

dSPACE MAGAZIN

2/2009

EvoBus, MBtech – Reifegradabsicherung
einer Omnibus-E/E-Architektur

Yamaha – Entwicklung eines
autonomen Forschungsbootes

Johnson Controls-Saft – Batterie-
management für Lithium-Ionen-Batterie im
neuen Mercedes-Benz S 400 HYBRID







*Dr. Herbert Hanselmann
Geschäftsführer*

Unglaubliche Dinge passieren gerade. Ikonen der Autoindustrie versinken im Chaos oder werden gleich insolvent. Regierungen werden faktische Autohersteller. Gewerkschaften können nicht mehr streiken, weil sie nun selbst Besitzer ihrer Arbeitgeber sind.

Ich frage mich, ob das wirklich nötig war. Und habe auch eine Antwort: Nein, es war nicht nötig. Die Überkapazität der Autoindustrie ist natürlich eine Ursache, aber die ist schon lange bekannt und es wurde auch schon lange daran gearbeitet, diese sukzessive abzubauen. Weniger Marken, schrittweise Reduktion der Kapazitäten, das hätte ausreichen müssen.

Eine wirklich unabwendbare Ursache ist sicherlich die Finanzkrise, die sich mit atemberaubendem Tempo ausgebreitet hat. Es ist für Realwirtschaftler erschreckend und empörend, wie sogenannte Finanzingenieure die Vorzeigebbranche der Realingenieure von der Straße in den Graben gedrückt haben. Statt realer Innovationen

gab es abstruse Finanzinnovationen. Darauf hätten wir doch alle verzichten können.

Und als wäre das nicht genug, fällt alles auch noch mit der Angst vor CO₂ zusammen. Dazu schrieb ich bereits in der letzten Ausgabe des dSPACE Magazins etwas. Angesichts der Kombination aus Angst und dem verbreiteten Glauben an ganz schnelle Lösungen ist es kein Wunder, dass der Automarkt am Boden liegt. Ich freue mich, dass nun endlich auch Topmanager von Herstellern und Zulieferern öfter mal Stellung nehmen und etwas mehr Realitäts-sinn in die Diskussion einwerfen, wenn sie beispielsweise auf die zu erwartende langsame Anlaufkurve der Elektromobilität und auch ihre Kosten hinweisen. Die große Ernüchterung im politischen Umfeld und der öffentlichen Meinung könnte noch kommen.

Bedenklich ist, dass als Ergebnis von alledem nun die Autoindustrie so gestresst ist, dass sie sogar ihre

Investitionen in Forschung und Entwicklung reduziert. Man möchte meinen, sie müsste angesichts der technischen Herausforderungen genau diese ankurbeln, aber Liquidität und Verlustbegrenzung sticht eben sogar Innovation. Nicht nur in der Autoindustrie, aber besonders da werden Investitionen verringert, verschoben, aufgegeben. Wir können nicht sicher sein, dass Elektronik und Software weiter im bekannten Tempo in die Autos integriert werden, und selbst wenn, dann wird schlicht die Anzahl an Modellreihen nicht mehr die alte sein. Wir stellen uns jedenfalls darauf ein, dass die Wiederbelebung etwas dauern und nur langsam vonstatten gehen könnte und dass das alte Niveau von Investition und Wachstum so schnell nicht wiederkehrt. Trotz Krise wollen wir fit bleiben für die Aufgaben der Zukunft.

Dr. Herbert Hanselmann
Geschäftsführer

JOHNSON CONTROLS-SAFT | SEITE

6



EVOBUS / MBTECH | SEITE

12



YAMAHA | SEITE

20

IMPRESSUM

dSPACE MAGAZIN wird periodisch
herausgegeben von:

dSPACE GmbH · Technologiepark 25
33100 Paderborn · Deutschland
Tel.: +49 5251 1638-0
Fax: +49 5251 66529
dspace-magazin@dspace.de
www.dspace.com

Projektleitung: André Klein
V.i.S.d.P.: Bernd Schäfers-Maiwald

Redaktion: Ralf Lieberwirth, Sonja Lillwitz,
Julia Reinbach, Nina Riedel, Dr. Gerhard Reiß
Redaktionelle Mitarbeit: Alicia Alvin,
Hisako Masuhara, Joachim Stroop

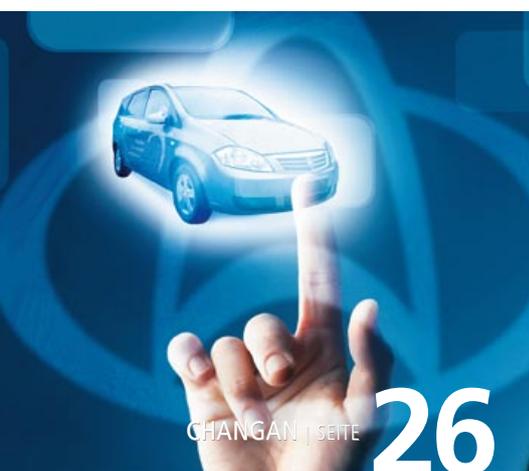
Schlussredaktion und Übersetzung:
Robert Bevington, Stefanie Bock,
Dr. Michelle Kloppenburg, Christine Smith
Gestaltung: Krall & Partner, Düsseldorf
Layout: Sabine Stephan
Druck: Merkur Druck, Detmold

© Copyright 2009

Alle Rechte vorbehalten. Vollständige oder
teilweise Vervielfältigung dieser Veröffent-
lichung 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.

Inhalt



- 3** EDITORIAL
 von Dr. Herbert Hanselmann,
 Geschäftsführer

Kundenanwendungen

- 6** JOHNSON CONTROLS-SAFT
25 Kilogramm pure Energie
 Entwicklung eines effizienten Batterie-
 Management-Systems für den Mercedes-
 Benz S 400 HYBRID
- 12** EVOBUS / MBTECH GROUP
Virtual Bus
 Reifegradabsicherung einer Omnibus-E/E-
 Architektur mit HIL-Integrationstests
- 20** YAMAHA
MicroAutoBox Ahoi!
 Entwicklung eines autonom fahrenden
 Forschungsbootes mit MicroAutoBox an
 Bord
- 26** CHANGAN
Jiexun – Ein Held in Hybrid
 ChangAn Automotive entwickelt mit
 dSPACE-Werkzeugen Regelfunktionen für
 den neuen Jiexun Mild-Hybrid
- 30** UNIVERSITÄT STUTTGART / IVECO MAGIRUS
Höher, schneller, weiter
 Aktive Schwingungsdämpfung für
 Feuerwehrdrehleitern

Business

- 42** ECOCAR
**EcoCAR: The NeXt Challenge –
 Es wird grün**
 Die nächste Generation automotiver Inge-
 nieure steht vor der Herausforderung,
 besonders umweltfreundliche Fahrzeuge
 zu entwickeln.
- 48** TARGETLINK JUBILÄUM
10 Jahre TargetLink
 Meilensteine einer Erfolgsgeschichte
- 52** INTERVIEW SOFTWARE-QUALITÄT
5 Sterne für dSPACE
 Mechatronik erfordert
 höchste Software-Qualität
- 54** AUTOSAR EINFÜHRUNGSZENARIOEN
**Durchstarten! Mit dem
 richtigen Standard.**
 Einführungsszenarien in den AUTOSAR-
 Standard mit Fallstudien aus der Industrie
- 58** KURZ NOTIERT

Produkte

- 36** AUTOMATIONDESK 2.3
Testen mit Vergnügen
 Version 2.3 verbessert die Testhandhabung
 und Berichterstellung in AutomationDesk
- 38** ELEKTROMOTOR / HYBRID
Hybrid unter Kontrolle
 Entwicklung und Test von Steuergeräten
 für Hybridantriebe und Elektromotoren



25 Kilogramm pure Energie

Entwicklung eines effizienten Batterie-Management-Systems
für den Mercedes-Benz S 400 HYBRID



25 Kilogramm – so viel wiegt die Hybrid-Batterie des Mercedes-Benz S 400 HYBRID, der 2009 auf den Markt kommt. Die Batterie besteht aus 35 zylindrischen Lithium-Ionen-Akkus und liefert eine Spitzenleistung von bis zu 15 kW (20 PS). Der elektrische und thermische Schutz dieses Energiepaketes ist eine der wichtigsten Aufgaben des Batteriesteuergerätes, dessen Algorithmik ein Joint Venture aus Johnson Controls und SAFT entwickelt. Zur Generierung der Steuergerätesoftware kommt dSPACE TargetLink zum Einsatz.

Mercedes-Benz S 400 HYBRID

Bei dem S 400 HYBRID handelt es sich um einen Mild-Hybrid, dessen elektrischer Antrieb für den Motorstart, die Start-Stopp-Funktion, das Boosten und das Rekuperieren verwendet wird. Der kompakte, scheibenförmige Elektromotor ist platzsparend im Wandlergehäuse zwischen Motor und der Siebenstufen-Automatik 7G-TRONIC eingebaut. Dieser sogenannte Außenläufer ist ein 3-Phasen-Drehstrom-Permanentmagnet-Elektromotor, der bei 120 Volt Betriebsspannung eine Maximalleistung von 15 kW (20 PS) und ein Startdrehmoment von 160 Nm entwickelt. Dank des platzsparenden Einbaus der Hybridbatterie im Motorraum an Stelle der herkömmlichen Starterbatterie bleiben die großzügigen

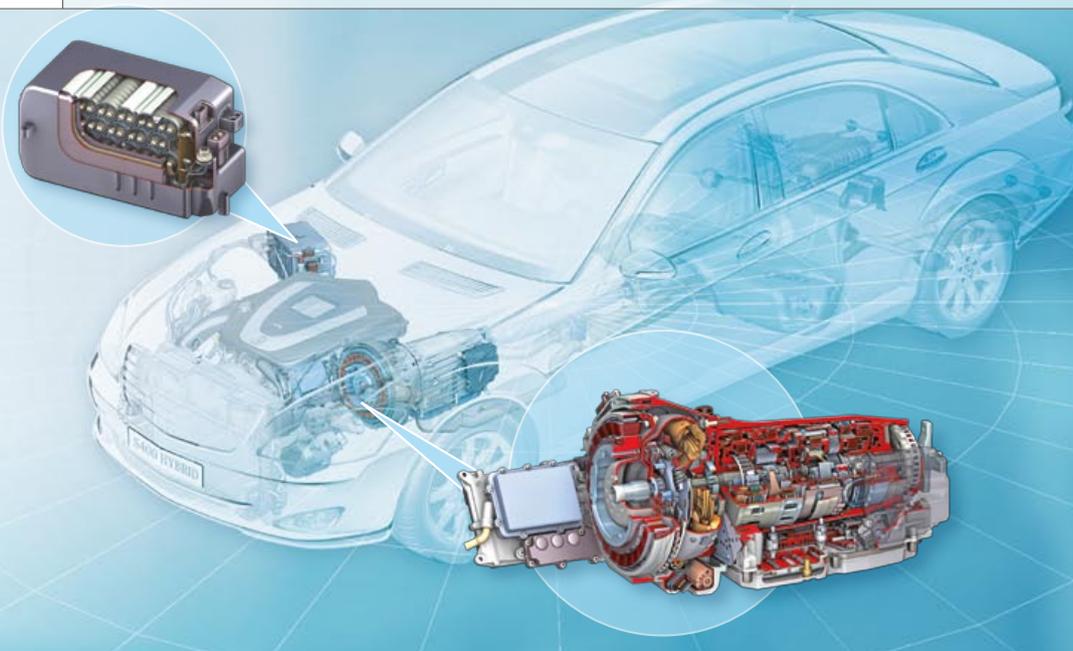


Abbildung 1: Der S 400 HYBRID verfügt über einen Mild-Hybrid-Antrieb. Die Lithium-Ionen-Hochvoltbatterie ist im Motorraum verbaut.

Innenraummaße und das Kofferraumvolumen unverändert erhalten (Abbildung 1). Die Lithium-Ionen-Batterie dient nicht nur als Energiespeicher für den Elektromotor, sondern ist über den Spannungswandler auch mit dem 12-Volt-Bordnetz verbunden, das Standardverbraucher wie die Scheinwerfer und die Komfortfeatures versorgt. Besonders beim Motorstart ist die Batterie gefordert. Hier macht sich ein Leistungsabfall der Batterie – beispielsweise durch Selbstentladung oder tiefe Außentemperaturen – zuerst bemerkbar. Falls es dennoch einmal an Ladung mangeln sollte, wird der Fremdstart per Starthilfekabel vom Hybridsystem unterstützt. Die 12-Volt-Bleisäure-Batterie ist im Kofferraum eingebaut und versorgt neben den Standardverbrauchern auch das Überwachungssystem der Hochvoltkomponenten mit Energie. Sie kann dank des Zusammenspiels mit der Lithium-Ionen-Batterie deutlich kleiner und leichter ausgelegt werden. Der Verbrennungsmotor wurde speziell für den Mild-Hybrid ausgelegt. Mercedes-Benz nutzt dabei die Vorzüge des Atkinson-Prinzips, das den thermischen Wirkungsgrad des Motors erhöht und gleichzeitig den Treibstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen reduziert. Die Nachteile des Atkinson-Prinzips, wie bei-

spielsweise die niedrigere maximale Motordrehzahl und ein relativ geringes Drehmoment im unteren Drehzahlbereich, werden durch den Elektromotor kompensiert. Ein umfangreiches Energiemanagement sorgt dafür, dass alle Komponenten des Hybridstranges (Batterie, Elektromotor, Spannungswandler) optimal auf die Anforderungen des

Gekühlte Hybridbatterie

Herzstück des modular aufgebauten, besonders kompakten und hoch effizienten Hybridantriebs ist die neue, speziell für den Einsatz in Fahrzeugen entwickelte Lithium-Ionen-Hochvoltbatterie (Abbildung 2). Wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Nickel-Metallhydrid-Batterien sind die höhere Energie-

„Mit dem Seriene-Generator TargetLink haben wir ein neu entwickeltes Reglermodell schnell in serienreifen Code für ein Hybrid-Batterie-Management-System umgesetzt.“

Torben Materna, Johnson Controls-SAFT

Fahrzeugs reagieren. Der Elektromotor unterstützt den Verbrennungsmotor beim Beschleunigen und fungiert beim Bremsen als Generator mit Rekuperationsfunktion. Die Hybridbatterie stellt insbesondere während der Startphase über den Spannungswandler elektrische Energie für das Bordnetz zur Verfügung. Zusätzlich sorgen passende Arbeitspunktverschiebungen dafür, dass der Verbrennungsmotor auch in so unterschiedlichen Fahrsituationen wie Überlandfahrten und Stadtverkehr immer im Bereich mit optimalem Wirkungsgrad arbeitet.

dichte und der bessere elektrische Wirkungsgrad bei kompakteren Abmessungen und geringerem Eigengewicht. Die Hybridbatterie liefert eine Klemmenspannung von 128 V bei einem maximalen Strom von 200 A in Lade- und Entladerichtung. Sie besteht aus 35 Lithium-Ionen-Akkumulatoren mit einer Nennspannung von jeweils 3,6 V und einer Kapazität von 7 Ah (Abbildung 3). Zur Kühlung ist die Batterie mit der Klimaanlage des Fahrzeugs verbunden. Die Batteriekühlung hat dabei immer eine höhere Priorität als die manuellen Einstel-



Abbildung 2: Die Lithium-Ionen-Hochvolt-Batterie wiegt 25 Kilogramm. Sie verfügt über ein hochfestes Gehäuse mit integrierter Kühlung.



Abbildung 3: Die Hochvolt-Batterie ist aus 35 Lithium-Ionen-Zellen aufgebaut.

lungen des Fahrers an der Klimaanlage und kann selbst bei ausgeschalteter Klimaanlage die volle Kühlleistung abrufen.

Batterie-Management-System

Das Batterie-Management-System (BMS) ist die Schaltzentrale für alle elektrischen, thermischen (physikalischen) und chemischen Prozesse der Batterie. Das BMS ist als eigenständiges Steuergerät in der Batterie verbaut. Die implementierten Funktionen sind:

- Sicherheitsfunktionen (z.B. Spannungsabschaltung)
- Ladezustandsanzeigen (über das Kombiinstrument, Abbildung 4)
- Ermittlung der Strom-, Spannungs- und Leistungsgrenzen
- Temperaturmanagement
- Überprüfung des Alterungszustands
- Ausgleichen von Ladezustandsunterschieden (Balancieren)

Neben diesen Steuerungsfunktionen dient das Steuergerät auch als BlackBox, d.h., es hält ständig alle Batteriedaten zum Abruf per Diagnosefunktion bereit. Um bei den verwendeten hohen Spannungen und Strömen stets einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, sorgen zahlreiche Sicherheitsfunktionen dafür, dass an den Hochspannungskontakten der Batterie nur im Betriebszustand eine Spannung anliegt. Einbau, Transport und Lagerung der Batterie sind damit völlig gefahrlos möglich.

Vernetzung des Batterie-Management-Systems

Damit das BMS so arbeiten kann wie vorgesehen, muss es in andere Systeme eingreifen und Daten anderer Komponenten zur Auswertung abrufen. Daher ist es mit allen Steuergeräten im Hybridzweig verbunden:

- Energiemanagement (Motorsteuergerät)
- Leistungselektronik (Elektromotor)
- Spannungswandler (DC-DC)

Um schnelle Fehlerreaktionen zu gewährleisten, tauschen Batterie und Klimasteuerung einige Nachrichten direkt aus, beispielsweise die Kühlungsanforderung der Batterie und den Kühlungsstatus.

Steuerungsstrategien für die Batterie

Um eine lange Lebensdauer der Batteriezellen zu gewährleisten und die Batterieleistung immer optimal zu nutzen, sorgen Kühlungsstrategien für ein Einregeln der Batterietemperatur bei ca. 30 °C. Bei extremer Belastung wird eine Überhitzung außerdem durch eine Strom- und Spannungsbegrenzung vermieden. Diese Maßnahmen beugen Langzeitschäden und einem Kapazitätsverlust der Zellen vor. Die Temperaturregelung ist so ausgelegt, dass die Batterietemperatur 50 °C nur in Ausnahmefällen überschreitet (Abbildung 5).

Auch zu niedrige Temperaturen, die besonders dann auftreten können, wenn das Fahrzeug nicht benutzt wird, können der Batterie schaden. Im Betriebszustand wird die Batterie

durch Stromentnahme sofort erwärmt. Eine zu hohe Strombelastung bei Temperaturen unter -20 °C kann zu einer Lithium-Abscheidung führen, die die Batteriekapazität massiv senkt. Die Ruhephasen des Fahrzeugs werden gezielt für Rekalibrierungen, Sicherheitschecks und den Ausgleich von Zellladeunterschieden genutzt. Besonders der Ausgleich der Zellladeunterschiede ist von zentraler Bedeutung, weil die Lebensdauer der Batterie entscheidend von einem gleichmäßigen Ladezustand der Zellen abhängt. Um das Ladeniveau aller Zellen anzugleichen, werden auf Basis von Ladezustandsanalysen Zellen gezielt entladen. Dadurch kann die Leistungsfähigkeit der Batterie immer voll ausgeschöpft werden, ohne einzelne Zellen zu überlasten (Abbildung 6).

Glossar

Atkinson-Prinzip – Verlängerung der Expansionsphase gegenüber der Verdichtungsphase beim Viertakter durch längeres Offenhalten des Einlassventils zwischen Ansaugen und Verdichten („fünfter Takt“).
Ergebnis: Höherer Wirkungsgrad und geringer Verbrauch.

Boosten – Hinzuschalten des Elektromotors bei Leistungsspitzen.

Mild-Hybrid – Ein Hybridfahrzeug, dessen Elektromotor den Verbrennungsmotor bei Bedarf unterstützt, aber nicht alleine den Vortrieb übernimmt.

Rekuperation – Speicherung überschüssiger Energie in der Batterie (beispielsweise beim Bremsen).



Abbildung 4a: Das Fahrzeug reduziert seine Geschwindigkeit auf unter 60 km/h. Der Elektromotor fungiert als Generator und wandelt die mechanische Bewegungsenergie des Fahrzeugs in elektrische Energie zum Laden der Hybridbatterie (Rekuperation). Im Kombiinstrument wird dieser Vorgang durch einen grünen Energiefluss zur Batterie dargestellt. Die zu 50 % geladene Batterie wird weiter geladen.



Abbildung 4b: Das Fahrzeug beschleunigt auf über 50 km/h. Der Elektromotor verbraucht Strom aus der Batterie und unterstützt den Verbrennungsmotor beim Antrieb. Im Kombiinstrument wird der Vorgang durch einen roten Energiefluss zu den Rädern dargestellt. Die Batterieladung liegt durch die vorhergehende Rekuperation nun bei 51 %.



Abbildung 4c: Das Fahrzeug brems bis zum Stillstand (Geschwindigkeit 0 km/h, Verbrennungsmotor und Elektromotor sind abgeschaltet). Der Ladezustand der Batterie hat sich nach dem erneuten Bremsen und Rekuperieren auf 52 % erhöht.

Modellbasierter Entwicklungsprozess

Eine besondere Herausforderung bei diesem Projekt bestand darin, das Know-how der Batterieexperten und die Anforderungen der Fahrzeugingenieure zu bündeln und ein System zu entwickeln, das eine hohe Fahrzeugverfügbarkeit bei gleichzeitigem Schutz der Batteriezellen gewährleistet. Dabei galt es, theoretische Batteriemodelle und unter Laborbedingungen gewonnene Zelldaten so in ausführbare Software umzuformen, dass sie praxistauglich sind und trotzdem ein hohes Maß an Genauigkeit liefern. Mit Hilfe der modellbasierten Ent-

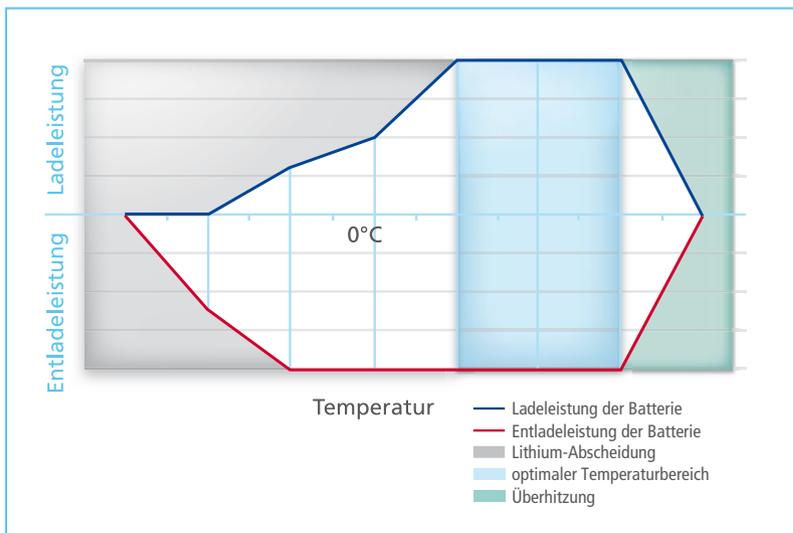
wicklung und des Seriencode-Generators TargetLink von dSPACE war es möglich, vorhandene Simulink Batteriealgorithmen und Batteriekennlinien einfach in das Reglermodell zu integrieren und vorhandene Simulink-Batteriemodelle zur Validierung zu nutzen. Weil bei diesem Projekt die Regelung erstmalig für die Lithium-Ionen-Technologie ausgelegt wurde, war eine vollständige Neuentwicklung der Reglersoftware ohne den Einsatz von Legacy-Code aus Vorgängerprojekten erforderlich. Hauseigene Modellierungsrichtlinien, die auf den von dSPACE herausgegebenen Modellierungsrichtlinien aufsetzen, halfen beim Vor-

bereiten des Modells für eine bestmögliche Umsetzung in effizienten Seriencode. Weil auch die Funktionsentwickler des im Motorsteuergerät implementierten Energiemanagements (EMM) TargetLink einsetzen, gestaltete sich die Zusammenarbeit besonders reibungsfrei und die firmenübergreifenden Abstimmungen zwischen den Entwicklern des EMM und des BMS wurden erheblich vereinfacht.

Implementierung des Batteriereglers

Das Batteriesteuergerät ist mit einem TriCore-Mikrocontroller von Infineon ausgestattet. Um die modellierte Reglersoftware auf dem Steuergerät zu implementieren, muss aus dem Modell serientauglicher Festkomma-Code generiert werden. Dazu wurden zunächst im dSPACE Data Dictionary alle Daten von projektglobaler Relevanz wie beispielsweise applizierbare Variablen definiert. Die notwendige Skalierung der Variablen erfolgte im Modell mit Hilfe der Skalierungunterstützung in TargetLink. Durch den Vergleich von Model-in-the-Loop (MIL)- und Software-in-the-Loop (SIL)-Simulationen wurde der Festkomma-Code validiert. Das Laufzeitverhalten und der Ressourcenbedarf des Codes für den Zielprozessor wurden mit dem Evaluationsboard TriBoard TC 1796 per Processor-in-the-Loop (PIL)-Simulation überprüft (Abbildung 7). Schon die

Abbildung 5: Die elektrische Leistungsfähigkeit der Hybridbatterie für Lade- und Entladevorgänge in Abhängigkeit von der Batterietemperatur.



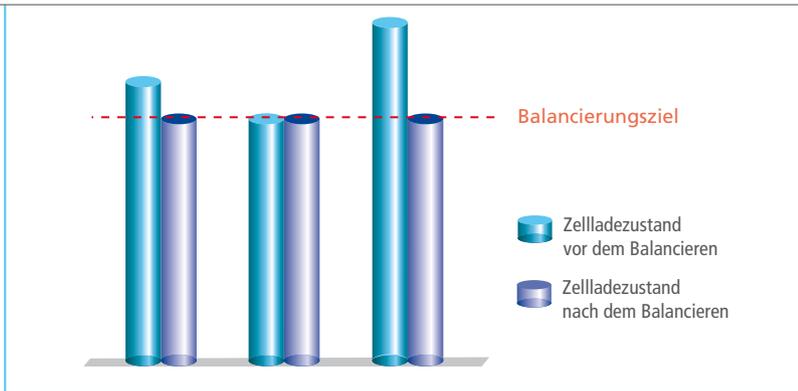


Abbildung 6: Quasi im Hintergrund gleicht das Batterie-Management-System während der Fahrzeugruhephasen Zellladeunterschiede aus und stellt so sicher, dass sich alle Zellen der Batterie immer im optimalen Ladezustand befinden.



Torben Materna, Johnson Controls-SAFT Advanced Power Solutions GmbH
Torben Materna ist Softwareprojektleiter und -Entwickler für Lithium-Ionen-Batteriemanagementsysteme bei Johnson Controls-SAFT Advanced Power Solutions in Hannover.

ersten PIL-Tests zeigten bei besonders rechenintensiven Programmteilen ein sehr gutes Laufzeitverhalten des Codes. Auch im Verlauf der weiteren Entwicklung konnte der mit 150 MHz getaktete Prozessor die Echtzeitanforderungen der Software stets erfüllen. Für das Reglermodell generierte TargetLink etwa 25.000 Codezeilen. Der Seriene-Code-Generator erwies sich als unproblematisch in der Handhabung und führte schnell zu serientauglichen Ergebnissen.

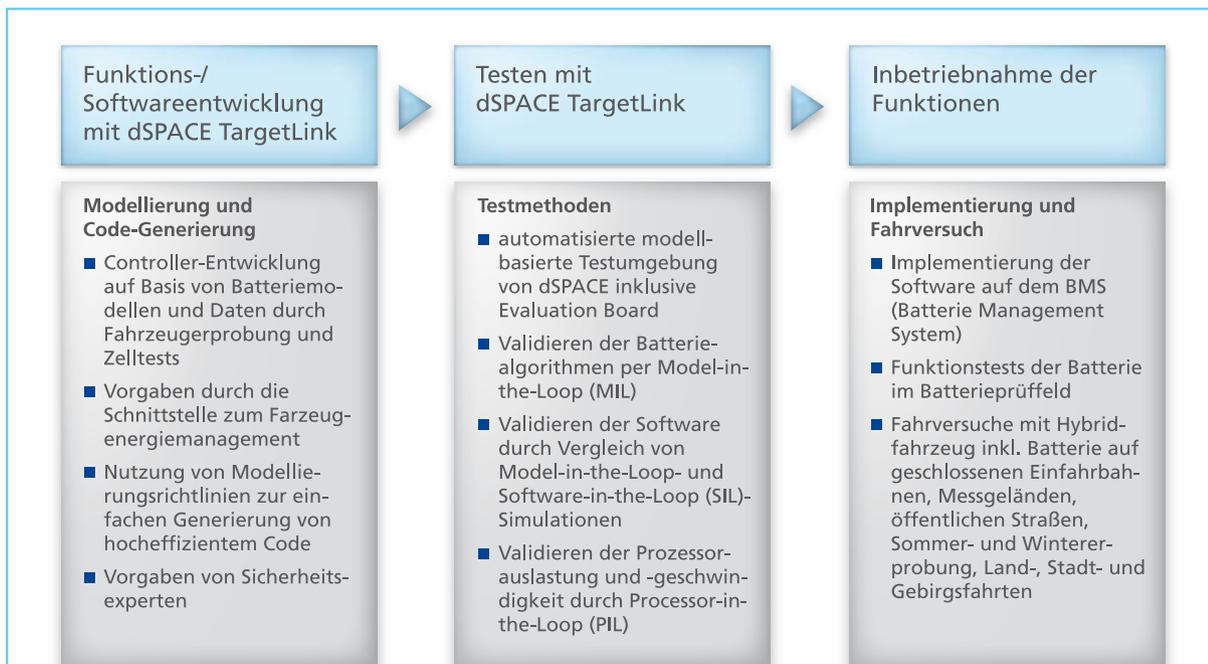
Inbetriebnahme und Ausblick

Das Batteriesteuergerät wurde zunächst an einem Prüfstand getestet. Dabei konnten beispielsweise die Sicherheitsfunktionen geprüft und das Einhalten der Temperaturreglung sichergestellt werden. In Versuchsfahrten wurde die Eignung des Systems für öffentliche Straßen sowie Sommer- und Winterbetrieb erprobt. Die Hybridbatterie samt Steuergerät erwies sich dabei als robustes System, das in der Lage ist, kontinuierlich ausreichend elektrische Energie zur

Verfügung zu stellen. Derzeit erfolgen Untersuchungen, das System in weiteren Fahrzeugen einzusetzen. Durch den modularen Aufbau der Software ist es möglich, die in diesem Projekt entwickelten und validierten Batteriealgorithmen auch in andere Projekte einfließen zu lassen. ■

Torben Materna
Johnson Controls-SAFT
Advanced Power Solutions GmbH
Deutschland

Abbildung 7: Die wesentlichen Phasen der modellbasierten Entwicklung des Batterie-Management-Systems (BMS) und die jeweils durchgeführten Arbeitsschritte.





Virtual Bus

Reifegradabsicherung einer Omnibus-E/E-Architektur
mit HIL-Integrationstests



Ob Knickgelenk oder Doppeldecker, absenkbar, mit bis zu vier Doppeltüren und einer Vielzahl von Komfort- und Sicherheitssystemen, Stadt- oder Reisebus – die Varianten sind vielfältig. Dies wird auch beim Aufbau eines HiL-Teststandes offensichtlich, wo die verschiedenen Varianten berücksichtigt und möglichst schnell zwischen ihnen gewechselt werden soll. EvoBus, die MBtech Group und dSPACE haben gemeinsam ein solches Testsystem zur Steuergeräte-Validierung realisiert.

Als weltweit führender Omnibus-Hersteller ist das höchste Ziel, die Kunden zufriedenzustellen – eine hohe Produktqualität ist dafür unerlässlich. Im Omnibus-Bereich sind insbesondere eine hohe Verfügbarkeit der Fahrzeuge mit wenigen Ausfällen und eine hohe Lebensdauer wichtig. Um Innovationen frühzeitig auf den Markt zu bringen und dennoch nur ausgereifte und vorerprobte Systeme anzubieten, ist ein durchgängiger Entwicklungsprozess von der Spezifikation bis zur Freigabe unabdingbar. Eine Testkette mit hoher Testtiefe ist dafür elementar.

Die in Omnibussen verbauten mechanischen, pneumatischen, hydraulischen und elektrischen Systeme sind über eine zentrale Elektrik/Elektronik (E/E)-Architektur zur Steuerung und Regelung der Funktionen verbunden. Um die Integration der verschiedenartigen Systeme zu einem Gesamtfahrzeug-Verbund abzusichern, ist der HIL-Test des Gesamtsystems ein wichtiger Baustein im Entwicklungsprozess. Hier wird vor allem durch die Auto-

omatisierung der Tests ein hoher Mehrwert geschaffen.

Die Architektur eines modernen Reisebusses oder Stadtbusses muss in der Lage sein, die unterschiedlichsten Anforderungen zusammenzuführen. Das Spektrum reicht im Stadtbus von einer ausgeklügelten Steuerung des Gelenkes, die aktiv mit der Bremse, dem Motor, der Niveauregulierung, den Assistenzsystemen und den Instrumenten zusammenarbeiten muss, bis zu einer Multimediaanlage in einem Reisebus, die den Fahrgästen neben den unterschiedlichsten Unterhaltungsangeboten vielfältige Informationen über die Fahrt liefert. Diese vielfältigen Funktionen und Informationen sind über mehrere Systeme verteilt, müssen aber im Verbund reibungslos funktionieren. Dies muss bereits in einer sehr frühen Entwicklungsphase, bevor die Systeme in einem Fahrzeug verbaut werden, gewährleistet sein und stellt entsprechende Anforderungen an die Testumgebung und die Teststrategie.

Testumgebung und Testfokus

Für die Funktions- und Diagnostetests der Steuergeräte auf Komponenten- und Verbundebene ist ein Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulator vorgesehen. Der besondere Fokus während der HIL-Simulationen liegt auf dem Test der omnibusspezifischen Systeme sowie dem Zusammenspiel der Funktionen der verschiedenen Komponenten. Wenn möglich, werden hierfür Übernahmepotenziale aus anderen Konzernbereichen genutzt. So sind Teile des HIL-Prüfstandes inklusive der Simulationsmodelle Kopien anderer Prüfstände. Allgemeine Testfallbibliotheken sowie die Testspezifikationen wurden an die Anforderungen von EvoBus angepasst.

Herausforderung Variantenvielfalt

Neben der Integration vieler verschiedener Systeme und Funktionen stellt die hohe Anzahl von Kundenwünschen eine Herausforderung der Omnibus-Entwicklung dar. Sie erfordert sehr kurze Entwicklungszeiten

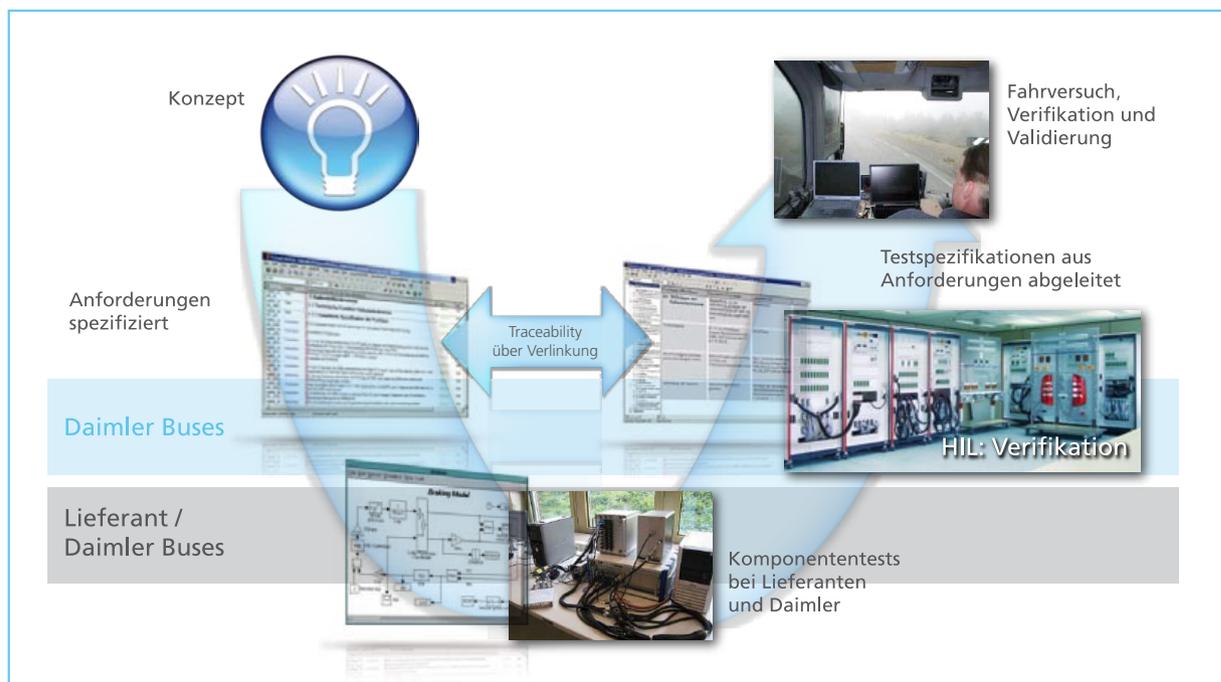


Abbildung 1: Die HIL-Simulation ist ein fester Bestandteil des EvoBus-Entwicklungsprozesses.



für die Software-Module. Von den ersten Anforderungen bis zu Freigabe und Einsatz im Kundenfahrzeug sollten nur einige Wochen für Entwicklung und Tests vergehen. Gleichzeitig stellt die EvoBus-Omnibus-E/E-Architektur einen „Baukasten“ für alle Integral-Omnibusse in Europa dar. Hieraus werden die Architekturen für alle Fahrzeuge vom einfach ausgestatteten Bus bis hin zum High-End-Doppelstock-Reisebus oder einem Stadtgelenkbus mit 20 m Länge erstellt. Diese Variantenvielfalt spiegelt

(Abbildung 1). Tests auf Steuergeräte- und Steuergeräte-Software-Ebene werden weitestgehend von Lieferanten durchgeführt und von EvoBus durch ein Lieferantenmanagement abgestimmt und überwacht. Vor den ersten integrativen Tests am Gesamtintegrationsprüfstand werden zusätzlich interne Komponententests, die die Netzwerk- und Diagnosefähigkeit nachweisen, durchgeführt. Ihre Ausprägung ist vom jeweiligen Reifegrad des Systems und der eigenen Software-Anteile abhängig. Schwerpunkt

übernommen, der Betrieb sowie die Modellerstellung von MBtech. Eine zusätzliche Herausforderung ist die standortübergreifende Entwicklung, wodurch die jeweiligen Entwickler häufig nicht vor Ort sind. Dies erfordert einheitliche Vorgehensweisen, klar definierte Prozesse, eine durchgängige Dokumentation und ständige Kommunikation der Beteiligten.

Technischer Aufbau des HIL-Testsystems

Für die Tests der Funktionen und Steuergeräte wurde ein vollständiger Verbund der Systeme mit 8 HIL-Simulator-Racks nachgebildet (Abbildung 2). Sie umfassen die Domänen Antriebsstrang, Innenraum und Fahrgestell. Dieser Gesamtintegrationsprüfstand erlaubt eine Nachbildung aller europäischen Integralbusse von EvoBus. Der Gesamtaufbau besteht aus zwei Multiprozessorsystemen: 4 dSPACE Simulator Full-Size-Racks zur Simulation des Antriebsstrangs mit 5 Prozessorkarten zur Berechnung des Umgebungsmodells und 4 Full-Size-Racks mit 4 Prozessorkarten für den Innenraum. Die Tests für die Fahrgestell-Steuergeräte wurden in die 8 Racks mit integriert. Die Kommunikation zwischen den Simulatoren erfolgt über Gigalink-Verbindungen. Zur Verteilung der Gesamtrechenlast auf die Prozessoren kann das Umgebungsmodell partitioniert und jede Partition einem Prozessorknoten zugeordnet werden. Insgesamt lassen sich ca. 45 Steuergeräte mit 2800 Pins anschließen.

Aktuell werden die Innenraum-Simulatoren um zwei zusätzliche Full-Size-Racks erweitert, um die Simulation zusätzlicher Systeme zu ermöglichen. Nach der Erweiterung stehen insgesamt 10 Prozessorrechenkerne zur Verfügung, um wahlweise das Modell eines Stadtbusses oder eines Reisebusses zu berechnen. Teil des Simulatorkonzepts ist es, Bus-Komponenten als Echtlasten in

„Durch den frühen Einsatz der Hardware-in-the-Loop-Simulation im Entwicklungsprozess sind wir in der Lage, den Reifegrad der Steuergeräte frühzeitig zu bestimmen und abzusichern.“

Ian Suckow, EvoBus GmbH

sich in der umfangreichen Parametrierung der Steuergeräte und den Steuergeräte-Varianten wider oder erfordert teilweise sogar ganz unterschiedliche Steuergeräte, beispielsweise für verschiedene Getriebearten. Der HIL-Testingenieur muss daher am HIL-Prüfstand innerhalb kurzer Zeit zwischen verschiedenen Fahrzeugvarianten umschalten können, das heißt, das Modell, der Steuergeräte-Verbund und die Parametrierung müssen anpassbar sein.

Motivation der HIL-Integrationstests

EvoBus richtete im Bereich E/E und Diagnose seine Entwicklungsprozesse an den Prozessmodellen von CMMI aus, um eine hohe Produktqualität zu erreichen. Hierbei geht es um die Einhaltung optimaler Standardprozesse und deren kontinuierliche Verbesserung. Bestandteil der Verbesserungsmaßnahmen ist eine durchgängige Testkette im rechten Ast des V-Entwicklungsprozesses

der integrativen Tests ist die Verifikation von systemübergreifenden Funktionen.

Anforderungen an Testsystem und Testbetrieb

Grundvoraussetzungen für einen reibungslosen Testbetrieb sind eine zuverlässige Hardware und schneller Support bei auftretenden Problemen. Das Testsystem muss bei zusätzlichen Anforderungen oder neuen Systemen flexibel erweiterbar sein. Ziel von EvoBus war die Vergabe des gesamten Testbetriebs inklusive Prüfandaufbau, Wartung, Modellierung, Testimplementierung und Testdurchführung an einen zentralen Betreiber und Ansprechpartner. Dieser ist für einen reibungslosen Betrieb des HIL-Systems verantwortlich. EvoBus liefert die Testspezifikationen; die Bewertung der Testergebnisse erfolgt gemeinsam zwischen dem HIL-Tester und den Funktionsverantwortlichen. Komponenten-Spezifikation und Aufbau des HIL-Testsystems wurden von dSPACE

die Simulation einzubeziehen. Sie sind über Komponententräger mit dem Simulator verbunden. Zu den Echtlasten gehören das Druckluftsystem der Bremsen, die Beleuchtungseinrichtung, Teile der Getriebe sowie Klappen und Ventile des Motors. Für den reibungslosen Betrieb des HIL-Systems stellte dSPACE dem HIL-Betreiber MBtech eine umfangreiche Dokumentation der Hardware zur Verfügung.

Bremssimulation mit Echtlasten

Das Bremssystem besteht aus einem Zentralmodul und Achsmodulatoren für die drei vorhandenen Achsen. Die Steuergeräte sind sowohl untereinander als auch mit dem ESP (elektronisches Stabilitätsprogramm) über 4 CAN-Busse vernetzt. Mittels einer Switch-Matrix und des dSPACE DS4302 CAN Interface Boards können

sämtliche CAN-Verbindungen individuell aufgetrennt und über eine Restbussimulation betrieben werden. Für die Echtzeitsimulation der Bremse wurde ein Echtlastträger an den Simulator angeschlossen, der die Bremspneumatik mit Originalventilen und -sensoren enthält (Abbildung 3). Alle 32 Drucksensoren und 20 Ventile der Bremsanlage wurden so an die Echtzeitsimulation angeschlossen. Eine realitätsnahe Simulation des gesamten Druckluftsystems wäre hier wesentlich aufwendiger.

Abbildung des Antriebsstrangs

EvoBus bietet für seine Busse drei Getriebetypen an: Automatikgetriebe mit Wandler, automatisierte Schaltgetriebe und Handschalter. Die Steuergeräte für die entsprechenden Getriebevarianten werden über kodierte Kabelbäume an den Simulator

angeschlossen. Es ist somit ausreichend, die I/O-Ressourcen am Simulator lediglich einfach vorzuhalten und die Steuergeräte trotzdem mit ihren spezifischen Echtlasten zu betreiben. Ein Umbau des Testsystems von einer Getriebevariante auf eine andere bedeutet nur wenige Handgriffe und den Wechsel des Simulationsmodells.

Komponenten des Innenraums und des Fahrwerks

Zum Test der Innenraum-Steuergeräte wurden für die Echtzeitsimulation sämtliche busspezifischen Komponenten bereitgestellt:

- Klimaanlage mit einer variablen Anzahl von Unterstationen
- Variable Anzahl Türsteuerungen mit pneumatischem oder elektrischem Antrieb

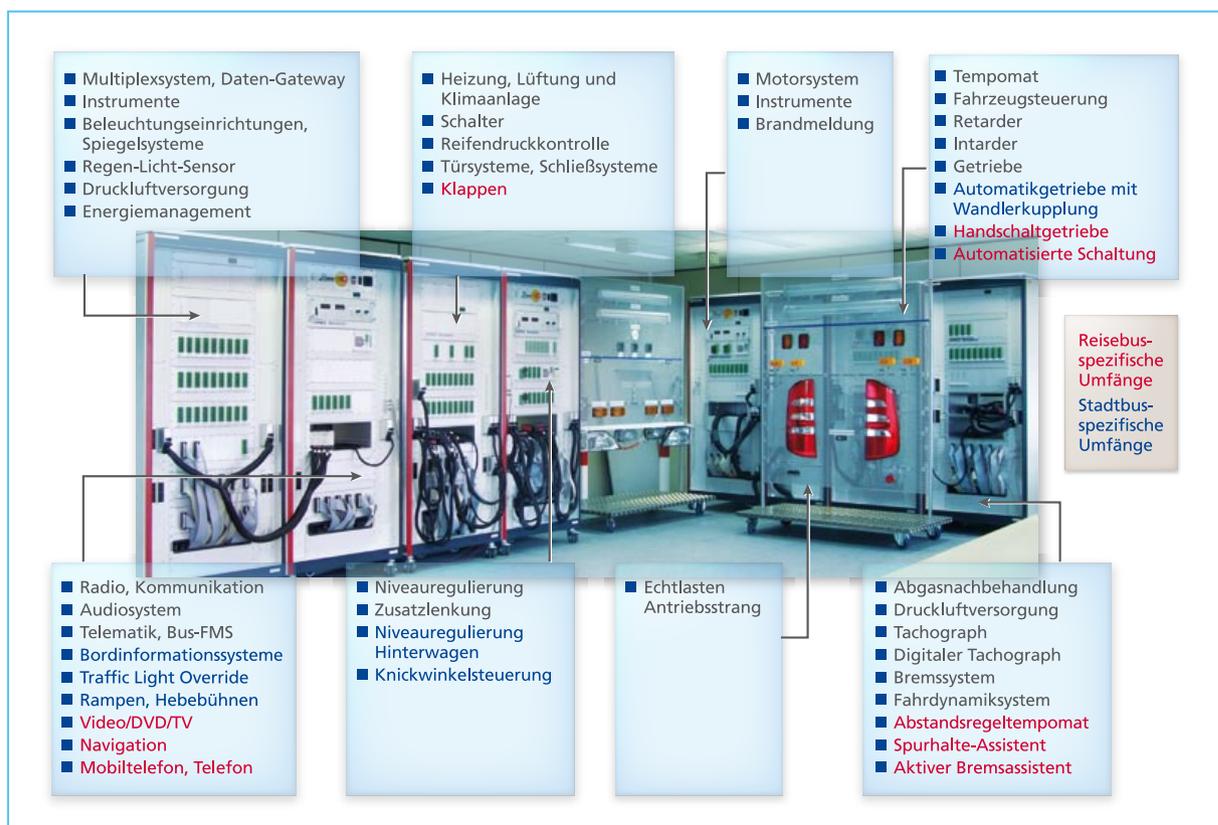


Abbildung 2: Der vollständige HIL-Teststand umfasst 8 Full-Size-Racks und Komponententräger für die Beleuchtungs- und Bremsanlage.

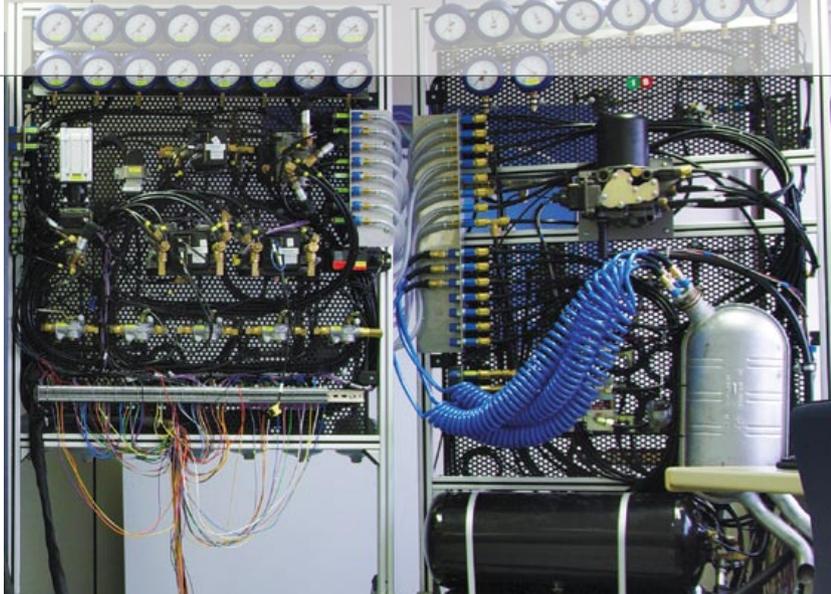


Abbildung 3: Der komplette Druckluftaufbau der Bremsen wurde mit Originalventilen aufgebaut.

„Gemeinsam mit anderen Testinstanzen wie Lieferantentests, internen Komponententests und Vorerprobungsfahrzeugen wird durch die HIL-Tests eine hohe Systemreife für die Prototyperprobung und eine hohe Testtiefe erreicht.“

Ian Suckow, EvoBus GmbH

- Elektronisch geregelte Luftfederung und Dämpfung
- Elektronisch-hydraulische Zusatzlenkung für die dritte Achse
- Knickwinkelsteuerung für Gelenkbusse
- 6 MUX-Module, deren Ein- und Ausgänge weitgehend frei digital, analog, kontinuierlich oder mittels PWM (Pulsweitenmodulation) konfiguriert sein können.

Insgesamt wurden an den Innenraum-Simulatoren 1300 Steuergeräte-Pins angeschlossen. Davon werden an 672 Pins Sensoren oder Aktoren simuliert, an ihnen ist eine elektrische Fehlersimulation möglich. Offene Leitungen, Kurzschlüsse gegen die Versorgung oder gegen andere Pins sowie Kurzschlüsse über variable Widerstände können damit geschaltet werden.

Die MUX-Module stellen mit ihren variablen Funktionen eine besondere Herausforderung dar. Hierbei handelt es sich um busspezifische Steuergeräte, mit denen die vielen elektri-

schen Verbraucher gesteuert werden, beispielsweise Dachluken, Bordnetzmanagement, Teilfunktionen der Türsteuerung und der Niveauregelung, alle Fahrzeugleuchten, Kaffeemaschinen oder Würstchenkocher. Jedes Modul kann an den Ausgängen Dauerströme bis zu 10 A treiben und an den Eingängen Tri-State- oder analoge Pegel auswerten. Für die Fehlersimulation wurden daher im Simulator die Pins eines MUX-Moduls mit einer hochstromfähigen FIU (Failure Insertion Unit) ausgestattet, die pro Kanal Fehlerströme von bis zu 50 A schalten kann. Zudem ist die Steuergeräte-Topologie je nach Fahrzeug variabel. Die MUX-Module können daher über eine Schaltermatrix automatisch mit unterschiedlichen Fahrzeug-CAN-Bussen verbunden werden.

Besonderheiten eines Omnibus-Umgebungsmodells

Für umfassende Funktions- und Integrationstests aller Testobjekte in einer adäquaten Simulationsumgebung sind realistische Umgebungs- und Streckenmodelle unerlässlich. Hierzu

Glossar

Achsenmodulator – Dient zur Umsetzung des Sollbremsdrucks an den Achsen.

CMMI (Capability Maturity Model Integration) – Systematische Aufbereitung von Prozessen und Praktiken zur Verbesserung des Ablaufes. Reifegrad 3 bedeutet, dass Projekte nach einem angepassten Standardprozess durchgeführt werden und es eine organisationsweite kontinuierliche Prozessverbesserung gibt.

MUX-Modul – Flexibel programmierbares Steuergerät.

Tri-State – Digitale Schaltungselemente, deren Ausgänge nicht nur zwei (0 und 1), sondern zusätzlich noch einen dritten Zustand annehmen können, der als hochohmig bezeichnet wird.

müssen alle Teilsysteme des Fahrzeugs einbezogen werden, also Antriebsstrang, Fahrgestell und Innenraum. MBtech war für die initialen Umgebungsmodelle, die im späteren Testbetrieb um neue Funktionen erweitert wurden, sowie für deren Wartung verantwortlich. Das Basismodell für den Stadtbus besteht aus zwei identischen Grundmodellen für Vorder- und Hinterwagen, die durch ein Gelenk verbunden sind. Wichtige Aspekte des Fahrgestellmodells sind Funktionen der Knickwinkelsteuerung, der Zusatzlenkung und der Niveauregulierung. Der Reisebus hingegen wurde als Einzelwagen modelliert, so dass sich seine Fahrgestellnachbildung deutlich vom Stadtbus unterscheidet. Das Motormodell basiert auf einzelnen Kennlinienmodellen für Schlepp-, Starter-, Brems- und Motormoment, die zu einem Gesamtmoment summiert werden. Da das Bremsystem durch Echtlasten und einen realen Druckkreislauf nachgebildet wird, erfolgt lediglich die Berechnung des resultierenden Bremsmoments



sowie die Anbindung an den modellierten Antriebsstrang im Umgebungsmodell.

Ein wesentliches Merkmal von Omnibussen sind die verschiedenartigen Türen mit einer hohen Varianten- und Funktionsvielfalt, zum Beispiel eine elektrische oder pneumatische Ansteuerung. Sie haben in öffentlichen Verkehrsmitteln eine besondere Verfügbarkeitsrelevanz. Zusätzlich enthält das Simulationsmodell Nachbildungen des Klimasystems, der Schalter und des Regen-Licht-Sensors.

Testprozess

Das Vorgehen bei der Testumsetzung orientiert sich am Referenzprozess PROVEtech:TP5. Er besteht aus fünf Teilschritten:

- **Teststrategie:** Hauptziel ist es, aus der Detailsicht heraus eine Gesamtsystemsicht zu erhalten und verteilte Funktionen zu identifizieren und zu priorisieren. Hier wird übergreifend festgelegt, welche Testziele für die jeweiligen Teststufen im Fokus stehen.
- **Testplanung:** Zuordnung von Testthemen für den Integrationstest unter Berücksichtigung von Testaktivitäten anderer Testfraktionen, beispielsweise Steuergeräte-Lieferanten oder spätere Fahrversuche.
- **Testspezifikation:** Diese wurden bereits vor dem Aufbau des Testsystems begonnen und liefern ausformulierte Testfälle für verschiedene Funktionen, die als Arbeitsgrundlage für die HIL-

Betreibermannschaft dienen. In einer standortübergreifenden Entwicklung stellen sie zudem die unerlässliche Kommunikationsbasis zwischen Entwickler und Tester dar.

- **Testrealisierung:** Auf Basis der Testspezifikationen werden automatisierte Tests erstellt.
- **Testauswertung:** Gefundene Fehler werden in einer zentralen

„Die vielfältigen Möglichkeiten Testsysteme und Testfälle wiederzuverwenden, erleichtern die Einführung aufwendiger Verbundsimulatoren auch bei neuen Projekten.“

Stefan Abendroth, MBtech Group

Auffälligkeitenliste verwaltet, die direkt mit den zugehörigen Anforderungen, Testspezifikationen und Testergebnissen verknüpft ist. Fehler, die die Lieferanten betreffen, werden mitgeteilt und Termine und Maßnahmen zur Behebung abgestimmt.

Die Status aller Testaktivitäten und Fehlerbehebungen werden regelmäßig in einem Bericht zusammengefasst, so dass eine hohe Transparenz bezüglich der aktuellen Fortschritte und des Systemreifegrades auf allen Hierarchieebenen vorhanden ist.

Testautomatisierung

Hauptaufgabe der MBtech-Betreibermannschaft am Integrationsprüfstand ist die Umsetzung und Durchfüh-

rung automatisierter Steuergeräte-Tests. Hierzu gehören neben der kontinuierlichen Inbetriebnahme neuer Steuergeräte-Funktionen auch die Erweiterung und Wartung der HIL-Hardware, die Anpassung und Weiterentwicklung der Umgebungsmodelle sowie die Betreuung der Arbeiten am Testsystem, beispielsweise bei Messungen oder interaktiven Tests. Einer der Engpässe bei der Testautomatisierung ist die erstmalige Durchführung eines Tests mit dem beteiligten Steuergeräte-Verbund. Dies kann je nach Komplexität des Testfalls beziehungsweise der Steuergeräte-Funktionen langwierig sein und vollen Zugriff auf das Testsystem erfordern. Hierbei zahlt sich die Modularität des HIL-Systems aus, da die Teilsysteme

für Innenraum/Fahrgestell und für den Antriebsstrang getrennt sind und dadurch parallel betrieben werden können. Die Programmierung automatisierter Tests (Abbildung 4) erfolgt zunächst unabhängig vom Testsystem, so dass die Entwicklung von Testfällen und die sonstige Systembetreuung zeitgleich möglich sind.

Testwiederverwendung

Bei Modellwechseln vom Stadtbus zum Reisebus sowie für verschiedene Fahrzeugvarianten sollen möglichst viele der einmal erstellten und geprüften Testfälle wiederverwendet werden. Um dies zu erreichen, liegt der Testautomatisierung ein im Daimler-Konzern bewährtes Bibliothekskonzept zugrunde, in dem fahrzeugspezifische Testanteile



*Links: Ian Suckow, EvoBus GmbH, Deutschland
Ian Suckow ist Projektleiter für Integrations- und Systemtest bei EvoBus in Mannheim und Neu-Ulm.*

*Mitte: Stefan Abendroth, MBtech Group, Deutschland
Stefan Abendroth leitet das Kompetenzfeld Commercial Vehicle Testing der MBtech Group in Sindelfingen.*

*Rechts: Martin Müller, dSPACE GmbH, Deutschland
Martin Müller plant und entwirft individuell auf den Kunden zugeschnittene HIL-Simulatoren bei dSPACE im Projektzentrum Stuttgart.*

beschrieben sind. Somit sind die gleichen Tests für andere Fahrzeugvarianten ebenfalls nutzbar, indem man an zentraler Stelle im Test Fahrzeuggrunddaten austauscht. Langfristig erhöht sich hierdurch die Effizienz bei der Testumsetzung und einzelne Testergebnisse lassen sich besser vergleichen.

Erfahrungen nach einem Jahr Testbetrieb

Der Integrationsprüfstand war im ersten Jahr seines operativen Einsatzes diejenige Testinstanz, bei der die verschiedenen Steuergeräte der neuen E/E-Plattform zum ersten Mal vernetzt wurden und miteinander interagierten. Diese erste Gesamtintegration zusammen mit der Inbetriebnahme des Testsystems war die erste Bewährungsprobe. An den Testobjekten konnten in dieser Phase bereits Auffälligkeiten identifiziert

und analysiert werden. Im ersten Jahr wurden alle Systeme erfolgreich im Closed-Loop-Betrieb betrieben, einschließlich der sehr anspruchsvollen Teilsysteme Antriebsstrang und Fahrwerk mit aufwendigen Umgebungsmodellen. Auf diese Weise sind virtuelle Testfahrten unter Laborbedingungen realisierbar, bis hin zum Bremsengriff mit ABS oder komplexen Fahrmanövern. Im operativen Betrieb werden vorher spezifizierte Testfälle implementiert und automatisiert durchgeführt. Neue Musterstände der Steuergeräte und Bugfixes werden automatisierten Regressionstests unterzogen. Durch die Testergebnisse am Simulator wird eine frühzeitige Funktionsabsicherung des Gesamtverbundes mit hoher Testtiefe erreicht. Der durch den gesamten durchgängigen Entwicklungsprozess gesteigerte Reifegrad des Systemverbundes führt zu

einer deutlichen Entlastung im Testbetrieb der Prototyp-Fahrzeuge und verspricht eine hohe Produktqualität für die Serie. In Verbindung mit einem Betreibermodell für das operative Testen, das den Steuergeräte-Entwicklern den Betrieb des sehr komplexen Testsystems abnimmt, wurde erreicht, dass der HIL-Integrationstest in der Omnibus-E/E-Entwicklung einen festen Platz einnimmt.

Der Integrationsprüfstand wird aktuell für den Test von zusätzlichen Systemen in Reisebussen erweitert. Für die Zukunft ist bei EvoBus der HIL-Test von zusätzlichen Sicherheitssystemen und alternativen Antrieben wie Hybrid- oder Brennstoffzellen-Funktionalitäten in Vorbereitung. ■

*Ian Suckow, Daimler Buses - EvoBus GmbH
Stefan Abendroth, MBtech Group
Martin Müller, dSPACE GmbH*

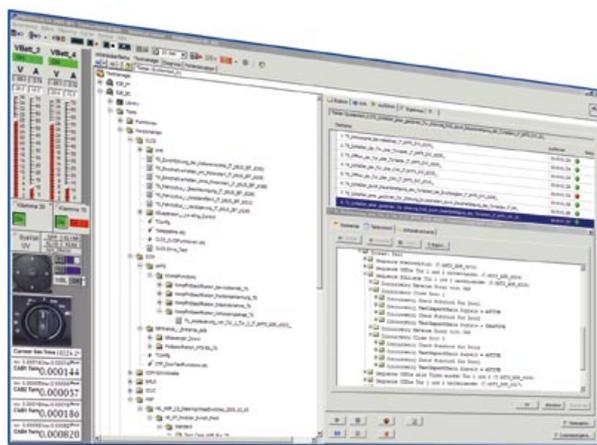


Abbildung 4: Die Test-Software PROVetech:TA von MBtech.

Fazit

- Die HIL-Simulation wird parallel zur Steuergeräte-Entwicklung für eine Omnibus-E/E-Architektur eingesetzt.
- Das gute Zusammenspiel zwischen Umgebungsmodell und Simulator-Hardware ermöglicht frühe virtuelle Testfahrten.
- Eine Vorverlagerung der Fehlerfindung im Testprozess verkürzt die Entwicklungs- und Testzeiten.

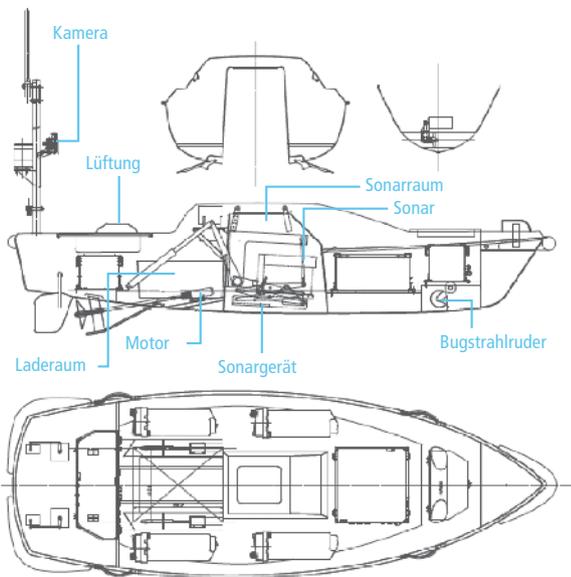
Entwicklung eines autonom fahrenden Forschungsbootes mit MicroAutoBox an Bord

MicroAutoBox Ahoi!





Die Yamaha Motor Corporation, Ltd., entwickelt ein unbemanntes Boot (Unmanned Marine Vehicle, UMV), das für eine Vielzahl von Mess- und Beobachtungsaufgaben einsetzbar ist. Eine dSPACE MicroAutoBox übernimmt dabei sämtliche zur Navigation und Steuerung des Bootes notwendigen Aufgaben.

**Abmessungen**

| | |
|--------------------------------------|--|
| Gesamtlänge (ohne Fender) | 2,85 m |
| Breite | 0,98 m |
| Hauptmotor | RE40 150 W x 2 |
| Untersetzungs- getriebeverhältnis | 3,5 |
| Verdrängung | 170 kg |
| Batterie | Lithium-Ionen- Batterie 24Ah x 4 |
| Akkulaufzeit | 3 Std. |
| Höchstgeschwindigkeit | 4 kt |
| Reisegeschwindigkeit | 3 kt |



Das Boot bietet genügend Platz für diverse Beobachtungsgeräte und eine ausreichende Stromversorgung.

Wozu unbemannte Boote?

Nachdem Yamaha Motor bereits im Jahre 2003 erste Erfolge bei der Entwicklung unbemannter Land- und Luftfahrzeuge verzeichnen konnte, begann im selben Jahr auch die Entwicklung eines unbemannten, elektrischen Überwachungsbootes (Unmanned Marine Vehicle, UMV), das in der Lage sein soll, eigenständig mit Hilfe von GPS- und Peilwinkel-daten zu navigieren und diverse Beobachtungs- und Messaufgaben zu bearbeiten. Der Einsatz eines solchen Bootes ist vor allem an gefährlichen Orten sinnvoll, außerdem ist es auch für das Abarbeiten langwieriger, monotoner Messreihen hervorragend geeignet, anders als ein Mensch, der – besonders bei widrigem Wetter – schnell Fehler machen und ermüden kann.

Sonar und Unterwasserkamera

Das UMV kann seine Umgebung akustisch (Sonar) und optisch (Unterwasserkamera) untersuchen und überwachen. Das nach vorne gerichtete DIDSON Sonargerät von SOUND METRIC lässt sich durch eine Luke im Rumpf nach unten ins Wasser aus-

„Die MicroAutoBox ermöglicht eine reibungslose Implementierung der Steuerungsalgorithmen und deren Betrieb in Echtzeit. dSPACE-Prototyping-Systeme genießen bei allen modellbasierten Entwicklungsaktivitäten innerhalb Yamahas einen sehr guten Ruf.“

Tsuyoshi Kamiya, Yamaha Motor Co., Ltd.

fahren und ist für verschiedenste Aufgaben einsetzbar. Typische Anwendungen sind die Vermessung des Gewässerbodens, die Überwachung der Verschlammung von Stauseen, die Messung der Wasserqualität, Beobachtungsaufgaben beim Fischfang oder das Orten von Gegenständen, um beispielsweise Fahrrinnen in Häfen freizuhalten. Neben dem Sonar ist auch der Einsatz einer Unterwasserkamera möglich. Alle Daten übermittelt das Boot in Echtzeit per Funk. Zusammen mit den Positionsdaten des integrierten GPS kann die Begleitmannschaft an Land die Beobachtungen des UMVs live mitverfolgen.

Der Wechsel zum dSPACE-System

Beim jetzigen UMV handelt es sich um eine erweiterte und optimierte Version eines Vorgängermodells. Beim Vorgängermodell waren beispielsweise die Hinderniserkennung (mit Hilfe eines Rundum-Laserscanners an Deck) und die autonome Kurssteuerung/Fernsteuerung noch voneinander getrennte Systeme. Es zeigte sich schnell, dass dies für komplexere Fahrmanöver, beispielsweise bei widrigen Wetterverhältnissen oder auch beim Umfahren von Hindernissen, nicht ausreicht, um einen Kurs genau genug einzuhalten. Weil die Yamaha-Ingenieure befürchteten, dass die neuen



Typischer Einsatz des UMVs: Untersuchungen der Wasserqualität auf Hokkaido

Gemeinsam mit der Abteilung für Umweltwissenschaften und Naturkatastrophen (Muroran Institute of Technology) führt Yamaha Motor Experimente mit dem UMV im Utonai-See und im Bibi-Fluss auf Hokkaido durch. Ziel ist es, die Methoden zur Messung der Wasserqualität zu verbessern. Bisher führte eine Person die Messungen per Hand vom Kanu aus durch, das UMV absolviert nun das komplette Messprogramm zur Erfassung eines Zielgebietes automatisch

und selbständig. Die erspart den Forscherteams viel Zeit und Aufwand. Der Einsatz auf Hokkaido lieferte wertvolle Ergebnisse:

- Daten und praktische Einsatzerfahrungen, um die Vorgehensweise bei Messungen zu optimieren
- Test des Kommunikationssystems unter realen Bedingungen. Die Reichweite in freier Natur beträgt bis zu 2 Kilometer.
- 2 Meter Genauigkeit beim Einhalten des vorgegebenen Kurses bei autonomen Fahrten flussabwärts

komplexeren Steuerungsalgorithmen die Ressourcen des alten Systems sprengen könnten, wurde eine komplette Aufrüstung des Systems beschlossen. Das neue System sollte zwar die Steuerungslogik des Vorgängerbootes übernehmen, aber

zugleich auch die bisher fehlende Integration der Hinderniserkennung gewährleisten. Außerdem war auch der gesamte Ablauf der Steuerungsentwicklung verbesserungsbedürftig (beim alten System wurde einfach C-Code auf einen Mikroprozessor

geladen). Daher fiel die Wahl auf ein dSPACE-Prototyping-System auf Basis einer MicroAutoBox, um für alle Eventualitäten genügend Ressourcen bereitzuhalten und für eine insgesamt effiziente Steuerungsentwicklung zu sorgen.

Mittschiffs lassen sich durch den Rumpf verschiedene Beobachtungsinstrumente ins Wasser ausfahren (hier ein Sonargerät).





Mit einer Gesamtlänge von lediglich 2,85 Metern lässt sich das Boot bequem in einem Kleintransporter auf der Straße zum Einsatzort transportieren und problemlos zu Wasser lassen.



Die Entscheidung für das dSPACE-System

Bei der Auswahl für ein neues System konkurrierte das dSPACE-System zunächst noch mit einer PC-basierten Lösung. Als sich aber die Echtzeitfähigkeit und die Möglichkeit für modellbasiertes Entwickeln als entscheidende Anforderungen herausstellten, fiel die Wahl endgültig auf das dSPACE-System, weil dies eine stabile und verlässliche Testumgebung garantiert. Außerdem haben sich dSPACE-Produkte bereits in anderen Geschäftsbereichen von Yamaha bewährt. Aufgrund der bekannten Zuverlässigkeit der dSPACE-Systeme erübrigte sich die Evaluierung anderer Systeme. Die

„Dank der leicht und intuitiv zu bedienenden grafischen ControlDesk-Oberfläche konnten wir uns schnell in die Bedienung einarbeiten.“

Hirota Aoki, Yamaha Motor Co., Ltd.

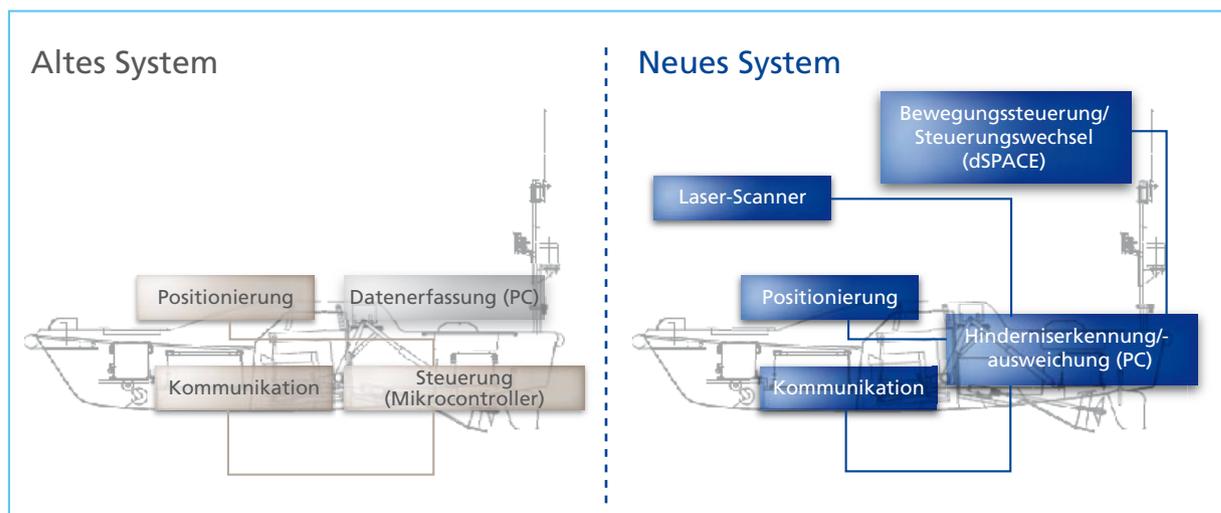
MicroAutoBox war ein entscheidender Baustein zur Vereinfachung und Beschleunigung der Entwicklungsprozesse.

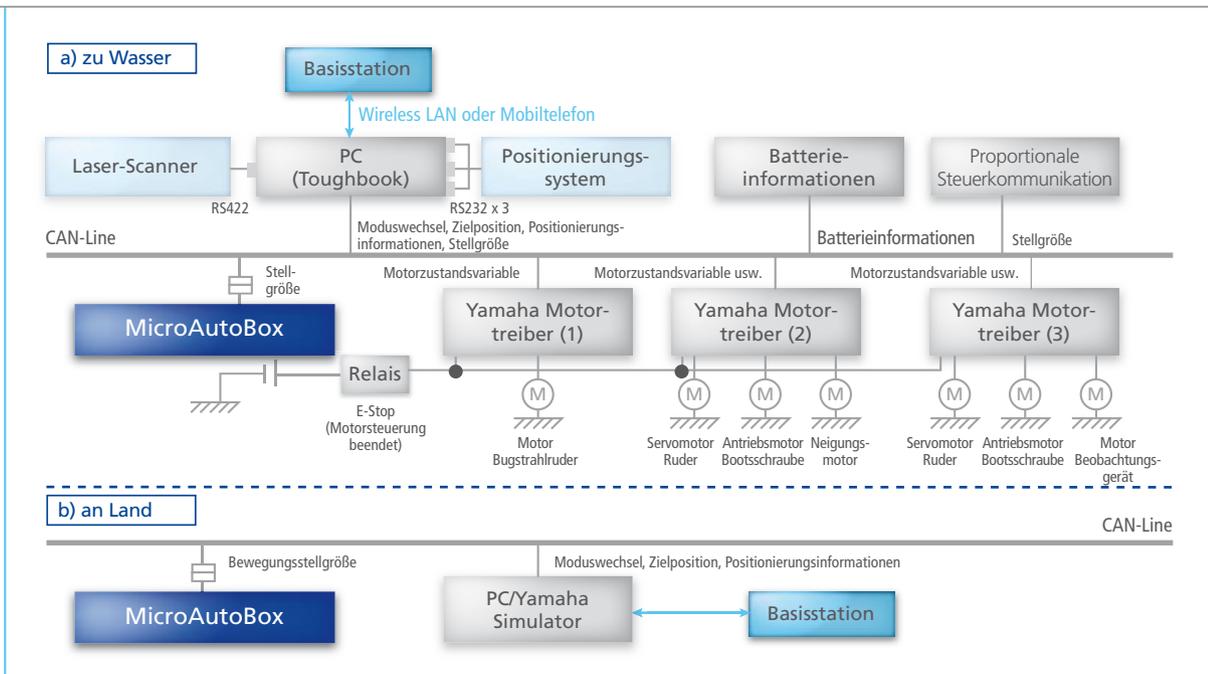
MicroAutoBox als Steuermann

Das dSPACE-Prototyping-System erhält die Positionsdaten von einem mit einem PC verbundenen GPS-System. Mit Hilfe dieser Daten führt die MicroAutoBox die Navigationsberechnungen durch und übermittelt

die zur Steuerung des Bootes berechneten Stellgrößen über den eigens von Yamaha entwickelten Motortreiber an die Schiffsmotoren (Heckschraubenmotor und Bugstrahldüse) und die Rudermaschine. Der Datenaustausch aller Komponenten erfolgt über einen CAN-Bus. Bei der Entwicklung neuer Steuerungsalgorithmen ohne Einsatz des Bootes wird ein Yamaha-Simulator mit der MicroAutoBox verbunden.

Direkter Vergleich des jetzigen Bootes (rechts) und des Vorgängers (links). Wichtig beim neuen Boot waren vor allem die Integration der Hinderniserkennung ins Gesamtsystem und die Erweiterung der Systemressourcen.





a) Schematische Darstellung des Systemaufbaus im Boot. Die MicroAutoBox steuert das Boot auf Basis von GPS-Daten und den Daten eines Laser-Scanners an Deck, der die unmittelbare Umgebung über Wasser nach Hindernissen abtastet. Der Datenaustausch zwischen allen Komponenten erfolgt via CAN-Bus.
 b) Für die Entwicklung von Steuerungsalgorithmen ohne Boot an Land übernimmt ein Yamaha-Simulator die Rolle des Bootes.

Ausbau der Entwicklungsaktivitäten

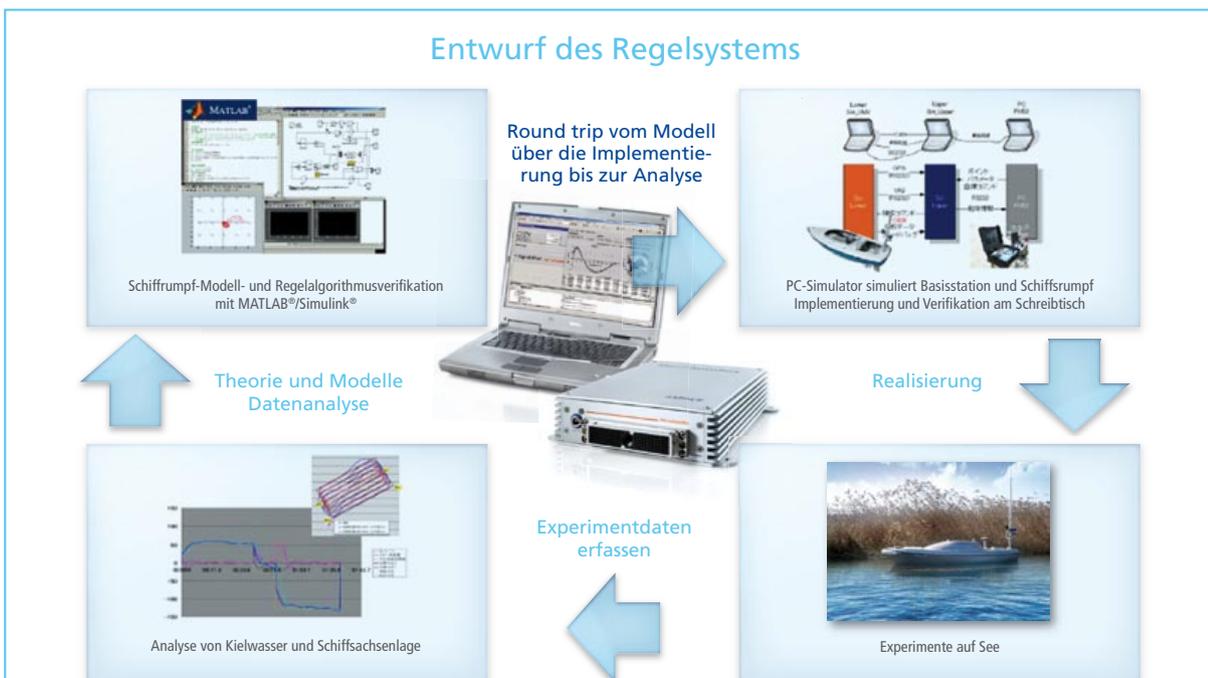
In der Anfangsphase der Entwicklung des unbemannten Bootes standen zunächst die vorgegebenen wirtschaftlichen Ziele im Vordergrund. Nach den ersten vielverspre-

chenden Ergebnissen kann sich das Entwicklerteam jetzt auf die Forschung und die technische Weiterentwicklung konzentrieren. Yamaha Motor wird die Entwicklungsarbeiten an der aufwendigen UMV-Steuerung intensivieren und dabei auch zu-

künftig auf die robusten Prototyping-Systeme von dSPACE setzen. ■

*Tsuyoshi Kamiya,
 Hirotaka Aoki,
 Yamaha Motor Co., Ltd.,
 Iwata-City, Japan*

Der Entwicklungs- und Implementierungsprozess für das Steuerungssystem. Die modellbasierten Steuerungsalgorithmen werden durch wiederholte Tests auf dem Wasser und am Yamaha-Simulator erprobt und verfeinert.

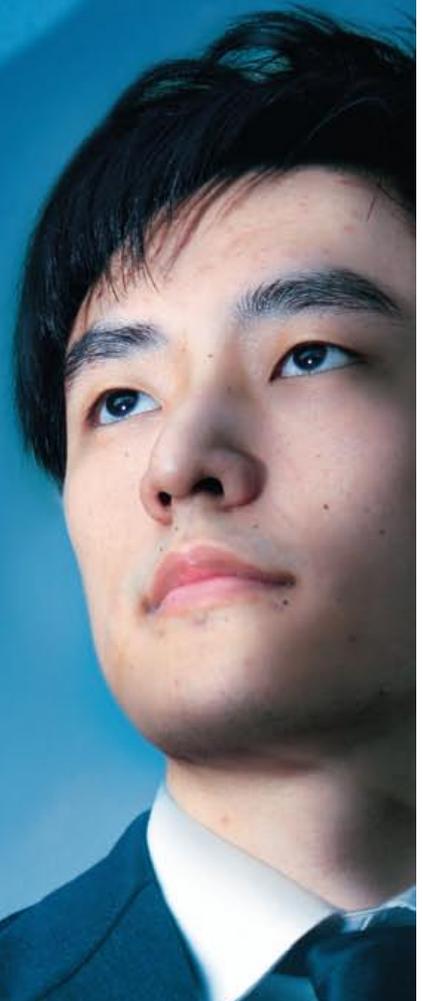


Jiexun –

Ein Held in Hybrid



ChangAn Automotive entwickelt mit dSPACE-Werkzeugen Regelfunktionen für den neuen Jiexun Mild-Hybrid



Weniger Schadstoffe und
niedriger Kraftstoffverbrauch:
der Jiexun Mild-Hybrid.

Hardware-in-the-Loop-Tests
bei ChangAn Automotive.



Der neue ChangAn Jiexun Mild-Hybrid lief im Dezember 2008 erfolgreich vom Band – inklusive umfangreicher, mit dSPACE-Werkzeugen entwickelter Hybrid-Regelstrategien. Bereits bei den Olympischen Spielen 2008 in Beijing stellte ChangAn vorserienreife Hybrid-Jiexuns als Taxis und Pressefahrzeuge zur Verfügung. Etwa 80% des Codes für die Hybrid-Steuergeräte wurde mit dSPACE TargetLink generiert. Zudem setzte ChangAn dSPACE Micro-AutoBoxen und dSPACE Simulatoren für die Entwicklung und die Tests der Steuergeräte ein.

Emissionen reduzieren und Treibstoff sparen

Um den Bedarf des chinesischen Marktes an Pkws mit geringen Abgasemissionen und kraftstoffsparenden Antrieben zu erfüllen, startete ChangAn zusammen mit Kooperationspartnern Ende 2005 das Hybrid-Projekt für den „Jiexun“ (杰勋: Held + Heldentat; Lautschrift: jié xūn [dʒiɛ ɕyn]). Als Mild-Hybrid-Fahrzeug verfügt der Jiexun über Leistungsmerkmale wie Parken mit Elektromotor (während der Benzinmotor im Leerlauf ist), Leistungsunterstützung und regeneratives Bremsen. Im Vergleich zu Full-Hybrid-Fahrzeugen bietet der aktuelle Jiexun-Hybrid noch keinen autonomen elektrischen Antrieb. Eine Full-Hybrid-Version mit autonomen Benzin- und Elektromotoren befindet sich bereits in der Entwicklung und wird in Kürze in China auf den Markt gebracht. Der

kombinierte Kraftstoffverbrauch (Stadtverkehr/Landstraße) des aktuellen Jiexun Mild-Hybrids liegt bei durchschnittlich 6,8 l auf 100 km, und die Emissionen erfüllen den Euro-IV-Standard, der gerade in China eingeführt wird. ChangAn nutzte die Gelegenheit der Olympischen Spiele 2008 in Beijing und trug seinen Anteil dazu bei, die Idee einer grünen Hightech-Olympiade in die Realität umzusetzen. In Beijing wurden 25 vorserienreife Jiexun Mild-Hybrids als Taxis und Pressefahrzeuge während der Spiele eingesetzt. ChangAn lieferte

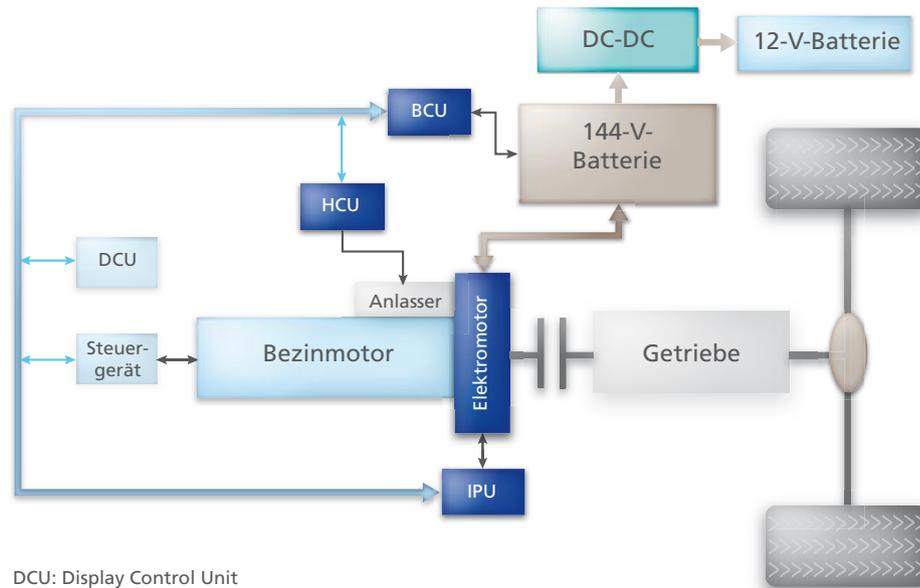
zudem 1000 Jiexun Mild-Hybrids an die Stadt Chongqing und wurde offizieller Partner der Stadt bei dem 3-Jahres-Projekt „1000 Fahrzeuge in 10 Städten“. Das Projekt hat das Ziel, 1000 Hybrid-, Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeuge in jeder der zehn ausgewählten Städte auf die Straße zu bringen und so die neuen Technologien einem breiten Publikum zu präsentieren.

Entwicklung neuer Steuergeräte

Das Entwicklungsprojekt für den ChangAn Jiexun Mild-Hybrid bestand

„Wir entwickelten die neuen Regelalgorithmen des Jiexun Mild-Hybrids mit TargetLink. 80% des Codes wurde automatisch mit TargetLink generiert.“

Dr. Ling Su, ChangAn Automotive



Das Hybrid-Antriebsstrangsystem des Hybrid-Fahrzeugs von ChangAn enthält drei neu entwickelte Steuergeräte: die Hybrid Control Unit (HCU), die Battery Control Unit (BCU) und die Intelligent Power Unit (IPU).

aus drei Hauptentwicklungsphasen, die zu einem A-Muster (eingeschränkte Funktionalität), einem B-Muster (volle Funktionalität) und dem serien-nahen C-Muster führten. Ein besonderer Fokus lag dabei auf dem Multi-Energie-Managementsystem, dem Batteriesystem und dem Elektromotor. ChangAn entwickelte eine neue Hybrid Control Unit (HCU) als übergeordneten Controller sowie eine

chinesischer Fahrzeuggenerationen sowie der Know-how-Aufbau für die neuen Technologien. Der Schlüssel dazu liegt in einer effizienten, maßgeschneiderten Werkzeugkette. ChangAn setzte während des gesamten Entwicklungsprozesses auf die dSPACE-Werkzeugkette und wird auch für zukünftige anspruchsvolle Projekte weiterhin auf dSPACE-Tools bauen.

und einer Betriebsspannung von 144 V. Sie sind einerseits mit dem Elektromotor und andererseits über einen Gleichspannungswandler mit der 12-V-Stromversorgung des Fahrzeugs verbunden, die von einer 12-V-Batterie gestützt wird. Das Management beider Batterien ist auf der BCU implementiert. Die HCU fungiert dabei als übergeordneter Controller.

„In den Evaluierungen bei ChangAn zeigte der TargetLink-Code eine höhere Qualität und eine höhere Effizienz als der Code von Wettbewerbsprodukten.“

Dr. Ling Su, ChangAn Automotive

Battery Control Unit (BCU) und eine Intelligent Power Unit (IPU).

Der Jiexun ist eines der ersten in China entwickelten Hybrid-Fahrzeuge. Auch die Hybrid-Komponenten sind neu. ChangAn entwickelte die neuen Steuergeräte für das Hybrid-Fahrzeug zum Großteil selbst (in Zusammenarbeit mit Engineering-Partnern) und verzichtete auf den Zukauf fertiger Drittanbieter-Komponenten. Primäres Ziel war der Aufbau einer autonomen Entwicklungs- und Produktionskette für Hybrid-Fahrzeuge zukünftiger

Hybrid-Antrieb des Jiexun

Für den Mild-Hybrid integrierte ChangAn im Jiexun ergänzend zum Benzinmotor einen Elektromotor. Der Elektromotor wird von der IPU gesteuert, die auch die Strategien zum Koppeln von Elektro- und Benzinmotor enthält, zum Beispiel die Drehmomentverteilung in verschiedenen Fahrsituationen. Den Strom für den Elektromotor liefert ein Batteriepaket. ChangAn verwendet Nickel-Metallhydrid-Batterien mit einer Maximalspannung von 200 V, einem Maximalstrom von ± 200 A

Entwicklungsprozess und Werkzeugkette

Für die Entwicklung und den Test der Steuergeräte-Software und der Steuergeräte setzte ChangAn durchgängig einen modellbasierten Entwurfsprozess ein. Die Software wurde neu entwickelt, wobei übliche Schritte wie Funktionsentwurf, Rapid Prototyping, Seriencode-Generierung, Hardware-in-the-Loop (HIL)-Tests und Steuergeräte-Applikation durchgeführt wurden. Die Regelfunktionen wurden mit MATLAB®/Simulink® entworfen. Um Regelstrategien für Tests im Fahrzeug zu entwickeln und zu testen und Testsignale während Zuverlässigkeitstests der Plattform zu generieren, setzte ChangAn in großem Umfang die dSPACE MicroAutoBox zusammen mit peripheren Schaltkreisen für Sensor- und Aktoranbindung ein. Zur Verifikation der Regelstrategien sowie für den Test der



„Für die Reglerentwicklung des neuen Jiexun Hybrid-Fahrzeugs setzten wir während des gesamten Entwicklungsprozesses auf die dSPACE-Werkzeugkette. Wir werden auch weiterhin dSPACE-Werkzeuge für unsere anspruchsvollen Projekte verwenden.“

Dr. Ling Su, ChangAn Automotive

CAN-basierten Kommunikation und der Software-Logik kamen dSPACE HIL-Simulatoren mit dSPACE ControlDesk als Experiment-Software zum Einsatz. Die Simulationsmodelle wurden teilweise intern bei ChangAn und teilweise vom Engineering-Partner entwickelt. Auch übernahm dieser die Testautomatisierung mit Hilfe von dSPACE AutomationDesk. Für Mess- und Applikationsaufgaben setzte ChangAn dSPACE CalDesk und ein weiteres Applikationswerkzeug ein. Mit dieser durchgängigen Werkzeugkette konnten alle Entwicklungsziele planmäßig erreicht werden.

Vom Reglerentwurf bis zur Steuergeräte-Software

Die Software für das B-Muster wurde mit TargetLink zur automatischen C-Code-Generierung aus Simulink-Blöcken entwickelt. Mit Model-in-the-Loop (MIL)-Tests konnten die Teilmodule des Reglermodells getestet werden. MIL-Testing als „Front Loading“-Aktivität brachte ChangAn wertvolle Qualitätsverbesserungen und Zeiteinsparungen in den nachfolgenden Prozessschritten. Mit Software-in-the-Loop (SIL)-Tests verglich ChangAn das Verhalten des generierten Codes mit den Ergebnissen der MIL-Tests. Letztlich bereitete

ChangAn den Code für den S12XDP512-Mikrocontroller mit Hilfe der Processor-in-the-Loop (PIL)-Simulation vor. Die umfassenden Simulationstechniken von TargetLink beschleunigten das Projekt sehr effektiv.

Umfassende HIL-Tests

Um die HCU, das Steuergerät, die IPU und die BCU simultan und automatisch zu testen, kamen erneut dSPACE Simulatoren zum Einsatz. Es wurden zahlreiche Testfälle durchgeführt. Zum Beispiel simulierte ChangAn das Verhalten des gesamten Netzwerks im Fall plötzlicher Spannungsänderungen und simulierte Fehler im CAN-Kommunikationsnetzwerk. Auch hier führte der Engineering-Partner mit Hilfe von AutomationDesk die Testautomatisierung durch. Die finale Applikation erfolgte mit CalDesk und weiteren Applikationswerkzeugen. ■

*Dr. Ling Su
ChangAn Automotive
China*

Fazit und Ausblick

Das Hauptziel von ChangAn liegt in der Beherrschung der Kerntechnologien im Bereich Hybrid-Antriebe mit unabhängigen Entwicklungsmöglichkeiten und dem Aufbau eines vollständigen Entwicklungs- und Produktionsprozesses für Hybrid-Fahrzeuge. Die Herausforderung besteht in aufkommenden Hybrid-Technologien und deren Integration in Fahrzeuge: Zahlreiche Software- und Hardware-Elemente müssen neu entwickelt werden, da es bislang nichts Vergleichbares in China gibt. Die dSPACE-Werkzeuge brachten die Entwicklung von Hybrid-Fahrzeugen einen großen Schritt voran. ChangAn stellte ein Forschungs- und Entwicklungsteam zur Bewältigung der Schlüsseltechnologien durch volle Nutzung und Integration von Ressourcenvorteilen sowohl in China als auch im Ausland auf. ChangAn wird auch zukünftig dSPACE-Produkte für die Entwicklung von Steuergeräten, Hybrid-Fahrzeugen, Elektroantrieben, Brennstoffzellentechnologien, Solartechnologien usw. einsetzen.

Höher, schneller, weiter

Aktive Schwingungsdämpfung für
Feuerwehdrehleitern





Höher, schneller, weiter und sicherer – das sind die Anforderungen an die Feuerwehdrehleitern von heute. Um ihnen gerecht zu werden, ist Leichtbauweise der Schlüssel. Allerdings neigen diese leichten Leitersätze vermehrt zu Biegeschwingungen. Das Institut für Systemdynamik der Universität Stuttgart hat unter Verwendung von dSPACE-Werkzeugen für den Hersteller IVECO MAGIRUS Brandschutztechnik eine aktive Schwingungsdämpfung entwickelt.

Feuerwehdrehleitern als markanteste Vertreter der Personenrettung und Brandbekämpfung erreichen Rettungshöhen von bis zu 55 m. Die Rettungshöhe muss nach Positionierung der Abstützung innerhalb möglichst kurzer Zeit erreicht werden. Die Normvorgabe von 180 s für die in Deutschland üblichen 30-m-Leitern wird bei modernen Fahrzeugen deutlich unterschritten. Der ausfahrbare Leitersatz ist auf einer hydraulisch drehbaren Plattform aufgebaut und kann mittels zweier Hydraulikzylinder aufgerichtet und geneigt werden. Dabei überbrückt der Leitersatz einer 30-m-Leiter horizontal mehr als 17 m, die sogenannte Ausladung, und im Korb können bis zu 300 kg Nutzlast transportiert werden. Durch die forcierte Leichtbauweise und die beträchtlichen Längen sind die Drehleitern in der Steifigkeit begrenzt. So werden bei Bewegungen der Leiter verstärkt Schwingungen induziert. Auch Angriffe äußerer Kräfte wie Wind oder unterschiedliche Belastungszustände durch die

Personen im Rettungskorb verursachen Schwingungen des Leitersatzes. Normalerweise wird diesem Effekt durch starke Reduzierung der Fahrgeschwindigkeiten begegnet – bei einem Notfallrettungsfahrzeug eine nicht sinnvolle Maßnahme. Zudem beeinträchtigen die langsamen Schwingungsbewegungen Sicherheit und Komfort der Drehleiter.

Forschungsprojekt des Instituts für Systemdynamik mit IVECO MAGIRUS

Die Schwingungen aktiv zu dämpfen, ist deswegen der Schwerpunkt eines Forschungsprojekts, das seit 1998 in enger Kooperation des Instituts für Systemdynamik mit IVECO MAGIRUS stetig fortgeschrieben wird. Seit 2001 gehört die aktive Schwingungsdämpfung zur Serienausstattung der neuen CS-Leiter-Serie (Computer stabilized, CS). Ein wesentlicher Grund für den großen Erfolg der CS-Baureihe ist die erste Generation der aktiven Schwingungsdämpfung zusammen mit der Memory-Funktion.

IVECO MAGIRUS DLK 23-12 CS mit Rettungskorb im Einsatz.



Damit haben die CS-Leitern von IVECO MAGIRUS ein Alleinstellungsmerkmal auf dem Markt. Zwischenzeitlich sind weltweit mehr als 700 Fahrzeuge mit dem CS im Namen im Einsatz. Um die Effektivität der aktiven Schwingungsdämpfung weiter zu verbessern, wird am Institut für Systemdynamik in enger Zusammenarbeit mit IVECO MAGIRUS kontinuierlich geforscht und entwickelt. So ist die dritte Generation kurz vor ihrer Serienreife. Sie dämpft aktiv nicht nur die Grundschiwingung, sondern auch die Oberschwingungen der Biegung.

Bewegungen der Drehleiter

Vom Funktionsstand auf dem Fahrzeug oder im Korb steuert der Bediener die Bewegungen der Leiter. Die Biegeschwingungen werden durch zwei verschiedene Sensorsysteme erfasst. Zum einen wird die Materialdehnung, die aus der Durchbiegung der Leiter resultiert, über Dehnungsmessstreifen in der

„Die Software ControlDesk bietet uns viele Möglichkeiten, verschiedene Experimente, Setups und Messsignale einfach per Drag&Drop zu bearbeiten und zu verwalten.“

Nico Zimmert, Institut für Systemdynamik, Universität Stuttgart

Nähe der Einspannstelle der Leiter erfasst. Sie geben die Dehnung in longitudinaler und lateraler Richtung des Leitersatzes aus. Zum anderen befinden sich an der Leiterspitze Gyroskope. Sie messen die Lageänderung bzw. Drehrate der Leiter um alle drei Raumrichtungen. Aus den beiden Messsystemen wird modellgestützt sowohl die vertikale und horizontale Durchbiegung als auch die Torsion des Leitersatzes ermittelt. Inkrementalgeber in den jeweiligen Drehachsen dienen der Bestimmung des Aufricht- und Drehwinkels. Auch die aktuelle Leiterlänge wird mittels Inkrementalgeber

bestimmt. Über die Sensorik werden alle Zustände der Drehleiter sofort vom Rechner erfasst. Die so erhaltenen Informationen werden verdichtet, ausgewertet und durch modellbasierte Reglermodule in Sekundenbruchteilen in entsprechende Ansteuerungen für die hydraulischen Antriebe umgesetzt. Dabei folgt die Bewegung der Drehleiter im Wesentlichen den Vorgaben des Bedieners. Gleichzeitig wird durch sanftes, für den Bediener kaum wahrnehmbares Gegensteuern der hydraulischen Antriebe die Biegeschwingung des Leitersatzes aktiv unterdrückt.

IVECO MAGIRUS DLK 55 CS mit Fahrstuhl und Rettungskorb im fahrbereiten Zustand.

Vorteile der aktiven Schwingungsdämpfung

Der Einsatz der aktiven Schwingungsdämpfung erhöht über die Software die resultierende Steifigkeit des Gesamtsystems, was ein wesentlich schnelleres und sichereres Anfahren der Rettungsposition ermöglicht. Die Bewegungsgeschwindigkeiten können vergrößert werden, da durch reduzierte Biegung und Gewicht die dynamischen Kräfte abnehmen. Auch wird durch die konsequente Leichtbauweise das Gesamtgewicht des Fahrzeugs gering gehalten. Bei gleicher Abstützung kann so eine größere Ausladung erreicht werden.

Da in einem Rettungskorb nur drei bis vier Personen Platz finden, ist die Memory-Funktion für die Rettung mehrerer Personen vom gleichen Rettungspunkt entwickelt worden. Der Bediener gibt während einer

Teach-in-Fahrt (Lernfahrt) die Bahn zwischen Rettungspunkt und Boden vor. Anschließend kann diese Bahn mit maximal möglicher Geschwindigkeit innerhalb eines fest vorgegebenen Toleranzschlachts abgefahren werden. Der Bediener kann zu jedem Zeitpunkt festlegen, ob er die Bahn mit der maximalen oder einer geringeren Geschwindigkeit nachfahren möchte. Er kann sogar anhalten und die Bahn von jedem Punkt aus in entgegengesetzter Richtung abfahren. So ist ein sehr flexibles Arbeiten am Einsatzort möglich.

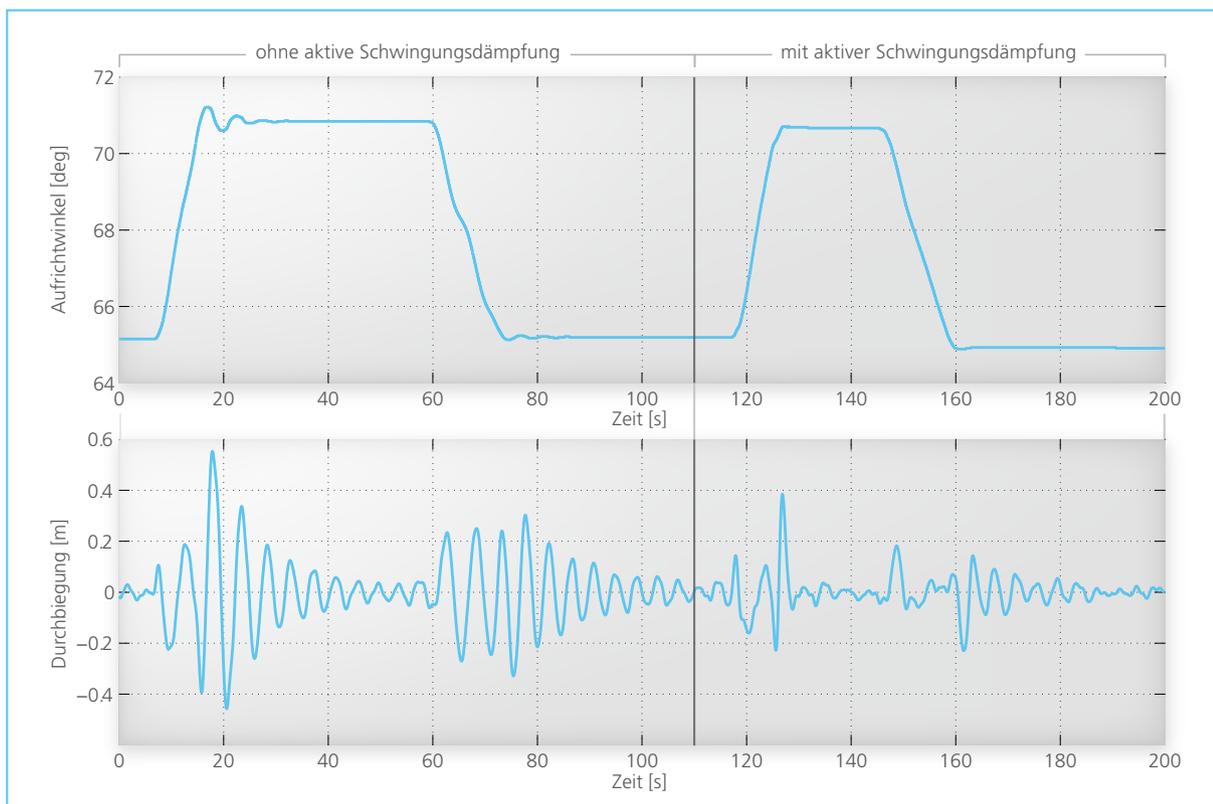
Modellbasierte Entwicklung

Die aktive Schwingungsdämpfung ist modellbasiert entworfen, und sämtliche Steuergesetze liegen in analytischer Form vor. So kann der Algorithmus jederzeit an veränderbare Parameter des Leitersatzes, z. B.

Die Vorteile der aktiven Schwingungsdämpfung im Überblick:

- Höhere Sicherheit für Mensch und Maschine durch geringere Biegeschwingungen und Vibrationen
- Schnellere Bewegung der Feuerwehrleiter möglich (insbesondere mit Memory-Funktion)
- Bessere Positioniergenauigkeit
- Größere Ausladung und höhere Standsicherheit durch zusätzliche Gewichtersparnis
- Höherer Komfort

Leiterlänge, Nutzlast etc., angepasst werden. Es handelt sich um eine 2-Freiheitsgrade-Regelung, d. h., es gibt eine Vorsteuerung und eine Rückführung, die getrennt voneinander entworfen werden können. Die Vorsteuerung ist so ausgelegt, dass so wenig wie möglich Durchbiegung bzw. Schwingung in den



Vergleich der Durchbiegung an der Leiterspitze und des Aufrichtwinkels einer DLK 55 CS bei einer Aufrichtbewegung bei ca. 50 m Ausfahrlänge ohne und mit aktiver Schwingungsdämpfung.

*IVECO MAGIRUS DLK 55 CS mit Fahrstuhl
und Rettungskorb.*

Leitersatz induziert wird. Die Rückführung gleicht basierend auf den Sensordaten die Biegeschwingungen aus, die trotz Vorsteuerung, z. B. durch externe Störeinflüsse, angeregt werden. Dabei werden bei der neuen Generation der aktiven Schwingungsdämpfung auch die höheren Eigenfrequenzen des Leitersatzes aktiv gedämpft.

Aufbau des Testsystems

Während der Entwurfsphase der aktiven Schwingungsdämpfung nutzen wir ein dSPACE-Prototyping-System, basierend auf einem DS1103 PPC Controller Board. Das Board kommuniziert über den CAN-Bus mit dem Steuergerät des Fahrzeugs und liest alle notwendigen Messdaten aus. Mit dem dSPACE RTI CAN Blockset kann dabei die CAN-Kommunikation schnell und einfach aufgesetzt werden.

Die dSPACE-Software ControlDesk bietet während dieser Phase viele Möglichkeiten, verschiedene Experi-



dSPACE-Produkte im Einsatz:

- DS1103 PPC Controller Board als Reglermodul innerhalb der Fahrzeugsteuerung während der Entwicklung
- Real-Time Interface zur Einbindung des Busses und zusätzlicher Messtechnik während der Identifikation
- RTI CAN Blockset zur Kommunikation mit dem Fahrzeug-CAN
- ControlDesk zur Auslegung der aktiven Schwingungsdämpfung
- TargetLink zur automatischen Code-Generierung für Portierung der Regelalgorithmen auf Mikrocontroller-Hardware
- Autoskalierungswerkzeug zur automatischen Skalierung der Festkomma-Berechnungen

„Mit dem dSPACE-Prototyping-System können wir die aktive Schwingungsdämpfung schnell entwickeln und testen.“

Nico Zimmert, Institut für Systemdynamik, Universität Stuttgart

mente, Setups und Messsignale einfach per Drag&Drop zu bearbeiten und zu verwalten. So erfassen wir in Versuchsreihen statische und dynamische Größen, um Parameter für den modellbasierten Reglerentwurf zu identifizieren. Danach entwickeln wir die Regelalgorithmen in der MATLAB®/Simulink®-Umgebung und untersuchen ihre Funktionalität und erste Auslegungen durch Simulationen. Im nächsten Schritt werden die Algorithmen mit Hilfe des DS1103 direkt am Fahrzeug getestet. Die Handhebel-signale vom Bedienstand werden

ausgelesen, entsprechend manipuliert und anschließend wieder über CAN zum Steuergerät übertragen. Durch diese Vorgehensweise können intensive Tests, das Fine-Tuning und die Implementierung eines neuen Reglerkonzepts schnell und mit sehr geringen hardwareseitigen Anpassungen durchgeführt werden. Der Code-Generator TargetLink wird für die Implementierung der Algorithmen auf dem Steuergerät des Fahrzeugs genutzt. Da der Mikrocontroller des Steuergeräts mit Festkomma-Arithmetik arbeitet, gene-

riert TargetLink aus den Algorithmen automatisch Festkomma-Quellcode in ANSI-C. Das Autoskalierungswerkzeug und die Möglichkeit die Algorithmen sowohl in Fließkomma- (mittels Model-in-the-Loop-Simulation) als auch in Festkomma-Arithmetik (mittels Software-in-the-Loop-Simulation) zu simulieren, ermöglichen die Verifikation der Algorithmen schon früh in der Entwurfsphase. Außerdem erleichtern die umfangreichen Simulationsfunktionen das Skalieren der komplexen mathematischen Berechnungen. Die durchgängige Werkzeugkette von dSPACE gewährleistet eine schnelle und konsistente Portierung der Algorithmen aus der MATLAB/Simulink-Umgebung auf das Steuergerät.

Fazit

Dieses Forschungsprojekt ist ein Beispiel für die erfolgreiche Kooperation zwischen Hochschulinstitution und Unternehmen. Dabei leistet das Institut für Systemdynamik nicht nur bei der Entwicklung der Technologie

Über IVECO MAGIRUS Brandschutztechnik

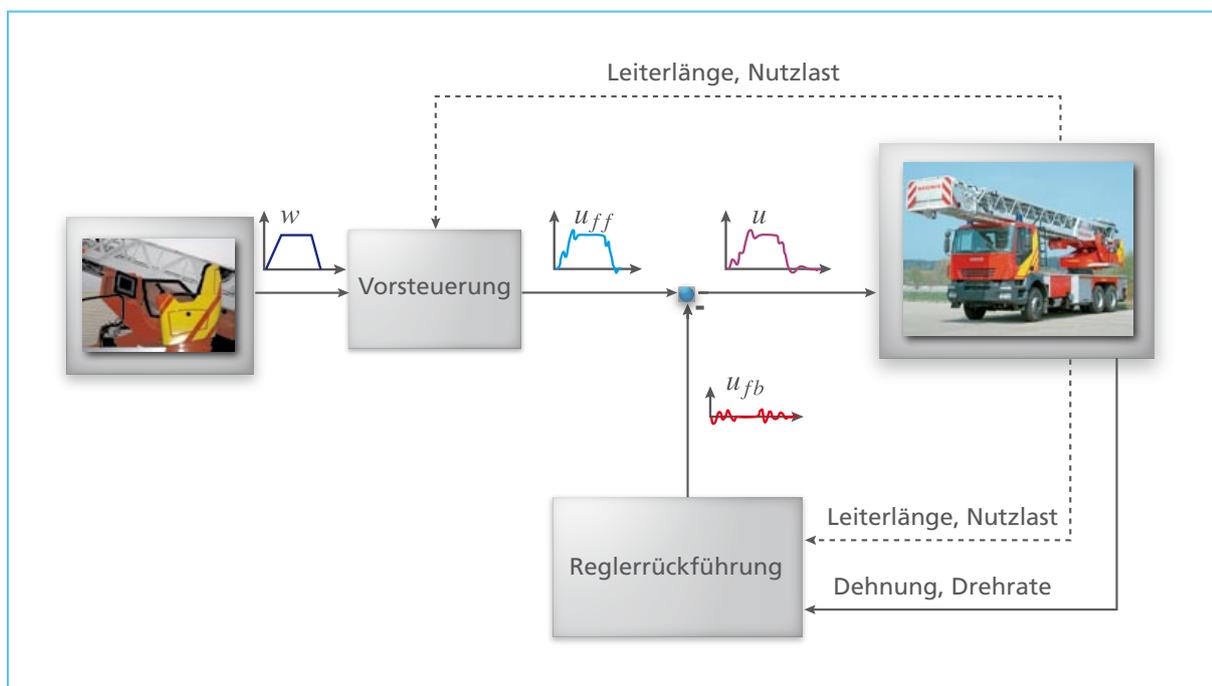
An insgesamt sechs Standorten in ganz Europa produziert IVECO MAGIRUS eine große Bandbreite von Fahrzeugen und Geräten für den Brand- und Katastrophenschutz. Mit über 1.300 verkauften Fahrzeug-Einheiten pro Jahr zählt IVECO MAGIRUS zu den weltweit größten Anbietern der Branche. Bei Drehleitern ist die Marke MAGIRUS globaler Marktführer.

einen Beitrag, sondern unterstützt das Projekt vom Prototyp über die Vorserie bis zum Serienfahrzeug. So ist es möglich, produktnahe Innovationen effektiv, schnell und für beide Seiten erfolgreich zu gestalten. ■

Nico Zimmert, Prof. Oliver Sawodny, Institut für Systemdynamik, Universität Stuttgart; Reinhard Keck, Christoph Lauterjung, IVECO MAGIRUS Brandschutztechnik GmbH, Ulm, Deutschland

Über das Institut für Systemdynamik

Das Institut der Universität Stuttgart legt seinen Forschungsschwerpunkt auf die Analyse der Dynamik von Systemen. Dabei wenden sie Methoden der Systemtheorie, der Modellbildung, der Simulation, der Regelungstechnik und der Optimierung an und entwickeln diese weiter. Systeme aus unterschiedlichsten Gebieten wie Mechatronik, Prozesstechnik, Verkehr und Biologie werden untersucht. So entsteht ein interdisziplinäres Umfeld, in dem Wissenschaften aller Art integriert werden. Kennzeichnend sind für das Institut nicht nur die grundlagenorientierte Methodenentwicklung, sondern auch die Fragen der Automatisierungstechnischen Implementierung.



Wirkungsweise der 2-Freiheitsgrade-Regelung – Leiterlänge und Nutzlast sind zeitvariante Parameter, die zur Adaption der Regelung genutzt werden.



Version 2.3 verbessert die Testhandhabung und Berichterstellung in AutomationDesk

Testen mit Vergnügen

Testerstellung, Testausführung und die anschließende Auswertung können langwierige Routinearbeiten sein. Um den Anwender so gut wie möglich zu unterstützen und zu entlasten, hat dSPACE seine Test- und Automatisierungssoftware AutomationDesk erweitert. Zahlreiche Bedien- und Anwendungsaspekte wurden überarbeitet und verbessert.

Vereinfachte Testentwicklung

Die neue AutomationDesk-Version erleichtert die Verifikation von Testsequenzen erheblich und das bereits während ihrer Entwicklung. Der Anwender kann einzelne Testschritte oder Testsequenzen ein- oder abschalten, indem er sie auskommentiert. Das gezielte Ausschalten spezieller Bereiche ist gerade während der Testentwicklung hilfreich und erleichtert die Fehlersuche.

Umfassender Testbericht

Zum Abschluss einer Testausführung erstellt AutomationDesk auf Wunsch einen Bericht, der angibt, welche Testsequenzen erfolgreich ausgeführt wurden und welche nicht. Der Bericht beginnt mit einem statistischen Überblick über alle Testergebnisse. Der Anwender hat nun die Wahl, sich einen detaillierten Bericht inklusive Statistik ausgeben zu lassen oder sich auf die Statistik zu beschränken.



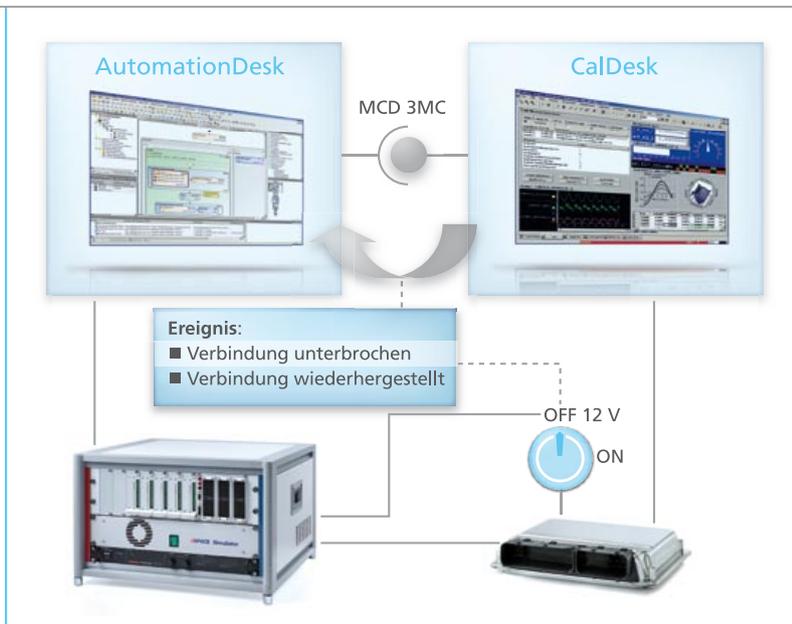
Die statistische Zusammenfassung der Testergebnisse erleichtert den Überblick über den aktuellen Software-Qualitätsstand.

Letztere stellt alle wichtigen Ergebnisse kompakt dar. Diese Kurzübersicht erleichtert die Bewertung und Einschätzung der Software-Qualität des aktuell getesteten Steuergerätes.

Verbesserte Prozessintegration

Für dSPACE ist die reibungslose Zusammenarbeit seiner einzelnen Software-Produkte wichtig. Daher wurde die Interaktion zwischen AutomationDesk und CalDesk, der

Mess- und Applikationssoftware von dSPACE, weiter verbessert. Geht beispielsweise die Verbindung zu einem im Hardware-in-the-Loop-Test befindlichen Steuergerät verloren, meldet CalDesk dies an AutomationDesk über die MCD-3MC-Schnittstelle. Die Abtrennung des Steuergerätes kann absichtlich erfolgen, beispielsweise durch manuelles Abschalten des Steuergerätes oder unabsichtlich durch einen Fehler. Mit einer absichtlichen Unterbrechung wird üblicherweise das Verhalten des übrigen Systems getestet, wenn ein Steuergerät ausfällt. Der Test kann auf den Verbindungsverlust und ggf. auf die Wiederherstellung reagieren. Die



CalDesk und AutomationDesk interagieren im Testprozess eng miteinander.

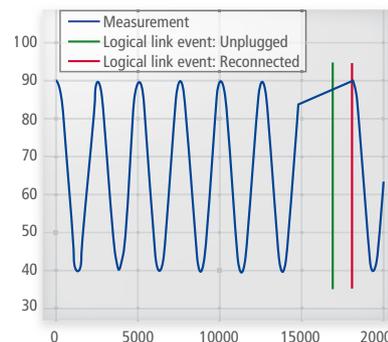
Durch kontinuierlichen Ausbau erfüllt AutomationDesk neue Anforderungen der Anwender.

entsprechenden Zeitpunkte werden im Testbericht grafisch dargestellt.

Eine erweiterte COM-API erleichtert außerdem den Zugriff auf AutomationDesk von außen. Anwender können alle verfügbaren Datenobjekte anlegen, auslesen und parametrieren sowie Testsequenzen ausführen. Damit lassen sich beispielsweise die Tests automatisiert mit unterschiedlichen Parametrierungen versehen und ausführen.

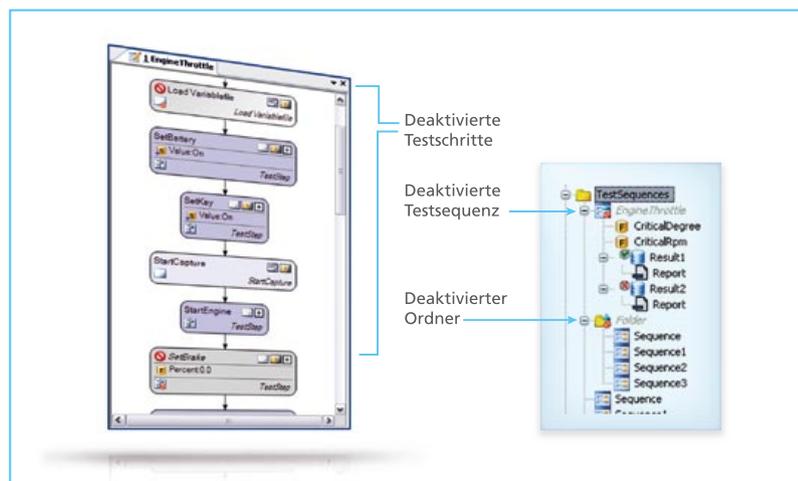
Echtzeittests managen

AutomationDesk beinhaltet unterschiedliche Bibliotheken mit vorgefertigten Testschritten, die verschiedenste Anwendungen unterstützen. Zusätzlich ist nun eine spezielle Bibliothek hinzugekommen, die die Verwaltung von Echtzeittests innerhalb von AutomationDesk-Testsequenzen stark vereinfacht. Diese können nun über spezielle Testschritte aus einem automatisierten Test auf den Hardware-in-the-Loop-Simulator



Verbindungsverlust und Wiederherstellung zum Steuergerät werden im Testbericht dokumentiert.

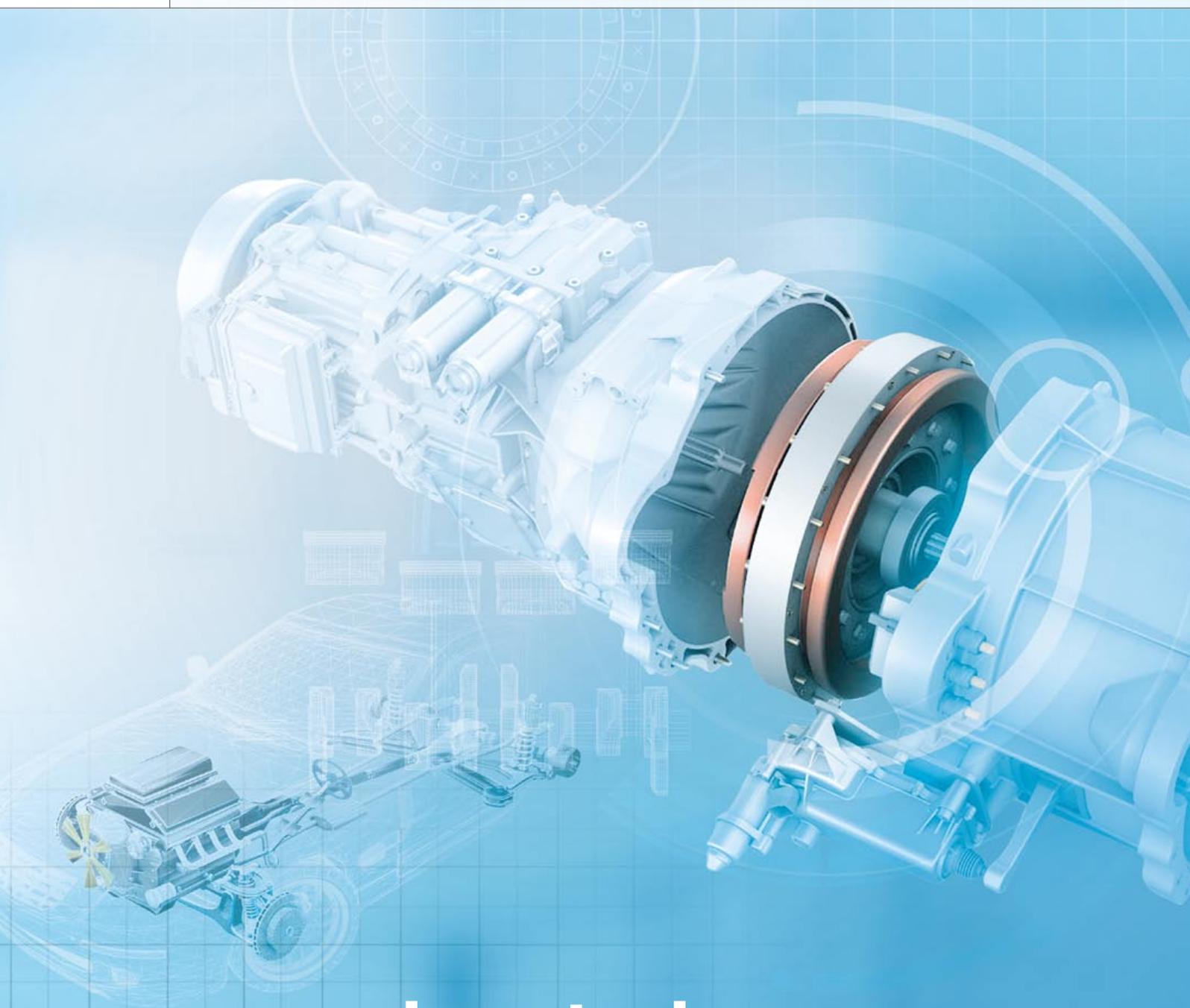
geladen und gestartet werden. Außerdem ist der Teststatus jederzeit abrufbar.



Die auskommentierten, deaktivierten Testschritte und Testsequenzen werden im grafischen Testablauf und in der Bibliotheksstruktur markiert und bei der Testausführung ignoriert.

In Echtzeit testen

Während Echtzeittests selbst ermöglicht eine weitere neue Bibliothek, die RS232-Echtzeitbibliothek, den direkten Zugriff auf die On-Board-RS232-Schnittstellen der dSPACE DS1005- und DS1006-Prozessorarten. Der Anwender benötigt nun weder Real-Time Interface (RTI)-Blöcke in seinem Modell noch Skripte auf dem PC, um die RS232-Schnittstellen seines Simulators anzusprechen. Der RS232-Datenaustausch kann damit vollständig aus dem Echtzeittest konfiguriert und unter Echtzeitbezug gesteuert werden.



Hybrid unter Kontrolle

Entwicklung und Test von Steuergeräten für
Hybridantriebe und Elektromotoren

Verringerung des CO₂-Ausstoßes bei gleichzeitig genauso komfortablem Fahrverhalten – das ist ein aktuelles Ziel der Fahrzeugentwicklung. Eine Lösung hierfür ist für viele Automobilhersteller der Hybridantrieb. dSPACE zeigt, welche Herausforderungen dabei zu bewältigen sind und welche Produkte den Anwender unterstützen.

Wird der Verbrennungsmotor eines Fahrzeugs um einen Elektromotor ergänzt, müssen die Steuergeräte ebenfalls um neue Funktionen erweitert oder neue Steuergeräte hinzugefügt werden. Elektromotor-Steuergeräte zeichnen sich durch sehr dynamisches Verhalten aus, was bei der Signalerfassung zu kurzen Abtastzeiten und Regelschleifen führt. Dieses muss sowohl bei der Funktionsentwicklung als auch bei den Tests berücksichtigt werden. dSPACE bietet hierzu umfassende Hardware und Software.

Funktionsentwicklung

Effektive Funktionsentwicklung bedeutet, flexibel neue Algorithmen testen und ausprobieren zu können, ohne sich Gedanken über die Implementierung auf der Zielplattform

machen zu müssen. dSPACE Prototyping-Systeme können dabei anteilig oder auch vollständig das spätere Zielsteuergerät repräsentieren. So bilden sie beispielsweise den übergeordneten zentralen Hybridcontroller ab oder dienen zur direkten Ansteuerung der im Hybridbetrieb notwendigen elektrischen Nebenaggregate wie Benzin- oder Wasserpumpen.

Prototyping mit dSPACE

Kommt ein dSPACE Prototyping-System für die Funktionsentwicklung zum Einsatz, unterliegt der Anwender nicht den Beschränkungen des späteren Seriensteuergeräts. Ihm stehen stattdessen hohe Rechenleistung und viel Speicher zur Verfügung. Neue Funktionen kann er mittels dSPACE Real-Time Interface (RTI) per Knopfdruck aus dem MATLAB®/



Simulink®-Modell auf das Prototyping-System übertragen. Dies ermöglicht schnelle Iterationen. dSPACE-Prototyping-Systeme können zudem auch im Fahrzeug verwendet werden, um die Funktionsverifikation nicht nur im Labor, sondern auch im Fahrbetrieb durchzuführen.

Typische Einsatzszenarien

1) Entwicklung eines Hybrid-controllers:

Zur Entwicklung eines übergeordneten, zentralen Hybridcontrollers ist die dSPACE MicroAutoBox ideal (Abbildung 1). Sie verfügt über die notwendigen Busschnittstellen wie CAN, LIN und FlexRay sowie zusätzliche I/O. In Steuergeräte-Netzwerken ist sie ebenso schnell betriebsbereit wie die übrigen Steuergeräte und fügt sich somit nahtlos ein. Durch ihre kleine, kompakte Form kann sie direkt im Fahrzeug verbaut werden.

2) Elektrifizierung verschiedener Nebenaggregate:

Bei der Elektrifizierung verschiedener Nebenaggregate ist ein modulares und skalierbares System notwendig, um die neuen Funktionen oder

Abbildung 1: Die dSPACE MicroAutoBox wird während der Entwicklung als zentrales Hybrid-Steuergerät eingesetzt.

Steuergeräte-Software in die bereits vorhandenen Steuergeräte zu integrieren. Hier kommt die dSPACE AutoBox ins Spiel (Abbildung 2). Zusammen mit dem dSPACE RapidPro-System mit Signalconditionierungs- und Leistungsstufenmodulen stellt sie eine vollständig konfigurierbare Lösung dar. Dem Anwender stehen Ansteuersignale für Block-/Sinuskommutierung, I/O-Schnittstellen für Hallensoren und Encoder zur Verfügung. Sensorlose Verfahren werden durch genaue Messungen

der Strangspannungen und Motorströme unterstützt. Messungen und Parameter können mit dSPACE CalDesk während der Laufzeit verändert werden. Die Mess- und Applikationssoftware ist für die Bedienung im Fahrzeug per Laptop optimiert.

Test von Steuergeräten für Hybridantriebe

Zum Testen der neuen Steuergeräte-Funktionen wird das Steuergerät an einen Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulator angeschlossen, der den restlichen Hybridantriebsstrang simuliert. Das modulare Aufbaukonzept der dSPACE Simulator-Hardware ermöglicht es den Anwendern, verschiedene Varianten aufzubauen, beispielsweise:

- Serielle und parallele Hybridantriebe
- Mikro-Hybridantrieb mit Anlasser und Generator
- Mild- und Voll-Hybridantriebe

HIL-Tests mit dSPACE

In einem typischen Simulieraufbau für Hybridantriebe werden die Getriebe-, Motor- und Batteriesimulationen in unterschiedlichen Simulatoren implementiert. Sie beinhalten zwei parallele CAN-Netzwerke – ein Antriebs-CAN- und ein Hybrid-CAN-Netzwerk. Über das Antriebs-CAN werden die Standard-Steuergeräte,

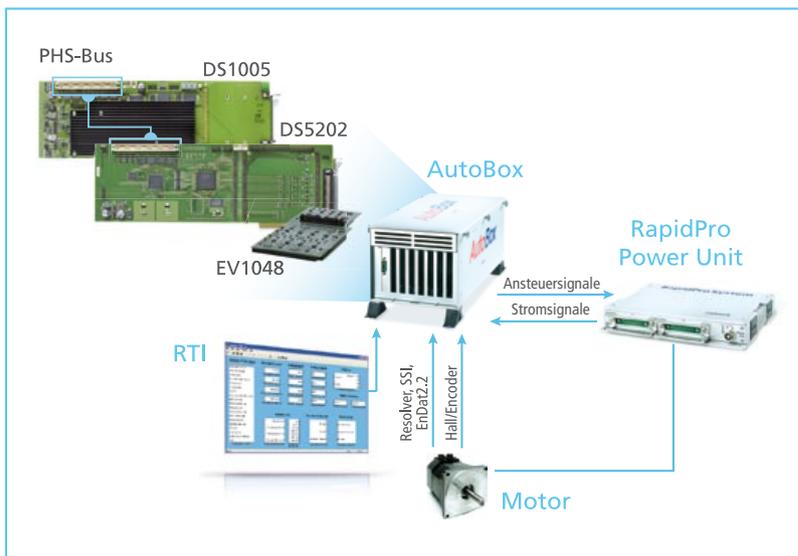
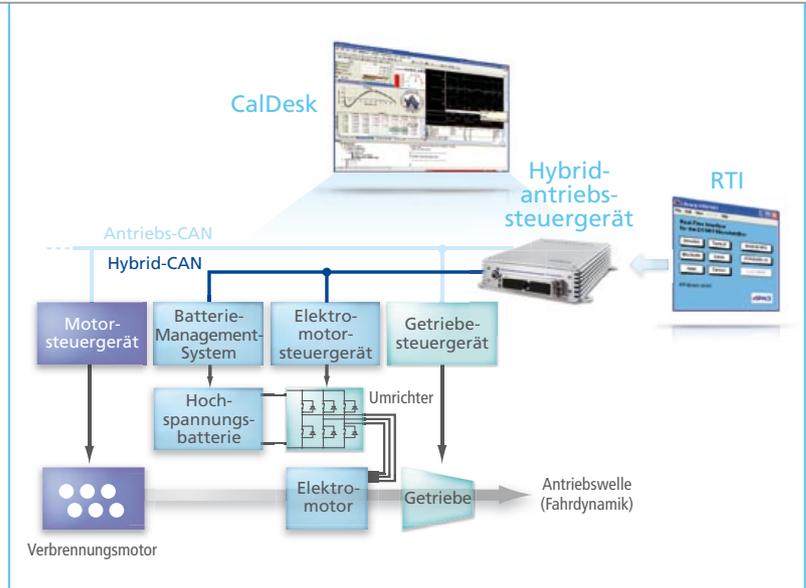


Abbildung 2: Die dSPACE AutoBox lässt sich flexibel an die Anforderungen verschiedener Elektromotoren anpassen.

dSPACE unterstützt die Entwicklung von Steuergeräten für Hybridantriebe vom ersten Entwurf bis zum abschließenden Test mit ausgereiften Produkten.

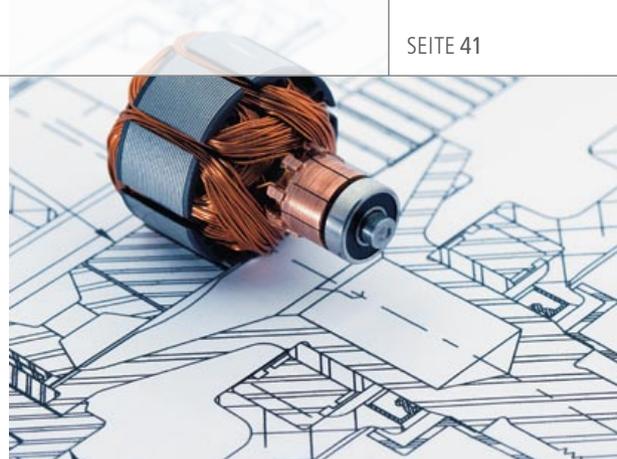
beispielsweise für den Motor oder das Getriebe verbunden. Die hybrid-spezifischen Steuergeräte kommunizieren über das Hybrid-CAN (Abbildung 3). Noch nicht vorhandene Steuergeräte werden in diesen Netzwerken mittels Restbussimulation ergänzt, um so ein komplettes Fahrzeug abzubilden.

Um die für Elektromotoren notwendigen kurzen Abtastzeiten zu erreichen, ist eine Signalvorverarbeitung notwendig. Hierzu bietet dSPACE seine PWM (Pulse Width Modulation)- und PSS (Position Sensor Simulation)-Solution an. Sie arbeiten eng mit der Prozessorkarte zusammen, die das Elektromotormodell berechnet. Benötigt das zu testende Steuergerät den genauen Stromverlauf, kommt

das dSPACE Electronic Load Module zum Einsatz. Es prägt dem Steuergerät den realen Strom auf. Um das Modul anzusteuern, werden Teile des Elektromotormodells auf das dSPACE FPGA Board ausgelagert und dort berechnet.

Simulationsmodell

Echtzeitsimulationsmodelle sind für HIL-Tests unerlässlich. Mit seinen Automotive Simulation Models bietet dSPACE speziell für Elektromotoren die Electric Component Library an. Seine Modellkomponenten lassen sich in bestehende Modelle integrieren. Typische Anwendungen sind die Simulation des Batteriehaltens oder die Integration von Elektromotoren in ein Hybridfahrzeug. ■



Weitere Entwicklung

dSPACE erweitert kontinuierlich sein Produktangebot. So sind beispielsweise für RapidPro neue Module für die Steuerung brushloser Motoren geplant. Ziel ist es, Entwickler auch zukünftig vom ersten Funktionsentwurf bis zum abschließenden Test zu unterstützen. Um der ideale Entwicklungspartner zu sein, setzt dSPACE auf innovative Produkte.

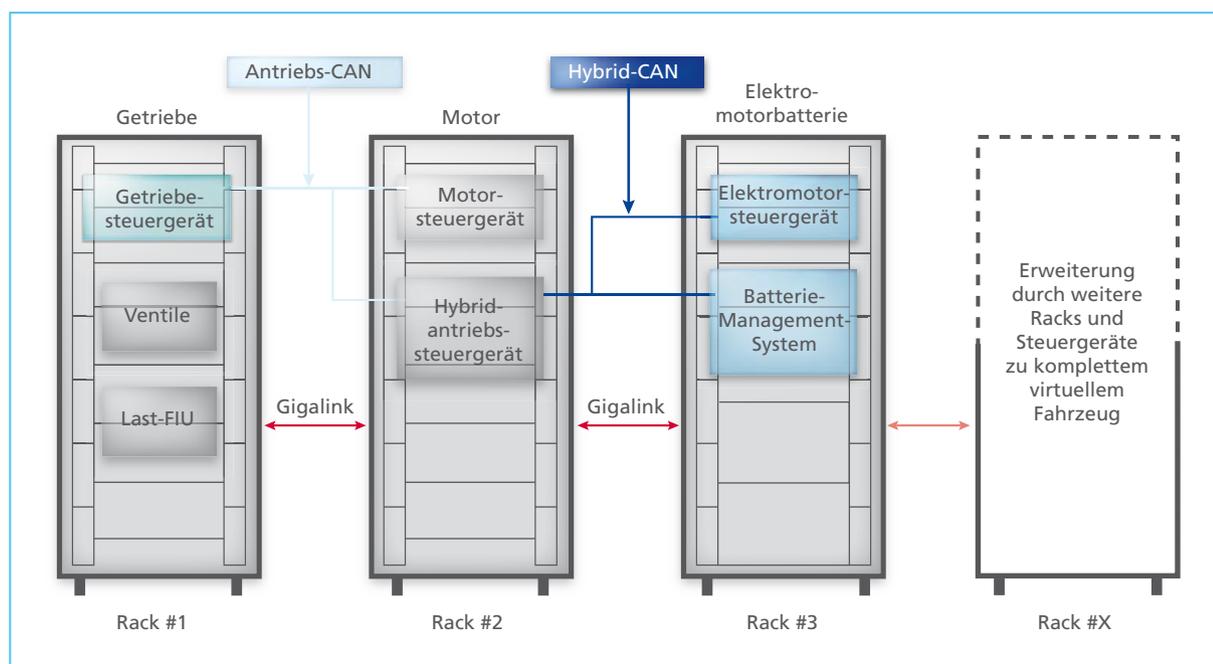


Abbildung 3: Beispielhafter Aufbau eines HIL-Testsystems für einen Hybridantrieb.

EcoCAR:

The NeXt Challenge – Es wird grün

Die nächste Generation automotiver Ingenieure steht vor der Herausforderung, besonders umweltfreundliche Fahrzeuge zu entwickeln.



Mit den dSPACE-Produkten entwickeln die Teams einen serienreifen Prototyp, der ihre „grüne“ Fahrzeugarchitektur demonstriert.



Für den EcoCAR-Wettbewerb beauftragt das amerikanische Ministerium für Energie (U.S. Department of Energy, DOE) mehr als 200 Studenten verschiedener Universitäten mit einem dreijährigen Pilotprojekt. Die Teams müssen ein serienreifes Prototypfahrzeug entwickeln und die Implementierung ihrer „grünen“ Fahrzeugarchitektur demonstrieren.



Der von GM bereitgestellte Saturn 2009 VUE wird unter ökologischen Gesichtspunkten umgebaut.

Viele bedeutende Erfindungen sind ursprünglich auf Universitätsgeländen und in akademischen Forschungslabors entstanden. In dieser Atmosphäre können Studenten und wissenschaftliche Mitarbeiter ihren Ideen freien Lauf lassen und experimentieren. Auch heute noch entstehen auf diese Weise technische Innovationen.

Erforschung und Entwicklung umweltfreundlicher Lösungen

Seit 1987 hat das DOE bereits 45 US-amerikanische Wettbewerbe im Bereich Fahrzeugtechnologie gesponsert. Die Wettbewerbe, die die DOE-Forschungs- und Entwicklungseinrichtung Argonne National Laboratory organisiert und durchführt, verzeichnen große Erfolge. Studenten entwickelten Technologien, die weniger Kraftstoff verbrauchen und den Ausstoß von Treibhausgasen und Stickoxiden reduzieren. Diese Technologien stehen für das wesentliche Ziel des DOE, der Förderung umweltfreundlicher Transportmittel.

Mehr Leistung mit grüner Energie

Im Mai 2008 kündigte das DOE zusammen mit dem Sponsor General Motors (GM) den neuesten Wettbewerb an – EcoCAR: The NeXt Challenge. Rund 200 Studierende

aus 17 US-amerikanischen und kanadischen Hochschulen wurden für diesen Wettbewerb ausgewählt, der sich über eine Laufzeit von drei Jahren erstreckt.

zuheben, müssen die Studenten ein Fahrzeug entwerfen, das den strengen Zero Emissions Vehicle (ZEV)-Anforderungen der kalifornischen Umweltbehörde California Air Resources

„Ich bin begeistert, dass die Reglerentwicklung durch dSPACE-Mid-Size-Simulatoren und andere Tools so stark vereinfacht wird. Durch HIL sparen wir Zeit und viel Kopfzerbrechen.“

Alex Koch, Teamleiter EcoCAR, Student der Universität Waterloo

Jedes Team steht vor der Aufgabe, einen von GM bereitgestellten Saturn 2009 VUE so umzubauen, dass Folgendes erreicht wird:

- Reduzierung des Erdölverbrauchs auf Basis einer Kraftstoff-Well-to-Wheel (WTW)-Analyse
- Steigerung der Energieeffizienz des Fahrzeugs
- Reduzierung von schädlichen Gasen und WTW-Treibhausgasemissionen
- Erhöhung der Verbraucherakzeptanz in Bezug auf Leistung, Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit

Um den umweltfreundlichen Hintergrund von EcoCAR hervor-

Board (CARB) entspricht. Die Teams sollen leichte Materialien verwenden, die Aerodynamik verbessern und alternative Brennstoffe wie Ethanol, Biodiesel und Wasserstoff einsetzen.

Ingenieurwissenschaften in der Praxis erleben

Die EcoCAR Challenge fördert den Austausch von technologischem Know-how und regt zur Erforschung von Innovationen an. Der Wettbewerb wird von einem Netzwerk aus 30 Sponsoren finanziert, die Workshops ermöglichen und das Projekt mit Hard- und Softwarekomponenten unterstützen. Somit haben die Studenten nicht nur Zugriff auf die neuesten Werkzeuge und Ausrüstungen, sondern stehen auch in

direktem Kontakt mit ihren Sponsoren, die technischen Support und Einblicke in die Industrie geben.

Damit die Studenten möglichst realitätsnah ihre Erfahrungen sammeln, modellieren sie ihr Fahrzeugdesign gemäß dem globalen GM-Entwicklungsprozess, der Vorgehensweisen, Ressourcenplanung und Lieferumfang festlegt.

Während des EcoCar-Wettbewerbs informieren die Teams Schüler aller Altersstufen über die Möglichkeiten einer Ingenieurskarriere. Sie geben Einblicke in die Ingenieurwissenschaften und deren wichtige Rolle bei der Entwicklung von Innovationen. Auch soll EcoCAR als Wettbewerb das Bewusstsein für umweltfreundliche Technologien schärfen.

Selbst in der Politik ist man auf den Wettbewerb aufmerksam geworden. Arnold Schwarzenegger, Gouverneur von Kalifornien, stattete GM auf dem SAE World Congress einen Besuch ab, um mehr über die EcoCAR

Challenge zu erfahren. Interessiert verfolgte er die Ausführungen von Kent Helfrich, Powertrain Executive Lead für EcoCAR und Director für Powertrain Software Engineering bei GM, der das EcoCAR-Programm vorstellte.

Aus Überzeugung lernen

Alex Koch, Student der Universität Waterloo, sieht in der EcoCAR Challenge ein große Herausforderung. Um an dem Universitätsprogramm für höhere akademische Grade teilzunehmen und als Teamleiter von EcoCAR zu fungieren, lehnte er sogar ein anderes attraktives Jobangebot ab. „Nirgendwo anders kommt man der modernen Fahrzeugentwicklung so nahe“, erklärt Koch, „bis in die Nacht zu arbeiten und am nächsten Tag wieder früh aufzustehen, um sich wieder voll reinzuknien, sind Anstrengungen, die wir für das Projekt gerne in Kauf nehmen. Sie geben uns das Gefühl, an etwas Großem, etwas sich Lohnendem und etwas Besonderem teilhaben zu können.“

Green Success

Grüne Antriebstechnologien mit dSPACE

dSPACE ist seit über zwei Jahrzehnten aktiver Partner der Automobilindustrie in der Erforschung und Entwicklung neuer Antriebstechnologien. dSPACE-Produkte waren bei der Optimierung von Downsizing-Motoren, Elektroautos, Hybridantrieben (Mikro-, Mild-, Vollhybrid) sowie bei der Entwicklung von Wasserstofffahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb und vielem mehr im Einsatz.

Weitere Informationen unter www.dspace.com

Arnold Schwarzenegger besucht den Stand von GM auf dem SAE World Congress und informiert sich dabei über die EcoCAR Challenge.



„Die professionellen Tools, Technologien und Schulungen geben Bildungsmöglichkeiten, die sich vielen Ingenieuren sonst nicht bieten und den Studenten in höheren Fachsemestern viele Türen öffnen.“

John Robbins, Informatikstudent an der Mississippi State Universität

John Robbins, Informatikstudent an der Mississippi State Universität, sagt, dass der EcoCAR-Wettbewerb für Studenten zudem sehr lehrreich sei. „Die Arbeit an dem EcoCAR-Projekt macht mir sehr viel Spaß“, so Robbins, „die professionellen Tools, Technologien und Schulungen geben Bildungsmöglichkeiten, die sich vielen Ingenieuren sonst nicht bieten und den Studenten in höheren Fachsemestern viele Türen öffnen.“

Umweltfreundliche Fahrzeugtechnologie mit dSPACE-Produkten

Als einer der wichtigsten Sponsoren stellt dSPACE eine Tool-Suite zur Verfügung, mit der die Studenten anspruchsvolle Regelstrategien, Simulationen, Fahrzeugintegrationen und Testaktivitäten entwickeln und anwenden können. Zudem stehen dSPACE-Ingenieure den EcoCAR-Teams, die dSPACE-Werkzeuge in ihren Anwendungsprojekten einsetzen, beratend zur Seite. Zu den von

dSPACE bereitgestellten Werkzeugen zählen:

- MicroAutoBox-/Rapid-Prototyping-Systeme mit ControlDesk (grafische Experiment-Software). Diese Tools dienen der Projektüberwachung und -kontrolle.
- Mid-Size-HIL (Hardware-in-the-Loop)-Simulatoren für den Test neuer Regelalgorithmen
- CalDesk für Messung und Applikation der dSPACE- und Nicht-dSPACE-Controller
- SystemDesk für Planung, Implementierung und Integration komplexer Systemarchitekturen und verteilter Software-Systeme
- TargetLink zur automatischen Seriencode-Generierung

Kommunikation und Regelung mit der dSPACE MicroAutoBox

„Ich bin begeistert, dass die Reglerentwicklung durch dSPACE-Mid-Size-Simulatoren und andere Tools so stark vereinfacht wird“, so Koch, „die dSPACE-Simulatoren helfen uns, Probleme zu erkennen, die andernfalls bis zur Fahrzeugtestphase unbemerkt bleiben würden. Durch HIL sparen wir Zeit und viel Kopfzerbrechen.“ Das Team von Koch setzt die MicroAutoBox als Haupt-Fahrzeugcontroller in ihrem Plattformfahrzeug ein. „Die MicroAutoBox übernimmt die Kommunikation und die Regelung aller neuen Hybrid-Antriebsstrangkomponenten, die wir innerhalb des nächsten Jahres implementieren“, erklärt er weiter. „ControlDesk und

die MicroAutoBox erleichtern definitiv die Problemsuche und den Applikationsprozess und sind zudem leicht zu bedienen.“

Laut Robbins kann das Team durch die HIL-Simulatoren und die MicroAutoBox jeden erdenklichen Regel- und Simulationsansatz ihrer Fahrzeuge ausprobieren. „Die Werkzeuge von dSPACE ermöglichen es uns, Ideen experimentell schnell umzusetzen, und genau das brauchen wir. Zudem bietet dSPACE erstklassige Schulungen und die Tools gehören zu den bestdokumentierten der Industrie.“

Grüne Fahrzeugarchitektur entwickeln

Während des dreijährigen EcoCAR-Wettbewerbs müssen die Teams ein serienreifes Prototypfahrzeug entwickeln und die Implementierung ihrer „grünen“ Fahrzeugarchitektur demonstrieren.

Auf einer Pressekonferenz auf der Washington Auto Show in Washington D.C. am 3. Februar stellten die Teams ihre gewählten Architekturen vor: Extended Range Electric Vehicles (EREV), Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV), Full Function Electric Vehicles (FFEV) und Fuel Cell Plug-in Hybrid Electric Vehicles (FCPHV).

Diese Architekturen spiegeln unterschiedliche Technologieansätze wider, wobei jeder Fahrzeugentwurf Folgendes erfüllen muss:

- Plug-in-Fähigkeit
- Moderne Lithium-Ionen-Batterietechnologie für mehr Ladekapazität
- Geringerer Energieverbrauch
- Einsatz erneuerbarer Energien für die Stromerzeugung, um auf Erdöl verzichten zu können und somit Treibhausgasemissionen zu reduzieren
- Erfüllung der gesetzlichen Sicherheitsanforderungen

Studenten nahmen im Januar an einem Workshop zum Thema HIL-Simulatoren und anderen dSPACE-Produkten teil.





Einige der EcoCAR Challenge-Teams waren zu Besuch bei dSPACE Inc.

Wettbewerbsbewertung

Bewertet werden die Best-Practices-Vorgehensweise und -Werkzeuge für die Entwicklung der Regelalgorithmen. Die Studenten setzen modellbasierte Entwicklung, Rapid Prototyping, Software-in-the-Loop (SIL)-Simulation und HIL-Simulation ein. Diese Umgebung macht es möglich, komplexe Reglerentwürfe schnell zu implementieren und schon früh gegen Echtzeitsimulationen zu testen, noch bevor sie im realen Fahrzeug verbaut werden.

„In den letzten 20 Jahren konnten wir eine bemerkenswerte Entwicklung in Reifegrad und in der Komplexität automotiver Technologien beobachten“, so Kristen De La Rosa, Director of Advanced Vehicle Technology Competitions, Center For Transportation Research Argonne National Laboratory. „Um industrie-relevant zu bleiben, wurde das Wettbewerbsprogramm deutlich ausgebaut und setzt auf Technologien und Vorgehensweisen auf dem neuesten Stand. Zum Beispiel

können die Teams mit den dSPACE-Werkzeugen HIL-Simulationen durchführen, mit denen sie ausgeklügelte Hybrid-System-Controller im virtuellen Fahrzeug testen und validieren, bevor das tatsächliche Fahrzeug gebaut wird.“

In einem EcoCAR-Workshop bei dSPACE bekamen die Studenten Tools und Equipment an die Hand und wurden außerdem geschult, um anschließend die Leistungsmodellierung, den Regelsystementwurf und die Simulationsvorgänge zu verbessern.

Umweltfreundliche Verkehrsmittel einsetzbar machen

Die EcoCAR Competition Finals zur Bewertung des ersten Jahres fanden vom 7.-13. Juni 2009 in Toronto, Kanada, statt. Eine Jury bewertete jedes Team in Bezug auf den Einsatz modellbasierter Entwurfswerkzeuge, um sicherzustellen, dass die Komponenten in das Prototypfahrzeug passten und die elektrischen, mechanischen und Software-Systeme

funktionierten. Auch wurde bewertet, wie effektiv die Teams SIL- und HIL-Simulationen für die Entwicklung der Regelungen und Teilsysteme einsetzten und wie sie ihre Projekte nach außen kommunizierten. Gesamtsieger des Wettbewerbs wurde die Ohio State University, dicht gefolgt von der University of Victoria und der Mississippi State University. Alle drei Siegerteams verwendeten die dSPACE-Werkzeuge Hardware-in-the-Loop und Rapid Prototyping. Weitere Preise gab es unter anderem für das beste Design, den besten technischen Report und die beste Präsentation. Auch dSPACE zeichnete mit dem „Embedded Success Award“ drei Teams aus, die ihre Fahrzeugentwürfe mit dSPACE-Equipment konstruierten.

Im zweiten und dritten Jahr des EcoCAR Wettbewerbs implementieren die Teams ihre Fahrzeugentwürfe in einem Prototyp.

Weitere Informationen zu EcoCAR unter www.ecocarchallenge.org. ■



10 Jahre

2008

TargetLink

Meilensteine einer Erfolgsgeschichte

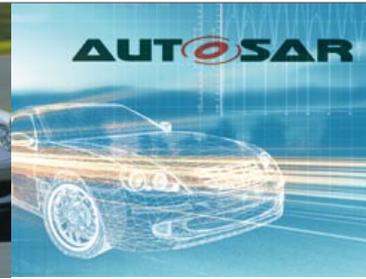


Die automatische Seriene-Generierung ist eine der entscheidenden Phasen bei der Entwicklung von Steuergeräten und Embedded Software. Seit seiner Markteinführung 1999 hat der Seriene-Generator TargetLink eine erstaunliche Erfolgsgeschichte geschrieben. In der Automobilindustrie gilt TargetLink als der etablierte Code-Generator. Die Liste der automotiven TargetLink-Anwendungen erstreckt sich über alle Fahrzeugdomänen wie Antriebsstrang, Fahrwerk, Fahrerassistenz, Komfort- sowie aktive und passive Sicherheitssysteme. Auch für die Entwicklung sicherheitskritischer Systeme in der Luftfahrt kommt TargetLink seit vielen Jahren zum Einsatz. Im Herbst 2009 wird TargetLink seit 10 Jahren erfolgreich auf dem Markt sein. Gehen Sie mit uns auf Zeitreise und erfahren Sie mehr über die Meilensteine der TargetLink-Erfolgsgeschichte von 1999 bis heute!

Sicherheitskritische Anwendung: Kabinendruckregelung für den A380.

Die Abteilung Motorsteuergeräte-Entwicklung von Daimler setzt auf TargetLink.

TargetLink bietet Unterstützung für AUTOSAR-Software-Komponenten.



1999

Die Revolution: Vom Simulink®-Modell direkt ins Steuergerät

Mit der Markteinführung im Herbst 1999 revolutioniert TargetLink die Steuergeräteentwicklung: Auf Knopfdruck lässt sich aus dem Reglermodell serienreifer Code generieren und dieser direkt in das Steuergerät übertragen. Die übliche Handprogrammierung entfällt. Noch im Jahr 1999 starten erste Serienprojekte. Daimler führt ein Forschungsprojekt für einen Hybrid-Lkw mit TargetLink in nur 3 Monaten durch.

2001

Top-Benchmarkergebnisse überzeugen die Industrie

Durch hervorragende Benchmark-Ergebnisse sorgt TargetLink für Furore und überzeugt die internationalen Hersteller und Zulieferer der Automobilindustrie. Außerdem gewinnt TargetLink als „Missing Link“ zwischen Funktionsmodell und Steuergerät an Attraktivität: Dieser Seriencode-Generator schließt endlich die entscheidende Lücke im Entwicklungsprozess und sorgt für vollständige Durchgängigkeit. Auch im Off-Highway-Bereich wird TargetLink geschätzt: Ein internationaler Landmaschinenhersteller entwickelt erfolgreich Traktorgetriebe- und weitere Steuerkomponenten mit TargetLink.

2003

Ganze Abteilungen setzen auf TargetLink

TargetLink bewährt sich als Werkzeug für große Projektteams und lässt sich gut in den Entwicklungsprozess integrieren. Klar, dass der „Programmierer“ TargetLink nun voll dazugehört, wie das Beispiel von Daimler zeigt. Hier hat man die gesamte Motorsteuergeräte-Entwicklung abteilungsweise auf automatische Code-Generierung mit TargetLink umgestellt.

```
static void FuelRateCalculation(Void)
```

```
/* SLLocal: Default storage class for local variables | Width: 16 */
```

```
Int16 Sa3 F_A; 1999
```

```
2000
```

```
2001
```

```
2002
```

```
2003
```

```
Description: F/A
```

```
LSB: 20-17 OFF: 0 MIN/MAX: 0-25 0-2499923706055 t/:
```

2000

Schon drin: TargetLink-Code in Serie

TargetLink stößt auf großes Interesse in der Automobilindustrie. OEMs und Zulieferer weltweit starten Evaluierungs- und Pilotprojekte, deren Resultate in Serie verwendet werden.

Nissan bringt mit einer Motorsteuerungskomponente des 2000er Sentra das erste mit TargetLink entwickelte Serienprodukt auf den Markt. Dieses und weitere Projekte führen zu beeindruckenden Ergebnissen.

2002

Erste sicherheitskritische Luftfahrtanwendung

Für die Luftfahrtindustrie gelten besonders hohe Sicherheitsanforderungen. Wie das Beispiel einer Kabinendruckregelung von Nord-Micro zeigt, hat sich TargetLink auch in der Luftfahrt sehr erfolgreich bewährt:

- Code-Zertifizierung nach dem höchsten Sicherheitsstandard der Luftfahrt DO178B Level A
- Verkürzung der Entwicklungszeit um 50%

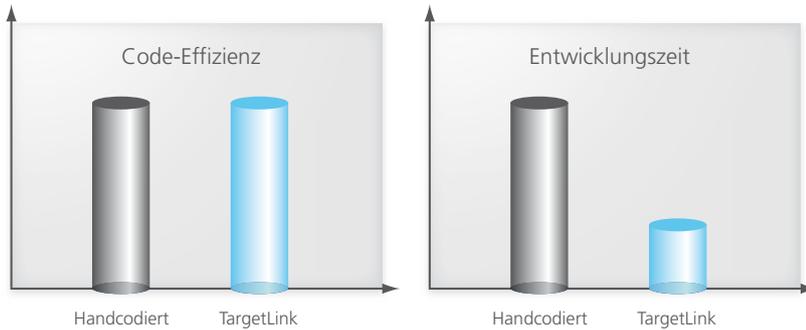
Eine Reihe von Passagierflugzeugen, auch der A380, sind mit dieser Kabinendruckregelung ausgestattet.

2004

Neue Features: Mehr als ein Code-Generator

Um starke Funktionen erweitert, setzt TargetLink neue Maßstäbe:

- dSPACE Data Dictionary zur Verwaltung von Datensätzen kompletter ECU-Applikationen
- Serienreife Implementierung von OSEK und Multi-Rate-Modellierungen
- Code-Coverage-Analysen und inkrementelle Code-Generierung



Erstklassige Benchmarkergebnisse überzeugen die Industrie.

2005

Im Test der Beste

Die modellbasierte Entwicklung ist auf dem Vormarsch – und damit die automatische Code-Generierung. Beeindruckend, wie TargetLink sowohl neue Anwender als auch in neuen Anwendungsbereichen immer wieder überzeugt. Mit BMW hat sich ein weiterer großer OEM nach Evaluierung von aktuell am Markt verfügbaren Seriercode-Generatoren für TargetLink entschieden.

2007

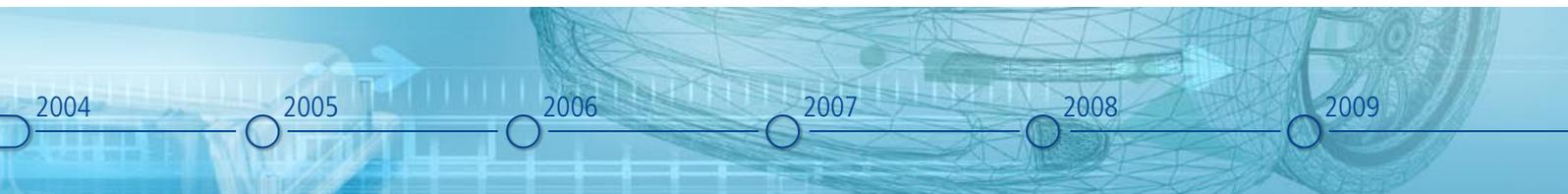
MISRA-Modellierungsrichtlinien für TargetLink

Die MISRA (Motor Industry Software Reliability Association) veröffentlicht für TargetLink als ersten und bisher einzigen Seriercode-Generator offizielle MISRA-Modellierungsrichtlinien (MISRA AC-TL). Mit diesem Release untermauert TargetLink seine Position als weltweit führender Seriercode-Generator im Automobilbereich. Die Richtlinien adressieren insbesondere Aspekte der funktionalen Sicherheit.

2009

Die Nr. 1 für professionellen Code

TargetLink ist seit 10 Jahren erfolgreich auf dem Markt und weltweit branchenübergreifend im Einsatz. In der Automobilindustrie gilt TargetLink als der etablierte Code-Generator. Bereits seit vielen Jahren ist TargetLink in der Luftfahrt für die Entwicklung sicherheitskritischer Systeme im Einsatz (siehe auch dSPACE Magazin 1/2009, Kundenbericht „Höchste Sicherheit“).



2006

TargetLink unterstützt AUTOSAR

Erstmals schlägt ein Code-Generator die Brücke vom modellbasierten Entwurf zu serienreifer, AUTOSAR-konformer Steuergeräte-Software. TargetLink bietet umfangreiche Unterstützung für Modellierung, Simulation und Code-Generierung von AUTOSAR-Software-Komponenten.

2008

TargetLink 3.0: Die Erfolgskombination

Das Beste aus zwei Welten: TargetLink 3.0 bietet mit dem neu designten Blockset zusätzlich zu den bewährten TargetLink-Features eine noch engere MATLAB®/Simulink-Integration, so dass sich eine Fülle von Simulink-Drittanbieter-Werkzeugen für TargetLink-Modelle nutzen lässt. Auch unterstützt TargetLink 3.0 die Referenzierung von Modellen und erleichtert so modulare, verteilte Entwicklungsprozesse.

TargetLink-Code ist auch im Off-Highway-Bereich im Einsatz.



5 Sterne für dSPACE

Mechatronik erfordert
höchste Software-Qualität



So hoch die Anforderungen an Embedded Software heute sind, so enorm sind auch die Anforderungen an die benötigte Entwicklungs- und Testsoftware. Was das für die dSPACE-Produkte konkret bedeutet, erläutert Dr. Hans Joachim Rabe, Leiter der Produktentwicklung bei dSPACE.



Wie kommt es, dass Entwicklungswerkzeuge für Embedded Software so außerordentlich hohen Anforderungen genügen müssen?

Bei Embedded Software, insbesondere in sicherheitskritischen Anwendungen, dürfen keine Ausfälle auftreten. Bei einem ESP-Regler etwa können Sie dem Fahrer nicht sagen: „So, bitte warten Sie eben, bis der Controller neu hochgefahren ist, dann probieren wir es noch mal mit dem Bremsen.“ Die Embedded Software und die zugehörige Hardware müssen perfekt funktionieren. Aus diesen rigorosen Anforderungen folgt, dass an die Entwicklungs- und Testsoftware – in diesem Fall die dSPACE-Produkte – ebenfalls sehr hohe Anforderungen zu stellen sind. Auch Anwendungen außerhalb der Automobilindustrie sind hochkomplex und stellen qualitativ sehr hohe Anforderungen an die Werkzeuge. Kurzum: Wir sind für alles gerüstet.

Was versteht dSPACE unter Software-Qualität?

Software-Qualität bedeutet bei dSPACE nicht nur eine geringe Fehlerzahl oder das Bestehen formaler Anforderungen und Abnahmetests. Angesichts der hohen Kundenanforderungen wird Qualität bei dSPACE viel breiter verstanden. Schon von Beginn der Produktentwicklung an setzen wir umfassende Qualitäts-Richtlinien für das Design der dSPACE-Produkte und die begleitenden Dienstleistungen ein.

Was genau muss man sich unter den dSPACE-Qualitäts-Richtlinien vorstellen?

Der Kriterienkatalog beinhaltet nicht nur die „klassischen“ Best Practices der Software-Entwicklung, sondern umfasst unter anderem die Software-Benutzerfreundlichkeit und den Kundensupport, ebenso wie die Unterstützung von Industrie-Standards, die



„Einen früh gefundenen Fehler kann man oft noch mit überschaubarem Aufwand reparieren.“

Dokumentation und die Schulung der Anwender. Der Einsatz solcher Qualitäts-Richtlinien hat auch die vom Kunden geforderte und von dSPACE angebotene offene Toolkette geprägt, durch die dSPACE-Produkte mit Drittanbieterprodukten kombiniert werden können. Auch die Automatisierungsfähigkeit der Tools wird von Anfang der Entwicklung an mit betrachtet.

Welche Rolle spielt denn die Automatisierung in heutigen Entwicklungsprozessen?

Schnelle Entwicklungszyklen und eine Null-Fehler-Politik sorgen in vielen Bereichen dafür, dass beim Kunden unzählige Tests in sehr kurzer Zeit durchgeführt werden müssen. Die Komponenten der Werkzeugkette müssen daher direkt miteinander kommunizieren und automatisierte Eingriffe zulassen. Manuelle Zwischenschritte wären in vielen Bereichen vom Aufwand und der Zeit her unmöglich.

Wie spiegelt sich die Automatisierungsfähigkeit in den dSPACE-Werkzeugen wider?

Man erwartet von uns, dass dSPACE-Produkte die geforderten Automatisierungsmöglichkeiten und -schnittstellen mit an Bord haben – was auch der Fall ist. Beispiele sind die TargetLink Automation API, das CalDesk Automation Module sowie die Automatisierungsfeatures in ControlDesk. Zudem haben wir mit AutomationDesk ein leistungsfähiges Automatisierungstool im Angebot. Die Umsetzung der Automatisierung und die Entwicklung von Prozessen und Tests mit erfahrenen Ingenieuren bieten

wir unseren Kunden auf Wunsch als Engineering-Dienstleistungen an.

Wie werden dSPACE-Software-Produkte getestet?

Mehr als ein Drittel des Projektaufwands geht in den Produkttest. Ob Unit-Tests, regelmäßige Build-Läufe, Integrationstests oder auch Usability-Tests – wir testen unsere Produkte auf Herz und Nieren. Dabei machen auch wir selbst von den umfangreichen Automatisierungsfähigkeiten unserer Produkte Gebrauch, um eine große Zahl von Szenarien und Varianten vor

„Gerade erfahrene Mitarbeiter in der Entwicklung versetzen sich in die Rolle der Kunden hinein und überprüfen kritisch die eigenen Arbeitsergebnisse.“

der Produktauslieferung zu prüfen. Die Vielzahl von Tests wäre ohne einen sehr hohen Automatisierungsgrad nicht zu bewältigen.

Wie wichtig ist heute generell das Thema „Testen“?

Ich bin besonders bei Bewerbungsgesprächen immer wieder erstaunt, dass die meisten Informatiker in ihrer Ausbildung zwar viel über die Software-Entwicklung, Algorithmen, Architekturen etc., jedoch kaum etwas über Software-Tests erfahren haben. Es ist doch so: Einen früh gefundenen Fehler kann man oft noch mit überschaubarem Aufwand reparieren. Später gefunden, kann derselbe Fehler das ganze Projekt gefährden. Es kommt mir oft so vor, als ob Testen in der Ausbildung als eher lästige Zusatzaufgabe empfunden wird, während das Essen-

tielle vermeintlich in der konkreten Programmentwicklung liegt. In Wirklichkeit aber sind Testentwicklung und -durchführung eine hohe Kunst und eine Aufgabe, die Expertenwissen erfordert. Alle Tester bei dSPACE sind daher ISTQB-zertifiziert (ISTQB: International Software Testing Qualifications Board).

Wo liegen heute die größten Aufwände im Software-Entwicklungsprozess?

Hohe Aufwände entstehen außer in der reinen Software-Erstellung besonders in folgenden drei Bereichen: Erfassen und Konsolidieren der Anforderungen, Entwickeln der nötigen, oft innovativen Konzepte und Architekturen und dem umfassenden Testen der Software.

Wie spiegeln sich die hohen dSPACE-Qualitätsansprüche in Qualifikation und Arbeitsweise der Mitarbeiter wider?

dSPACE stellt hohe fachliche und Soft-Skill-Anforderungen an seine Mitarbeiter, um dem Kunden die geforderte Produkt- und Dienstleistungsqualität zu bieten. Übrigens zeigt sich regelmäßig, welche hohen Qualitätsansprüche die dSPACE-Mitarbeiter auch an sich selbst haben: gerade erfahrene Mitarbeiter in der Entwicklung versetzen sich in die Rolle der Kunden hinein und überprüfen kritisch die eigenen Arbeitsergebnisse. Diese Haltung ist gerade auch im Kundensupport wertvoll. Es kommt nicht von ungefähr, dass wir für den Support seit Jahren in Kundenzufriedenheitsumfragen immer wieder Bestnoten erhalten.

Vielen Dank für das Interview!

Durchstarten!

Mit dem richtigen Standard

Einführungsszenarien in den AUTOSAR-Standard
mit Fallstudien aus der Industrie



Die Ausgangssituation in Sachen Steuergeräteentwicklung dürfte in nahezu allen Fällen ähnlich sein: eine Entwicklungsmethodik ist eingeführt, die Werkzeugketten und Prozesse sind installiert und im Einsatz. An ihnen wird gelegentlich optimiert – Revolutionen sind jedoch nicht vorgesehen. Klar, besteht das vorrangige Ziel doch darin, mit effizienten Werkzeugen und Prozessen erfolgreich und schnell neue Produkte auf den Markt zu bringen und sich nicht zum Selbstzweck mit der Infrastruktur zu beschäftigen. Da kommt ein neuer Standard, der in viele Entwicklungsbereiche eingreift, nur bedingt gelegen.

Der AUTOSAR-Standard bietet zwar genau die Lösungsprinzipien zur Beherrschung komplexer Software-Architekturen, die in den Entwicklungsabteilungen häufig gefordert werden, wirft jedoch vor seiner Einführung auch viele Fragen auf. Kann man existierende, ausgereifte Funktionssoftware bzw. deren Modelle weiterverwenden? Ist die spezifizierte, ausgeklügelte Kommunikation des Steuergeräteverbands noch zu gebrauchen? Benötigt man ein Entwicklerteam, das parallel zur herkömmlichen Entwicklung AUTOSAR-Projekte durchführt? Welche Tools sind erforderlich, und welche braucht man evtl. nicht mehr? Wie geht man bei der Softwareentwicklung strategisch vor: möglichst viel neu machen oder die maximale Wiederverwendung anstreben? Die Fragen nehmen kein Ende.

Annäherung durch Szenarien

Anhand praxiserprobter Szenarien soll aufgezeigt werden, wie man das Thema AUTOSAR angehen kann. Da die Ausgangssituation aufgrund von Firmen- und Projektkonventionen immer unterschiedlich sein wird, können die Szenarien bestenfalls eine grobe Annäherung an die jeweiligen Erfordernisse beschreiben. Es sollte jedoch möglich sein, grundsätzliche Präferenzen auszumachen. Die aufge-

zeigten Wege orientieren sich an tatsächlich durchgeführten Projekten in verschiedenen Unternehmen. Gerade die unterschiedlichen Ansätze zeigen, dass für die jeweilige Situation eine geeignete Vorgehensweise gefunden werden muss.

AUTOSAR-Quintessenz

Der AUTOSAR-Standard ist vielschichtig. Der Standard

- identifiziert die Beschreibungselemente, die im System- und Architekturentwurf genutzt werden können,
- legt ein Datenaustauschformat fest, mit dem diese Elemente beschrieben werden können,
- führt ein Schichtenkonzept einer Steuergeräte-Softwarearchitektur mit Schnittstellenvereinbarungen ein, und
- beschreibt einen Ablaufrahmen zur Software-Entwicklung nach AUTOSAR.

Folglich kann der Standard an sehr unterschiedlichen Stellen in einem AUTOSAR-Projekt sichtbar werden. Angesichts des Umfangs des Standards ist zu erwarten, dass die Einführung schrittweise erfolgen wird. Vor einer Einführung ist zunächst die Frage zu klären, wie die AUTOSAR-konformen Beschreibungen entstehen.

AUTOSAR

Szenario 1: Bottom-Up-Ansatz

Voraussetzungen für die einfache Gewinnung von AUTOSAR-Beschreibungen sind, dass die Software-Entwicklung für Steuergeräte schon jetzt nach firmen- oder projektspezifischen Vorgaben erfolgt sowie geeignete Richtlinien und Strukturierungsansätze existieren. Signallisten, Module und Parameter werden in Excel-Tabellen, A2L-Dateien, grafischen Modellen oder anderen Formaten gespeichert.

Um vorhandene Applikationssoftware in ein AUTOSAR-Projekt zu migrieren, kann man die vorhandenen Datenkataloge in das AUTOSAR-Format transformieren. Dieser Schritt ist einmalig erforderlich.

mit dSPACE vorgenommen und dauerte etwa ein halbes Jahr.¹

Szenario 2: Instrumentale Alternative

Szenario 1 lässt sich auch so abwandeln, dass sowohl AUTOSAR als auch klassische Entwicklungen durchführbar sind. Dazu bleiben die bestehenden Modelle, C-Codes und Datenkataloge einschließlich der damit verbundenen Toolketten erhalten. Die vorliegenden Beschreibungen werden „instrumentiert“, so dass an diesen Eingriffsstellen die Beschreibungen für AUTOSAR- und klassische Implementierungen umschaltbar sind. Solche Eingriffsstellen sind entweder auf der Code-Ebene

kennzeichnend ist die strategische gesamtheitliche Ausrichtung.

Beispiel Body-Steuergerät

Im Fall des OEMs Daimler AG wurde zur Einführung des Standards die Softwarearchitektur konsequent in Applikations- und Basissoftwareanteile aufgeteilt, die über eine definierte Schnittstelle miteinander kommunizierten. Basis für die Definition dieser Schnittstelle war der AUTOSAR-Standard. Die Basissoftware und die Standard-Softwarearchitektur basierten zunächst auf einem etablierten Standard-Core und wurden um ausgewählte AUTOSAR-Softwaredienste ergänzt. Durch dieses initial ausgewählte Vorgehen war die Netzwerk-Kompatibilität der so entwickelten Steuergeräte mit klassisch entwickelten Steuergeräten weiterhin gegeben. Dadurch war eine schrittweise Einführung der AUTOSAR-Technologie möglich.²

Mit AUTOSAR machen wir nicht alles neu; wir sprechen nur eine andere Sprache.

Er ist beherrschbar, wenn die Datenkataloge konsistent gepflegt wurden. Eine formal auswertbare Struktur ermöglicht sogar den Einsatz automatischer Skripte.

Beispiel Motorsteuerung

Ein Beispiel dafür ist ein Projekt des Zulieferers Magneti Marelli S.p.A. Die konkrete Aufgabe bestand darin, die Software eines bereits existierenden Motorsteuergeräts vollständig nach AUTOSAR zu migrieren und wiederum auf demselben Steuergerät zu implementieren. Um dies umzusetzen, wurden beispielsweise Informationen, die zur Rekonstruktion der Software-Architektur und des Schedulings wichtig waren, aus den existierenden Steuergerätedaten extrahiert und per Skript in die Systemarchitektursoftware dSPACE SystemDesk transferiert. Die Migration wurde von den Entwicklern des Unternehmens in Zusammenarbeit

möglich, beispielsweise in Form von Makros für Zugriffsfunktionen, oder auf der Modell-Ebene, beispielsweise durch Verwendung des dSPACE TargetLink AUTOSAR Blocksets mit nachgelagerten Generierungsalternativen.

Szenario 3: Top-Down-Ansatz

Ein anderer Ansatz geht von der Architekturebene aus. Hierbei wird zunächst das System geplant und dann die Verhaltensmodellierung der Funktionen vorgenommen. Dabei setzt man konsequent auf die AUTOSAR-Beschreibungsformate im Software-Entwicklungsprozess. Autorenwerkzeuge wie SystemDesk zur grafischen Modellierung von Software-Komponenten kommen hier ebenso zum Einsatz wie zentrale Datenbanken zur Verwaltung aller Projektdaten. Die vorher genannten Szenarien sind in diesem Szenario auch enthalten und darstellbar. Aber

Vorteile durch AUTOSAR

Nachdem AUTOSAR-konforme Beschreibungen vorliegen, ergeben sich innovative Einsatzmöglichkeiten im Rahmen von Prozessen, Werkzeugketten und Methoden.

Datenaustausch

Die Stärken von AUTOSAR zeigen sich unter anderem im Datenaustausch zwischen Fahrzeugherstellern und Zulieferern. Es ist möglich, Projektvereinbarungen zu treffen, die auf einem Standard basieren. Eine Erkenntnis aus dem ersten AUTOSAR-Serienprojekt der Daimler AG: „Die Voraussetzung für einen prozesssicheren und breiteren Einsatz der modellbasierten Entwicklung ist somit eine einheitliche lieferantenübergreifende Softwarearchitektur und eine standardisierte Beschreibung der Metadaten.“²

Je strukturierter die bisherigen Prozesse und Methoden definiert sind, desto einfacher gelingt die Migration nach AUTOSAR.

Der AUTOSAR-Standard erfüllt diese Forderungen. Diese Vorteile sind auch innerhalb eines Unternehmens, beispielsweise eines Zulieferers mit weltweiter Präsenz darstellbar. Software-Module, die nach einem Standard wie AUTOSAR einheitlich erfasst werden, können in allen Regionen und Ländern in gleicher Weise aus einem zentralen Repository bezogen und eingesetzt werden.

Werkzeugkopplung

Erleichtert werden auch Kopplungen zwischen Werkzeugen. Es ist leichter möglich, Software-Komponenten in einem Autorenwerkzeug wie SystemDesk mit Funktionsbeschreibungen in einem Werkzeug wie MATLAB®/ Simulink® oder TargetLink zu verknüpfen.

Entsprechendes gilt auch für die Kopplung zwischen Autorenwerkzeug und Werkzeugen für die Konfiguration der Basis-Software.

„Im Zusammenspiel der unterschiedlichen Tools liegt ein Schlüssel für die erfolgreiche Umsetzung der AUTOSAR-Idee. Hierbei stellt dSPACE

mit TargetLink und SystemDesk sowie definierten Dateiformaten und offenen Schnittstellen eine hervorragende Ausgangsbasis zur Verfügung.“³

Offline- und Online-Testprozess

Zusätzlich zum Entwurfsprozess ergeben sich durch AUTOSAR auch neue Möglichkeiten für den Testprozess. Durch die formale Beschreibung von Applikationssoftware nach AUTOSAR lassen sich mit einem Systementwurfswerkzeug die Software-Module frühzeitig simulieren. Die Audi Electronics Venture GmbH führte eine virtuelle Integration eines vernetzten Regelsystems mit SystemDesk durch. Das System konnte mit einer Testautomatisierung auf dem PC systematisch simuliert und analysiert werden. Als Zukunftsszenario ist vorstellbar, dass Bestandteile der Offline-Simulation für den Steuergerätetest am Simulator wiederverwendbar sind.⁴ Ergänzend kann dieser Testprozess nicht nur die Applikationssoftware, sondern auch Dienste der Plattform-Software umfassen, beispielsweise Diagnosedienste. Dies zeigt ein Pro-



AUTOSAR Literaturverzeichnis

¹ Alessandro Palma, Luigi Romagnoli, Walter Nesci, Magneti Marelli: Motorsteuerung alla AUTOSAR – Magneti Marelli migriert Steuergeräte-Software in den AUTOSAR-Standard. dSPACE Magazin 2/2008.

² Christian Dziobek, Dr. Florian Wohlgemuth, Dr. Thomas Ringler, Daimler AG: AUTOSAR im Entwicklungsprozess – Vorgehen bei der Serien-Einführung der modellbasierten AUTOSAR-Funktionsentwicklung mit TargetLink. dSPACE Magazin 1/2008.

³ Dr. Karsten Schmidt, Frank Gesele, Audi Electronics Venture GmbH: Systematische AUTOSAR-Migration. In: dSPACE NEWS 1/2008.

⁴ Dr. Karsten Schmidt, Dipl.-Inf. Stephan Reichelt, Dipl. Ing. Marko Maleuda, Audi Electronics Venture, Dr. Dirk Stichling, Dr. Oliver Niggemann, dSPACE GmbH: Durchgängige Systemtests – Von der virtuellen Integration bis zum Verbundtest. ATZelextronik 06/2008.

⁵ Matthias Kohlweyer, Valentin Adam, Daimler AG, Heinrich Balzer, Universität Paderborn, Oliver Niggemann, Dirk Fleischer, dSPACE GmbH: Using Simulation to Verify Diagnosis Algorithms of Electronic Systems. SAE Paper No. 2009-01-1043 Detroit, USA.

Zusammenfassung

Die Entwicklung modularer und verteilter Regelsysteme setzt eindeutige Definitionen von Schnittstellen, Sprachen und Protokollen voraus. Der AUTOSAR-Standard bietet Lösungsprinzipien für deren effiziente Entwicklung. Anhand von Szenarien lassen sich prinzipielle Vorgehensweisen bei der Einführung von AUTOSAR darstellen. Fallstudien belegen, wie diese in Entwicklungsprojekten umsetzbar sind und welche Vorteile sich dabei ergeben. Die AUTOSAR-Einführungsprojekte zeigen, dass durch eine durchgängige Toolunterstützung auch umfangreiche Projekte beherrschbar bleiben.

Möchten Sie mehr über die Anwendung und den Nutzen von AUTOSAR in Ihren Projekten erfahren? Wir beraten Sie gern: info@dSPACE.de oder +49 5251 16380.

jekt bei der Daimler AG für die Validierung von Diagnosefunktionen in sehr frühen Entwicklungsphasen. Dabei werden Testvektoren herkömmlicher Diagnostests auf die Offline-Simulation mit SystemDesk angewendet. Der virtuelle Fehlerpeicher konnte in Abhängigkeit von der Stimulation ausgewertet und die Fehlereinträge auf Plausibilität geprüft werden.⁵



Honda Aircraft Company entscheidet sich für dSPACE-Simulatoren

Honda Aircraft Company, Inc., hat dSPACE mit der Lieferung eines einsetzfertigen Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulators für die Testeinrichtung HondaJet Integration and Test Facility (ITF) beauftragt. HondaJet ist das erste Flugzeug, das von der Honda Aircraft Company, einer Tochtergesellschaft von Honda Motor Company, Ltd., entwickelt wird. Honda Aircraft Company wird die dSPACE-Simulatoren für automatisierte Integrationstests der elektrischen Teilsysteme verwenden. Serienreife Teilsysteme und LRUs (Line Replaceable Units) werden gegen High-Fidelity-Flugdynamikmodelle, Motormodelle und Prototypen ge-

testet, die auf vernetzten dSPACE-HIL-Simulatoren ausgeführt werden. dSPACE-HIL-Simulatoren stellen Systemingenieuren eine komplette Testumgebung für die Integration der Verbundelektronik inklusive Unterstützung zahlreicher Flugzeugkonfigurationen zur Verfügung. Eine umfangreiche Tool-Suite erleichtert den modellbasierten Entwurf, automatisierte Tests und automatische Fehlergenerierung. Die Umgebung bietet eine vollständig anpassbare Oberfläche, automatisierte Nachverfolgung anhand der Anforderungen und automatische Report- und Dokumentationserstellung.

MicroAutoBox-Features zum besonders günstigen Preis



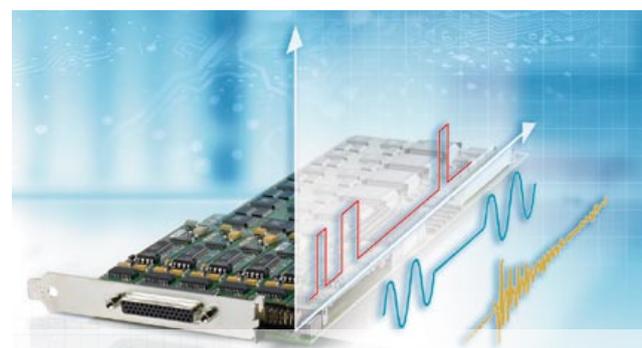
Für viele Gateway- und Bypassing-Anwendungen bietet dSPACE mit der neuen MicroAutoBox 1401/1507 eine besonders preisgünstige Variante der bewährten Prototyping-Einheit. Die neue MicroAutoBox 1401/1507 besitzt die Standard-Prozessor-Einheit mit voller High-End-Prozessor-Performance sowie die Busschnittstellen CAN, LIN und FlexRay der „großen“ MicroAutoBox 1401/1505/1507 zusammen mit einer Bypass-Schnittstelle. Sie verzichtet jedoch auf die Standard-I/O. Diese neue „Light“-Variante mit vielen hochwertigen MicroAutoBox-Features ist für verschiedenste Anwendungen eine preiswerte Lösung und in Kombination mit dem RapidPro Intelligent I/O Subsystem zum Beispiel ideal für Motorsteuerungen geeignet.

Signalerzeugung leicht gemacht

Das DS2302 Direct Digital Synthesis Board – zentrales Hilfsmittel für die leistungsfähige Generierung und Vermessung komplexer Signale bei Steuergerätestests – bietet jetzt erweiterte Möglichkeiten zur Generierung anspruchsvoller Signalformen, zum Beispiel für intelligente Rad-drehzahlsensoren. Mit Hilfe der neuen APU (Angular Processing Unit)-Slave-Schnittstelle für jeden Kanal des Boards und der optionalen Erweiterung durch das Fast-Analog-

Capturing-Modul ist beispielsweise ein genaueres Messen von Einspritzspannungen möglich. Es lassen sich somit Einspritzmengen für direktein-spritzende Motoren – auch bei variablem Ventilhub – leichter berechnen. Möglich wird dies durch neuere Signalprozessoren (TMS320VC33), welche die Geschwindigkeit des Boards im Vergleich zur

Vorgängerversion auf das Zweieinhalbfache steigern, sowie durch einen erweiterten Speicher.



63. Paderborner Osterlauf – dSPACE läuft ...

Zum wiederholten Male beteiligte sich dSPACE am alljährlichen Paderborner Osterlauf, Deutschlands ältestem Straßenlauf. Es herrschte beste Stimmung. Über 8.000 Läufer und Läuferinnen gingen an den Start. dSPACE belegte beim Firmen-Cup über 5 km den 3. Platz. Insgesamt

nahmen 62 dSPACEler an verschiedenen Disziplinen des Volkslaufs teil. Für die Disziplin Handbike-Race hat sich dSPACE auch in diesem Jahr als Sponsor engagiert. Bei Sonnenschein und fröhlichem Miteinander am dSPACE-Aktionszelt nahmen die Handbiker ihre Preise entgegen.



SAE World Congress steht 2009 unter grünem Stern



Ob Networking, Erfahrungsaustausch oder das Neueste aus der Automobiltechnologie, die größte Fahrzeugtechnologie-Messe steht dieses Jahr unter dem Motto „Racing to Green Mobility“. Honda, der diesjährige Gastgeber, erklärt die umweltfreundliche Fahrzeugtechnologie zum Vorreiterthema für die gesamte Automobilindustrie. Auch dSPACE war unter dem Motto „Green Success“ vom 20. bis 23. April auf der SAE im Detroit Cobo Center vor Ort. Interessenten konnten sich über die Neuheiten der dSPACE-Entwicklungsumgebung einschließlich

Tools für die AUTOSAR-kompatible Entwicklung und Hardware-in-the-Loop-Technologie für Hybridfahrzeuge informieren. In diesem Jahr besuchten knapp 16.000 Interessenten aus 49 Ländern vier Tage lang die SAE.

dSPACE SARL zieht um

Die französische dSPACE-Niederlassung ist in ein neues Büro gezogen. Mehr Support- und Schulungsmöglichkeiten für neue dSPACE-Produkte sowie die steigende Anzahl von Engineeringaktivitäten, wie die Kommissionierung von HIL-Simulatoren und das Präparieren von Steuergerätestests erforderten größere Räumlichkeiten. dSPACE SARL ist davon überzeugt, dass die neuen Büros auch den Kunden gefallen.

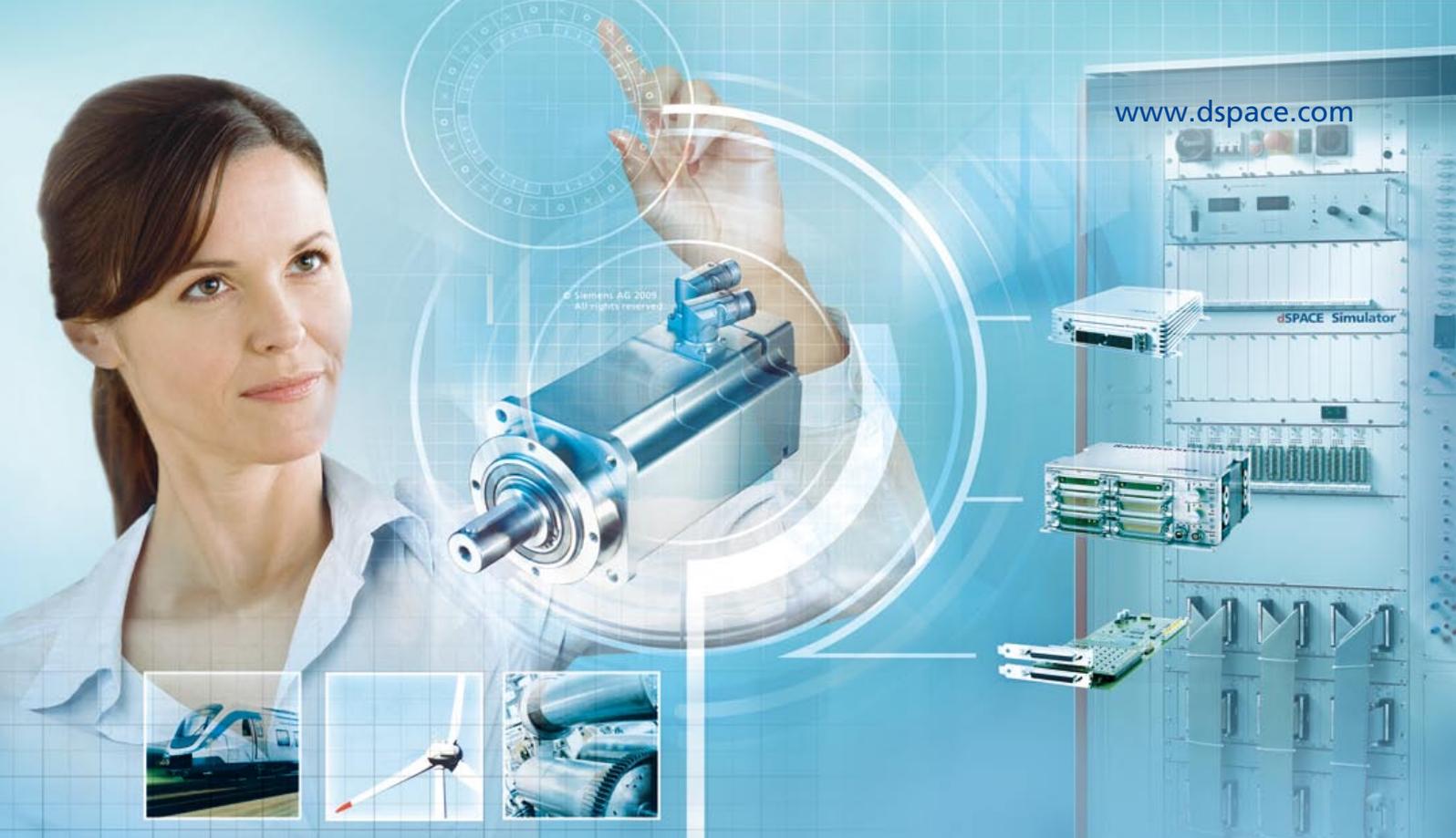
*Die neue Adresse:
dSPACE SARL
7 Parc Burospace
Route de Gisy
91573 Bièvres Cedex
Frankreich*



Bitte teilen Sie uns Ihre Meinung über die Qualität des dSPACE Magazins mit. Senden Sie einfach beiliegende Antwortkarte ausgefüllt an uns zurück! Nutzen Sie die Antwortkarte ebenfalls, um weitere Informationen per Post anzufordern. Vielen Dank!



Gerne können Sie uns Ihr Feedback auch online mitteilen. Weitere Informationen finden Sie unter www.dspace.com/magazine



www.dspace.com

© Siemens AG 2009
All rights reserved.

System Architecture

Rapid Prototyping

ECU Autocoding

HIL Testing

ECU Calibration

Volle Power rund um den Elektromotor



Vom Golfplatz bis zur Medizintechnik, von der Lokomotive bis zur Windkraftanlage, vom Walzwerk bis zum Hybridauto – überall sind Elektromotoren im Einsatz. Und es werden immer mehr. Wer die passenden Steuergeräte entwickeln und testen will, muss gleich mehrere Herausforderungen bewältigen. Zum Beispiel kleine Abtastzeiten und kurze Anregelzeiten. Oder eine exakte Synchronisation. Und das alles mit möglichst hoher Präzision. Kein Problem, wenn man in der richtigen Entwicklungsumgebung arbeitet – kein Problem für dSPACE. Mit den leistungsfähigen dSPACE-Rapid-Prototyping-Werkzeugen entwickeln und optimieren Sie schnell einzelne Funktionen.

dSPACE bietet die passenden Produkte und Lösungen, um Elektromotoren zu simulieren und die dazugehörigen Steuergeräte zu testen. Und mit dem dSPACE-Hardware-in-the-Loop-Simulator bleibt kein Steuergeräte-Fehler unentdeckt, weder im Funktionstest, noch im System- oder Verbundtest. Profitieren Sie von den flexiblen dSPACE-Entwicklungssystemen, von spezieller dSPACE-Hardware für Elektromotoren und von unserem großen Know-how im Bereich von Komplettsystemen. Entwickeln Sie die Zukunft. Mit dSPACE.

Embedded Success

dSPACE