

dSPACE

NEWS

FACTS · PROJECTS · EVENTS

Kundenanwendungen

DENSO –

**Kollisionswarnung mit
CalDesk optimiert**

Hispano-Suiza –

Schubumkehr für Flugzeuge

VW – Fahren ohne Fahrer

Siemens VDO –

Keilbremse in Aktion

Produkte

SystemDesk –

Brandneues

Architekturwerkzeug

**Porsche – Virtuelle Handschaltung mit
dSPACE-Echtzeit-Hardware**

A red Porsche sports car is shown driving on a winding asphalt road that curves through a lush, green, hilly landscape. The car is in the foreground, moving towards the viewer and slightly to the right. The background shows rolling hills and dense vegetation under a clear sky. The car's license plate is visible and reads 'S GO 4040'.

Editorial

3 von Dr. Herbert Hanselmann
Geschäftsführer

Kundenanwendungen

- 4** Siemens VDO: Intelligenter Bremskeil
- 6** DENSO: CalDesk für Fahrerassistenzsysteme
- 8** Fiat Auto: Test der Diagnosefähigkeit
- 10** Hispano-Suiza: Bremsen bei Vollgas
- 12** Universität Adelaide: Mit EDGAR die Balance halten
- 14** Porsche: Virtuelles Handschaltgetriebe
- 16** SterlingTech: Bypassing des Herzens
- 18** Volkswagen: Golf GTI 53⁺¹ –
Fahren ohne Fahrer
- 20** Universität Duisburg: Das Netz des Roboters
- 22** Ford Aachen: Ford Fiesta mit
Micro-Hybrid-Antrieb
- 25** EASIS: Integrierte Systeme für mehr
Sicherheit

Produkte

- 28** Serienprojekte fest im Griff
(SystemDesk)
- 30** Bypassing mit CCP
(RTI Bypass Blockset 2.2)
- 32** Variablen komfortabel editieren
(Variableneditor)

34 Testen und Diagnose aus einer Hand
(AutomationDesk)

Business

- 35** Neuerungen in Release 5.2
- 35** TV Sommer 2006
- 36** Französische Anwenderkonferenz
- 38** Kurz notiert
- 39** Infos und Termine

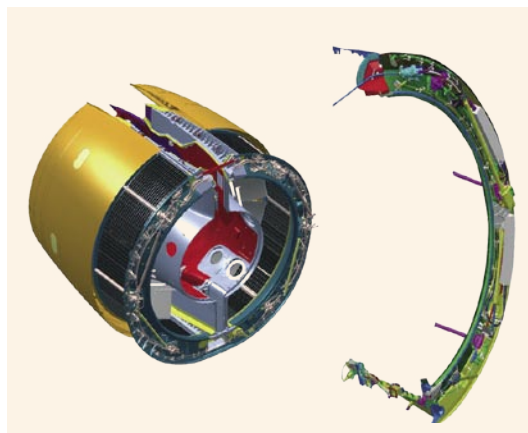
dSPACE NEWS

dSPACE NEWS werden periodisch herausgegeben von:

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

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

© Copyright 2007
Alle Rechte vorbehalten. Vollständige oder teilweise Vervielfältigung dieser Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Genehmigung und unter Angabe der Quelle gestattet. Diese Veröffentlichung sowie deren Inhalte unterliegen Änderungen ohne vorherige Ankündigung. Markennamen oder Produktnamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Hersteller und Organisationen.



10 Mit einem dSPACE-Prototyping-System hat Hispano-Suiza, ein Unternehmen der SAFRAN-Gruppe, das Schubumkehrsystem ETRAS® für den Airbus A380 entwickelt.



12 EDGAR (Electro-Drive Grav-Aware Ride) ist ein selbstbalancierender, zweirädriger Roller, der an der Universität Adelaide von Mechatronikstudenten mit dem DS1104 R&D Controller Board von dSPACE entwickelt wurde.



Ich finde es interessant zu sehen, wie neue Tools zunächst Probleme lösen, und nach einiger Zeit dadurch neue Aufgaben entstehen. Sobald sich neue Tools durchsetzen und damit die Produktivität erhöhen, erscheinen Dinge als Hindernis und Umständlichkeit, die früher gar nicht als Problem erfasst wurden.

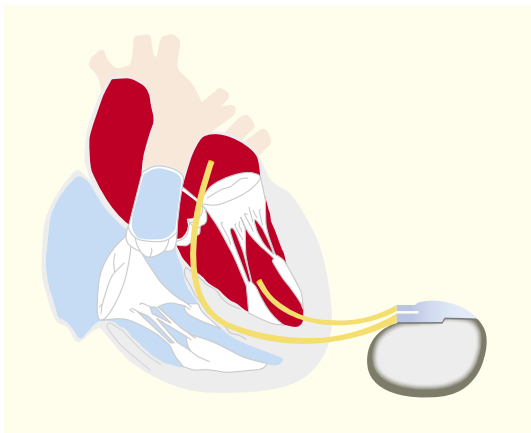
So war es beispielsweise beim Rapid Control Prototyping. Je schneller die Entwicklung dadurch wurde, umso mehr fiel der Flaschenhals der Umsetzung in Seriencode auf. Die Funktionsentwickler konnten jetzt sehr viel mehr Designs produzieren, auch noch in späten Entwicklungsphasen. Da war der alte Prozess der manuellen Umsetzung nicht mehr akzeptabel und automatische Code-Generierung wurde unumgänglich. Code-Generierung erhöhte neben der Qualität die Produktivität, was wegen gestiegener Anforderungen an Elektroniksysteme auch nötig war. Inzwischen wirken aber so viele Funktionsmodule in automotiver Software zusammen, sowohl in der Software innerhalb eines Steuergeräts als auch im Steuergeräte-Verbund, dass nun die Software- und Systemarchitektur in den Vordergrund rücken musste.

In Ermangelung geeigneter Werkzeuge versuchten bald schon einzelne Anwender, Architektur-Fragen mit den Tools anzugehen, die eigentlich für die Entwicklung einzelner, abgegrenzter Steuerungs- und Regelungsfunktionen und Algorithmen entwickelt worden waren. Es war nicht überraschend, dass hier viele Wünsche offen bleiben mussten. Für die Definition, Beschreibung und Realisierung von Software-Architekturen braucht man zusätzliche, andere Ansätze. Es ist eine logische Konsequenz, dass wir bei dSPACE hier etwas tun. TargetLink hat uns schon nahe an dieses Thema gebracht. Wir wissen auch mit Kommunikationsinformationen umzugehen und wir kennen AUTOSAR, wo wir unter anderem im Bereich Software Component Templates aktiv waren und sind. Mit dem neuen Werkzeug SystemDesk heben wir nun unsere Unterstützung für die Entwicklung automobiler Software auf eine neue Ebene. SystemDesk spricht die Sprache des Architektur- und System-Designers. Es behandelt sowohl frühe, beim Hersteller entstehende funktionale Systemmodelle als auch implementierungsnahe Architekturmodelle, wie sie oft vom Zulieferer verwendet werden. SystemDesk unterstützt den AUTOSAR-Standard, aber man kann ebenso ohne diesen mit SystemDesk arbeiten. Zusammen mit TargetLink ergibt SystemDesk eine integrierte Lösung für die Entwicklung von Steuergeräte-Software.

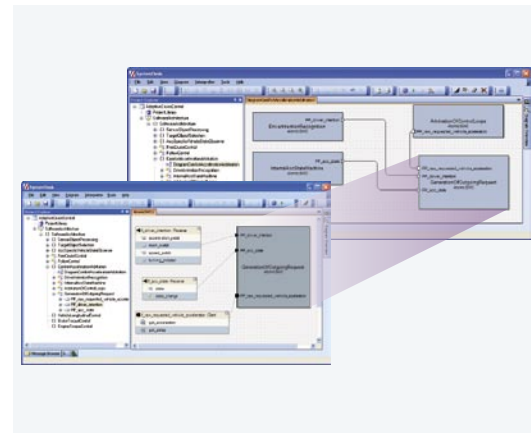
Anhand des SystemDesk Artikels in dieser Ausgabe der dSPACE NEWS können Sie einen ersten Eindruck gewinnen. dSPACE schafft mit SystemDesk eine wesentliche Grundlage dafür, dass auch in Zukunft die Entwicklungsprozesse unserer Kunden weiter optimiert werden können und die Software-Komplexität mit einem angepassten, serientauglichen Instrumentarium gebändigt werden kann.

In Ermangelung geeigneter Werkzeuge versuchten bald schon einzelne Anwender, Architektur-Fragen mit den Tools anzugehen, die eigentlich für die Entwicklung einzelner, abgegrenzter Steuerungs- und Regelungsfunktionen und Algorithmen entwickelt worden waren. Es war nicht überraschend, dass hier viele Wünsche offen bleiben mussten. Für die Definition, Beschreibung und Realisierung von Software-Architekturen braucht man zusätzliche, andere Ansätze. Es ist eine logische Konsequenz, dass wir bei dSPACE hier etwas tun. TargetLink hat uns schon nahe an dieses Thema gebracht. Wir wissen auch mit Kommunikationsinformationen umzugehen und wir kennen AUTOSAR, wo wir unter anderem im Bereich Software Component Templates aktiv waren und sind. Mit dem neuen Werkzeug SystemDesk heben wir nun unsere Unterstützung für die Entwicklung automobiler Software auf eine neue Ebene. SystemDesk spricht die Sprache des Architektur- und System-Designers. Es behandelt sowohl frühe, beim Hersteller entstehende funktionale Systemmodelle als auch implementierungsnahe Architekturmodelle, wie sie oft vom Zulieferer verwendet werden. SystemDesk unterstützt den AUTOSAR-Standard, aber man kann ebenso ohne diesen mit SystemDesk arbeiten. Zusammen mit TargetLink ergibt SystemDesk eine integrierte Lösung für die Entwicklung von Steuergeräte-Software.

*Dr. Herbert Hanselmann
Geschäftsführer*



16 Mit einem dSPACE-Prototyping-System entwickelte SterlingTech patentierte Sensoren für einen Herzschrittmacher, die für eine verbesserte Messung und Regelung des Blutflusses sorgen.



28 SystemDesk unterstützt den modellbasierten Entwicklungsprozess auf Systemebene, besonders bei Implementierung und Integration komplexer Systemarchitekturen sowie bei verteilten Software-Systemen.

Intelligenter Bremskeil

- **Siemens VDO Automotive entwickelt elektronische Keilbremse**
- **By-Wire-Regelsystem entwickelt mit FlexRay-Werkzeugen von dSPACE**
- **Fahrversuche mit hervorragenden Ergebnissen absolviert**

Im Fahrversuch zeigt die neue elektronische Keilbremse von Siemens VDO Automotive hervorragende Bremsergebnisse. Insbesondere Dynamik und Verzögerung werden von Experten hoch eingestuft. Um die ausgeklügelte Technologie im Griff zu behalten, bedarf es leistungsfähiger Regelsysteme. Für deren Entwicklung und die Tests im realen Fahrzeug setzt Siemens VDO Automotive unter anderem ein modulares dSPACE-Prototyping-System zur Regelung der Bremsen ein. Zur Entwicklung des FlexRay-Netzwerks für das gesamte Bremssystem sind die FlexRay-Werkzeuge von dSPACE im Einsatz.

Bei Siemens VDO Automotive entwickeln wir derzeit eine neue Bremsengeneration, die bis 2010 serienreif sein wird. Die Idee der erstmals im Jahr 2005 vorgestellten Brake-by-Wire-Technologie ist der vollständige Verzicht auf hydraulische Bremsenkomponenten. So können zukünftige Fahrerassistenzsysteme schneller und gezielter auf die Bremse zugreifen und Automobilhersteller kürzere Bremswege gerade auch auf Eis und Schnee realisieren.

zeugs angetrieben wird, bewirkt eine selbsttätige Verstärkung der Keilwirkung. So kann mit sehr geringem Aufwand eine sehr hohe Bremskraft erzeugt werden. Mit einem intelligenten Regelsystem wird verhindert, dass sich der Bremskeil festsetzt. Besondere Vorteile der EWB sind das schnelle Ansprechverhalten insbesondere im ABS-Modus und der konstante Bremsdruck bei niedriger Energieaufnahme.

Funktionsprinzip der Bremse

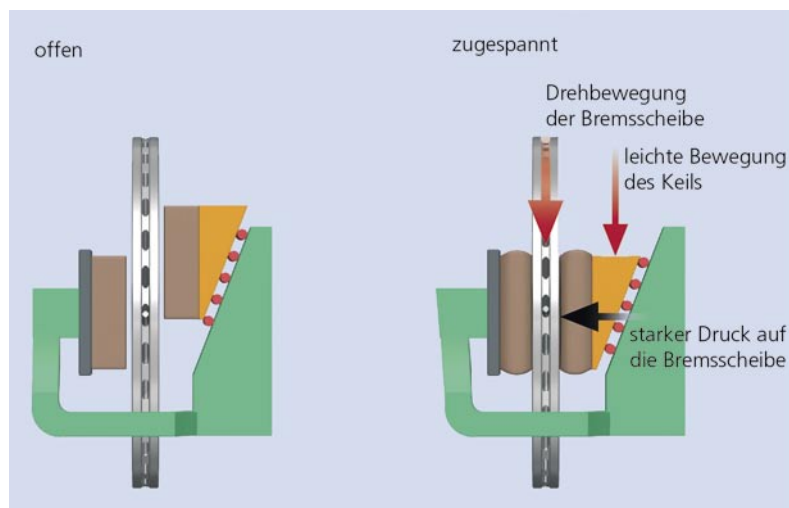
Die grundlegende Idee bei der elektronisch geregelten Keilbremse (Electronic Wedge Brake, EWB) ist die, durch einen intelligent geregelten Bremskeil die Bewegungsenergie des Fahrzeugs in Bremskraft umzuwandeln. Beim Bremsvorgang wird ein Bremsklotz, der mit einem Keil verbunden ist, zwischen die Bremszange und die Bremsscheibe gedrückt. Die Rotation des Rades, das durch die Bewegungsenergie des Fahr-

Kaskadiertes Regelsystem mit FlexRay-Netzwerk

Im Fahrzeug ist jedes Bremsmodul mit einer intelligenten Ansteuerlektronik für die Aktoren ausgestattet. Ein zentrales Steuergerät übernimmt die übergeordnete Regelstrategie. Die Bremsmodule sind in einem FlexRay-Netzwerk verbunden.

In der Prototypphase dient ein dSPACE-Prototyping-System als zentrales Steuergerät. Darauf laufen die

vier Bremsenregler und ein ABS/ESP-Regler, während auf den Bremsmodulen die Motorregler für die Keilmotoren ausgeführt werden. Da die hochdynamischen Bremsenregler mit einer Zykluszeit von 700µs auf dem dSPACE-Prototyping-System realisiert sind, ergibt sich eine entsprechend hohe Datenübertragungsrate zwischen dem dSPACE-Prototyping-System und den Bremsmodulen mit den Keilmotorreglern.



► *Das Funktionsprinzip: Im offenen Zustand dreht die Bremsscheibe frei, das Rad läuft ungebremst. Im gespannten Zustand nutzt der Bremskeil die Eigenbewegung des Rades. Eine leichte Änderung der Keilposition bewirkt dadurch einen starken Bremsdruck an der Bremsscheibe.*

Effizientes Funktions-Prototyping mit FlexRay

Wir erweiterten das von uns entwickelte Funktionsmodell des Bremsenreglers durch das RTI FlexRay Blockset. Damit konnte das Modell schnell und zuverlässig auf die Regler-topologie abgebildet werden. In der kurzen Zykluszeit

„Das dSPACE-Entwicklungssystem wurde nicht nur, was Datendurchsatz und Flexibilität anbelangt, strapaziert, sondern auch hinsichtlich Zuverlässigkeit unter extremen mechanischen Bedingungen im Fahrversuch erfolgreich mit unserer neuen Keilbremse getestet.“

Bernd Gombert

von 700 µs müssen sowohl das rechenzeitintensive Reglermodell gerechnet als auch die FlexRay-Kommunikation durchgeführt werden. Dies wird mit einem DS1005-Multiprozessor-System erreicht, dessen hohe Rechenleistung und niedrigen I/O-Latenzen sowohl einen kompletten Reglerdurchlauf als auch eine deterministische Übertragung der FlexRay-Daten sicherstellen. Die Prozessorkarten sind zusammen mit DS4501 FlexRay Interface Boards und DS4302 CAN Interface Boards in einer Tandem-AutoBox verbaut. Damit ist der unmittelbare Einsatz im Versuchsfahrzeug gewährleistet. Über das CAN Interface Board ist das DS1005-System mit dem CAN-Bus des Fahrzeugs verbunden, um beispielsweise Sensordaten (z.B. Querbeschleunigung) zu nutzen oder ESP-Anforderungen zur Drehmomentreduktion an das Motorsteuergerät zu senden.

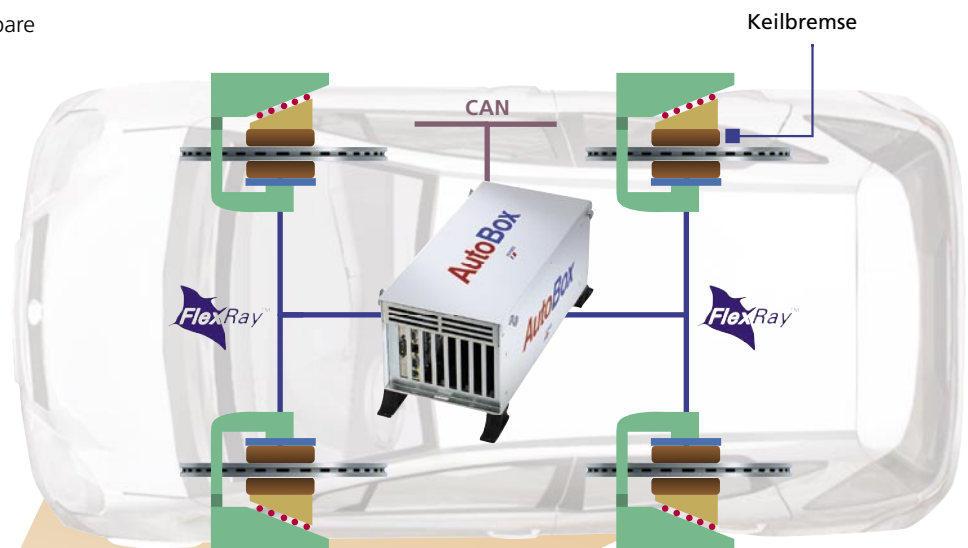
► *Aufbau des realen Testfahrzeugs mit FlexRay-Bus: Alle vier Räder sind mit elektronischen Keilbremsen bestückt, die über die AutoBox als zentrales Prototyping-Steuergerät angesteuert werden.*



Erfolgreicher Fahrversuch

Durch einen entsprechend schnellen Bremskraftaufbau und Bremskraftabbau, die einem hydraulischen Druckgradienten für Druckaufbau von max. 5800 bar/s und einem Druckabbau von max. 2000 bar/s entsprechen, in Verbindung mit der präzisen Bremskräfteinregelung kann die Keilbremse sehr wirkungsvoll ABS- und ESP-Eingriffe umsetzen. In einer ersten Fahrversuchsperiode ging es darum, Leistungsfähigkeit und Standfestigkeit der Bremse auch bei extremen klimatischen Bedingungen und schwierigen Bodenverhältnissen auf die Probe zu stellen. Dabei wurden die ABS/ESP-Funktionalitäten auf Straßenbelägen mit hohem und niedrigem Reibwert erfolgreich getestet und die Robustheit der Bremse bei hoher mechanischer und thermischer Belastung überprüft. Auch das dSPACE-System bestand diese Prüfung unter den hohen mechanischen Belastungen ohne Ausfall.

*Juliana Baron,
Bernd Gombert
Siemens VDO Automotive, Siemens AG,
Regensburg,
Deutschland*



◀ *Fahrversuche mit der Keilbremse weisen die erfolgreiche Implementierung des innovativen By-Wire-Systems nach. Ein dSPACE-Prototyping-System ist im Versuchsfahrzeug verbaut und bewährt sich als robustes System mit hoher Performance.*

CalDesk für Fahrerassistenzsysteme

➤ **Fahrerassistenzsysteme mit dSPACE-Werkzeugen entwickelt**

➤ **Parallele Durchführung von Mess-, Applikations- und Bypass-Aufgaben**

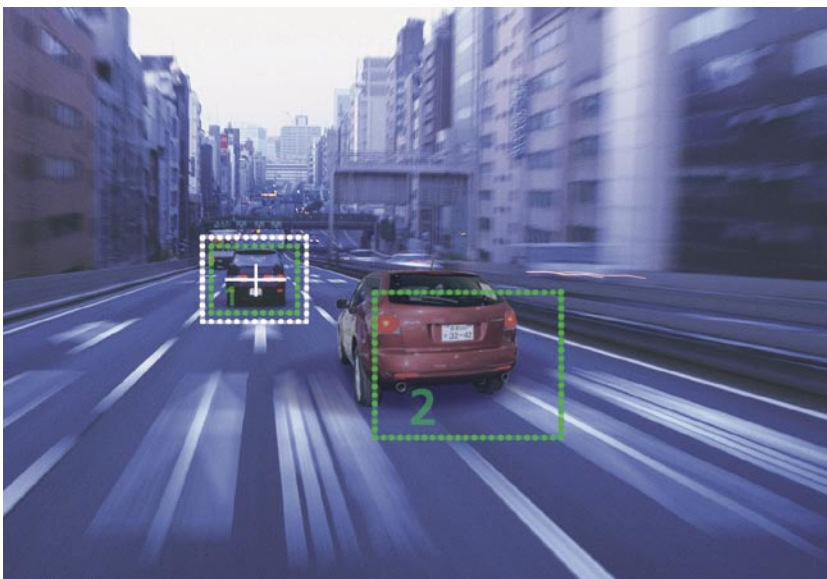
➤ **Komfortable Tool-Landschaft und reduzierter Aufwand**

Für die Entwicklung von Pre-Crash und der adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung ACC setzt die DENSO CORPORATION eine Umgebung aus mehreren dSPACE-Werkzeugen ein. Die universelle Mess- und Applikationssoftware CalDesk ist das Herzstück des Aufbaus und ermöglicht den parallelen Zugriff auf Steuergeräte und die MicroAutoBox, um neue Funktionen im Bypass-Modus berechnen zu können. CalDesk ist mit einer ASAM-MCD-3-COM-Schnittstelle ausgestattet, um direkt mit DENSOs Software-Werkzeug zur Evaluierung von Video- und Radardaten Informationen auszutauschen. Mit Hilfe dieser Tool-Landschaft kann DENSO Mess-, Applikations- und Bypass-Aufgaben mit minimalem Aufwand durchführen.

Fahrerassistenzsysteme

Ein alltägliches Szenario: Zählflussiger Verkehr, ein Fahrzeug wechselt die Spur und drängelt sich zwischen zwei andere Wagen. Nur ein Moment der Unkonzentriertheit genügt und es kommt zur Kollision. In genau diesen Situationen greifen Fahrerassistenzsysteme ein, indem sie Fehler des Fahrers korrigieren und ihn dort unterstützen, wo sie reaktionsfähiger und leistungsstärker sind. Fahrerassistenzsysteme wie Pre-Crash wirken sich äußerst positiv auf die Fahrzeugsicherheit aus. Für die Entwicklung solcher Systeme setzt DENSO auf eine Werkzeugkette, in der gleich mehrere dSPACE-Werkzeuge eine wichtige Rolle spielen:

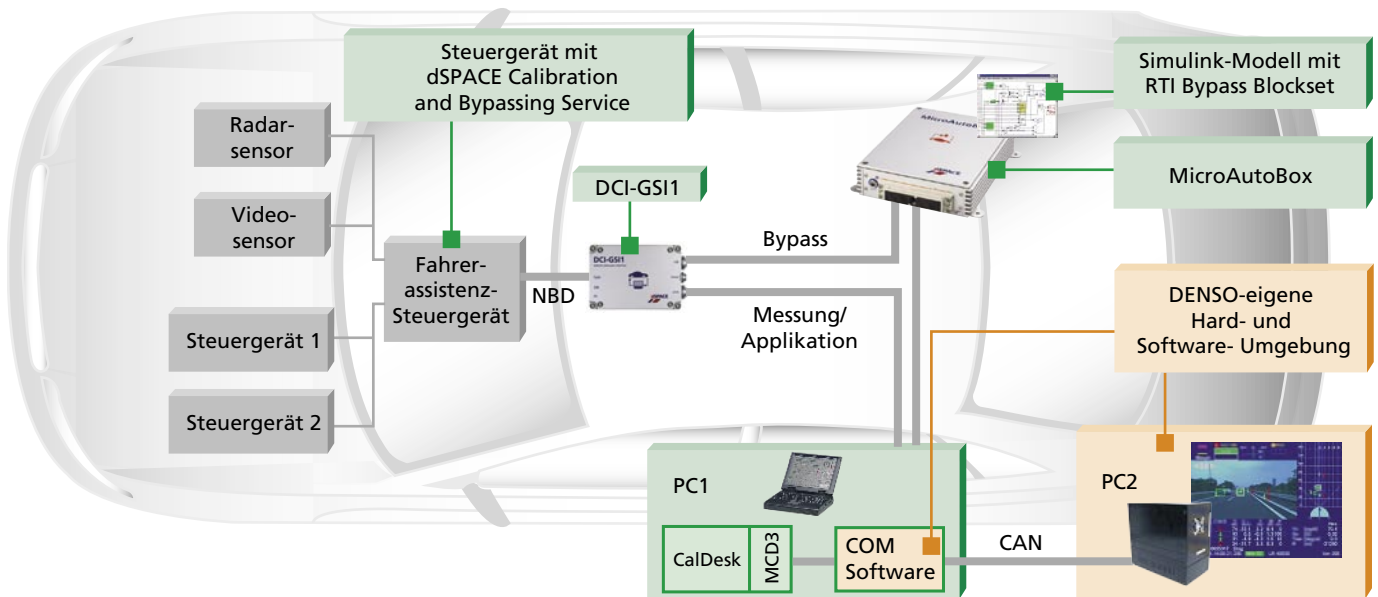
- CalDesk (universelle Mess- und Applikationssoftware)
- dSPACE Calibration and Bypassing Service (zusätzlicher Service-Code im Steuergerät zur Kommunikation zwischen dem Steuergerät und dem dSPACE-Equipment)
- RTI Bypass Blockset (dialogbasierte Konfiguration von Bypass-Anwendungen, Zuweisung von Variablennamen zu Steuergeräte-Adressen)
- MicroAutoBox (Prototyping-System zur Berechnung komplexer Bypass-Funktionen in Echtzeit)
- DCI-GSI1 (Generische serielle Schnittstelle für den Steuergeräte-Zugriff über verschiedene On-Chip-Debug-Schnittstellen)



▲ Die Sicht der Kamera an Bord des Fahrzeugs auf das Verkehrsgeschehen (nachgestellte Szene): Das Fahrerassistenzsystem erkennt andere Verkehrsteilnehmer, in diesem Fall zwei, und analysiert deren Richtung und Geschwindigkeit, um in kritischen Situationen zu reagieren.

Aufbau mit dSPACE-Equipment

Ein Radar- und ein Videosensor sind die Augen des Fahrzeugs. Sie beobachten den Bereich direkt vor dem Fahrzeug, damit das Fahrerassistenzsystem in kritischen Situationen entsprechend reagieren kann. Das Fahrerassistenz-Steuergerät evaluiert die Radar- und Videodaten und entscheidet, ob Systeme wie Bremse oder Gurtstraffer aktiviert werden müssen. Die Mess-, Applikations- und Bypass-Zugriffe auf das Steuergerät erfolgen über die NBD-On-Chip-Debug-Schnittstelle des Mikrocontrollers und über das DCI-GSI1, das alle drei Szenarien synchron und parallel ohne Bypass-Latenzen handhaben kann. CalDesk übernimmt dabei mehrere Aufgaben: erstens die Steuergeräte-Applikation und die Erfassung großer Datenmengen bestimmter, mehrere kByte-großer Arrays im Steuergeräte-RAM, zweitens die Steuerung und Überwachung von Parametern neuer Bypass-Funktionen auf der MicroAutoBox und drittens die Übertragung steuergeräteinterner Daten (via ASAM-MCD 3) an DENSOs Software-Umgebung auf



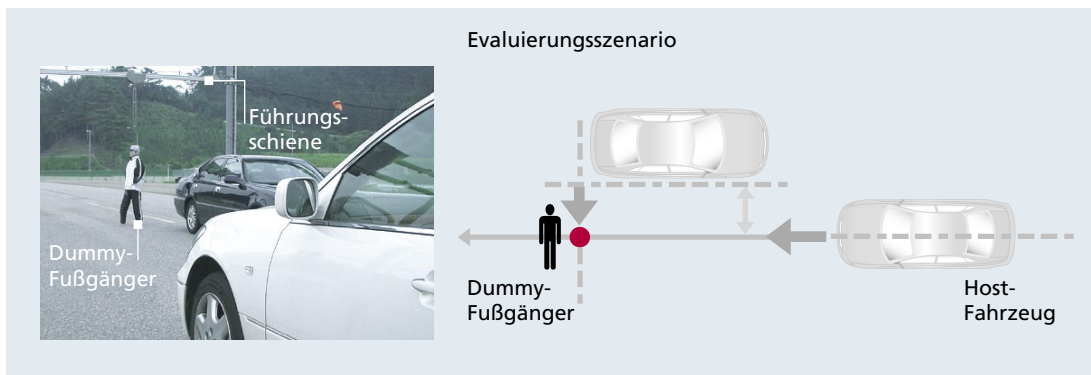
einem zweiten PC (PC2). Um über den CAN-Bus relevante Daten an den PC2 zu übertragen, implementierte DENSO eine eigene Windows®-COM-Anwendung, die auf dem ersten PC (PC1) ausgeführt wird. CAN diente als Kommunikationsschnittstelle zwischen den beiden PCs, da CAN bereits von der DENSO-Software-Umgebung unterstützt wurde. Der dSPACE Calibration and Bypassing Service ist in das Fahrerassistenz-Steuergerät integriert. Dieser Service sorgt für den Zugriff auf das Steuergerät und für die Kommunikation zwischen dem Steuergerät und dem restlichen dSPACE-Equipment. In Kombination mit der generischen

Fahrerassistenzsystem ausgestattet ist. Der Dummy-Fußgänger wird durch einen Motor an einer Führungsschiene bewegt und imitiert einen Fußgänger, der plötzlich hinter einem Fahrzeug auftaucht und auf die Straße läuft. Der Radarsensor erkennt den Fußgänger so schnell, dass das Fahrerassistenzsystem vor der Kollision Bremse und Gurtraffer aktivieren kann.

▲ Schematischer Aufbau zur Entwicklung des Fahrerassistenzsystems.

Ergebnisse und Ausblick

DENSO wird die begonnene Integration von Entwicklungsumgebungen für die beiden fahrzeuggestützten Entwicklungs-



◀ Das Testgelände mit mehreren Fahrzeugen und einem Dummy-Fußgänger zur Nachstellung typischer Verkehrssituationen.

seriellen Schnittstelle GSI versorgt der Service CalDesk mit steuergeräteinternen Daten, zum Beispiel von den Radar- und Videosensoren im Fahrzeug.

Systemevaluierung

Um das Fahrerassistenzsystem zu testen, legte DENSO ein Testgelände an, auf dem typische Verkehrssituationen nachgestellt wurden. So konnte DENSO die Reaktionen des Systems definiert und reproduzierbar prüfen und optimieren. Zu einem typischen Szenario gehören dabei ein Dummy-Fußgänger und zwei Fahrzeuge, von denen eines mit dem

prozesse Rapid Control Prototyping und Messung/Applikation fertigstellen. Die Kompatibilität der dSPACE-Produkte mit den ASAM-Standards erleichtert diese Aufgabe enorm, denn hierdurch vereinfacht sich das Zusammenspiel der verschiedenen Entwicklungswerkzeuge wesentlich. Daher plant DENSO, diese Entwicklungsprozesse auch auf andere Aufgaben auszudehnen.

Takao Nishimura, Masao Ohoka
DENSO CORPORATION
Japan

Fiat Auto – Test der Diagnosefähigkeit

➤ **Virtuelles Fahrzeug, basierend auf dem ASM Vehicle Dynamics Simulation Package**

➤ **Simulationsergebnisse entsprachen der gemessenen Fahrdynamik**

➤ **Einsatz für den Test von ESP-Diagnose**

▼ *Test der Diagnosefähigkeiten mit dem ASM Vehicle Dynamics Simulation Package für den ESP-Controller des Fiat Ducato.*

Mit der rasant zunehmenden Komplexität elektronischer Komponenten gewinnt auch die Fahrzeugdiagnose immer mehr an Bedeutung. Circa 30-40% des Speichers moderner automotiver Steuergeräte sind ausschließlich für Diagnosezwecke reserviert. Nach erfolgreicher Evaluierung des Vehicle Dynamics Simulation Packages, das zu den dSPACE-Echtzeitmodellen für Hardware-in-the-Loop-Simulation (Automotive Simulation Models, ASM) gehört, entschied sich Fiat Auto, dieses Modellpaket in einer schlüsselfertigen Lösung zusammen mit dSPACE Simulator einzusetzen, um die Diagnosefähigkeit elektronischer Stabilitätsprogramme (ESP) zu testen.

Diagnose heißt, dass das Steuergerät Fehler in den angeschlossenen Systemen erkennt. Dabei handelt es sich in erster Linie um die Kommunikationsbusse – in unserem Fall CAN –, aber auch um die Verkabelung mit beispielsweise den Raddrehzahlsensoren. Sicherheitskritische Systeme wie elektronische Stabilitätsprogramme (ESP) unterliegen Fail-Safe-Anforderungen, die dazu dienen, unerwünschte Aktionen in gefährlichen Fahrsituationen zu verhindern. Erkannte Fehler führen zu folgenden Maßnahmen:

- Aktivierung von Fail-Safe-Strategien im Steuergerät
- Schreiben eines Fehlercodes (Diagnostic Trouble Code, DTC) mit Zeitmarke in den Fehlerspeicher des Steuergeräts
- Hinweis per Warnleuchte an den Fahrer

Fiat Auto definierte die Diagnoseoptionen für die fahrzeugspezifischen Funktionen, der Steuergeräte-Zulieferer diejenigen für die rein steuergerätespezifischen Funktionen im Steuergerät.



Die erste Etappe: HIL

Ziel ist es, Diagnosefunktionen frühzeitig und parallel zur Entwicklung des Reglerentwurfs zu implementieren. In dieser frühen Phase existieren meist noch keine Fahrzeugprototypen und der Test der Diagnosefähigkeiten auf der Straße wäre zu kompliziert. Andererseits ist es verhältnismäßig einfach, Bedingungen wie Straßeneigenschaften (Oberflächenbeschaffenheiten, Unebenheiten etc.) oder extreme Fahrmanöver im Labor nachzustellen. Daher werden zur Beschleunigung des Entwicklungsprozesses häufig virtuelle Fahrzeuge in virtuellen Umgebungen in Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulatoren eingesetzt. HIL-Tests sind auch wegen ihrer Reproduzierbarkeit sehr hilfreich, denn über reproduzierbare Tests lässt sich leicht nachprüfen, ob ein Problem auch wirklich behoben wurde oder nicht.

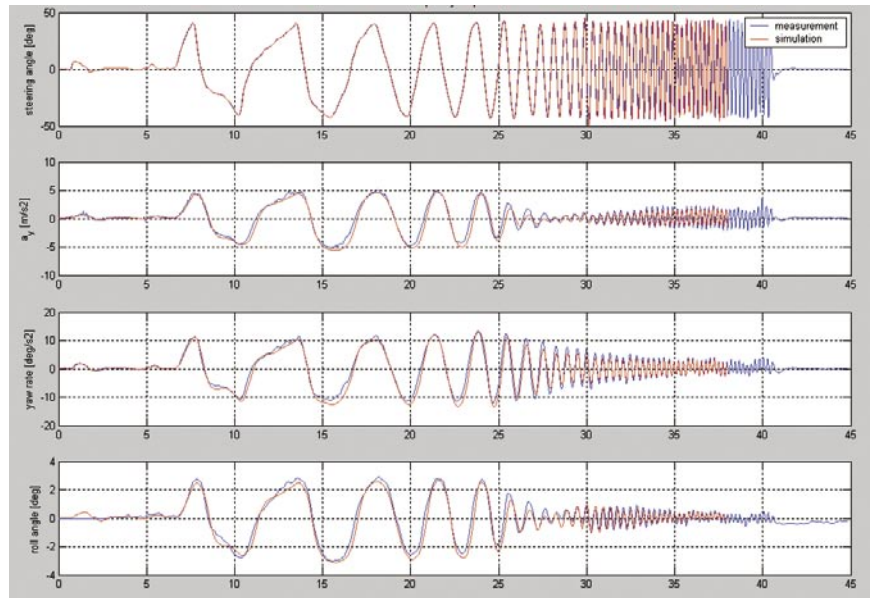
Fail-Safe-Analysen

Fail-Safe-Analysen müssen während bestimmter Fahrmanöver durchgeführt werden, um das Verhalten eines sicherheitskritischen Systems im Fehlerfall sicher bestimmen zu können. Der Schlüssel für den Test der Diagnosefähigkeit liegt in der Reaktion des ESP-Systems auf CAN-Testbotschaften. Dabei handelt es sich um modifizierte Signale, die in dem jeweiligen Kontext so nicht vorkommen würden. Zum Testen gehört auch das Prüfen der Plausibilität und des Timings der Botschaften sowie die Simulation von Kabelbrüchen oder Kurzschlüssen. Durch die Echtzeitsimulation des Fahrdynamikverhaltens lassen sich all diese Dinge entsprechend testen.

Präzises Testsystem

Unser Ziel waren zuverlässige Ergebnisse in Bezug auf die Richtigkeit der Fehlercodes. Daher evaluierten wir zuerst das

ASM Vehicle Dynamics Simulation Package von dSPACE, um zu prüfen, ob die Simulationsergebnisse mit den gemessenen Fahrzeugdaten übereinstimmen. Dazu fuhren wir einen Prototyp des neuen Fiat Ducato auf unserer Teststrecke in Turin und erfassten die Fahrdynamikdaten. Anschließend erstellten wir ein virtuelles Testszenario mit dem Maneuver Editor in ModelDesk, der grafischen Konfigurations- und Parametrierungssoftware für das Fahrzeugmodell. Die Simulationen mit dem parametrierten Fahrzeugmodell lieferten Ergebnisse, die nahezu deckungsgleich mit den tatsächlichen Fahrdynamikdaten waren. Das zeugt von einer hohen Modellgüte des ASM Vehicle Dynamics Simulation Package und einer guten Parametrierung seitens dSPACE, denn die Ergebnisse der Echtzeitsimulation waren äußerst genau.



Virtuelle Testfahrten mit ASM Vehicle Dynamics

Um das Steuergerät bereits in frühen Phasen des Fahrzeugentwicklungsprozesses gegen unsere Spezifikationen zu testen, kam ein dSPACE Simulator Mid-Size zum Einsatz, auf dem das ASM Vehicle Dynamics Simulation Package ausgeführt wurde. Um Fahrsituationen zu simulieren, die ein Eingreifen des ESPs erzwingen, führten wir virtuelle Testfahrten mit unterschiedlichen

„Die Simulationsergebnisse des ASM Vehicle Dynamics Simulation Packages deckten sich sehr gut mit den Fahrdynamikmesswerten.

Wir sind von der hohen Güte des Modells überzeugt.“

Luca Remolif

Manövern durch, einschließlich verschiedener Längs- und Querbeschleunigungen bei bestimmten Geschwindigkeiten. Mit dem Stimulus Editor von ControlDesk bauten wir Testsequenzen auf, um CAN-Testbotschaften in die CAN-Kommunikation des ESPs einzufügen. Die 3D-Online-Animationssoftware MotionDesk von dSPACE diente zur Visualisierung des Fahrverhaltens. Registriert das Steuergerät unplausible Signale, werden Fehlercodes zusammen mit einer Zeitmarke in den Fehlerspeicher des Steuergeräts geschrieben. So ist es möglich, die Richtigkeit der Fehlercodes relativ zum Manöververlauf und den CAN-Testbotschaften zu verifizieren. Die Reproduzierbarkeit von Manövern und Tests ermöglicht ein sicheres Beheben von Fehlern, außerdem lässt sich so auch die Diagnosefähigkeit des ESP-Systems zuverlässig

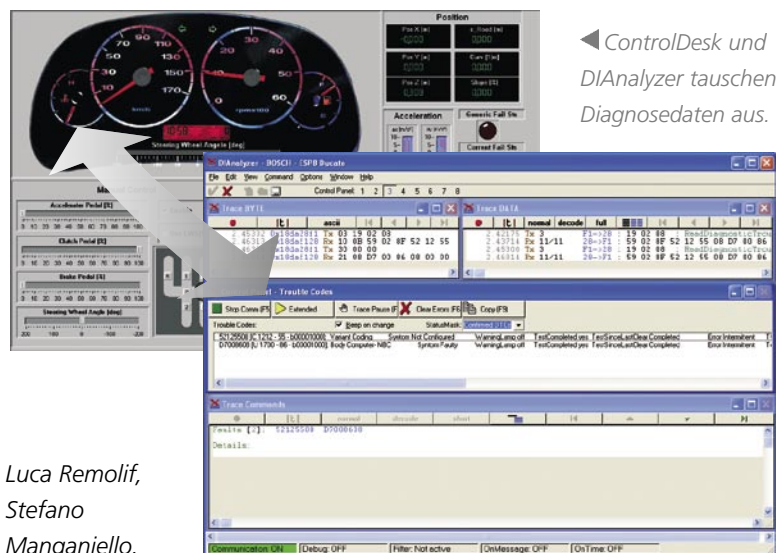
validieren. Wir installierten ein auf Python basierendes Testautomatisierungssystem und integrierten ControlDesk mit DIAnalyzer, dem Diagnosewerkzeug von Fiat Auto, als Verbindung zum Diagnosebus.

Ergebnisse und Ausblick

Wir haben dSPACE Simulator und das ASM Vehicle Simulation Package erfolgreich eingesetzt, um das ESP-System des Fiat Ducato zu testen. Wir sind mit dem System zufrieden und werden es auch in weiteren ESP-Controller-Projekten einsetzen. Dafür wird eine erweiterte Testautomatisierung implementiert. Für diese Zwecke wird die angekündigte ModelDesk-Schnittstelle zur Tool-Automatisierung sehr hilfreich sein.

▲ *Vergleich von Simulationsergebnissen mit gemessenen Fahrdynamikdaten bei Kurvenfahrt.*

Das Testfahrzeug: ein vollbeladener Fiat Ducato mit einem Gewicht von 3,5 Tonnen.



◀ *ControlDesk und DIAnalyzer tauschen Diagnosedaten aus.*

Luca Remolif,
Stefano
Manganiello,
E & D Department,
Fiat Auto S.p.A.,
Italien

Bremsen bei Vollgas

➤ **Entwicklung des Schubumkehrsystems ETRAS® für den Airbus A380**

➤ **Reglerentwicklung mit dSPACE-Prototyping-System gemäß dem Sicherheitsstandard DO-178B Level A**

➤ **Erstes voll-elektrisches Schubumkehrsystem in der Verkehrsfliegerei**

▼ *Das Schubumkehrsystem ist eines der Triebwerksgondelmodule (Außendurchmesser ca. 4 m). Die Regelalgorithmen der Schubumkehr wurden mit einem dSPACE-Prototyping-System entwickelt.*

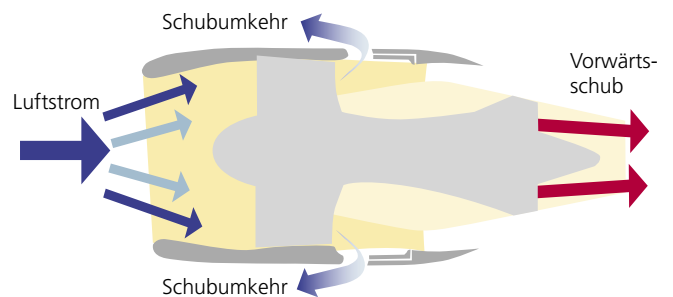
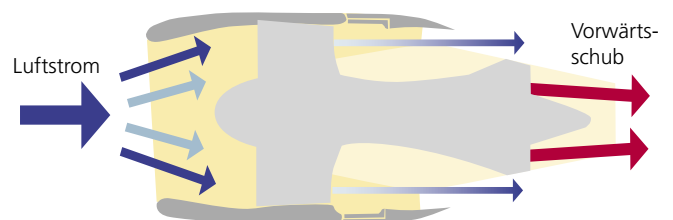
Beobachtet man als Passagier bei der Landung eines Verkehrsflugzeuges die Triebwerke genauer, so kann man den Effekt der Schubumkehr hautnah miterleben: Sofort nach dem Aufsetzen öffnet sich ein Spalt in der Triebwerksverkleidung, durch den ein Teil der vom Triebwerk eingesaugten Luft wieder nach vorne austritt und das Flugzeug abbremst. Für die Entwicklung des Schubumkehrsystems ETRAS® des Airbus A380 setzte Hispano-Suiza, ein Unternehmen der SAFRAN-Gruppe, ein dSPACE-Prototyping-System ein. ETRAS® ist ein vollelektrisches System, ohne hydraulische oder pneumatische Komponenten – eine Premiere in der Verkehrsfliegerei.

Wozu Bremsen per Schubumkehr?

Die Schubumkehr dient bei Flugzeugen als zusätzliches Bremsssystem, das die mechanischen Radbremsen entlastet und so für einen verkürzten Bremsweg sorgt. Auch bei Regen, Eis und Schnee ist die Schubumkehr hilfreich, denn die Radbremsen können dann einen Teil ihrer Wirkung verlieren. Zur Schubumkehr öffnet sich beim Airbus A380 sofort nach dem Aufsetzen ein Klappensystem seitlich am Triebwerk, durch das ein Teil der eingesaugten Luft wieder nach vorne austritt. Die Triebwerksschaufeln behalten dabei dieselbe Drehrichtung wie während des Flugs. Der zunächst naheliegende Gedanke, zur Schubumkehr einfach die Drehrichtung der Schaufeln umzukehren und quasi genauso zu bremsen wie ein Schiff auf dem Meer, macht bei einem Flugzeug keinen Sinn. Das Umkehren der Drehrichtung dauert zu lange, das Flugzeug hätte bereits vorher das Ende der Landebahn erreicht.

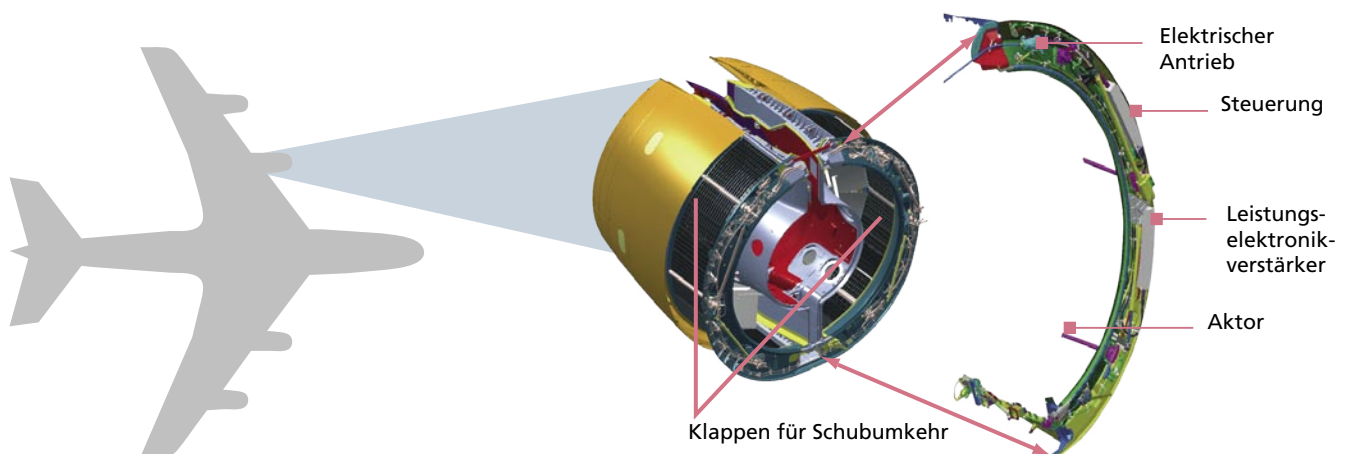
Das vollelektrische ETRAS®-System

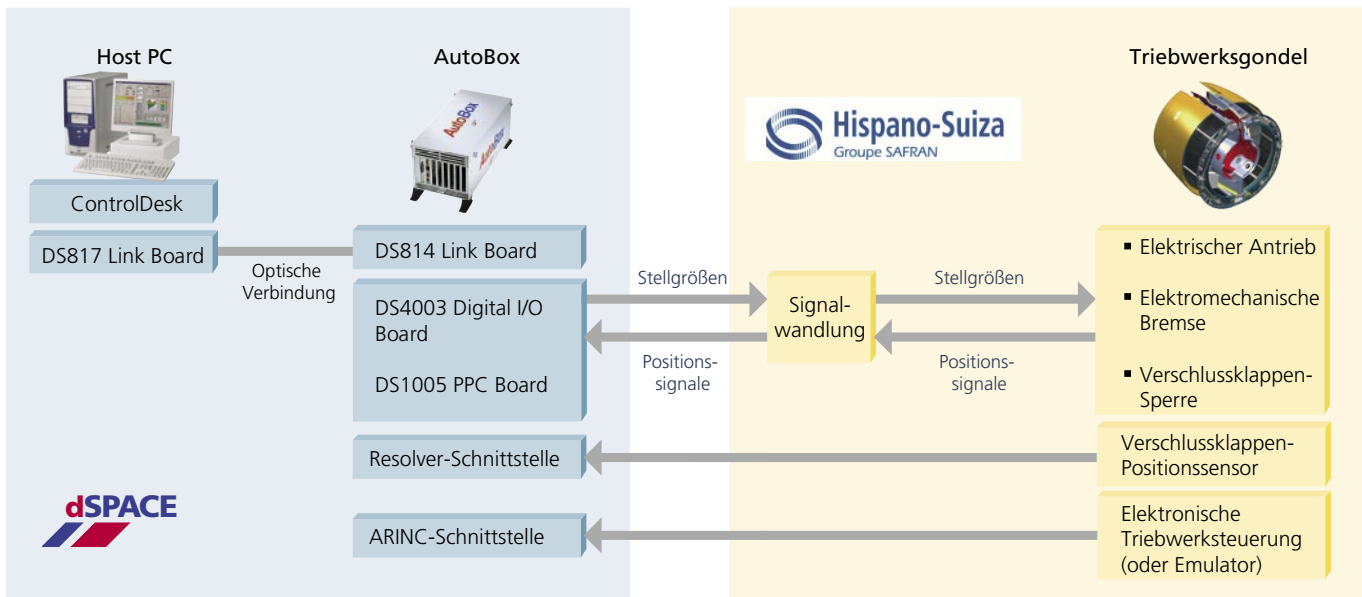
Mit Hilfe des dSPACE-Prototyping-Systems validierten und optimierten wir die Regelalgorithmen für Funktion und



▲ *Zum Bremsen per Schubumkehr (unteres Bild) lenkt ein Klappensystem einen Teil der vom Triebwerk eingesaugten Luft wieder nach vorne um.*

Sicherheit, was die Risiken deutlich reduzierte, die mit der gesamten Triebwerksgondel für ETRAS® (Electrical Thrust Reverser Actuation System) einhergingen. So konnten wir





viel Zeit einsparen und die finale Entwicklung der eingebetteten Software frühzeitig beginnen, die wir dann gemäß dem Luftfahrtstandard DO-178B Level A validierten. Das gemeinsam mit Honeywell entwickelte ETRAS®-System wird auf den Triebwerksgondeln angebracht, die von Aircelle, ebenfalls ein Unternehmen der SAFRAN-Gruppe, für beide Triebwerkstypen des A380 (Rolls Royce Trent 902 und Engine Alliance GP7200) entwickelt und hergestellt wurden. Als sicherheitskritisches System muss das Schubumkehrsystem einige wichtige Anforderungen erfüllen:

- Die Aktivierung der Schubumkehr darf nur am Boden möglich sein.
- Die Schubumkehr muss vom Piloten sofort bei Aufsetzen des Flugzeugs aktivierbar sein.
- Die Stärke und Richtung der Schubumkehr müssen dem Triebwerk und dem Flugzeugtyp angepasst sein.
- Die Schubumkehr muss symmetrisch auf das Flugzeug wirken, damit es nicht zu ungewollter Kurvenfahrt kommt.

Flexible Entwicklungsumgebung

Mit dem dSPACE-Prototyping-System, bestehend im Wesentlichen aus DS1005-, I/O- und Schnittstellen-Boards sowie der Experiment-Software ControlDesk, stand uns eine komfortable Umgebung für die Entwicklung der Algorithmen der Schubumkehrsteuerung des Airbus A380 zur Verfügung. Die Regelalgorithmen wurden mit MATLAB®/Simulink® entworfen und mit der Experimentieroberfläche ControlDesk von dSPACE auf der Prototyping-Hardware ausgeführt. Eine Aufgabe des dSPACE-Prototyping-Systems war es dabei, verschiedene Sensorsignale (inkl. Geschwindigkeit und Position diverser Positioniermotoren, Gewindespindeln und Luft-

stromsensoren) via I/O-Schnittstellen und der auf elektrische Antriebe zugeschnittenen Resolver (Winkelgeber)-Schnittstelle zu erfassen. Basierend auf diesen Größen wurden in Echtzeit die Stellgrößen für die Stärke der Schubumkehr berechnet, um damit die Aktoren anzusteuern.

Auf dem Weg zum „More Electric Aircraft“

Das ETRAS®-System ist das erste in der Verkehrsfliegerei überhaupt, das komplett auf hydraulische bzw. pneumatische Komponenten verzichtet. Mehr Elektrik statt Hydraulik bedeutet weniger Gewicht und damit auch weniger Kerosinverbrauch. Daher werden Flugzeugbauer weltweit diesen Trend hin zum „More Electric Aircraft“ in Zukunft auch bei

„Das dSPACE-Prototyping-System hat sich aufgrund seiner hohen Flexibilität und Reaktivität bei der Entwicklung des ersten vollelektrischen Schubumkehrsystems für Verkehrsflieger (ETRAS®) sehr gut bewährt.“

Nicolas Huttin

anderen Flugzeugsystemen weiter verfolgen. Mit unserer Tool-Landschaft auf Basis eines dSPACE-Prototyping-Systems sind wir für diese Herausforderung bestens gerüstet, denn dank seiner Modularität und flexiblen Konfigurierbarkeit können wir uns auch auf zukünftige Aufgaben mit wenig Aufwand einstellen.

*Nicolas Gazel, Nicolas Huttin,
Régis Meuret, Antonio Prata
Hispano-Suiza
Frankreich*

▲ *Der schematische Aufbau der Entwicklungsumgebung mit dSPACE-Equipment.*

Mit EDGAR die Balance halten

- University of Adelaide entwickelt EDGAR
- Nachbau eines selbstbalancierenden Elektrorollers
- Echtzeitregelprojekt für Studenten im Abschlussjahr

Die Mechatronikstudenten der University of Adelaide führen als Teil ihrer Abschlussarbeit häufig Projekte im Bereich Echtzeitregelung durch. In einem dieser Projekte, EDGAR (Electro-Drive Grav-Aware Ride), geht es um den Entwurf und den Test eines selbstbalancierenden Personenbeförderungsmittels auf zwei Rädern. Für das Rapid Control Prototyping des Reglers kam vor der Implementierung auf den Zielprozessor ein DS1104 R&D Controller Board von dSPACE zum Einsatz.

In ihrem Abschlussjahr müssen die Mechatronikstudenten der University of Adelaide 300 bis 500 Stunden an einem Entwurfsprojekt im Bereich System-Engineering und -Integration arbeiten. Viele dieser Projekte beschäftigen sich mit der Echtzeitregelung, wobei hier das R&D Controller Board von dSPACE das bevorzugte Entwicklungswerkzeug ist. Ziel des EDGAR-Projekts waren Entwurf und Konstruktion eines selbstbalancierenden Rollers, dessen Funktions-

Das Funktionsprinzip

EDGAR sollte als robuster und leicht bedienbarer Roller konstruiert werden, ohne dabei Kompromisse bei seiner Beanspruchbarkeit und seinem Gewicht einzugehen. Zudem kamen beim Entwurf weder die Ästhetik des Fahrzeugs noch die Ergonomie der Fahrer-Fahrzeug-Schnittstelle zu kurz. EDGAR balanciert sich ähnlich aus, wie auch ein Mensch es tut. Das menschliche Gehirn erkennt das Vorlehnen des Körpers aufgrund der ausgeübten Schwerkraft auf das Gleichgewichtsorgan im Innenohr. Das Gehirn sendet daraufhin Impulse an die Muskeln in den Gliedmaßen, die das Gleichgewicht aufrecht erhalten. Ähnlich empfängt EDGARs Regler von einem Trägheitssensor Informationen, aufgrund derer er entsprechende Befehle an das Antriebssystem sendet und den Neigungswinkel ausgleicht.

Das Regelsystem

Ein Trägheitsmesssystem misst den Winkel und das Winkelverhältnis von Neigung, Drehung und Gierbewegung des Geräts. Über eine serielle RS232-Verbindung werden diese Signale anschließend an das DS1104-Board übertragen.

Das Antriebssystem besteht aus zwei koaxialen Getriebemotoren, gesteuert von einem Zwei-Kanal-Motorregler, der auch oft in Hobby-Robotikanwendungen eingesetzt wird. Zwei in der Standplattform platzierte kapazitive Sensoren melden die Anwesenheit eines Fahrers. Wir nutzen diese Informationen zur Aktivierung bzw. Deaktivierung des Stabilitätsreglers. LEDs in den Lenkergriffen melden die unterschiedlichen Bedienungszustände. Die Lenkungsregelung erfolgt über die Steuerung der Drehmomente der linken und rechten Motoren. Der gewünschte Lenkwinkel wird mit einem potentiometerbasierten Griff in den Lenkergriffen gewählt.

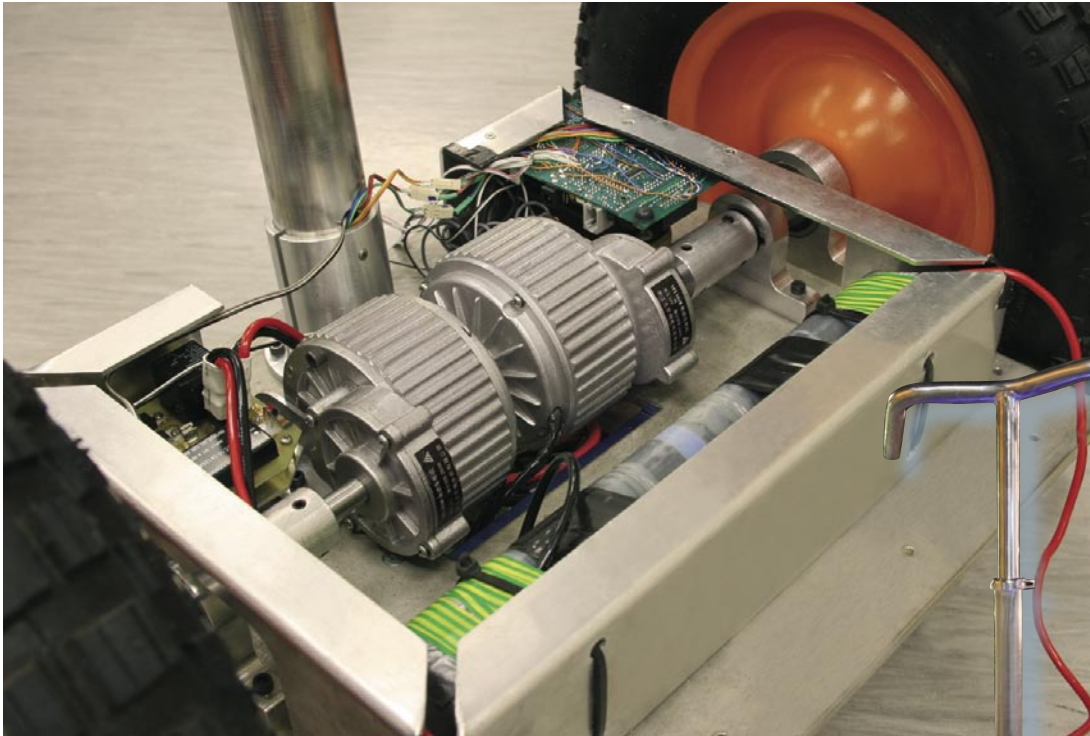


▲ Student Simon McMahon bei einer Testfahrt mit EDGAR über den Campus der University of Adelaide.

weise ähnlich der des Segway Human Transporters (HT) ist. Zur Stabilisierung des Rollers dient eine Regelstrategie, die die Winkelpositionssignale von einem Gyroskop in Signale für das Antriebssystem umsetzt.

Der Entwurf basiert entfernt auf dem Segway HT, dem ersten auf dem Markt verfügbaren selbstbalancierenden Fahrzeug. Zum Großteil beruht der Entwurf auf den Erfahrungen anderer Versuche, einen Segway HT nachzubauen.

◀ EDGARs Innenleben.
Von vorne nach hinten:
Batterien, zwei gekoppelte
Motoren und Antriebe,
Stromversorgungskarten,
Mikrocontroller und Träg-
heitsmesssystem.



Die Reglerentwicklung

Vor der Entwicklung des Echtzeitreglers untersuchten wir die Dynamik von EDGAR in einem Simulink-Modell, um so die Regelstrategien zunächst in einer virtuellen Umgebung zu entwickeln. Anschließend kam ein virtuelles Modell von Edgar hinzu, um sein Verhalten zu visualisieren und auf diese Weise seine Performance zu verifizieren.

Erste Reglerentwicklungen für den realen EDGAR haben wir mit Simulink und einem DS1104-Board sowie mit der Experimentierumgebung ControlDesk durchgeführt.

„Mit der dSPACE-Plattform konnten die Studenten in kurzer Zeit anspruchsvolle Regelstrategien entwickeln und sich dabei ganz auf die Regelung konzentrieren, anstatt sich mit der Programmierung des Mikrocontrollers oder der Elektronik aufhalten zu müssen.“

Dr. Ben Cazzolato

Alle Signale des DS1104 an die Elektronik von EDGAR wurden über ein Multicore-Kabel übertragen. Das DS1104 stellt die ADC-, DAC- und PWM- sowie seriellen und digitalen Ports zur Verfügung, die für eine sichere und funktionale Bedienung von EDGAR notwendig sind. Um Sicherheit zu gewährleisten, testeten wir zahlreiche Stabilitätsregler einschließlich signifikanter Logikregelungen. Der Reglercode wurde schließlich für den

Freescal MC9S12-Mikrocontroller cross-kompiliert – unter Verwendung eines in Simulink eingebetteten Zielprozessors, ebenfalls von Studenten der hiesigen Universität entwickelt. Für den voll funktionsfähigen Prototyp waren nur kleinere Änderungen am ursprünglichen Reglerentwurf notwendig.

Ausblick

Durch den Entwurf und die Entwicklung von EDGAR haben sich die Studenten mit viel Interesse und Freude der Thematik Echtzeitregelung gewidmet. In nur einem akademischen Jahr haben sie ein voll funktionsfähiges Gerät gebaut und getestet. Nachdem der Entwurfsansatz validiert wurde, überarbeiten dieses Jahr nun fünf neue Studenten den Entwurf und setzen dabei größere Motoren und leistungsstärkere Motorregler ein.

*Dr. Ben Cazzolato
Senior Lecturer in Control and Signal Processing
University of Adelaide
Australien*



Porsche – virtuelles Handschaltgetriebe

➤ **Schaltkraftsimulator für markentypisches Schaltgefühl**

➤ **Porsche setzt auf dSPACE-Echtzeit-Hardware**

➤ **Force Feedback für realistische Tests**

▼ *Der Schaltkraftsimulator schließt die Lücke zwischen virtueller Simulation und dem tatsächlichen Antriebsstrang.*

Ein markentypisches und für die Verkaufspräsentation relevantes Fahrzeugmerkmal ist das Schaltgefühl. Die gezielte Entwicklung eines spezifischen Schaltgefühls beginnt bereits in der Definitionsphase, in der reale Prototypenteile noch nicht verfügbar sind. Virtuelle Simulationen wiederum können kein Gefühl vermitteln. Die Lücke zwischen virtueller Simulation und dem tatsächlichen Antriebsstrang schließt der bei Porsche entwickelte Schaltkraftsimulator. Dessen Kern besteht aus leistungsstarker dSPACE-Echtzeit-Hardware, die auf Grundlage eines Porsche-Simulationsmodells die Simulator-Aktuatorik so ansteuert, dass ein realistisches Schaltgefühl entsteht.

Markentypisches Schaltgefühl

Der Schaltknopf ist eines derjenigen Elemente im Fahrzeug, die noch einen direkten Kontakt zwischen Antriebsmechanik und Fahrer herstellen.

Während eine technisch gute Schaltqualität Basisziel der Entwicklung ist, soll sich das Fahrzeug durch ein markentypisches Schaltgefühl im Marktumfeld abheben und für eine Wiedererkennbarkeit sorgen, wie dies auch beim Motorklang der Fall ist.

Das Schaltgefühl unterliegt sowohl statischen als auch dynamischen Einflüssen:

- Statische Einflüsse sind Einflüsse, die bei stehendem Fahrzeug (mit abgeschaltetem Motor) und bei geringer Betätigungsgeschwindigkeit bewertet werden.
- Dynamische Einflüsse auf das Schaltgefühl entstehen sowohl durch das drehende Getriebe und den schwingfähigen Antriebsstrang als auch durch die Betätigungsgeschwindigkeit.

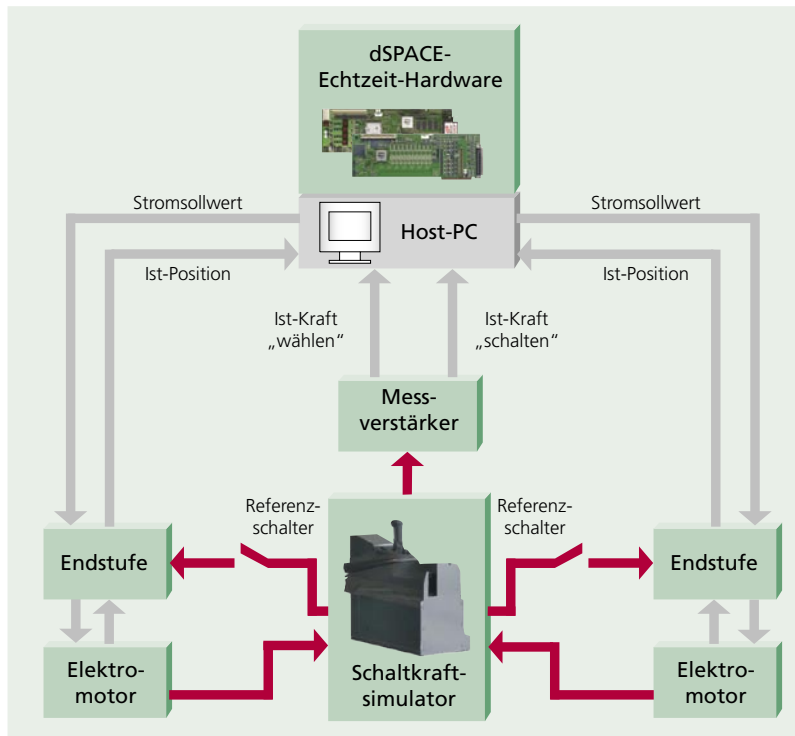
Schaltsimulation und Schaltkraftsimulator

Mit Simulationswerkzeugen kann man ohne reale Prototypenteile in unterschiedlichen Entwicklungsstufen Aussagen über die spätere Schaltqualität, eventuelle Fehlfunktionen und das Einhalten des Lastenhefts treffen. Jedoch können bestimmte Größen wie die Schrägschaltbarkeit, die Führung des Schalthebels in den Gassen oder auch die Schaltwege bisher nicht ausreichend durch eine virtuelle Simulation bewertet werden. Gerade diese Merkmale sind aber später für die subjektive Bewertung einer Schaltung bei der Verkaufspräsentation wichtig. Um den Entwicklern frühe und flexible Bewertungsmöglichkeiten zu geben, entstand die Idee eines Schaltkraftsimulators, der theoretisch ermittelte Größen spürbar und somit subjektiv bewertbar macht.

Kraftrückmeldung schafft Klarheit

Der Schaltkraftsimulator ist ein Echtzeitsystem mit Kraftrückmeldung (Force Feedback), wie sie von Joysticks für Computerspiele oder auch von Flugsimulatoren her bekannt ist. Für die Kraftrückmeldung sind zwei Elektromotoren an den Handschalthebel gekoppelt. Kern des Simulators sind die dSPACE-Echtzeit-Hardware und ein Porsche-Simulationsmodell als virtuelles Getriebe, das in MATLAB/Simulink modelliert ist. Als Hardware wird ein DS1104 R&D Controller Board eingesetzt, auf dem das aufwendige Porsche-Modell in Echtzeit gerechnet wird; das DS1104 bedient ebenfalls Sensorik und Aktuatorik. Zukünftig wird eine noch leistungsfähigere Kombination aus DS1006 Processor Board und DS2202 HIL I/O Board zum Einsatz kommen. Es ist möglich, am Simulator Parametervariationen durchzuführen, deren Auswirkungen





▲ Schaltkraftsimulator: Die elektrischen Antriebe werden über Endstufen von der dSPACE-Echtzeit-Hardware angesteuert.

auf den späteren Schaltkomfort sofort spürbar werden. Für möglichst reale Bedingungen können über ein Ethernet-Interface von dSPACE und weitere Hardware noch Visualisierung und Sound integriert werden.

Funktionsweise des Schaltkraftsimulators

Das Simulationsmodell besitzt als Eingangsgrößen den Schalt- und den Wählweg bezogen auf den Kraftangriffspunkt. Die Wegsignale werden von den Endstufen der Antriebe geliefert, welche die Signale der hochauflösenden Wegmesssysteme der Motoren auswerten. Aus diesen Wegsignalen und den abgeleiteten Geschwindigkeiten berechnet das Simulationsmodell die Reaktionskräfte, welche am Schalthebel in Realität wirken würden. Neben den Betätigungsgrößen am Handschalthebel wird auch die Pedaleingabe (Kupplung, Bremse und Gas) eingelesen und bei der Simulation berücksichtigt. So wird der Simulator zu einem interaktiven System, das auf die Benutzervorgaben reagiert. Die durch das Simulationsmodell errechneten Kräfte bilden die Soll-Vorgabe für die Kraftregler, die zusammen mit den gemessenen Kraftsignalen (Ist-Kräfte) die Stellgrößen für die Elektromotoren erzeugen und so die Soll-Kraft einstellen. Die Kraftsignale werden am Handschalthebel gemessen und an den Host-PC und die dSPACE-Echtzeit-Hardware weitergeleitet.

Zusammenfassung und Ausblick

Der Schaltkraftsimulator bietet für Porsche viele Einsatzmöglichkeiten in jeder Phase der Entwicklung, gleich, um welche Fahrzeug- oder Getriebevariante es sich handelt. Die leistungsstarke dSPACE-Echtzeit-Hardware zusammen mit dem Echtzeit-Simulationsmodell (virtuelles Getriebe) bilden den Kern des Schaltkraftsimulators. Der Simulator ist unabhängig von realen Prototypenteilen und kann flexibel an unterschiedlichsten Orten eingesetzt werden. Auch ergonomische Aspekte wie die Position des Fahrers zum Handschalthebel sind vielseitig anpassbar. Bei Porsche wird der Simulator nicht nur im Rahmen der Eigenentwicklung, sondern auch für die Kundenentwicklung bei Porsche Engineering eingesetzt.

Frank Kurrle
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG in Weissach
Frank Sayer
Porsche Engineering Services GmbH
Deutschland

Bypassing des Herzens

- **dSPACE-Prototyping-System hilft Medizintechnikern**
- **Entwicklung eines intelligenten Blutsensors**
- **Bypass-Technik imitiert Herzschrittgeber**

SterlingTech, einer der führenden Anbieter innovativer Software-Lösungen für Hersteller medizinischer Geräte, unterstützte einen Kunden bei einem U.S.-Patent für einen Impedanzsensor (Gerät zur Messung des Blutdurchflusses im Herzen). Das Unternehmen führte Experimente mit einem dSPACE-Prototyping-System in Verbindung mit MATLAB®/Simulink® für den modellbasierten Reglerentwurf durch.

Bypassing des elementarsten aller Regler

Im Bereich Rapid Prototyping ist Bypassing eine probate Methode zur Optimierung von Regelfunktionen an der realen Regelstrecke, die sich sowohl in der Automobilindustrie als auch in der Luft- und Raumfahrt zur Validierung neuer Regelalgorithmen mechanischer Anwendungen wie Einspritz-, Autopilot- und Antiblockiersysteme etabliert hat. Jetzt setzt die Medizintechnik neue Maßstäbe für Rapid Prototyping und

Bypassing, indem Medizintechniker Rapid-Prototyping-Werkzeuge in ihren Forschungsprojekten einsetzen. In diesem Bereich

findet sich auch das amerikanische Unternehmen SterlingTech, das sich auf Software-Entwicklung für medizinische Geräte spezialisiert hat.

SterlingTech beendete kürzlich im Auftrag eines Kunden eine Experimentreihe im Bereich Echtzeitprototyping. Das Ziel dabei war die Patentierung eines Impedanzsensors

(Patentnummer: 5,999,854), einem Gerät zur Messung des Blutflusses durch das Herz.

Intelligenter Blutsensor

Der Sensor soll Geräte im Bereich Herzrhythmusmanagement (Cardiac Rhythm Management, CRM), zum Beispiel künstliche Herzschrittgeber, optimieren. Er sorgt für eine verbesserte Messung und Regelung des Blutflusses im Herzen, schützt vor leeren Batterien und erkennt

defekte Zuleitungsdrähte – Probleme, die bei Herzpatienten so schnell wie möglich behoben werden müssen. „Die Sensoren in heutigen Herzschrittgebern sind nicht sehr gut, wenn es darum geht, den Herzschlag bei Bewegung oder sportlicher Betätigung zu beschleunigen bzw. dann zu verlangsamen, wenn der Mensch zur Ruhe kommt“, erklärt SterlingTech-Gründer und Präsident Dan Sterling. „Wir entwickelten einen Sensor, der den Blutdurchfluss des Herzens in Echtzeit erhöht bzw. verringert.“

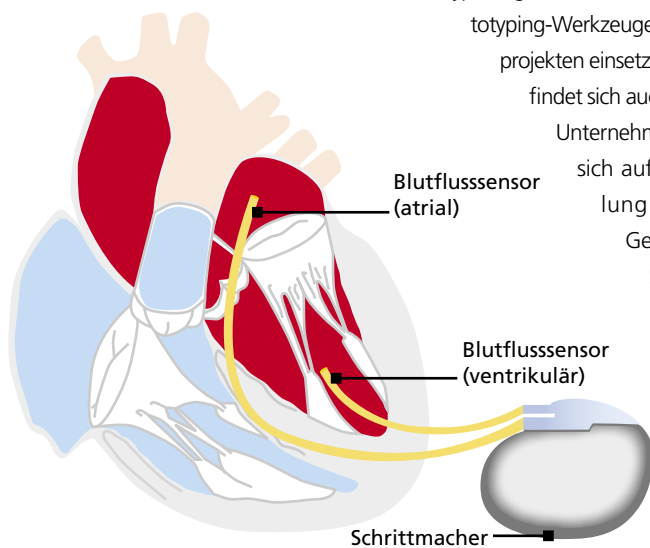
SterlingTech unterstützte seinen Kunden bei der Patenterteilung für den Blutflusssensor durch Generierung von Rohdaten, mit denen die Validierung des Sensors vollständig unterstützt und evaluiert werden konnte.

Herzen unter Kontrolle

Die Experimentumgebung, mit der SterlingTech das Verhalten eines heutigen Herzschrittgebers nachbilden konnte, bestand aus einem dSPACE-Prototyping-System, der modellbasierten Entwurfssoftware MATLAB/Simulink, C und C++ für Windows/PC sowie C und Assembler für den TI DSP (TMS320C6X). Das Echtzeitsystem wurde erfolgreich zur Einstellung und Regelung der Herzfrequenz lebender Tiere im Labor unter Narkose und im Laufrad eingesetzt. Das System besteht aus folgenden Elementen:

- „lebendes Labortier“ = Regelstrecke
- „Herz“ = Standardregler
- „dSPACE-System“ = Bypass-System zur Erweiterung des Standardreglers durch zusätzliche Leistungsmerkmale

„Das System erkannte den Herzbedarf an Blut und leitete es dementsprechend in Echtzeit durch das Herz“, so Sterling. „Tatsächlich ließ das dSPACE-Equipment ihre Herzen schlagen.“ Der Experimentaufbau diente zur Ausführung



▲ Die Sensoren sind im linken Vorhof und in der linken Herzkammer positioniert.

der Testalgorithmen, zur Abnahme der Echtzeitinformationen vom Impedanzsensor und nicht zuletzt zur Regelung des Herzschrittmachers. Das SterlingTech-Team programmierte die Software für die Aufstellung und die Erfassung der Sensordaten und implementierte anschließend einen Herzschrittmacher, der auf Kundenwunsch in Echtzeit während des Experiments konfiguriert werden konnte. Zudem erstellten sie die kundenspezifischen Simulink-Blöcke mit ihren neuen programmierten Experimentialgorithmen, so dass sie zur Laufzeit konfigurierbar waren. Da die Experimente an lebenden Tieren durchgeführt wurden, mussten sowohl ein hohes Maß an Zuverlässigkeit und Regelmöglichkeiten als auch ein schnell und leicht konfigurierbares Computersystem vorhanden sein.

Reproduzierbarkeit

Durch die automatisierbaren Testoptionen des dSPACE-Systems konnte SterlingTech Programme wiederholt ablaufen

„Ich würde dSPACE-Produkte definitiv für den Einsatz in klinischen Studien empfehlen – besonders da, wo Parameter und Algorithmen häufig geändert werden müssen.“

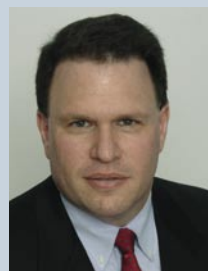
Dan Sterling

lassen. Die während der Laborversuche erfassten Rohdaten wurden mit modifizierten Systemkonfigurationen erneut im

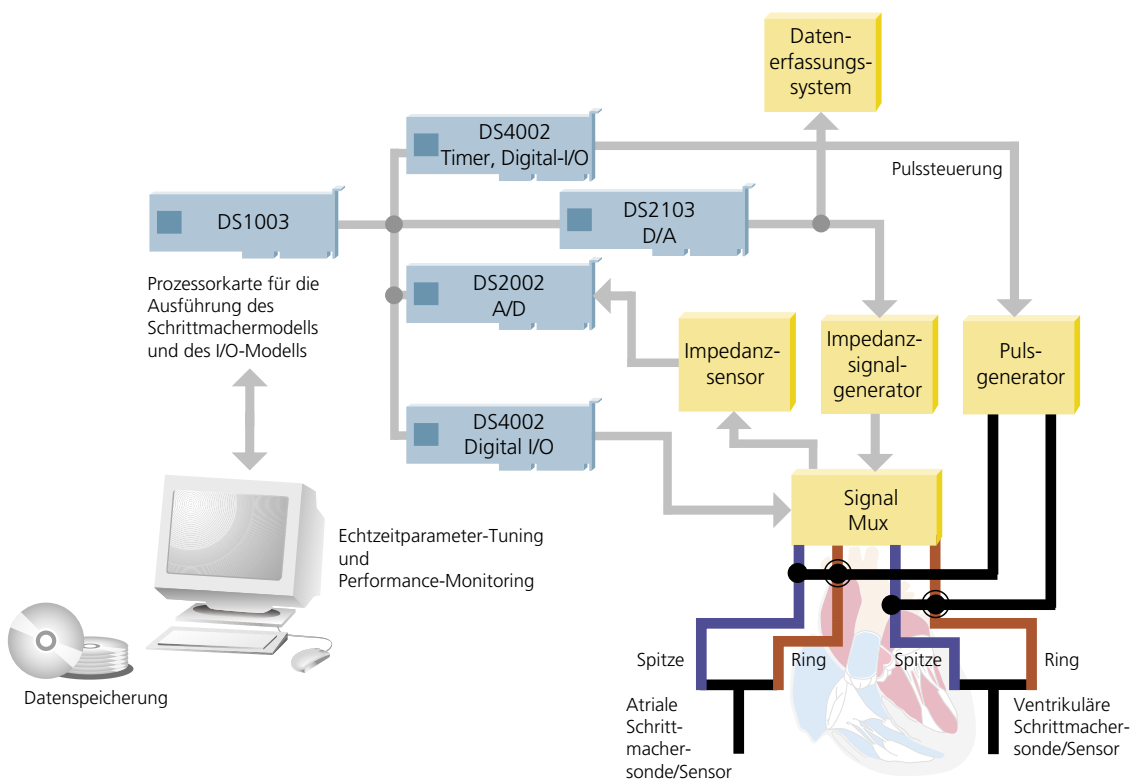
Prototyping-System verarbeitet. So konnten die erfassten Daten maximal genutzt werden, ohne dass die Experimente erneut durchgeführt werden mussten. „Die dSPACE-Systeme erfüllten unsere Anforderungen voll und ganz“, so Sterling. „Ich würde dSPACE-Produkte definitiv für den Einsatz in klinischen Studien empfehlen – besonders da, wo Parameter und Algorithmen häufig geändert werden müssen.“ Aus den Daten der Experimente resultierte ein Patent für den Impedanzsensor. Der Einsatz des Produkts auf kommerzieller Ebene steht noch aus.

*Dan Sterling
President, SterlingTech*

Dan Sterling ist seit der Gründung 1988 Präsident von SterlingTech. Er verfügt über langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der sicherheitskritischen Software-Entwicklung einschließlich Entwurf und Test von Software für implantierbare und externe medizinische Geräte sowie für Monitoring-Equipment. Zum Produktportfolio des Unternehmens gehören auch Software-Entwicklung und Validierungsservices.



*www.SterlingTechSoftware.com
Tenafly, NJ, United States*



◀ *Schematischer Aufbau. Die in die Herzkammern führenden Sonden haben am Ende je zwei Leiter. Einer davon ist an der Spitze positioniert, der andere befindet sich in Form eines Rings um die Sonde ca. 2,5 cm unterhalb der Spitze. Zum Schrittmachen werden elektrische Impulse zwischen Spitze und Ring erzeugt. Die Impedanz wird durch Signalgenerierung an einer der beiden Sonden spitzen oder -ringen gemessen.*

Golf GTI 53⁺¹ – Fahren ohne Fahrer

➤ **VW Golf GTI fährt selbstständig**

➤ **Minimale Rundenzeiten**

➤ **MicroAutoBox im Einsatz**

Mit dem Golf GTI 53⁺¹ hat VW ein Fahrzeug entwickelt, das eine bekannte Strecke selbstständig ohne Fahrer abfahren kann. Ziel ist es, in exakt reproduzierbaren Fahrversuchen Regeleinriffe wie ABS und ESP zu testen und zu prüfen. Mit Hilfe eines Laserscanners und einer DGPS-Navigation (Differential-GPS) wird eine von Pylonen markierte Strecke vermessen und die Ideallinie für eine Fahrt mit minimalen Rundenzeiten berechnet. Eine MicroAutoBox von dSPACE steuert die Servolenkung, das Gaspedal und den Bremsbooster vollautomatisch an.

Steuergeräte mit elektronischem Zugriff auf Motor, Bremsen und Fahrwerk können korrigierend in das aktuelle Geschehen eingreifen, um zum Beispiel als Assistenzsysteme Unfälle zu vermeiden. Bei VW haben wir einen serienmäßigen Golf GTI so umgebaut, dass er einen festgelegten Parcours vollständig alleine abfahren kann, und zwar mit minimalen Rundenzeiten entlang der Ideallinie. Unser Ziel ist es, exakt reproduzierbare Fahrversuche durchzuführen, um letztendlich elektronische Regeleinriffe wie ABS, ESP, MSR (Motorschleppmomentregelung) zu überprüfen. Der Name des Testfahrzeugs „53⁺¹“ leitet sich übrigens aus der Startnummer des selbstfahrenden Filmkäfers „Herbie“ 53 ab, dessen Nachfolge der GTI nun antritt.

erweitert und zusätzlich einen aktiven Bremskraftverstärker verbaut. Während der ersten Fahrt durch den Parcours tastet der GTI sein Umfeld mit dem Lasersensor ab und rollt im Schrittempo von einer Pylone zur nächsten. Das DGPS-Navigationssystem vermisst ihre Positionen auf 2 cm genau. In der MicroAutoBox werden die Software zur Erfassung der Pylonenposition und die Regelung für das automatische Fahren ausgeführt. Ist die gesamte Strecke erfasst, werden

„Mit der MicroAutoBox können wir Modelländerungen sehr schnell testen.“
Bernhard Müller-Bebler, Volkswagen AG

die GPS-Daten auf einem PC ausgewertet und die Ideallinie für minimale Rundenzeit berechnet. Eine Berechnungssoftware der Universität Hamburg ermittelt die zu fahrende Ideallinie durch Minimierung von Lenkaufwand und Weg schrittweise in einem speziellen Optimierungsverfahren.

▼ *Über einen reflektierten Laserstrahl erfasst der Laserscanner die Pylonenposition.*

„Herbie“ findet seinen Weg

Für die selbstständigen Testfahrten haben wir den Golf GTI 53⁺¹ um eine DGPS-Navigation und einen Laserscanner





◀ Der Golf GTI 53+1 umrundet voll-
kommen selbst-
ständig die Pylone
auf der Rundstrecke.

Darauf aufsetzend bestimmen wir die Vorgaben für maximale Fahrgeschwindigkeit und Längsbeschleunigung. Unsere Software ermittelt die optimalen Bremspunkte, die maximale Kurvengeschwindigkeit, wählt die günstigsten Lenkradeinschläge und markiert die Vollgasabschnitte.

Mit Vollgas in die Kurven

Nach knapp 30 Minuten Berechnungszeit sind sämtliche Informationen so aufbereitet, dass die elektromechanische Servolenkung, das elektronische Gaspedal und der Bremsbooster vollkommen ohne Eingriffe eines Fahrers angesteuert werden können. Nach Start des Fahrzeugs fährt es vollautomatisch seine Runden. Die MicroAutoBox berechnet alle benötigten Signale und steuert das Bussystem weiter. Dank der zahlreichen Ein- und Ausgabeschnittstellen war es kein Problem, die MicroAutoBox in die Entwicklungsumgebung zu integrieren. Sie stellt für uns ein absolut hilfreiches Werkzeug dar, um unsere Modelle, die wir mit MATLAB®/ Simulink® entwickelt haben, zu testen. Die Parameter zur aktuellen Fahrsituation und zur genauen Fahrzeugposition liefert die DGPS-Plattform. Allerdings ist der Testwagen kein Fahrroboter, sondern nur ein Testsystem. Er kann den einmal berechneten Streckenverlauf nicht ändern, so dass das Fahrzeug plötzlich auftretenden Hindernissen nicht ausweicht, auch wenn sie vom Lasersensor erkannt werden.

Weitere Entwicklungen

Unser Ziel ist die zusätzliche Gewinnung von objektiven Messdaten, unter anderem auch über die MicroAutoBox, um weitere Beurteilungsgrundlagen und mehr Transparenz zu erreichen. Dazu werden wir die Genauigkeit bei der Pylonenerkennung weiter erhöhen und die elektromechanische Lenkung ebenfalls verbessern.

Die Bedeutung von elektronischen Verbindungen gegenüber mechanischen Verbindungen wird in Zukunft weiter zunehmen. Unsere Serienfahrzeuge sind schon seit geraumer Zeit – genauer gesagt seit der Einführung des TDI (Turbocharged Direct Injection) – mit einem elektronischen Gaspedal ausgestattet und somit über elektrische Leitungen mit der Fahrzeugelektronik verbunden. Mit dem GTI 53+1 haben wir einen wichtigen Teil zur weiteren Entwicklung dieser Technik beigetragen.

*Carsten Spichalsky
Konzernforschung
Leitung Fahrzeugdynamik
Volkswagen AG, Deutschland*



▲ Die MicroAutoBox wurde im Kofferraum des Testfahrzeugs verbaut.

Glossar

Motorschleppmomentregelung –

Tritt beim plötzlichen Gaswegnehmen Schlupf an den Rädern auf, wird die Drosselklappe ausgelenkt und somit die Drehzahl erhöht (in Verbindung mit ABS und ASR).

DGPS-Navigation (Differential Global Positioning System) –

Ein Verfahren, das durch Ausstrahlung von Korrekturinformationen die Genauigkeit der Navigation mittels GPS erhöht.

Das Netz des Roboters

Spinnennetz als Vorbild für seilbasierten Roboter

Positionierung mit zehnfacher Erdbeschleunigung

dSPACE-Prototyping-System liefert leistungsstarke Regelung

Ingenieure und Mathematiker am Lehrstuhl für Mechatronik der Universität Duisburg-Essen arbeiten seit einigen Jahren an einem neuen, innovativen Typ von Roboter. Ausgehend vom natürlichen Vorbild des Spinnennetzes und der enormen Tragkraft moderner High-Tech-Seile, sollen künftig Roboter mit Hilfe von Seilen in vielen Anwendungsbereichen für Bewegung sorgen. Ein dSPACE-System auf Basis eines DS1005 PPC Boards liefert die leistungsfähige, zuverlässige Regelung.

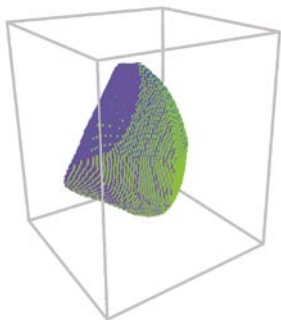
In vielen industriellen Applikationen ist die Nutzlast eines Roboters im Vergleich zu seiner Masse verschwindend gering. Dies hat zur Folge, dass beim Transport der Nutzlast der weitaus größte Teil der Energie für die Beschleunigung des Roboters selbst benötigt wird. Hoher Energieverbrauch und geringes Beschleunigungsvermögen sind die Folge.

Zehnfache Erdbeschleunigung

Unser Forscher-Team der Universität Duisburg-Essen arbeitet an einem neuartigen Typ Roboter, der diesen Nachteil vermeidet. Die Idee: Die Nutzlast, zum Beispiel eine Plattform mit einem Greifer, wird über Seile bewegt und positioniert. Die Länge der Seile bestimmt dabei die Position der Plattform. Um die Seillänge schnell verändern zu können, werden die Seile über direkt angetriebene Seilwinden aufgewickelt. Da die Seilwinden fest an einem tragenden Rahmen befestigt sind, müssen nur die Trägheit der Plattform mit der Nutzlast und das Trägheitsmoment der Seilwinden überwunden werden. Die Seile selbst haben eine vernachlässigbar kleine Masse und sind als moderne High-Tech-Faser enorm reißfest. Der Prototyp SEGESTA offenbart das Potenzial dieser so genannten seilbasierten parallelen Roboter. Der Prototyp erreicht Beschleunigungen bis zum Zehnfachen der Erdbeschleunigung und Geschwindigkeiten bis 10 m/s. Damit übertrifft das System als Prototyp jetzt schon die meisten seriellen Industrieroboter.



▲ Arbeit am Prototyp: Der mechanische Aufbau ist simpel, das Regelsystem komplex.



▲ Der nutzbare Arbeitsraum von SEGESTA aus der Simulation.

Motorwinden nehmen Lasten auf

Interessant ist, dass die Plattform mit ihren sechs räumlichen Freiheitsgraden (Translation, Rotation) von mindestens sieben Seilen gehalten werden muss, um räumlich fixiert zu sein. Dies liegt daran, dass Seile nur ziehen, nicht aber drücken können. Aufgrund der parallelen Struktur ergeben sich für die betrachteten seilbasierten Systeme relativ komplexe Arbeitsräume. Wegen der möglichen Verteilung der auftretenden Kräfte auf beliebig viele Motorwinden kann die Maschine sehr schwere Lasten, wie im Falle von Kranen, mit vergleichsweise hohen

Beschleunigungen und Geschwindigkeiten transportieren. Werden höhere Nutzlasten verlangt, so können einfach Winden hinzugefügt werden, um Sicherheit und maximale Traglast zu erhöhen. Die vorstellbaren Größenordnungen können dabei von sehr großen Schwerlastrobotern bis in den Mikrobereich gehen.

Zuverlässiges Regelsystem mit dSPACE

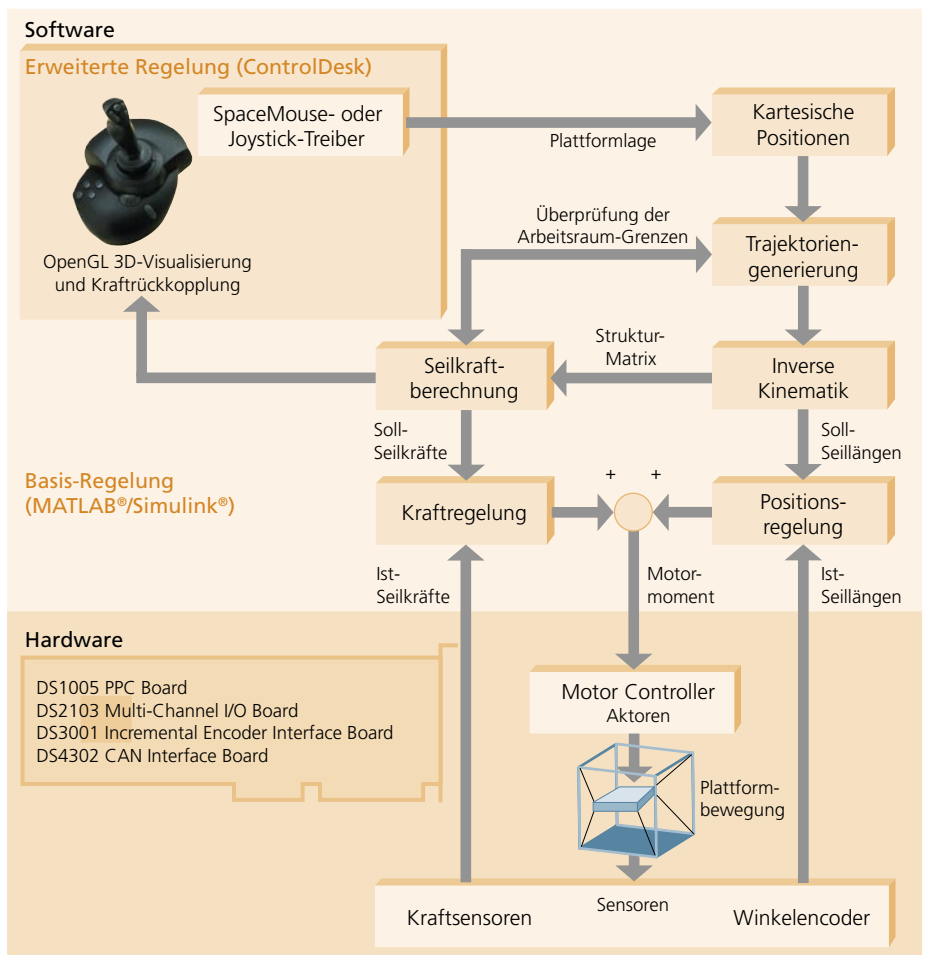
Wir stellen große Ansprüche an das Regelsystem, denn die erreichbaren Geschwindigkeiten verlangen eine hohe Reglerfrequenz von mindestens 1 kHz. Die Berechnungen für Seillängen und Seilkräfte erfordern gleichzeitig einen leistungsstarken Prozessor. Wir suchten für unseren Prüfstand also ein Regelsystem mit industrieller Zuverlässigkeit und dabei fiel die Wahl auf ein dSPACE-System. Auf der Basis eines DS1005 PPC Boards – ergänzt durch vielfältige I/O-Boards (DS2103 Multi-Channel D/A Board, DS3001 Incremental

Encoder Interface Boards, DS4302 CAN Interface Board) – entstand ein leistungsfähiges Regelsystem, welches darüber hinaus über MATLAB®/Simulink® komfortabel programmiert werden kann. Deshalb eignet es sich ebenfalls besonders gut, um den Studenten Einblicke in eine moderne Steuerung zu vermitteln.

Das Regelsystem weist folgende Struktur auf:

- Entlang einer Soll-Bahn interpoliert das System Position und Geschwindigkeit und stellt damit die Soll-Größen zur Verfügung.
- Die inverse Kinematik errechnet passend zur Position und Geschwindigkeit die passenden Seillängen und -geschwindigkeiten.
- Über die I/O des dSPACE-Systems werden die Ist-Längen (und durch numerische Differentiation auch die Ist-Geschwindigkeit) der Seile bestimmt.
- Ein PD-Regler berechnet die Soll-Ströme und schickt sie an die digitalen Motorcontroller des Prototyps.

Im Handsteuerbetrieb profitiert der Prüfstand in hohem Maße von der flexiblen Einbindung von Windows®-Eingabegeräten über die Experimentierumgebung von ControlDesk.



Der seidene Faden in der Praxis

Mögliche Einsatzgebiete seilbasierter Parallel-Roboter sind breit gestreut. Denkbar sind jegliche Anwendungen, die einen großen Arbeitsbereich erfordern, wie der Transport innerhalb großer Hallen oder Anwendungen, die von großen Geschwindigkeiten profitieren, beispielsweise die industrielle Handhabung und „Pick-and-Place“. Vorstellbar ist jedoch auch der Einsatz im direkten Kontakt mit dem Menschen, zum Beispiel im Entertainment-Bereich als Fahrgeschäft oder als wertvolle Unterstützung im Bereich medizinischer Rehabilitationstechnik. Besonders im Bereich der Medizintechnik hoffen wir darauf, in Zusammenarbeit mit anderen deutschen und europäischen Partnern mit Hilfe des „seidenen Fadens“ ein orthopädisches Hilfsmittel zu entwickeln, das beispielsweise Patienten nach Unfällen oder Operationen dabei hilft, Gehbewegungen zu trainieren. Dabei kann der Patient mit Hilfe einer leichten Korsage über die Seile nur gesichert – leicht angezogene Seile – oder mit seinem ganzen Körpergewicht gehalten werden – voll gespannte Seile. Die Idee profitiert vom unauffälligen Mechanismus, der dem Patienten nicht das Gefühl gibt,

an eine Maschine angeschlossen zu sein. Vielmehr soll die „Seilschaft“ Halt und Unterstützung geben.

*Tobias Bruckmann
Lehrstuhl für Mechatronik,
Leitung Prof. Dr.-Ing. Dieter Schramm
(vorherige Leitung Prof. Dr.-Ing. Manfred Hiller)
Universität Duisburg-Essen
Deutschland*

▲ *Das Regelschema für Kraft- und Positionsregelung des SEGESTA-Prüfstandes.*

Glossar

Kartesische Positionen – Positionsbestimmung, ausgedrückt in Höhe, Breite, Tiefe.

Inverse Kinematik – Errechnet aus der Position der Plattform die Seillängen.

Parallele Systeme – Kennzeichnen eine Gruppe von Robotern.

Arbeitsraum – Möglicher Einsatzbereich des Roboters (Verschiebung in alle drei Raumrichtungen, Rotation um alle drei Achsen).

Ford Fiesta mit Micro-Hybrid-Antrieb

➤ **Ford Fiesta mit Micro-Hybrid-Antrieb am Ford Forschungszentrum Aachen**

➤ **Optimiertes Energiemanagement und Stopp-Start-Funktion**

➤ **MicroAutoBox, ControlDesk, CalDesk und TargetLink im Einsatz**

▼ *Das Demonstrationsfahrzeug Ford Fiesta mit Micro-Hybrid-Antrieb.*

Das Ford Forschungszentrum Aachen beschäftigt sich intensiv mit der Entwicklung von Betriebsstrategien und Energiemanagement-Konzepten für hybride Antriebsstrukturen. Ein Ford Fiesta dient als Versuchsträger für einen Micro-Hybrid-Antrieb, in dem Regelungsstrategien für hybridantriebspezifische Funktionen, zum Beispiel Stopp-Start-Betrieb und regeneratives Laden der Batterie, geprüft und optimiert werden. Dazu setzt Ford eine MicroAutoBox sowie die Testsoftware ControlDesk und die Mess- und Applikationssoftware CalDesk ein.

Die Entwicklung von Fahrzeugen mit unterschiedlichen Hybridantriebskonzepten nimmt derzeit bei den Automobilherstellern einen hohen Stellenwert ein. Dies liegt zum einen an den Forderungen der Käufer nach Systemen mit immer höheren Leistungen, mehr Sicherheit und Komfort. Zum anderen bedingen gesetzliche Vorschriften zur Reduktion von Emissionen (Euro-5-Abgasnorm) und die freiwillige Selbstverpflichtung zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes (ACEA-Abkommen) die Entwicklung neuer Antriebskonzepte.

Die Bandbreite bei Hybridantrieben reicht von so genannten Micro-Hybrid-Antrieben über Mild- und Medium- bis hin zu Full-Hybrid-Konzepten:

- Micro-Hybrid-Antriebe sind definiert als die Kombination aus Stopp-Start-Funktion, regenerativem Laden der Batterie durch den Generator in Verzögerungsphasen und eventuell einer begrenzten elektrischen Drehmomentunterstützung bei der Beschleunigung.
- Full-Hybrid-Antriebe sind mit mindestens einem leistungsfähigen Elektromotor und einer Traktionsbatterie ausgestattet, die, zusätzlich zu den oben genannten Funktionen, auch rein elektrisches Fahren ermöglicht. Regeneratives Laden und Drehmomentunterstützung beim Beschleunigen finden auf entsprechend höherem Leistungsniveau statt.
- Mild- und Medium-Hybrid-Strukturen sind in ihrem

Funktions- und Leistungsumfang zwischen Micro- und Full-Hybrid angesiedelt.

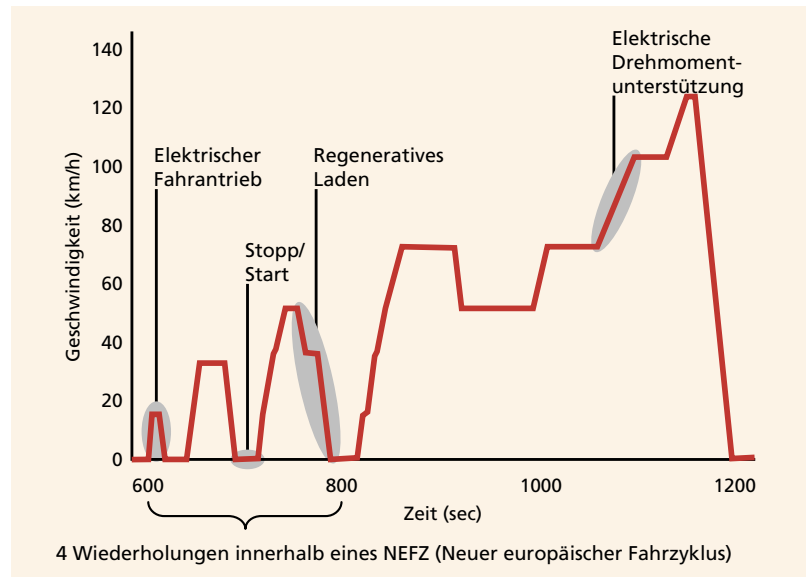
Micro-Hybrid-Antriebe sind im Vergleich zu Full-Hybrid-Antrieben deutlich kostengünstiger. Das Verhältnis von Zusatzkosten zu der erreichbaren Kraftstoffverbrauchseinsparung macht sie konkurrenzfähig zu anderen fahrzeugbezogenen CO₂-Einsparmaßnahmen. Aus diesem Grund stellen Micro-Hybrid-Konzepte eine interessante Alternative für den Massenmarkt dar. Neben den Funktionen Stopp-Start und regeneratives Laden ist zudem



die so genannte Stall-Recovery-Funktion implementiert. Diese startet den Motor automatisch wieder, wenn er abgewürgt wird. Kernkomponente zur Darstellung dieser Funktionen ist ein riemengetriebener Starter-Generator (belt-driven integrated starter-generator, B-ISG), der den herkömmlichen Generator im Fahrzeug ersetzt.

Stopp-Start-Funktion

Die Stopp-Start-Funktion schaltet den Motor ab, wenn er sich im Leerlauf befindet. So wird zum Beispiel beim Warten an einer Ampel der Ausstoß von CO₂ und anderen Emissionen vermieden und somit Kraftstoff gespart. Das automatische Wiederanlassen des Motors erfolgt durch die B-ISG-Maschine. Da eine Abschaltung nicht in jedem Fall möglich oder sinnvoll ist, wird der Zustand des Fahrzeugs und seiner Subsysteme ständig überwacht und analysiert. Dazu wird eine MicroAutoBox eingesetzt, die ihre Informationen von diversen im Fahrzeug verteilten Sensoren und von den im Fahrzeug vorhandenen CAN-Bus-Netzwerken erhält. Gleichzeitig bedient sie als Bus-Master in einer LIN-Bus-Installation ein intelligentes Batterieüberwachungssystem. Die implementierte Betriebsstrategie sorgt dafür, dass eine Abschaltung des Verbrennungsmotors, zum Beispiel während der Auf-



Regeneratives Laden der Batterie

Eine weitere Möglichkeit, mit dem Micro-Hybrid-Antrieb Kraftstoff zu sparen, ergibt sich in Verzögerungsphasen. Ein Teil der kinetischen Energie des Fahrzeugs wird beim Verzögern mittels der B-ISG-Maschine in elektrische Energie umgewandelt. Die B-ISG-Leistungselektronik wird hierbei von der MicroAutoBox über einen CAN-Bus angesteuert. Die erzeugte Energie wird in der Batterie zwischengespeichert und zur Verfügung gestellt, wenn die Erzeugung elektrischer Energie kraftstoffintensiv oder unmöglich ist, zum Beispiel während der Beschleunigungsphasen oder des Motorstillstands.

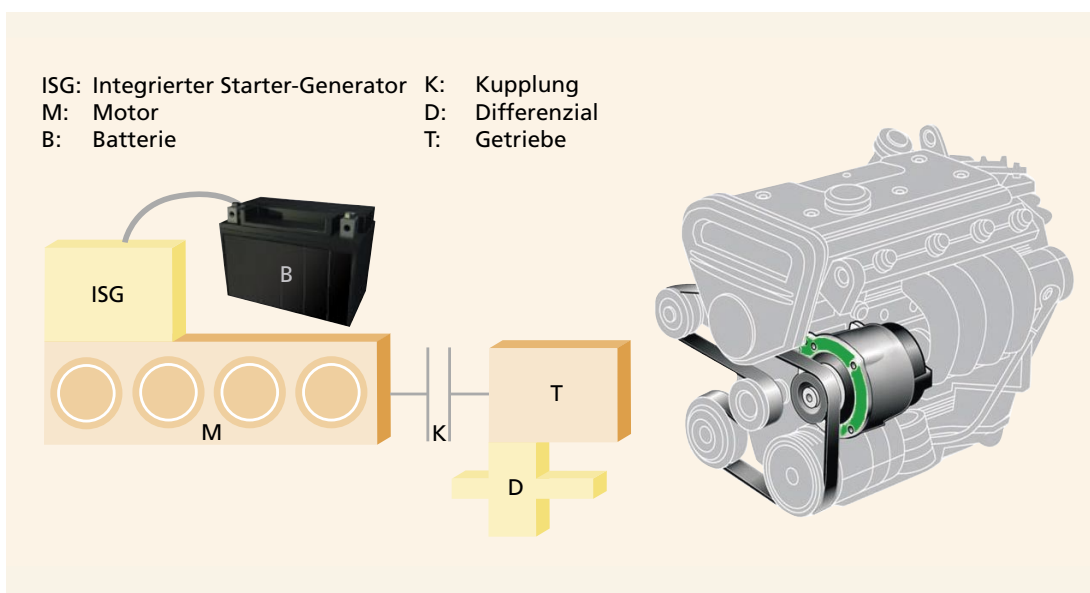
Die oben genannten Funktionen reduzieren den Kraftstoffverbrauch bei überwiegendem Einsatz im Stadtverkehr um bis zu 15%.

▲ Im NEFC zeigt sich, in welchen Phasen durch Hybridantriebe Kraftstoff eingespart werden kann.

„CalDesk bietet erhebliche Vorteile im einfachen Verwalten und schnellen Umschalten zwischen verschiedenen Parametersätzen.“

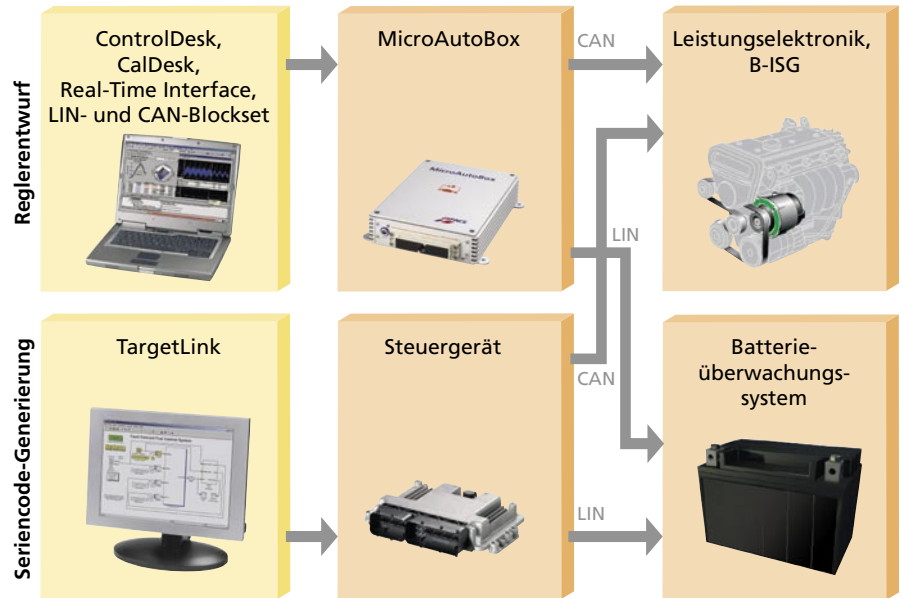
Holger Jung

wärmphase von Motor und Katalysator oder bei einem zu niedrigen Ladezustand der Batterie, verhindert wird.



◀ Schematische Zeichnung des Motors mit Starter-Generator (B-ISG).

dSPACE Produkt	Anwendungsgebiet
Real-Time Interface, LIN- und CAN-Blockset	Implementierung der Regelstrategie auf der MicroAutoBox
MicroAutoBox	Entwicklung der Regelstrategie mit Rapid Control Prototyping
ControlDesk	Test und Verwaltung der Regelstrategien
CalDesk	Verwaltung von Parametersätzen, Umschalten zwischen verschiedenen applizierten Parametersätzen, Test und Verwaltung der Regelstrategie
TargetLink	Generierung von Seriencode für das Steuergerät



▲ Schemaübersicht des Entwicklungsprozesses mit den verwendeten Produkten und ihren Anwendungsgebieten.

Entwicklung mit der dSPACE-Werkzeugkette

Die Stopp-Start-Strategie und die Regelstrategie für das regenerative Bremsen im Fiesta wurde von Anfang an mit MATLAB®/Simulink® entwickelt und mit dem dSPACE Real-Time Interface (RTI) sowie den LIN- und CAN-Blocksets auf der MicroAutoBox implementiert. Im Hinblick auf eine spätere Portierung auf eine potenzielle Zielplattform wurden in der eigentlichen Strategie nur TargetLink-kompatible Blöcke verwendet. Damit wird sichergestellt, dass nach Abschluss der Entwicklung mit TargetLink aus dem Modell heraus serientauglicher Steuergeräte-Code erzeugt werden kann.

Zu Beginn wurde ControlDesk zur Applizierung der Strategie eingesetzt. Später erfolgte der Wechsel auf CalDesk. Dazu mussten jedoch zuerst einige Blöcke der

eigenständigen TargetLink-Bibliothek modifiziert werden, so dass Parameter mit sinnvollen Namen (Variablenamen aus dem Data Dictionary) in CalDesk zur Verfügung standen. Die Verwendung von CalDesk, bereits in der Rapid-Control-Prototyping-Phase mit der MicroAutoBox, bietet aus unserer Sicht erhebliche Vorteile im einfachen Verwalten und schnellen Umschalten zwischen verschiedenen applizierten Parametersätzen. Zudem können aufgezeichnete Messungen zeitsparend direkt in den Originalanzeigen schrittweise analysiert werden. Nicht zuletzt ermöglicht CalDesk einen nahtlosen Übergang zu Versuchen auf dem Zielprozessor. Sowohl die Tests mit der MicroAutoBox als auch die auf dem Zielprozessor finden im Fahrzeug statt.

*Edo Aneke, Urs Christen, Holger Jung
Hybrid Vehicle Technologies
Ford Forschungszentrum Aachen GmbH
Aachen, Deutschland*



Glossar

B-ISG (belt-driven integrated starter-generator) – Riemengetriebener Starter-Generator, der die Funktionen von Anlasser und Generator verbindet.

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

Integrierte Systeme für mehr Sicherheit

Ein bemerkenswerter Trend im Bereich der automotiven Systeme kombiniert eigenständige Sicherheitsanwendungen zu so genannten integrierten Sicherheitssystemen (ISS). Diese Systeme bieten Sicherheitsservices, die bestehende Funktionen kombinieren und erweitern, um die Sicherheit für Fahrzeuginsassen zu erhöhen. ISS erfordern anspruchsvolle E/E-Architekturen, die im europäischen Forschungsprojekt EASIS (Electronic Architecture and System Engineering for Integrated Safety Systems) analysiert und validiert wurden.

2001 setzte sich die Europäische Kommission das ehrgeizige Ziel, die Anzahl der Verkehrstoten bis zum Jahr 2010 um 50% zu verringern. Eine der Maßnahmen zum Erreichen dieses Ziels war das von 2004 bis 2006 durchgeführte Forschungsprojekt EASIS. Dabei handelt es sich um einen Zusammenschluss 22 europäischer Fahrzeughersteller, Automobilzulieferer, Hersteller von Software-Werkzeugen und Forschungsinstituten mit dem Zweck, Technologien für die Implementierung zukünftiger Sicherheitssysteme zu entwickeln.

Integrierte Sicherheitssysteme

Die derzeitigen Sicherheitssysteme bestehen hauptsächlich aus eigenständigen Systemen – ausgerichtet auf ihre jeweiligen Domänen und mit eingeschränkter gegenseitiger Abhängigkeit. Kombiniert man diese Systeme zu integrierten Sicherheitssystemen (ISS) mit erweiterten Telematik-Services, ergeben sich daraus zwei wesentliche Vorteile:

- Informationen aus allen Bereichen können kombiniert werden, was einen umfassenden Überblick über den Status des Fahrzeugs und seiner Umgebung ermöglicht. So haben die ISS eine bessere Grundlage für die Entscheidungen, die sie zu treffen haben.
- Das Fahrzeug kann umfassender kontrolliert werden, da die Regelvorgänge über verschiedene Domänen hinweg koordiniert werden können.

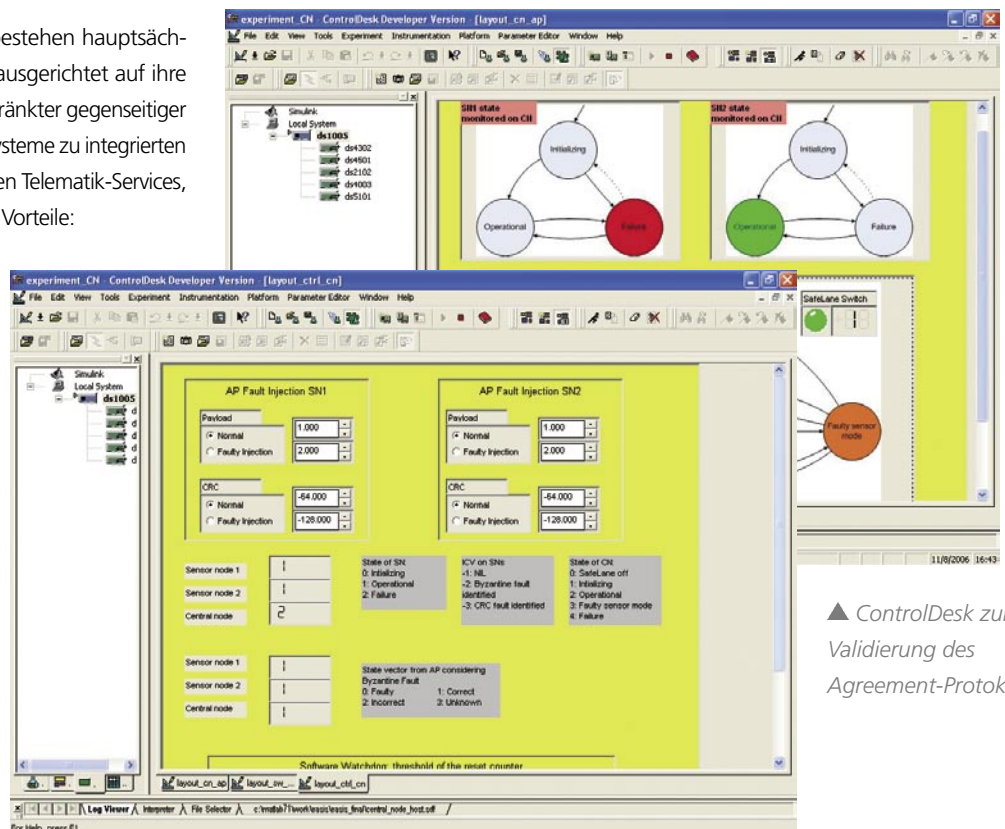
Anforderungen an die Plattform

Ein ISS stellt höhere Ansprüche an die zugrundeliegenden Software- und Hardware-Plattformen in Bezug auf Zuverlässigkeit und erfordert strengere Entwicklungsprozesse als derzeitige Systeme. Um die Anforderungen an die Hardware-Plattform zu erfüllen, entwickelten wir, das EASIS-Projektteam, eine elektronische On-Board-Hardware-Infrastruktur. Für die Software-Plattform, auf der zukünftige ISS-Anwendungen erstellt werden können, identifizierten und beschrieben wir eine Software-Archi-

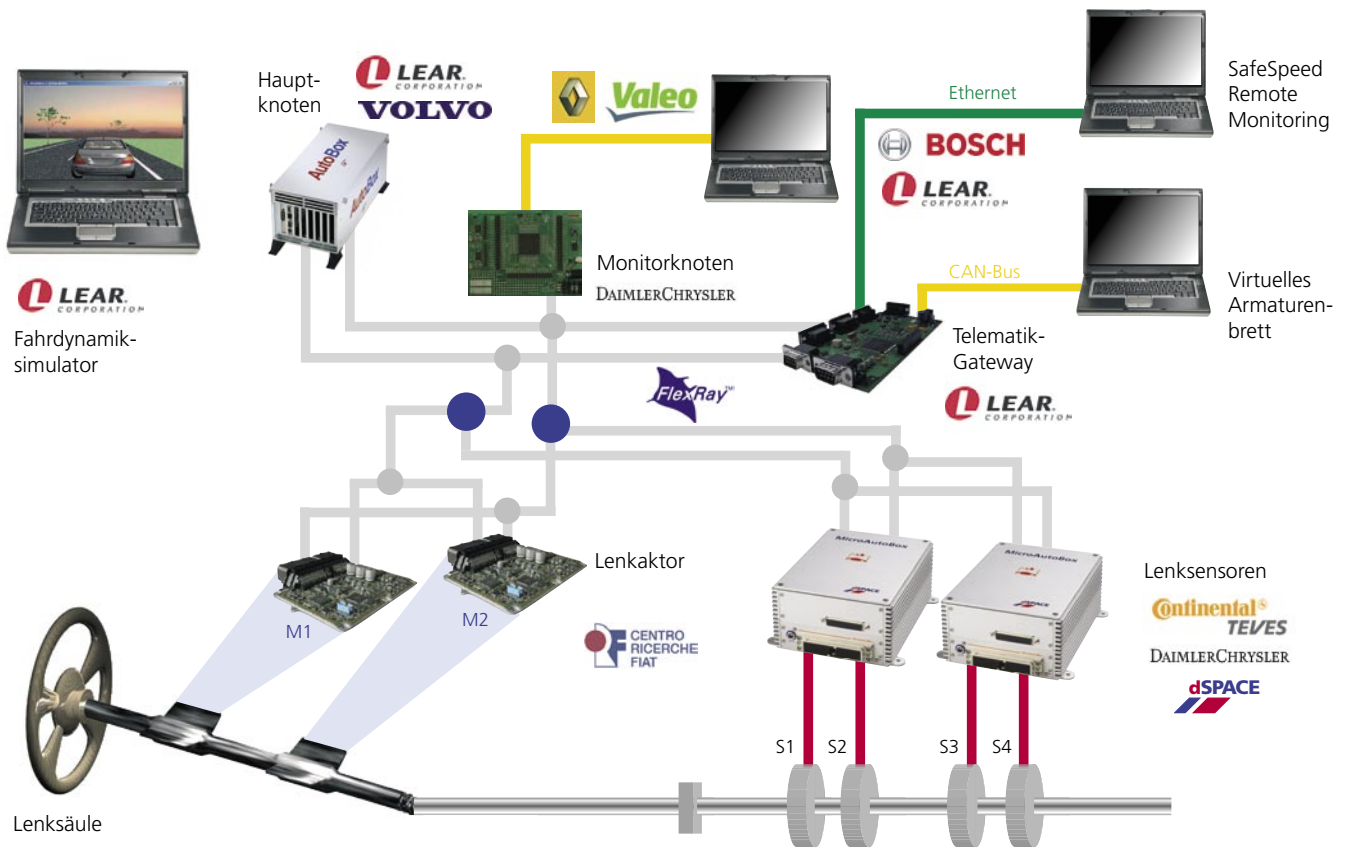
➤ **Europäisches Forschungsprojekt für zukünftige Sicherheitssysteme im Fahrzeug**

➤ **EASIS Validator für Prototyping und Validierung wesentlicher Eigenschaften der Architektur**

➤ **FlexRay-Anwendung verwendet Software und Hardware von dSPACE**



▲ ControlDesk zur Validierung des Agreement-Protokolls.



▲ Hardware-Architektur des EASIS Validator.

tektur mit mehreren abhängigen Services. Um Zukunftssicherheit zu gewährleisten, sind die spezifischen sicherheitsrelevanten Projektergebnisse konform mit den Aktivitäten der AUTOSAR-Entwicklungspartnerschaft.

EASIS Validator

Wir integrierten die in den Software- und Hardware-Plattformen definierten Hauptprinzipien in den EASIS Validator, um deren Gültigkeit und Verwendbarkeit zu demonstrieren. Der Validator ist angelehnt an ein automotives Elektroniksystem, das ein Telematik-Gateway, automotive Sensoren und Aktoren sowie mehrere Steuergeräte enthält. Der Validator ist ein Lenksystem für das Spurhalteassistentensystem (SAFELANE), entwickelt von Volvo als Teil des europäischen Projekts PREVENT, in Kombination mit einer Funktion zur Geschwindigkeitsbegrenzung (SAFESPEED). Der Sensorknoten des Lenkrads führt eine Sensoranwendung und ein Agreement-Protokoll aus, woraus sich mit einem fehlertoleranten Verfahren die Lenkwinkel ergeben. Der zentrale Knoten führt sowohl die SAFELANE-Anwendung als auch das Agreement-Protokoll aus. Zudem ist ein Telematik-Gateway und ein Monitor-knoten für das Fehler-Monitoring vorhanden. Ein zweikanaliges FlexRay-Kommunikationssystem verbindet die resultierenden sieben Knoten.

Redundanz

Die Systemtopologie ähnelt der üblichen Anordnung von Fail-Silent (FS)-Steuergeräten innerhalb unterschiedlicher Domänen – mit einem gemeinsamen FlexRay-Bus, der durch das FlexRay-Kommunikationssystem realisiert wird. Für mehr Sicherheit wurden paarweise Sensor- und Aktorknoten gebildet, um Fail-Operational (FO)-Steuergeräte zu erstellen. Wenn ein Knoten ausfällt, ist der zweite Knoten in der Lage, die für die Anwendung notwendige Operation auszuführen. Der Aktorknoten ist ein FO-Knoten aus zwei Fail-Silent-Units (FSU), die den aus

„Alles funktionierte hervorragend.
Ich bin ein echter Fan Ihrer Tools geworden.“
Antoni Ferre

dem EASIS-Projekt resultierenden Hardware-Entwicklungslinien entsprechen. Jede FSU betreibt einen unabhängigen Aktor, um volle Systemfunktionalität beim Ausfall einer FSU zu garantieren. Wir testeten dieses Szenario auf dem Validator durch Einspeisen mehrerer Fehler und Nachweisen des korrekten Systemverhaltens. Mit der Code-Generierungssoftware TargetLink von dSPACE generierten wir die Anwendungssoftware auf jedem FSU und nahmen die Feineinstellungen vor.

Zuverlässigkeit

Um ein zuverlässiges Verhalten auf der Software-Plattform zu erzielen, legten wir Software-Services fest, die von der Plattform bereitgestellt werden sollten. Diese Services adressierten die Fehlertoleranz, die Verwaltung von Informationen zu Status und Konsistenz des Systems sowie die Datenintegrität:

- Agreement-Protokoll: Die Plattform muss einen Service bieten, der sicherstellt, dass die verteilten und teilweise replizierten Komponenten alle auf dieselben Informationen zugreifen, um Fail-Operational-Verhalten zu erreichen.
- Software-Watchdogs: Diese überwachen die Ausführung einer Anwendung über die klassische Interrupt-on-Time-out-Funktionalität hinaus, zum Beispiel durch Heartbeat-Monitoring, Regelflussprüfung und Task-Status-Anzeige.
- Fehlerverwaltungs-Framework: Das Framework gibt einen konsistenten, globalen Überblick über die Fehlerstatus des FSUs sowie individueller Anwendungen auf dem FSU. Diese Informationen dienen zur Isolierung und Fehlerlokalisierung sowie als Basis für geeignete Wiederherstellungsmaßnahmen.
- Telematik-Gateway: Hier befinden sich die EASIS-Services für die domänenübergreifende Kommunikation im Fahrzeug (Routing) und die Kommunikation nach außen (Datenaustausch, Fernzugriff).

Realisierung des Validators

Mehrere Projektpartner waren an der Entwicklung des EASIS Validator beteiligt, einschließlich Lear Corporation (Spanien), DaimlerChrysler (Deutschland), Centro Ricerche Fiat (Italien) und Valeo (Frankreich). Wir legten die Systemtopologie so fest, dass die finale Integration bei Lear Corporation reibungslos durchgeführt werden konnte – trotz der geografischen Verteilung der Partner und der unterschiedlichen Zeitpläne für die individuellen Hardware- und Software-Entwicklungen. Die Validator-Entwicklung wurde von zwei MicroAutoBoxen und einem modularen DS1005-System von dSPACE unterstützt, die alle mit FlexRay-Schnittstellen ausgestattet waren. Die auf diesen Systemen ausgeführten Software-Services sowie die SAFELANE-Anwendung lagen als MATLAB®/Simulink®/Stateflow®-Modelle vor. Diese Modelle wurden um das RTI FlexRay Blockset von dSPACE erweitert, das gemäß dem globalen Kommunikations-Schedule mit dem FlexRay-Bus verbunden wurde. Die Experiment- und Testautomatisierungswerkzeuge von dSPACE kamen für

die Validierung individueller Services zum Einsatz, zuerst vor Ort bei den einzelnen Entwicklungspartnern und anschließend während der Integration bei Lear. Die ausgereiften Entwicklungslösungen von dSPACE minimierten die Risiken, die mit den verteilten Aufgaben bei der Einführung des Validators einhergingen. Der Zeitplan wurde eingehalten und die Ergebnisse bereits auf zahlreichen Veranstaltungen im Herbst 2006 vorgestellt, darunter „13th World Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services“ in London.

Antoni Ferre, Lear Corporation, Spanien

Vera Lauer, Xi Chen, DaimlerChrysler, Deutschland

Fulvio Cascio, Centro Ricerche Fiat, Italien

Luc Fougerousse, Valeo, Frankreich

Joachim Stroop, dSPACE, Deutschland

Glossar

EASIS – Konsortium aus Automobilherstellern und -zulieferern, Herstellern von Software-Werkzeugen sowie Forschungsinstituten (www.easis.org).

Integrierte Sicherheitssysteme (ISS) – Eine Zusammenstellung der Fahrzeugfunktionen – einschließlich Telematik sowie Karosserie- und Chassis-Elektronik, um Sicherheitsanforderungen im Straßenverkehr zu erfüllen und Risiken soweit wie möglich zu minimieren.

SAFELANE – Assistenzsystem zur Spurhaltung, warnt den Fahrer, wenn das Fahrzeug zu weit von der Spur abweicht, und erhöht so die aktive Fahrzeugsicherheit.

SAFESPEED – System zur automatischen Begrenzung der Fahrzeuggeschwindigkeit.

PreVENT – Aktivität der europäischen Automobilindustrie, gefördert von der Europäischen Kommission zur Steigerung der Verkehrssicherheit durch Entwicklung und Demonstration präventiver Sicherheitsanwendungen und Technologien (www.prevent-ip.org).

Serienprojekte fest im Griff

- **Neues Werkzeug für modellbasierte Entwicklung auf Systemebene**
- **Planung, Implementierung und Integration komplexer Systemarchitekturen**
- **Unterstützung von AUTOSAR und Generierung von AUTOSAR-RTE**

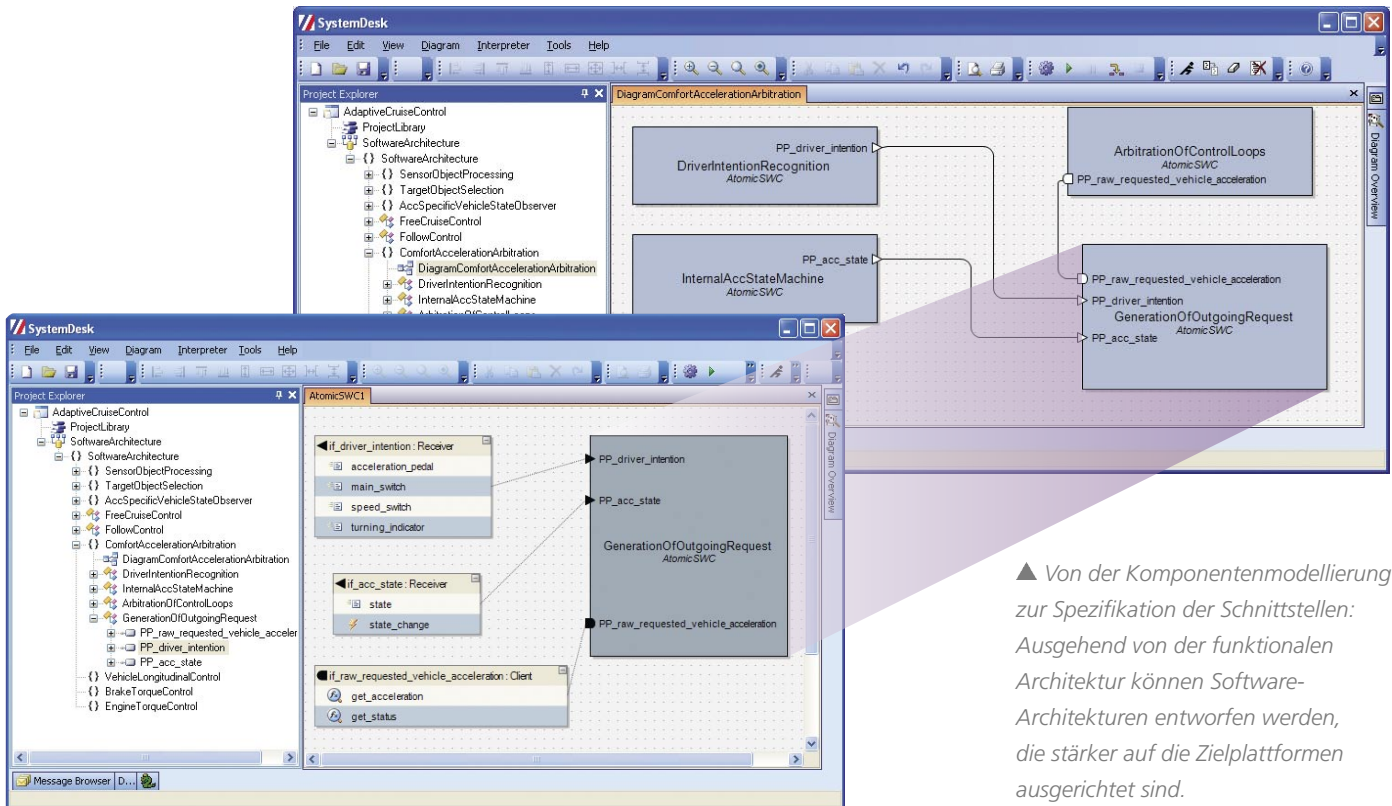
Die Anzahl und die Vernetzungen der Funktionen moderner elektronischer Steuergeräte sind mittlerweile so groß und umfangreich geworden, dass der Umgang mit mehreren hundert Software-Komponenten pro Steuergerät keine Seltenheit mehr ist. Bei solchen Systemen die Übersicht zu behalten und die Komplexität zu beherrschen, bereitet Fahrzeugherstellern und Zulieferern immer häufiger Probleme. Damit sie diese Herausforderungen meistern können, erweitert dSPACE seine Werkzeugkette für die Entwicklung automotiver Software um SystemDesk.

Das neue Architekturwerkzeug SystemDesk ist für die modellbasierte Entwicklung bereits auf Systemebene bestimmt. Durch das Arbeiten mit SystemDesk bekommen Anwender die Planung, Implementierung und Integration ihrer komplexen Systemarchitekturen und verteilten Software-Systeme in den Griff. SystemDesk ist ein Werkzeug für Fahrzeughersteller und ihre Zulieferer: Die Hersteller entwerfen das grundlegende Design der verteilten Steuergeräte-Software und extrahieren die relevanten Spezifikationen für den jeweiligen Zulieferer.

SystemDesk erlaubt den Import und Export von Systemmodellen, die Hersteller und Zulieferer gemeinsam nutzen und pflegen können.

Steuergeräte-Software-Entwurf

Zu Beginn des Entwicklungsprozesses steht die Spezifikation der Funktionen des Elektrik/Elektronik-Systems, die funktionale Architektur, unabhängig von den späteren realen Steuergeräten. Später werden Hardware-Topologien definiert, Software-Komponenten auf die



▲ Von der Komponentenmodellierung zur Spezifikation der Schnittstellen: Ausgehend von der funktionalen Architektur können Software-Architekturen entworfen werden, die stärker auf die Zielplattformen ausgerichtet sind.

Hardware verteilt und die Anbindung der Software an Busse spezifiziert.

SystemDesk ist konsequent auf komplexe Serienprojekte ausgerichtet. In solchen Projekten benötigt man unter anderem:

- Bibliotheken für das Ablegen von wiederzuverwendenden Objekten,
- Anbindung an Versionsmanagement-Systeme, und
- Scripting-Fähigkeit des Werkzeugs.

Der Anwender behält selbst bei umfangreichen Modellen die Übersicht durch verschiedene Sichten auf die steuergerteübergreifende Software-Architektur und die selektive Darstellung von Modellbestandteilen.

AUTOSAR fest integriert

SystemDesk unterstützt unter anderem den AUTOSAR-Standard. Es können zum Beispiel Schnittstellen-

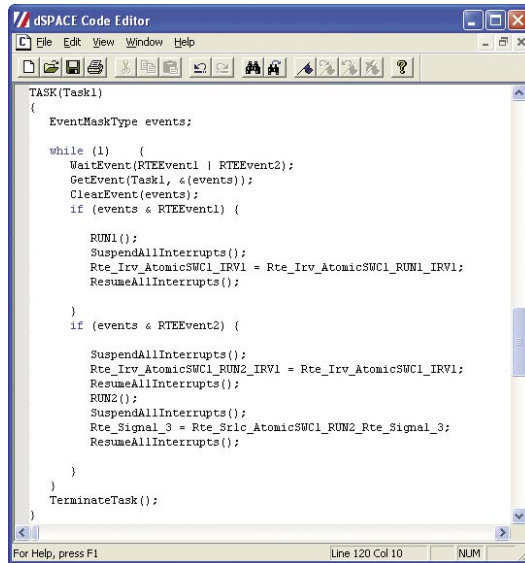
Kernideen von SystemDesk

- Bewältigen der Komplexität des Software-Entwicklungsprozesses
- Trennen von verschiedenen Aspekten der Systemmodellierung wie Funktionsentwicklung, Software-Architektur und Hardware-Topologie
- Wiederverwenden von Software-Komponenten
- Unterstützen von Software-Austausch und Integration
- Generieren einer AUTOSAR-RTE
- Angebunden an dSPACE-Code-Generator TargetLink für Software-Komponenten-Generierung

beschreibungen von AUTOSAR-Software-Komponenten neu erstellt oder vorhandene Software-Komponenten in SystemDesk geladen und weiterverarbeitet werden. SystemDesk bietet eine Runtime-Environment (RTE)-Generierung, die auf den langjährigen Erfahrungen von dSPACE im Bereich der Code-Generierung und -Optimierung mit dem Seriercode-Generator TargetLink basiert. Die Anbindung von Software-Komponenten aus SystemDesk an Basis-Software ist durch standardisierte Schnittstellen in der RTE-Generierung möglich.

Anbindung von TargetLink

SystemDesk arbeitet Hand in Hand mit dem Werkzeug TargetLink, das für die Seriercode-Generierung von Software-Komponenten in SystemDesk-Architekturmodellen eingesetzt werden kann. Den Funktionsentwurf über-



▲ Generierter Code aus der RTE-Generierung von SystemDesk.

nehmen am Markt etablierte Werkzeuge wie Simulink®/Stateflow® die eng mit TargetLink und auch SystemDesk verbunden sind. Ein spezielles TargetLink-AUTOSAR-Modul ermöglicht die Generierung von AUTOSAR-konformem Seriercode.

Vollständige Werkzeugkette

Mit SystemDesk erweitert dSPACE seine bereits umfangreiche Werkzeugkette für die Entwicklung und den Test von Steuergeräte-Software. Die erste Version von SystemDesk erscheint voraussichtlich im Sommer 2007.

Glossar

Software-Komponente –

Formale Beschreibung plus Implementierung eines Software-Moduls. Die Beschreibung umfasst unter anderem Ports, Interfaces, Datentypen und C-Code. Durch die Verwendung von Kommunikationsmakros und der formalen Beschreibung sind Software-Komponenten leichter wiederverwendbar.

Runtime-Environment (RTE) –

Automatisch generierter, optimierter C-Code, der die Kommunikation zwischen den Software-Komponenten und das Scheduling der Funktionen realisiert. Zudem dient die RTE als Verbindung zwischen Software-Komponenten und I/O-Schnittstellen. Für jedes Steuergerät wird genau eine RTE generiert.

Bypassing mit CCP

- Bypassing mit CCP-Steuergeräten
- Minimaler Implementierungsaufwand
- Echtzeitdatenerfassung bei Steuergeräte-Test

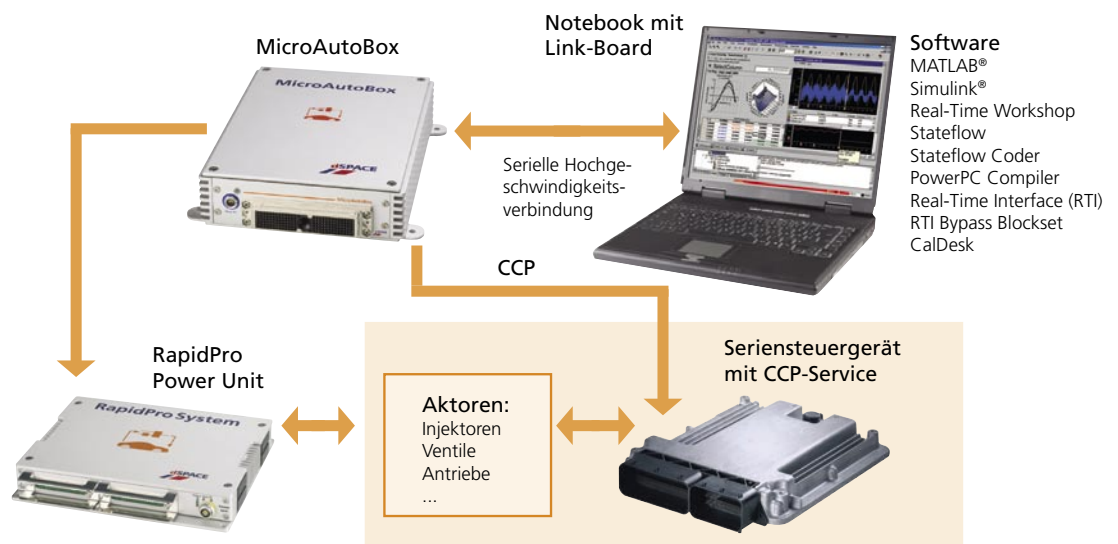
In Steuergeräten findet man häufig eine CCP-Implementierung (CAN Calibration Protocol) für Mess- und Applikationsaufgaben. Mit dem neuen Real-Time Interface (RTI) Bypass Blockset 2.2 von dSPACE lässt sich eine vorhandene CCP-Implementierung auch für das Funktions-Bypassing nutzen. Dafür sind nur geringe oder gar keine Änderungen im Steuergeräte-Code erforderlich. Besonders für Bypass-Szenarien, die nicht den Leistungsumfang zum Beispiel von XCP on CAN hinsichtlich der Latenzen bei der Kommunikation zwischen Steuergerät und Prototyping-System benötigen, ist Bypassing über CCP durch den minimierten Implementierungsaufwand eine kostengünstige Alternative.

Eine vorhandene CCP-Implementierung im Steuergerät eröffnet zusammen mit dem neuen RTI Bypass Blockset 2.2 von dSPACE eine breite Palette von Einsatzmöglichkeiten:

Funktions-Bypassing mit minimaler Änderung im Steuergeräte-Code

Für den Funktionsfreischnitt im Steuergeräte-Code genügt die Integration einer speziellen Funktion zur Datensynchronisierung, eine weitere Service-Implementierung ist nicht erforderlich. Eingangsgroößen

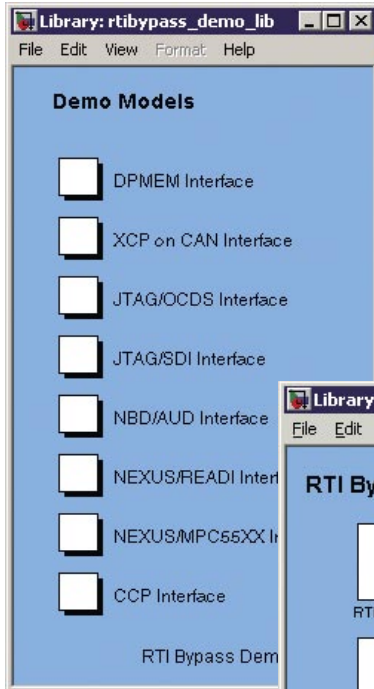
der Bypass-Funktionen können vom Steuergerät über CCP-Upload oder über den CCP-DAQ-Mechanismus vom Prototyping-System, zum Beispiel der MicroAutoBox, erfasst werden. Dieses führt die Bypass-Funktionen in Echtzeit aus und schreibt die Werte der Funktionsausgänge über CCP-Download auf das Steuergerät zurück. Die Sicherstellung der Konsistenz der geschriebenen Daten kann durch entsprechende Modifikationen im Steuergeräte-Code erreicht werden. dSPACE stellt dafür eine Beispielfunktion bereit.



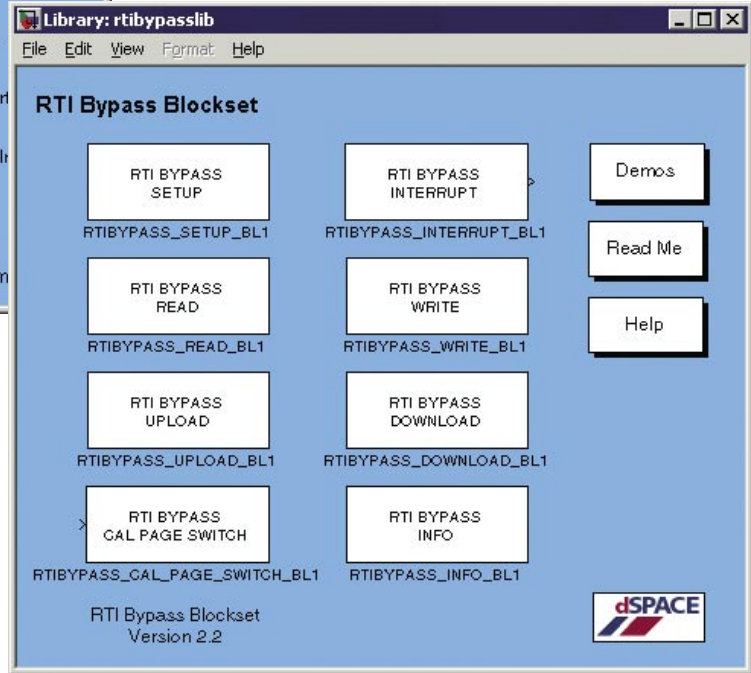
▲ Funktions-Bypassing ohne Änderung im Steuergeräte-Code. Eingänge der Bypass-Funktion werden über den CCP-DAQ-Mechanismus erfasst und die Ausgänge direkt über RapidPro mit den jeweiligen Aktoren verbunden.

Funktions-Bypassing ohne Änderung im Steuergeräte-Code

Zur Entwicklung neuer Steuergeräte-Funktionen ist ein typischer Lösungsansatz, auf dem Prototyping-System die Eingangsgrößen der Bypassfunktion über den DAQ-Mechanismus zu erfassen, die Funktion auf dem Prototyping-System in Echtzeit zu rechnen und die Funktionsausgänge direkt über Leistungsendstufen einer RapidPro Power Unit mit den entsprechenden Aktoren im Fahrzeug zu koppeln. Eine Alternative besteht darin, den steuergeräteinternen Signalpfad zur Ansteuerung der jeweiligen Stellglieder oder Aktoren aufzuschneiden, zum Beispiel durch entsprechende Diagnoseservices, und die Ausgänge direkt über den CCP-Download-Mechanismus anzusteuern.



▼ RTI Bypass Blockset 2.2 für die dialogbasierte Konfiguration von Bypass-Schnittstellen: Jetzt ist auch Bypassing über CCP möglich.



Steuergeräte-Messdatenerfassung auf Echtzeitplattformen bei Steuergeräte-Tests

Das RTI Bypass Blockset 2.2 unterstützt verschiedene Echtzeitplattformen (MicroAutoBox, DS1005, DS1006) und I/O-Boards (DS4302) von dSPACE. Die Unterstützung für DS2202 und DS2211 ist in der Entwicklung. Damit wird auch die Möglichkeit bestehen, steuergeräteinterne Daten in Echtzeit über CCP auf Hardware-in-the-Loop-(HIL)-Systemen zu erfassen.

CCP-Implementierung allerdings in der Regel die Integration eines weiteren Services für die Bypass-Aufgabe, so dass Aufwand und Kosten eingespart werden können.

Besonderheiten von CCP

CCP ist vor allem für Bypass-Szenarien geeignet, die bei den Latenzzeiten weniger anspruchsvoll sind oder die keine Modifikation des Steuergeräte-Codes erlauben. Im Gegensatz zu XCP on CAN, das die Data-Stimulation-Methode (STIM) bereitstellt, stehen mit CCP keine Möglichkeiten im Protokoll bereit, Nutzdaten synchron auf das Steuergerät zu übertragen. Bei CCP ist für die Übertragung jedes einzelnen Wertes ein CCP-Download-Befehl zu verwenden, der jeweils eine Rückmeldung vom Steuergerät erwartet. Dies führt im Vergleich zu XCP on CAN zu einer höheren Latenz beim Schreiben der Ausgangswerte der Bypassfunktion auf das Steuergerät. Mit CCP erspart man sich aufgrund der bereits vorhandenen

Glossar

Funktionsfreischnitt –
Software-Veränderungen im Steuergerät, um dem RCP-System benötigte Eingangsgrößen der Bypassfunktion zur Verfügung zu stellen und um Funktionsausgangsgrößen vom RCP-System wieder in den Programmablauf des Steuergeräts einzubringen.

DAQ-Mechanismus –
Methode zur synchronen Erfassung von Messdaten im Steuergerät. Der Protokoll-Overhead ist gering, da die Adressinformationen der einzelnen Messdaten nicht mit übertragen werden.

Variablen komfortabel editieren

- **Variableneditor zum Bearbeiten von Steuergeräte-Beschreibungsdateien**
- **Stand-alone oder von CalDesk bzw. dem RTI Bypass Blockset aus einsetzbar**
- **Steuergeräte-Beschreibungsdateien gemäß ASAM-MCD-2MC-Standard**

Zu den Neuerungen im Rahmen des dSPACE Release 5.2 gehört auch der Variableneditor – ein Werkzeug, das ein komfortables Bearbeiten und Erstellen von Steuergeräte-Beschreibungsdateien gemäß dem ASAM-MCD-2MC-Standard ermöglicht. Der Variableneditor ist auf vielfältige Weise einsetzbar: Er lässt sich genauso als Stand-alone-Werkzeug benutzen wie auch als integrierte Komponente innerhalb der Mess- und Applikationssoftware CalDesk oder des RTI Bypass Blocksets.

Steuergeräte-Beschreibungsdateien

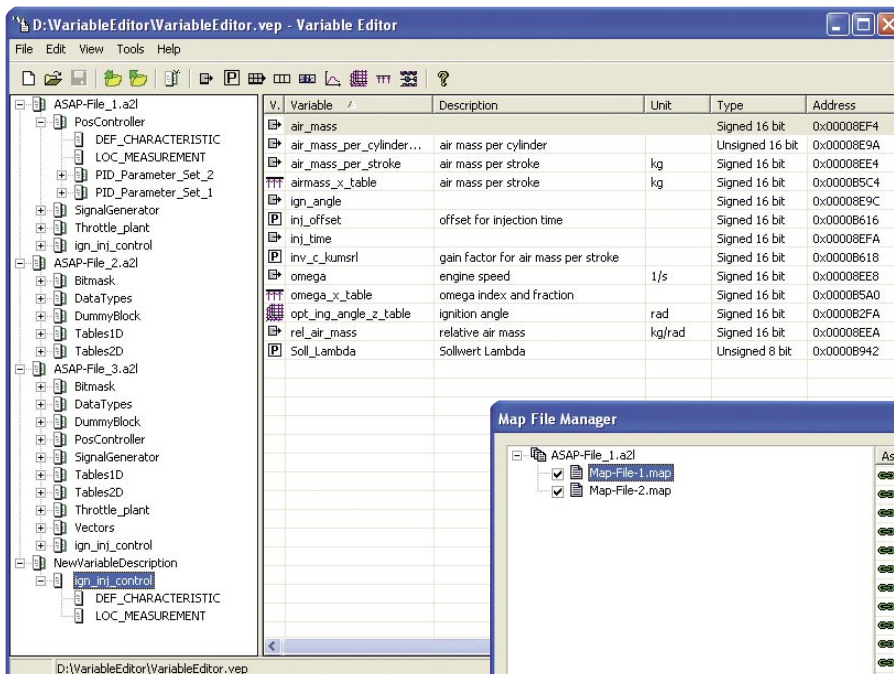
Eine Steuergeräte-Beschreibungsdatei enthält Informationen zu den Mess- und Applikationsvariablen. Zu diesen Informationen gehören die Speicheradressen der Variablen, Konvertierungsmethoden, Speicherlayout und Datenstrukturen im Steuergerät sowie Kommunikationsparameter der Applikationsschnittstelle. Wegen der Unabhängigkeit vom verwendeten Applikationswerkzeug sorgt eine ASAM-MCD-2MC (ASAP2)-konforme Steuergeräte-

Beschreibungsdatei für einen standardisierten Austausch von Steuergeräte-Beschreibungsdaten zwischen den verschiedenen Werkzeugen innerhalb des Entwicklungsprozesses. Der ASAM-MCD-2MC-Standard ist als De-facto-Standard in weiten Teilen der Automobilindustrie akzeptiert.

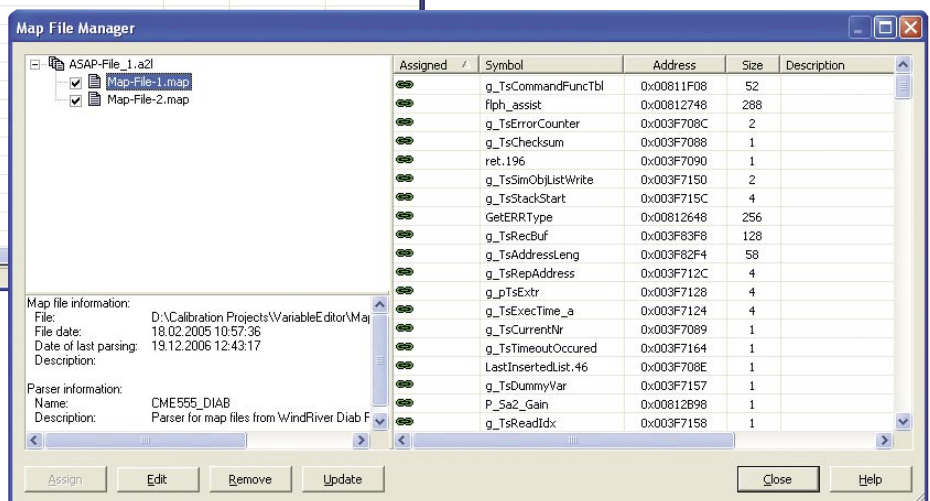
Wozu dient der Variableneditor?

Mit dem Variableneditor lassen sich Steuergeräte-Beschreibungsdateien visualisieren, editieren oder auch komplett neu erstellen. Zudem erlaubt er es, eine beliebige Anzahl von Steuergeräte-Beschreibungsdateien zu importieren, Funktionsgruppen oder einzelne Variablen zu kopieren und neue Steuergeräte-Beschreibungsdateien zu exportieren. So wird es auf einfache Weise möglich, Variablen von existierenden Beschrei-

▼ *Der Map-Datei-Manager im Variableneditor erlaubt es, ein oder mehrere Linker-Map-Dateien einer Steuergeräte-Beschreibungsdatei zuzuordnen.*



▲ *Der Variableneditor, hier mit mehreren importierten Steuergeräte-Beschreibungsdateien. Funktionsgruppen und Variablen lassen sich beliebig zwischen den Dateien austauschen, was die Erstellung maßgeschneiderter Steuergeräte-Beschreibungsdateien möglich macht.*



bungsdateien zusammenzuführen oder Teilmengen aus dem Gesamtbestand der Variablen zu erstellen. Mit dem integrierten Map-Datei-Manager lassen sich eine oder mehrere Linker-Map-Dateien einer Steuergeräte-Beschreibungsdatei zuweisen und Adressinformationen per Knopfdruck aktualisieren. Der Map-Datei-Manager erlaubt zudem die schnelle und einfache Erstellung neuer Steuergeräte-Beschreibungen auf Basis von Map-Dateien. Darüber hinaus ist es mit dem Variableneditor möglich, selektierte Variablen, die zum Beispiel neu angelegt oder modifiziert worden sind, zu exportieren und über entsprechende Import-Optionen in existierende Steuergeräte-Beschreibungsdateien wieder zu integrieren.

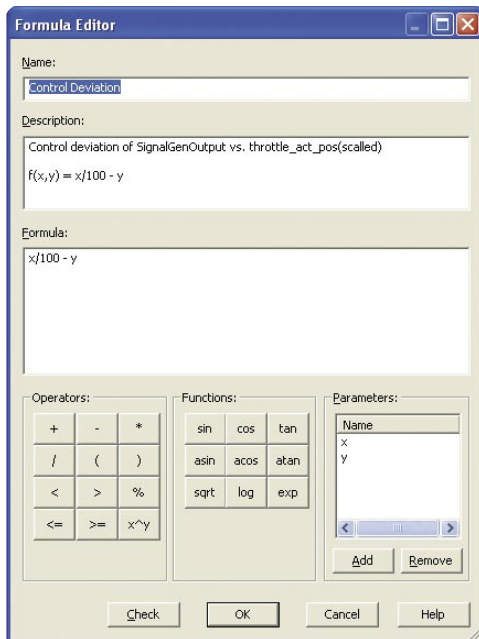
Stand-alone oder integriert in CalDesk oder dem RTI Bypass Blockset

Der Variableneditor kann als Stand-alone-Werkzeug eingesetzt werden; genauso gut ist es auch möglich, ihn direkt von der Mess- und Applikationssoftware CalDesk 1.4 oder dem RTI Bypass Blockset 2.2 aufzurufen. In diesem Fall erscheint er als eine voll integrierte Komponente mit angepassten Menüs und auch die verfügbaren Funktionalitäten passen sich dem

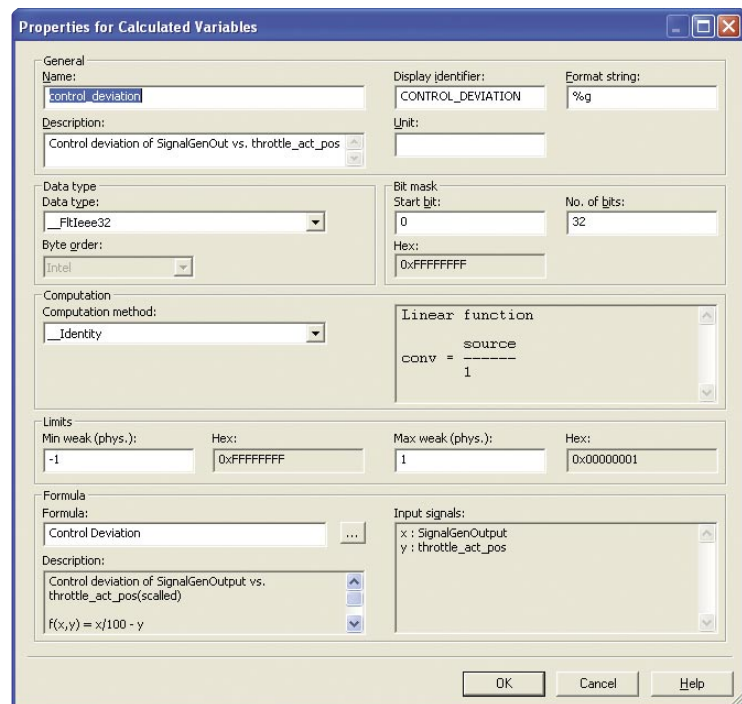
Kontext an. Die im Rahmen von CalDesk bzw. dem RTI Bypass Blockset nicht benötigten Funktionen des Variableneditors werden automatisch ausgeblendet. Um auf den gesamten Funktionsumfang des Variableneditors zugreifen zu können, ist eine separate Lizenz erforderlich, wobei die Funktionen für die Erstellung von „berechneten Variablen“ aber bereits ohne Lizenz genutzt werden können.

Berechnete Variablen

Mit dem Variableneditor lassen sich auch so genannte berechnete Variablen definieren. Dies sind solche Variablen, die sich durch Anwenden von definierbaren Berechnungsformeln aus anderen Variablen ergeben. Zum komfortablen Entwerfen der passenden Berechnungsmethoden steht ein Formeleditor



▲ Der Formeleditor für die Definition von Berechnungsmethoden für berechnete Variablen.



▲ Konfigurationsdialog für berechnete Variablen.

zur Verfügung. Die auf diese Weise definierten berechneten Variablen können – genau wie „normale“ Variablen auch – mit Instrumenten in CalDesk verbunden und in Messdateien aufgezeichnet werden. Die berechneten Variablen und Berechnungsformeln lassen sich in einem Pool sammeln, damit sie auch in anderen Projekten wieder einsetzbar sind.

ASAM

ASAM steht für „Association for Standardization of Automation and Measuring Systems“. ASAM ist ein eingetragener Verein nach deutschem Recht (ASAM e. V.). Mitglieder sind vor allem die deutschen Automobilbauer, ihre Zulieferer und Dienstleister, aber auch solche aus

Europa, den USA oder Japan, zudem einige deutsche Hochschulen und Einzelpersonen. Der Verein hat zum Ziel, Schnittstellen, Protokolle und Datenformate für den Automobilbau mit Schwerpunkt Elektronik zu standardisieren. Mehr Infos unter www.asam.net.

Testen und Diagnose aus einer Hand

➤ Fernsteuerung der CalDesk-Diagnose durch AutomationDesk

➤ Konform mit ASAM-MCD 3D (Version 2.0.1)

➤ ODX-basierte Diagnose

Mit der Version 1.4 der Testmanagement-Software AutomationDesk wachsen die Bereiche Diagnose und Hardware-in-the-Loop (HIL)-Test eng zusammen. Ab sofort ist die Diagnose-Funktionalität der universellen Mess- und Applikationssoftware CalDesk aus AutomationDesk heraus fernsteuerbar und automatisierbar. dSPACE bietet damit eine geschlossene Werkzeugkette für HIL-Test, Steuergeräte-Applikation, Messaufgaben und Diagnose aus einer Hand, wodurch schwierige Kompatibilitätsfragen folglich der Vergangenheit angehören.

Diagnose und HIL-Test wachsen zusammen

Die erfolgreiche Integration der Steuergeräte-Diagnose in den Hardware-in-the-Loop (HIL)-Test von Steuergeräte-Software wird zunehmend wichtiger. Einerseits muss die Diagnose-Software als wesentlicher Bestandteil der Gesamtsoftware dieselben Qualitätssicherungsmaßnahmen durchlaufen wie die übrige Anwendungssoftware. Andererseits dient die Diagnose-Software auch als

zeuge wie DTS und EDIABAS von Softing, VAG-Tester oder DiagRA von RAConsult.

Neue Fernsteuerung für die Diagnose mit CalDesk

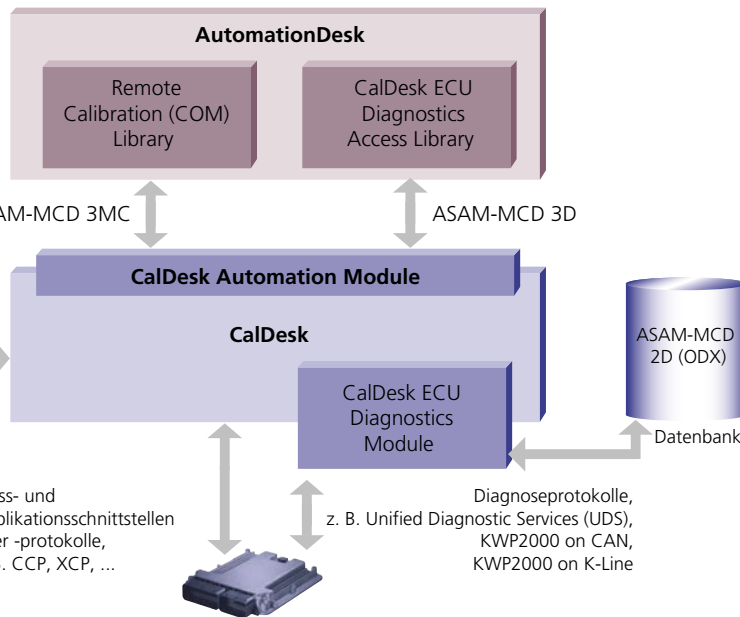
Mit AutomationDesk 1.4 ist neben der bisher schon unterstützten Automatisierung von Mess- und Applikationsaufgaben jetzt auch die Automatisierung und

Fernsteuerung der ODX-basierten Diagnose-Funktionalität von CalDesk möglich. AutomationDesk 1.4 greift über die Automatisierungsschnittstelle ASAM-MCD 3D auf CalDesk zu. Die Testsequenzen werden in AutomationDesk wie gewohnt in grafischer Form zusammengestellt. Dazu können Sie die neue CalDesk ECU Diagnostics Access Library verwenden. Diese AutomationDesk-Bibliothek enthält genau die Blöcke, um den Zugriff auf die Diagnosefunktionalitäten von CalDesk zu automatisieren.

Alle Werkzeuge aus einer Hand

Durch den Einsatz von CalDesk und AutomationDesk vermeiden Sie die in der Praxis oft schwierigen Kompatibili-

tätsfragen bei der Zusammenführung von Werkzeugen unterschiedlicher Hersteller. Bei dSPACE bekommen Sie HIL-System sowie Mess-, Applikations- und Diagnose-Werkzeug unkompliziert aus der Hand eines einzigen Ansprechpartners. Das gelungene Zusammenspiel von AutomationDesk und CalDesk bildet die Basis für den erfolgreichen HIL-Test.



▲ Schnittstellen zwischen AutomationDesk und CalDesk.

Hilfsmittel beim HIL-Test, indem zum Beispiel aus einem Testscenario heraus per Automatisierung der Fehlerspeicher eines Steuergeräts ausgelesen oder gelöscht wird. Als die Standardlösung für den automatisierten HIL-Test kann AutomationDesk verschiedene Software-Werkzeuge ansprechen, zum Beispiel neben dem Mess-, Applikations- und Diagnose-Tool CalDesk auch Diagnosewerk-

Neuerungen in Release 5.2

Echtzeittest mit AutomationDesk 1.4

Für Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulationen, bei denen es auf höchste zeitliche Genauigkeit ankommt, bietet AutomationDesk eine neuartige Lösung in Form von Python-Skripten. Diese werden auf dem Prozessor des HIL-Systems in Echtzeit ausgeführt, also synchron zum Modell, so dass auch die Testaktionen auf Echtzeitbasis durchgeführt werden können.

Einfache Handhabung großer LIN-Setups

Mit dem neuen RTI LIN MultiMessage Blockset können alle Standard- und Diagnose-Frames von einem Simulink®-Block aus kontrolliert und konfiguriert werden. Das reduziert die Modellgröße sowie die benötigte Zeit für die Code-Generierung und den Build-Prozess. Das Blockset kann sowohl für Rapid Control Prototyping als auch für HIL-Simulation eingesetzt werden und unterstützt die Standards LIN 1.3 und LIN 2.0.

ControlDesk 3.0 mit CAN Navigator

Der in ControlDesk 3.0 integrierte CAN Navigator visualisiert die CAN-Bus-Kommunikation in Simulati-

onsmodellen und schlägt damit eine Brücke zwischen Implementierungs- und Experiment-Software. Für den Anwender bedeutet dies sowohl eine bessere Darstellung als auch einen komfortableren Zugriff auf Botschaften und Signale.

Bypassing über CCP

Das RTI Bypass Blockset 2.2 bietet neue Möglichkeiten für Funktions-Prototyping mittels Bypassing, mit denen nun auch eine im Steuergerät vorhandene CCP-Implementierung (CAN Calibration Protocol) genutzt werden kann. Der Funktionsfreischnitt erfordert dabei nur geringe oder gar keine Änderungen im Steuergeräte-Code.

AUTOSAR mit TargetLink 2.2

TargetLink 2.2 unterstützt den modellbasierten Entwurf für AUTOSAR-Steuergeräte und zieht damit eine Verbindung vom Funktionsmodell zur AUTOSAR-Software-Komponente. Zusätzlich ist die Navigation zwischen Modellblöcken und zugehörigen Code-Mustern nun in beide Richtungen per Mausclick möglich, was Code- und Modell-Reviews erheblich erleichtert.

➤ dSPACE Release 5.2 auf DVD erhältlich

➤ Neue Produktversionen

➤ Erweiterte Funktionen und Einsatzgebiete

Weitere Informationen finden Sie unter www.dspace.com/goto?releases

TV-Sommer 2006

Auf der Nordhalbkugel haben es dSPACE-Kunden und -Mitarbeiter derzeit meist mit kühleren Temperaturen zu tun. Da mag ein Rückblick auf den Sommer

„Wir hätten auf jeden Fall nicht gedacht, dass wir so groß werden, wie wir heute sind.“

Man konnte nicht voraussehen, dass die Industrie, unsere Kundschaft, so viel aufnehmen kann, wie wir heute herstellen. Es ist schön, dass es so ist, aber man muss am Ball bleiben, damit es auch so bleibt.“

Dr. Herbert Hanselmann,
Gründer und dSPACE-Geschäftsführer

2006 reizvoll erscheinen, denn bei seinerzeit schönstem Sommerwetter wurde nicht nur eine spannende Fußballweltmeisterschaft, sondern auch ein – so denken wir – spannender TV-Bericht über dSPACE geboten.

Das ZDF-Morgenmagazin sendete live aus den Paderborner Firmengebäuden von dSPACE, wo Moderator Ralph Goldmann den Fernsehzuschauern durch seine nicht lockerlassenden Fragen neugierige Blicke hinter die Kulissen von dSPACE ermöglichte. Der TV-Beitrag zeigte, auch anhand von Interviews, wie dSPACE als mittelständische Firma in Zeiten der Globalisierung zum „Weltmeister“ in Sachen Fahrzeug-Software geworden ist.



Den vollständigen Bericht finden Sie unter www.dspace.com/goto?ZDF_d

Französische Anwenderkonferenz

- **dSPACE-Anwender aus Frankreich kamen zusammen**
- **Fünffähriges Bestehen von dSPACE in Frankreich**
- **Innovative Kundenprojekte unter Einsatz von dSPACE-Produkten**

▼ *Dr. Salah Aksas hieß die Teilnehmer im Vortragssaal willkommen.*

Die französische Anwenderkonferenz fand dieses Jahr am 12. Oktober unter dem Motto „Les Rencontres Electronique et Automatique 2006“ (Elektronik und Automatisierung) statt. Mehr als 100 Teilnehmer kamen im Hotel Sofitel Porte de Sèvres in Paris zusammen und stellten ihre Projekte vor. Gleichzeitig wurde bei dieser Gelegenheit auch das fünfjährige Bestehen von dSPACE in Frankreich gefeiert.

Teilnehmer aus der Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie von Universitäten

Mehr als 100 Teilnehmer von 40 verschiedenen Firmen kamen, um Informationen zur Entwicklung elektronischer Regelsysteme auszutauschen.

Führende Unternehmen französischer Automobil- und Luftfahrtindustrien waren ebenso präsent wie auch Universitäten aus dem Bereich Forschung und Entwicklung eingebetteter Systeme. Zum Teilnehmerkreis gehörten Anwender von Renault, PSA Peugeot Citroën, VALEO, VOLVO 3P, EADS ASTRIUM,

Thalès, Siemens VDO Automotive, Delphi Diesel Systems, Hispano-Suiza, SUPELEC, Polytech' Nantes, Liebherr Aerospace, ESTACA, Messier-Dowty u.v.m.



▲ Mehr als 100 Teilnehmer verfolgten die Präsentationen.



► *Dr. Herbert Hanselmann, Geschäftsführer und CEO der dSPACE GmbH, gab Einblicke in die Entwicklungsarbeit und das aktuelle Produktportfolio von dSPACE.*



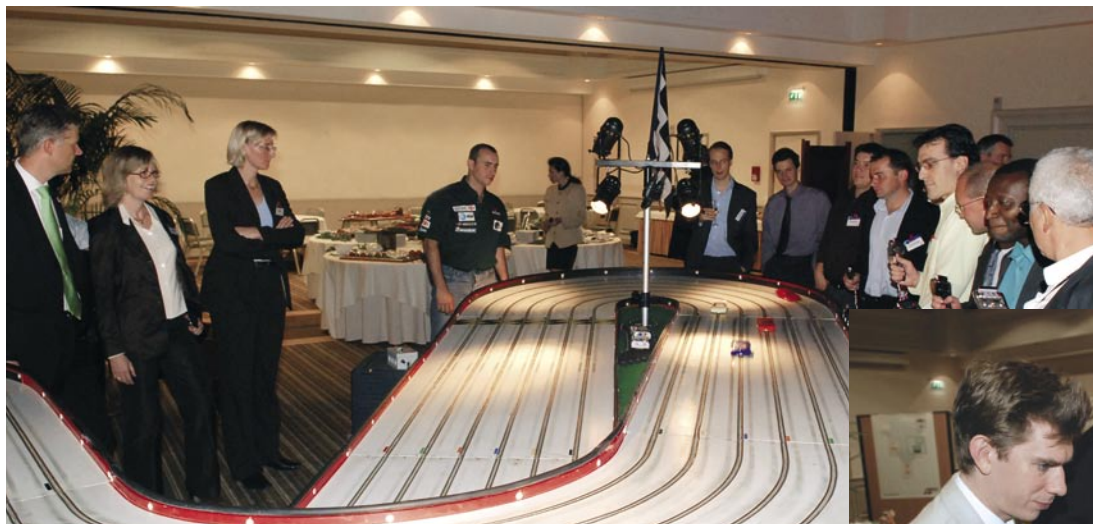
Eröffnung und Agenda

Dr. Salah Aksas, Directeur von dSPACE Sarl, hieß die Teilnehmer herzlich willkommen und fasste die Aktivitäten der fünf Jahre von dSPACE in Frankreich zusammen. Dr. Herbert Hanselmann, Geschäftsführer und CEO der dSPACE GmbH, stellte sowohl das aktuelle Produktportfolio vor als auch bedeutende Anwendungen, die mit dSPACE-Produkten entwickelt wurden. Er zeigte auf, dass OEMs und Zulieferer

„dSPACE lässt Sie nicht im Stich, wenn Probleme entstehen. Sie helfen Ihnen wirklich.“

Kunde über seine Erfahrung mit dSPACE

aufgrund der zahlreichen Vorteile stark in die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation investieren. Zum Beispiel konnte Audi die Garantiekosten in wenigen Jahren um mehr als die Hälfte reduzieren, was zum Großteil den umfassenden HIL-Tests zuzuschreiben ist. In zunehmendem Maße werden große Simulatoren für komplette Fahrzeuge eingesetzt, um



◀ An der Rallyebahn konnte man Modellautos steuern, die eine Geschwindigkeit von bis zu 60 km/h erreichten.

der Komplexität mehrerer CAN-, LIN- und FlexRay-Netzwerke in modernen Fahrzeugen zu begegnen. DaimlerChrysler nutzt intensiv solche Systeme und hat in letzter Zeit herausgebrachten Produkten exzellente Software-Qualität erzielt.

Überblick der Präsentationen

„Fullpass-Prototyping für Motorsteuerungen“: Natalia Lestrée, PSA Peugeot Citroën, erläuterte den Einsatz einer schlüsselfertigen RCP-Lösung zur Validierung

„TargetLink-Code ist für einige Modelle 30-40% effizienter als Code, der mit anderen am Markt erhältlichen Seriercode-Generatoren erzeugt wurde.“

Aussage eines Anwenders während der TargetLink-Präsentation

neuer innovativer Motorsteuerungskonzepte auf einem realen Motorenprüfstand. „Entwicklung vollständiger Anwendungen mit TargetLink“: Denis Eperonnier, Valeo Thermique Habitacle, generierte den gesamten Festkomma-Anwendungscode für eine Klimaregelung mit TargetLink. „Einsatz von dSPACE-Equipment entlang des gesamten V-Modells“ für den Starter-Generator StARS“: Sébastien Roue, Valeo Systèmes Electriques, imple-

„Die Testautomatisierungslösung von dSPACE ist den anderen am Markt erhältlichen Produkten weit überlegen.“

Anwender berichtet über dSPACE-Werkzeuge

mentierte ein ausgereiftes Testkonzept, basierend auf AutomationDesk. Besonders wusste das Team dabei zu schätzen, dass sich dSPACE-Lösungen leicht erwei-

tern lassen, um neuen Herausforderungen zu begegnen.

„HIL-Prüfstand für Volvo 3P Light Duty“: Nicolas Bellot, Volvo 3P, und Damien Brunel, Sherpa Engineering, beschrieben, wie die Motor- und ABS-Steuergeräte gemeinsam an einem dSPACE Simulator getestet wurden. So war es möglich, das Verhalten eines Steuergeräts zu testen, wenn auf einem Sensor des anderen Steuergeräts ein Fehler generiert wird. „Mit dSPACE Calibration System/CalDesk automatisierte Applikation eines Getriebes“: Laurent Chapus, Segula, erläuterte, wie CalDesk alle Anforderungen des Applikationsprojekts in Bezug auf Seriengetriebesteuergeräte erfüllte. Sie werden CalDesk für weitere Applikationsprojekte mit OEMs einsetzen. Produktmanager von dSPACE und Kollegen des französischen dSPACE-Teams stellten neue Produktleistungsmerkmale vor und beschrieben die Trends im Bereich FlexRay und AUTOSAR. Ausklingen ließ man den Tag mit einem ansprechenden Abendprogramm, das von interessanten Gesprächen und unterhaltsamen Elementen abgerundet wurde.

Merci!

Das gesamte dSPACE-Team bedankt sich für die zahlreiche Teilnahme. Wir hoffen, dass wir Ihnen wissenswerte Beiträge zu Werkzeugen und Lösungen vorstellen und neue Impulse zur Entwicklung eingebetteter Anwendungen geben konnten. Besonderer Dank geht an die Vortragenden, die diese Anwenderkonferenz besonders abwechslungsreich und interessant gestaltet haben. Wir freuen uns, Sie auch weiterhin durch Ihre Projekte zu begleiten.

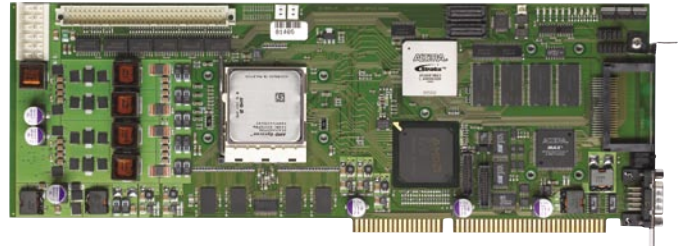


▲ In den Pausen hatte man Gelegenheit, die Produkte auszuprobieren.

Weitere Informationen zu den Präsentationen finden Sie unter www.dspace.fr/igo?REA06

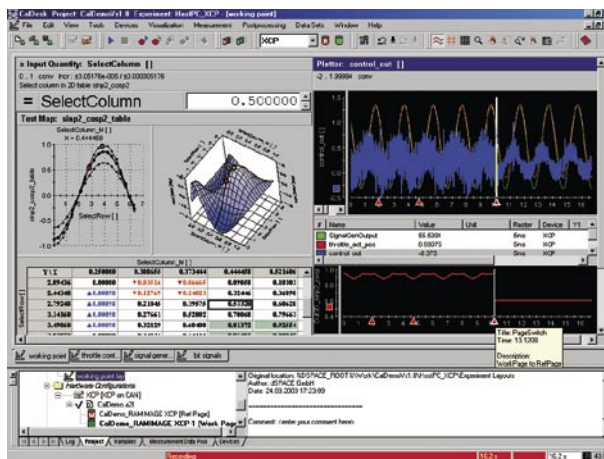
DS1006 mit 3-GHz-Prozessor

Speziell für Kunden mit extrem hohen Anforderungen an die Rechenleistung ihrer Echtzeit-Hardware bietet dSPACE das DS1006 Processor Board parallel zur bisherigen 2,6-GHz-Version ab sofort auch mit einem AMD Opteron™ Prozessor mit 3 GHz Taktfrequenz an. Aufgrund der derzeitigen Liefergarantie von AMD wird die neue DS1006-Variante voraussichtlich nur bis Ende 2007 lieferbar sein,



so dass die bisherige Variante mit 2,6-GHz-Prozessor parallel dazu weiter im dSPACE-Programm verbleibt. Auf Kundenwunsch können ältere DS1006 von dSPACE mit dem neuen 3-GHz-Prozessor aufgerüstet werden

Das ist neu bei CalDesk 1.4



Im Rahmen des dSPACE Release 5.2 (siehe Seite 35) ist die neue Version 1.4 der Mess- und Applikationssoftware CalDesk erschienen. Damit können Sie nun direkt aus CalDesk heraus mit Hilfe des neuen Variableneditors (siehe Seite 32) Beschreibungsdateien für Steuergeräte erstellen, visualisieren und editieren. Zusätzlich ermöglicht CalDesk die Darstellung von ASAM-MCD-2MC (ASAP2)-Projektinformationen im Projekt- und Experimentnavigator und erleichtert so die Verwaltung von Projekten und Experimenten. Der Plotter zur grafischen Signaldarstellung wurde erweitert und kann nun auch Signale sowohl über der Zeit als auch über anderen Signalen darstellen.

FlexRay Product Day

FlexRay etabliert sich zunehmend als ein neuer Kommunikationsstandard für die Automobilelektronik. Bei dem vom Carl Hanser Verlag ausgerichteten FlexRay Product Day kommen regelmäßig Anwender und Werkzeuganbieter zusammen, um die neuesten Informationen zum FlexRay-Bussystem auszutauschen.

Der FlexRay Product Day am 30. November 2006 konzentrierte sich auf Projekte, bei denen erste Serienfahrzeuge, die mit FlexRay laufen, vorgestellt wurden. Ferner besprachen die Teilnehmer die kommenden Aufgaben des FlexRay-Konsortiums, innovative FlexRay-Produkte sowie neue Werkzeuge für die Entwicklung von

FlexRay-Produkten. Joachim Stroop, Produktmanager bei dSPACE, stellte die dSPACE-Werkzeugkette für die Entwicklung und den Test von FlexRay-Anwendungen vor.



Termine



EUROPA

Euroforum – Elektroniksysteme im Automobil

12.-15. Februar, München, Deutschland
<http://www.euroforum.com>

Embedded World 2007

13.-15. Februar, Nürnberg, Deutschland
<http://www.embedded-world-2007.de>

Stuttgarter Symposium (FKFS)

20./21. März, Stuttgart, Deutschland
<http://www.fkfs.de/unternehmen/veranstaltungen/stuttgarter-symposium-2007>

Aerospace Testing Expo

27.-29. März, München, Deutschland
<http://www.aerospacetesting-expo.com/europe>

Automotive Testing Expo

8.-10. Mai, Stuttgart, Deutschland
<http://www.testing-expo.com/europe>

Euroforum – Software im Automobil

8./9. Mai, Stuttgart, Deutschland
<http://www.euroforum.com>

Sensor & Test

22.-24. Mai, Nürnberg, Deutschland
<http://www.sensor-test.de>

USA

SAE Hybrid Vehicle Technologies

7./8. Februar, San Diego, CA, USA
<http://www.sae.org/hybrid>

SAE World Congress 2007

16.-19. April, Detroit, MI, USA
<http://www.sae.org/congress/>

Asien

AES – Automotive Electronics Summit 2007

25.-27. April, Shanghai, China
http://www.gracefair.com/laes_home.htm

ESEC – Embedded System Expo & Conference

16.-28. Mai, Tokio, Japan
<http://www.esec.jp/ESECI/en>

JSAE 2007

23.-25. Mai, Yokohama, Japan
<http://www.jsae.or.jp>

Weitere Termine finden Sie unter www.dspace.com

Infos anfordern



Bitte entsprechendes Kästchen auf der Antwortkarte ankreuzen und zurücksenden

- /// per Post
- /// per Fax 0 52 51 – 6 65 29 oder
- /// Fordern Sie die Informationen über unsere Website unter www.dspace.de/goto?dspace-news-info an

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

Jobs



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

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

Aktuelle Angebote unter www.dspace.com/goto?jobs

Veröffentlichungen



„Erster im Ziel (Rapid Control Prototyping)“

Ralf Lieberwirth, dSPACE GmbH

„Vom Funktionsmodell zum AUTOSAR-konformen Seriencode“

Michael Beine, Ulrich Eisemann, dSPACE GmbH

Schulungen



Zu den folgenden Themen bietet dSPACE Schulungen an:

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

Weitere Informationen finden Sie unter www.dspace.com/goto?training

Australien

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

China und Hong Kong

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

Indien

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

Korea

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

Niederlande

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

Polen

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

Schweden

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

Taiwan

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

Tschechische Republik und Slowakei

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

Firmensitz in Deutschland

dSPACE GmbH
Technologiepark 25
33100 Paderborn
Tel.: +49 5251 1638-0
Fax: +49 5251 66529
info@dspace.de

USA und Kanada

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

Frankreich

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

Japan

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

Großbritannien

dSPACE Ltd.
Unit B7 · Beech House
Melbourn Science Park
Melbourn
Hertfordshire
SG8 6HB
Tel.: +44 1763 269 020
Fax: +44 1763 269 021
info@dspace.ltd.uk

