebracht wie Produktion, Logistik, Simulator-Aufbau und zusätzlich Applikation/Engineering, Vertrieb und einige Verwaltungseinheiten.



*Musik, kühle Getränke und Fußball – für jeden das passende Angebot.*



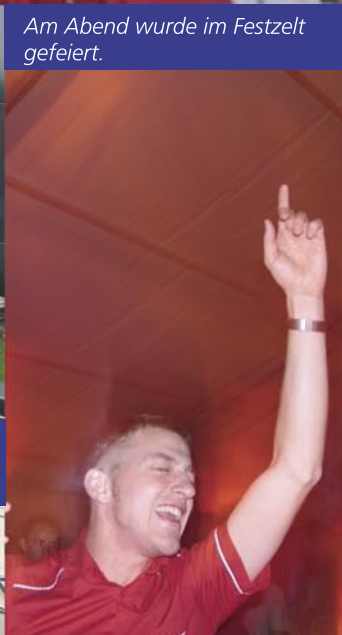
*Einige träumten schon vom neuen Büro und der nächsten Einweihungsfeier.*



*Wie bei Uni-Ausgründungen leicht zu vermuten, reisten auch hier die Teilnehmer vorzugsweise mit dem Zweirad an.*



*„The Speedos“ heißt diese quirlige Truppe, die bei den Gästen für gute Stimmung sorgte.*



*Am Abend wurde im Festzelt gefeiert.*



*Gut ausgestattete Fußballfans verschiedener Nationen belebten das Bild und sorgten für Stadionatmosphäre.*

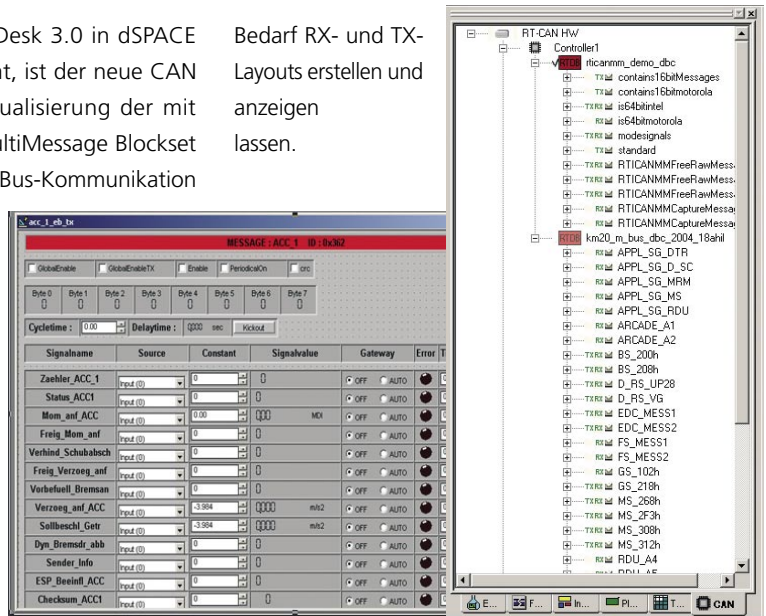
## ControlDesk 3.0 kommt mit CAN Navigator

Eine Innovation, die mit ControlDesk 3.0 in dSPACE Release 5.2 auf den Markt kommt, ist der neue CAN Navigator. Er ermöglicht die Visualisierung der mit dem Real-Time Interface CAN MultiMessage Blockset (RTICANMM) konfigurierten CAN-Bus-Kommunikation in Simulationsmodellen. Der CAN Navigator schlägt die Brücke zwischen Implementierungs- (RTICANMM) und Experimentsoftware (ControlDesk).

Für RCP- und HIL-Anwender bedeutet dies sowohl einen verbesserten Zugriff auf als auch eine bessere Darstellung von Nachrichten und Signalen.

Der Anwender kann sich nun innerhalb von ControlDesk nach

Bedarf RX- und TX-Layouts erstellen und anzeigen lassen.



## RapidPro: Thermoelement-Modul



Das neue DS1638-Modul für RapidPro bietet 8 galvanisch isolierte Messkanäle für Typ-K-Thermoelemente (NiCr-Ni) mit einem Messbereich von  $-200$  bis  $+1370$  °C sowie einem 24-Bit-A/D-Wandler pro Kanal. Die Abtastrate ist

jeweils per Software im Bereich 0,1 Hz bis 50 Hz einstellbar. So ergeben sich vielfältige Anwendungsfelder wie Motor, Getriebe oder Abgasstrang. Durch ein zum Modul gehörendes Splitterkabel ist keine Modifikation des Standard-Sub-D-Steckverbinders der RapidPro-Units nötig. Im Stecker ist zudem eine hochgenaue Kaltstellenkompensation integriert und dazu ein Speicher, der die angeschlossenen Thermokabel und so die Thermolemente identifiziert. Die Kennlinien-Linearisierung erfolgt direkt auf dem Modul, das die Messwerte verlustfrei an die RapidPro Control Unit überträgt. Die Unterstützung weiterer Thermolemente, zum Beispiel von Typ J, ist geplant.

## Neuerungen mit Release 5.2

➤ Letztmalige Unterstützung von MATLAB® R13: Release 5.2 ist das letzte dSPACE-Release, das eine allgemeine MATLAB-R13-Unterstützung (R13SP1+ und R13SP2) bietet. Die folgenden dSPACE-Releases werden R13 nicht mehr unterstützen, die einzige Ausnahme bildet der Seriercode-Generator TargetLink.

➤ Umstellung von CD auf DVD: Gleichzeitig stellt dSPACE mit Release 5.2 das Installationsmedium von CD auf DVD um. Damit wird dem erhöhten Platzbedarf der im Release enthaltenen Produkte Rechnung getragen.

## Termine



### EUROPA

**MI – 10. Internationaler Fachkongress Fortschritte in der Automobil-Elektronik**  
20./21. September, Ludwigsburg, Deutschland  
Forum am Schlosspark, Stand 9  
<http://www.m-i-c.de>

**VDI/VDE Elektrisch-mechanische Antriebssysteme**  
27./28. September, Böblingen, Deutschland  
Kongresshalle Böblingen  
<http://www.vdi-wissensforum.de>

**2006 CCA/CACSD/ISIC**  
4.-6. Oktober, München, Deutschland  
Technische Universität München  
<http://www.elet.polimi.it/conferences/cca06/>

**Aachener Kolloquium**  
9.-11. Oktober, Aachen, Deutschland  
Eurogress Aachen, Halle E40  
<http://www.ac-kolloquium.rwth-aachen.de>

### USA

**Convergence 2006**  
16.-18. Oktober, Detroit, MI, USA  
Cobo Center  
<http://www.sae.org/events/convergence/>

**Automotive Testing Expo North America 2006**  
25.-27. Oktober, Novi, MI, USA  
<http://www.testing-expo.com/usa/>

### Asien

**KOAA Show 2006**  
26.-29. September, Seoul, Süd Korea  
Korea Exhibition Hall  
<http://www.koaashow.com/>

**FISITA 2006**  
23.-26. Oktober, Yokohama, Japan  
Pacifico Yokohama  
<http://www.fisita2006.com/>

**Embedded Technology 2006**  
15.-17. November, Yokohama, Japan  
Pacifico Yokohama  
<http://www.jasa.or.jp/et/>

Weitere Termine finden Sie unter [www.dspace.com](http://www.dspace.com)

## Infos anfordern



Bitte entsprechendes Kästchen auf der Antwortkarte ankreuzen und zurücksenden

- per Post
- per Fax 0 52 51 – 6 65 29  
oder
- Fordern Sie die Informationen unter [www.dspace.de/goto?dspace-news-info](http://www.dspace.de/goto?dspace-news-info) an

Ihre Meinung ist uns wichtig. Kritik, Lob und sonstige Anmerkungen senden Sie bitte an [dspace-news@dspace.de](mailto:dspace-news@dspace.de) – vielen Dank!

## Jobs



Aufgrund unseres stetigen Wachstums suchen wir ständig Ingenieure aus den Fachgebieten:

- Software-Entwicklung
- Hardware-Entwicklung
- Anwendungsentwicklung
- Technischer Vertrieb
- Produktmanagement

Aktuelle Angebote unter [www.dspace.com/goto?jobs](http://www.dspace.com/goto?jobs)

## Veröffentlichungen



**„FlexRay-Projekte leicht gemacht“**  
Joachim Stroop und Dr. Ralf Stolpe, dSPACE GmbH

**„Werkzeugkopplung im Testprozess“**  
Renate Stücka, Telelogic Deutschland GmbH, Sven Burmester und Alexander Voß, dSPACE GmbH

## Schulungen



Zu den folgenden Themen bietet dSPACE Schulungen an:

- dSPACE Real-Time Systems
- ControlDesk
- RapidPro
- Rapid Control Prototyping mit CalDesk
- TargetLink
- Hardware-in-the-Loop-Simulation
- AutomationDesk
- MotionDesk
- RTI CAN MultiMessage Blockset
- Automotive Simulation Models
- CalDesk

Weitere Informationen finden Sie unter [www.dspace.com/goto?training](http://www.dspace.com/goto?training)

### Australien

CEANET Pty Ltd.  
Level 5, 15 -19 Bent Street  
Sydney NSW 2000  
Australia  
Tel.: + 61 2 9232 3699  
Fax: + 61 2 9232 3332  
info@ceanet.com.au  
www.ceanet.com.au

### China und Hong Kong

HiRain Technologies  
8F Tower B  
Beijing Venture Plaza No.11  
Anxiang Beili Chaoyang District  
Beijing China, 100101  
Tel.: +86 10 648 40 606  
Fax: +86 10 648 48 259  
xmcao@hirain.com  
www.hirain.com

### Indien

Cranes Software Intern. Ltd.  
#29, 7th Cross, 14th Main  
Vasanthnagar  
Bangalore 560 052, India  
Tel.: +91 80 22381740  
Fax: +91 80 22384317  
dSPACE@cranesoftware.com  
www.cranesoftware.com

### Israel

Omikron Delta Ltd.  
10 Carlebach St.  
Tel-Aviv 67132  
Tel.: +972 3 561 5151  
Fax: +972 3 561 2962  
oren@omikron.co.il  
www.omikron.co.il

### Korea

MDS Technology Co., Ltd.  
15F Kolon Digital Tower Vilant 222-7  
Guro-3-dong, Guro-gu  
Seoul 152-848, South Korea  
Tel.: +82 2 2106 6000  
Fax: +82 2 2106 6004  
dSPACE@mdstec.com  
www.mdstec.com

### Niederlande

TSS Consultancy  
Rietkraag 37  
3121 TC Schiedam  
Tel.: +31 10 2 47 00 31  
Fax: +31 10 2 47 00 32  
info@tsscon.nl  
www.tsscon.nl

### Polen

Technika Obliczeniowa  
ul. Obozna 11  
30-011 Kraków  
Tel.: +48 12 630 49 60  
Fax: +48 12 632 17 80  
info@tobl.krakow.pl  
www.tobl.krakow.pl

### Schweden

Fengco Real Time Control AB  
Svärdvägen 25A  
SE-182 33 Danderyd  
Tel.: +46 8 6 28 03 15  
Fax: +46 8 96 73 95  
sales@fengco.se  
www.fengco.se

### Taiwan

Scientific Formosa Incorporation  
11th Fl. 354 Fu-Hsing N. Road  
Taipei, Taiwan, R.O.C.  
Tel.: +886 2 2505 05 25  
Fax: +886 2 2503 16 80  
info@sciformosa.com.tw  
www.sciformosa.com.tw

### Tschechische Republik und Slowakei

HUMUSOFT s.r.o.  
Pobrezni 20  
186 00 Praha 8  
Tel.: +420 2 84 01 17 30  
Fax: +420 2 84 01 17 40  
info@humusoft.cz  
www.humusoft.cz

### Firmensitz in Deutschland

dSPACE GmbH  
Technologiepark 25  
33100 Paderborn  
Tel.: +49 52 51 16 38-0  
Fax: +49 52 51 6 65 29  
info@dSPACE.de

### USA und Kanada

dSPACE Inc.  
28700 Cabot Drive  
Suite 1100  
Novi · MI 48377  
Tel.: +1 248 567 1300  
Fax: +1 248 567 0130  
info@dSPACEinc.com

### Frankreich

dSPACE Sarl  
Parc Burospace · Bâtiment 20  
Route de la Plaine de Gisy  
91573 Bièvres Cedex  
Tel.: +33 1 6935 5060  
Fax: +33 1 6935 5061  
info@dSPACE.fr

### Japan

dSPACE Japan K.K.  
West Tower 9F  
Yokohama Business Park  
134 Godo-cho · Hodogaya-ku  
Yokohama-shi  
Kanagawa-ken 240-0005  
Tel.: +81 45 338 3361  
Fax: +81 45 338 3362  
info@dSPACE.jp

### Großbritannien

dSPACE Ltd.  
2nd Floor Westminster House  
Spitfire Close  
Ermine Business Park  
Huntingdon  
Cambridgeshire PE29 6XY  
Tel.: +44 1480 410700  
Fax: +44 1480 410701  
info@dSPACE.ltd.uk

