

dSPACE MAGAZIN

2/2012

Audi – Starterbatterie
neu gedacht

STIHL – Zweitaktmotor mit
elektronisch gesteuerter
Einspritzung

CIRA – Testflug mit
unbemanntem Raumgleiter







Es ist ein tolles Gefühl, wenn man sieht, wie breit unsere Werkzeuge eingesetzt werden. Technologisch nicht nur auf eine Branche und Technologie fixiert zu sein, war und ist ein Markenzeichen von dSPACE. Einige der in diesem dSPACE Magazin beschriebenen Anwendungen beweisen es wieder. Und diese Vielfalt spiegelt auch die Herkunft von dSPACE aus der Mechatronik wider, ist sie doch ebenfalls eine allgemeine Disziplin.

Vielen erscheint dSPACE allerdings schon sehr automotiv, und in der Tat ist der automotive Sektor unser Haupt-Wachstumstreiber. So hält er uns gut beschäftigt, sowohl in der Umsetzung von Aufträgen als auch in der Entwicklung. Da gehen uns die Ideen – und natürlich auch die Zwänge – wirklich nicht aus. Anbieter von Produktideenfindungstrainings verdienen an uns jedenfalls nichts. Wir laufen auch so schon unter Vollast. Das dürfte sich in absehbarer Zeit nicht ändern, denn Elektronik und Software werden mehr, nicht weniger. Alle Bemühungen, beispielsweise die Anzahl der Steuergeräte in einem Pkw zu reduzieren,

bedeuten keineswegs, dass alles einfacher wird, es wird nur anders.

Vor zehn Jahren habe ich begonnen, hin und wieder bei zukunftsorientierten Managern in der Automobilindustrie nachzufragen, ob sie nicht langsam glaubten, es sei genug Elektronik im Auto. Die erste Antwort damals lautete: „Nicht einmal in 30 Jahren ist da Ende!“ Es war nicht die letzte Antwort dieser Art, ich höre das auch heute noch. Wir sollen und wollen unfallfrei, bequem und effizient fahren? Dann gibt es noch viel zu tun, denn ohne Elektronik und Software und damit auch ohne Ausbau der Entwicklungs- und Testwerkzeuge ist das nicht zu erreichen. Und dabei bleibt es nicht: Je mehr entwickelt wird und werden kann und je komplexer das alles wird, umso mehr muss auch auf die Prozessunterstützung geachtet werden. Ein Thema, dem sich dSPACE nun über das Datenmanagement mit unserer gerade auf den Markt gebrachten Plattform SYNECT verstärkt zuwendet.

Nur ein Beispiel, das zeigt, wie dSPACE weiter wachsen darf und muss.

Über 1000 Mitarbeiter sind wir schon. Weiteren Raum für neue Arbeitsplätze schaffen wir gerade durch maximale Aufstockung unseres ersten Gebäudes in der Paderborner Zentrale.

Um noch einmal den Gedanken vom unfallfreien und bequemen Fahren aufzugreifen: Ich finde es interessant, wie jetzt die Vision vom autonomen Fahren immer näher rückt. Die erste Berührung damit hatten wir noch an der Universität. Der erste Outdoor-Praxistest der Ur-Keimzelle von dSPACE, Elektronik und Code-Generierung für einen speziellen DSP-Chip, war nämlich die Spurregelung in einem Omnibus von Daimler-Benz vor 30 Jahren. Lenken musste der Fahrer dabei schon nicht mehr. Eine Hand freihalten aber schon. Für den Not-Aus-Knopf und um die Hand nicht weit vom Lenkrad zu haben. Das Vertrauen in Fahrerassistenzsysteme ist da mittlerweile schon etwas größer.

Dr. Herbert Hanselmann
Geschäftsführer



AUDI | SEITE

12



STIHL | SEITE

6

DATENMANAGEMENT- UND
COLLABORATION-SOFTWARE | SEITE

44

IMPRESSUM

dSPACE MAGAZIN wird periodisch herausgegeben von:

dSPACE GmbH · Rathenastraße 26
33102 Paderborn · Deutschland
Tel.: +49 5251 1638-0
Fax: +49 5251 16198-0
dspace-magazine@dspace.com
www.dspace.com

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

Fachredaktion:
Thorsten Bödeker, Ralf Lieberwirth, Sonja Lillwitz,
Julia Reinbach, Dr. Gerhard Reiß, Thomas Pöhlmann

Redaktionelle Mitarbeit an dieser Ausgabe:
Rainer Franke, Hagen Haupt, Jürgen Klahold,
Susanne Köhl, Holger Krumm, Hisako Masuhara,
Andre Rolfmeier, Martin Rühl

Lektorat und Übersetzung:
Robert Bevington, Stefanie Bock, Dr. Michelle
Kloppenborg, Christine Smith

Gestaltung:
Krall & Partner, Düsseldorf
Layout: Sabine Stephan

Druck:
Media-Print Group GmbH, Paderborn

© Copyright 2012

Alle Rechte vorbehalten. Vollständige oder teilweise Vervielfältigung dieser Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Genehmigung und unter Angabe der Quelle gestattet. Die Produkte von dSPACE unterliegen fortwährenden Änderungen. Daher behält sich dSPACE das Recht vor, Spezifikationen der Produkte in dieser Publikation jederzeit ohne vorherige Ankündigung zu ändern. dSPACE ist ein eingetragenes Warenzeichen der dSPACE GmbH in den Vereinigten Staaten und/oder in anderen Ländern. Eine Liste weiterer eingetragener Warenzeichen finden Sie unter www.dspace.com/goto?warenzeichen. Andere Markennamen und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der entsprechenden Unternehmen oder Organisationen.

Inhalt



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

Kundenanwendungen

6 STIHL
Perfekt abschneiden
 Komplett elektronisch gesteuerte Einspritzung für Zweitaktmotoren

12 AUDI
Ionen am Start
 Aufbau eines Demonstrators für eine 12-Volt-Lithium-Ionen-Starterbatterie

20 CIRA
Rücksturz zur Erde
 Test des Bordcomputers eines unbemannten Raumgleiters

26 ARAI
Fahrzeugsicherheit mit System
 Entwicklung eines integrierten Sicherheitssystems für die indische Automobilindustrie

32 UNIVERSITÄT TEXAS
Aktiv im Gelände
 Entwicklung aktiver Fahrzeugfederungen für Offroad-Anwendungen

36 ISUZU
Weniger ist mehr
 Dieselmotorsteuerung reduziert Emissionen unter den Grenzwert der Abgasnorm

Produkte

40 SCALEXIO
SCALEXIO ausgebaut
 Umfangreiche Testsysteme aufbauen

44 DATENMANAGEMENT- UND COLLABORATION-SOFTWARE
SYNECT
 Entwicklungsdaten im Griff

48 MOTIONDESK
Schauen, sehen, wissen
 Visualisierungssoftware für Fahrerassistenzsysteme optimiert

52 ASM/MODELDESK
Virtueller Straßenbau
 Optimierte Werkzeuge für die Simulation von Fahrdynamik- und Fahrerassistenzszenarien

Business

56 SMART-HAUS-PROJEKTE
Das intelligente Haus
 Autarke Versorgung mit Wind- und Sonnenenergie

62 KURZ NOTIERT



PEFC zertifiziert
 Das Papier dieses Magazins stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen.
www.pefc.de



Perfekt abschneiden

Mit STIHL Injection im neuen Trennschleifer TS500i hat STIHL erstmals eine batterielose, komplett elektronisch gesteuerte Einspritzung für handgehaltene Arbeitsgeräte mit Zweitaktmotor auf den Markt gebracht. Mit Hilfe von TargetLink und dSPACE Echtzeit-Hardware konnte STIHL eine flexible Regelung entwickeln, die auch unter rauen Betriebsbedingungen für einen einfachen Start und eine optimale Motorabstimmung sorgt.



Komplett elektronisch gesteuerte Einspritzung
für Zweitaktmotoren





Abbildung 1: Mit STIHL Injection wird der Zündzeitpunkt erstmals nicht nur über die Drehzahl, sondern auch über die Last bestimmt.

Einsätze am Limit

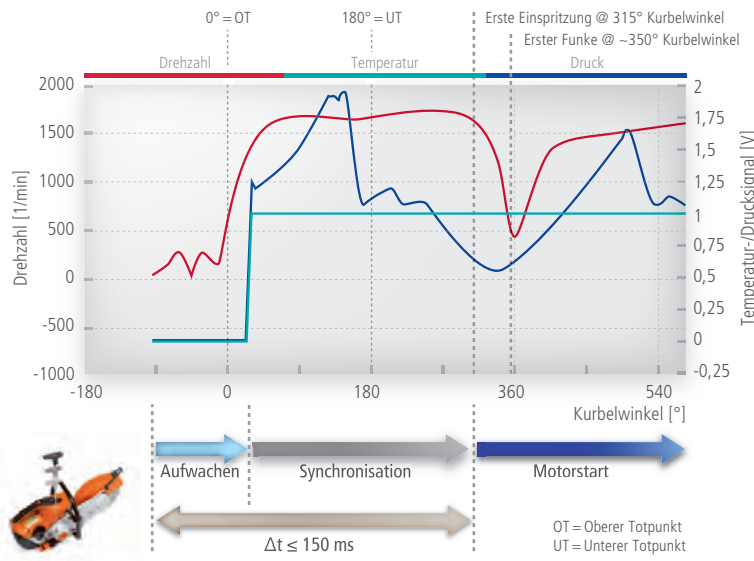
Handgetragene Motorgeräte, die für Aufgaben wie z.B. Hochbau, Tiefbau oder Forstwirtschaft eingesetzt werden, müssen generell hohen Anforderungen genügen. Neben der obligatorischen Robust-

heit und Sicherheit stehen auch Komfortaspekte im Mittelpunkt, um den Einsatz unter oft rauen Bedingungen so komfortabel und effizient wie möglich zu gestalten. Spezielle Anforderungen ergeben sich insbesondere bei der Integration

einer komplett elektronischen Motorsteuerung, welche unter anderem den Wegfall des Vergasers und manueller Einstellungen ermöglicht:

- Die Qualität und Zusammensetzung des verwendeten Kraftstoffs (z.B. Biosprit-/Ethanol-Anteil) können im realen Einsatz stark schwanken.
- Der im Gerät zur Verfügung stehende Raum für die Systemkomponenten ist ausgesprochen gering – dabei muss zusätzlich auf Störsicherheit geachtet werden, wenn Zündung und Mikrocontroller räumlich eng zusammenliegen.
- Leistung und Verbrauch des Zweitaktmotors sollen in allen Betriebszuständen ohne manuelle Eingriffe des Nutzers stets optimal sein.
- Es müssen die geltenden Abgasnormen eingehalten werden.
- Das System soll außerdem batterieelos sein – ideal gerade beim Starten, wenn das Gerät länger nicht benutzt wurde –, und es soll eine automatische Diagnose bieten.
- Wartungsaufwände sollen so gering wie möglich gehalten werden.
- Zudem wechselt die Werkzeugposition im Betrieb häufig, und es entstehen starke Vibrationen. Dennoch muss ein gleichmäßiger Motorlauf erzielt werden.

Abbildung 2: Für den batterielosen Startprozess stehen weniger als 150 ms zur Verfügung.



Um all diesen Anforderungen zu genügen, hat STIHL mit Hilfe von dSPACE Werkzeugen eine komplett elektronisch gesteuerte Einspritzung speziell für handgehaltene Arbeitsgeräte mit Zweitaktmotor entwickelt und im neuen Trennschleifer TS500i erstmals zum Einsatz gebracht. Steuergerät und Software der STIHL Injection sind generisch konzipiert, so dass sie auch für weitere STIHL Produkte verwendet werden können. Das System wurde daher für sehr hohe Motordrehzahlen bis zu 16.000 U/min ausgelegt, wie sie gerade bei Motorsägen auftreten können.

„Mit TargetLink konnten wir schnelle Iterationen erzielen und Änderungen am Modell unmittelbar auf dem Target ausprobieren.“

Heiko Däschner, ANDREAS STIHL AG & Co. KG

Systemaufbau und Funktionsweise

Das neue Einspritzsystem STIHL Injection besteht aus den Komponenten Stromgenerator, Temperatur- und Druck-Sensor, Steuergerät, Einspritzpumpe und Einspritzventil. Sobald die Kurbelwelle per Seilzugstarter in Bewegung gesetzt wird, liefert der Generator dem Steuergerät nicht nur Strom, sondern auch permanent die Kurbelwellenposition und damit die Motordrehzahl. Das Steuergerät, basierend auf einem 16-Bit-Mikrocontroller mit 64 KB Flash ROM, 8 KB RAM und 32 MHz Taktfrequenz, berechnet aus dem Lastzustand der Maschine die benötigte Kraftstoffmenge, die Einspritzdauer, den Zündzeitpunkt und regelt

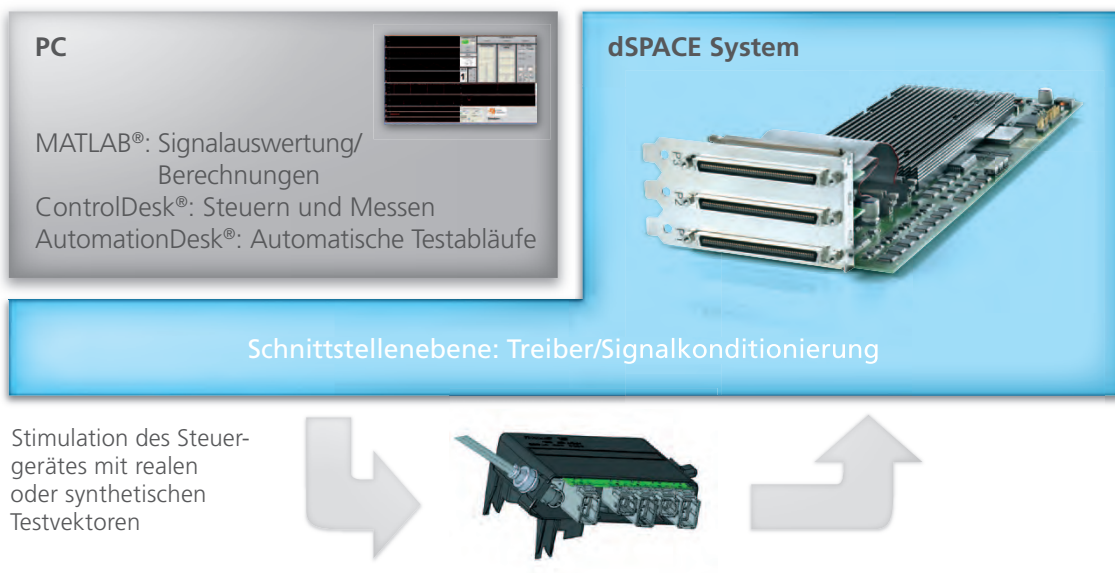
außerdem die elektronische Wassersteuerung zur Staubbindung. Während die Einspritzpumpe den Kraftstoffdruck konstant auf 100 mbar hält, spritzt das Einspritzventil die optimale Kraftstoffmenge zyklussynchron direkt ins Kurbelgehäuse. Mit jeder Kurbelwellenumdrehung ist seitens des Steuergeräts eine komplette Berechnung des Motormanagements notwendig. Ziel ist hierbei ein zu jeder Zeit hohes Drehmoment bei möglichst geringen Emissionen. Eine besondere Herausforderung ist der batterie lose Startprozess, initiiert durch das Ziehen am Zugseil. Der Startprozess, inklusive Hochfahren des Steuergeräts, Synchronisation der Systemkomponenten und Zün-

dung, muss vollständig innerhalb von weniger als 150 ms abgearbeitet werden.

Modellbasierte Entwicklung

Um eine hohe Flexibilität im Entwicklungsprozess und schnelle Iterationen zu ermöglichen, ist STIHL bei der Entwicklung der Software für die STIHL Injection durchgehend modellbasiert vorgegangen, in Kombination mit automatischer Code-Generierung. Die mechatronischen Komponenten entstanden parallel zur Entwicklung der Algorithmen und des Steuergeräts. Während das Steuergerät inklusive Betriebssystem von einem Zulieferer stammt, hat STIHL das komplette Funktionsmodell mit dem

Abbildung 3: Fehlersimulation für gezieltes Debugging.





Echtzeitkonzept für Motorsteuerung selbst entwickelt, in Steuergeräte-Code überführt, Systemtests auf der Hard- und Software durchgeführt und die Regelung entwicklungsbegleitend am Endgerät appliziert und validiert. Die Integration der Software auf dem Steuergerät fand in enger Abstimmung mit dem Lieferanten des Steuergeräts statt. Für die Generierung des Steuergeräte-Codes aus dem Funktionsmodell und die Durchführung der zugehörigen SIL-, MIL- und PIL-Tests kam TargetLink zum Einsatz, unterstützt von dSPACE Model Compare für den Vergleich unterschiedlicher Modellvarianten. Neue Ideen und Änderungen konnten so stets schnell auf dem Zielprozessor ausprobiert werden. Das fertige Modell der STIHL Injection umfasst etwa 1500 TargetLink-Blöcke. Um während der Entwicklung aufgefallene Unzulänglichkeiten der Regelung nachzustellen und ein gezieltes Debugging zu ermöglichen, hat STIHL die aufgetretenen Fehlerfälle mit einem dSPACE Echtzeitsystem (DS1103 plus Control-

Desk) nachgestellt, kombiniert mit einer umfangreichen Testautomatisierung über AutomationDesk. Die relevanten Parameter wurden dabei automatisiert abgeglichen, und auch die Diagnosefunktionen wurden mit überprüft. Zur Stimulation bei den Tests dienten statische Testvektoren, die zuvor mit der realen Maschine aufgenommen wurden. Ein besonderer Fokus – bedingt durch die nicht vorhandene Batterie im System – lag bei den Testläufen auf der engen Verknüpfung zwischen Hardware und deren Synchronisation mit der Software.

Ziel erfüllt

Durch die Kombination von modellbasierter Entwicklung, automatischer Steuergeräte-Code-Generierung und der Fehlersimulation für gezieltes Debugging konnte STIHL für das Innovationsprojekt STIHL Injection sowohl eine hohe Software-Qualität sicherstellen als auch ein hohes Entwicklungstempo mit schnellen Iterationen und unmittelbarem Feedback am Target erreichen. Die zukünf-

tigen Weiterentwicklungen der Regelung werden auf dem bisherigen Entwicklungsprozess und den verwendeten dSPACE Werkzeugen aufsetzen, um bei gleichzeitigem Erhalt des Reifegrads bestehender Funktionen neue Funktionen schnell implementieren zu können. Auch eine weitere Regelung von STIHL, die seit 2006 verfügbare M-Tronic, wird mit Hilfe des neuen Entwicklungsprozesses zukünftig weiterentwickelt. Mit der erfolgreichen Markteinführung des TS500i Anfang 2012 ist es der Firma STIHL gelungen, den weltweit ersten Zweitakt-Einspritzmotor für handgehaltene Arbeitsgeräte in Großserie zu realisieren. Die Technologie vereinfacht die Bedienbarkeit bei gleichzeitiger Steigerung der Leistung und setzt somit technologisch neue Maßstäbe. ■

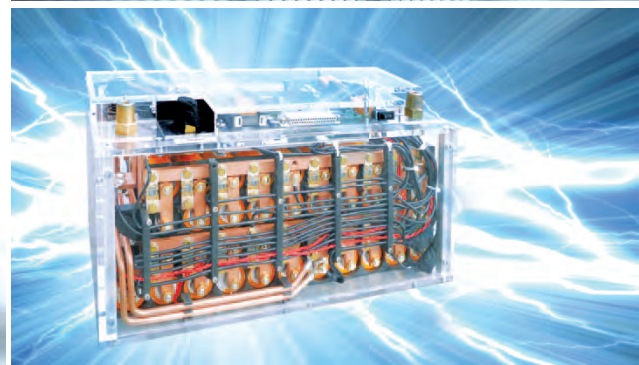
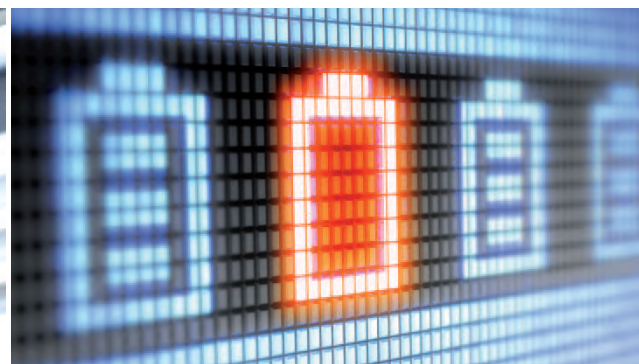
*Dipl.-Ing. (FH) Heiko Däschner
Dr.-Ing. Georg Maier
Dipl.-Ing. Robert Böker
ANDREAS STIHL AG & Co. KG*

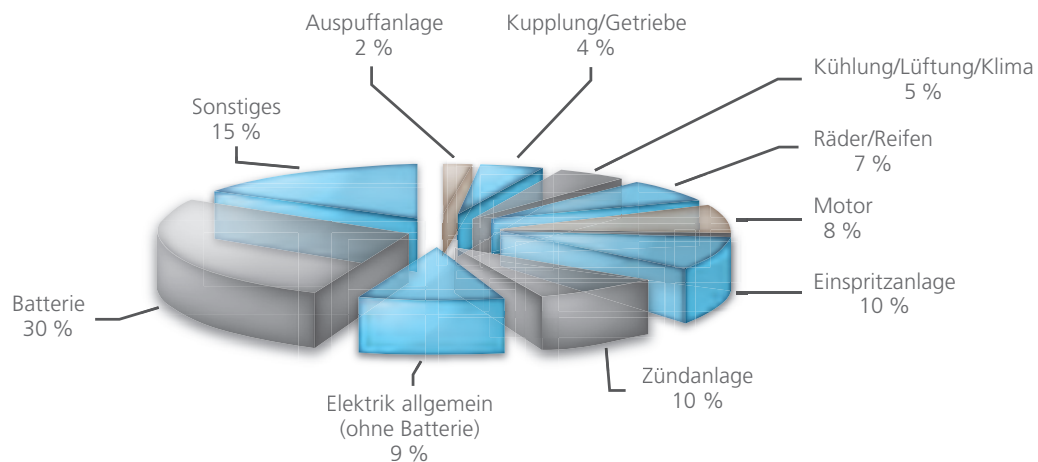
Ionen am Start

Aufbau eines Demonstrators für eine 12-Volt-Lithium-Ionen-Starterbatterie



Die herkömmlichen in konventionellen Fahrzeugen eingesetzten 12-Volt-Blei-Säure-Starterbatterien gelangen zunehmend an ihre Leistungsgrenzen. Moderne Start-Stopp-Systeme, die steigende Anzahl elektrischer Verbraucher und die zunehmende Elektrifizierung von mechanisch angetriebenen Aggregaten erhöhen die Anforderungen an den Energiespeicher. Der Leichtbau setzt jedoch enge Grenzen. Die Entwicklung einer Lithium-Ionen-Starterbatterie erschließt einen vielversprechenden Weg.





2011 lagen die durch die 12-Volt-Starterbatterie verursachten Fahrzeugpannen bei 30 %. Quelle: ADAC, Baugruppenverteilung 2011

Anforderungen an die Starterbatterie

Zu den aktuellen Themen der Automobilentwicklung gehören die stetige Verbesserung der gesamten Energieeffizienz und der CO₂-Bilanz der Fahrzeuge. Während einerseits konsequenter Leichtbau gefordert wird, steigt andererseits der Bedarf an elektrischer Energie. Verantwortlich dafür sind u.a. Sicherheits- und Komfortfunktionen, die Elektrifizierung von Komponenten, die früher mechanisch angetrieben wurden, und neue Funktionen wie die Start-Stopp-Automatik. Zusammen führt das zu einer hohen Belastung der Batterie. Darüber hinaus muss diese sich den Anforderungen bezüglich der Gewichtsreduktion und der Zyklenfestigkeit (Ladung/Entladung im Start-Stopp-Betrieb) respektive Haltbarkeit stellen. In diesem Zusammenhang sind auch Betrachtungen der Ursachen von Fahrzeugpannen interessant. Eine Auswertung der ADAC-Pannenstatistik von 2009 zeigt, dass etwa 27 % aller Fahrzeugpannen auf die Batterie zurückzuführen sind. In 2011 ist die Batterie an etwa 30 % aller erfassten Pannen beteiligt. Dies zeigt: Die Batterie gelangt an ihre Leistungsgrenze.

Lösungsansätze für alternative Batteriekonzepte

Um eine hohe Verfügbarkeit des Fahrzeugs zu gewährleisten, kann beispielsweise der Einsatz von Zwei-Batterie-Bordnetzen, zusätzlichen Doppelschichtkondensatoren oder anderen Batterietechnologien sinnvoll sein. Insbesondere Lithium-Ionen (Li-Ion)-Batterien bieten attraktive Merkmale für den Einsatz als 12-Volt-Starterbatterie im Automobil. Li-Ion-Batterien besitzen derzeit eine der höchsten Energiedichten aller verfügbaren wiederaufladbaren Energiespeicher. Die maximal möglichen Lade-/Entladezyklen übertreffen Blei-Säure-Batterien um ein Vielfaches, so dass sie die Kriterien Leichtbau und Zyklenfestigkeit des Anforderungsprofils abdecken. Beispielsweise wiegt eine Blei-Säure-Batterie mit einer Kapazität von 92 Amperestunden etwa 26 kg und erreicht ca. 400 Lade-/Entladezyklen bei einer Entladetiefe von 20 %. Eine vergleichbare Li-Ion-Batterie wiegt lediglich 16 kg und kommt bei gleicher Entladetiefe auf ca. 15.000 Lade-/Entladezyklen. Die erzielbare Gewichtsreduktion von ca. 10 kg verbessert die CO₂-Bilanz eines Fahrzeugs um etwa 0,85 g/km.

Herausforderungen: Ladung und Temperatur

Nachteilig sind bei Li-Ion-Batterien die sehr starke Empfindlichkeit gegenüber Tiefentladung, Überladung und der beschränkte Arbeitstemperaturbereich. Des Weiteren ergeben sich abhängig von der Temperatur und dem Fahrverhalten unterschiedliche Anforderungen an die Ladung: Beispielsweise entstehen beim Kurzstreckenbetrieb im Winter die höchsten Anforderungen an den Energiespeicher bei gleichzeitig eingeschränkter Ladefähigkeit. Die Nachteile lassen sich jedoch durch geeignete Betriebsstrategien, Arbeitspunkte und weitere Maßnahmen kompensieren – eine Aufgabe für elektronische Batteriemanagementsysteme (BMS), die daneben auch eine Vielzahl von Überwachungs- und Regelaufgaben übernehmen. Zum Beispiel kann ein BMS die Aufgabe der ladezustands- und temperaturabhängigen Regelung der Lade- und Entladeströme übernehmen. Weiterhin führt ein BMS die sogenannte Zellsymmetrierung durch, um die Ladezustände aller Zellen aneinander anzugleichen. Da eine Batterie aus mehreren seriell geschalteten Zellgruppen besteht, müssen deren Ladezustände durch

Lithium-Ionen-Batterie als Ersatz für Blei-Säure-Batterie

Blei-Säure	Li-Ion
	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Lebensdauer: ~ 4 Jahre ■ Zyklen bei 20% Entladetiefe: <ul style="list-style-type: none"> ■ Blei-Säure-Batterie: ~ 400 ■ AGM (Absorbent Glass Mat): ~ 1000 ■ Energiedichte: ~ 40 Wh/kg ■ Preis: Niedrig ■ Komplexität: Gering 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lebensdauer: ~ 15 Jahre ■ Zyklen bei 20% Entladetiefe: 15.000 ■ Energiedichte: 50 - 100 Wh/kg ■ Preis: Derzeit fünfmal höher als der von Blei-Säure-Batterien ■ Komplexität: Hoch Benötigt Batteriemanagementsystem

Vergleich der Batteriesysteme Blei-Säure vs. Li-Ion für den Einsatz als Starterbatterie im Automobil.

die Zellsymmetrierung stets auf dem gleichen Niveau gehalten werden, um ein Überladen oder Tiefentladen einzelner Zellgruppen zu vermeiden.

Starterbatterie vs. Traktionsbatterie

An eine 12-Volt-Starterbatterie werden andere Anforderungen gestellt als an die Hochvoltbatterie eines Elektro- oder Hybridfahrzeuges (Traktionsbatterie). Zwar muss auch die Starterbatterie das Rekuperieren unterstützen, jedoch muss sie normalerweise keine hohen Ströme über längere Zeiträume abgeben, abgesehen vom Startvorgang des Verbrennungsmotors. Darüber hinaus speist sie das Bordnetz mit vergleichsweise niedrigen Strömen. Eine Starterbatterie wird beim Normalbetrieb in der Regel nie vollständig entladen. Typischerweise bewegt sich ihr Ladezustand in einem Bereich um 95 %.

Vorentwicklungen für ein Li-Ion-Starter-Batteriesystem

Um eine effiziente Entwicklung verschiedener Komponenten eines Batteriesystems auf Li-Ion-Basis durchzuführen, wurden mehrere parallele Teilprojekte gestartet. Dazu gehörten ein Batterie-Demonstrator inklusive

Batterie-Elektronik, thermische und elektrische Simulationsmodelle der Batterie, ein Regelalgorithmus für den Ladestrom, der in das BMS integriert wird, und eine Werkzeugkette für das Rapid Control Prototyping (RCP) im Fahrzeug.

Dieses der Serienentwicklung vorgelegte Vorentwicklungsprojekt dient dazu, Möglichkeiten und Verfahren für einen eventuellen Serieneinsatz zu untersuchen und zu erproben. Der Versuchsaufbau hat das Ziel, möglichst viele Ideen auszuprobieren, um diese zu bewerten. Zu diesem Zweck wurde ein Batterie-Demonstrator samt Elektronikkomponenten aufgebaut und die gesamte Algorithmik auf ein RCP-System ausgelagert.

Konzept für Batterie und BMS-Algorithmik

Der Batterie-Demonstrator muss zunächst dem Formfaktor herkömmlicher Blei-Starterbatterien entsprechen, so dass er als Ersatz für diese Batterie in herkömmlichen Fahrzeugen eingebaut werden kann. Für einen zukünftigen Serieneinsatz sind individuellere Bauformen denkbar und umsetzbar. Zusätzlich zu den Polen für die Klemmenspannung verfügt der Demonstrator über eine Schnitt-

Glossar

Elektrochemische Impedanzspektroskopie

– Methode zur zerstörungsfreien Analyse und Charakterisierung von Materialien. Die Auswertung von Anregungssignalen unterschiedlicher Frequenz und der Systemantwort liefert das Impedanzspektrum des Systems.

Finite-Elemente-Methode (FEM)

– Numerisches Verfahren zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen, die beispielsweise zur mathematischen Beschreibung physikalischer Vorgänge genutzt werden.

Serial Peripheral Interface (SPI)

– Bussystem für die synchrone, serielle Datenübertragung, mit dem digitale Schaltungen nach dem Master-Slave-Prinzip miteinander verbunden werden können.

Inter-Integrated Circuit (I²C)

– Serieller Datenbus, der hauptsächlich geräteintern für die Kommunikation zwischen verschiedenen Schaltungsteilen genutzt wird, z. B. zwischen einem Controller und Peripherie-Schaltkreisen.



stelle für das RCP-System mit der BMS-Algorithmik. Dieses kann in der Nähe der Batterie untergebracht werden und ist mit ihr über ein Bus-system verbunden. Für den Serien-einsatz ist eine in der Batterie integrierte Lösung naheliegend.

Im Batteriegehäuse wurde neben den Li-Ion-Zellen auch eine Elektronik vorgesehen, um in der Batterie die Spannungen und Ströme der Zellgruppen sowie die Temperaturen ausgewählter Zellen zu messen. Außerdem ermöglicht sie die Symmetrierung zwischen den Zellen und dient als Stellglied, um die Ladeströme zu regeln.

Für den internen Aufbau des Batterie-Demonstrators sind sowohl thermische als auch elektrische Aspekte zu berücksichtigen. Das betrifft die räumliche Anordnung der Zellen und der Elektronik sowie die elektrische Verschaltung von Zellgruppen mit Stromschienen. Per Simulation und im Rahmen verschiedener Versuchsmuster wurden der Aufbau und die Topologie der Verschaltung aller Zellen optimiert.

Modell einer Li-Ion-Starterbatterie

Für simulationsgestützte Untersuchungen des Verhaltens einer Li-Ion-Starter-

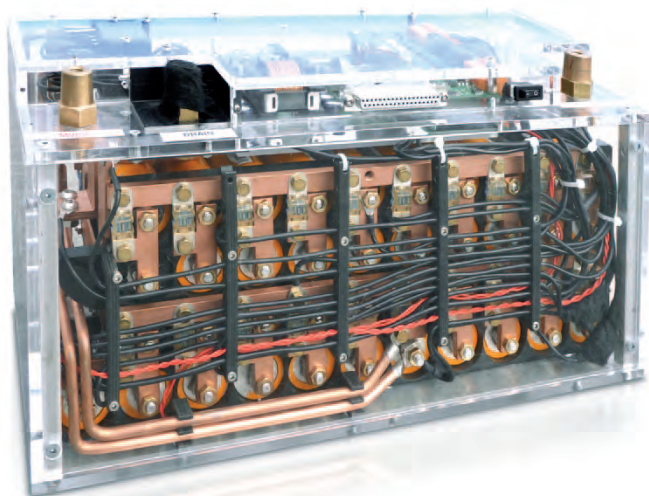
batterie und der BMS-Algorithmen wurde zunächst ein Batteriemodell entwickelt. Damit lassen sich in Voruntersuchungen wichtige Erkenntnisse über die elektrischen und thermischen Eigenschaften der Batterie sammeln. Um die charakteristischen Merkmale der Batterie in Echtzeit abzubilden, war es erforderlich, ein Klemmenspannungsmodell mit einem elektrothermischen FEM-Modell (Finite-Elemente-Methode) zu kombinieren. Eine besondere Herausforderung stellte die Parametrierung der Modelle dar. Für eine umfassende Charakterisierung der Batterie wurden sowohl Sprungantworten der Batteriezellen ausgewertet, als auch eine elektrochemische Impedanzspektroskopie durchgeführt. Die zu einem hybriden Modell fusionierten Ergebnisse führen zu einem Gesamtmodell hoher Güte und Dynamik. Das vollständig parametrisierte Modell bildet u.a. auch die Alterung der Batterie ab. Dabei werden die kalendarische und die durch Ladungszyklen verursachte Alterung berücksichtigt.

Entwicklung der BMS-Software

Die elementaren Komponenten einer BMS-Software sind Algorithmen, die den Ladestrom regeln, die Zellsym-

metrierung initiieren sowie Lade- und Alterungszustand ermitteln. Sie überwachen ebenfalls die Batterie redundant auf Überspannung, Übertemperatur und Überstrom. Für dieses Versuchssystem wurde der Algorithmus für den Ladezustand mit einem Kalmanfilter ausgelegt, um Messfehler und Störungen zu eliminieren. Neben dem Ladezustand (State of Charge, SOC) analysiert die Software ebenfalls den Alterungszustand der Batterie (State of Health, SOH). Die in dem hier betrachteten System messtechnisch, durch explizite Adressierung einzelner Zellen realisierte Eigendiagnose liefert eine Aussage über die verfügbare Kapazität bzw. den Alterungszustand.

Für den Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Zellen wurde eine passive Zellsymmetrierung gewählt. Bei dieser Methode werden selektiv einzelne Zellgruppen auf das Niveau der schwächsten Gruppe entladen, bis alle Zellen ein identisches Ladungsniveau haben. Erste Vorentwicklungen und die anschließende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines aktiven Zellsymmetrierungskonzeptes, bei dem Ladungen einzelner Zellen umgeladen werden, machten deutlich, dass sich die Rentabilität der Investition für dieses System erst nach der angenommenen Fahrzeuglebensdauer positiv auswirkt. Daher wurde von einem möglichen Einsatz in einer Starterbatterie abgesehen.



Der Li-Ion-Batterie-Demonstrator mit transparentem Plexiglasgehäuse. Zellen, Stromschienen, Kontaktierungen und Elektronik sind vollständig einsehbar. Aus Gründen des Leichtbaus wären in späteren serienreifen Systemen Aluminium-Verbinder statt der Kupferstromschienen denkbar.

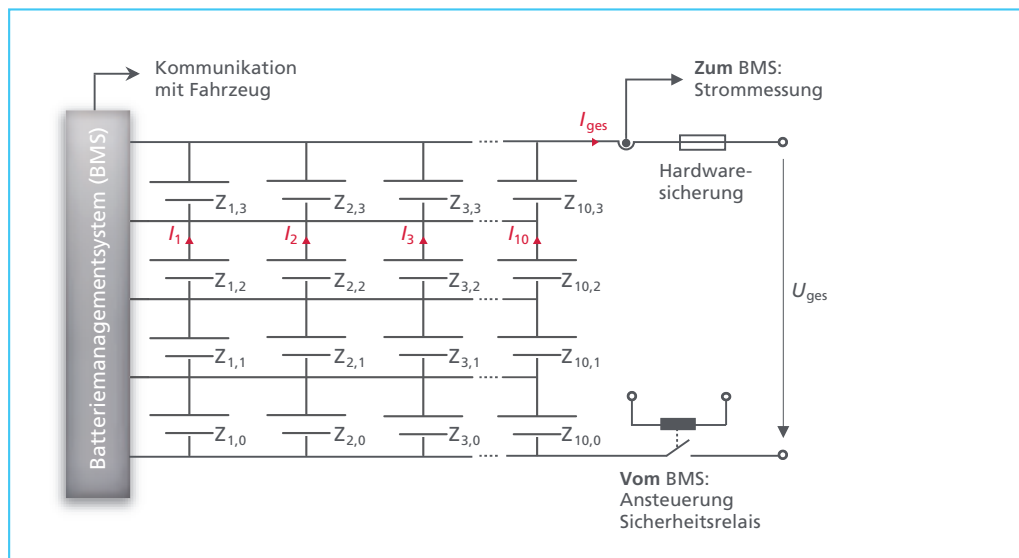
„Die MicroAutoBox macht genau das, was man von einem Prototyping-System erwartet. Einfach eine neue Reglersoftware aufspielen und sofort im Fahrzeug ausprobieren.“

Dipl.-Ing. (TU) David Vergossen, Audi Electronics Venture GmbH

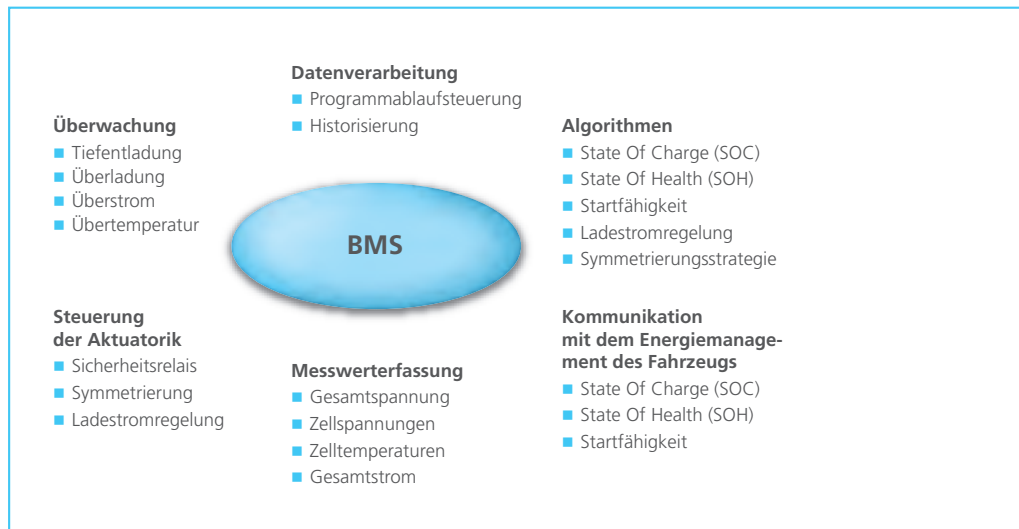
Prototypischer Aufbau des BMS

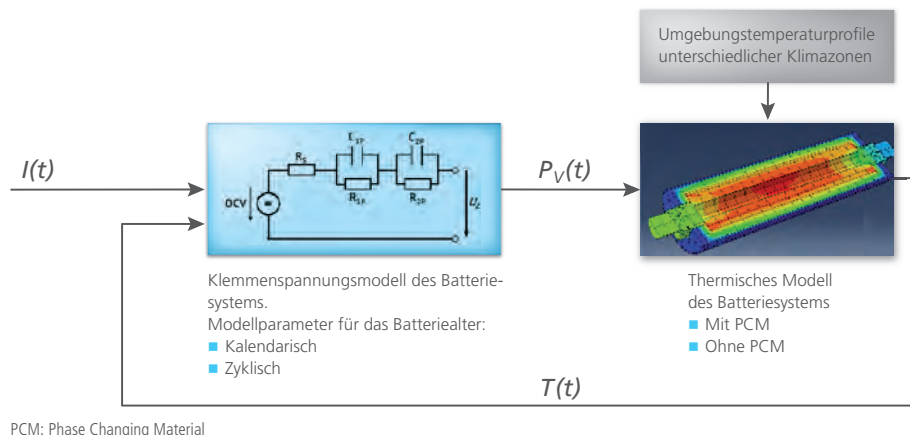
Im Zuge der Entwicklung war es erforderlich, das BMS frühzeitig im Fahrversuch zu testen, um insbesondere die Betriebsstrategie im Zusammenspiel mit dem Energiemanagement (EM)-System des Fahrzeugs zu überprüfen und anzupassen sowie Klimatests durchzuführen. Als BMS-Steuergerät kommt das Rapid-Control-Prototyping (RCP)-System dSPACE MicroAutoBox zum Einsatz. Der modellbasiert entwickelte Regelalgorithmus kann vom Entwicklungsrechner direkt auf die MicroAutoBox geladen und dort ausgeführt werden. Die MicroAutoBox ist mit dem EM-System verbunden. Für die Auswertungen auf Zellebene sorgt die in der Batterie verbaute Elektronik. Sie enthält ebenfalls eine Aktuatorik für die Zellsymmetrierung. Des Weiteren sind Leistungshalbleiter zur Ladestrombegrenzung und DC-DC-Wandler zur SOH-Bestimmung verbaut. Die Kommunikation erfolgt über ein Serial Peripheral Interface (SPI)/Inter-Integrated Circuit (I²C). Die MicroAutoBox ist hier über ein dSPACE Programmable Generic Interface (PGI) angebunden. Dieser Aufbau ist geeignet, die Li-Ion-Starterbatterie sowohl im Fahrzeug als auch im Labor zu betreiben. Zum Einbau in das Fahrzeug muss lediglich die serienmäßige Starterbatterie gegen den Li-Ion-Batterie-Demonstrator getauscht und die MicroAutoBox mit dem LIN-Fahrzeugbus und der Batterie verbunden werden. Der

Prinzipieller Aufbau eines 12-Volt-Lithium-Ionen-Multizellen-Batteriesystems.



Das BMS für die 12-Volt-Li-Ion-Starterbatterie führt sehr vielfältige Aufgaben aus.





Kopplung eines Klemmspannungsmodells mit einem elektrothermischen FEM-Modell zur Lebensdauervorhersage des Batteriesystems.

„Das Kompetenzthema Batterie erhält durch die Li-Ion-Starterbatterie eine neue Ausprägung. Und dank der dSPACE MicroAutoBox ist sie schon auf der Straße erfahrbar.“

Dipl.-Ing. (TU) David Vergossen, Audi Electronics Venture GmbH

Laborbetrieb ist auch ohne Anschluss an den Fahrzeugbus möglich.

Spezielle Funktionen des BMS und der Batterie

Für den optimalen Betrieb der Li-Ion-Starterbatterie und zur Vermeidung vorschneller Alterung wird eine Ladestrombegrenzung durchgeführt. Dazu regeln Leistungstransistoren den Strom linear. Im Versuchsaufbau wird die parasitäre Wärme der Leistungshalbleiter zur Erwärmung der Batterie genutzt, damit sie bei tiefen

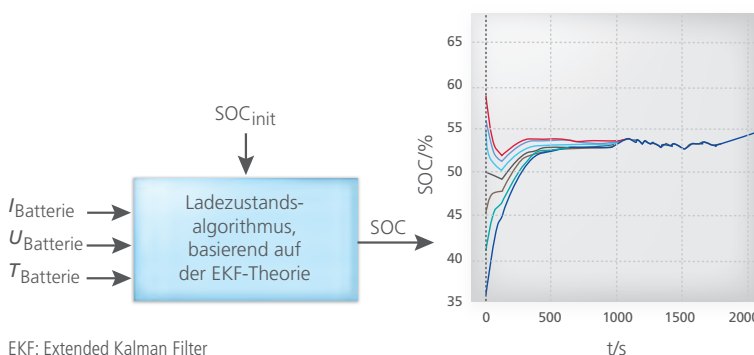
Temperaturen besser Ladung aufnehmen kann. Die Transistoren sind daher an verschiedenen wärmetechnisch günstigen Stellen in der Batterie verbaut. Über die integrierte Elektronik wird kontinuierlich die Temperatur der Batterie gemessen. Der hohe technische Aufwand ist nur im Rahmen der Vorentwicklung vertretbar.

Das BMS in der Praxiserprobung

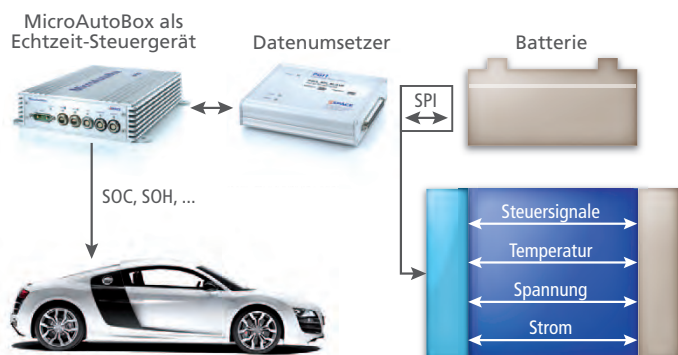
Der Batterie-Demonstrator samt MicroAutoBox befindet sich in der

Erprobungsphase. Neben Fahrversuchen werden auch Tests auf einem klimatisierten Rollenprüfstand durchgeführt. Die Batterie kann sowohl mit Regler und somit Wärmezufuhr als auch ohne Regler betrieben werden. Aus diesen Tests ergeben sich wichtige Erkenntnisse, die zur weiteren Optimierung der Regelalgorithmen beitragen.

Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass eine Li-Ion-Starterbatterie inkl. BMS einen adäquaten Ersatz für eine Bleisäure-Batterie darstellen kann. Ihre



Entwicklung eines Ladezustandsalgorithmus. Die Signalverläufe zeigen die SOC-Adaptierung bei unterschiedlich großen Fehlinitialisierungen.



Die Praxiserprobung der Simulationsergebnisse im Fahrversuch mit der MicroAutoBox. Durch die sofortige Echtzeit-Fahrzeugerprobung werden kurze Software-Entwicklungszyklen erreicht.

deutlich höhere Zyklenfestigkeit erfüllt die Anforderungen des Start-Stopp-Betriebs bei niedrigerem Gewicht, jedoch derzeit noch wesentlich höheren Kosten. Auf die mit dem RCP-System gewonnenen

Erfahrungen kann bei einer möglichen Serienentwicklung zurückgegriffen werden. ■

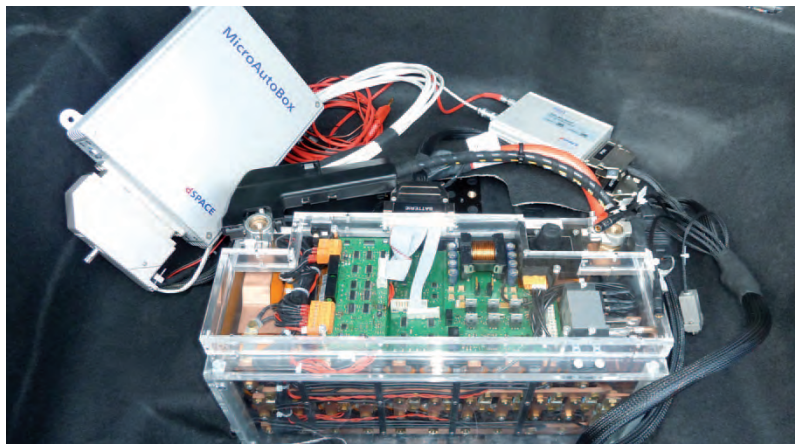
Dipl.-Ing. (TU) David Vergossen
Audi Electronics Venture GmbH, AEV

Danksagung

Das diesem Beitrag zugrunde liegende Vorhaben E³Car (Nanoelectronics for an Energy Efficient Electrical Car – AEV-Teilvorhaben: Erforschung eines neuartigen Algorithmus zur Zustandserkennung bei Lithium-Ionen-Batterien) wird mit Mitteln des Bundes-

ministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und der EU (ENIAC JU Project) unter den Kennzeichen 13N10395 (BMBF) bzw. 120001 (ENIAC) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein bei den Autoren.

Im Fahrzeug ersetzt die Li-Ion-Batterie die herkömmliche Starterbatterie, hier in der Ersatzradmulde.



Zusammenfassung

Im Rahmen eines BMBF/ENIAC-Forschungsvorhabens wurde der Einsatz einer Lithium-Ionen-Starterbatterie untersucht. Ziel des Projektes war es, einen zyklenfesteren, leichteren Ersatz für die Blei-Säure-Starterbatterie zu erforschen. Im Rahmen der Entwicklungen entstanden ein Batterie-Demonstrator und eine BMS-Algorithmik. Zur Sicherstellung der zuverlässigen Funktion wurden grundlegende Untersuchungen durchgeführt:

- Modellierung der verwendeten Zellen
- Modellierung der gesamten Batterie
- Entwicklung der Batterieelektronik
- Betriebsstrategie der Batterie
- Auslegung der Kapazität bezüglich Alterung, Startfähigkeit, Ruhestrom, Zyklisierung
- SOC-Bestimmung mit Alterungsadaption (SOH)
- Thermische Simulation
- Auslegung der Stromschienen und Kontaktierungstechnik

Die prototypische Umsetzung erfolgte mit der dSPACE MicroAutoBox. Sie dient sowohl im Laborversuch als auch im Fahrversuch als Steuergerät und unterstützt so die schnelle Funktionsentwicklung. Erste Tests der neuen Batterie und der BMS-Software liefern überzeugende Ergebnisse.

David Vergossen
Dipl.-Ing. (TU) David Vergossen ist Projektleiter für die Li-Ion-Starterbatterie bei der Audi Electronics Venture GmbH in Ingolstadt, Deutschland.



Nach dem Aufstieg auf 25 km Höhe per Ballon absolviert das USV (Unmanned Space Vehicle) während eines knapp zweieinhalbstündigen Gleitfluges eine Reihe von Flugmanövern und sammelt eine Vielzahl von Messwerten.



Test des Bordcomputers eines unbemannten Raumgleiters

Rücksturz zur Erde

Die italienische Luft- und Raumfahrt-Forschungseinrichtung CIRA (Centro Italiano Ricerche Aero-spaziali) erforscht mit Hilfe eines unbemannten Raumgleiters (Unmanned Space Vehicle, USV) Technologien, die für die Entwicklung zukünftiger Raumtransporter eine wichtige Rolle spielen. Bei den Testflügen kommt ein Bordcomputer zum Einsatz, der zuvor mit Hilfe von dSPACE Werkzeugen umfassende Tests durchläuft.

Alternative zur Einwegrakete

Schon bevor die Ära der Space Shuttles mit dem letzten Flug Mitte 2011 zu Ende ging, existierten an verschiedenen Einrichtungen auf der Welt Entwicklungsprogramme für Alternativen. Denn prinzipiell ist das Konzept eines wiederverwendbaren Raumtransporters äußerst reizvoll, weil es im Vergleich zu Einwegraketen viel Potenzial zur Kostenersparnis und zur Vermeidung von Weltraumschrott eröffnet. Beispielsweise entstehen keine ausgebrannten Raketenoberstufen, die als gefährlicher Abfall

die Erde umkreisen. CIRA untersucht mit Hilfe eines USVs als „fliegendes Labor“ alle Aspekte, die für die Entwicklung zukünftiger wiederverwendbarer Raumtransporter von Bedeutung sind, beispielsweise Thermodynamik, Elastizität, Hitzeschildtechnologien, Navigationstechniken, Flugmechanik etc. Das USV hat bereits zwei Testflüge absolviert und dabei wertvolle Ergebnisse unter anderem über Druck-, Kraft- und Temperaturverhältnisse an der Außenhülle geliefert.



Abbildung 1: Das ca. 9 m lange USV gleitet antriebslos zur Erde zurück, gesteuert allein von einem Bordcomputer.



Sturzflug XXL

Am 11. April 2010 fand der zweite Testflug statt, bei dem das USV zunächst mit Hilfe eines Stratosphärenballons bis auf eine Höhe von 25 km aufstieg. Nach dem Abkoppeln vom Ballon absolvierte es während des gut zweiminütigen Gleitfluges ein Messprogramm, um am Ende vor Sardinien per Fallschirm zu wassern (Abbildung 3). Die Geschwindigkeit lag meist bei Mach 1, eine Zeit lang auch bei ca. Mach 1,2. Während des Fluges sammelte das USV ständig alle notwendigen Daten (Fluglage, Geschwindigkeit, Beschleunigung etc.), damit der Bordcomputer sicher steuern konnte. Dazu musste der Bordcomputer zuvor im Labor ein intensives Testprogramm absolvieren, bei dem ein dSPACE System zum Einsatz kam.

Flugsteuerungssystem für autonomen Gleitflug

Für die Steuerung des Gleitfluges bis zur Wasserrung nutzt das USV verschiedene Sensoren, um Daten z.B. über Position, Fluglage, Geschwindigkeit und Beschleunigung zu sammeln:

- Magnetometer (Bestimmung der relativen Lage des USVs zum Erdmagnetfeld)
- Beschleunigungssensoren (MEMS-Beschleunigungsmesser, also mikroelektro-mechanische Systeme)
- Glasfaser-Gyroskop (zur Bestimmung der Lage des USVs in Bezug auf seine Flugbahn)
- GPS-Sensoren (Global Positioning System, zur Positions- und Geschwindigkeitsmessung)
- Air Data System (Flugwerterechner, u.a. zur Bestimmung der Machzahl über Staudrucksonden)

Der Bordcomputer verarbeitet die Messdaten all dieser Systeme in Echtzeit und berechnet mit ihrer Hilfe die entsprechenden Befehle zur Ansteuerung der Leitwerke, damit der autonome Gleitflug des USVs wie geplant verläuft. „Mit dem dSPACE System simulieren wir den Flug inklusive sämtlicher Sensorwerte“, erläutert Giovanni Cuciniello, Leiter des Guidance, Navigation and Control (GNC) Laboratorys bei CIRA. „So können wir den Bordcomputer bereits testen, bevor das USV abhebt.“ Das USV ist gespickt mit zahlreichen Sensoren. Beispielsweise messen mehr als 300 Piezosensoren die Druckverteilung an der Außenhülle während des Fluges. Mit Hilfe dieser Messwerte können die Ingenieure u.a. die Form des USVs optimieren.

Tests des Flugsteuerungssystems

Das dSPACE System (Abbildung 4) zum Test des Flugsteuerungssystems besteht aus einem DS1005 Processor Board (zur Berechnung des Flugablaufes inkl. der zugehörigen Sensorwerte) und diversen I/O-Karten zum Anschluss an den Bordcomputer. Die Experimentiersoftware dSPACE

„Mit Hilfe des dSPACE Systems können wir bereits vor dem Flug die Funktionen des Bordcomputers umfassend prüfen.“

Giovanni Cuciniello, CIRA

ControlDesk® dient zur Überwachung und Steuerung sämtlicher Experimente. ControlDesk überwacht dabei die simulierte Umgebung und zeichnet diese auf. Bei Bedarf nimmt die Software auch Änderungen vor, erhöht zum Beispiel die Steiggeschwindigkeit oder ändert die Böenstärke im freien Flug.

ControlDesk erlaubt auch die Einspeisung von Fehlern in den simulierten Ballon und in die Teilsysteme des Flugkörpers, um die Reaktionen des Systems zu analysieren. Im Vergleich zu herkömmlichen Forschungs-

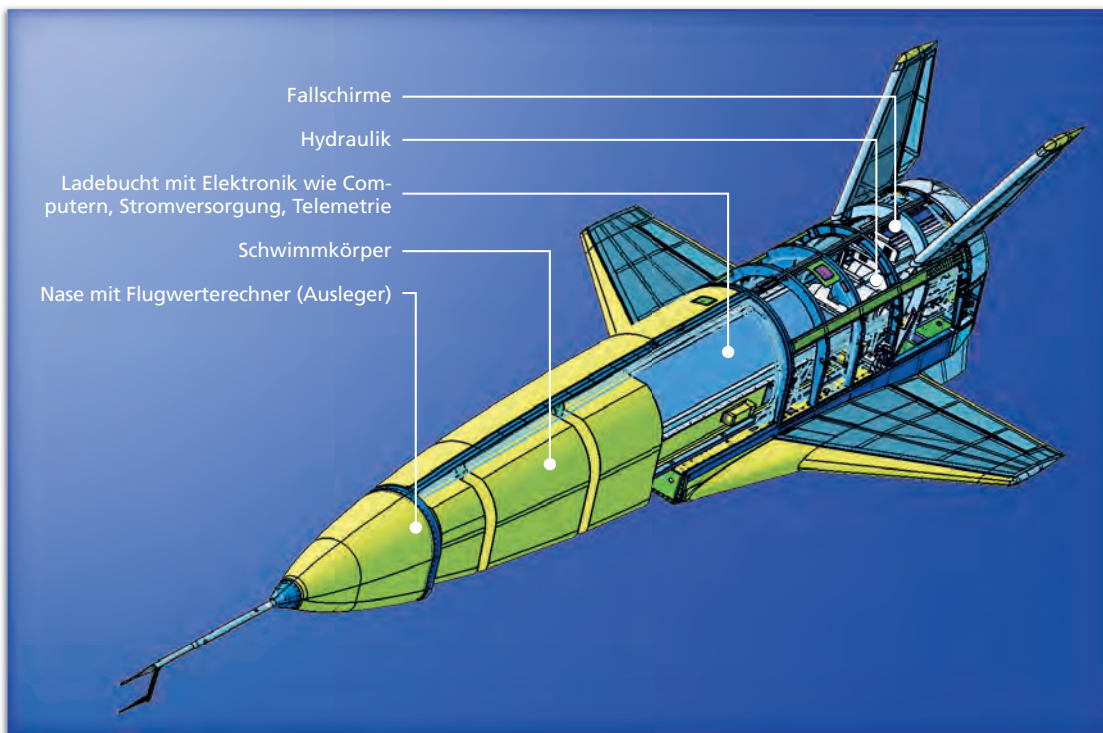


Abbildung 2: Aufbau des USVs. Seine Außenhülle ist u.a. gespickt mit hunderten Drucksensoren.

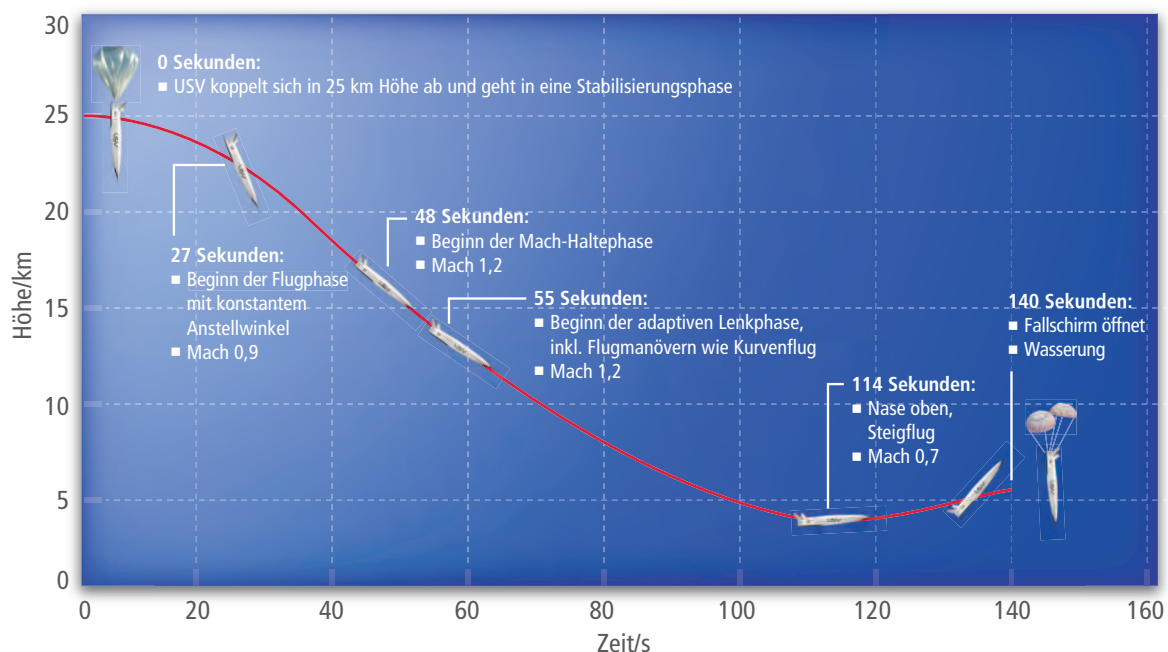
und Entwicklungsmethoden ermöglicht die dSPACE Echtzeitplattform eine schnellere und nahezu vollständige Entwicklung der Flugsteuerung. Das reduziert nicht nur Zeit- und Kostenaufwände im Entwicklungs-

zyklus, sondern erhöht auch die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems. Die Tests laufen in 3 Schritten ab: (1) Software-in-the-Loop, (2) Mobil auf einem Fahrzeug, (3) Hardware-in-the-Loop:

1. Software-in-the-Loop

Hierbei handelt es sich um Vorabtests, um die grundsätzlichen Funktionen der Flugsteuerungssoftware zu testen. Das dSPACE System simuliert die flugmechanischen Eigenschaften

Abbildung 3: Während des gut zweiminütigen Gleitfluges sammeln Sensoren an der Außenhülle eine Fülle von Messwerten bei verschiedensten Flugmanövern.



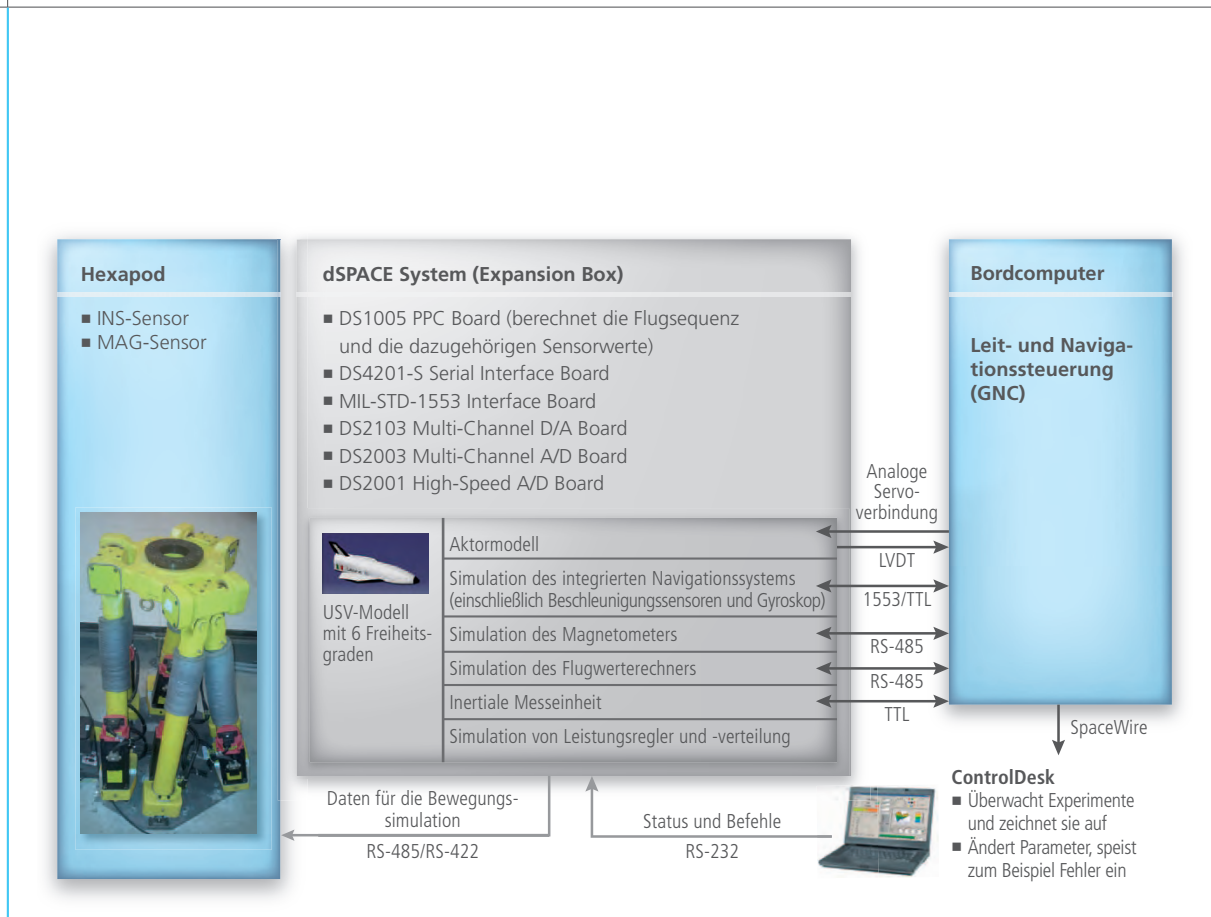


Abbildung 4: Das dSPACE System rechnet in Echtzeit die Flugmechanik- und Sensor/Aktor-Modelle. Diese Daten dienen zum Testen des Bordcomputers. Parallel dazu werden die aktuellen Flugbewegungen auf einem Hexapod nachgebildet, auf dem sich die realen Sensoren befinden.

des USVs und sämtliche Sensoren. Alle Modelle wurden zuvor in MATLAB®/Simulink® entwickelt. Reale Sensoren sind hier noch nicht eingebunden.

2. Mobile Tests:

Die realen Sensoren wurden in ein Fahrzeug eingebaut, um zu testen, ob sie bei Fahrten korrekt arbeiten (sowohl alleine als auch im Zusam-

menispiel), beispielsweise bei der Verarbeitung der sich während der Fahrt ändernden GPS-Daten und Beschleunigungswerte.

3. Hardware-in-the-Loop:

In diesem Schritt (Abbildung 4) wird schließlich genau der Bordcomputer getestet, der auch bei der späteren Mission zum Einsatz kommen soll. Wie beim Software-in-the-Loop-Test

in Schritt 1 simuliert das dSPACE System auch hier wieder die Flugmechanik und sämtliche Sensorwerte. Diese Daten werden dann an den Bordcomputer übermittelt. Seine Reaktionen werden auf einem Hexapod nachvollzogen, auf dem sich die realen Sensoren befinden.

In Zukunft auch Hitzeschildtests

Nach den beiden absolvierten Flügen

„Mit dem dSPACE Echtzeitsystem konnten wir die Entwicklungszeit verkürzen, die Kosten senken und die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems erhöhen.“

Giovanni Cuciniello, CIRA





Quelle: ESA – S. Corvaja, 2012

Abbildung 5: Start der neuen europäischen Rakete Vega zum Jungfernflug am 13. Februar 2012. Einer ihrer zukünftigen Flüge soll auch das USV von CIRA in eine Umlaufbahn tragen.

des USV1 soll das nächste unbemannte System USV3 eine Mission durchführen, die vom Wiedereintritt aus dem Orbit bis zur Bodenlandung reicht. Dafür wird die europäische Trägerrakete Vega das USV3 vom europäischen Weltraumbahnhof in Kourou in eine erdnahe Umlaufbahn (200-300 km Höhe) bringen. Nach einigen Erdumkreisungen soll das USV3 den Orbit verlassen, um den Wiedereintritt mit Hyperschallgeschwindigkeit einzuleiten und autonom durch die Atmosphäre zu fliegen – von hyperschall zu überschall, von schallnah zu unterschall, um schließlich auf einer herkömmlichen Landebahn zu landen. „Es wird spannend sein zu sehen, ob auch bei Außenhüllentemperaturen von mehr als 2000 °C alle Systeme an Bord des USVs noch so funktionieren wie geplant“, so Giovanni Cuciniello von CIRA. Langfristiges Fernziel des USV-Programms von

CIRA ist die Entwicklung eines Raumtransporters, der wie ein Flugzeug vom Boden abhebt, bis in eine Umlaufbahn aufsteigt und anschließend auf jedem Flugplatz der Welt wieder landen kann. ■



Sehen Sie in diesem Video den Testflug des USV1 von den Vorbereitungen über das Abheben bis zur Landung mit dem Fallschirm: www.youtube.com/watch?v=BhoXgWKjVLO

Giovanni Cuciniello

Giovanni Cuciniello leitet das Guidance, Navigation and Control (GNC) Laboratory am CIRA in Capua, Italien.



Entwicklung eines integrierten Sicherheitssystems
für die indische Automobilindustrie

Fahrzeug- sicherheit mit System

Die wachsende Zahl PS-starker Fahrzeuge auf indischen Straßen erhöht den Bedarf an leistungsfähigen automobilen Sicherheitssystemen. Die Automotive Research Association of India (ARAI) widmet sich im Auftrag der Automobilindustrie und des Indischen Industrieministeriums dieser Herausforderung mit dem Ziel, einen exemplarischen Prozess für die modellbasierte Entwicklung von Sicherheitssystemen zu etablieren.



Sicherheitssysteme für den indischen Automarkt

Indien ist mit über 1,2 Milliarden Menschen eins der bevölkerungsreichsten Länder der Welt und erlebt einen rasanten Ausbau der Mobilität. Für viele Anforderungen vor Ort sind Pickups und Sport Utility Vehicles (SUV), also große, stark motorisierte Geländewagen, das ideale Fortbewegungsmittel. Um für diese Fahrzeugklasse optimale Sicherheitssysteme zu entwickeln, hat ARAI die technische Konzeption und Durchführung eines Machbarkeitsnachweises übernommen. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines integrierten Sicherheitssystems (ISS), das die vorhandene Infrastruktur des Bremsmodulators und des integrierten Sensor-Clusters eines SUV nutzt. Das Konzept umfasst den Entwurf und die Entwicklung folgender Funktionen:

- Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESC) einschließlich Antiblockiersystem (ABS), Traktionskontrolle (TCS) und Gierstabilitätskontrolle (YSC)
- Wankneigungskontrolle (RSC)
- Aktives Insassenrückhaltesystem (ASBRS)

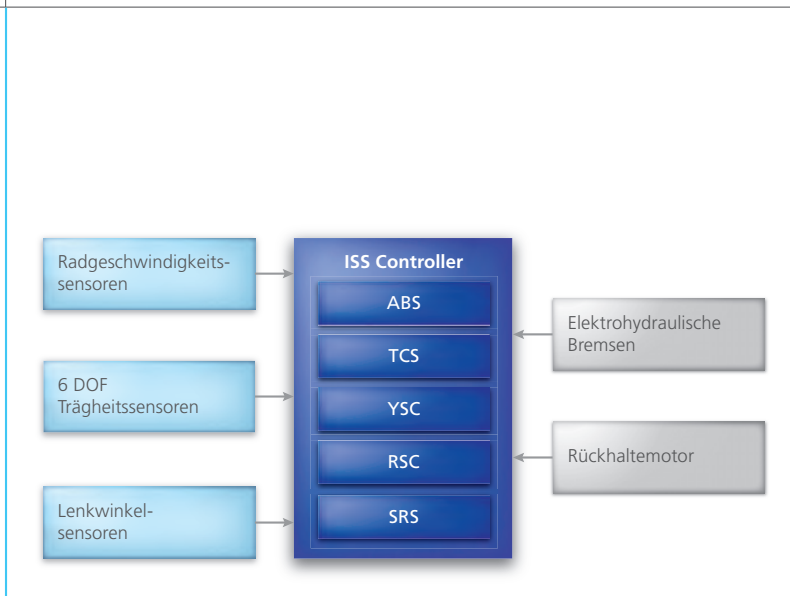
Weitreichende Projektziele

Das Automotive Electronics Department (AED) von ARAI führte das Kick-off-Projekt für ein integriertes Sicherheitssystem durch und stellt die Ergebnisse für die indische Automobilindustrie zur Verfügung.

Der Fokus der vollständig modellbasierten Entwicklung im Bereich der aktiven Sicherheitssysteme richtete sich auf folgende Projektziele:

- Integriertes, selbstentwickeltes Sicherheitssystem zur Weiterentwicklung für den indischen Markt





Das integrierte Sicherheitssystem (ISS) umfasst mehrere Sicherheitsfunktionen. Es wertet die Signale verschiedener Fahrzeugsensoren aus und steuert die Bremsen und Gurtrückhalte-motoren an.

- Kompetenzaufbau im Bereich des modellbasierten Entwurfs eingebetteter automotiver Regelsysteme
- Unterstützung der Automobil-industrie bei der Entwicklung eigener Lösungen für zukünftige Anforderungen

Neue Methoden und Werkzeuge

Vor diesem Projekt wurde bei ARAI die Reglersoftware traditionell hand-programmiert. Um der firmenüber-greifenden Bedeutung des neuen Sicherheitssystems gerecht zu werden, wurde konsequent auf die modell-basierte Entwicklung gesetzt.

In diesem Zuge war es erforderlich, eine neue, durchgängige Werkzeug-kette für die modellbasierte Entwick-lung mit MATLAB®/Simulink® einzu-führen. Daher stand am Anfang des Projekts die Evaluierung diverser am Markt verfügbarer Produkte für das Rapid Control Prototyping (RCP) und die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation. Dazu wurde die Eignung der Systeme für die speziellen Auf-gaben im neuen Entwicklungsproj-ekt untersucht und ihre Durch-gängigkeit im Prozess bewertet. Die Entscheidung für das RCP-System fiel letztlich auf eine Kombination aus

Das Fahrzeug, mit dem das ISS-Projekt durchgeführt und die entwickelte Reglersoftware getestet wurde.



MicroAutoBox und RapidPro von dSPACE. Der HIL-Testplatz ist mit einem dSPACE Simulator ausgestattet. Mit diesen Systemen sowie den Soft-ware-Werkzeugen dSPACE Automa-tionDesk® und dSPACE ControlDesk® Next Generation steht ARAI eine Werkzeugkette zur Verfügung, die sowohl die Reglerentwicklung als auch den Test der Steuergeräte durchgängig unterstützt.

Regler-Prototyping

Nach der modellbasierten Entwicklung der Regelalgorithmen müssen diese an der realen Regelstrecke getestet und optimiert werden. Diese klassi-sche RCP-Aufgabe erfolgt zunächst im Labor und anschließend im Fahr-zeug mit der MicroAutoBox. Die MicroAutoBox fungiert als Prototyping-Steuergerät, das die Reglermodelle ausführt. Die Wandlung (Konditio-nierung) der Signale an die Gegeben-heiten der Regelstrecke übernimmt das RapidPro-System.

Da die meisten Modellteile des Reg-lers bereits die Model-in-the-Loop (MIL)-Simulation absolviert hatten, konnten sie leicht auf die Micro-AutoBox übertragen und sofort aus-geführt werden. ControlDesk Next Generation dient dabei als zentrale Bedienoberfläche, um Modelle zu laden, zu starten und Signale zu überwachen.

Weiterentwicklung und Optimie-rung am HIL-Prüfstand

Das ISS-Projekt ist das erste Projekt im Bereich der Chassis-Steuerung, daher sollte ein Teil der Entwicklung mit einer Versuchsumgebung im Labor stattfinden. Dafür war ein Auf-bau aus realer Bremsen-Hardware und einem Simulator vorgesehen. Das ISS-Modell wird auf der Micro-AutoBox ausgeführt, wo es einfach geändert und optimiert werden kann. Diese Vorgehensweise eröffnet Mög-lichkeiten, die eine MIL-Simulation nicht auf Antrieb bietet. Beispielsweise ergibt sich ein exaktes Zeitverhalten



Profil: Automotive Research Association of India (ARAI)

Gründung:	1966
Sitz:	Pune, Indien (150 km südöstlich von Mumbai)
Mitarbeiter:	mehr als 530
Einrichtungen:	11 Labore mit den Schwerpunkten: Emissionen, Sicherheit & Homologation, Automotive Elektronik, passive Sicherheit, Fahrzeugevaluierung, NVH (Noise, Vibration and Harshness), Strukturdynamik, Materialien, Kalibrierung, Post Graduate Academy (Bildungszentrum für Masterabsolventen und Doktoranden)

Akkreditierungen: ISO 9001, 14001, OHSAS 18001 & NABL

Automotive Research Association of India (ARAI) ist ein industrieller Forschungsverband der Automobilindustrie in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Industrie in Indien. Die Ziele des Verbands sind Forschung und Entwicklung im Automobilbau für Industrie, Produktdesign und -entwicklung, Beurteilung von Kfz-Zubehör, Standardisierung, technische Informationsdienste, Kurse für die Anwendung von moderner Technologie und Durchführung von speziellen Tests. ARAI nimmt bei der Herstellung von sicheren, umweltfreundlichen und kraftstoffsparenden Fahrzeugen eine wichtige Rolle ein. ARAI bietet der Industrie technische Expertise bei Forschung und Entwicklung, Tests, Zertifizierung, Homologation und Fahrzeugzulassungen.

„Durch die komfortable und einfache Bedienung der dSPACE Systeme konnten wir uns voll auf die Entwicklung der Regelalgorithmen konzentrieren.“

Arun B. Komawar, ARAI

kritischer Komponenten. Das Testsystem diente ebenfalls dazu, die Kommunikation mit elementaren Fahrzeugkomponenten sowie Aktoren und Sensoren zu prüfen und Fehler aufzudecken sowie grundlegende Kalibrierungsaufgaben anzugehen. Die Testabläufe sind automatisierbar und vollständig reproduzierbar. Dadurch bieten sich effiziente Möglichkeiten, das Steuergerät und die Buskommunikation systematisch zu untersuchen und auszuwerten.

Aufbau des Prüfstands

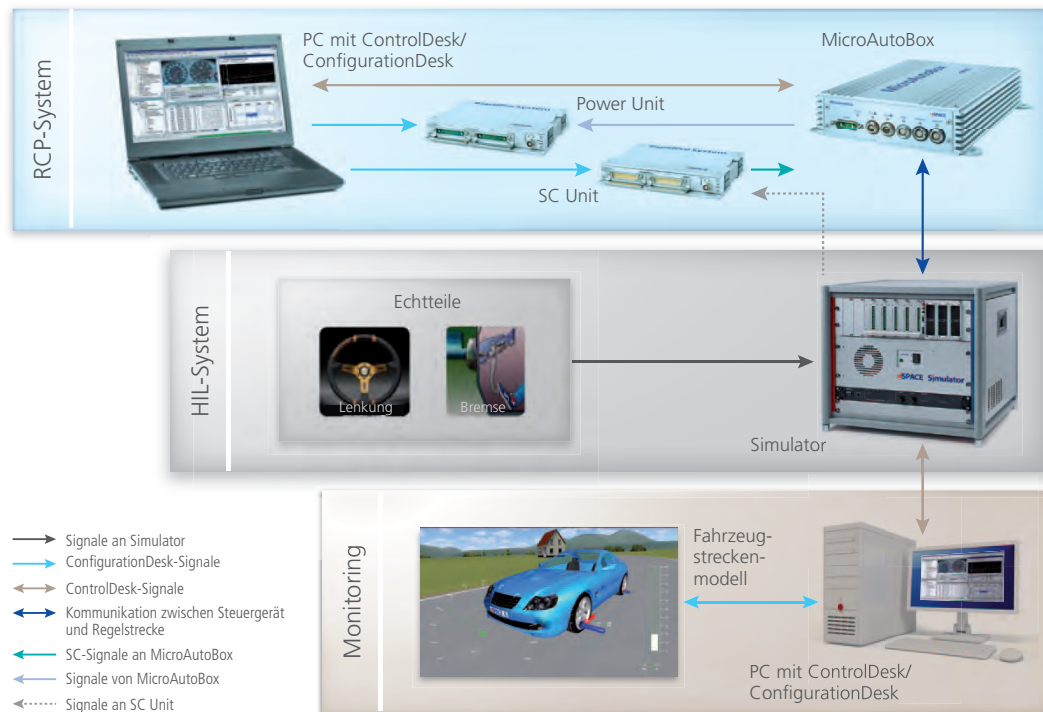
Der Prüfstand besteht aus einem Simulator und Echtteilen. Der Simulator berechnet anhand eines Fahrzeugmodells das fahrdynamische Verhalten. Er besteht aus einer

dSPACE Mid-Size-Simulator-Konfiguration mit DS1006 Quad-Core Processor Board in Kombination mit DS2202 und DS2211 HIL I/O Boards. Die verwendeten Echtteile sind die Bremskomponenten des Fahrzeugs inkl. Tandem-Hauptzylinder, Bremskraftverstärker, Hydraulikmodulator, Vakuumpumpe, Fahrpedalen, Lenkrad und Gangwahlhebel. Auch die Leistungsendstufen für den Pumpenmotor und den Modulator sind im Prüfstand untergebracht. Der Prüfstand als Ganzes bildet das Bremssystem des Fahrzeugs ab und liefert eine Mensch-Maschine-Schnittstelle für die realistische Entwicklung der Chassis-Steuerung. Im Wesentlichen besteht die Mensch-Maschine-Schnittstelle aus den realen Pedalen,

der Experimentsoftware ControlDesk und einer Echtzeitvisualisierung des simulierten Fahrzeugs. Da das Zielfahrzeug mit einem manuellen Schaltgetriebe ausgestattet ist, werden die eingelegten Gänge mit einem Positionsschalter simuliert. Für die Lenkung wird ein Dummy-Lenkrad eingesetzt, das den Lenkwinkel über ein Potentiometer liefert. Das Erfassen der Gaspedalstellung erfolgt ebenfalls elektronisch.



Das aus MicroAutoBox und RapidPro bestehende RCP-System lässt sich sowohl im Auto als auch im Labor betreiben.



Der Prüfstand besteht aus einem Simulator, diversen Echtteilen und dem RCP-System. Er dient zunächst der Entwicklung und Optimierung der ISS-Algorithmen.

Signalerfassung mit ControlDesk Next Generation

ControlDesk Next Generation ist die zentrale Instanz zur Signalerfassung, Anzeige und Aktivierung von Tests. Die Benutzeroberfläche enthält Parameter wie Bremsdruck (von Modell

schnell zwischen automatisiertem und manuellem Test umgeschaltet werden. ControlDesk wurde durchgängig von Anfang bis Ende im Projekt verwendet. Dank der Basis-Kalibrierfunktionen in ControlDesk Next Generation waren die Entwickler in

den bei der Durchführung des ISS-Programms beratend zur Seite. Das Projekt wurde planmäßig mit der Entwicklung der Regelalgorithmen für die verschiedenen ISS-Funktionen fertiggestellt: Antiblockiersystem (ABS), Traktionskontrolle (TCS), Gierstabilitätskontrolle (YSC), Wankneigungskontrolle (RSC) und Aktives Insassenrückhaltesystem (ASBRS). Die Algorithmen wurden auf der Ziel-Hardware implementiert und mit Hilfe von Model-in-the-Loop und Hardware-in-the-Loop kalibriert und validiert. Die ABS-Algorithmen auf der MicroAutoBox-RapidPro-Kombination wurden im Fahrzeug implementiert.

ARAI konnte sich durch das Projekt Kompetenz und Erfahrung in den Einsatzbereichen von Simulationstechniken insbesondere bei eingebettetem Regelsystementwurf und

„Mit ControlDesk Next Generation konnten wir schon ab den frühen Entwicklungsphasen umfangreiche Kalibrieraufgaben durchführen.“

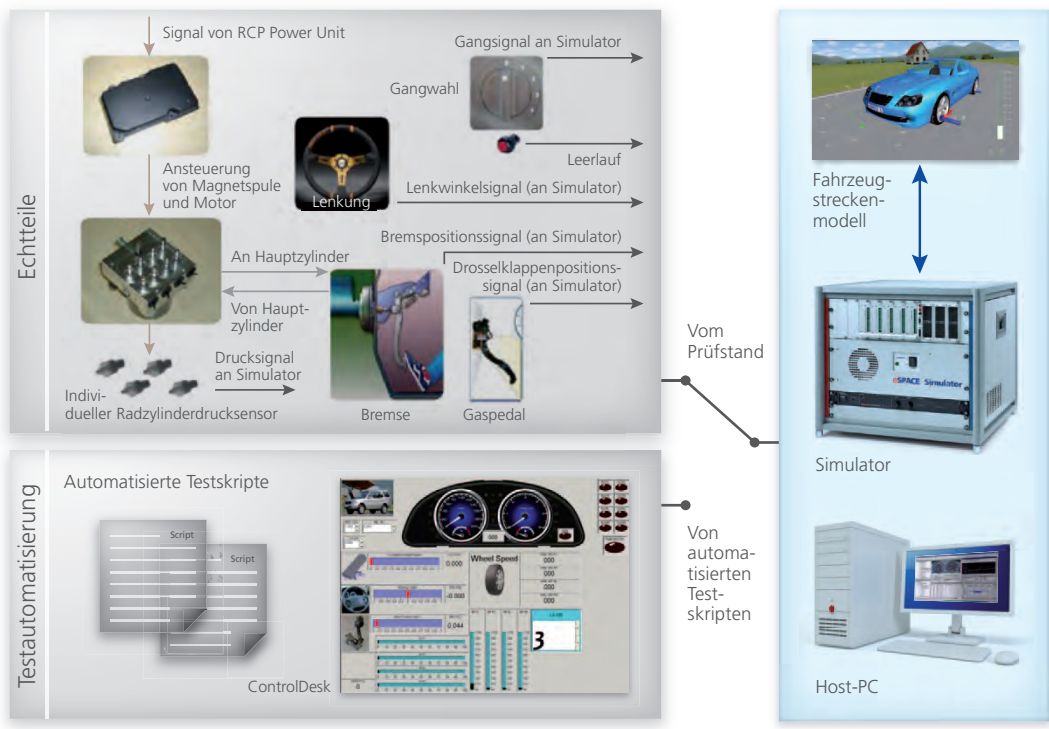
Ujjwala Karle, ARAI

und Prüfstand), einzelne Raddrehzahlen, Fahrzeuggeschwindigkeit, Gaspedalstellung, Bremsdruck, Lenkwinkel etc. Die Tests lassen sich sowohl durch manuelle Eingaben am Prüfstand als auch durch automatisierte Testskripte ausführen. Für die Simulation bestimmter Manöver kann

der Lage, in verschiedenen Projektphasen schon umfangreiche Kalibrieraufgaben durchzuführen.

Sicherheitsziel erreicht

Tata Consultancy Services in Pune und das Tata Motors European Technical Centre in Großbritannien stan-



Der Prüfstand ist für manuelle und automatisierte Testaufgaben ausgelegt. Pedale, Lenkrad und Gangwahlschalter bilden die Echtteile der Mensch-Maschine-Schnittstelle.

funktionaler Verifikation und Validierung von Steuergeräten erarbeiten. Durch den erbrachten Machbarkeitsnachweis der Stabilitätskontrolle für SUV-Anwendungen, die sich sowohl an Kleinwagen und Nutzfahrzeuge anpassen lässt, finden die Entwicklungen auch in der Serie Verwendung. Dabei haben sich die dSPACE Produkte durch ihre hohe Zuverlässigkeit ausgezeichnet. Die einfache Handhabung war ausschlaggebend für die schnelle Entwicklung der Reglersoftware.

ARAI bleibt am Ball

Derzeit fördert ARAI die modellbasierte Entwicklungsmethode und geht davon aus, dass der vollständige Umstieg auf dieses Verfahren in den nächsten Jahren vonstattengehen wird. ARAI bietet seinen Kunden aus der Automobilindustrie die Möglich-

keiten der HIL-Validierung von Steuergeräten an. Die Entwicklungsabteilung von ARAI zieht weitere Arbeiten für Antriebsstrangsteuerungen wie Strategien für Benzindirekteinspritzung und Diesel Common Rail etc. in Betracht und möchte auch Chassis-

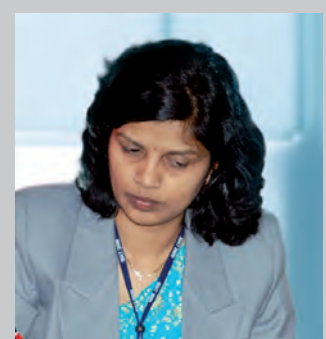
Regelalgorithmen für Hybridelektrofahrzeuge angehen. Damit soll die entwickelte Methodik weiter genutzt und aktiv in die Unternehmen eingebracht werden. ■

Arun B. Komawar, Ujjwala Karle, ARAI

Arun B. Komawar
Arun B. Komawar ist Leiter des ISS-Programms und stellvertretender Direktor bei ARAI in Pune, Indien.



Ujjwala Karle
Ujjwala Karle ist ISS-Programmkoordinatorin und Managerin bei ARAI in Pune, Indien.





Aktiv
im Gelände

Entwicklung aktiver Fahrzeugfederungen
für Offroad-Anwendungen

Höhere Mobilität, insbesondere in schwierigem Gelände, bedeutet mehr Sicherheit, Zuverlässigkeit und eine effektivere Team-Leistung für kommerzielle und militärische Fahrzeuge. Aktive Fahrzeugfederungen sollen die Geschwindigkeit und den Komfort von Geländefahrzeugen deutlich steigern. Anhand von Prototypen lässt sich die Effizienz der aktiven Systeme für Rad- und Kettenfahrzeuge darstellen.

Entwicklungsprozesse für aktive Fahrzeugfederungen

Das Hochschulforschungszentrum „Center for Electromechanics“ (CEM) der Universität Texas in Austin forscht seit über 20 Jahren im Bereich aktiver Fahrzeugfederungen. Dabei entstand ein modellbasierter Entwurfs- und Validierungsansatz, mit dem sich Hardware-Prototypen schnell und ökonomisch entwickeln lassen. Die Forscher setzen auf einen bewährten Ansatz aus Modellierung und Simulation in Labortests (Abbildung 1) sowie anspruchsvollen Hardware-Verifikationen im Gelände. Der modellbasierte Entwurf erfordert den Einsatz mehrerer domänenspezifischer Expertentools, die im gesamten Entwicklungsprozess integriert und verwendet werden können. Üblicherweise sind die Modellierung mechanischer Komponenten und der modellbasierte Reglerentwurf zwei verschiedene Disziplinen, die hier jedoch eng miteinander verzahnt sind:

Fahrzeugplattformen, Aktoren und mechanische Komponenten werden mit der 3D-Mehrkörpersimulation von LMS Virtual.Lab, vormals Dynamic Analysis and Design System (DADS) von LMS International, entwickelt. Die Entwicklung des Reglermodells erfolgt in MATLAB®/Simulink® von MathWorks. Die Reglersimulation wird parallel mit der DADS-Kinematiksimulation zur Offline-Entwicklung und Verifikation der Regelalgorithmen berechnet (Abbildung 2).

Echtzeitsimulation, Test und Entwicklung im Fahrzeug

Nach der Überprüfung mit der PC-basierten Offline-Simulation wird der EMS (Electromechanical Suspension Systems)-Regler mit seiner Aktor- und Sensorschnittstelle direkt auf das dSPACE Echtzeitsystem übertragen. Der mit Real-Time Workshop® von MathWorks im Zusammenspiel mit dSPACE Real-Time Interface (RTI) generierte Code kann auf einem modularen dSPACE System, beste-

hend aus einer Prozessorkarte und I/O-Karten, ausgeführt werden. Dieser Prozess vereinfacht den durchgängigen Übergang von der Simulation über die Prototyp-Demonstration bis hin zur serienreifen Hardware.

Rolle der dSPACE Plattform im Entwicklungsprozess

Die Reglermodelle für die Echtzeitanwendungen werden zusammen mit den I/O-Modellen entwickelt, um Aktor- und Sensorschnittstellen, Interrupts externer Signale sowie Kommunikationsbusse wie CAN berücksichtigen zu können. Die Modelle lassen sich per Mausklick schnell in Code für das dSPACE System kompilieren. Die Ausführung des Codes und weitere Untersuchungen des Reglers werden durch die intuitive Benutzeroberfläche und eine leistungsstarke Datenerfassung mit dSPACE ControlDesk® unterstützt. ControlDesk wird auch zum Laden und Einstellen von Parametern, zur Steuerung von Stimuli und zur

„Ohne Zweifel verdanken die Entwicklungsprogramme einen Großteil ihres Erfolges der durchgängigen Interaktion der verschiedenen Software- und Hardware-Komponenten von dSPACE.“

Damon Weeks, Center for Electromechanics, Universität Texas in Austin

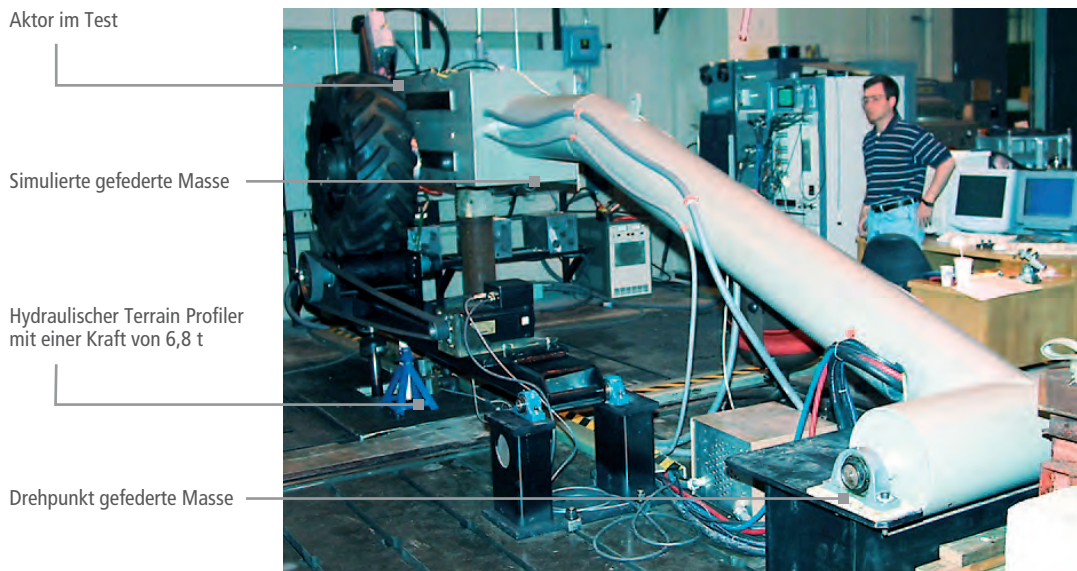


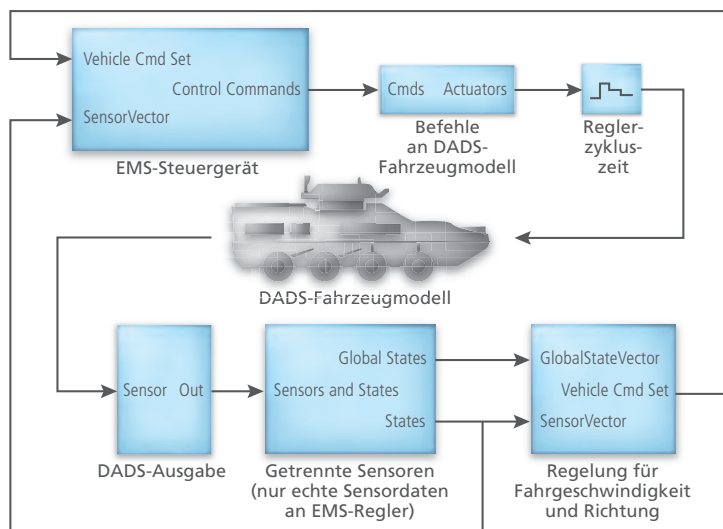
Abbildung 1: CEM-Laborprüfstand für die Validierung der Aktor-Dynamik für mobile (im Fahrzeug) und stationäre Anwendungen. Der Prüfstand erlaubt umfassendes dynamisches und statisches Testen. Vertikale Freiheitsgrade der gefederten Masse werden aus dem langen Schwenkarm und dem Drehpunkt angenähert. Ein Hydraulikzylinder liefert bis zu 50 cm simulierter vertikaler Bewegung.

manuellen und automatisierten Parameterkalibrierung für den Federungsregler verwendet. Der Einsatz mehrerer Bedien-Layouts erlaubt dem Anwender den schnellen Zugriff auf die jeweiligen grafischen Parametersteuerungen der zuvor genannten Aufgabenbereiche (Abbildung 3).

Messungen mit einem Flight Recorder

Um Messungen während der Fahrversuche durchführen und aufzeichnen zu können, wurde die Flight-Recorder-Unterstützung von ControlDesk für die Entwicklung eines adaptiven EMS-Reglers genutzt.

Die Messwerte wertet ein neuronales Netzwerk aus, um daraus optimierte Modellparameter für den Regler zu generieren. Bei der Implementierung dieser Regelaufgabe und der Verwendung des nichtflüchtigen Speichers des Flight Recorders arbeiteten dSPACE Ingenieure und das CEM eng zusammen.



Erfolgreiche Fahrzeugdemonstrationen

Das CEM hat die EMS-Technologie erfolgreich auf mehreren Fahrzeugplattformen demonstriert, darunter militärische bemannte Rad- und Kettenfahrzeuge (HMMWV: High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicles, LMTV: Light Medium Tactical Vehicles und FCS-Tracked Manned Ground Vehicle). Zudem wurde die EMS-Technologie in einem Linien-

Abbildung 2: Die Simulationsumgebung am CEM verbindet das Simulink-Regelsystem mit der Mehrkörpersimulation (DADS-Fahrzeugmodell) zu einer Co-Simulation. Hier die oberste Ebene des resultierenden Simulink-Modells.

Abbildung 3: Ein typisches ControlDesk-Layout, das bei der Entwicklung der aktiven Federung zum Einsatz kam.



„Ein häufiger Kommentar des Test-Teams bei der EMS-Evaluierung: Großartig wie schnell und einfach wir neue Vorschläge in Software-Änderungen umsetzen können.“

Damon Weeks, Center for Electromechanics, Universität Texas in Austin

bus und einem Gelände-Einsatzfahrzeug implementiert (Abbildung 4). Dabei wurde die durchschnittliche Krafteinwirkung im Gelände gemessen, der die Fahrzeuginsassen und die Ausrüstung ausgesetzt sind.

Schneller, komfortabler und kosteneffizienter

Ab einer durchschnittlichen Krafteinwirkung von 6 Watt wird die zulässige Fahrgeschwindigkeit im Offroad-Bereich begrenzt. Durch die EMS-Federung wird bei zivilen und militärischen Fahrzeugen im Gelände nun die doppelte Geschwindigkeit bei Erreichen der 6-Watt-Grenze erzielt. Bei Tests gelang dies in allen Terrains, abgesehen von so hohen Steigungen, bei denen Stoßstangen, Motorschutzwannen und/oder Kettenantriebsritzeln bei diesen Geschwindigkeiten aufsetzen. Das National Automotive Test Center (NATC)

testete ebenfalls den Komfort bei manuellen Bedienungsaufgaben in HMMWV-Fahrzeugen. Dabei führten Soldaten der United States Marine Corps in schwierigem Gelände unterschiedlichste Aufgaben aus und zeigten, dass sich mit EMS allgemeine Vorgänge wie Kartenlesen, Durchgeben von Koordinaten und Zielerfassung besser durchführen lassen. War das EMS anfangs konzipiert, den Fahrkomfort zu erhöhen, führte es in Ausrollversuchen (Coast-down) zu einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs im Gelände um 30 %, zu mehr Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit durch verbessertes Untersteuerverhalten und optimierte aktive Fahrzeughöhensteuerung sowie zu halbierten Betriebskosten im Fahrzeuglebenszyklus. ■

Damon Weeks, Universität Texas, Austin

Fazit

In den letzten 20 Jahren hat das Center for Electromechanics (CEM) der Universität Texas das Electromechanical Suspension System (EMS) bereits über ein Dutzend Mal eingesetzt, mehr als die Hälfte davon in Prototypen militärischer Fahrzeuge. Das CEM setzt dabei auf den modellbasierten Ansatz, der die Expertentools LMS, DADS, MATLAB/Simulink und dSPACE Real-Time Interface zusammen mit dSPACE Rapid-Prototyping-Systemen vereint, um EMS-Regelsysteme zu entwickeln, EMS-Aktoren und System-Hardware zu entwerfen und die Systemperformanz vorauszuberechnen. Tests in unabhängigen Testeinrichtungen zeigen, dass EMS die Fahrgeschwindigkeit im Gelände verdoppelt, Kraftstoffeinsparungen von 30 % ermöglicht und sich Crew-Leistung und Fahrzeug-Handling verbessern.

Abbildung 4: Einsatzfelder der EMS-Federungstechnologie.



Damon Weeks
Damon Weeks ist als Forschungsingenieur verantwortlich für den elektromechanischen Entwurf am Center of Electromechanics an der US-amerikanischen Universität in Austin, Texas.





Weniger ist mehr

Dieselmotorsteuerung reduziert Emissionen unter den Grenzwert der Abgasnorm

ISUZU entwickelt für seine Dieselmotoren eine nockenwellenlose, hydraulische Ventilsteuerung, um die Emissionen und den Kraftstoffverbrauch deutlich zu reduzieren. Ein wichtiges Ziel ist es, die Grenzwerte der japanischen Abgasnorm zur Langzeitreduzierung von Emissionen zu unterschreiten. Der prototypisch entwickelte Regler muss eine Vielzahl von Ventilen und Aktoren ansteuern und hohe Rechenleistungen erbringen.



Verringerung des Schadstoffausstoßes

Zusammen mit dem National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan, beteiligte sich ISUZU von 2004 bis 2009 an einem Projekt zur Entwicklung neuer Fahrzeugtechnologien zur Verringerung des Schadstoffausstoßes, ausgeschrieben von der japanischen Organisation für neue Energien und industrielle Technologieentwicklung (NEDO). Ziel des Projekts ist die Reduzierung der Emissionswerte für Stickoxide auf 0,2 g/kWh und für Feinstaub auf 0,01 g/kWh. Damit liegen sie deutlich unter den Werten, die die neue japanische Abgasnorm zur Langzeitreduzierung von Emissionen fordert. Gleichzeitig soll der Kraftstoffverbrauch um 10 % des derzeitigen Durchschnittsverbrauchs gesenkt werden (Abbildung 1).

Das Motorkonzept

Um die angestrebten Zielwerte und Vorgaben zu erreichen, setzte ISUZU auf ein neues Dieselmotorkonzept ohne Nockenwellen. Das Herzstück des Konzepts ist die hydraulische Ventilansteuerung, um die Beziehung zwischen Abgas- und Kraftstoffreduzierung zu optimieren. Die größte Herausforderung für dieses Konzept besteht darin, gleichzeitig die Abgase und den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren. Erreicht wird das insbesondere durch die Verbesserung der Austauschbeziehung zwischen Stickoxiden und Kraftstoffverbrauch.

Anforderungen an das Regelsystem

Im hydraulischen System für die Ventilansteuerung bewirkt das Einlassen der Aktorflüssigkeit mit hohem Druck das Öffnen des Ventils. Wird die Flüssigkeit abgelassen, schließt

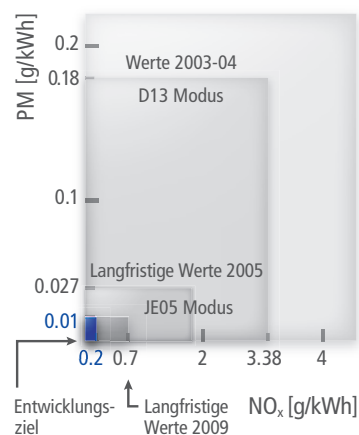
es sich wieder. Durch Steuern der Ein- und Auslasszeiten sowie der Menge der Flüssigkeit erreichen die Ein- und Auslassventile beliebige Öffnungs- und Schließzeiten sowie jegliche Ventilhübe (Abbildung 2). Für jedes Ventil sind zwei Aktoren zum Ein- und Auslassen der Flüssigkeit notwendig. Eingesetzt wird das System für einen großen 6-Zylinder-Reihen-Dieselmotor, so dass insgesamt 24 Ein- und Auslassventile und 48 Aktoren erforderlich sind. Da die Steuerung auch die Kraftstoffeinspritzung und die Luftzufuhr umfasst, benötigt das System Treiberkapazität für insgesamt 56 Aktoren. Die Regler und Treiber müssen dabei folgende Aufgaben übernehmen:

- Ausgabe schneller, präziser Ansteuerungsimpulse, synchron mit dem Nockenwinkel
- Regelung der Ströme sowie der Spitzen- und Haltezeiten

Aufbau des Regelsystems

Um alle 56 Aktoren zuverlässig zu steuern und die Regler flexibel ändern zu können, fiel die Wahl auf ein Rapid-Control-Prototyping (RCP)-System basierend auf modularer dSPACE Hardware zusammen mit dSPACE RapidPro. Der Regler wird auf der

Abbildung 1: Neue japanische Abgasnorm zur Langzeitreduzierung von Emissionen.



„Zukünftig wird man beim Entwickeln von präzisen, vielseitigen Steuerungen vor großen Herausforderungen stehen. Da die dSPACE Produkte hochgradig erweiterbar und flexibel sind, erwarten wir diesbezüglich keine Probleme.“

Kikitaro Udagawa, ISUZU Advanced Engineering Center

Abbildung 2: Öffnungs- und Schließverhalten der Ein-/Auslassventile in herkömmlichen Nockenantrieben (links) und im hydraulischen Camless-System (rechts).

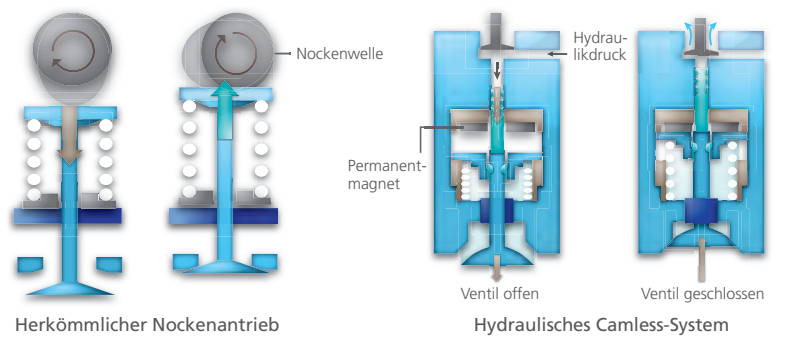
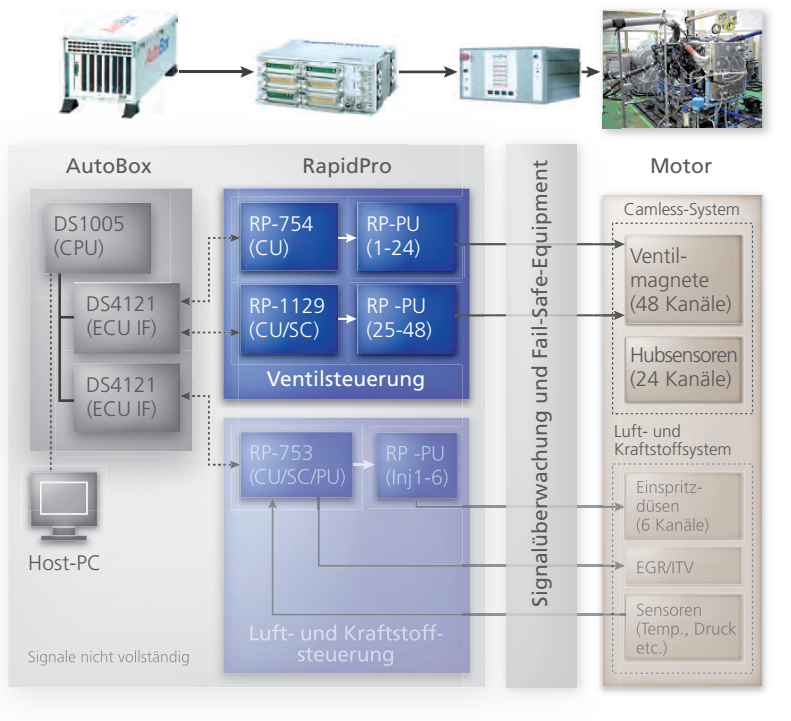


Abbildung 3: Aufbau des Regelsystems.



Prozessorkarte DS1005 der modularen Hardware ausgeführt; die drei Rapid-Pro Units dienen als Treiber für die Steuerung der Ein- und Auslassventile sowie der Luft- und Kraftstoffzufuhr (Abbildung 3).

Besondere Schutzmaßnahmen

Eine Besonderheit des nockenwellenlosen Systems (Camless-System) besteht darin, dass die Ventilhubhöhe prinzipiell unabhängig von den Kolbenhubhöhen sind. Dadurch kann es bei Abweichungen in der Steuerung oder fehlerhaften Instruktionen passieren, dass Ventile und Kolben kollidieren, was zu schweren Beschädigungen am Motor führen kann. Daher ist es wichtig, dass die Software der Steuerung fehlerfrei arbeitet; zudem müssen Schutzmaßnahmen für den Motor greifen, falls es zu Fehlern in der Steuerung kommt. Dieses führt zu folgenden grundsätzlichen Anforderungen an das Regelsystem:

- **Präzise Signalverarbeitung**
Schnelle, präzise Signalmessung sowie Ansteuerung der Aktoren durch das RCP-System
- **Maßnahmen zum Schutz des Motors bei fehlerhafter Steuerung**
Softwarebasierte Überwachungsfunktion, die bei Steuerungsabweichungen eingreift. Zum Schutz des Motors durch Not-Schließen der Ein- und Auslassventile wird ein ausfallsicheres Gerät hinzugefügt.
- **Zuverlässigkeit der Steuerungsschicht**
Einsatz von Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation, um den nockenwellenlosen Motor zu simulieren und die Reglersoftware ohne realen Motor zu testen. Um den realen Motorbetrieb weiter zu verifizieren, werden die Steuerung und das im Motor verbaute Nockenwellensystem für den Ventilhub und weitere Prüfstandtests eingesetzt.

Rolle der dSPACE Produkte bei der Problemlösung

Die Steuerung für die zu entwickelnde nockenwellenlose Ventilsteuerung muss sehr leistungsstark sein und absolut zuverlässig arbeiten. Da sich das System noch in der Entwicklung befindet, unterliegen Aktoren und Sensoren der Steuerung sowie die Konfiguration der Treiber-Hardware Änderungen, sobald das Modell, die Spezifikationen des Motors oder die seiner Komponenten überarbeitet werden. Um flexibel auf diese Art der Strukturänderungen im Modell und der Hardware reagieren zu können, sind flexible dSPACE Produkte notwendig und keine intern entwickelten Regler und Treiber.

Bewertung der dSPACE Produkte nach der Entwicklung

Die Hardware (DS1005, RapidPro) ist sehr zuverlässig und flexibel genug, um geänderte Anforderungen der Rechenleistung oder der I/O-Spezifikationen schnell umzusetzen. Zudem sind die Experimentiersoftware dSPACE ControlDesk® und die anderen Entwicklungswerkzeuge grafisch aufgebaut und intuitiv bedienbar, so dass Parameter einfach visualisiert werden und auch Erstanwender die Tools leicht bedienen können. Zuverlässigkeit, Bedienbarkeit und Flexibilität der Entwicklungswerkzeuge sind kennzeichnend für dSPACE. Die dSPACE Produkte steuern das nockenwellenlose System auf hohem Niveau und übernehmen die exakte und schnelle Steuerung der in diesem Fall außergewöhnlich hohen Zahl an Aktoren.

Ergebnisse und Ausblick

Der Motortest mit dem nockenwellenlosen System zeigte, dass der Kraftstoffverbrauch im stationären Betrieb bei gleichzeitig niedrigen Emissionswerten deutlich verringert werden kann. Darüber hinaus führten Erkenntnisse aus dem teilweise transienten Betrieb zu neuen Ideen für eine stabile Ventilsteuerung.

„dSPACE RapidPro erlaubt I/O mit fast jedem Signaltyp, zudem reduzieren sich Zeit und Aufwand für den Entwurf und den Aufbau externer Schnittstellenkreise.“

Ryo Kitabatake, ISUZU Advanced Engineering Center

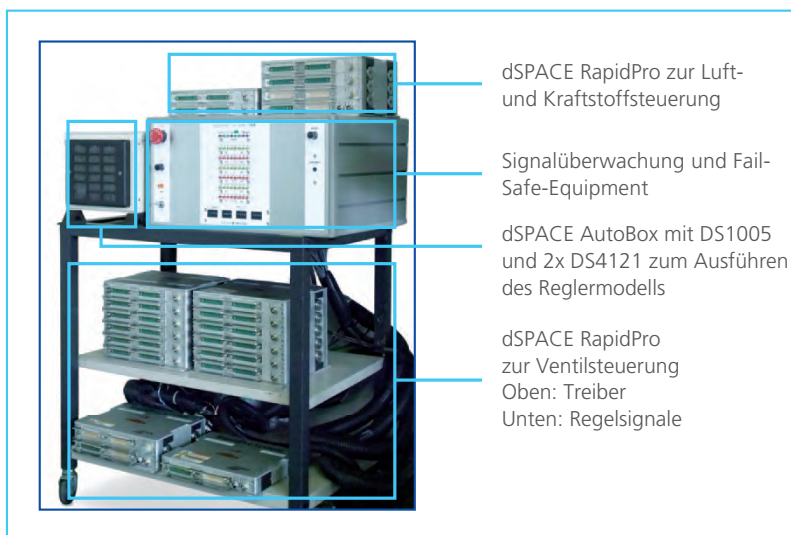


Abbildung 4: Der Prüfstand mit dSPACE Hardware. Teilweise wurde die Verkabelung für das Foto entfernt.

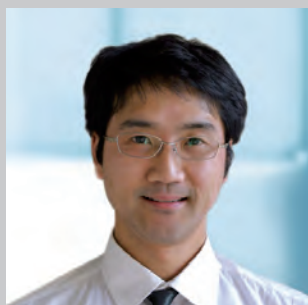
Diese Ideen werden mit der nächsten Generation der Motorsteuerung umgesetzt. Sie besteht aus einer Mehrprozessorkonfiguration und enthält ein DS1005 sowie das DS1006 Processor Board für die modellbasierte Steuerung. Die beiden

Prozessoren sind über Gigalink verbunden und bieten so noch mehr Rechenleistung für die erweiterte Reglersoftware. ■

*Kikutaro Udagawa
Ryo Kitabatake
ISUZU ADVANCED ENGINEERING CENTER, LTD.*

Kikutaro Udagawa

Kikutaro Udagawa ist Senior Research Engineer im 3rd Engine Research Department am ISUZU Advanced Engineering Center, Kanagawa, Japan.



Ryo Kitabatake

Ryo Kitabatake ist Senior Research Engineer im 1st Engine Research Department am ISUZU Advanced Engineering Center, Kanagawa, Japan.





Umfangreiche Testsysteme aufbauen

SCALEX



SCALEXIO, das neue Hardware-in-the-Loop (HIL)-System von dSPACE, wurde seit seiner Einführung 2011 kontinuierlich erweitert. Die neuste Version unterstützt den Anwender beim Aufbau besonders umfangreicher Testsysteme mit komplexen Umgebungsmodellen sowie der entsprechenden Fehlersimulation.

Größere Systeme durch Multi-core

Durch den steigenden Anteil von Elektronik in Fahrzeugen erhöht sich auch der Funktionsumfang der entsprechenden Steuergeräte. Die daraus resultierenden komplexeren Steuergeräte mit viel I/O und zahlreichen Software-Komponenten erfordern leistungsfähige Testsysteme. Gleichzeitig kommt meist ein sehr umfangreiches Umgebungsmodell zum Einsatz, um beispielsweise das gesamte Fahrzeug abzudecken. Die Steuergeräte werden zusammen mit diesen Umgebungsmodellen in umfangreichen Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulationen getestet. Um jederzeit die Echtzeitsimulation komplexer Modelle garantieren zu können, beinhaltet die SCALEXIO® Processing Unit einen Intel® Core™ i7 mit vier Kernen. Auf einem der Kerne werden die Systemprozesse gerech-

net, die übrigen drei stehen vollständig der Modell- und I/O-Berechnung zur Verfügung. Hierdurch lassen sich mit SCALEXIO sehr umfangreiche und komplexe Modelle simulieren, mit deren Echtzeitsimulation ein einzelner Kern überfordert wäre.

Zwei Varianten für die Modellaufteilung

Um das Umgebungsmodell parallel auf mehreren Kernen berechnen zu können, ist eine möglichst flexible Modellaufteilung hilfreich. Gleichzeitig sind besonders ein einfacher Workflow, eine klare Arbeitsaufteilung für die Modellentwickler sowie kurze Kompilierungszeiten wichtig. Bei der Modellverwaltung muss sowohl die Kommunikation der Teilmodelle untereinander als auch die Verbindung der Modellschnittstellen zu den I/O-Karten übersichtlich gestaltet sein.

IO

ausgebaut

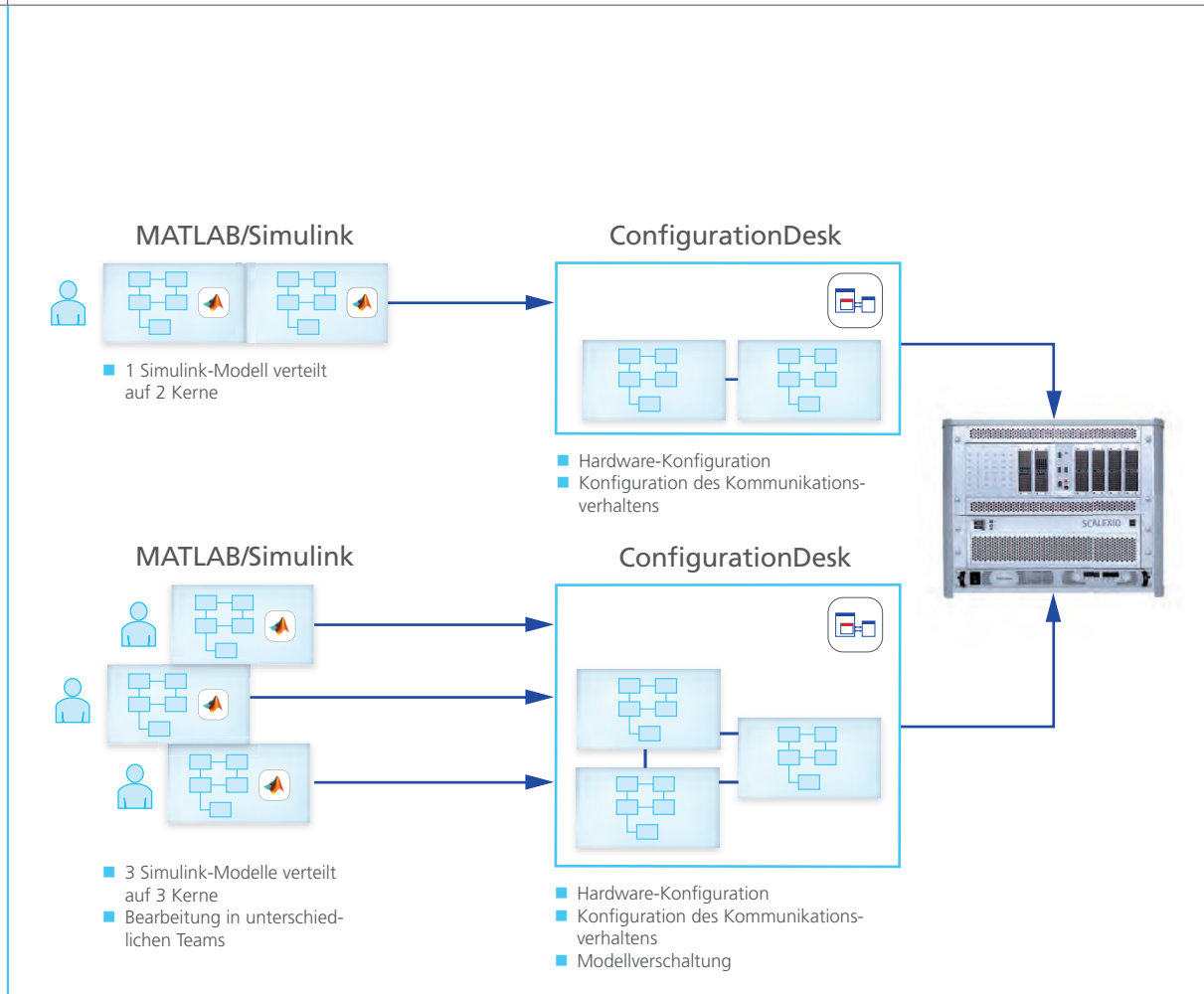


Abbildung 1: Alternative Workflows für die Modellaufteilung.

Für die Modellerstellung und die Aufteilung auf verschiedene Prozessorkerne gibt es zwei unterschiedliche Ansätze (Abbildung 1):

1. Das Modell wird als Gesamtsystem entwickelt und anschließend auf die Kerne aufgeteilt. Hierzu muss das Gesamtsystem derart gestaltet sein, dass es mehrere „schneidbare“ Modellteile enthält. In jedem dieser Modellteile kann eine beliebige Anzahl von Subsystemen realisiert werden, in denen referenzierte Modelle möglich sind. Durch einen speziellen von dSPACE entwickelten MATLAB®/Simulink®-Block werden Modellteile direkt einem Prozessorkern zugewiesen, es sind also keine IPC (Inter Processor Communication)-Blöcke notwendig. Hierdurch ergibt sich eine leichtere Verwaltung des Modells und bei Änderungen in der Zuweisung müssen

nur die betroffenen Modellteile erneut kompiliert werden. Da Änderungen direkt im Gesamtmodell erfolgen, ist eine Offline-Simulation in Simulink möglich. Je nach Größe des Modells können längere Lade- und Kompilierzeiten erforderlich sein.

2. Anstelle eines großen Gesamtsystems wird das Simulink-Modell von Beginn an in individuellen Teilmodellen entwickelt. In einem Teilmodell werden Vorgänge zusammengefasst, die eng miteinander gekoppelt sind, zwingend nacheinander berechnet und somit auf einem Prozessorkern untergebracht werden müssen. Jedes Modell wird dann genau einem Kern zugewiesen. Änderungen werden nur in den einzelnen Teilmodellen durchgeführt, wodurch sich kurze Lade- und Kompilierzeiten ergeben. Die Nut-

zung von Teilmodellen hat den Vorteil, dass verschiedene Teams zeitgleich arbeiten können.

Grafische Konfiguration mit ConfigurationDesk

Bei der Erstellung des Modells als Gesamtsystem erfolgt die Konfiguration der Modellkommunikation und die der I/O-Karten mit dSPACE ConfigurationDesk®. Gleiches gilt bei der Erstellung von Teilmodellen, wobei noch die Modellverschaltung hinzukommt. Aus Simulink heraus werden sowohl die Modellkomponenten als auch die entsprechenden Kommunikationsdateien importiert und grafisch in ConfigurationDesk dargestellt. Diese Vorgehensweise ist bei beiden Modellaufteilungsvarianten identisch. Durch die Kommunikationsdateien wird die Weitergabe von Informationen erleichtert, nachträgliche Änderungen können einfach umgesetzt

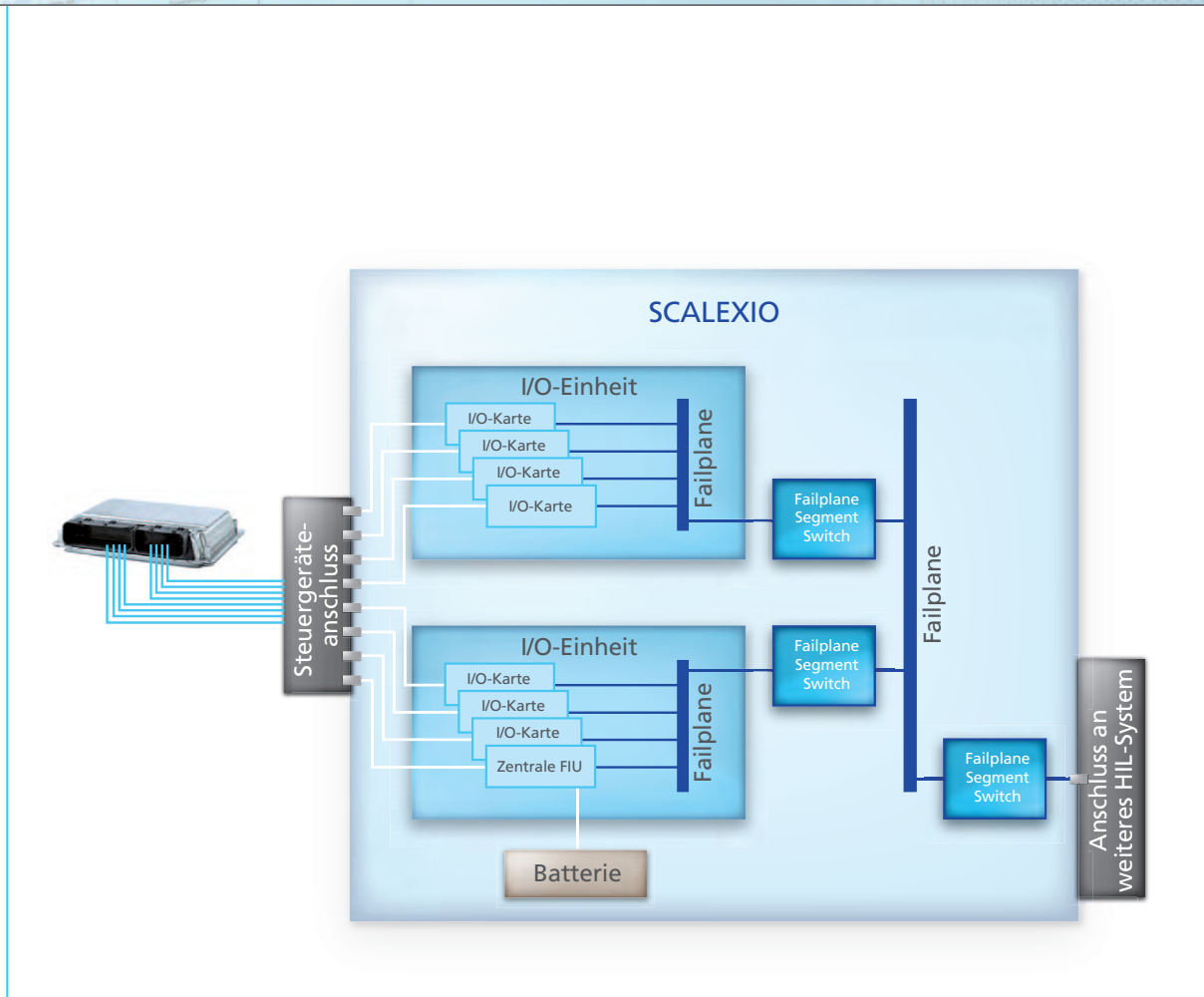


Abbildung 2: Infrastruktur der FIU bei größeren Systemen.

werden. In ConfigurationDesk lassen sich zudem Konfigurationssets erstellen. Damit lassen sich pro Teilmodell verschiedene Build-Versionen generieren, die für bestimmte Compiler optimiert sind. Trotz unterschiedlicher Rahmenbedingungen, beispielsweise unterschiedlicher Speicherplatzgrößen, wird somit möglichst effizienter Code erzeugt.

Bessere Signalqualität während der Fehlersimulation

Große SCALEXIO-Systeme mit hoher I/O-Kanalanzahl erfordern auch bei der Fehlersimulation angepasste Lösungen (Abbildung 2). Mit einer Failure Insertion Unit (FIU) werden elektrische Fehler an den I/O-Pins des Steuergeräts aufgeprägt. Um diese für Fehler bei allen Steuergeräte-Signalen zu nutzen, können alle Signale über sogenannte Failplanes zu den zentralen FIU-Kompo-

nenten geleitet werden. Dabei stört es nicht, wenn sich dies bei größeren Aufbauten über mehrere Schränke erstreckt, da die Failplanes der einzelnen Schränke miteinander verbunden werden können und sich bei steigender Anzahl an I/O-Kanälen erweitern lassen. Die Failplanes sind in Segmente unterteilt, die einzeln zugeschaltet werden können. Hierdurch werden die Leitungskapazitäten durch lange Leitungen, die eine Verfälschung der Signale verursachen können, minimiert und eine hohe Signalqualität gewährleistet. Wenn ein Fehler aufgeprägt werden soll, werden nur die für die Signalführung benötigten Segmente durch die Failplane Segment Switches zugeschaltet. Die Segmentierung erfolgt hinter jeder I/O Unit und für jeden Schrank. Systemerweiterungen sind somit problemlos und ohne Qualitätseinbußen möglich. Die Ansteuerung

des Failplane Segment Switch erfolgt direkt durch SCALEXIO, ohne dass der Anwender sich damit beschäftigen muss.

Frei Wahl bei Netzteilen

Mit einem SCALEXIO-System kann die Batteriesimulation direkt aus dem Simulationsmodell heraus angesprochen werden. Für die Steuerung des Netzteils wird der DS2907 Battery Simulation Controller eingesetzt, der Strom- und Spannungswerte vorgibt. In einem SCALEXIO-System können pro DS2907 bis zu zwei verschiedene Netzteile verwendet werden. Damit können Bordnetze mit unterschiedlichen Spannungen realisiert werden, um das korrekte Verhalten des Steuergeräts zu testen. ■

Entwicklungsdaten im Griff

SYNECT

dSPACE bietet mit dem neuen Produkt SYNECT eine Software-Umgebung für das Datenmanagement in der modellbasierten Entwicklung von der Anforderung bis hin zum Steuergeräte-Test an. Mit dem neuen Lösungsangebot wird dSPACE das Arbeiten über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg sowie in weltweit verteilten Teams unterstützen. Michael Beine, Produktmanager bei dSPACE, erläutert die Produktstrategie.



Weshalb wird dSPACE eine Datenmanagement-Lösung anbieten?

In den Entwicklungsabteilungen unserer Kunden entstehen enorme Mengen von Daten, Modellen, Tests und Testergebnissen. Diese umfassen wiederum zahlreiche Varianten und Versionen, und es gibt vielfältige Abhängigkeiten. Allein die Verwaltung dieser Daten stellt eine immer größere Herausforderung dar. Hier setzen wir an und werden eine Lösung zur zentralen Verwaltung und Vernetzung aller entstehenden Daten anbieten. Für unsere Kunden bedeutet das konsistente Datenstände, vollständige Traceability und eine sichere und effiziente Wiederverwendung von Daten in anderen Projekten, von anderen Anwendern oder für neue Fahrzeug- und Steuergeräte-Varianten.

Was wird das neue dSPACE Produkt SYNECT leisten? Wodurch zeichnet es sich aus?

Wir werden besonderen Fokus auf die Unterstützung des modellbasierten Entwicklungsvorgehens und den Steuergeräte-Test legen. Diese Methoden haben sich in vergangenen Jahren fest etabliert. Eine dedizierte Lösung für die Verwaltung der dabei entstehenden Modelle und Daten fehlt unseren Kunden heute. SYNECT wird sich durch die enge Anbindung der Engineering-Tools und die umfassende Unterstützung relevanter Standards auszeichnen. Engineering-Tools, zu nennen sind hier zum Beispiel die Modellierungsumgebung MATLAB®/Simulink®, dSPACE Tools wie ControlDesk®, AutomationDesk®, TargetLink, aber auch weitere Werkzeuge von Dritt-

anbietern, sind zu einem großen Teil Produzent und Konsument der zu verwaltenden Daten. Eine direkte Anbindung dieser Tools und der Import von Daten aus standardisierten Dateiformaten sowie entsprechende Exportmöglichkeiten bedeuten für unsere Kunden eine effiziente Übernahme sowie einfache Weitergabe und Verwendung von Daten in den unterschiedlichen Entwicklungsphasen.

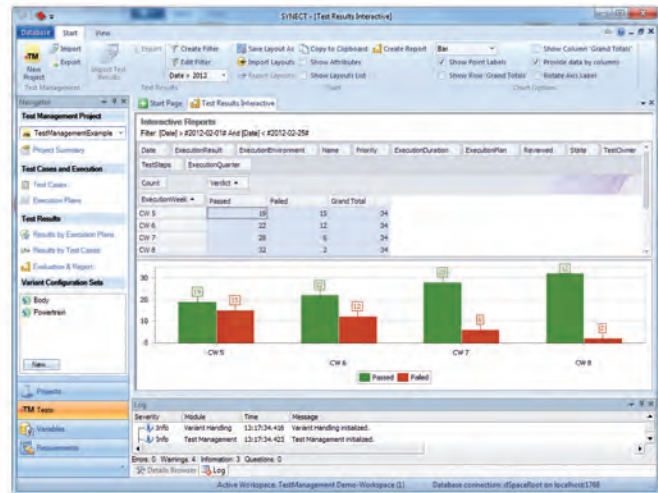
Eine besondere Herausforderung stellt das Thema Varianten dar. Wie wird dieses von SYNECT behandelt?

Ein zentrales Element in SYNECT wird das integrierte Variantenmanagement sein. Es ermöglicht, alle zu berücksichtigenden Varianten und gültigen Variantenkonfigurationen explizit zu definieren und zu verwalten. Sämtliche Daten können

SYNECT

Datenmanagement- und Collaboration-Software

- Datenmanagement für die modellbasierte Entwicklung und für den Steuergeräte-Test
- Integriertes Variantenmanagement
- Direkte Anbindung an Engineering-Tools
- Skalierbar für den Einsatz in kleinen, lokalen Teams bis hin zu global verteilten Teams



SYNECT wird sich durch die enge Anbindung der Engineering-Tools und die umfassende Unterstützung relevanter Standards auszeichnen.

somit nicht nur in unterschiedlichen Versionen, sondern insbesondere auch in Bezug auf die unterschiedlichen Varianten verwaltet werden. Und das über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg.

Welche Rolle spielt das Anforderungsmanagement in SYNECT?

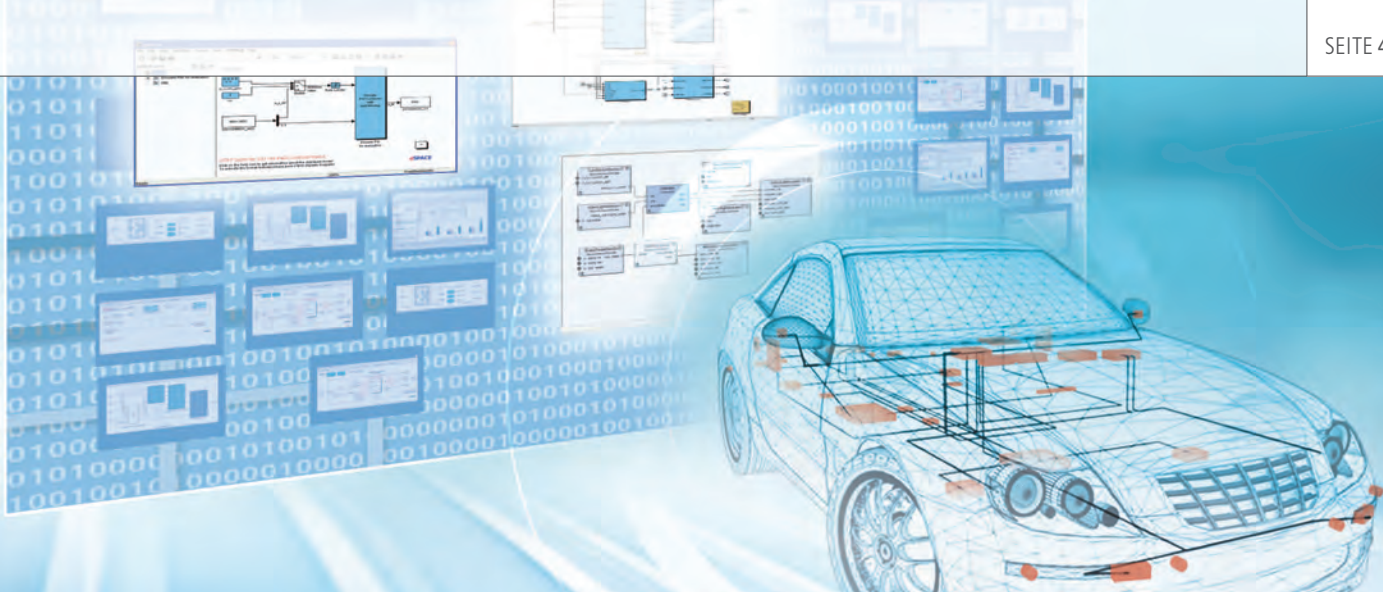
Zur Integration von Anforderungen als zentrale Elemente auch im modell-

basierten Entwicklungsprozess werden existierende Requirements-Management-Werkzeuge angebunden, die in den vergangenen Jahren weite Verbreitung gefunden haben. Dies wird zum Beispiel über das in der Object Management Group (OMG) standardisierte Austauschformat für Anforderungen, ReqIF, erfolgen. Anforderungen können so verlustfrei in unser Datenmanagement-System

gespiegelt und dort mit beliebigen Objekten, mit Modellen, Tests, Parametern etc. in Verbindung gebracht werden. Mittelfristig kann ich mir vorstellen, dass Anforderungen auch direkt in SYNECT verwaltet werden. Die technischen Möglichkeiten dafür haben wir.

Wie verwalten die Kunden heute ihre Daten? Wie unterscheidet sich





Sämtliche Daten können mit SYNECT nicht nur in unterschiedlichen Versionen, sondern insbesondere auch in Bezug auf die unterschiedlichen Varianten verwaltet werden.

die dSPACE Lösung von herkömmlichen Lösungen?

Configuration Management erfolgt heute üblicherweise, indem ganze Dateien ein- und ausgecheckt, versioniert usw. werden. Eine Verwaltung der im modellbasierten Entwicklungsprozess anfallenden Daten auf Dateibasis reicht jedoch nicht aus. Unsere Kunden erwarten eine „intelligente“ Verwaltung der einzelnen semantikbehafteten Datenobjekte, um Beziehungen und Abhängigkeiten auf Objektebene abbilden und nachvollziehen zu können. Ein Beispiel ist die Beschreibung von Funktions- oder Modellschnittstellen mit Hilfe von Signalobjekten. Hier werden wir unsere langjährigen Erfahrungen aus zahlreichen Steuergeräte-Projekten und unser Wissen über etablierte Dateiformate und relevante Standards wie ASAM, AUTOSAR oder FIBEX einbringen.

Wie ist das dSPACE Lösungsangebot aufgebaut?

In der Praxis ist es oftmals so, dass Entwicklungsteams zunächst Lösungen für einzelne Aufgaben wie Testmanagement, Modellmanagement oder eine zentrale Signal- und Parameterverwaltung suchen. Unser

Lösungsangebot ist entsprechend modular aufgebaut und kann sukzessive zu einem umfassenden, zentralen Datenmanagement ausgebaut werden. Ganz allgemein adressieren wir mit unserer Lösung kleinere Teams genauso wie große, weltweit verteilt arbeitende Organisationseinheiten.

Wann wird die erste Produktversion von SYNECT erhältlich sein?

Die erste SYNECT-Version, ein Testmanagement-Modul, ist seit Oktober 2012 verfügbar. Schon seit dem Frühjahr 2012 laufen Pilotprojekte mit Fahrzeugherstellern und Zulieferern. Neben der Verwaltung von Testfällen, der Erstellung von Testsuiten, der Verknüpfung von Anforderungen und der Analyse von Testergebnissen liegt unser Fokus auf der Anbindung von Testautomatisierungswerkzeugen. Es existiert bereits eine Anbindung an AutomationDesk, die es erlaubt, Testsuiten direkt auf HIL-Systemen auszuführen. Eine Anbindung an BTC EmbeddedTester als Werkzeug für MIL-, SIL-, PIL-Tests im TargetLink-Kontext ist noch in der Entwicklung und für Anfang 2013 geplant. Weiterhin gibt es eine erste Version unseres Variantenmanagements, so dass bei der

Verwaltung der Testfälle und Testsuiten Variantenabhängigkeiten berücksichtigt werden können.

Welche weiteren Module werden im Laufe der nächsten Monate verfügbar sein?

Für Anfang 2013 ist ein zentrales Signal- und Parametermanagement mit Anbindung an TargetLink geplant. Ein erstes Projekt zur variantenbezogenen Verwaltung von Parametern haben wir bereits erfolgreich abgeschlossen. Des Weiteren arbeiten wir an einer Lösung zur Modellverwaltung. Hier ist eine erste Version für Mitte 2013 geplant.

Vielen Dank für das Gespräch, Herr Beine!



Michael Beine ist Lead Product Manager für die Produkte SYNECT und TargetLink bei der dSPACE GmbH.

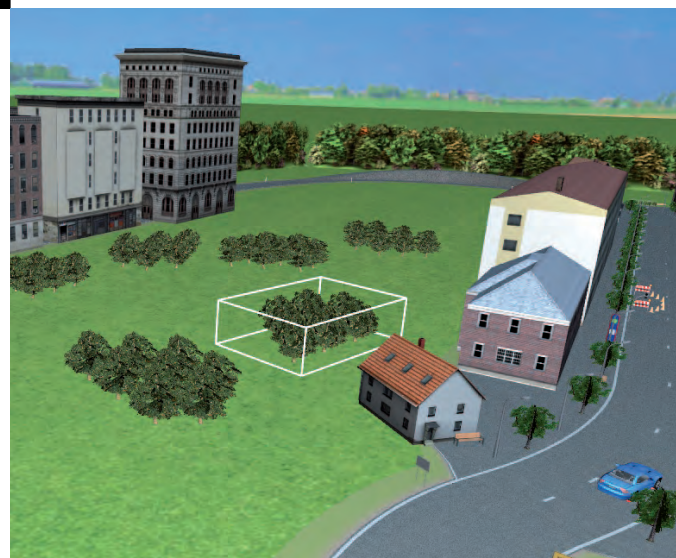


Schauen, sehen, WISSEN

Bei der Entwicklung von Steuerungen für Anwendungen wie Fahrdynamik- oder Fahrerassistenzsysteme sind Simulationen von entscheidender Bedeutung. Am besten lässt sich das Verhalten eines simulierten Systems anhand einer animierten Visualisierung mit realistischen 3D-Szenen nachvollziehen. Daher visualisiert dSPACE MotionDesk schon seit über 10 Jahren erfolgreich die Bewegungen simulierter Objekte in einer 3D-Welt. Nun hat dSPACE eine neue Version dieser Software auf den Markt gebracht – komplett überarbeitet für die Anforderungen der Zukunft.



MotionDesk: 3D-Visualisierungssoftware für Fahrerassistenzsysteme optimiert





Die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten und eine zuverlässige, hohe Bildfrequenz sorgen für die realistische Simulation.

Mit MotionDesk werden Simulationen anschaulich und verständlich – durch Visualisierung des simulierten Systems und seiner Umgebung. MotionDesk liest die Daten von einem dSPACE Simulator, dSPACE VEOS® oder MATLAB®/Simulink® und animiert bewegliche Objekte (Fahrzeuge, Räder,

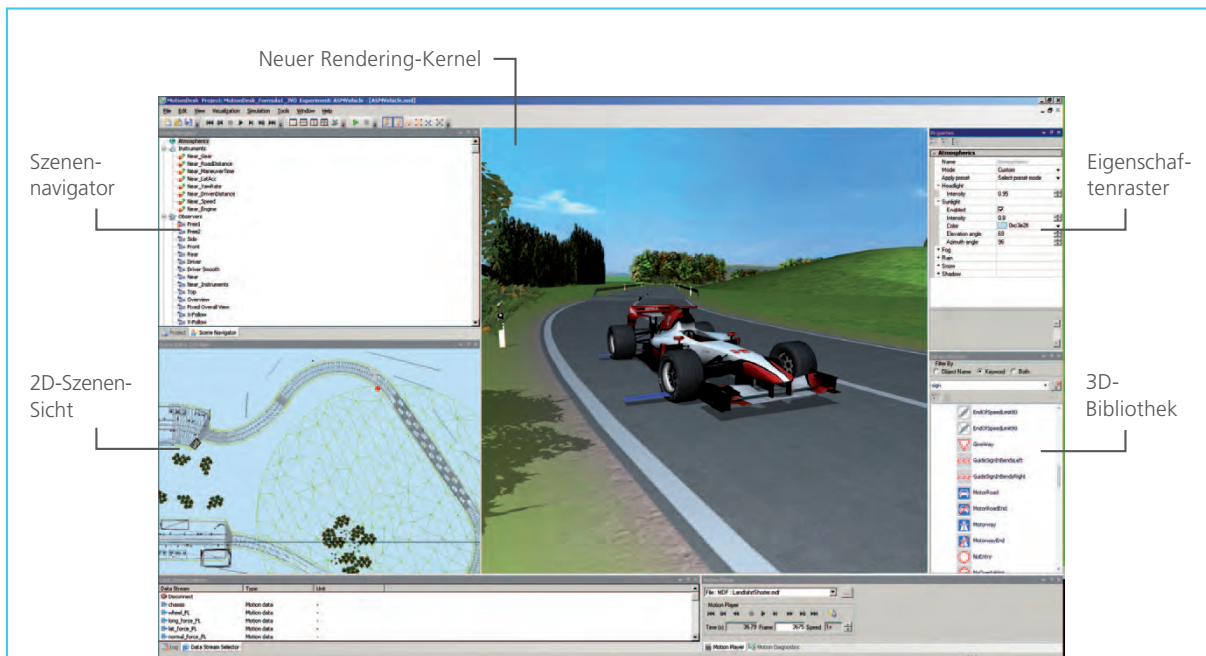
Lenkrod etc.) in Echtzeit. Die Visualisierung vermittelt ein klares Bild darüber, wie sich die simulierten Objekte verhalten. Zum Beispiel können im Multitrack-Modus mehrere Simulationen zu einer gemeinsamen Animation zusammengefasst werden. Diese Methode eignet sich

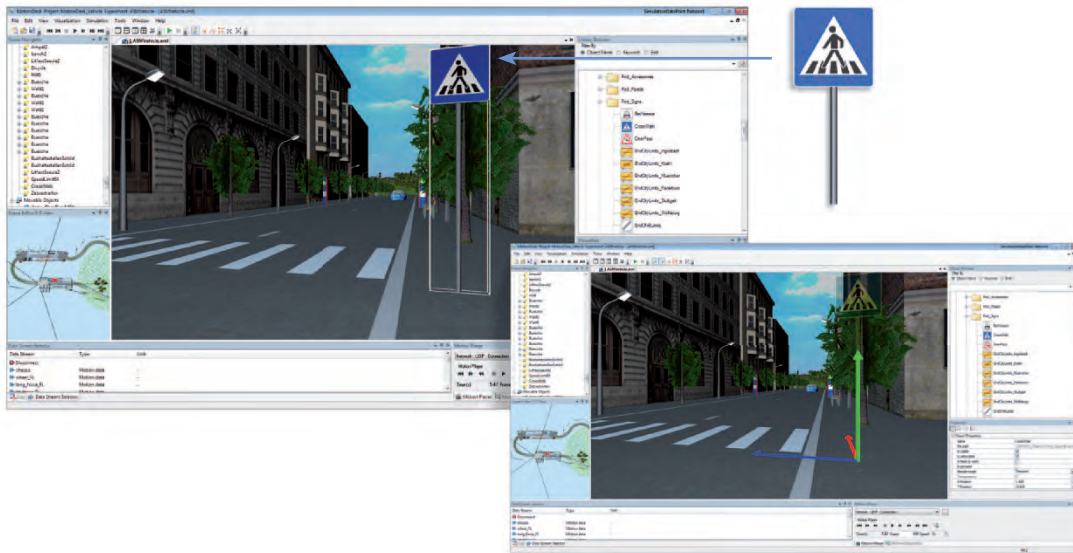
optimal für Referenzvergleiche, wo unterschiedliche Fahrdynamikstrategien miteinander verglichen werden können.

Ideen umsetzen

MotionDesk ist das ideale Werkzeug, um Fahrdynamik-Entwicklungen zu

Alles Notwendige in einem Tool – zum Beispiel die 3D-Bibliothek mit komplett neuen Objekten.





Einfach ein 3D-Objekt, hier ein Verkehrsschild, auf die Szene ziehen, und schon wird es an der gewünschten Stelle integriert. Dann lassen sich die Objekte frei bearbeiten, z.B. Größe, Position, Drehung und weitere Attribute ändern.

visualisieren, z.B. Fahrmanöver wie Spurwechsel, μ -Split und Kurvenfahrten. MotionDesk unterstützt ab Version 3.0 wichtige Aspekte moderner Fahrerassistenzsysteme (ADAS), deren Komplexität oftmals erst durch die Visualisierung greifbar gemacht werden kann. Beim Test von kamerabasierten Fahrerassistenzsystemen muss die Simulation realistisch genug für die Objekterkennung sein, daher ist eine hohe Bildfrequenz entscheidend. Die vollständig überarbeitete Rendering Engine von MotionDesk garantiert detaillierte, realistische Visualisierungen und gibt sogar komplexe Szenen kontinuierlich mit 60 Bildern pro Sekunde aus.

Sehr komfortabel, sehr schnell, sehr nützlich

Die neue MotionDesk-Version ist noch intuitiver bedienbar. Alle wich-

tigen Vorgänge wie die 3D-Szenenerstellung laufen nun in ein und demselben Werkzeug ab, zum Großteil per Drag & Drop. Mit dem neuen 3D-Szeneneditor in MotionDesk können 3D-Szenen schneller und effizienter entwickelt werden als mit einem externen Szeneneditor. Mit der umfangreichen 3D-Objektbibliothek lassen sich Szenen durch einfaches Auswählen und Positionieren der Objekte sehr schnell aufbauen. Ein Browser inklusive Stichwort-Suche unterstützt die Anwender beim schnellen Auffinden von Objekten in der Bibliothek.

Nahtloser Umstieg von älteren Versionen

Die Migration von Projekten, die mit älteren MotionDesk-Versionen erstellt wurden, ist einfach. Alle bestehenden Projekte lassen sich direkt aus-

führen, zudem hat man die Wahl zwischen herkömmlicher und neuer 3D-Ansicht.

Um die Arbeit mit Szenen effizienter zu gestalten, können zudem eigene Objekte, die COLLADA- oder VRML2-Standard-konform sind, integriert und Objekte gruppiert werden. MotionDesk kann sich ändernde Wetterbedingungen wie Regen- und Schneefall darstellen. Zukünftige Releases werden weitere Funktionen bieten. Zum Beispiel wird MotionDesk realitätsgetreue Schattenbildung visualisieren können.

Durch die technische Überarbeitung und Erweiterung ist MotionDesk nun bereit für die Entwicklung und den Test intelligenter Mechatroniksysteme für die Mobilität der Zukunft, dazu zählen im Speziellen auch hochmoderne Fahrerassistenzsysteme. ■

Die gleiche Szene bei unterschiedlichem Wetter – Sonnenschein, Regen, Nebel.



Optimierte Werkzeuge für die Simulation von Fahrdynamik-
und Fahrerassistenzszenarien

Virtueller Straßenbau

Ein Auto fährt auf einer mehrspurigen Straße, umgeben von vielen Fahrzeugen. Damit das dem Fahrer in allen Situationen entspannt und sicher gelingt, werten Fahrerassistenzsysteme die Umgebung aus und greifen notfalls ein. Realitätsnahe Simulationen dieser Szenarien unterstützen bei der effizienten Entwicklung und dem Test der Fahrerassistenzsysteme. dSPACE hat seine Automotive Simulation Models für diese Anwendungen weiter optimiert.



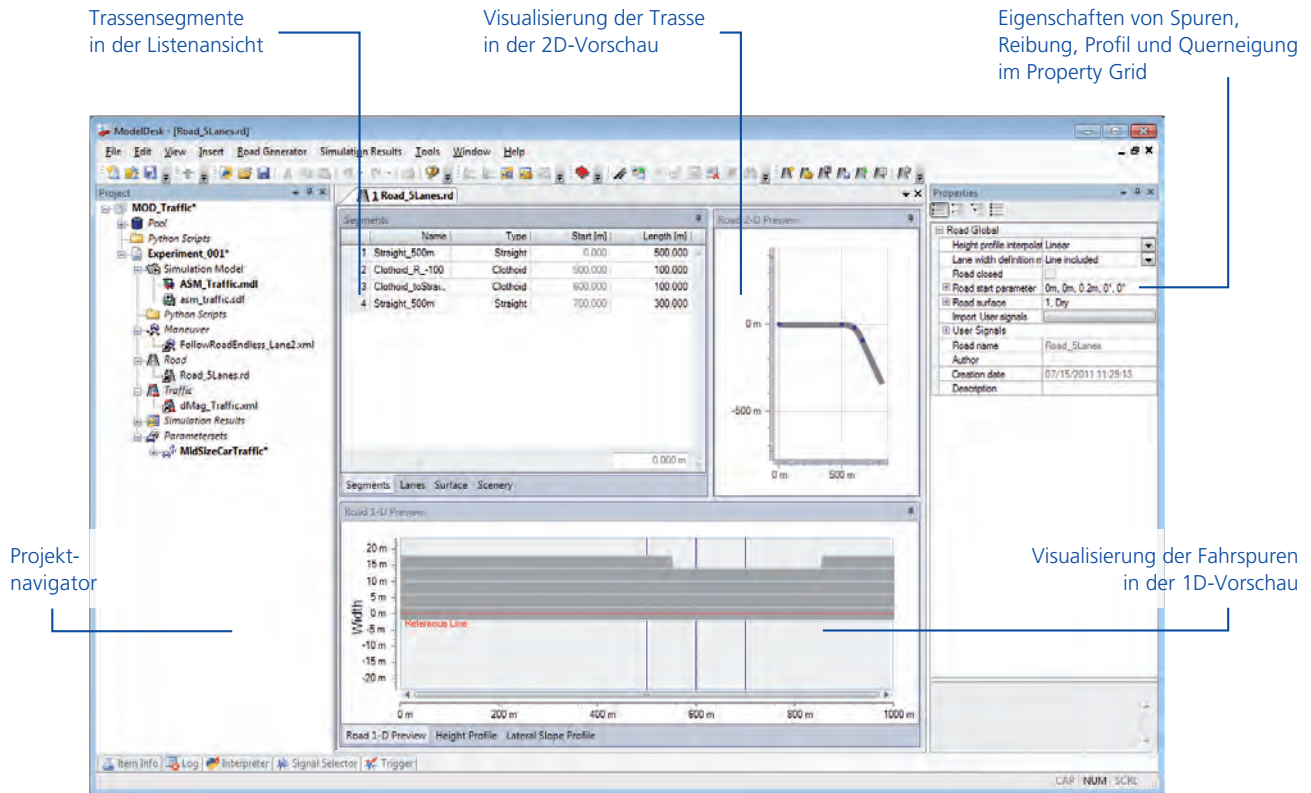
Simulation mehrspuriger Verkehrsszenarien

Moderne Fahrerassistenzsysteme (FAS) sind in der Lage, sowohl Daten über die Straße als auch den umgebenden Verkehr auszuwerten. Dies erfolgt unter anderem mit Radar- und Videosensoren. Sie liefern die notwendigen Daten für den Abstandsregler (ACC), den Einparkassistenten oder den Spurhalteassistenten. Für die Entwicklung und den Test dieser Systeme bieten die Automotive Simulation Models (ASM) umfangreiche Simulationsmöglichkeiten.

Analog zum realen Szenario fährt ein Testfahrzeug zusammen mit weiteren Umgebungsfahrzeugen auf einer mehrspurigen Straße einer virtuellen Umgebung. Virtuelle Sensoren detektieren die Szenerie und liefern Daten an die Algorithmen der Fahrerassistenzsysteme. Die Simulation erfolgt in Echtzeit und kann per 3D-Animation dargestellt werden. Diese Animation lässt sich in den Regelkreis integrieren, indem reale Kameras virtuelle Objekte wie Verkehrsschilder in der Animation erkennen.

Konstruktionswerkzeug für die Trassen und Fahrspuren

Die Bedienbarkeit und der Funktionsumfang der Simulationsumgebung wurden mit dem dSPACE Release 7.3 erweitert und optimiert. Die Neuerungen betreffen hauptsächlich die grafische Benutzeroberfläche ModelDesk, die als ASM-Bedienzentrale für Simulation, Parametrierung und Parametersatz-Verwaltung fungiert. Der integrierte Road Generator verfügt nun neben den bisherigen Funktionen für den Trassenbau auch über die Möglichkeit, mehrspu-



Der neue Road Generator in ModelDesk ist das Konstruktionswerkzeug für die virtuelle Trasse.

Komfortable Definition und anschauliche Visualisierung von Trassen und Fahrbahneigenschaften.

rige Fahrbahnen zu definieren. Die Ziele für die neuen Funktionen waren eine gleichbleibend einfache Bedienbarkeit bei komplexen Definitionen und erhöhte Flexibilität beim Anlegen von Trassen mit und ohne Fahrspuren sowohl für Fahrdynamik als auch für Fahrerassistenzanwendungen:

■ **Trassenverlauf**

Die Grundlage für eine realitätsnahe virtuelle Simulationsstrecke ist der Trassenverlauf. Im Road Generator wird er aus Basissegmenten wie Geraden, Kurven und Splines definiert. Alternativ kann er auch aus GPS-Koordinaten importiert werden. Der Trassenverlauf bildet

die Referenzlinie für die Definition weiterer Straßenmerkmale.

■ **Fahrbahnprofil**

Die Höhe und die Querneigung lassen sich für die Trasse flexibel festlegen. Zusätzlich ist es nun möglich, spezielle Höhenprofile (Bordsteine, Schlaglöcher etc.) auf ausgewählte Bereiche der Fahrbahn anzuwenden. Auch die Querneigung der Fahrbahn lässt sich so feingranular angeben, um z.B. konkavgewölbte Steilkurven abzubilden.

■ **Oberflächenreibung**

Die Reibung der Fahrbahnoberfläche kann für beliebige Bereiche vorgegeben werden. Diese werden mit freidefinierbarer Länge und

Breite über die Fahrbahn gelegt.

■ **Fahrspuren**

Der Road Generator verfügt über detaillierte Einstellmöglichkeiten von bis zu 5 Fahrspuren pro Straße. Entlang der Trasse können flexibel Spuren hinzugefügt und reduziert werden. Dabei lassen sich Übergangsbereiche für die Aufweitung oder Verjüngung definieren.

■ **Fahrbahnmarkierungen**

Jede Fahrspur ist mit Begrenzungslinien ausgestattet. Der Linientyp (durchgezogen, unterbrochen etc.) ist für jede Linie einstellbar. Die so definierten Linien werden in der 1D-Vorschau und während der Animation dargestellt.



Im Zusammenspiel mit MotionDesk, der 3D-Animationssoftware, entstehen realitätsnahe Visualisierungen der simulierten Fahrscenarien.

Vorschau, Simulation und Animation

Um einen aussagekräftigen Überblick aller Parametrierungen zu erhalten, stehen dedizierte Anzeigen zur Verfügung. Sie bieten individuelle Darstellungen der Spuren, Markierungen, Oberflächen, Profile sowie der gesamten Trasse. Die Zusammenschau gibt ein vollständiges Bild der Trasse und der Fahrbahnmerkmale. Synchroner Zoom- und Scrollfunktionen erleichtern die Bedienung in den Sichten.

Im nächsten Schritt kann die so definierte Trasse zusammen mit den Fahrzeugen und einem Manöver – beispielsweise „Folge der Fahrbahn“ – in Echtzeit simuliert werden. Darüber hinaus sind aufwändige Fahrmanöver sowie vollständige Verkehrsszenarien mit bis zu 15 Umgebungsfahrzeugen möglich. Während der Simulation stellt die

3D-Animationssoftware MotionDesk das Szenario realitätsnah dar.

Zusammenfassung

Die neue Version von ASM/ModelDesk bietet hohen Komfort und sehr viel Flexibilität beim virtuellen Straßenbau. Zusammen mit dem in ModelDesk integrierten Maneuver Editor und dem Traffic Editor kann die Simulation komplexer Verkehrsszenarien für den Test von Fahrerassistenzsystemen schnell und präzise angegangen werden. Ebenso profitieren Fahrdynamikuntersuchungen wie Bremsmanöver auf einer Split- μ -Oberfläche von dem neuen Funktionsumfang und Komfort. So ausgestattet, ist die Simulationsumgebung ASM/ModelDesk ideal geeignet, um die Entwicklung und den Test moderner Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme frühzeitig und durchgängig im Entwicklungsprozess zu unterstützen. ■

Produktprofil ASM/ModelDesk

Simulationsumgebung für Fahrdynamik und Verkehr (dSPACE Release 7.3)

- Neuer Road Generator unterstützt mehrspurige Straßen
- Flexible Definition von Fahrbahnmerkmalen
- Intuitive Definition von Verkehrsszenarien
- Simulation von Umgebungssensoren



Autarke Versorgung mit Wind- und Sonnenenergie

Das intelligente Haus

Angesichts der zukünftigen Knappheit fossiler Brennstoffe und Sorgen um die Umwelt stellt Wind- und Solarenergie eine gute Alternative dar. Weltweit gibt es Pilotprojekte, um erneuerbare Energien effizient zu erforschen, zu entwickeln und zu erzeugen. In Japan sind die Erwartungen an erneuerbare Energiequellen seit dem Atomunfall in Folge des Erdbebens in Tohoku am 11. März 2011 höher denn je. dSPACE Japan K.K ist in drei Konsortien aktiv, die eine konkrete Umsetzung in Pilotprojekten entwickeln und testen.

Der Energiebedarf nimmt weltweit kontinuierlich zu. Dafür gibt es verschiedene Ursachen, zum Beispiel das globale Wirtschaftswachstum, die fortschreitende Elektrifizierung sowie die wachsende Weltbevölkerung. Längst ist klar, dass ein grundlegendes Umdenken im gesamten Zyklus der Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung notwendig ist, um langfristig eine stabile Versorgung zu garantieren.

Ein Ansatzpunkt sind autarke Lösungen, bei denen Strom und Wärme direkt beim Verbraucher aus Wind und Sonne erzeugt und verbraucht werden. So soll eine stabile Stromversorgung aus erneuerbaren Energiequellen gewährleistet sein, wenn die Systemversorgung durch Stromausfall oder ähnliches unterbrochen ist; außerdem sollen CO₂-Emissionen reduziert werden, die bei der konventionellen Energieerzeugung, etwa in Kohlekraftwerken, unvermeidbar sind.

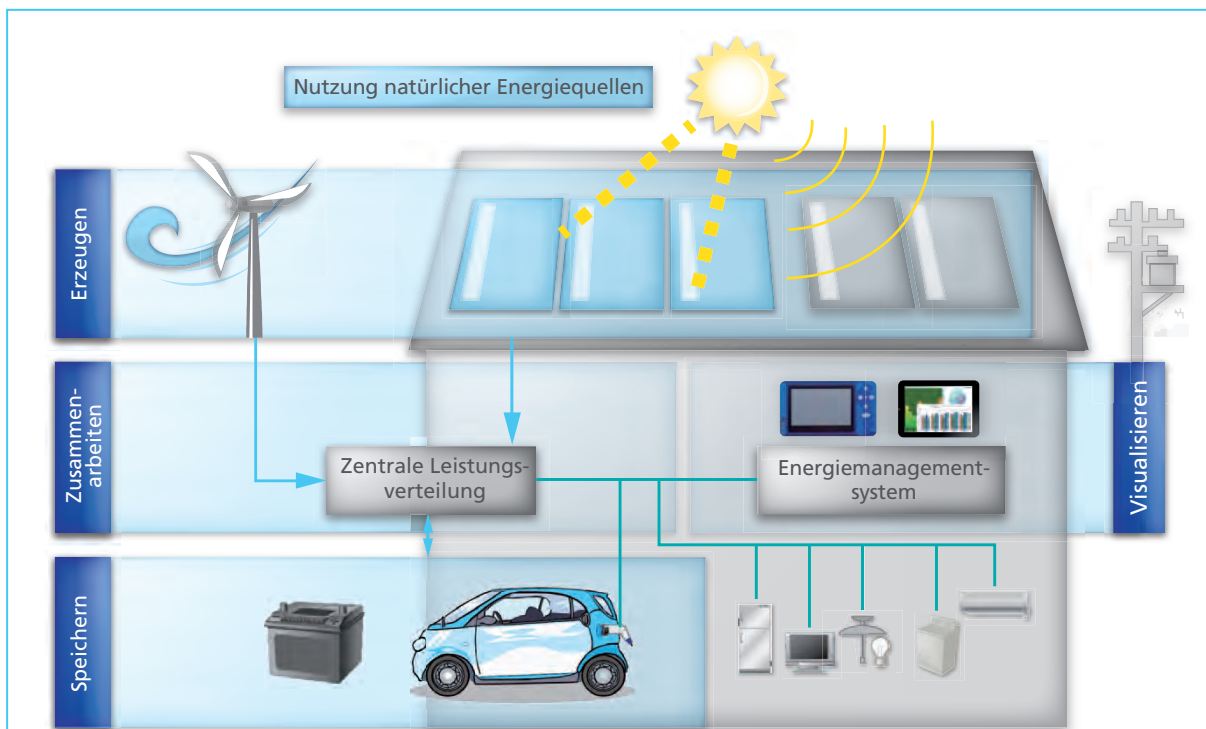
Was ist Smart?

Eine Strom- und Wärmeerzeugung direkt beim Verbraucher wird als dezentral bezeichnet, da sie direkt dort erfolgt, wo die Energie benötigt wird, anstatt in einem großen zentralen Kraftwerk, um sie dann über Stromleitungen weiterzuverteilen. Bei der Vorstellung und Definition dezentraler Energiekonzepte wird häufig der Begriff „Smart“ verwendet, beispielsweise für „Smart-Haus“ oder „Smart Grid“. Gemeint ist hierbei eine Vernetzung zwischen Energieerzeugung, -verbrauchssteuerung und -speicherung. Die einzelnen Komponenten sind durch ein Kommunikationsnetz mit einer zentralen Steuerungseinheit verbunden (Abbildung 1).

Die Steuerungseinheit überwacht jede Veränderung im Gesamtsystem und regelt dementsprechend die Energieverteilung. Ziel ist es, jederzeit eine ausreichende Energieversorgung sicherzustellen und gleich-

zeitig die benötigten Speichereinheiten zu minimieren, da Akkumulatoren heute noch einen großen Kostenfaktor darstellen. Ein typisches Smart-Haus umfasst eine regenerative Energieerzeugung wie Photovoltaik, Solarthermie oder Windkraft. Zur Energiespeicherung kommen klassische Komponenten wie stationäre Akkus oder Warmwasserthermen zum Einsatz. Ein elektrisches Fahrzeug wird in erster Linie zum Aufladen angeschlossen, lässt sich im Bedarfsfall aber auch kurzfristig als zusätzliche Energiequelle nutzen. Somit können Schwankungen bei der Erzeugung und Nachfrage ausgeglichen werden (Abbildung 2). Bei aller Unabhängigkeit besteht ein Smart-Haus nicht losgelöst vom öffentlichen Stromnetz. Während akuter Stromengpässe kann darauf zurückgegriffen oder bei massiver Überproduktion Energie eingespeist werden. Die Entwicklung der Regelalgorithmen für die zentrale Steue-

Abbildung 1: Schematische Darstellung eines idealisierten Smart-Hauses.



Von dSPACE unterstützte Projekte

Fukuoka Smart House Consortium

Das Fukuoka Smart House Consortium ist ein Zusammenschluss aus verschiedenen Firmen und Forschungseinrichtungen. Seit Juni 2010 erforschen sie Möglichkeiten einer nachhaltigen Energiestruktur unter Einbeziehung der Interessen sowohl von öffentlichen Stellen als auch von Konzernen. Den Vorsitz führt Yoshimichi Nakamura vom Smart Energy Labor, Vize-Vorsitzender ist Hitoshi Arima, Niederlassungsleiter von dSPACE Japan K.K. dSPACE unterstützt die Umsetzung sowohl mit Know-how als auch mit Hard- und Software. Zusammen mit dem von Yoshimichi Nakamura gegründeten Smart Energy Laboratory als technischer Partner wurde das Konzept eines Smart-Hauses entworfen.

Yokohama Smart Community

Die Yokohama Smart Community ist ein weiteres Projekt mit Beteiligung

von dSPACE Japan K.K. Den derzeitigen Vorsitz hat Hitoshi Arima inne. Nach dem Start im Juni 2011 wurde Anfang 2012 mit dem Entwurf eines Smart-Hauses begonnen. Ziel ist es auch hier, die Möglichkeiten einer CO₂-vermeidenden, ressourcenschonenden Energieversorgung auszuloten. Wie auch das Fukuoka Smart House Consortium unterstützt dSPACE das Projekt mit technischem Know-how, Hard- und Software. Zusätzlich bietet dSPACE den beteiligten Gruppen eine Präsentationplattform, beispielsweise die dSPACE Anwenderkonferenz in Tokio, wo unter anderem das Mini-Smart-Haus vorgestellt wurde.

Langfristige Ziele der Untersuchungen

- Gesellschaftliche Etablierung eines neuen Lebensstils
- Konsortium (Forum für Aktivitäten) und Plattform (Entwicklungs-umgebungen)

- Smart Community zur Nutzung von Synergieeffekten
- Entwicklung von neuen Konzepten für Ernährung und Energieversorgung
- Schaffen von Voraussetzungen für die Umstellung privater Haushalte und Unternehmen
- Bereitstellung einer sozialen Infrastruktur für ein dezentrales Energiesystem

Zahlreiche Teilnehmer der Pilotprojekte sind in der Entwicklung von energierelevanten Technologien und in unabhängigen Forschungsprojekten aktiv. Im Juli 2012 wurde die Nagasaki Smart Society gegründet, um mehr Möglichkeiten für gemeinsame Pilotprojekte zu schaffen. Diese engagiert sich für den Aufbau einer nachhaltigen Gesellschaftsstruktur mit hochmodernen Technologien.

Abbildung 2: Backsteinhaus in Island City in Fukuoka, in dem Demo-Experimente durchgeführt werden.



rungseinheit stellt eine Herausforderung dar, weil ein optimales Energiemanagement viele Faktoren und gegenseitige Einflüsse erkennen und berücksichtigen muss.

Aktuelle technische Situation

Durch die technischen Entwicklungen in den letzten Jahren ist die Konstruktion von Smart-Häusern und Smart-Städten erst möglich geworden. Heutige Akkumulatoren besitzen im Vergleich zu früher eine wesentlich höhere Kapazität und verbesserte Ladeigenschaften, und das alles zu einem bezahlbaren Preis. Gleichzeitig steigt die Anzahl der Elektrofahrzeuge. Diese erfordern eine praktische und praktikable Auflademöglichkeit – die ein Smart-Haus bietet – und können gleichzeitig selber als Zwischenspeicher dienen. Des Weiteren wurde die vernetzte Kommunikation zwischen verschiedenen Haushaltsgendgeräten vorangetrieben, die eine zentrale Steuerung realisierbar macht. Erst durch die Kombination all dieser

Neuerungen wird der Aufbau eines Smart-Hauses möglich und wirtschaftlich sinnvoll.

Entwicklung der Regelalgorithmen

Zum effizienten Energiemanagement eines Smart-Hauses gehören verschiedene Aufgaben:

- Überwachen der Stromerzeugung
- Verwalten der Stromspeicherung
- Abgleichen zwischen Stromverbrauch und Stromangebot
- Regeln des Verbrauchs abhängig von der Energieverfügbarkeit

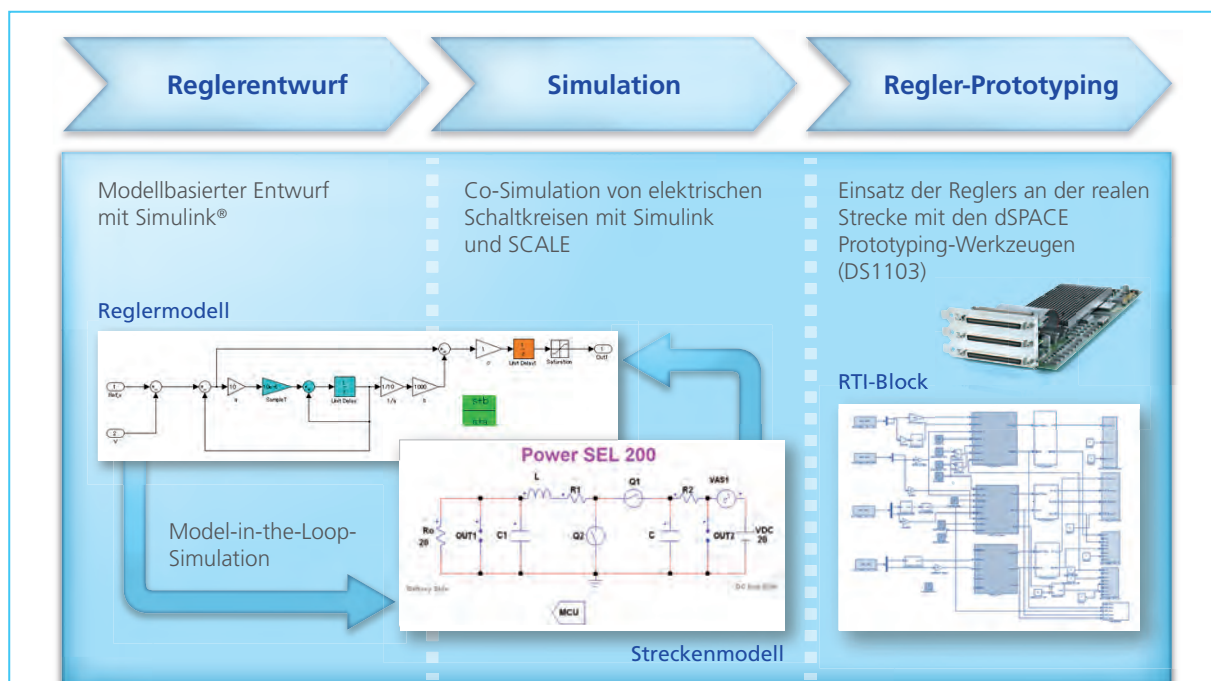
Beim Pilotprojekt des Fukuoka Smart House Consortiums wurden die Regelalgorithmen für das Energiemanagement in Simulink entwickelt. Durch den modellbasierten Ansatz konnten die Entwicklungszeiten im Vergleich zu konventionellen Ansätzen drastisch reduziert werden. Für realistische Tests ist neben den reinen Regelalgorithmen auch ein Umgebungsmodell notwendig, das Ein-

flüsse von außen darstellt. Das verwendete Umgebungsmodell, mit dem die Regelalgorithmen getestet wurden, hat Professor Nakahara vom Electronics Research Lab der Sojo Universität in Kumamoto mit der Simulationssoftware SCALE entwickelt. Mittels Model-in-the-Loop-Simulation wurde das Reglermodell so iterativ optimiert (Abbildung 3). Nach der Optimierung wurden die fertigen Regelalgorithmen auf die dSPACE Rapid-Control-Prototyping-Hardware DS1103 heruntergeladen. Das DS1103 PPC Controller Board dient als zentrale Steuereinheit für das Modell eines Mini-Smart-Hauses.

Mini-Smart-Haus als Modell

Das Mini-Smart-Haus ist ein verkleinerter Modellaufbau (Abbildung 4) eines realen Smart-Hauses und dient als Versuchsobjekt für weitere Tests der Regelalgorithmen. Für die Entwicklung eines intelligenten Energiemanagements musste als erstes ein Verständnis für das Verhalten von Energiekreisläufen aufgebaut

Abbildung 3: Darstellung des modellbasierten Entwicklungsprozesses für das Fukuoka Smart-Haus-Pilotprojekt.



Ziel der Energiemanagement-Experimente ist es, die erzeugte Energie möglichst vor Ort zu verwenden.

werden, um die Auswirkungen verschiedener Regelstrategien auf die Energieeffizienz zu verstehen. Der Modellaufbau hat ein Fünftel des Energiebedarfs eines realen Hauses, verfügt jedoch über eine vollständige zentrale Regelungseinheit. Die Energieerzeugung durch Photovoltaik- und Windkraftanlagen wird auf Basis von Wettervorhersagen berechnet und simuliert. Als Speicher-einheiten sind eine reale Batterie sowie ein simuliertes Elektrofahrzeug vorhanden. Dem angenommenen Energieverbrauch liegen Standard-Verbrauchsverläufe einer Durchschnittsfamilie zugrunde. Ziel der Energiemanagement-Experimente ist es, die erzeugte Energie möglichst vor Ort zu verwenden, um Belastungen des öffentlichen Stromnetzes durch Stromspeisungen zu vermeiden.

Durch Eigenverbrauch und Speicherung werden starke Schwankungen vermieden, da beispielsweise bei hohem Windaufkommen viele Haushalte gleichzeitig Energie einspeisen würden. Dennoch soll eine Einspeisung möglich sein, um Energieknappheit an anderen Stellen ausgleichen zu können. Visualisiert werden die Energieflüsse und Kontrollmöglichkeiten mit dSPACE ControlDesk. So konnten Auswirkungen verschiedener Verhaltensweisen und ihre Einflüsse auf die Energieeffizienz ausgiebig überprüft und die Auswirkungen auf das Gesamtsystem „Mini-Smart-Haus“ simuliert werden. Bei Bedarf ließen sich die Regelalgorithmen schnell und einfach anpassen, um neue Erkenntnisse zu berücksichtigen.

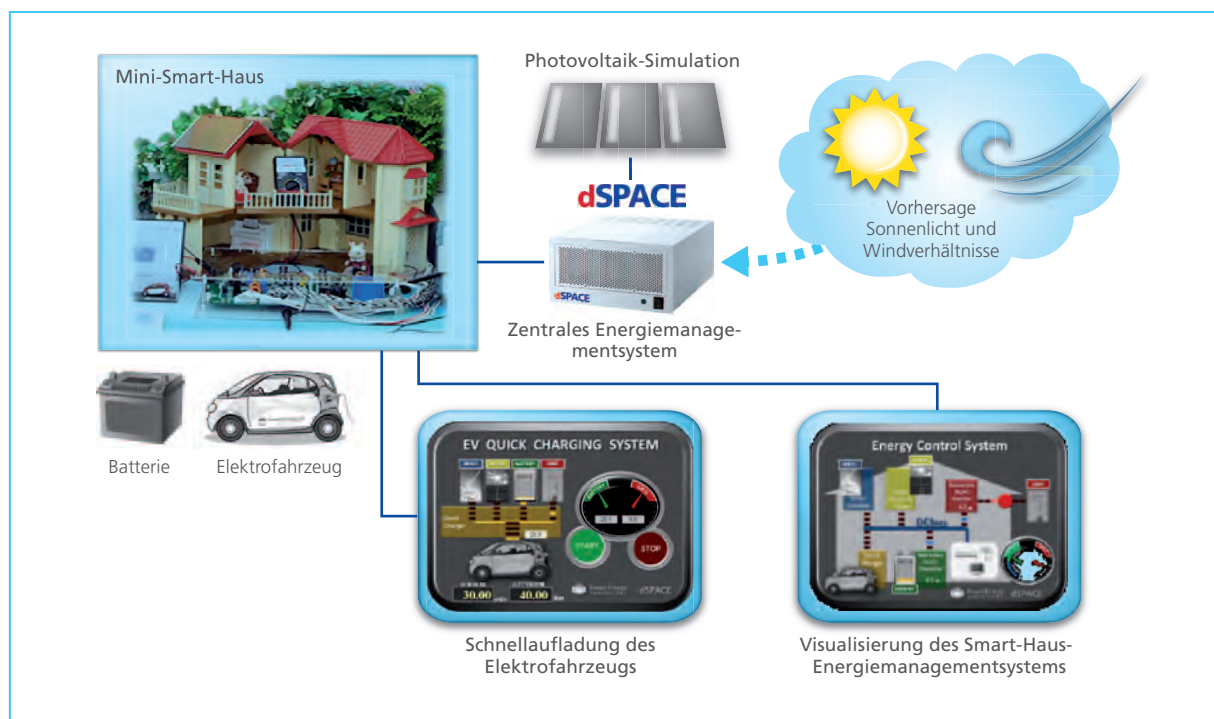
Smart-Haus in Originalgröße

Die Erfahrungen aus der Steuerung des Mini-Smart-Hauses wurden anschließend auf ein echtes Haus übertragen. Der komplette Aufbau wurde in Fukuoka realisiert (Abbildung 2) und im April 2012 eröffnet. Herzstück ist die Dauerausstellung mit neuesten Technologien im Bereich Smart-Haus und dessen Energiesteuerung. Zu sehen sind Geräte und Technologien aus dem Pilotprojekt, die entweder das Ergebnis individueller Forschung sind oder von kooperierenden Firmen, Bildungseinrichtungen und anderen Organisationen mitentwickelt wurden.

Smart-Haus-Technologiekonzept

Die Energie wird mit einer Photovoltaik- und einer Windkraftanlage erzeugt. Für die Speicherung steht ein stationärer Lithium-Ionen-Akku

Abbildung 4: Schematischer Aufbau des Mini-Smart-Haus-Modells.



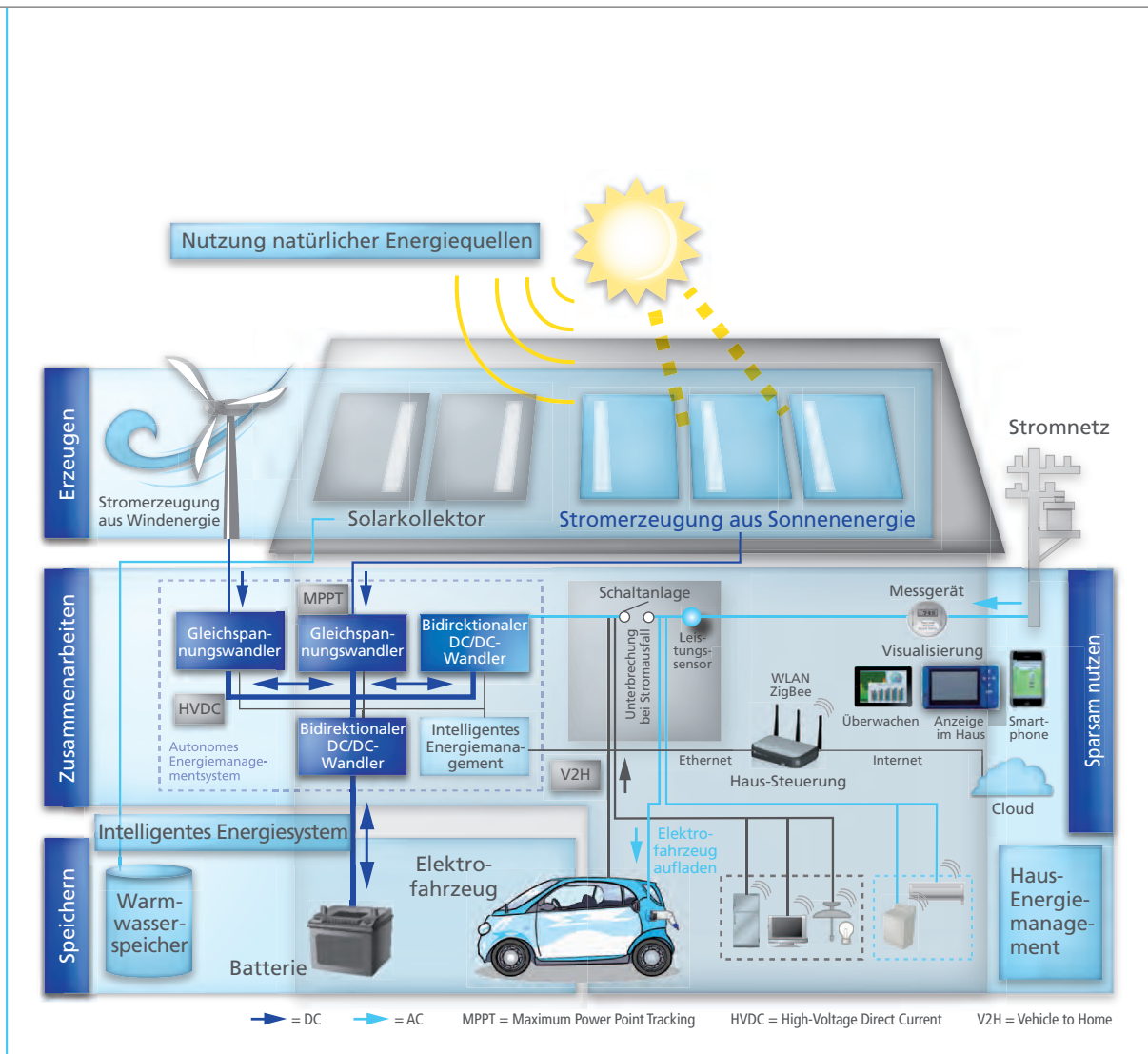


Abbildung 5: Umsetzung des Mini-Smart-Haus-Konzepts in ein reales Gebäude.

zur Verfügung, der während energiereicher Phasen aufgeladen wird. Gleiches gilt für den Warmwasserspeicher und die Batterie des Elektrofahrzeugs. Des Weiteren ist ein Anschluss an das öffentliche Stromnetz vorhanden (Abbildung 5). Die zentrale Steuereinheit ist auch hier Kernstück der Anlage, in der alle Informationen für die Auswertung zusammenfließen. Da große Batterien sehr teuer sind, ist die effiziente Energieverwaltung und Verbrauchsabstimmung besonders wichtig. Weil Wettervorhersagen nur eine grobe Schätzung des voraussichtlichen Energieertrages durch regenerative Energieerzeugung erlauben, muss eine flexible Anpassung möglich sein. Gleichzeitig gilt es, die eingeschränkte Verfügbarkeit zu

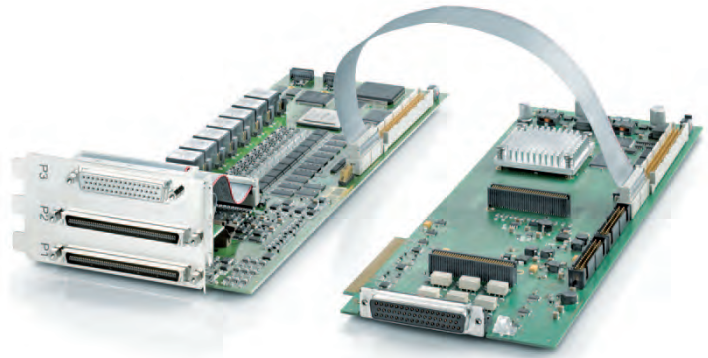
berücksichtigen, denn Sonnenenergie fällt nur tagsüber an, wohingegen Windenergie in den Herbst- und Wintermonaten reichlich zur Verfügung steht. Ein sinnvolles Energiemanagement verschiebt zeitlich unkritische Aktionen, wie das Aufladen des Elektrofahrzeugs oder das Einschalten der Waschmaschine, in ertragreiche Zeiten.

Zugriff per WLAN

Per Smartphone oder Tablet kann über WLAN auf die zentrale Steuereinheit des Smart-Hauses zugegriffen werden, so dass die Bewohner den aktuellen Status und Verbrauchswerte abrufen, Änderungen vornehmen oder sich über einen Stromausfall informieren lassen können.

Fazit

Die bisherigen Experimente und Erfahrungen mit der Energieverwaltung eines Smart-Hauses haben sich als äußerst vielversprechend herausgestellt. Zudem hat sich die modellbasierte Entwicklung für den Entwurf effizienter Smart-Konzepte bewährt. dSPACE wird die Forschung im Bereich der Energiemanagementtechnologien im Rahmen von Pilotprojekten weiterhin aktiv vorantreiben. ■



Hochgenaue Motorwinkelberechnung für HIL-Simulation

Um die Prozessorkarte während der Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation bei der Signalvorverarbeitung zu entlasten, kommt das dSPACE DS5203 FPGA Board zum Einsatz. Zusammen mit dem dSPACE Release 7.3 bietet die Karte zusätzlich zum selbst programmierbaren FPGA einen Anschluss für einen APU-Bus. Die APU (Angular Processing Unit) be-

rechnet hochgenau den Motorwinkel, um auf dieser Basis I/O-Werte für die HIL-Simulation bereitzustellen. Das DS5203 kann sowohl als Master als auch als Slave eingesetzt werden. Als APU-Master werden die Winkelwerte für das Simulationsmodell direkt auf dem FPGA berechnet, genutzt und bei Bedarf über den APU-Bus anderen I/O-Karten mitgeteilt. Bei

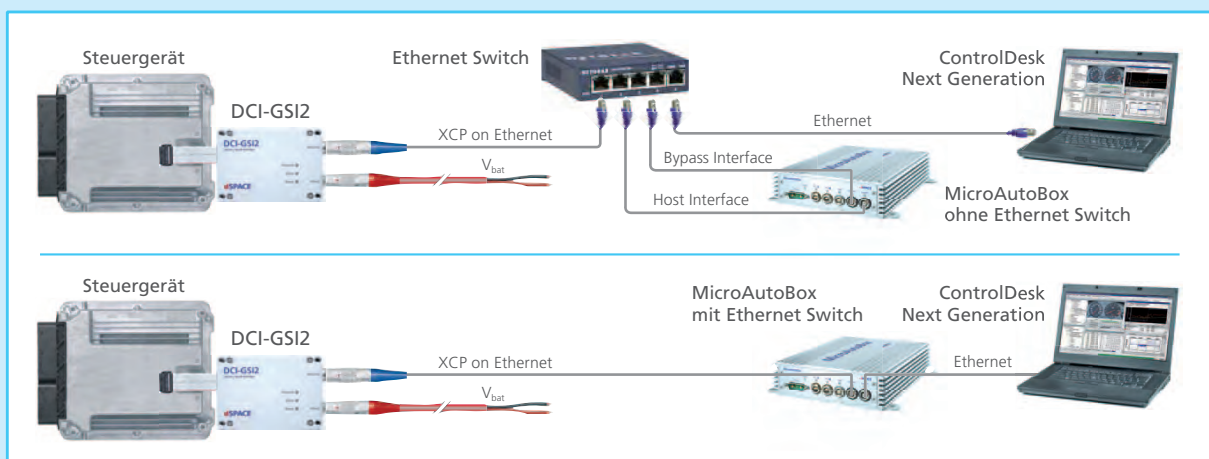
der Verwendung als APU-Slave werden die Motorwinkelwerte von einer anderen dSPACE I/O-Karte geliefert, beispielsweise dem DS2211 HIL I/O Board. Die Winkelinformation kann dann ebenfalls in den auf dem DS5203 laufenden Simulationsmodellen verwendet werden. ■

MicroAutoBox jetzt mit Ethernet Switch

Die dSPACE MicroAutoBox verfügt jetzt über einen integrierten GBit Ethernet Switch, der den Aufbau von Prototyping-Anwendungen spürbar vereinfacht. Den reduzierten Aufwand verdeutlicht ein Beispiel-szenario (siehe Abbildung), bei dem

eine parallele Kommunikation für Mess- und Kalibrieraufgaben zwischen ControlDesk® Next Generation und der generischen Schnittstelle DCI-GSI2 einerseits, und für die Bypasskommunikation zwischen MicroAutoBox und DCI-GSI2 ande-

rerseits ermöglicht wird. Bei Verwendung der Vorgängerversion der MicroAutoBox wären für diesen Aufbau noch ein separater Ethernet Switch sowie mehrere zusätzliche Kabel notwendig gewesen. ■



Oben: Typischer Aufbau mit der früheren MicroAutoBox II, wenn parallel zur Bypasskommunikation ControlDesk Next Generation zur Steuergeräte-Messdatenerfassung oder -Parameterstellung genutzt werden soll.

Unten: Das gleiche Szenario unter Verwendung der neuen MicroAutoBox II mit integriertem Ethernet Switch.

Update EMH Solution – Mehr Sicherheit, höhere Auflösung, bessere Bedienung



Für die HIL-Simulation elektrischer Motoren bietet die dSPACE EMH (Electric Motor HIL) Solution alle notwendigen I/O-Kanäle. Eine demnächst verfügbare neue Version punktet mit erhöhter elektrischer Sicherheit, erweitertem Kanalfunktionsumfang und überarbeiteter Benutzeroberfläche. Die EMH Solution umfasst ein DS5202 FPGA Board mit elektromotorspezifischem I/O-Modul sowie das zugehörige Real-Time Interface (RTI) Blockset für die Modellkonfiguration unter MATLAB®/Simulink®.

Bei der neuen Version liegt der elektrische Schutz aller Kanäle bei ± 50 V, so dass Spannungsschäden bei elektrischer Fehlersimulation vermieden werden. Die Auflösung der digitalen I/O-Kanäle für die PWM-Messung steigt auf 12,5 ns (80 MHz) mit einem Messbereich von 0 V bis 20 V. Zudem ist die Schaltschwelle stufenlos zwischen 1 V und 8,5 V einstellbar. Konfiguration und Ressourcenverwaltung erfolgen über das ebenfalls überarbeitete RTI Blockset. Mit ihm kann das gesamte Simulationsmodell nach Teil-Updates direkt auf dem PC

überprüft werden. Dieser Modellcheck prüft unter anderem, wie oft welcher Simulationsblock verwendet und ob er korrekt konfiguriert wurde. Der Anwender erspart sich hierdurch das Herunterladen der Modelle auf die Hardware und den dazu notwendigen Build-Prozess zu Testzwecken. Die neue Version der EMH Solution ist PIN-kompatibel zur Vorgängerversion. Das neue RTI Blockset ist abwärtskompatibel, so dass bestehende als auch neue DS5202 EMH Boards damit konfiguriert werden können. ■

Mehr Spannung garantiert – Electronic Load Module bis 60 V

Für die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation von Elektromotoren bietet dSPACE ein weiteres Electronic Load Module. Das Modul dient zur Emulation der Motor- und Generatorströme, so dass für den Test der entsprechenden Steuergeräte auf Leistungsebene keine mechanischen Prüfstände mehr notwendig sind. Durch den Spannungsbereich bis 60 V ist das Modul auch für den

Einsatz bei höheren Bordspannungen von 42 und 48 V oder für zahlreiche Verbraucher sehr gut geeignet. Die Emulation der realen Ströme erfolgt dreiphasig und beinhaltet eine Energierückspeisung, wodurch sich der Wirkungsgrad des Gesamtsystems erhöht. Typische Anwendungsgebiete sind der Test elektrisch unterstützter Lenkungen,



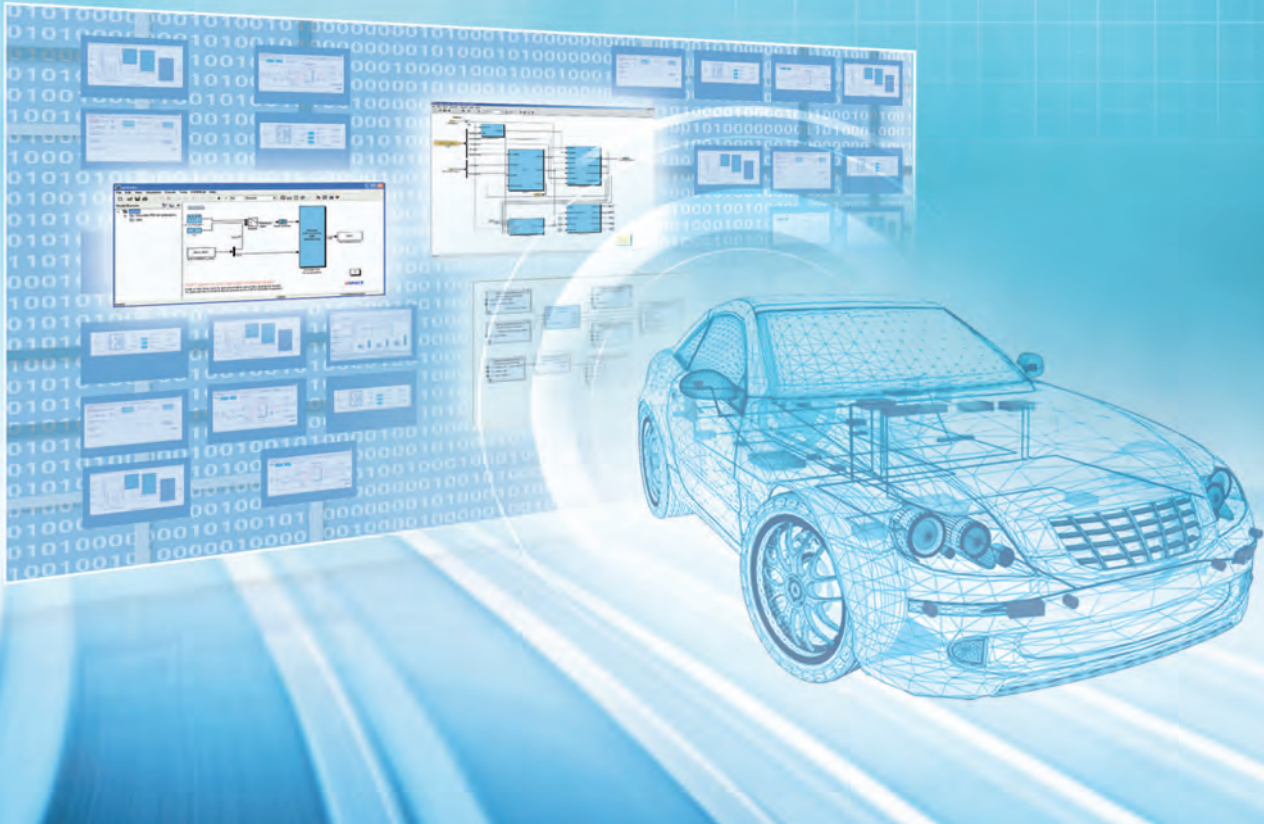
Starter- und Generatorsysteme sowie Mild-Hybrid-Antriebe. ■



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/magazin
Releaseinformationen zu dSPACE Produkten finden Sie unter: www.dspace.com/releases



System Architecture

Rapid Control Prototyping

ECU Autocoding

HIL Testing

Daten im Griff – mit dSPACE SYNECT



Ihre Entwicklungsdaten sind Ihr Kapital. Weshalb also Kompromisse bei der Verwaltung Ihrer zahlreichen Daten, Modelle, Tests und Testergebnisse eingehen? Mit SYNECT, der zentralen Datenmanagement-Lösung von dSPACE, sorgen Sie für Konsistenz, Nachverfolgbarkeit und leichte Wiederverwendung Ihrer Daten – für die modellbasierte Entwicklung von den Anforderungen bis hin zum Steuergerätetest.

dSPACE SYNECT – Ihre Lösung für effizientes Datenmanagement!