

dSPACE MAGAZIN

1/2013



Siemens – Entwicklungsprozess
nach ISO 26262

Mazda – Mehr Druck,
weniger Sprit

Thales Alenia Space –
Computer für den Orbit





Ende 2011 haben wir angekündigt, etwas zu unternehmen, um die Flut der Datenobjekte besser zu beherrschen, die im modellbasierten Entwurfsprozess allenthalben entstehen. Will man nicht den Überblick verlieren, müssen die Daten von den Anforderungen über den ersten Entwurf, die Simulation und die Parametrierung bis hin zu den Tests systematisch verwaltet und verlinkt werden. Rechtegesteuerte Zugriffe sind nötig, dazu muss das Aus-/Einchecken möglich sein. Die Zusammenarbeit zahlreicher, auch räumlich und geografisch getrennter Mitarbeiter muss gesichert ablaufen können. Zudem müssen Varianten eindeutig abgebildet und verwaltet werden, nicht nur Versionen.

Manche dieser Aspekte wurden in Teildomänen wie etwa der reinen Software-Entwicklung zwar gelöst, aber eine umfassende Lösung, gezielt für den modellbasierten Entwurf, so wie wir ihn verstehen und unter Einschluss der linken Seite des V-Modells, die gab es bisher nicht.

dSPACE kennt das Problem schon länger. Wegen anderer Prioritäten konnten wir es leider zunächst noch nicht als Produktentwicklung angehen. Seit 2011 sind wir mit der Collaboration- und Datenmanagement-Software SYNECT voll dabei. Dadurch, dass SYNECT auf einer bewährten Plattform aufsetzt, sind wir in der Lage, in kurzer Folge Lösungen für verschiedene Themen- und Problembereiche anzubieten. Alles in voller Kenntnis dessen, was modellbasierter Entwurf bedeutet und mit welchen Daten und mit welcher Semantik in diesem Zusammenhang umgegangen werden muss.

Das Test- und Variantenmanagement haben wir letztes Jahr herausgebracht. Kürzlich folgte eine Lösung zur Signal- und Parameterverwaltung. Unterstützung für das Modellmanagement ist für Ende 2013 geplant. Auf unserer Anwenderkonferenz in Stuttgart konnte man bereits im Januar Einblick gewinnen, wie unser Kunde ABB das SYNECT Testmanagement beim Testen seiner

Steuerungen für Lokomotivenantriebe einsetzt. ABB verwaltet die Testpläne in SYNECT, steuert die Ausführung mit AutomationDesk, sammelt und verwaltet die Testergebnisse in SYNECT und erzeugt daraus Testberichte. Auf der gleichen Veranstaltung zeigte Audi Electronic Ventures, eine Tochtergesellschaft der AUDI AG, wie sie das Signal- und Parametermanagement auch auf der Ebene von Varianten in SYNECT durchführen.

Das Interesse an SYNECT ist sehr groß. Daher ist unser SYNECT-Team aktiv dabei, Kundensituationen zu analysieren, Kundenwünsche zu erfassen und einzuarbeiten sowie Pilot- und Produktivprojekte zu unterstützen. Wenn Ihnen das Datenmanagement in modellbasierten Entwicklungsprojekten schlaflose Nächte bereitet, wenden Sie sich doch einfach an uns!

Dr. Herbert Hanselmann
Geschäftsführer



IMPRESSUM

dSPACE MAGAZIN wird periodisch herausgegeben von:

dSPACE GmbH · Rathenaustraße 26
33102 Paderborn · Deutschland
Tel.: +49 5251 1638-0
Fax: +49 5251 16198-0
dSPACE-magazin@dSPACE.de
www.dSPACE.com

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

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

Redaktionelle Mitarbeit an dieser Ausgabe:
Dirk Berneck, Holger Krisp, Björn Müller

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

Gestaltung:
Krall & Partner, Düsseldorf
Gestaltung und Layout: Sabine Stephan

Druck:
Media-Print Group GmbH, Paderborn

© Copyright 2013

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

Inhalt



FORD | SEITE

24

BATTERIEMANAGEMENT-
SYSTEM | SEITE

40

- 3 EDITORIAL
von Dr. Herbert Hanselmann,
Geschäftsführer

Kundenanwendungen

- 6 MAZDA
Ehrgeizige Ziele
Funktionsoptimierung und -absicherung
einer Motorsteuerung für Benzinmotoren
mit einem Kompressionsverhältnis von 14:1

- 12 SIEMENS
**Prozess für funktionale
Sicherheit**
Modellbasierte Softwareentwicklung
für elektrifizierte Antriebsstränge nach
ISO 26262

- 20 THALES ALENIA SPACE
Projekt Orbit
Automatische Generierung von Satelliten-
Software mit TargetLink

- 24 FORD
Zellenrevolution
Aufbau einer Werkzeugkette für die Ent-
wicklung einer Brennstoffzellenregelung

- 28 UNIVERSITÄT STUTTGART
Architektur mit Köpfchen
Regelungskonzepte für ultraleichte Bau-
werke

- 34 UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN
Robotik im Rosenbeet
Autonome Fahrzeuge für Gartenbau und
Landwirtschaft

Produkte

- 40 BATTERIEMANAGEMENTSYSTEM
Perfekte Balance
Regelung von Li-Ion-Zellspannungen während
des Prototypings

- 44 CONTROLDESK
Alles im Blick!
Neue ControlDesk-Instrumente für Straße,
Luftfahrt und Industrie

- 46 AUTOMOTIVE SIMULATION MODELS (ASM)
Virtuell zum Wintertest
Mit den Automotive Simulation Models von
dSPACE auf Versuchsfahrt in der virtuellen
Realität

- 50 ETHERNET CONFIGURATION PACKAGE
Einfach netzwerken
Neues Ethernet Configuration Package vereinfacht die Netzwerkkonfiguration

Business

- 54 SCALEXIO
Erfolgreich im Einsatz
SCALEXIO in Kundenprojekten

- 56 ANWENDERKONFERENZ
Technik vertieft
OEMs und Zulieferer präsentieren Technikrends
auf der 7. dSPACE Anwenderkonferenz

- 60 KURZ NOTIERT



Ehrgeizige Ziele



Mazda verfolgt für seine Automobile zwei wesentliche Ziele: zum einen den Spaß am Fahren, zum anderen hervorragende Verbrauchs- und Emissionswerte. Bis 2015 soll der Verbrauch gegenüber den Werten von 2008 um 30 % reduziert werden. Um dies zu erreichen, hat Mazda das SKYACTIV-Programm aufgelegt. Es dient dazu, alle erforderlichen Komponenten für die Zielerreichung zu optimieren. dSPACE Simulatoren und die Automotive Simulation Models spielen dabei eine zentrale Rolle.



Funktionsoptimierung und -absicherung
einer Motorsteuerung für Benzinmotoren
mit einem Kompressionsverhältnis von 14:1

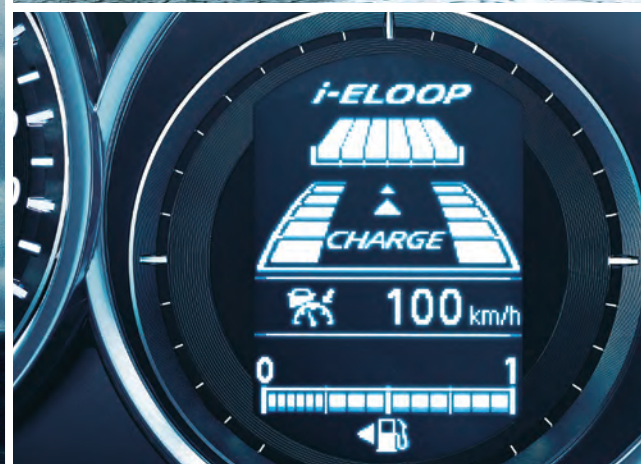




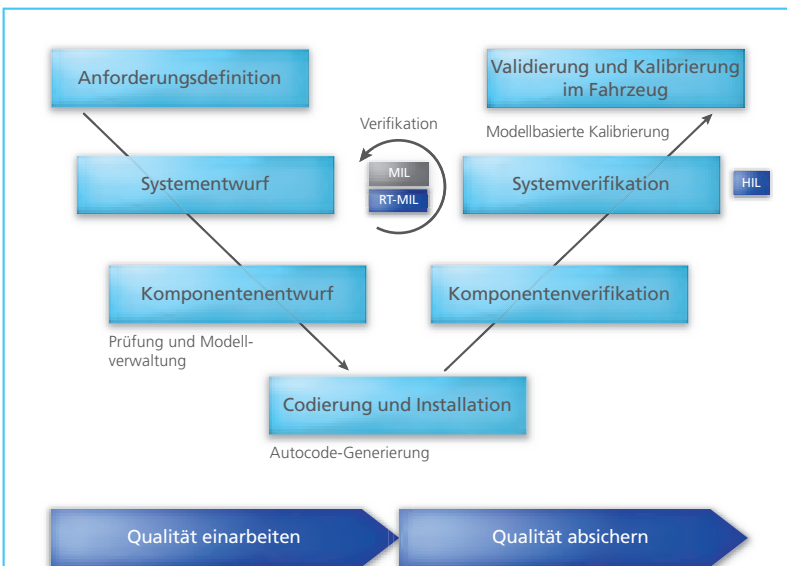
Abbildung 1: Das SKYACTIV-Konzept von Mazda dient zur Optimierung elementarer Fahrzeugkomponenten.

Visionen für Verbrennungsmotoren

Bei konventionellen Verbrennungsmotoren gehen 70 bis 80 % der im Kraftstoff enthaltenen Energie schon „verloren“, bevor sie an die Räder gelangen. Mazda nimmt sich dieser unerfreulichen Tatsache an und beabsichtigt, den Verbrennungspro-

zess effizienter zu gestalten und eine ideale Verbrennung bei höchstem Verdichtungsverhältnis zu erreichen. Bis 2015 soll die Mazda-Flotte im Vergleich zu 2008 um 30 % effizienter werden. Definiert sind diese Ziele unter anderem in SKYACTIV-G, einem Programm zur Optimierung von Benzinmotoren (Abbildung 1).

Abbildung 2: Die HIL-Simulation ist zentraler Bestandteil der Qualitätssicherung. Die MIL-Simulation eröffnet neue Möglichkeiten zur frühzeitigen Funktionsabsicherung.



Neben den Eingriffen am Motor tragen weitere verbrauchsreduzierende Maßnahmen wie i-stop (Start-Stopp-System) und i-ELOOP (kondensatorbasierte Bremsenergieerückgewinnung) zur Effizienzsteigerung bei.

Optimiertes Motormanagement

Ein hohes Kompressionsverhältnis verbessert die thermische Effizienz erheblich. Das Verdichtungsverhältnis aktueller Benzinmotoren liegt bei etwa 10:1 bis 12:1. Hebt man das Verhältnis von 10:1 auf 15:1 an, steigt der thermische Wirkungsgrad theoretisch um etwa 10 %. Einer der Gründe, warum das in der Praxis schwierig umzusetzen ist, sind Drehmomentverluste aufgrund erhöhten Klopfens. Beim Klopfen entzündet sich das Luft-Kraftstoff-Gemisch wegen der hohen Temperaturen und Drücke vorzeitig selbst. Die Optimierungen beim Verbrennungsmotor erfordern deshalb umfassende Maßnahmen beim Motormanagement. Um dies bestmöglich zu erreichen, musste die Motorsteuerungssoftware vollständig überarbeitet und um viele neue Funktionen erweitert werden. Es wurden verbesserte Regelstrategien entwickelt, um Klopfen, Klingeln bzw. möglichen Fehlzündungen zu begegnen. Dazu war eine optimale Ansteuerung eines VVT (Variable Valve Timing)-Systems für die Ansaugluft und die Abgase erforderlich.

Optimierungen im Entwicklungsprozess

Wenn die Komplexität der zu entwickelnden Funktionen steigt, muss auch der Software-Entwicklungsprozess den Entwicklungsanforderungen genügen. Bei Mazda entschied man sich daher, auf eine vollständig modellbasierte Entwicklung umzusteigen. Dies umfasst spezielle Werkzeuge, geeignete Prozesse und ein enormes Entwicklungs-Know-how. Die Vorteile werden an verschiedenen Stellen deutlich.

Modellbasierte Funktionsentwicklung und Absicherung

Für die modellbasierte Entwicklung stehen etablierte Methoden zur Absicherung der Qualität entwickelter Funktionen zur Verfügung. Gemäß dem V-Modell steht jeder Entwicklungsphase eine Testphase gegenüber. Bewährte Methoden sind beispielsweise die Hardware-in-the-Loop (HIL)- sowie Model-in-the-Loop (MIL)-Simulation (Abbildung 2). Für das SKYACTIV-Projekt wurden beide Methoden genutzt. Dabei kamen jeweils dSPACE Simulatoren, ausgestattet mit den Automotive Simulation Models (ASM), zum Einsatz. Die Testmöglichkeiten mit einem Simulator gehen jedoch deutlich weiter und können auch zur Optimierung von Funktionen genutzt werden. Um die Zielvorgaben von SKYACTIV-G umzusetzen, gab es klare Vorstellungen und Ansätze. Für das angestrebte Verdichtungsverhältnis von 14 galt es, den Zylinderfüllungsgrad zu verbessern.

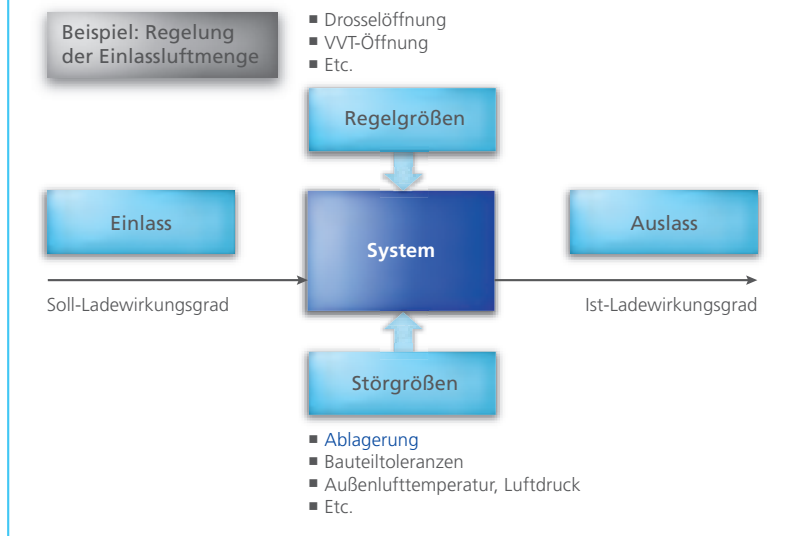


Abbildung 3: Einflussgrößen auf den Füllgrad eines Verbrennungsmotors

HIL-Simulation für die Untersuchung und Funktionsoptimierung genutzt werden kann. Ablagerungen sind Verbrennungsreste, die sich am Ventil und Ventilsitz absetzen und dort die Strömung der Gase behindern. Sie wirken sich besonders bei geringer

Ventilöffnung aus. In früheren Entwicklungen ohne den HIL-Simulator wurden diese Untersuchungen mit den realen Bauteilen im Fahrzeug durchgeführt, wobei schon die Bereitstellung der Teile und Fahrzeuge aufwendig war. Seitdem

„Da wir dSPACE Systeme schon ab dem Reglerentwurf verwenden, sind wir in der Lage, dieselben Testszenarien durchgängig während des gesamten Entwicklungsprozesses zu verwenden.“

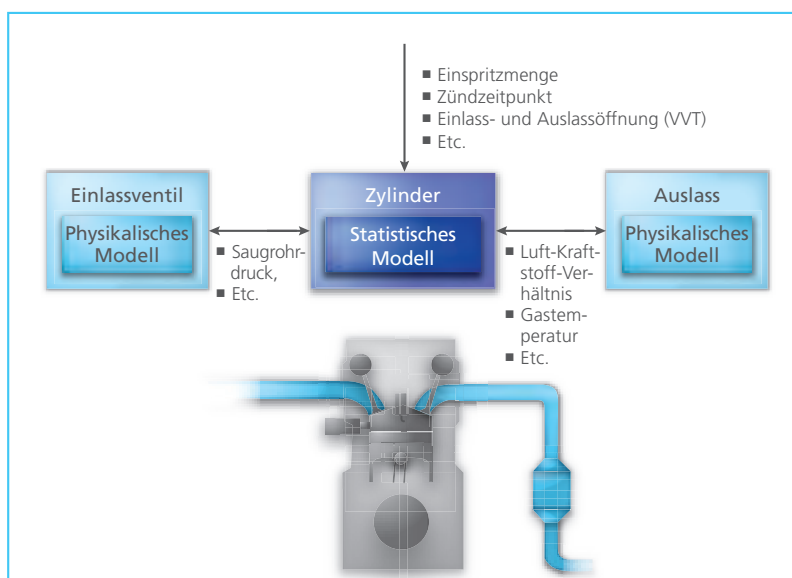
Satoshi Komori, Mazda

Die beeinflussenden Größen sind die Drosselklappe sowie die Ventilposition des VVT. Jedoch gibt es Störfaktoren, deren Einfluss man kennen und berücksichtigen muss. Dazu gehören Ablagerungen, Bauteiltoleranzen, Umgebungstemperatur und -druck (Abbildung 3).

Funktionsuntersuchung und -optimierung am HIL

Am Störfaktor Ablagerungen lässt sich exemplarisch zeigen, wie eine

Abbildung 4: Die Kombination aus physikalischen und statistischen Modellen schafft präzise Simulationsmodelle, die einfach handhabbar sind.



Fazit und Ausblick

Für das SKYACTIV-Programm setzt Mazda auf die MIL- und HIL-Simulation mit dSPACE Simulatoren und nutzte die dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) für den effizienten Aufbau. Das Testequipment wird sowohl zur Absicherung der Funktionen als auch für deren Optimierung eingesetzt. Insgesamt konnten einzelne Komponenten wie das Motorsteuergerät und der komplexe Verbund aller Elektrik/Elektronik (E/E)-Systeme bei Mazda überarbeitet sowie vollständig und umfassend abgesichert werden. Die Vorteile des HIL-Tests sind insbesondere automatisierte, reproduzierbare Testläufe. Die ersten Erfahrungen zeigen, dass frühzeitige Tests und die Wiederverwendung von Tests enormes Potential für Effizienzsteigerungen bieten. Neue Fahrzeuge wie der Mazda CX-5 und der Mazda 6 profitieren von den leistungsfähigen SKYACTIV-G-Benzinmotoren mit einem Kompressionsverhältnis von 14:1. Für zukünftige Entwicklungen werden die Testprozesse und Systeme weiter optimiert und ausgebaut. Schon jetzt ist absehbar, dass sie für die Entwicklung weiterer E/E-Systeme unverzichtbar sind und weitere Rollen im Entwicklungsprozess einnehmen werden.

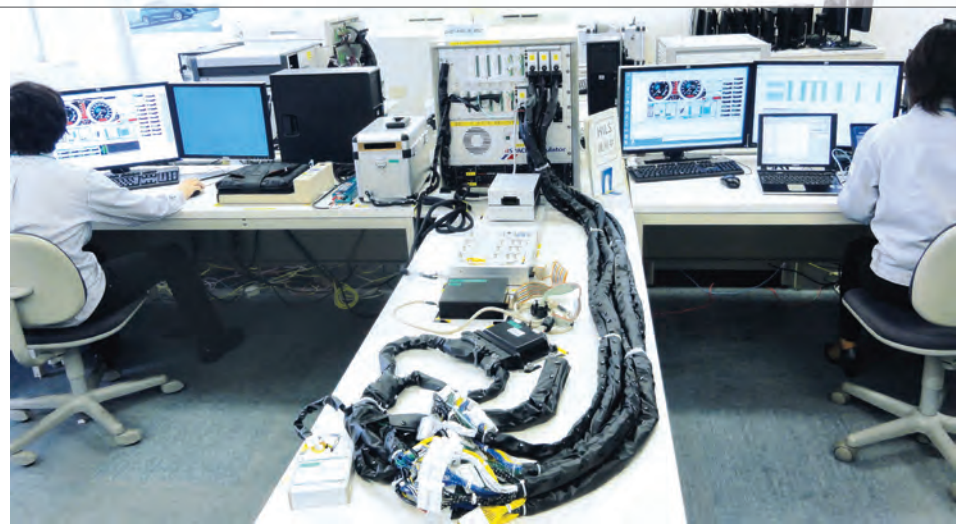


Abbildung 5: Der Testplatz für SKYACTIV-G-Steuergeräte.

der HIL-Simulator zur Verfügung steht, können diese Untersuchungen per Simulation erfolgen (Abbildung 4). Das hier verwendete Streckenmodell ermöglicht es, den Massenfluss durch die Ventile und den Verbrennungsprozess im Zylinder mit hoher Genauigkeit zu simulieren. Um die Effekte der Ablagerung zu berücksichtigen, wurde zusätzlich ein neuer Modellteil im Motormodell implementiert. Aufgrund der offenen Modellstruktur lässt sich das sehr einfach umsetzen. Nun können vielfältige Untersuchungen und entsprechende Funktionsoptimierungen am Simulator vorgenommen werden (Abbildung 5). Falls erforderlich, lassen sich die Tests sogar automatisieren. Ein Vergleich zur herkömmlichen Vorgehensweise ergab, dass der Einsatz des HIL-Simulators achtmal effizienter ist. Darüber hinaus konnten am Simulator noch einige Regler-

artefakte erkannt und damit potentielle Probleme beseitigt werden. Der frühe und konsequente Einsatz der HIL-Simulation ermöglichte die zuverlässige Bestimmung des Füllgrads für verschiedene Betriebsmodi und so die Optimierung der Gesamtstrategie des Reglers. Obwohl Störgrößen wie Toleranzen und Abnutzung im Langzeittest untersucht wurden, könnte der proaktive Einsatz der HIL-Simulation schon eine Ersparnis von 2.500 Stunden in der Funktionsabsicherung für die Motorregelung bringen.

Prozessoptimierung mit Echtzeit-MIL

Eine weitere Testmethode zeigt die Flexibilität und die Testmöglichkeiten, die sich mit der Simulation ergeben. Sie basiert auf der MIL-Simulation und wurde zur Echtzeit-MIL-Simulation erweitert (Abbildung 6). Dazu

Abbildung 6: Die Stationen, auf denen Echtzeit-MIL-Simulationen durchgeführt werden.





„SKYACTIV-G stellte uns vor enorme zeitliche Herausforderungen. Die Produkte und Dienstleistungen von dSPACE unterstützen eine effiziente modellbasierte Entwicklung und halfen uns, die Hürden zu überwinden.“

Keisuke Yayoi, Mazda

wird neben dem Streckenmodell auch das Reglermodell auf dem Simulator ausgeführt. Beide bilden dort einen geschlossenen Regelkreis. Die Echtzeitfähigkeit hängt von der Prozessorleistung ab. In diesem Fall kam ein DS1006 Processor Board mit Quad-Core zum Einsatz.

Ein Vorteil bei den dSPACE Produkten besteht darin, Testfälle zwischen HIL und MIL einfach wiederzuverwenden. Mit dieser Vorgehensweise wurden schnell Probleme gelöst, die im tatsächlichen Fahrzeug aufgetreten sind. Die HIL-Umgebung, die näher am Fahrzeug ist, wird verwendet, um die Probleme zu analysieren und Gegenmaßnahmen zu entwickeln. Dann werden die Gegenmaßnahmen auf die Modelle übertragen, um die Auswirkungen per MIL-Simulation zu prüfen. Durch die Wiederverwendung der HIL-Testfälle konnten die Entwickler eine Reihe von Prüfprozessen sehr effizient durchführen. Um Fahrzeugprobleme zu reduzieren, untersuchen wir derzeit Möglichkeiten, MIL in frühen Stadien, also auf der linken Seite des V-Entwicklungszyklus, noch effektiver zu nutzen. ■

*Satoshi Komori,
Keisuke Yayoi,
Mazda*

Satoshi Komori

Satoshi Komori ist stellvertretender Leiter der Steuergeräte-Entwicklung für Antriebsstränge bei Mazda in Hiroshima, Japan.



Keisuke Yayoi

Keisuke Yayoi entwickelt neue Reglerkonzepte für Benzinmotoren in der Antriebsstrang-Entwicklung von Mazda in Hiroshima, Japan.



Das Mazda-Team

Mitglieder der HIL- und MIL-Teams, die an den SKYACTIV-Steuersystemen gearbeitet haben: Yoichi Teraoka, Yasuhiro Doi, Keisuke Yayoi, Satoshi Komori, Takuro Miyoshi (v.l.n.r.).





Prozess für funktionale Sicherheit

Modellbasierte Softwareentwicklung für elektrifizierte
Antriebsstränge nach ISO 26262



Für die Realisierung sicherheitsrelevanter Fahrzeugfunktionen hat die Siemens-Division Drive Technologies ihre klassische Softwareentwicklung um die modellbasierte Entwicklung erweitert. Hierfür wurde ein eigener Prozess auf Basis von dSPACE TargetLink mit Unterstützung des strategischen dSPACE TargetLink Partners Model Engineering Solutions GmbH definiert, der den Anforderungen der Norm ISO 26262 („Road Vehicles – Functional Safety“) genügt.



Sicherheitsrelevante Software im Fahrzeug

Viele Zulieferer der Automobilindustrie entwickeln sicherheitsrelevante Software modellbasiert oder stehen vor der Herausforderung, ihre Softwareentwicklung zukünftig um modellbasierte Verfahren zu erweitern. Die modellbasierte Entwicklung bringt viele bereits belegte Vorteile mit sich wie höhere Qualität und einfachere Wartbarkeit der Software. Mit Einführung der neuen Norm ISO 26262 steht nun ein internationaler Standard für die funktionale Sicherheit von Elektrik/Elektronik-Systemen in Fahrzeugen zur Verfügung. Die ISO 26262 ist eine Ableitung der Sicherheitsnorm IEC 61508, angepasst an die spezifischen Gegebenheiten im Automobil. Im Gegensatz zur IEC-Norm geht die ISO 26262 konkret auf die modellbasierte Entwicklung ein. Dieser neue Standard stellt klare Anforderungen daran, was die Entwicklung für sicherheitsrelevante Software im Fahrzeug leisten muss, um deren funktionale Sicherheit im Hinblick auf unterschiedliche Automotive Safety Integrity Levels (ASIL, klassifiziert in Stufen von A bis D) zu gewährleisten. Die Frage, wie dies im Detail umzusetzen ist, bleibt durch den Standard weitgehend unbeantwortet. Die Praxis hat gezeigt, dass es für die Anwendung der Norm kein allgemeingültiges Vorgehensmodell gibt, sondern nur projektspezifische Lösungen zum Erfolg führen. Diese berücksichtigen die vorhandenen Prozesse und Toolketten der jeweiligen Organisation.

Elektrische Fahrzeugkomponenten von Siemens

Siemens Drive Technologies entwickelt, produziert und vermarktet Schlüsselkomponenten für elektrisch angetriebene Fahrzeuge, und zwar projektbasiert, je nach den spezifischen Anforderungen der Kunden aus der Automobilindustrie. Das Portfolio reicht dabei von Elektromotoren

(Abbildung 1) und Leistungselektronik bis zur intelligenten On-Board-Ladetechnik. Für Softwarefunktionen wurde bereits ein klassischer Entwicklungsprozess etabliert, der sich maßgeblich an dem in der Softwareentwicklung weit verbreiteten V-Modell orientiert. Dieser Entwicklungsprozess berücksichtigt die Vorgaben von Automotive SPICE (aSPICE: eine für das Automotive-Umfeld speziell angepasste Version des internationalen Standards ISO/IEC 15504 „SPICE“) und CMMI-Dev (Capability Maturity Model Integration for Development). Die Einhaltung dieser beiden Reifegradmodelle wird von nahezu allen Fahrzeugherstellern gefordert und ist daher essentiell.

Anforderungen an die modellbasierte Entwicklung sicherheitsrelevanter Software

Siemens Drive Technologies hatte die Anforderung, die modellbasierte Entwicklung in die vorhandene klassische Entwicklung optimal zu integrieren, da zukünftig vermehrt sicherheitsrelevante Fahrzeugfunktionen modellbasiert mit MATLAB®/Simulink®/Stateflow® und dSPACE TargetLink® entwickelt werden sollen. Dazu mussten mehrere Kriterien erfüllt sein:

- Definieren eines ISO-26262-konformen Prozesses für die modellbasierte Entwicklung, der sich optimal in die

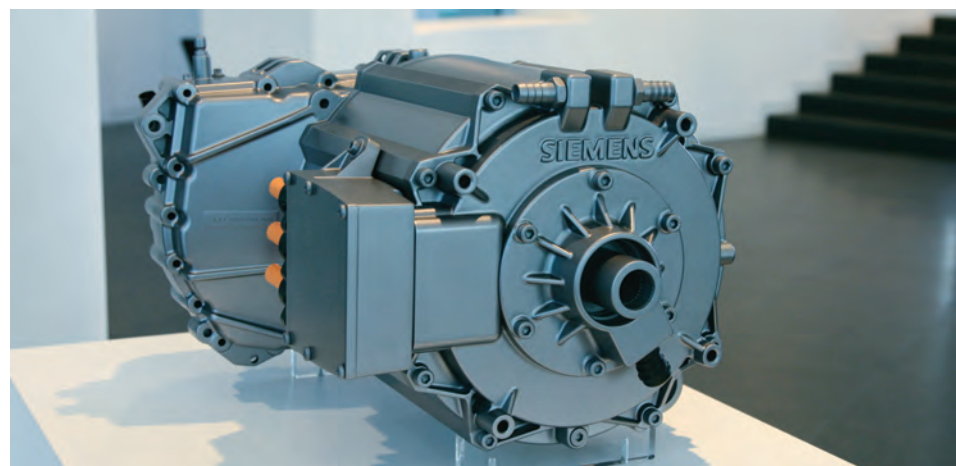
vorhandene Prozesslandschaft einfügt, die verfügbaren Werkzeuge berücksichtigt und keine der geforderten Prozesseigenschaften (z. B. aSPICE-Konformität) verletzt.

- Berücksichtigen aller Anforderungen aus ASIL A bis D mit Fokus auf Teil 6 des ISO-Standards (Produktentwicklung: Softwareebene).
- Definieren der Vorgehensweisen und Entwurfsmuster für den Entwurf von Modellarchitekturen mit Simulink und TargetLink im Rahmen der ISO 26262.
- Sicherstellen, dass alle funktionalen Anforderungen bis in den generierten Code hinein zurückverfolgt werden können (Requirements Traceability).
- Gewährleisten, dass bereits auf Modellebene gegen die Anforderungen getestet werden kann, also noch bevor der generierte Code überhaupt vorliegt.

Planung einer projektspezifischen, ISO-26262-konformen Umsetzung

Für die Umsetzung der Anforderungen hat Siemens Drive Technologies als professionellen Partner die Model Engineering Solutions GmbH (MES) beauftragt. MES ist TargetLink Strategic Partner und berät die Industrie im Bereich der Qualitätssicherung eingebetteter Software im Automobil. MES bietet dSPACE Partner-Dienstleistungen

Abbildung 1: Permanenterregter Synchronmotor für automotive Anwendungen.



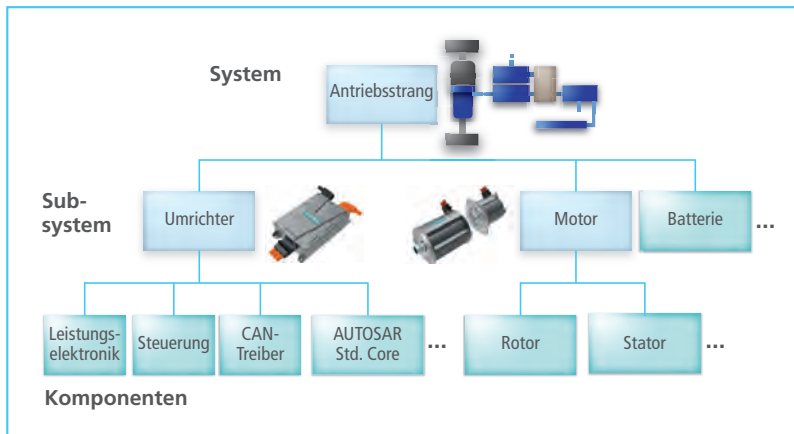


Abbildung 2: Systemzerlegung und Definition der Ebenen eines elektrischen Antriebsstrangs.

rund um die ISO-26262-konforme Entwicklung an, u.a. GAP-Analyse (Identifizierung strategischer und operativer Lücken), Prozessmodellierung, Prozesshandbücher und Unterstützung bei der Prozessimplementierung. MES hat sich im Rahmen zahlreicher Serienprojekte einen umfassenden Überblick verschafft, wie sicherheitsrelevante Software für das Automobil in Deutschland entwickelt wird und wie die Anforderungen der ISO 26262 insbesondere in modellbasierten Softwareprojekten umzusetzen sind.

Modellbasierter Entwicklungsprozess bei Siemens Drive Technologies

Die ISO-26262-konforme Softwareentwicklung erfolgt im Bereich der elektrifizierten automotiven Antriebsstränge von Siemens Drive Technologies. Das komplexe System Antriebsstrang lässt sich in verschiedene Subsysteme und die zugehörigen Systemebenen zerlegen (Abbildung 2). Auf der Subsystemebene befinden sich der Umrichter (Inverter), der den Fluss der elektrischen Energie zwischen Batterie (Gleichspannung) und Motor (Wechselspannungen) realisiert, und der Motor, der anschließend die elektrische in mechanische Energie wandelt. Die Subsysteme wiederum bestehen aus Komponen-

ten, beispielsweise dem Stator des Motors oder der Steuerelektronik des Umrichters. Die Runtime-Software, die auf dieser Steuerelektronik ausgeführt wird, befindet sich eine Ebene unterhalb der Komponentenebene, der sogenannten Modulebene. Die Software selbst (nicht dargestellt) gliedert sich in zahlreiche Softwaremodule, die wiederum in mehrere Softwarefunktionen unterteilt werden können. Einige dieser Funktionen werden, auf Basis des hier vorgestellten Prozesses, zukünftig modellbasiert entwickelt.

Der Softwareentwicklungsprozess

Die code- und modellbasierte Softwareentwicklung erfolgt nach dem V-Modell (Abbildung 3). Ausgangssituation für die Modulentwicklung

sind die Anforderungen für ein Softwaremodul, wie beispielsweise die Momentenregelung des elektrischen Antriebs. Im Systementwicklungsprozess entstehen diese Anforderungen durch schrittweise Verfeinerung der Kundenanforderung bis auf die entsprechende Systemebene (hier: Modulebene). Den Entwurfsphasen stehen geeignete Testphasen gegenüber, um den Reifegrad der Funktionsmodelle und -software abzusichern.

Phasen des modellbasierten Entwicklungsprozesses

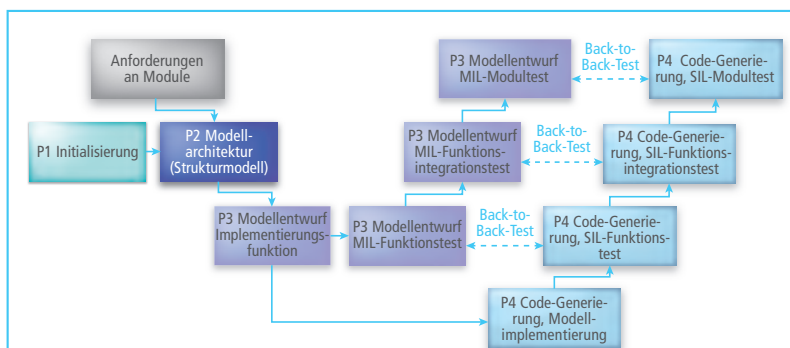
Dieser modellbasierte, ISO-26262-konforme Entwicklungsprozess besteht aus vier Kernphasen:

Phase 1 – „Initialisierung“:

Diese Phase umfasst alle vorbereitenden Maßnahmen vor Projektstart wie Kick-off-Meeting, Aufsetzen der Entwicklungsumgebung, Definition der Anforderungen an das Umgebungsmodell sowie Festlegung und Zuweisung von Rollen und Verantwortlichkeiten. Die klassischen Rollen aus der Softwareentwicklung, wie Software Engineer, Softwarearchitekt usw., wurden hier um neue Rollen für die modellbasierte Entwicklung erweitert, wie beispielsweise den Model Engineer für die Funktionsmodellierung in Simulink.

Als Anforderung der ISO-Norm wird in dieser initialen Phase zum Beispiel die Auswahl der projektrelevanten

Abbildung 3: V-Modell für modellbasierte SW-Entwicklung bei Siemens Drive Technologies (Auszug).



Modellierungsrichtlinien festgelegt (vgl. ISO 26262-6, §5.4.7), die mit dem Model Examiner (MXAM) automatisiert überprüft werden können.

Phase 2 – „Modellarchitektur“:

Hier werden die Anforderungen für ein zu entwickelndes Softwaremodul oder eine Softwarefunktion in funktional zusammenhängende Einheiten gekapselt, ein geeignetes Umgebungsmodell ausgewählt und das Testkonzept für die Komponente im Hinblick auf den Modelltest verfeinert. Kernaktivität dieser Phase ist jedoch die Definition und Umsetzung der Modellarchitektur durch den Modellierer und den Softwarearchitekten. Die entworfene Modellarchitektur inkl. der Schnittstellen wird durch das Strukturmodell abgebildet, das aus leeren, miteinander verbundenen Simulink-Subsystemen besteht.

Dieses Strukturmodell definiert somit bereits das Grundgerüst für die Softwarearchitektur, die später durch TargetLink-Subsysteme und -Funktionen definiert wird. Hinsichtlich der Modell- bzw. Softwarearchitektur stellt die ISO-Norm beispielsweise folgende Anforderungen (siehe ISO 26262-6, §7.4, Tab. 3):

- Hierarchische Struktur und geringe Komplexität der Softwarekomponenten
- Geringe Größe bzw. Komplexität von Schnittstellen
- Hohe Kohäsion innerhalb der SW-Komponenten
- Eingeschränkte Kopplung der SW-Komponenten

Diese Anforderungen werden durch unterschiedliche Vorgehensweisen erfüllt, wie (1) die Anwendung von Designpatterns für die Modellarchitektur, (2) durch Review der Architektur sowie (3) toolgestützt durch

zwischen Modell und Code (vgl. ISO 26262-6, Tabelle 10 und 13). Das Testkonzept des Moduls bzw. der Funktion wird in dieser Phase entsprechend erweitert.

Phase 3 – „Modelldesign“:

In dieser Phase werden die funktionalen Anforderungen für das Modul und die Funktionen im Strukturmodell ausmodelliert. Es entsteht das sogenannte Funktionsmodell. Zudem wird das Modul entsprechend dem Testkonzept im Model-in-the-Loop-Modus (MIL) als Simulink-Simulation in „double-precision“ gegen

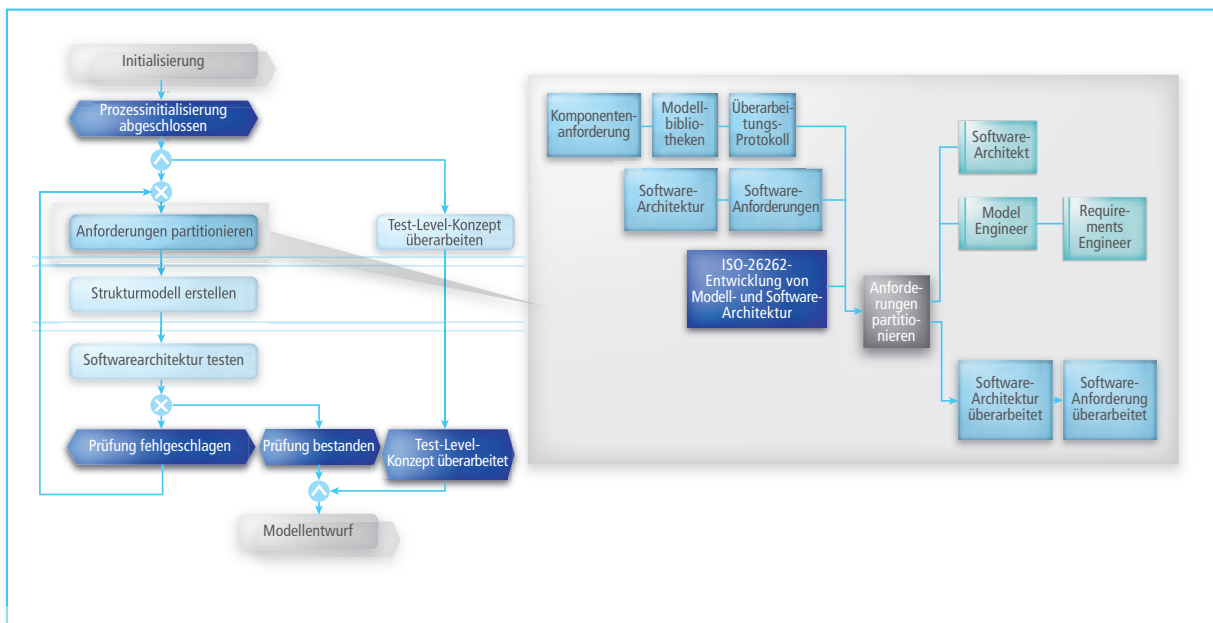
„Eine durchgängige Toolkette, bestehend aus spezialisierten Entwicklungswerkzeugen, ist für einen ISO-26262-konformen Entwicklungsprozess unabdingbar.“

Dr. Ingo Stürmer, MES

den Einsatz von M-XRAY zur Messung und Bewertung der Modellkomplexität. Die ISO 26262 stellt weiterhin Anforderungen an das Testen der Softwaremodule und -funktionen wie beispielsweise anforderungsbasiertes Testen, Schnittstellentest und Back-to-Back-Test

die zugehörigen Anforderungen getestet. Dies hat den Vorteil, dass bereits auf einer abstrakten Ebene nachgewiesen werden kann, ob das Verhalten des Modells den Anforderungen entspricht – bevor der Code überhaupt vorliegt (Ziel: frühzeitiges Testen). Das Funktionsmodell stellt

Abbildung 4: Beispielmodellierung der Phase 2 „Modellarchitektur“ mit Detaildarstellung des Schritts „Anforderungen partitionieren“.



somit eine ausführbare Spezifikation der funktionalen Anforderungen dar. Die ISO Norm stellt hierbei insbesondere Anforderungen an das Design der Softwaremodule und -funktionen, wie z.B. die Verwendung einer geeigneten Notation. Dabei erfüllt bereits die Verwendung von Simulink bzw. TargetLink die Anforderung an eine semi-formale Notation für ASIL-B- bis -D-Komponenten (vgl. ISO 26262-6, Tabelle 7). Neben diesen High-Level-Anforderungen an die Notation werden aber ganz konkrete Maßnahmen zur Fehlerprävention gefordert, wie beispielsweise die Vermeidung impliziter Typkonvertierungen (vgl. ISO 26262-6, Tabelle 8).

Phase 4 – „Codegenerierung“:

In der Implementierungsphase wird das Funktionsmodell mit den für die Codegenerierung mit TargetLink benötigten Informationen angereichert (Funktionspartitionierung, Zahlendarstellung, Datentypen, lokale/globale Variablen etc.). Projektabhängig kann diese Phase weitere Unterphasen beinhalten, wenn beispielsweise zuvor ein reines Simulink-Funktionsmodell verwendet wurde, das zunächst noch in ein TargetLink-Modell umgewandelt werden muss. Die Testergebnisse des generierten Codes als Software-in-the-Loop-Simulation (SIL) werden im Rahmen eines Back-to-Back-Tests gemäß ISO 26262 mit den Ergebnissen des MIL-Tests des Funktionsmodells verglichen. Sobald der generierte Code getestet vorliegt, werden die modellbasierten Entwicklungsaktivitäten wieder mit der codebasierten Softwareentwicklung zusammengeführt, d. h. beispielsweise, dass die Testaktivitäten für den Integrationstest mehrerer Module oder Funktionen bis zum Systemtest wieder den gängigen Vorgehensweisen für die Codeverifikation folgen. Hier kommen die oben genannten Testmethoden wie anforderungsbasiertes Testen, Schnittstellentest und Back-to-Back-Test wieder



zum Einsatz, die für den Integrationstest spezifische Überdeckungsmaße erfüllen sollen, wie Function Coverage und Call Coverage (siehe ISO 26262-6, Tabelle 15).

Prozessmodellierung der modellbasierten Entwicklung nach ISO 26262

Entwicklungsprozesse werden bei Siemens Drive Technologies einheitlich und werkzeuggestützt mit ARIS modelliert. Alle notwendigen Prozessschritte zur modellbasierten Entwicklung von Programmcode gemäß ISO 26262 werden so vollständig dokumentiert. Die Dokumentation erfolgt in mehreren sukzessiv aufeinander aufbauenden Dokumentationsstufen, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

Die Phase „Modellarchitektur“ (Abbildung 4) des Entwicklungsprozesses lässt sich verkürzt als sog. ereignisgesteuerte Prozesskette darstellen (Abbildung 4, links). Erst die detaillierte Darstellung (Abbildung 4, rechts) zeigt, welche Rolle beispielsweise im Prozessschritt „Anforderungen partitionieren“ auf Basis welcher Dokumente den Prozessschritt im Sinne der Entwicklungsergebnisse und der Anforderungen der ISO 26262 durchführt.

Prozesshandbuch für die modellbasierte Entwicklung

Neben der grafischen Darstellung der Prozessschritte für die modellbasierte

Softwareentwicklung wird bei Siemens Drive Technologies der Entwicklungsprozess ausführlich in einem Prozesshandbuch erläutert. Das Handbuch beinhaltet definierte Prozessschritte mit detaillierten Handlungsanweisungen für alle beteiligten Personen. Zusätzlich enthält das Handbuch separate Kapitel zu den für die modellbasierte Entwicklung relevanten Themen wie z. B. modellbasiertes Testen, Design der Modellarchitektur und Anforderungen der ISO 26262 an den Softwareentwicklungsprozess.

Für die Beschreibung jedes einzelnen Prozessschritts wurde dabei eine Struktur gewählt, die die Informationen so aufbereitet, dass sich der Prozessanwender oder ein anderer Interessierter schnell orientieren kann und Informationen leicht findet. Die für das Prozesshandbuch gewählte Kapitel- und Unterkapitelstruktur beinhaltet für jede Prozessphase fünf Punkte (Abbildung 5), wie hier am Beispiel „Modellarchitektur“ erläutert:

1. Ziele:

Definiert, welche Ziele durch die Prozessphase erreicht werden sollen. Für die Phase „Modellarchitektur“ bedeutet dies die funktionale Dekomposition der Anforderungen in Teile, die durch eine Hierarchie von Softwarefunktionen realisiert werden können. Hier muss bereits die Softwarearchitektur berücksichtigt wer-



Abbildung 5: Struktur fundamentaler Themen und Prozessschritte für jede Prozessphase des ISO-26262-konformen Entwicklungsprozesses bei Siemens Drive Technologies.

den, die später durch das TargetLink-Modell definiert wird, um einen zeitaufwändigen Umbau des Funktionsmodells in ein Implementierungsmodell zu vermeiden. Ein weiteres Ziel ist die Verfeinerung des Testkonzepts für das Modul (Abbildung 4).

2. Eingangskriterien:

Definiert, welche Informationen und Arbeitsprodukte (Work Products) zu Beginn der Aktivität verfügbar sein müssen. Um die Ziele der Phase „Modellarchitektur“ zu erreichen, müssen z.B. die im übergeordneten Systementwicklungsprozess erstellte Komponenten-Anforderungs-Spezifikation und die initiale Version der Software-Anforderungs-Spezifikation vorliegen.

3. Aktivitäten (im Detail):

Beschreibt die Prozessschritte detailliert – was ist von wem durchzuführen, welche Arbeitsprodukte werden benötigt und welche erstellt. Bei der Beschreibung der einzelnen Aktivitäten wird, wie bereits im Kontext zu Abbildung 4 erläutert, insbesondere auf die ISO-26262-relevanten Anforderungen verwiesen. Diese beziehen sich beispielsweise auf die Softwarearchitektur, die Testmethoden, den Reviewprozess usw.

4. Arbeitsprodukte:

Enthält die Zusammenfassung aller in den einzelnen Schritten der Pro-

zessphase entstehenden Arbeitsprodukte (Work Products), also auch jener mit ISO-26262-Relevanz, wie z.B. das Test Level Konzept und die Überarbeitungsprotokolle.

5. Erfolgskriterien:

Führt die Kriterien auf, die erfüllt sein müssen, damit der Prozessschritt als

„Der vom TÜV SÜD anerkannte TargetLink-Referenzworkflow hat es uns erleichtert, einen ISO-26262-konformen modellbasierten Entwicklungsprozess rund um dSPACE TargetLink aufzusetzen.“

Dr. Heiko Zatocil, Siemens

„erfolgreich abgeschlossen“ bewertet und der nächste Schritte begonnen werden kann. Für die Modellarchitektur wären dies unter anderem, dass die Modellarchitektur im Strukturmodell umgesetzt ist und letzteres mit dem Umgebungsmodell erfolgreich integriert wurde.

Ein Glossar mit allen wichtigen Begriffen, speziell die der modellbasierten Entwicklung, erleichtert den Einstieg. Die einzelnen Kapitel des Handbuchs sind in sich geschlossen und können auch unabhängig von der Beschreibung des Prozesses gelesen werden. Ein weiterer wichtiger Bestandteil des Prozesshandbuchs ist die Erläuterung, wie und mit welchen Werkzeugen

die von der Norm empfohlenen Methoden für die modellbasierte Entwicklung umgesetzt werden sollen.

ISO-26262-konformer Prozess und Toolkette

Zentral für die praxisrelevante Definition und Umsetzung des Prozesses war die externe Unterstützung durch MES: Hier wurde mit dem Wissen, was funktioniert und was nicht, wertvolles Know-how von extern eingeholt. Ebenso trugen Erfahrungen aus unterschiedlichen Siemens-Projekten zum Erfolg bei. Dazu wurden Experten für Prozessmodellierung eingebunden, die den umfassenden Systementwicklungsprozess bei Siemens gestalten. Dabei wurde deutlich, dass eingeführte Prozesse, die transparent organisiert und für sicherheitsrelevante Aspekte optimiert sind, schon elementare Anforderungen eines ISO-26262-gerechten Vorgehens erfüllen können.

In gleicher Weise müssen die verwendeten Software-Tools geeignet sein, hohe Produktqualität und ISO-Konformität zu gewährleisten. So ist der Code-Generator TargetLink bereits für den Einsatz in sicherheitsrelevanten Entwicklungsprojekten bis hin zu ASIL D durch den TÜV SÜD qualifiziert. Grundlage hierfür ist die Einhaltung des von dSPACE veröffentlichten TargetLink-Referenzworkflows, der die Best Practices für die Modell- und Codeabsicherung für TargetLink beschreibt. Dieser Workflow wurde im Siemens-Entwicklungsprozess integriert. Von MES wurde der Model Examiner (Functional Safety Solution) zur Richt-

linienkonformität der Modelle und M-XRAY zur Messung und Beherrschung der Modellkomplexität eingesetzt. Damit wurden bereits durch den Einsatz von Werkzeugen wichtige Anforderungen der ISO-Norm an die modellbasierte Entwicklung erfüllt (vollständige Abdeckung von Teil 6, §5.4.7, Tabelle 1). Es hat sich gezeigt, dass die bei Siemens eingesetzte Werkzeugkette geeignet ist, den in der Norm definierten Prozess projektspezifisch mit Leben zu füllen. Die bei Siemens entwickelte Werkzeugkette realisiert darüber hinaus bidirektionale Traceability von den Anforderungen über den hier beschriebenen Code-Generator bis in den Test.

Frühere Tests und deutlich verbesserte Entwicklungssicherheit

Mit der neuen ISO 26262 wird die modellbasierte Entwicklung als qualitativ hochwertige Vorgehensweise bei der Entwicklung sicherheitsrelevanter Software für das Automobil hervorgehoben.

Die Prozesserweiterung der codebasierten um die modellbasierte Entwicklung bringt wesentliche Vorteile, da die Software frühzeitig und mit besserer Methoden- und Werkzeugunterstützung abgesichert werden kann. Eine firmenspezifische Anpassung der internen Prozesse an die Anforderungen der Norm ist hierfür notwendig. Siemens Drive Technologies hat bereits erste sicherheitsrelevante Softwarekomponenten nach dem neuen Vorgehensmodell erfolgreich entwickelt. Die modellbasierte Entwicklung wird neben der klassischen Entwicklung eine immer wichtigere Rolle einnehmen und findet durch die Einhaltung ISO-26262-konformer Prozessschritte zunehmende Verbreitung. ■

David Brothanek, Dr. Martin Jung, Verena Jung, Michael Krell, Reinhard Pfundt, Dr. Elke Salecker, Dr. Ingo Stürmer, Dr. Heiko Zatocil



David Brothanek
David Brothanek ist Senior Manager und Spezialist mit Schwerpunkt Prozessmodellierung, -optimierung und -implementierung bei der Headframe IT GmbH in Essen, Deutschland.



Dr. Martin Jung
Dr. Martin Jung ist Leiter des Bereichs Software- und Systementwicklungsberatung der develop group in Erlangen, Deutschland, und hält einen Lehrauftrag für Softwarearchitektur an der FAU Erlangen, Deutschland.



Verena Jung
Verena Jung ist Teamleiterin für den Bereich Integration und Test und unter anderem verantwortlich für die Koordination der Testaktivitäten in der Software- und Komponentenentwicklung bei der Siemens AG in Erlangen, Deutschland.



Michael Krell
Michael Krell ist Functional Safety Manager bei der Siemens AG in Erlangen, Deutschland. Er unterstützt bei der Umsetzung der ISO-Anforderungen in den Projekten.



Reinhard Pfundt
Reinhard Pfundt ist als Software-Manager verantwortlich für die Planung und Koordination der Software für Frequenzrichter, DC/DC-Wandler und On-Board-Ladegeräte bei der Siemens AG in Erlangen, Deutschland.



Dr. Elke Salecker
Dr. Elke Salecker ist Senior Software Consultant bei der Model Engineering Solutions GmbH in Berlin, Deutschland. Sie ist Expertin für modellbasierte Softwareentwicklung nach ISO 26262 und unterstützt Kunden bei der Prozessdefinition und -implementierung.



Dr. Ingo Stürmer
Dr. Ingo Stürmer ist Gründer und CEO der Model Engineering Solutions GmbH in Berlin, Deutschland. Er ist anerkannter Spezialist für Entwicklungsprozesse mit dSPACE TargetLink und hilft Kunden, ihre modellbasierten Entwicklungsprozesse zu optimieren und firmenspezifische Toolketten nach ISO 26262 zu qualifizieren.



Dr. Heiko Zatocil
Dr. Heiko Zatocil ist Leiter der Funktionsentwicklung bei der Siemens AG in Erlangen, Deutschland, und treibt dort die modellbasierte Softwareentwicklung maßgeblich voran. Er initiierte und koordinierte die Erstellung des beschriebenen Prozesses.



Bordcomputer von Satelliten müssen eine Vielzahl von Überwachungs- und Steuerungsaufgaben bewältigen. In den Entwicklungsprozess der komplexen Bordcomputer-Software hat Thales Alenia Space den Code-Generator TargetLink von dSPACE integriert. Diese Arbeitsweise hat sich bereits in zwei Projekten bewährt.

Der Erdorbit – eine raue Umgebung

Für elektronische Bauelemente ist der Weltraum trotz seiner Leere ein äußerst unfreundlicher Ort. Die Elektronik an Bord eines Satelliten muss nicht nur die extremen Temperaturschwankungen von ca. 300 °C zwischen Sonne und Schatten verkraften,

sondern auch einem ständigen Bombardement geladener Sonnenwindpartikel und anderer kosmischer Strahlung standhalten. Eine seit Jahren wachsende Gefahr sind auch eventuelle Einschläge von Weltraumschrottpartikeln. Bei Satelliten auf niedrigen Umlaufbahnen kommt die

Reibung an den selbst noch jenseits von 200 km Höhe vorhandenen Atmosphärenpartikeln hinzu, die den Satelliten abbremsen. All diese Einflussfaktoren erfordern eine sorgfältige Überwachung und Steuerung sämtlicher Bordsysteme. Eine zentrale Rolle spielt dabei das Lage- und Bahn-

Um alle Bordsysteme zuverlässig zu steuern, muss die Elektronik von Satelliten den besonderen Bedingungen im Weltraum gewachsen sein, vor allem Kälte, Hitze und Strahlung (Foto: NASA).

Projekt Orbit

Automatische Generierung von Satelliten-Software mit TargetLink

regelungssystem (Attitude Orbit Control System, AOCS), denn es sorgt für das Einhalten des Orbits und die Ausrichtung des Satelliten.

Harte Randbedingungen für Satelliten-Software

Die besonderen Bedingungen im Weltraum stellen hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Satellitensoftware und machen ihre Entwicklung und Wartung zu einer schwierigen Aufgabe:

- Die Leistung von Bordcomputern ist im Vergleich zu aktuellen Computern gering. Grund ist die erforderliche Unempfindlichkeit der Hardware gegen Strahlung. Diese Eigen-

schaft bieten nur grob strukturierte Mikrochips, die dementsprechend leistungsschwach sind. Typisch sind niedrig getaktete CPUs (20 MHz) sowie wenig Speicher (4 MB RAM).

- Weil der Satellit im Orbit nicht zugänglich ist, muss die Fernwartung per Funk (Übertragung von Patches) möglich sein.
- Die Software muss eine Vielzahl

unterschiedlicher Schnittstellen an Bord verwalten und zusätzlich auch die Verbindung zur Bodenstation aufrechterhalten. Dieser komplexe Datenfluss erfordert eine fein abgestimmte Architektur.

Gute Gründe für automatische Code-Generierung

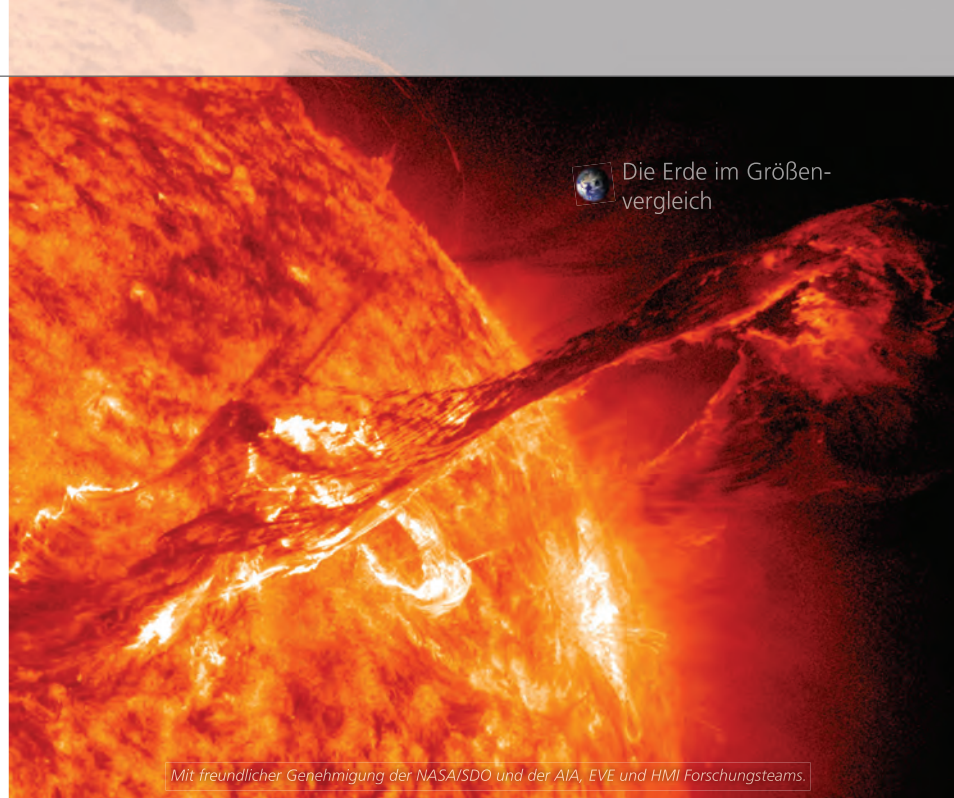
Weil die traditionelle Handprogram-

„Die Evaluierung mehrerer Code-Generatoren zeigte, dass TargetLink von dSPACE für unsere Anforderungen am besten geeignet ist.“

Arnaud Dupuy, Thales Alenia Space

Über Thales Alenia Space

Thales Alenia Space ist ein Joint Venture von Thales und Finmeccanica, das in seiner jetzigen Form im Jahr 2007 ins Leben gerufen wurde. Das Unternehmen ist spezialisiert auf die Entwicklung von Satelliten für Telekommunikation, Navigation und Erdbeobachtung. Insgesamt arbeiten 7.500 Mitarbeiter in Frankreich, Italien, Spanien, Belgien und Deutschland für Thales Alenia Space. Der Hauptsitz des Unternehmens befindet sich im französischen Cannes.



Die Erde im Größenvergleich

Mit freundlicher Genehmigung der NASA/SDO und der AIA, EVE und HMI Forschungsteams.

Abbildung 1: Eine Ursache für Störungen der Satellitenelektronik können Sonneneruptionen sein, die geladene Teilchen bis zur Erde schleudern (das Foto zeigt eine größere Eruption vom 31. August 2012).

mierung von Satelliten-Software Anfang des Jahrtausends immer mehr Schwächen offenbarte (z.B. bei Rückfragen zu früheren Projekten oder auch hinsichtlich der Software-Wartung), begann Thales Alenia Space im Jahr 2004 mit der Begutachtung von Software-Werkzeugen zur automatischen Code-Generierung. Ziel war das Aufsetzen eines Prozesses, der den verschiedenen Entwickler-

teams den Informationsaustausch in einem definierten, eindeutigen Format erlaubt. Gleichzeitig musste eine klare Trennung der Zuständigkeiten von Funktionsentwicklung und Software-Entwicklung möglich sein. Dies führte zu der Entscheidung, für den neuen Prozess die modellbasierte Entwicklung auf Basis von Simulink® in Verbindung mit einem automatischen Code-Generator zu verwenden.

Testsieger TargetLink

Thales Alenia Space hat mehrere Code-Generatoren auf ihre Eignung untersucht. Der zukünftige Code-Generator sollte diverse Kriterien erfüllen: Neben der beschriebenen Arbeitsweise war eines der wichtigsten Kriterien die Flexibilität hinsichtlich Benennungsregeln, Code-Struktur und Funktionsschnittstellen, damit die Integration in die bestehende Codierungslandschaft möglich war. Andere Kriterien waren die Lesbarkeit und Zuverlässigkeit des erzeugten Codes. Im Zuge der Evaluierung mehrerer Code-Generatoren zeigte sich, dass TargetLink® die Bewertungskriterien bei Thales Alenia Space am besten erfüllt. Überzeugt haben unter anderem die zahlreichen Möglichkeiten zur Anpassung des erzeugten Codes, die sich intuitiv über die grafische Benutzeroberfläche von TargetLink bedienen lassen, sowie die Unterstützung für Strukturen, Zeiger und Zugriffsfunktionen. Die Trennung

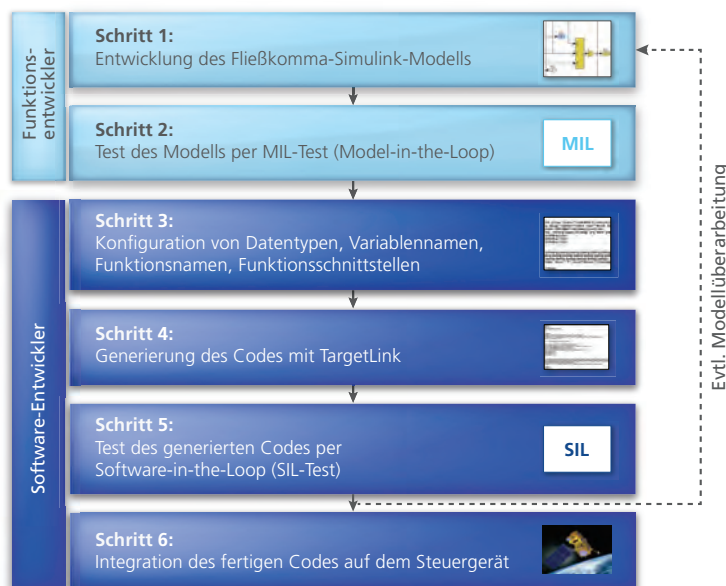


Abbildung 2: Der klar strukturierte Entwicklungsprozess sorgt für eine saubere Trennung von Zuständigkeiten, einen eindeutigen Informationsfluss und eine vollständige Nachvollziehbarkeit aller Arbeitsschritte.

zwischen Simulink-Datentypen für die Simulation und TargetLink-Datentypen für die Code-Generierung erlaubt es außerdem, dass verschiedene Entwicklungsteams, beispielsweise Funktionsentwickler einerseits und Software-Entwickler andererseits, mit den gleichen Modellen arbeiten („Round-Trip“-Arbeitsweise).

Aufgeräumter Entwicklungsprozess

Im ersten Schritt entwickeln die Funktionsentwickler ein Fließkomma-Simulink-Modell, das sie im zweiten Schritt per MIL-Test (Model-in-the-Loop-Test) überprüfen (Abbildung 2). Danach übergeben die Funktionsentwickler das Modell an die Software-Entwickler, die im dritten Schritt Datentypen, Variablennamen, Funktionsnamen sowie Funktionsschnittstellen konfigurieren. Im vierten Schritt folgt die automatische Code-Generierung mit TargetLink und anschließend im fünften Schritt der SIL-Test (Software-in-the-Loop-Test). Falls das Ergebnis des SIL-Tests eine Überarbeitung des Modells notwendig erscheinen lässt, geben die Software-Entwickler das Modell zurück an die Funktionsentwickler. Gerade an dieser Stelle zeigt sich die Stärke des neuen Prozesses, denn obwohl es für das Modell nun „zurück auf Anfang“ heißt, ist die von den Software-Entwicklern bisher geleistete Arbeit nicht verloren – dank der sauberen Definition der Übergabeformate und Arbeitsschritte.

Sobald alle Modellüberarbeitungen abgeschlossen sind und der SIL-Test erfolgreich durchlaufen wurde, folgt im abschließenden sechsten Schritt die Integration des fertigen Codes auf dem Steuergerät.

Bewährungsproben bestanden

Das erste Projekt mit TargetLink war die Entwicklung der Software für zwei Infrarot-Erdbeobachtungssatelliten („SPIRALE“), die 2009 mit einer Ariane 5 in die Umlaufbahn starteten.

Bisherige Projekte von Thales Alenia Space mit TargetLink




Projekt „SPIRALE“ (zwei baugleiche Zwillings-satelliten)

- Zweck: Erdbeobachtung im Infrarotbereich
- 5.000 Zeilen Code per TargetLink generiert
- Satelliten bereits gestartet (2009)

Projekt „SENTINEL 3“

- Zweck: Temperaturmessung u.a. von Meeres- und Landoberflächen sowie Topographie der Meeres- und Eisoberfläche
- 12.000 Zeilen Code per TargetLink generiert
- Satellitenstart noch für 2013 geplant

Abbildung 3: Der Code-Generator TargetLink hat seine Vorteile bereits in zwei Projekten unter Beweis gestellt.

Im selben Jahr entschied sich Thales Alenia Space, TargetLink auch für das neue Projekt „Sentinel 3“ einzusetzen. Sentinel 3 ist Teil der ESA (European Space Agency)-Mission GMES (Global Monitoring for Environment and Security). Hierfür hat Thales Alenia Space bereits 12.000 Zeilen Code generiert. Der Start von Sentinel 3 ist noch für 2013 geplant.

TargetLink fest etabliert

Der modellbasierte Entwurf und die automatische Code-Generierung haben sich mittlerweile fest bei Thales Alenia Space etabliert. Die Möglichkeit zur Verwendung von Modellen, die von verschiedenen Teams geteilt

werden können, gestaltet die Arbeit sehr effizient. Zudem erlaubt TargetLink die flexible Konfiguration von Code-Struktur und -Benennungsregeln. Dies machte die Integration in das bestehende Umfeld bei Thales Alenia Space möglich, ohne den Code nachträglich zu modifizieren. Die Produktivität hat sich durch den Umstieg auf diese neue Arbeitsweise spürbar gesteigert. Ihre Vorteile werden sich aber noch deutlicher zeigen, sobald bei zukünftigen Projekten frühere Modelle wiederverwendet werden. ■

*Arnaud Dupuy,
Christophe Moreno
Thales Alenia Space*

Arnaud Dupuy

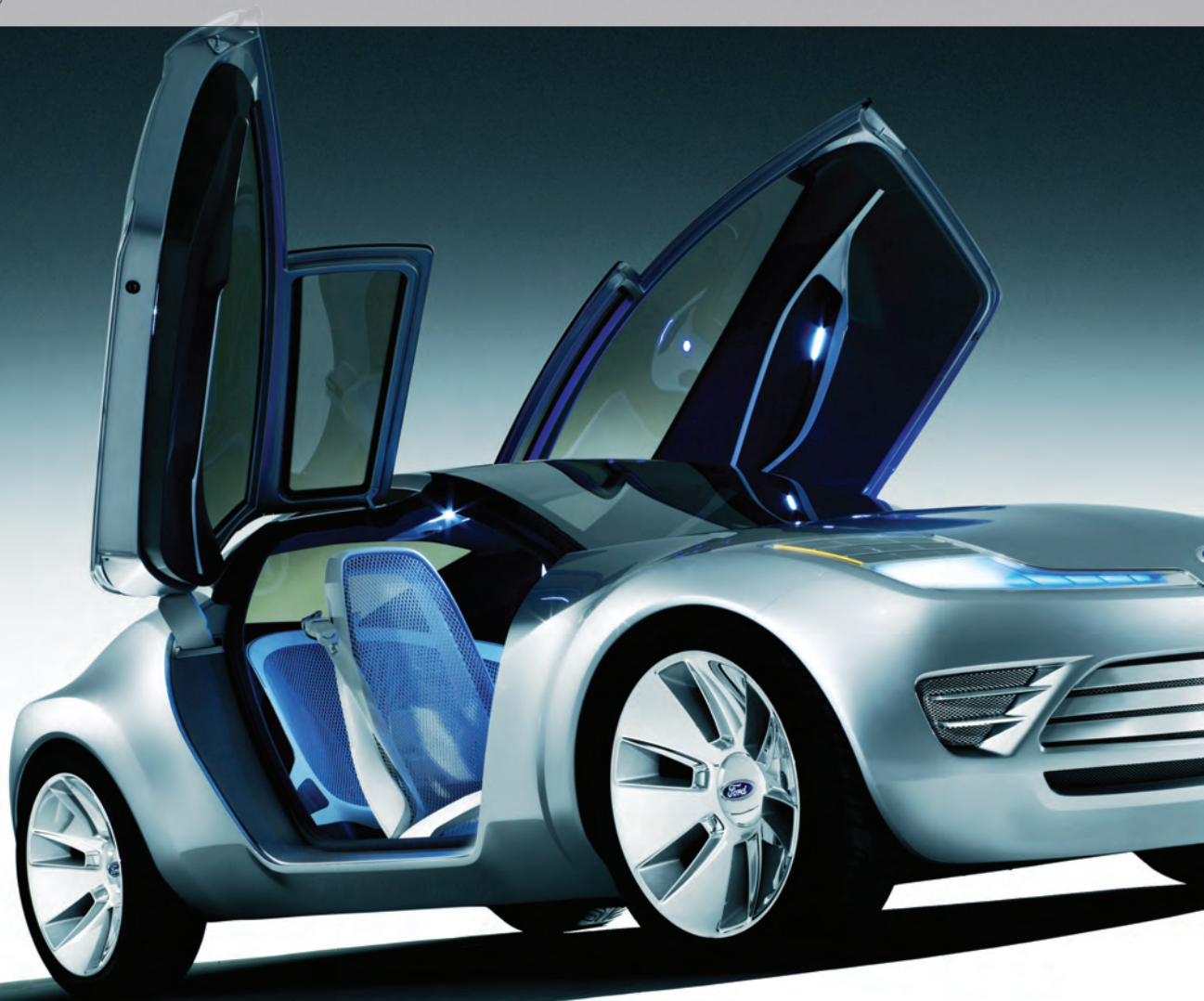
Arnaud Dupuy ist On Board SW Project Manager der Sentinel-3-Plattform bei Thales Alenia Space in Cannes, Frankreich.



Christophe Moreno

Christophe Moreno ist Chief On Board SW Architect des SW Solution Competence Center bei Thales Alenia Space in Cannes, Frankreich.





Aufbau einer Werkzeugkette
für die Entwicklung einer
Brennstoffzellenregelung

Zellen- revolution

Bei der Erforschung von Brennstoffzellen für den Einsatz im Fahrzeug hat Ford in den vergangenen 20 Jahren einen reichen Erfahrungsschatz aufgebaut. Die Forscher haben zahlreiche Konzepte sowohl im Labor als auch auf der Straße erprobt. Dank dieser kontinuierlichen Entwicklungsarbeit nähert sich die Technologie nun ihrer kommerziellen Nutzung.



Brennstoffzellensysteme und Regelung

Brennstoffzellen wandeln chemische Energie direkt in elektrische Energie um. Als Reaktionspartner kommen in der Regel Wasserstoff und Sauerstoff zum Einsatz. Die frei werdenen Elektronen lassen sich z.B. für einen Elektromotor als Fahrzeugantrieb nutzen. Eine elektronische Regelung sorgt für die effiziente Zuführung der Reaktionspartner in die Zelle. Die Regelung überwacht und steuert u.a. Strömungsgeschwindigkeit, Sättigung und Druck.

Herausforderungen an das Regelsystem

Frühe Brennstoffzellen-Fahrzeuge wie der Prototyp „P2000“ besaßen Standard-ECUs, deren I/O speziell auf den Einsatz mit der Brennstoffzelle zugeschnitten war. Diese Architektur ließ wenig Raum zum Experimentieren. Als Ford begann, Regelalgorithmen für Brennstoffzellen intern zu entwickeln, machten die Randbedingungen (u.a. Zeitvorgaben, Ressourcen, Logistik und Budget) den Wechsel von einer Standard-ECU hin zu einem flexiblen Rapid-Prototyping-System notwendig. Das System musste in der Lage sein, die Vielzahl von Ventilen zu steuern, die für die Zufuhr von Sauerstoff, Luft und Wasser innerhalb der Brennstoff-

zelle zuständig sind. Gleichzeitig war eine hohe Anpassungsfähigkeit und Modularität unverzichtbar, denn die I/O-Anforderungen können sich während der Entwicklung elektronischer Systeme jederzeit schnell ändern. Eine weitere Herausforderung war die gleichzeitig vorgesehene Einführung einer rein modellbasierten Arbeitsweise.

Ultimative Flexibilität durch Rapid Control Prototyping

Ford entschied sich für ein Rapid-Control-Prototyping (RCP)-System, bestehend aus einer dSPACE Micro-AutoBox® II und der dSPACE RapidPro Power Unit sowie Simulink® von MathWorks (Abbildung 1). Ausschlaggebend für diese Entscheidung waren die positiven Erfahrungen mit dSPACE RCP-Systemen in verschiedenen Unternehmensbereichen von Ford. Dieses System bietet die gewünschte Flexibilität, denn es lässt sich durch Hinzufügen zusätzlicher I/O- und Schnittstellen-Module, Power Units und Signalkonditionierungseinheiten ganz nach Bedarf an die Erfordernisse der Brennstoffzellenregelung anpassen.

Nutzen von RapidPro im Projekt

Die Signale der Sensorik und Aktuatorik der Brennstoffzelle ließen sich direkt mit den RapidPro-Standard-

Das Ford Konzeptfahrzeug REFL3X führt ein elektrisches Antriebssystem ein.



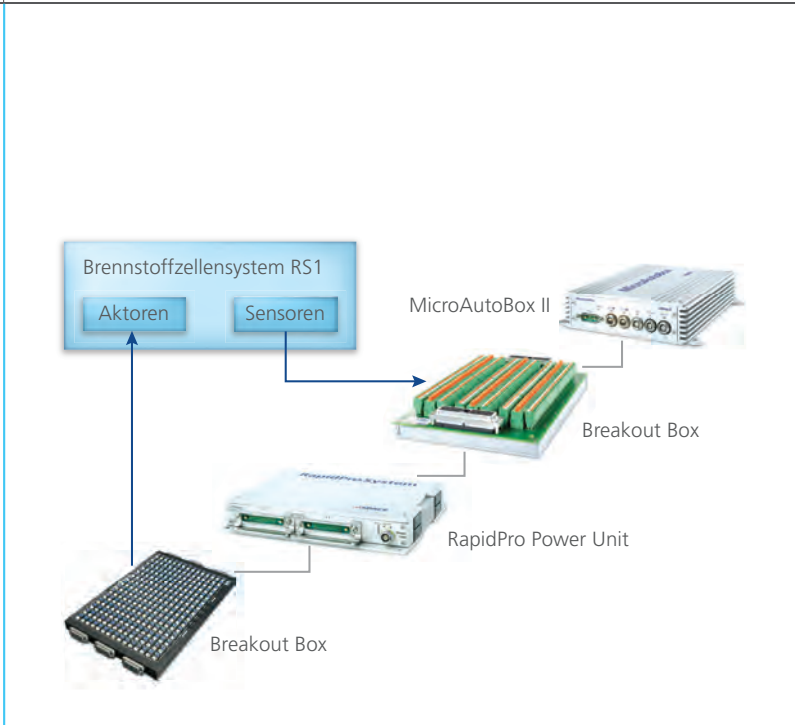


Abbildung 1: Schnittstelle zwischen RapidPro Power Unit und der MicroAutoBox II.

„Die Ingenieure von dSPACE standen uns von Projektbeginn bis zur detaillierten Implementierung stets mit Rat und Tat zur Seite.“

Kurt Osborne, Ford

modulen verarbeiten, die auch in regulären Verbrennungsmotoranwendungen verwendet werden. Für einen Großteil der Aktorik kamen Low-Side-Treibermodule (LSD) zum

Einsatz. Die elektronische Drosselklappe im Lufterlasssystem wurde mit einem Full-Bridge-Treibermodul (FBD) angesteuert. Da die Brennstoffzelle mit zwei verschiedenen Versor-

gungsspannungen betrieben wird, war der Split-Voltage-Bus von RapidPro besonders nützlich: Zwei getrennte Stromschienen speisen die jeweiligen Versorgungseinheiten (Abbildung 2). Dies sind nur einige der Vorteile von Rapid-Prototyping-Systemen. Sie sollen exemplarisch den Erfahrungsschatz und die Raffinesse der dSPACE Ingenieure verdeutlichen, die Ford von Projektbeginn bis zur detaillierten Implementierung stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

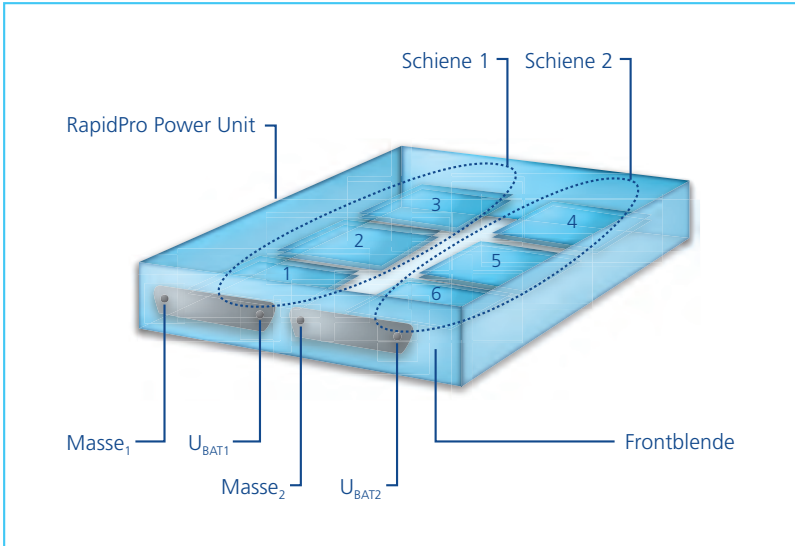
Komfortable Konfiguration

Die Bedienung und Konfiguration der RapidPro Power Unit für die jeweilige Anwendung geschieht mit Hilfe der Software ConfigurationDesk, die hierfür eine grafische, intuitive Bedienoberfläche bietet. Beispielsweise lassen sich den angeschlossenen Aktoren und Sensoren Kanalnamen zuweisen und für jeden Kanal Einstellungen vornehmen. Es ist jederzeit möglich, eine Kanalliste zu exportieren, die auch die Steckplätze der Module sowie die Kanalnamen samt den zugewiesenen Pins enthält. Mit ConfigurationDesk gestalten sich alle Konfigurations- und Dokumentationsaufgaben sehr einfach.

Diagnose

Die RapidPro Power Unit stellt mit Hilfe der Diagnosefunktionen per SPI (Serial Peripheral Interface) Daten bereit, die sofort in ConfigurationDesk überwacht werden können. Noch wertvoller ist es jedoch, diese Daten an den zeitlichen Verlauf anderer Systemereignisse zu koppeln und damit besser nachverfolgbar zu machen. Dazu stehen RTI-Blocksets für Simulink zur Verfügung, um beispielsweise I/O-Kanäle abzufragen. Die erfassten Daten werden dann mit ControlDesk weiter bearbeitet. Um die Diagnoseinformationen in anderen Testsystemreglern zu nutzen, wurden sie erneut per CAN-Botschaften übertragen.

Abbildung 2: Zwei Stromschienen in RapidPro erlauben eine doppelte, unabhängige Stromversorgung.



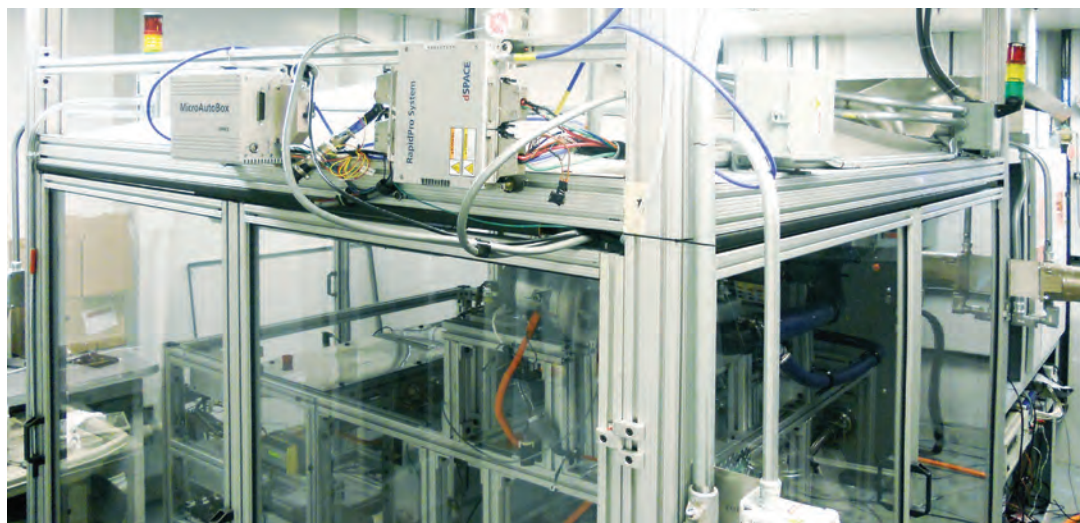


Abbildung 3: Laboraufbau des Brennstoffzellensystems mit MicroAutoBox und RapidPro.

Bewertung und Ausblick

Die RCP-Systeme MicroAutoBox und RapidPro haben sich für die Regelung von Brennstoffzellensystemen in der Forschungs- und Entwicklungsphase bei Ford als überaus nützlich erwiesen (Abbildung 3). Alle spezifizierten Funktionen ließen sich im Brennstoffzellensystem realisieren, was nicht zuletzt den aufeinander abgestimmten Werkzeugen zuzuschreiben ist. Die RapidPro Power Unit erfüllt alle Anforderungen an eine flexible und rekonfigurierbare Leistungsstufe. Die RapidPro-Systeme machen es möglich, dass ein kleines Team mit begrenztem Budget die Implementierung und den Test neuer Brennstoffzellenkonzepte realisieren kann; denn es entfällt die aufwendige Beschäftigung mit technischen Optimierungsdetails, wie sie bei Verwendung von Steuergeräten nötig wäre. Der Wechsel auf die neue Standardwerkzeugkette verlief überraschend einfach.

In naher Zukunft wird das System Validierungstests unter Frostbedingungen durchlaufen. Sollte sich dabei zeigen, dass Zusatzkomponenten oder neue Strategien notwendig werden, wird die Konfigurierbarkeit der RapidPro Unit die schnelle Inte-

gration dieser Komponenten in das Regelsystem erlauben.

Einer der nächsten Schritte ist der Einbau des Brennstoffzellensystems in ein Demofahrzeug. Hierbei lässt sich die RapidPro Power Unit unmittelbar weiterverwenden. Die RapidPro Unit ist dank kurzer Bootzeiten schnell einsatzbereit und dadurch kompatibel mit Fahrzeuganwendun-

gen. Darüber hinaus kann die RapidPro Power Unit mit Hilfe der MicroAutoBox deaktiviert werden, um Energie zu sparen und so den Energieverbrauch insgesamt zu verbessern. ■

*Kurt Osborne
Dr. Miloš Milačić
Ford Motor Company*

Kurt Osborne

Kurt Osborne ist Spezialist für Brennstoffzellentechnik und leitet weltweit den modellbasierten Reglerentwurf des Brennstoffzellensystems bei Ford Motor Company in Dearborn (MI), USA.

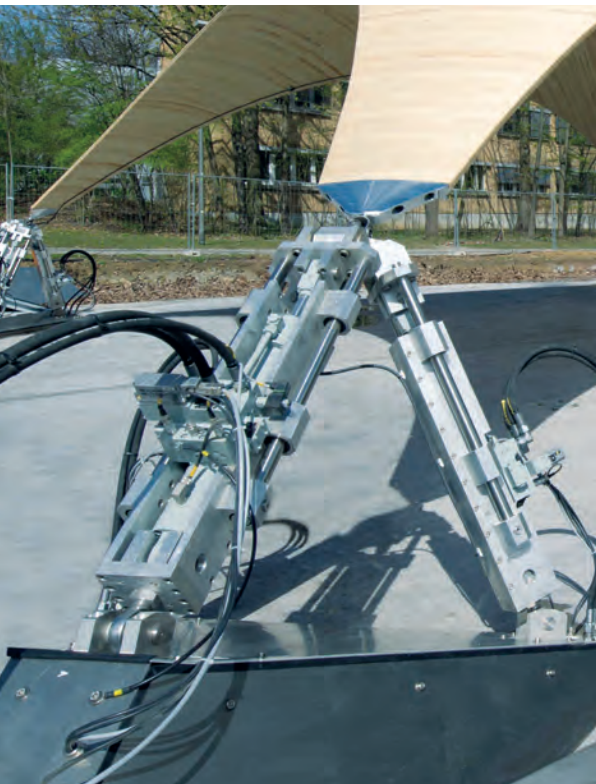


Dr. Miloš Milačić

Dr. Miloš Milačić ist verantwortlich für die Entwicklung und die Implementierung der Regelalgorithmen des Brennstoffzellensystems bei Ford Motor Company in Dearborn (MI), USA.




Bei der „Stuttgart SmartShell“ auf dem Campus Vaihingen der Universität Stuttgart (Foto: © Bosch Rexroth) kompensieren Hydraulikzylinder Spitzenbelastungen der Struktur.



Leicht, sicher, nachhaltig und materialsparend – so sollen moderne Bauwerke sein. Den alltäglichen Belastungen, etwa durch Schnee oder Wind, müssen sie aber trotzdem standhalten. An der Universität Stuttgart arbeiten Forscher an leichten Tragstrukturen, die sich aktiv an äußere Belastungen anpassen können.

Abbildung 2: Aktives Auflager an der Stuttgart SmartShell mit drei hydraulischen Achsen (Foto © Bosch Rexroth)



Regelungskonzepte für ultraleichte Bauwerke

Architektur mit Köpfchen

Ultraleichte adaptive Bauwerke

Verkehr, Schnee und Wind sind typische Alltagsbelastungen, denen Bauwerke ausgesetzt sind. Extremereignisse wie ein Jahrhundertwinter oder gar ein Erdbeben ereignen sich dagegen nur sehr selten. Weil Bauwerke aber auch für derart extreme Spitzenbelastungen ausgelegt sein müssen, wird heutzutage viel Material für eine Sicherheitsreserve verbaut, die im Alltag fast nie benötigt wird. Damit Bauwerke zukünftig auch bei reduziertem Materialeinsatz solchen Spitzenbelastungen standhalten, erforscht die Universität Stuttgart ultraleichte adaptive Strukturen, die

mit Hilfe einer intelligent gesteuerten Hydraulik unterschiedlichste Beanspruchungen kompensieren.

Statische Anpassung und aktive Schwingungsdämpfung

Die Stuttgarter Forscher untersuchen sowohl statische als auch dynamische Belastungen. Statische Belastungen entstehen beispielsweise durch Schnee, dynamische Belastungen (d.h. Schwingungen) unter anderem durch Sturmböen. Um diese Beanspruchungen zu reduzieren, muss die Belastungssituation zunächst über Sensoren erfasst werden. Aus den Messwerten berechnet der Regelalgorithmus

die optimale Ansteuerung der Aktuatoren und passt so die Struktur an die Belastung an. Im Falle der statischen Belastung ist die Anpassung der Tragstruktur ebenfalls statisch. Geht es dagegen darum, eine Schwingung zu dämpfen, müssen die Sensoren die Belastung zeitabhängig erfassen und die Aktuatoren dynamisch angesteuert werden. Auf diese Weise ist es möglich, tragende Elemente kleiner und leichter auszuliegen. Die beim Bau eingesparte Masse wird durch den kurzzeitigen Einsatz von Energie ersetzt.

Prototyp Stuttgart SmartShell

Um die beschriebenen Regelungs-

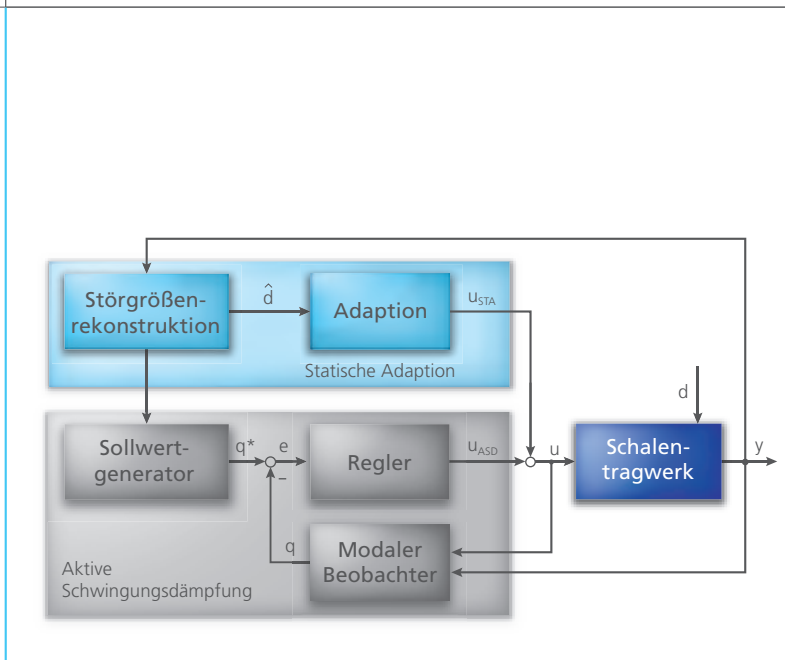


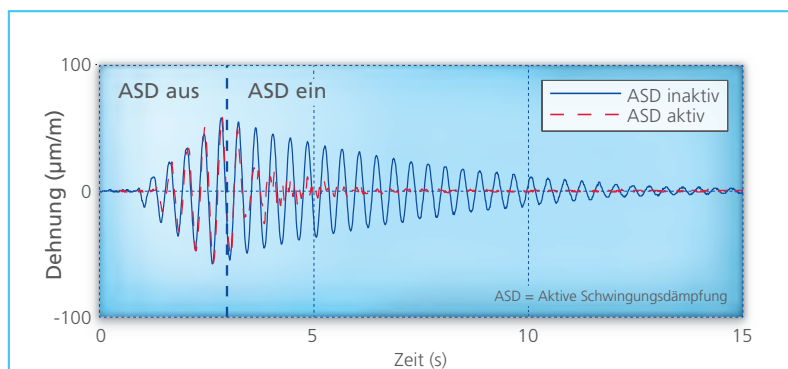
Abbildung 3: Steuerungs- und Regelungskonzept zur statischen Adaption und aktiven Schwingungsdämpfung.

konzepte zu testen, haben die Stuttgarter Institute mit Unterstützung der Firma Bosch Rexroth den Prototyp „Stuttgart SmartShell“ errichtet, das erste adaptive Schalenträgerwerk der Welt.

Es wurde in vierlagiger Holzbauweise konstruiert und besitzt eine Dicke von lediglich 40 mm. Vergleichbare Strukturen traditioneller, passiver Bauweise benötigen ein Vielfaches an Material. Die 1,4 t schwere Schale ruht auf vier Stützen, von denen drei durch hydraulische Zylinder bewegt werden können. Jedes der aktiven Auflager besitzt drei Aktuatoren in Tripod-Anordnung (Abbildung 2) und ist so gela-

gert, dass die Position der Auflagerpunkte im Raum frei vorgegeben werden kann. Dabei wird der kinematische Zusammenhang zwischen den Längen der Hydraulikzylinder in der Tripod-Anordnung und der Position der Auflagerpunkte kontinuierlich online berechnet. Zur Messung des Systemzustands stehen vielfältige Sensoren zur Verfügung. So sind etwa die hydraulischen Zylinder mit einem hochauflösenden Wegmesssystem sowie einer Kräftefassung ausgestattet. Zusätzlich sind auf dem Schalenträgerwerk Sensoren (Dehnungsmessstreifen, DMS) angebracht, welche die Dehnung an bestimmten Messpunkten erfassen.

Abbildung 4: Vergleich der ungedämpften Schwingung (blaue Kurve) und der aktiv gedämpften Schwingung (rote Kurve). Die Dämpfungsregelung wird bei 3 s aktiviert und reduziert die Schwingungsdauer um 80%.



Steuerungs- und Regelungskonzept

Die Bestimmung der notwendigen Aktivierung bei der statischen Adaption erfolgt in einem ersten Schritt anhand von Simulationsmodellen. Dafür wird das Verhalten der Struktur bei verschiedenen Belastungen nachgebildet und daraus die optimale Position der Auflager berechnet. Um darüber hinaus eine möglichst effektive Dämpfung der Schwingungen zu erreichen, wird das Modell um die Beschreibung des dynamischen Verhaltens erweitert. Das Regelungskonzept für die Schwingungsdämpfung basiert auf der Modellierung des dynamischen Verhaltens und dem daraus berechneten Rückführgesetz, das bei der Stuttgart SmartShell zum Einsatz kommt. Da dieses Regelungsgesetz direkt aus der analytischen Modellbeschreibung abgeleitet wird, kann es an zeitlich variable Parameter des Tragwerks angepasst werden, beispielsweise die statische Belastungssituation oder die Sollwerte der Auflagerverschiebung. Das Rückführgesetz ist so gewählt, dass das Regelungssystem einerseits möglichst gute Dämpfungseigenschaften besitzt und andererseits die zur Dämpfung benötigte Energie minimiert wird. Durch eine Kombination der Sollwerte für die statische Adaption und die aktive Schwingungsdämpfung (Abbildung 3) lassen sich beide Anforderungen der Adaptivität gleichzeitig erfüllen (Abbildung 4, 6).

Umsetzung am Prototyp

Das Steuerungs- und Regelungssystem (Abbildung 5) der Stuttgart SmartShell muss im Wesentlichen folgende Aufgaben erfüllen:

- Steuerung der Hydraulik
- Zyklische Status- und Sicherheitsüberwachung
- Einlesen von Messdaten der Zylinder und Dehnungsmessstreifen
- Schätzung des Schwingungs-

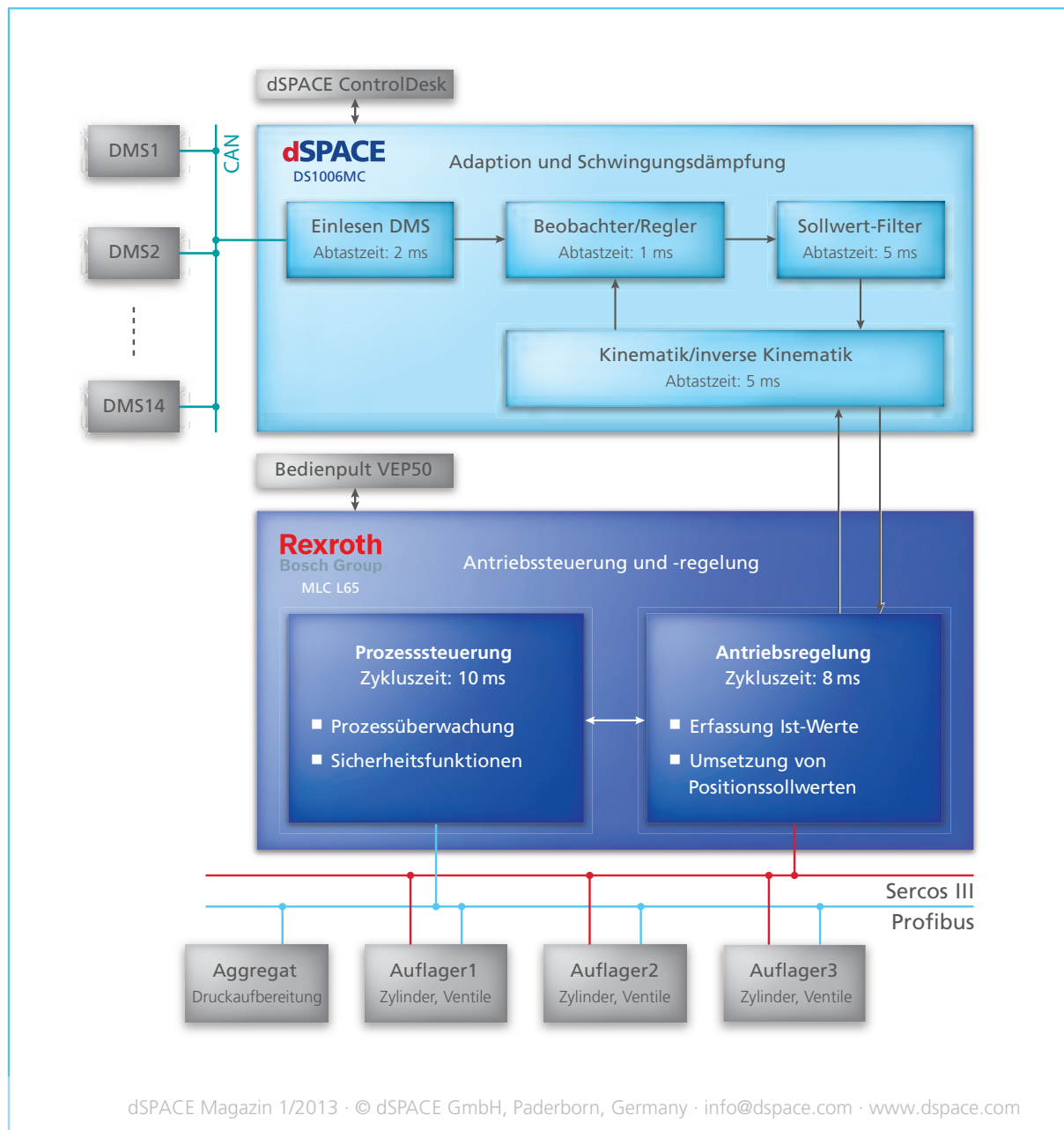


Unterkonstruktion zum Aufbau der Stuttgart SmartShell.

„Mit dem dSPACE Prototyping-System lassen sich Konzepte zur Adaptivität bei ultraleichten Bauwerken schnell und einfach umsetzen.“

Martin Weickgenannt, Universität Stuttgart

Abbildung 5: Soft- und Hardware-Struktur zur Umsetzung der statischen und dynamischen Adaption.



Fazit

Die kombinierte Nutzung eines dSPACE Controller Boards und einer Motion-Logic-Control (MLC) von Rexroth vereint die Vorteile eines Rapid-Prototyping-Systems mit einem Prozesssteuergerät. Die Aufgabenstellung der Stuttgart SmartShell, also die Generierung statischer und dynamischer Sollwerte und die Prozessablaufsteuerung, können somit effizient umgesetzt werden.

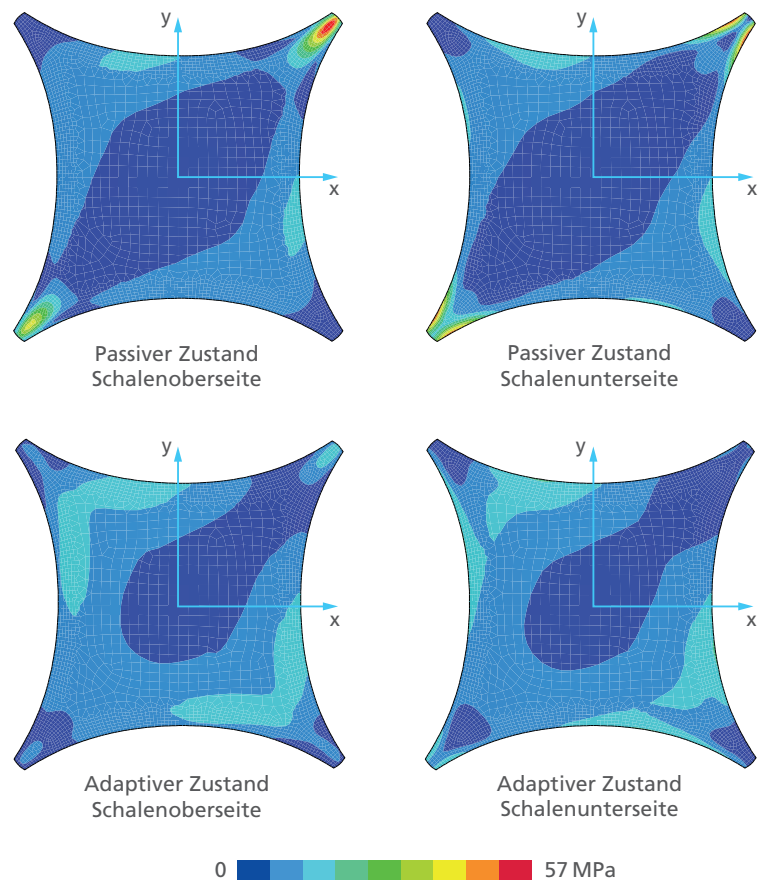


Abbildung 6: Spannungsverteilung bei einer beispielhaften Auflast. Die Adaption bewirkt eine Reduzierung der Spitzenspannung um 66 %.

zustands und Rekonstruktion der statischen Belastung

- Generierung der Sollwerte zur statischen Adaption sowie zur Schwingungsdämpfung
- Hochpräzise Ansteuerung der Aktuatoren

Um diese komplexe Aufgabe zu meistern, kommt ein System, bestehend aus einem dSPACE DS1006 Processor Board und einer Motion-Logic-Control (MLC)-Einheit der Firma Bosch Rexroth zum Einsatz. Während die MLC Steuerungsaufgaben der Hydraulikanlage und die Umsetzung lokaler Positions- und Kraftvorgaben an den Einzelachsen übernimmt, wird das DS1006 zur Zustandsschätzung

und Generierung der statischen und dynamischen Sollwerte genutzt. Zusätzlich berechnet das DS1006 die direkte und die inverse Kinematik, mithilfe derer die Positions- und Kraftvorgaben für die Auflagerpositionen in lokale Sollwertvorgaben für die Einzelachsen umgerechnet werden. Umgekehrt werden die Momentanwerte von Position und Kraft der Auflagerpunkte im globalen Koordinatensystem aus den lokalen Messungen bestimmt. Die hohe Komplexität der kinematischen Berechnungen und die kurze Zykluszeit von 5 ms erfordern einen großen Rechenaufwand. Hierbei sind vor allem die komfortablen Konfigurationsmöglichkeiten des DS1006 hilf-

Schnee, Sturm und Verkehr sind typische Belastungen, denen Bauwerke gewachsen sein müssen.



Das Schalenträgerwerk besitzt eine Dicke von lediglich 40 mm.

reich, da sich Rechenprozesse einfach auf seine Prozesskerne verteilen lassen und so die Rechenkapazität optimal genutzt werden kann. Die Profibus-Verbindung von DS1006 und MLC ermöglicht einen hochfrequenten Austausch von Soll- und Messwerten sowie Steuerbefehlen mit 12 MBit/s. Die Anbindung der Dehnungssensoren an das DS1006 wird über drei separat angesteuerte CAN-Netzwerke realisiert, was den Sensoren eine hohe Abtastrate von 200 Hz ermöglicht. Mit Hilfe des RTI CAN MultiMessage Blocksets lässt sich die CAN-Schnittstelle schnell und komfortabel einrichten. Die Experiment-Software ControlDesk® schließlich erlaubt es, auf einfache Weise zum Beispiel Positionssollwerte für die Einzelachsen vorzugeben und zwischen verschiedenen Regelungsstrategien umzuschalten. ■

*Martin Weickgenannt
Stefan Neuhäuser
Werner Sobek
Oliver Sawodny
Universität Stuttgart*

Stefan Neuhäuser

Stefan Neuhäuser ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart.



Martin Weickgenannt

Martin Weickgenannt war wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Systemdynamik der Universität Stuttgart er arbeitet nun bei der Dürr Systems GmbH.



Werner Sobek

Werner Sobek ist Leiter des Instituts für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart und Gründer der Firmengruppe Werner Sobek.



Oliver Sawodny

Oliver Sawodny ist Leiter des Instituts für Systemdynamik der Universität Stuttgart.



*Sehen Sie in diesem Video die Stuttgart SmartShell in Aktion:
www.youtube.com/watch?v=ykDWRxguwTs*



Robotik ^{im} Rosenbeet

Begrenzte Ressourcen, Klimaveränderung und eine rasant wachsende Weltbevölkerung machen Effizienz und Nachhaltigkeit zu den größten Herausforderungen für Gartenbau und Landwirtschaft. Neueste Technologien sind der Schlüssel, um diese Herausforderungen zu meistern. Mit dem Field Robot Event, einem internationalen Wettbewerb autonomer Feldroboter, zeichnen Studenten des Lehrstuhls für Mechatronik in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik der TU Kaiserslautern und viele andere Teams Jahr für Jahr ein detaillierteres Bild dieser neuen Generation Landtechnik.



Autonome Fahrzeuge für Gartenbau
und Landwirtschaft



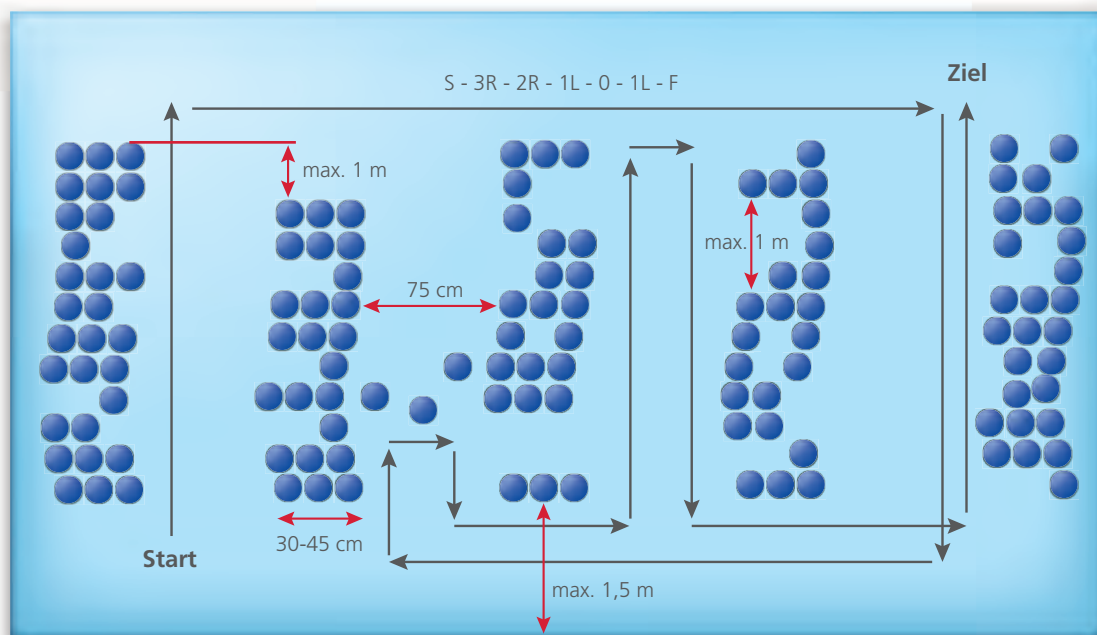


Abbildung 1: Teilaufgabe des Field Robot Events 2012 war die autonome Fahrt durch Pflanzenreihen unter Einhaltung eines vorgegebenen Pfadmusters.

„Die MicroAutoBox II plus Embedded PC von dSPACE vereint bewährte Werkzeuge hardwarenaher Steuergeräteentwicklung mit der Flexibilität eines PCs und erwies sich damit als ausgezeichnete Plattform für unser autonomes Fahrzeug.“

Roland Werner, TU Kaiserslautern

Eine kleine Revolution

Intelligente Sensoren, GPS-basierte automatische Lenksysteme mit Zentimetergenauigkeit, Roboter und autonome Fahrzeuge sind der nächste große Schritt der Landtechnik. Um den enormen technologischen Herausforderungen zu begegnen, bedarf es neuer kreativer Lösungsansätze und interdisziplinären Denkens. Mit einem Team von Studenten stellt sich der Lehrstuhl für Mechatronik in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (MEC) der TU Kaiserslautern dieser Aufgabe. Die Studenten entwickelten gemein-

sam ein autonomes Fahrzeug für den Feldeinsatz.

Der Wettbewerb

Höhepunkt des Projektjahres war die Teilnahme am Field Robot Event, einem jährlichen internationalen Wettbewerb der Feldrobotik, der im Jahr 2012 in Venlo (Niederlande) im Rahmen der dortigen Floriade (internationale Gartenschau) ausgetragen wurde. Grundlegende Aufgabe während des Field Robot Events war es, ein Fahrzeug autonom durch Pflanzenreihen navigieren zu lassen (Abbildung 1).

Lücken im Bestand, gekrümmte oder blockierte Reihen erschwerten hierbei das Vorankommen des Fahrzeugs. Während der Fahrt hatte das Fahrzeug weitere branchentypische Aufgaben zu erfüllen. Bewertungsgrundlage des Wettbewerbs waren die im Feld zurückgelegte Strecke und die hierfür benötigte Zeit mit Bonuspunkten für erledigte Aufgaben und Strafpunkten für Pflanzenschäden und manuelle Eingriffe. Besondere Herausforderung des Field Robot Events war das Auffinden, Aufnehmen und Abliefern einer zufällig ausgewählten speziell mar-

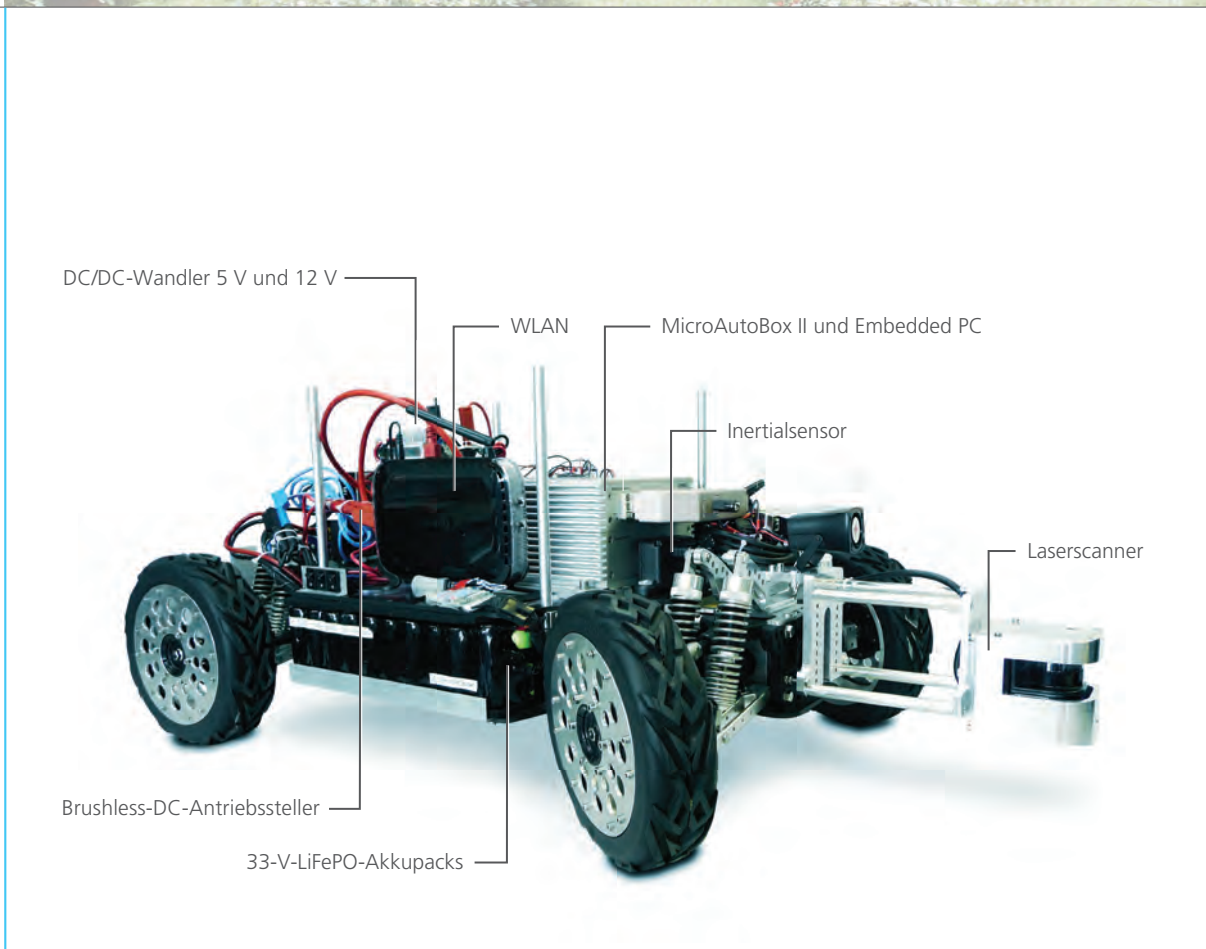


Abbildung 2: Ein Blick auf die wesentlichen Komponenten des von Studenten am Lehrstuhl für Mechatronik in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (MEC) der TU Kaiserslautern entwickelten autonomen Fahrzeugs.

kiernten Pflanze in Reihen aus Rosentöpfen.

Die Welt aus Fahrzeugsicht

Eine ganze Reihe Sensoren ermöglicht dem Fahrzeug die Wahrnehmung seiner Umgebung (Abbildung 2 und 3). Wesentlich für die autonome Fahrt sind die an Fahrzeugvorder- und -rückseite montierten Laserscanner. Die Scanner mit 240° Sichtfeld in einer Scanebene erlauben es, auf

Hindernisse in der Umgebung des Fahrzeugs zu schließen. Für Wendevorgänge sind die mittels Inertialsensorik gemessene Gierrate und die daraus bestimmte Fahrzeugorientierung von großer Bedeutung. Insgesamt sechs Stereo-Webcams mit in Summe 360° Blickfeld am Dach des Fahrzeugs dienen dem Auffinden der markierten Pflanze und liefern ihrerseits Abstandsinformationen des gesuchten Objekts. Neben diesen

im autonomen Betrieb genutzten Sensoren verfügt das Fahrzeug über eine WLAN-Schnittstelle und einen R/C-Empfänger zu Entwicklungs- und Testzwecken.

Allrad bei Lenkung und Antrieb

Unbefestigter Untergrund, Hindernisse und kleine Wenderadien zwischen den Reihen stellen hohe Anforderungen an die Aktorik des



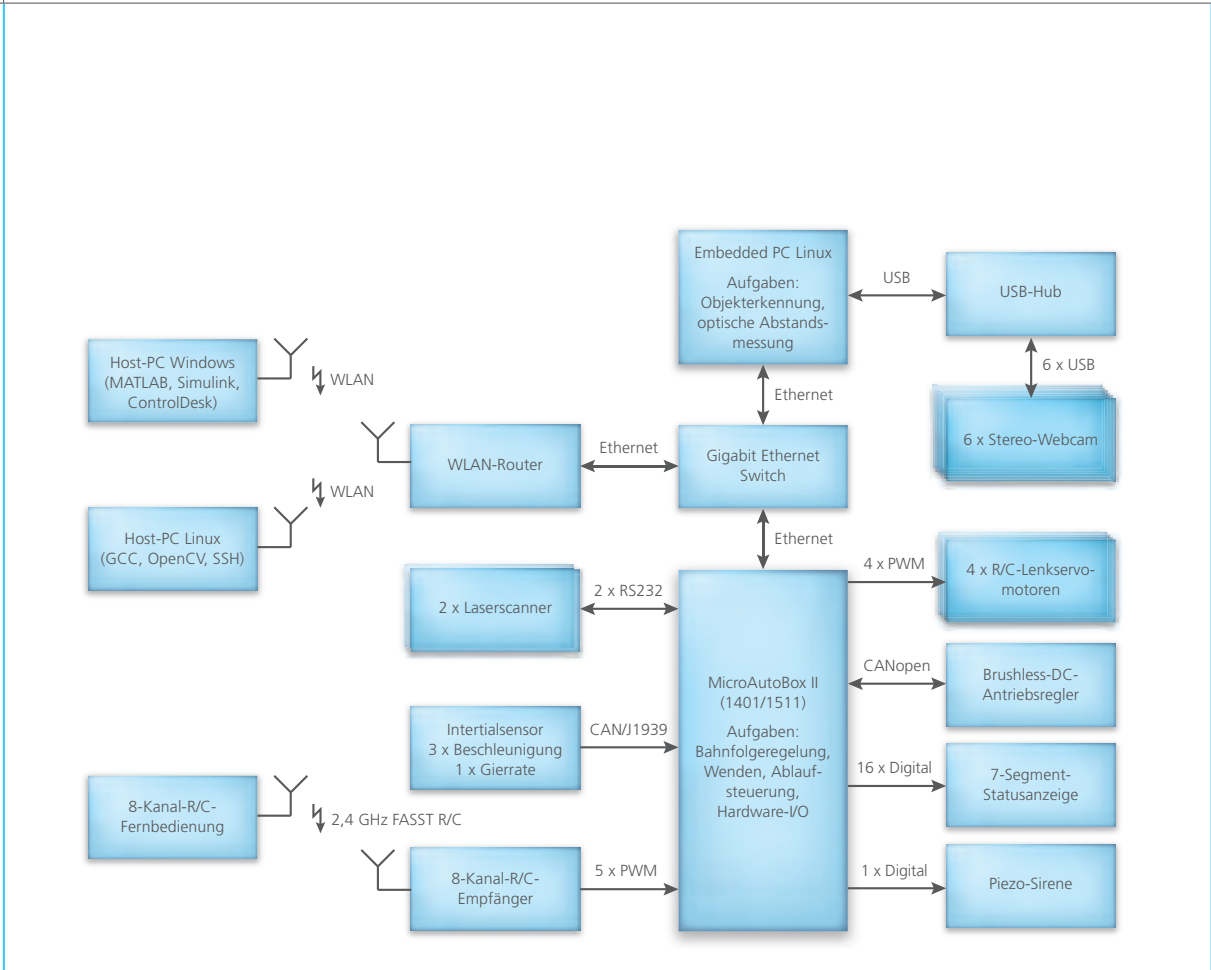


Abbildung 3: Blockschaltbild der Sensorik, Signalverarbeitung und Aktorik des autonomen Fahrzeugs.

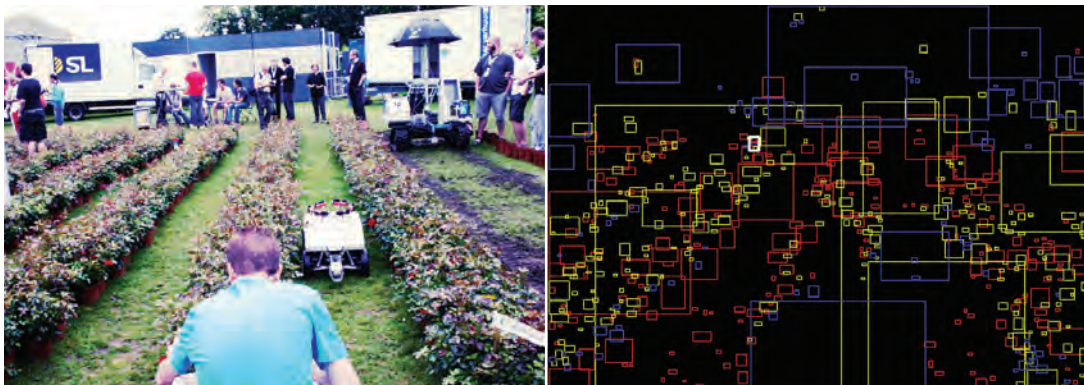
Fahrzeugs. Vier Servomotoren erlauben es, jedes Rad einzeln zu lenken. Ein zentraler bürstenloser Gleichstromantrieb mit 2 kW Leistung und ein permanenter Allradantrieb erzielen die nötige Kraft an den vier

Reifen. Ein intelligenter Antriebsregler versorgt den Gleichstromantrieb aus den 33-V-LiFePO-Akkupacks des Fahrzeugs.

Verteilte Signalverarbeitung I: Echtzeit-Regelung mit MicroAutoBox II

Zur Verarbeitung der Sensorinformationen und Ansteuerung der Aktoren nutzt das Fahrzeug die Vorzüge zweier

Abbildung 4: Objekterkennung mittels OpenCV mit Pflanzenmarkierung im Originalbild (links: Zylinder in Rot, Blau und Gelb), erkannten Farbbereichen (rechts: Rechtecke in Rot, Blau und Gelb), erkannter Pflanzenmarkierung (rechts: weißes Rechteck).



Welten. Hardwarenahe Regelungs- und Steuerungsaufgaben werden durch eine MicroAutoBox II in Echtzeit bearbeitet. Die Algorithmen der Bahnerkennung, Bahnfolge und des Reihenwechsels sowie die Ablaufsteuerung des gesamten Fahrzeugs sind wesentlicher Teil der auf der MicroAutoBox II ausgeführten Software. Die Vielzahl der I/O-Schnittstellen erlaubt eine einfache Anbindung verschiedenster Sensoren und Aktoren (Abbildung 3). Mit MATLAB®/ Simulink® kommt eine für diese Zwecke bewährte Entwicklungsumgebung zum Einsatz. ControlDesk® erlaubt eine schnelle, komfortable und zuverlässige Parametrierung und Diagnose des laufenden Systems.

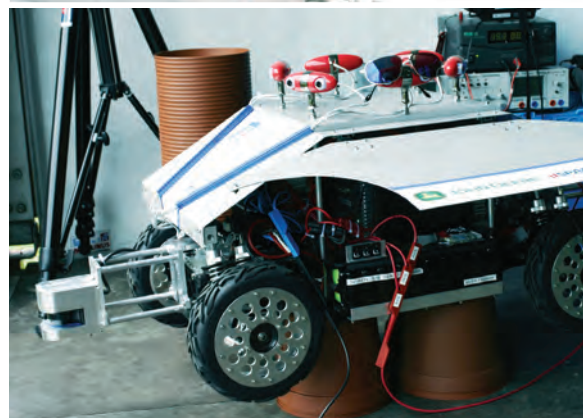
Verteilte Signalverarbeitung II: Bildverarbeitung mit Embedded PC

Bildverarbeitung und maschinelles Sehen sind für autonome Fahrzeuge von zentraler Bedeutung. Mit der freien C/C++ Softwarebibliothek OpenCV existiert eine sehr umfassende Sammlung aktueller Algorithmen, welche für diverse Plattformen, darunter Windows® und Linux, verfügbar ist. Die Kombination MicroAutoBox II und Embedded PC

ermöglicht es, Bildverarbeitungsaufgaben auf einfache Weise ins Gesamtsystem zu integrieren. Der interne Gigabit Ethernet Switch und UDP/IP stellen dabei die schnelle Kommunikation zwischen MicroAutoBox II und dem Embedded PC mit Linux sicher. Konkrete Aufgabe des Field Robot Events 2012 war es, einen zufällig gewählten und besonders markierten Rosentopf zu erkennen und das autonome Fahrzeug in unmittelbarer Nähe des Topfes zum Stehen zu bringen. Als Markierung wurde ein Zylinder mit Farbstreifen in Rot, Blau und Gelb (Abbildung 4) gewählt.

Die Erkennung der Markierung erfolgt schrittweise, wobei zunächst Bildbereiche mit hohen Anteilen der gesuchten Farben identifiziert werden. Die Anordnung dieser Bereiche schließlich dient der Unterscheidung der gesuchten Markierung von anderen zufälligen Bildbestandteilen der Umgebung. Sowohl die Größe der gefundenen Markierung als auch die Tiefeninformation des Stereo-Bildes sind anschließend Grundlage der Abstandsmessung zwischen Fahrzeug und markierter Pflanze. ■

Roland Werner
TU Kaiserslautern



Fazit und Ausblick

Mit dem Field Robot Event 2012 ging die Entwicklung des MEC Fahrzeugs in die zweite Runde. Gegenüber dem Debüt im Vorjahr konnte sich das Team von Platz 10 auf Platz 6 von 18 verbessern. Insbesondere der Plattformwechsel hin zur dSPACE MicroAutoBox II erwies sich dabei als durchweg positiv. Erprobte und zuverlässige Entwicklungswerkzeuge erlaubten es, den Blick auf die Funktionsentwicklung selbst zu richten. Besonders reizvoll ist die Kombination aus MicroAutoBox II und

Embedded PC, da sich hardwarenahe Anwendungen mit Echtzeitanforderungen und einer Vielzahl von IO-Schnittstellen realisieren lassen, ohne auf die Flexibilität eines PCs verzichten zu müssen. Im nächsten Schritt werden die Studenten der TU Kaiserslautern mit einem weiter optimierten Fahrzeug am Field Robot Event 2013 teilnehmen, welches an der Tschechischen Universität für Bio- und Umweltwissenschaften (CZU) in Prag stattfindet.

Roland Werner

Roland Werner betreut als wissenschaftlicher Mitarbeiter die Entwicklung des autonomen Fahrzeugs durch Studenten am Lehrstuhl für Mechatronik in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (Lehrstuhlleitung: Prof. Dr.-Ing. Steffen Müller) der TU Kaiserslautern, Deutschland.



Um die hohe Energiedichte von Li-Ion-Batterien optimal zu nutzen, muss der Ladezustand der einzelnen Zellen genau überwacht werden. Zu diesem Zweck hat dSPACE ein Batteriemanagementsystem entwickelt, mit dem der Entwicklungsprozess vom ersten Modell bis zum Testen im Fahrzeug unterstützt wird. Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem Messen und Regeln von Li-Ion-Batterien.

Elektromobilität braucht leistungsfähige Batterien

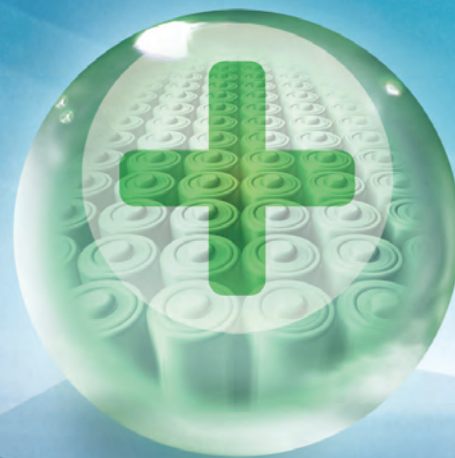
Einer der Gründe für den Siegeszug des Verbrennungsmotors im 20. Jahrhundert ist die hohe Energiedichte von Benzin. Während ein Liter Benzin eine Fahrt von etlichen Kilometern ermöglicht, schafft ein Elektrofahrzeug selbst mit einer modernen Batterie gleicher Masse bzw. gleichen Volumens derzeit nur einen Bruchteil der Strecke. Dieser Vergleich macht deutlich, dass die Entwicklung leistungsfähiger Batterien mit hoher Energiedichte entscheidend ist, um Elektrofahrzeugen zum Durchbruch zu verhelfen.

Li-Ion-Batterien als Ausweg

Energiespeicher mit hoher Energiedichte sind beispielsweise Batterien, die auf der Lithium-Ionen-Technologie beruhen. Eine Li-Ion-Batterie besteht aus vielen Einzelzellen, deren Spannung typischerweise im Bereich von 3,3 ... 4,2 V liegt – je nach Batterietyp. Daher werden viele Einzelzellen zu einem Zellstapel zusammenge-

Perfekte Balance

Regelung von Li-Ion-Zellspannungen während des Prototypings





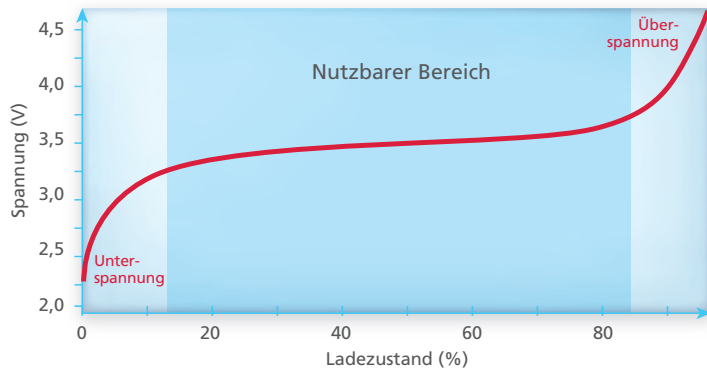


Abbildung 1: Typische Ladekurve einer Li-Ion-Zelle. Der nutzbare Spannungsbereich ist auf einige 100 mV beschränkt.

geschlossen, um die geforderten Spannungen von einigen hundert Volt zu erreichen.

Li-Ion-Batterien benötigen Aufsicht

Gerade Li-Ion-Batterien müssen ständig überwacht und geregelt werden, denn der nutzbare Spannungsbereich einer Li-Ion-Zelle ist auf einige 100 mV beschränkt (Abbildung 1). Je weiter sich die Spannung aus diesem Idealbereich herausbewegt, desto schädlicher ist dies für die Lebensdauer der Zelle, im Extremfall könnte sie sogar zerstört werden. Wie wichtig die Überwachung des Batteriezustands ist, zeigen die Beispiele von Batteriebränden bei Mobiltelefonen, Laptops und nicht zuletzt beim Boeing Dreamliner. Daher ist der Schutz der Zellen vor Unter- und Überspannung von zentraler Bedeutung. Für diese Aufgabe kommt ein Batteriemanagementsystem (BMS) zum Einsatz. Die besondere Herausforderung für das BMS besteht darin, bei einer Gesamtspannung des Zellstapels von üblicherweise mehreren hundert Volt die Zellspannungen galvanisch getrennt mit einer Genauigkeit von wenigen Millivolt zu messen. Zusätzlich muss das BMS die Temperatur überwachen, denn sie ist eine wichtige Einflussgröße für den Zellstatus.

Das BMS ermittelt dazu mit Hilfe von

Algorithmen und kontinuierlicher Beobachtung der einzelnen Zellen u.a. die verbleibende Energiemenge (State of Charge, SoC) und den

Mit dem Batteriemanagementsystem von dSPACE lassen sich Hochvoltbatterien auf Zellebene mit hoher Genauigkeit regeln.

„Gesundheitszustand“ (State of Health, SoH) der Batterie. Zusätzlich führt das BMS ein sogenanntes Cell Balancing durch, um den Spannungspegel aller Einzelzellen auf dem gleichen Niveau zu halten. Beim passiven

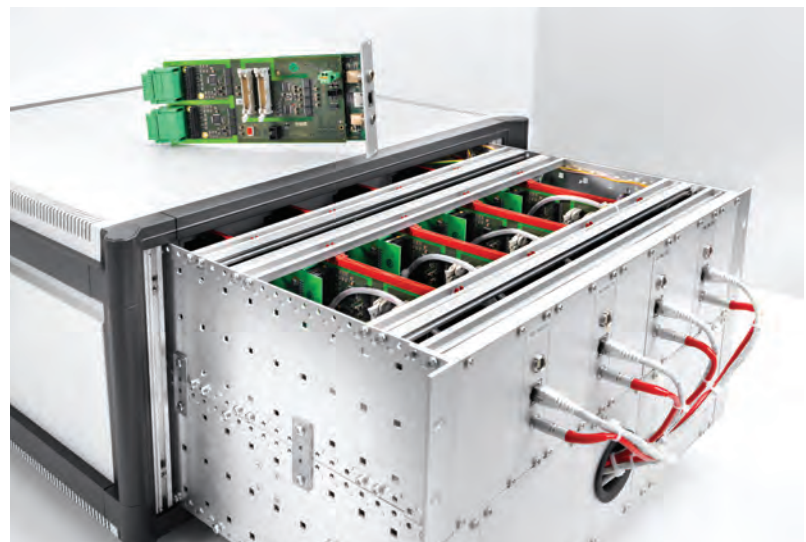
Balancing wird denjenigen Zellen, deren Spannung zu hoch ist, ein ohmscher Widerstand parallel geschaltet, über den überschüssige Ladung abfließt. Die Spannungsbalance der Zellen eines Zellstapels ist eine der wichtigsten Einflussgrößen auf die Lebensdauer von Li-Ion-Batterien.

Das Batteriemanagementsystem von dSPACE

Da Standard-Lösungen nicht den oben genannten Anforderungen genügen, hat dSPACE ein eigenes Batteriemanagementsystem, das „Battery Cell Voltage Measurement and Balancing“-System, entwickelt, mit dem der Anwender Zellspannungen von Li-Ion-Batterien messen und

prototypisch regeln kann. Zudem erlaubt es die Entwicklung von Algorithmen für das Batteriemangement. Das dSPACE BMS (Battery Management and Balancing System) erlaubt das Anschließen von Li-Ion-Batterien

Abbildung 2: Der modulare Aufbau des dSPACE Batteriemanagementsystems erlaubt maßgeschneiderte Ausbaustufen bis ca. 200 Zellen und lässt sich auch direkt im Fahrzeug einbauen.



mit einer Gesamtspannung von bis zu 846 V. Das System misst die Spannung jeder Zelle mit hoher Genauigkeit und bietet die Möglichkeit, sie bei Bedarf mit Hilfe eines zuschaltbaren Widerstandes zu verringern.

Das modular gestaltete System ermöglicht es, Ausbaustufen von 6 bis ca. 200 Zellen zu realisieren. Außerdem lässt es sich auch direkt im Fahrzeug einbauen. Die Module werden über Ethernet mit einem dSPACE Prototyping-System verbunden, beispielsweise der Micro-AutoBox II. Ein Modul kann die Spannung und die Temperatur von bis zu 24 Zellen messen sowie jede Zelle unabhängig passiv ausgleichen. Die Balancing-Widerstände sind auf einer separaten Trägerkarte untergebracht, so dass auch verschiedene Widerstandswerte in kurzer Zeit ausprobiert werden können. Spannungssowie Temperaturmesseingänge sind galvanisch isoliert, daher lässt sich eine reale Batterie direkt anschließen. Ein Prototyping-System muss in allen relevanten Bereichen leistungsfähiger als ein Seriensystem sein. Das dSPACE RCP BMS erreicht eine Genauigkeit von ± 3 mV bei einer Messfrequenz von bis zu 1 kHz – unabhängig von

Leistungsmerkmale im Überblick:

Max. Anzahl von Zellen	Ca. 200
Max. Spannung	846 V
Anzahl Zellen pro Modul	24
Zellspannung	0 ... 5 V
Messfrequenz	Max. 1 kSPS
Genauigkeit	± 3 mV bei 3,3 V ± 300 mV
Auflösung	0,61 mV
Synchronisierte Messung	Für alle Zellen
BMS IC	Intersil ISL78600
Temperaturmessung	Für jede Zelle, mittels Thermistor (NTC)
Balancing-Methode	Passives Balancing
Isolation	Vollständige galvanische Isolierung
Isolationsüberwachung	Schnittstelle für Isolationsüberwachungsgerät
Sicherheitseinrichtungen	Watchdog, Diagnose-Optionen, Temperaturüberwachung
Hardware-Schnittstelle	Ethernet
Software-Schnittstelle	Simulink®-Blockset

der Anzahl der Zellen. Damit können auch Vorgänge in der Zellchemie nachvollzogen werden. Die Zellspannungsmessung der einzelnen Module lässt sich zudem untereinander synchronisieren. Damit der Anwender während der Entwicklung von Batteriemanageralgorithmen nicht eingeschränkt wird, bietet die Betriebsart „Manuelles Balancing“ alle Freiheiten, um Zellen einzeln oder zusammen in beliebigen Intervallen auszugleichen. Mit der Betriebsart „Automatisches Balancing“ wird

eine Komfortfunktion bereitgestellt, die dem Entwickler durch Angabe von Zielspannung und Abschaltzeit den Rücken frei hält, damit er sich auf höherwertigere BMS-Algorithmen konzentrieren kann.

Lückenlose Systemüberwachung

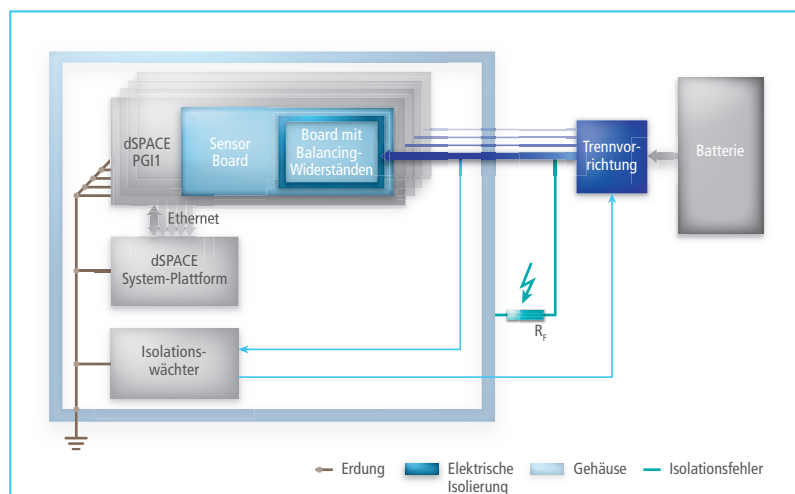
Um jederzeit den Gesamtzustand des Systems überwachen zu können, verfügt das dSPACE BMS über umfangreiche Fehlererkennungs- und Alarmfunktionen:

- Warnung vor Hardware-, Kommunikations- und Synchronisationsfehlern
- Temperaturwarnungen
- Warnung vor Fehlern in der Isolation
- Warnung vor Unter- bzw. Überspannung der Zellen

Um die Sicherheit des Gesamtsystems zu gewährleisten, wird der Isolationswiderstand durch ein separates Gerät überwacht, das jederzeit Informationen über den Zustand der Isolierung liefert und bei Isolationslecks sofort Alarm schlägt.

Aus Sicherheitsgründen ist das dSPACE BMS nur im Rahmen eines Engineering-Projekts einsatzfertig von dSPACE erhältlich. ■

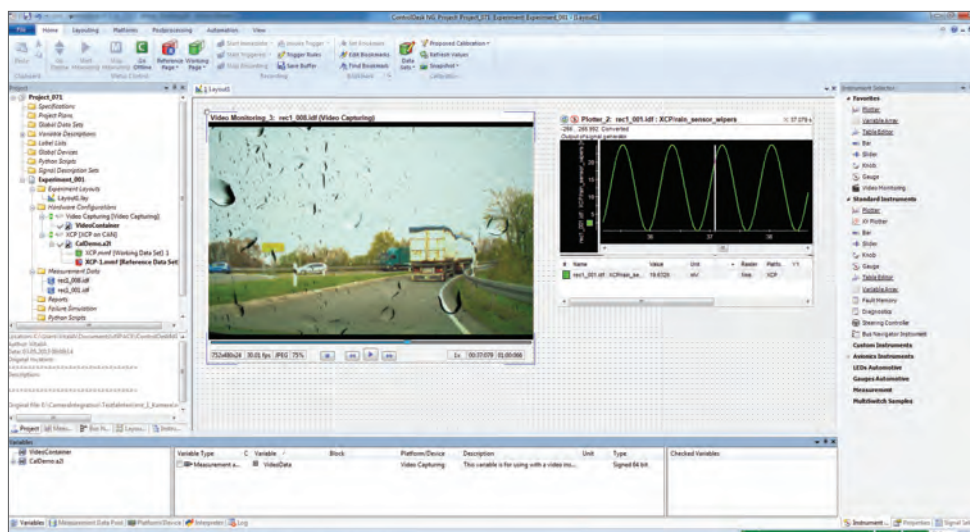
Abbildung 3: Das Isolationskonzept des dSPACE Batteriemanagementsystems sorgt für Sicherheit im Umgang mit der hohen Batteriespannung.





Die Experimentiersoftware ControlDesk Next Generation bietet seit der Version 4.3 entscheidende Neuerungen für Automobil-, Luftfahrt- und Industrieanwendungen. Über eine integrierte Kameraschnittstelle mit Videoinstrument lassen sich synchron zu Messaufzeichnungen Kamerabilder aufnehmen und abspielen. Neu für den Luftfahrtbereich ist außerdem ein Primary Flight Display (PFD) mit den Instrumenten Höhenmesser, Künstlicher Horizont, Kurskreisel und Fahrtmesser.

Videoinstrument und Kameraschnittstelle erlauben das synchrone Aufzeichnen und Abspielen von Video- und Busdaten (hier im Bild bereits ControlDesk 5.0 mit neuer Benutzeroberfläche).



Alles

Neue ControlDesk-Instrumente für Straße,
Luftfahrt und Industrie

im Blick!

RD 95 CD 11
1822

Videoinstrument und Kameraschnittstelle

In zahlreichen Anwendungen kann es sinnvoll sein, synchron zu den in ControlDesk® angezeigten Messwerten Kamerabilder aufzuzeichnen, um die realen Auswirkungen von Regelungsereignissen besser qualitativ bewerten und veranschaulichen zu können. Der Kreativität des Nutzers sind hier kaum Gren-

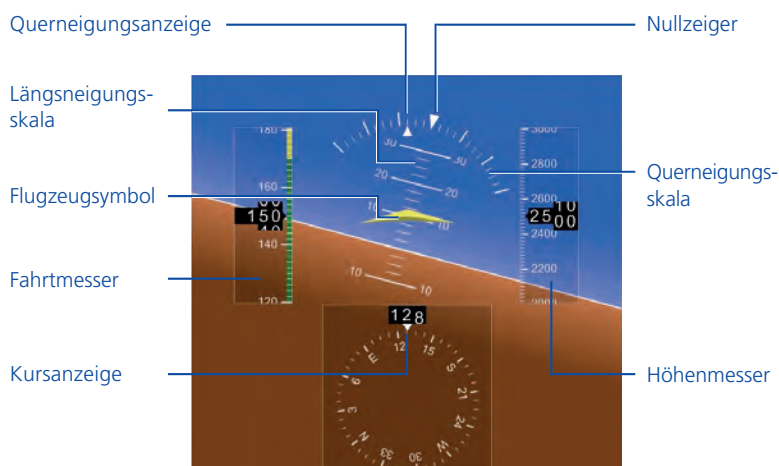
zen gesetzt. Beispiele für mögliche Anwendungen:

- Validieren des Zusammenspiels von Wischersteuerung und Regensensor
 - Veranschaulichen von Regelungsereignissen in ADAS-Anwendungen
 - Veranschaulichen der Wirkungsweise von Industrierobotern/-Fertigungsmaschinen
- ControlDesk stellt mit seiner Kamera-

schnittstelle und dem Videoinstrument die geeigneten Features für solche Vorhaben bereit. Es lassen sich unterschiedliche Kameras anbinden, sowohl industrielle als auch einfache USB-Kameras. Das Abspielen synchron zur Messung kann nicht nur in Echtzeit angesehen, sondern als Aufzeichnung beliebig oft wiederholt werden. Auch ein Video-Export ist möglich. ■

Avionik-Instrumente

Für die Visualisierung von Messwerten aus Luftfahrtanwendungen bietet ControlDesk realistische Cockpit-Instrumente: Höhenmesser, Künstlicher Horizont, Kurskreisler und Fahrtmesser. So lassen sich gemessene bzw. berechnete Bewegungen von Fluggeräten im ControlDesk-Layout realistisch veranschaulichen.



Mit den Automotive Simulation Models von dSPACE
auf Versuchsfahrt in der virtuellen Realität

Virtuell zum Wintertest



Ohne vorherige, umfassende Tests wird in der Automobilindustrie kein Fahrzeug mehr auf den Markt gebracht. Die komplexen elektronischen Steuergeräte können im Versuchsfahrzeug jedoch nicht mehr hinreichend getestet werden. Diese Rolle übernehmen Simulationsmodelle, indem sie die Steuergeräte-Entwicklung in die virtuelle Realität, also ein virtuelles Fahrzeug, verlagern. Wie die Simulationsmodelle von dSPACE diese Aufgabe meistern, erläutert Dr. Hagen Haupt, Group Manager Modeling:

Was sind die Automotive Simulation Models (ASM) und seit wann sind sie am Markt?

Die Automotive Simulation Models (ASM) sind Streckenmodelle, also der virtuelle, modellbasierte Ersatz einer Regelstrecke. Sie sind in MATLAB®/ Simulink® erstellt und unterstützen alle wesentlichen Simulationsaufgaben im Elektrik/Elektronik-Entwicklungsprozess. dSPACE bietet Modelle für Verbrennungsmotoren, elektrische Komponenten, Fahrdynamik und Fahrerassistenzsysteme. Seit ihrer Markteinführung 2005 haben wir die Modelle kontinuierlich ausgebaut.

Was waren die Ziele? Was wurde bisher erreicht?

Wir haben von Beginn an zwei wesentliche Ziele verfolgt: Wir wollten unseren Kunden die Option bieten, alle Komponenten eines HIL-Simulators aus einer Hand zu erhalten, weil sich damit große Vorteile bei Konfiguration, Betrieb und Wartung ergeben. Außerdem haben wir immer darauf geachtet, den Simulationsprozess durchgängiger und effizienter zu gestalten, indem wertvolles Know-how team- und projektübergreifend

genutzt werden kann, und zwar angefangen bei der Funktionsentwicklung bis hin zum HIL-Test. Mittlerweile können wir diese Durchgängigkeit für die Entwicklung und den Test von Steuergerätfunktionen in allen derzeit relevanten Fahrzeuganwendungen anbieten.

Was sind die wesentlichen Vorteile der Modelle?

Unsere Kunden schätzen besonders die Offenheit der Modelle. Sie erlaubt es ihnen nicht nur, die Implementierung modellierter Komponenten bis herunter zu einzelnen Simulink-Blöcken nachzuvollziehen, sondern auch Modelle eigenhändig anzupassen. Der Einsatz derselben Modelle und Parametrierungen von der Funktionsentwicklung bis zum HIL-Test verschlankt den gesamten Prozess. Für eine komfortable Handhabbarkeit der Simulation sorgt die grafische Bedienoberfläche ModelDesk. Sie ist die zentrale Stelle, um die Modelle zu konfigurieren, zu parametrieren, die Simulation zu starten und Simulationsergebnisse darzustellen, und das durchgängig von der Offline- bis zur HIL-Simulation.

ASM Modellportfolio

Modelle für Verbrennungsmotoren:

- ASM Diesel/Gasoline Simulation Package (Mittelwertmodelle)
- ASM Diesel/Gasoline InCylinder Simulation Package (Physikalische Modelle)
- ASM Turbocharger (Physikalisches Modell)
- ASM – Diesel Exhaust System Model (Physikalisches Modell)

Fahrdynamikmodelle:

- ASM Vehicle Dynamics Simulation Package
- ASM Truck
- ASM Trailer
- ASM Brake Hydraulics
- ASM Pneumatics
- ASM Kinematics and Compliance (KnC)

Elektromodelle:

- ASM Electric Components Model (Prozessorsimulation)
- XSG Electric Component Models (FPGA-Simulation)

Umgebungsmodell

- ASM Traffic
- ASM Environment



ASM Videokanal

Gibt es besondere Eigenschaften?

Da wären die standardisierten Schnittstellen, um die Modelle wie in einem Baukastensystem in Umfang und Modellgüte exakt auf die Anwendung abzustimmen. Beispielsweise lässt sich ein Hybridantrieb mit einer speziellen Zellcharakteristik der Batterie darstellen. Dass dies mit der grafischen Bedienoberfläche ModelDesk einfach gelingt, steigert natürlich die

Nissan in Yokohama und Scania in Södertälje dazu. Darüber hinaus nutzen GM in Amerika, Volkswagen in Europa und Mazda in Asien unsere Modelle, um nur einige zu nennen. Beispiele aus der Lkw-Sparte sind Caterpillar, Volvo und WABCO. Dort schätzt man besonders das leistungsfähige Variantenmanagement, also das Parametrisieren und Simulieren von Fahrzeugvarianten.

Die Bereiche Elektromobilität und Fahrerassistenzsysteme wird dSPACE strategisch weiter ausbauen.

Produktivität. Eine weitere Stärke ist die gute Abstimmung der Modelle auf die dSPACE Hardware. Dies unterstützt zum Beispiel die Emulation von Zellspannungen oder die Simulation elektrischer Antriebe für Prozessor- oder FPGA-basierte Berechnungen.

Welche Kunden setzen die Modelle ein?

Obwohl die Markteinführung der Modelle erst wenige Jahre zurück liegt, sind weltweit bereits 800 Lizenzen bei 250 Kunden im Einsatz. Anwender sind insbesondere die großen Automobilhersteller und deren Zulieferer sowie einige Hochschulen. Vor kurzem kamen wichtige Abteilungen bei Daimler in Stuttgart,

Warum setzen so viele Unternehmen auf die ASM?

Eine Ursache ist, dass die ASM ein komplettes Portfolio vom Motor bis zum Verkehrsmodell bieten, so dass sich vollständige virtuelle Fahrzeuge samt Umgebung simulieren lassen. Ein so vollständiges Modellpaket bietet derzeit nur dSPACE. Ein weiterer Grund ist, dass viele Kunden den Pflege- und Entwicklungsaufwand ihrer hauseigenen Modelle nicht mehr leisten wollten. Durch den Wechsel zu den ASM entfällt diese Arbeit. Gleichzeitig bleiben die Unternehmen dank der Offenheit der ASM flexibel für kundenspezifische Anpassungen. Und wenn neue Simulationsaufgaben anstehen, können sich die Entwickler natürlich sehr



schnell in unserem erprobten Modellportfolio bedienen oder zusammen mit dSPACE Modelle weiterentwickeln.

Welche Anwendungsfelder werden die ASM demnächst unterstützen?

Da wären vor allem die Bereiche Elektromobilität und Fahrerassistenzsysteme. Unsere Kunden sind hier sehr aktiv, und wir werden sie dabei mit Simulationsmodellen unterstützen. Das Modell ASM Traffic erleichtert schon jetzt die Entwicklung von ACC, Notbrems-, Fahrspur- und Einparkassistenten. Für das spannende Entwicklungsfeld Car2x werden wir im Laufe des Jahres ebenfalls Simulationswerkzeuge bereitstellen.

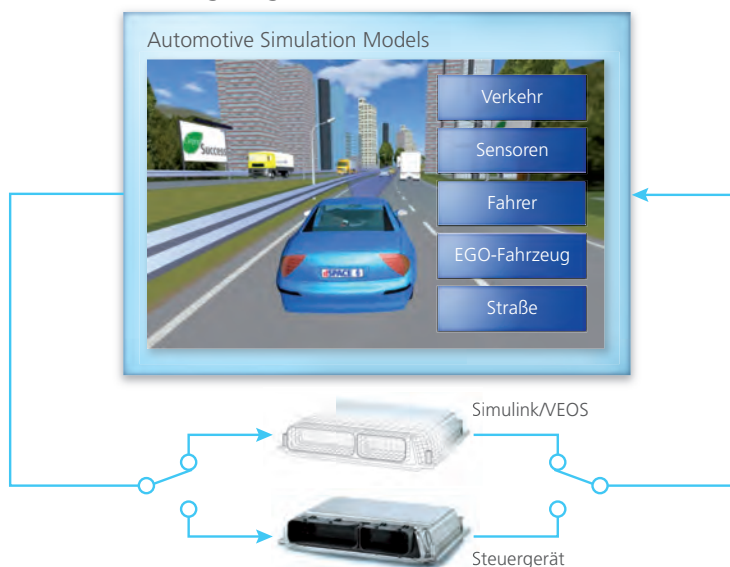
Stichworte sind hier beispielsweise die Simulation von Kreuzungsverkehr, kartenbasierte Systeme und Objekterkennung. Entscheidend dabei ist eine flexible und komfortable Umgebungssimulation. Hierfür setzen wir auf die grafische Bedienoberfläche von ModelDesk.

Im Bereich der elektrischen Antriebe werden wir unser Portfolio durch immer genauere Komponentenmodelle, auch auf FPGA-Basis, ergänzen. Und klassische Anwendungsfelder wie Verbrennungsmotor- und Fahrdynamiksimulation treiben wir mit der Weiterentwicklung von ASM KnC als virtueller Achsprüfstand oder der hochaufgelösten Zylinderdrucksimulation für verbrennungsbasierte Motorregelungen voran.

Wie steht es mit den zukünftigen Herausforderungen im Entwicklungsprozess?

Die Elektrik/Elektronik-Systeme wachsen sowohl in ihren Funktionen als auch im Grad der Vernetzung. Daher gilt es, immer umfangreichere Modelle zu kombinieren. Das führt zu neuen Herausforderungen nicht nur bei den Modellinhalten, sondern vor allem auch bei der Handhabung. Wir werden das durch ein immer besser integriertes Datenmanagement unterstützen. Die Anbindung

Vorverlagerung von Tests



Die ASM ermöglichen frühe, durchgängige Tests im automotiven E/E-Entwicklungsprozess.

dSPACE deckt als einziger Modell-Anbieter vom Motor bis zum Umgebungsverkehr das gesamte automotive Simulationsspektrum ab.

an die Datenmanagement- und Collaboration-Software dSPACE SYNECT® spielt dabei eine wichtige Rolle. Speziell für die Offline-Simulation werden Pakete aus ASM und dSPACE VEOS® leistungsfähige Lösungen bieten.

Wie wird das Know-how für die Simulationen aufgebaut?

Weil wir bei der Entwicklung der ASM eng mit Anwendern zusammenarbeiten, können wir neue Anforderungen sofort in den Entwicklungsplan aufnehmen. Im Kundenprojekt entwickelte Modellanteile wandern zum Teil auch direkt ins Produkt. Für bestimmte Aufgaben arbeiten wir auch mit Partnern zusammen, die bereits einschlägige Erfahrungen besitzen. Für die wichtigen Anwendungsfelder Elektromobilität und Fahrerassistenzsysteme engagieren wir uns in den Forschungsprojekten Toolbox Speichersysteme, TRAFFIS

und Car2X. Fundierte Forschungsergebnisse, gepaart mit der Praxiserfahrung sowie Modellierungsexpertise von dSPACE, bilden eine gute Grundlage für leistungsfähige Simulationsmodelle zukünftiger Simulationsaufgaben.

Herzlichen Dank für das Gespräch, Herr Dr. Haupt.



Dr. Hagen Haupt leitet die Entwicklung der Simulationsmodelle bei der dSPACE GmbH.

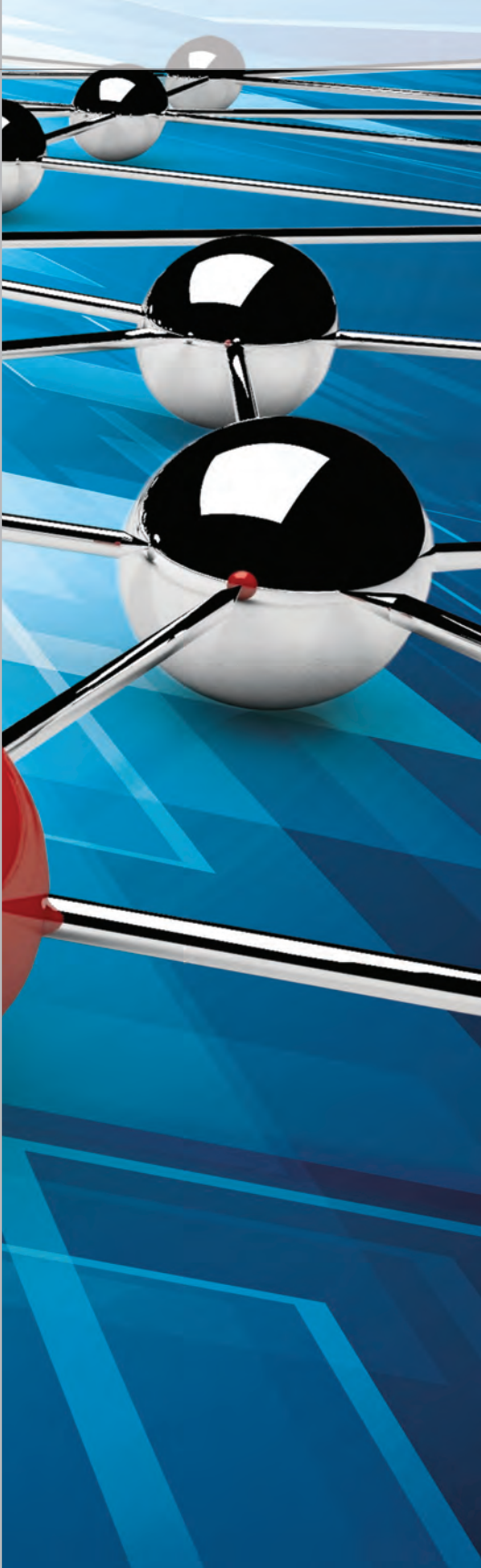


Neues Ethernet Configuration Package vereinfacht die Netzwerkkonfiguration

Einfach

netz- werken

Mit dem neuen Ethernet Configuration Package ist dSPACE der erste Anbieter, der die servicebasierte Kommunikation in Ethernet-Netzwerken elektronischer Steuergeräte in Echtzeitsystemen möglich macht.



Ethernet im Auto

Nachdem FlexRay vor wenigen Jahren erfolgreich in Fahrzeugen eingeführt wurde, befindet sich Ethernet nun als automobiler Kommunikationsbus an der Schwelle zum Serieneinsatz. Aufgrund seines flexiblen Schichtenmodells, der hohen Bandbreite sowie der kostengünstigen und unabhängigen Implementierungen bietet Ethernet viele Einsatzmöglichkeiten im Fahrzeug. Ethernet-Netzwerke

dSPACE und Ethernet

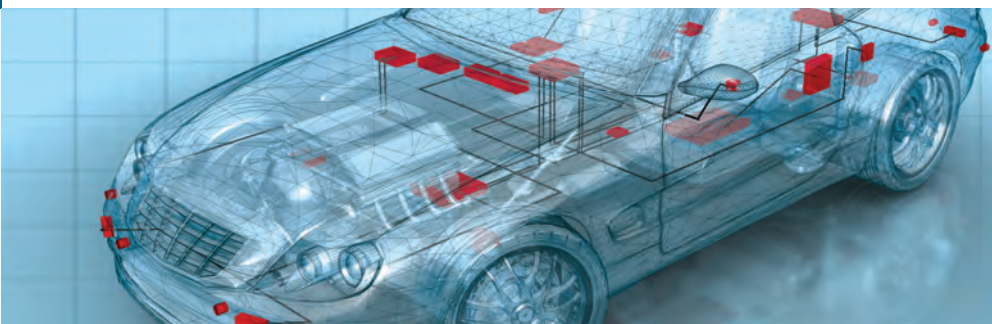
Seit vielen Jahren bietet dSPACE Produkte und Lösungen für die Anbindung von Ethernet an Echtzeitsysteme an, darunter das DS1006 Processor Board für die Hardware-in-the-Loop-Simulation oder die MicroAutoBox für Rapid Control Prototyping mit den entsprechenden Blocksets für MATLAB®/Simulink®. Bei diesen Produkten liegt der Schwerpunkt auf UDP (User Datagram Pro-

Ethernet wird eine entscheidende Rolle in der Fahrzeug-Vernetzung spielen.

werden daher eine entscheidende Rolle in modernen Fahrerassistenzsystemen, neuen Komfort- und Unterhaltungsfunktionen, beim Flashen von Steuergeräten sowie weiteren Funktionen spielen. Da es sich vielfach um automotive-optimierte Ethernet-Netzwerke handelt, stehen viele Punkte des Kommunikationssystems im Fokus der Entwicklung. So fördert die OPEN Alliance Special Interest Group (SIG), in der auch dSPACE Mitglied ist, die flächendeckende Einführung ethernet-basierter Netzwerke mit ungeschirmten Zweidrahtkabeln. Aktivitäten im ASAM-MCD-2-NET (FIBEX)- und AUTOSAR-Umfeld befassen sich u.a. mit der Standardisierung von Kommunikationsbeschreibungen und der Harmonisierung von Middleware-Schichten. Bereits jetzt zeichnet sich eine breite Basis von Anwendern und Interessenten ab, die eine Einführung von automotivem Ethernet planen. dSPACE unterstützt diese Kunden mit dem neuen Ethernet Configuration Package.

col) und TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) über Ethernet. Die aktuelle Ethernet/IP-Diskussion spricht jedoch auch Schichten oberhalb von UDP und TCP/IP an und verfolgt das Ziel einer servicebasierten Kommunikation (Abbildung 1). Hierbei spielen das Serialisierungsprotokoll SOME/IP für servicebasierte Kommunikation und das Service Discovery Protocol SOME/IP-SD eine wichtige Rolle.

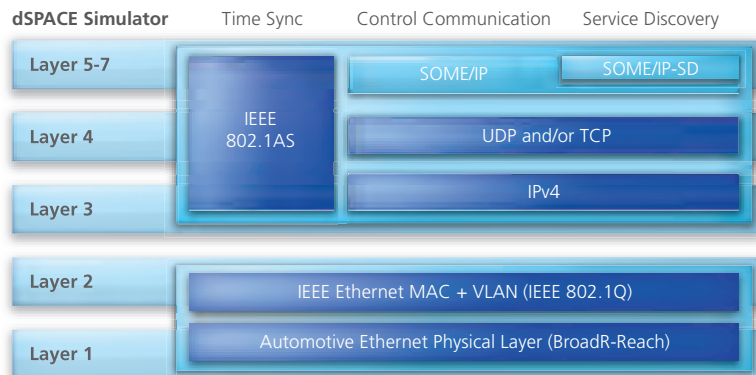
Um notwendige zusätzliche Elemente für eine servicebasierte Kommunikation über Ethernet beschreiben zu können, hat ASAM [www.asam.net] bereits im September 2011 eine Version des FIBEX-Standards veröffentlicht, genannt FIBEX 4. Die im Rahmen einer ersten Anwendungsphase gemachten Erfahrungen werden zur Version FIBEX 4.1 führen, deren Release in Kürze zu erwarten ist. FIBEX 4 ist der erste Schritt in Richtung Datenaustauschformat für ethernetbasierte Kommunikations-



Ethernet Configuration Package

Leistungsmerkmale

- Ermöglicht die Simulation von serviceorientierter, event-basierter Ethernet-Kommunikation in Echtzeitsystemen
- Unterstützt FIBEX-4-Kommunikationsbeschreibungen
- Unterstützt SOME/IP Middleware



ISO/OSI-Schichtenmodell einer servicebasierten Kommunikation über Ethernet

netzwerke im Fahrzeug. Weitere Kommunikationsbeschreibungen für die servicebasierte Kommunikation über Ethernet werden folgen, insbesondere auch von AUTOSAR. Der Grundgedanke dieser IP- und servicebasierten Kommunikation wird nachfolgend anhand von Auszügen des FIBEX-4-Formats erläutert.

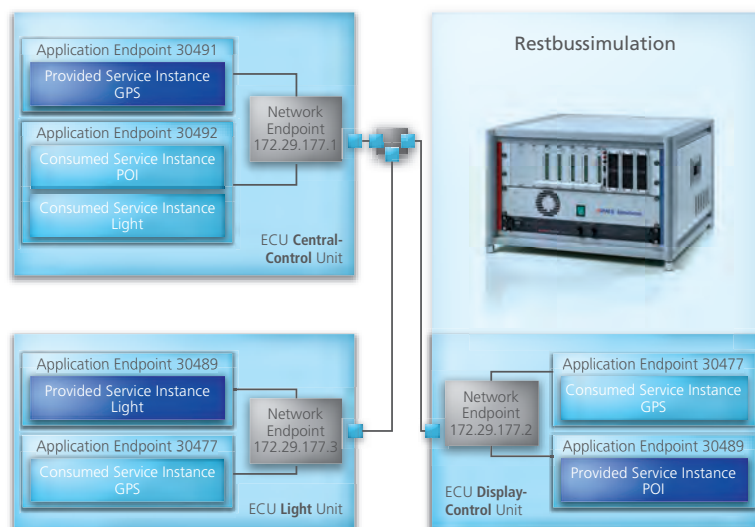
Servicebasierte Kommunikation im FIBEX-4-Kontext

Ethernet ist in der IEEE 802.3 spezifiziert und deckt die ersten beiden Schichten des ISO/OSI-Modells ab.

Da sich die Netzwerkteilnehmer das physikalische Übertragungsmedium teilen, kann es zu Kollisionen kommen. Diese lassen sich durch Punkt-zu-Punkt-Verbindungen mit Hilfe von Switches als Koppellemente vermeiden. Das fibex4ethernet-Schema erweitert die FIBEX-Topologie durch Elemente, die für die Beschreibung von Ethernet in den Data Link und Physical Layers notwendig sind. Network Endpoints und Application Endpoints sind im fibex4it-Schema integriert. Dazu wurden Elemente für die IP- und die Transportadresse

(z.B. Ports) hinzugefügt. Die FIBEX-Spezifikation wurde um zwei Basiskonzepte für die Kommunikation über Ethernet erweitert. Das erste Basiskonzept ist die typische signalbasierte Kommunikation, beispielsweise wie bei CAN. Dazu müssen PDUs (Protocol Data Units) auf Ethernet abgebildet werden. In FIBEX sind zu den PDUs dann die Network und Application Endpoints modelliert. Ethernet bietet mehr Möglichkeiten als die Übertragung einfacher Signale über z.B. UDP. Im Rahmen des zweiten Basiskonzeptes lassen sich auch komplexe Serviceschnittstellen spezifizieren, die Methoden und Events enthalten, um die Kommunikation auf höheren Schichten zu beschreiben. Mit generischen Datentypen für die Parameter der Methoden und Events ist es möglich, strukturiertere Informationen zu übertragen als mit einfachen Signalen. Das fibex4services-Schema enthält die Elemente für die Modellierung der servicebasierten Kommunikation. Unterhalb der Application Endpoints befinden sich die Service Interfaces, die als Provided Services bzw. Consumed Services instanziiert werden.

Abbildung 1: Beispiel einer servicebasierten Steuergeräte-Kommunikation

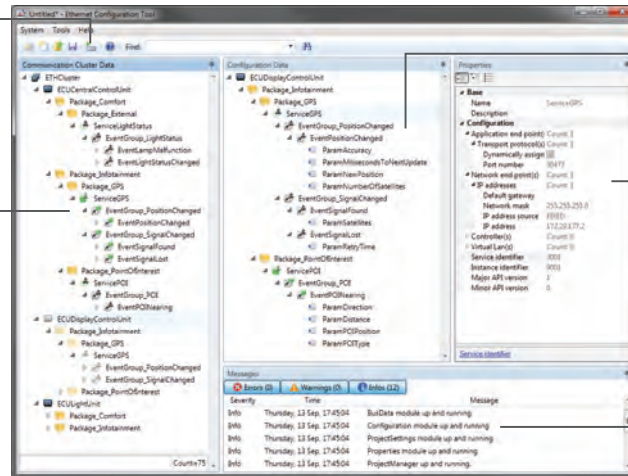


Tool-Unterstützung

Das dSPACE Ethernet Configuration Package unterstützt die Simulation

Start Code-Generierung

Visualisierung der FIBEX-Elemente Cluster, Knoten, Services und Events



Ausgewählte Knoten, Services und Events für die Restbus-simulation

Ansicht wichtiger Elementattribute

Protokoll

Abbildung 2: Ethernet Configuration Tool

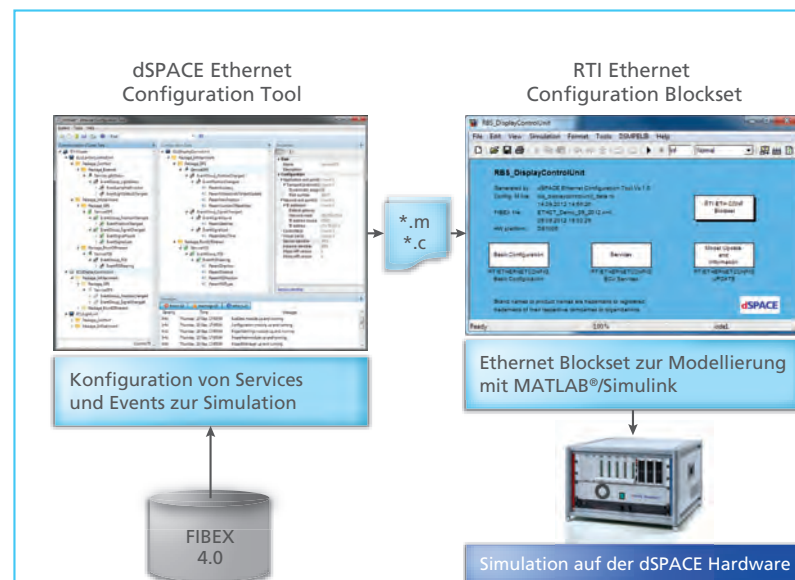
auf Basis von Events, wie in FIBEX 4 beschrieben. Die erste Version des dSPACE Ethernet Configuration Packages ist für Systeme mit DS1006 Quad-Core Processor Boards erhältlich. Wie schon die dSPACE FlexRay-Unterstützung besteht auch das dSPACE Ethernet Configuration Package aus zwei Teilen: Zum einen aus dem dSPACE Ethernet Configuration Tool, um ein dSPACE System als Simulationsknoten in einem servicebasierten Ethernet-Netzwerk zu konfigurieren. Zum anderen aus dem RTI Ethernet Configuration Blockset für die Modellierung der servicebasierten Kommunikation in MATLAB/Simulink (Abbildung 3).

ge für die servicebasierte Modell-Frame-Generierung in MATLAB/Simulink. Das Ergebnis ist ein Simulink-Interface-Modell mit vorkonfigurierten Service- und Event-Blöcken, die auf dem RTI Ethernet Configuration Blockset basieren. Dieses Simulink-Interface-Modell liefert dem Anwender Subsysteme für die simulierten Steuergeräte mit den relevanten Serviceinstanz-Schnittstellen. Mit Hilfe der parametrisierten Event-Blöcke kann der Anwender in seinem Funktionsmodell eigene Funktionen entwerfen, um beispielsweise die neue

Kommunikation über Ethernet/IP auszu probieren oder eine Restbussimulation durchzuführen. Das neue dSPACE Ethernet Configuration Package ist das erste Tool für die Restbussimulation auf Echtzeitsystemen für servicebasierte Ethernet-Kommunikation im Fahrzeug. Die neue, seit Juni 2013 verfügbare Version 1.1 des Ethernet Configuration Packages unterstützt auch ein dynamisches Service Discovery. Weitere Versionen werden folgen. ■

Abbildung 3: Architektur des Ethernet Configuration Packages

Das Ethernet Configuration Tool
Mit dem dSPACE Ethernet Configuration Tool kann die FIBEX-4-Datei importiert und visualisiert werden. Die FIBEX-Elemente wie Cluster, ECUs, Services und Events werden in einem übersichtlichen Baum dargestellt (Abbildung 2). Der Anwender kann ECUs, Services oder Events für die Simulation einfach per Drag & Drop auswählen. Die wichtigsten Attribute der FIBEX-Elemente werden in einer strukturierten Ansicht dargestellt. Die ausgewählten Services und Events dienen als Eingabe für die automatische Kommunikationscode-Generierung. Eine generierte Übertragungsdatei ist Grundla-





Erfolgreich im Einsatz

SCALEXIO in
Kundenprojekten

Gut zwei Jahre nach Einführung haben sich die SCALEXIO-Hardware-in-the-Loop (HIL)-Testsysteme von dSPACE bereits in zahlreichen Kundenprojekten bewährt. Sie sind weltweit im Einsatz, unter anderem in China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan und den USA.

Breite Anwendungsbereiche

SCALEXIO® deckt ein breites Anwendungsspektrum im Nutzfahrzeug- und Pkw-Bereich ab. Realisiert wurden bereits Steuergeräte-Testsysteme für Elektro- und Verbrennungsmotoren, Karosserie- und Getriebeelektronik sowie Batteriemanagementsysteme.



Das sagen SCALEXIO-Anwender:

„Wir sind sehr zufrieden mit dem SCALEXIO-System. Unser spezieller Einsatzzweck erfordert ein kompaktes und robustes HIL-System, das leicht transportiert werden kann. SCALEXIO erfüllt diese Anforderungen. Des Weiteren hat sich SCALEXIO an der Teststrecke bewährt. Überzeugt hat uns aber auch die Möglichkeit, mit ConfigurationDesk die Hardware umzukonfigurieren. Bei anderen Systemen ist hierfür ein Hardware-Umbau erforderlich.“

Wolfgang Schindler, Daimler AG

„Die flexible SCALEXIO-Hardware ermöglicht eine schnelle Anpassung für verschiedene Testvarianten und Steuergeräte, wodurch die Umbauzeiten verringert wurden. SCALEXIO ersetzt unsere bisher genutzte eigene HIL-Signalkonditionierung.“

Thomas Wolf, WABCO

„Der große Vorteil von SCALEXIO besteht für uns darin, dass wir dieselben Modelle verwenden können, egal ob wir einen Test auf einem vollständigen HIL-System oder auf einer Processing Unit ohne angeschlossene I/O-Hardware laufen lassen. Dadurch, dass wir die Konfiguration der I/O-Hardware schon im Vorfeld des HIL-Tests überprüfen können, sind wir sehr flexibel.“

Robert Walesch, Dr.-Ing. Maximilian Miegler, AUDI AG

„Das SCALEXIO-Konzept mit der Trennung von Modell und I/O erleichtert uns die Erstellungs- und Konfigurationsarbeit. Unsere Systeme für den Verbrennungsmotor- und Karosserieelektroniktest werden mindestens die nächsten 8 Jahre im Einsatz sein, daher setzen wir auf Zukunftstechnologie.“

Markus Ritzer, AUDI AG



The dSPACE logo is displayed on a white rectangular background. The letter 'd' is in a smaller, red font, while 'SPACE' is in a larger, blue font.A photograph of a conference reception area. Several men in suits are standing around a high-top bar table, talking and holding drinks. In the background, a large blue cylindrical structure is visible, and a large white banner with the dSPACE logo hangs from the ceiling. The floor is blue with white circular patterns.

Technik vertieft

Am 29. Januar 1886 meldete Carl Benz sein „Fahrzeug mit Gasmotoren-betrieb“ zum Patent an. Exakt 127 Jahre später, am 29. Januar 2013, trafen sich Vertreter deutscher Automobilhersteller und Zulieferer zur 7. dSPACE Anwenderkonferenz, um aktuelle Entwicklungsthemen und Trends zu besprechen. Bei der Abendveranstaltung im Mercedes-Benz Museum schloss sich der Kreis zu den automobilen Anfängen.



OEMs und Zulieferer präsentieren Techniktrends auf der 7. dSPACE Anwenderkonferenz





Keynotesprecher Thomas Lieber, Volkswagen AG, und Dr. Herbert Hanselmann, dSPACE GmbH



Die Patentschrift DRP 37435 aus dem Jahre 1886 gilt als die Geburtsurkunde des Automobils. Im Juli 1886 berichten die Zeitungen über eine erste öffentliche Ausfahrt des dreirädrigen Benz Patent-Motorwagens, Typ 1. Diese Ereignisse haben die Mobilität der Menschen nachhaltig verändert. Auch das Automobil hat sich mittlerweile von einer rein mechanischen Konstruktion zu einem komplexen mechatronischen System gewandelt. Neben technischem Fortschritt führen neue Anforderungen aus Gesellschaft und Umwelt zu immer neuen Herausforderungen

für die Hersteller. Häufig betrifft das die elektronischen Systeme und ihre Software, die im Fahrzeug eine immer wichtigere Rolle einnehmen.

127 Jahre Automobil – aktuelle Herausforderungen und Ideen

Für die 180 Teilnehmer der 7. dSPACE Anwenderkonferenz 2013 standen aktuelle Themen rund um die Entwicklung der Fahrzeugelektronik und -software auf der Agenda. Mit der Keynote „Elektromobilität als Trend und Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette“ leitete Thomas

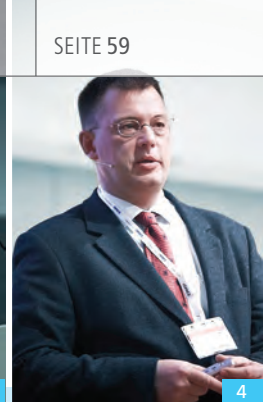
Lieber, Leiter Elektro-Traktion, Volkswagen AG, die zweitägige Vortragsreihe ein. Er zeigte anschaulich, wie Hersteller globalen Herausforderungen wie beispielsweise Ressourcenknappheit, Metropolisierung sowie gesetzlichen Emissionsvorgaben begegnen und welche Strategien, Konzepte und Entwicklungsaufgaben daraus resultieren.

Weitere spannende Projekte aus den Bereichen elektrische Antriebe, Fahrerassistenzsysteme und sicherheitskritische Anwendungen gaben Einblick in aktuelle Entwicklungstrends. In den Vorträgen wurde insbesondere die Effizienzverbesserung durch Entwicklungswerkzeuge und -methoden dargestellt. Besonders bemerkenswert: Schon erste positive Erfahrungen mit den brandneuen dSPACE Werkzeugen SYNECT® (ABB, Audi) und VEOS® (Volkswagen) waren dabei. Außerdem wurde in mehreren Vorträgen deutlich, dass das neue Simu-

„Das letzte Jahrzehnt war dadurch geprägt, dass wir das Fahrzeug in sich voll vernetzt haben. Dieses Jahrzehnt wird sich das Fahrzeug nahtlos mit seiner Umwelt vernetzen.“

Thomas Lieber, Volkswagen AG





latorsystem SCALEXIO® bei vielen Kunden mittlerweile eine feste Rolle im Entwicklungsprozess eingenommen hat.

Seminare und Networking

Am dritten Tag der Konferenz konnten die Besucher in Seminaren aktuelle Themen weiter vertiefen. Produktexperten von dSPACE stellten Workflows und Methoden für die erfolgreiche Vorgehensweise beim Datenmanagement, der virtuelle Absicherung, dem Einsatz von Standards und der Systemarchitektur vor. Die Konferenz bot durch lange Pausen zwischen den Vorträgen viel Raum für Gespräche und Networking. Dies kam bei den Teilnehmern sehr gut an und wurde intensiv genutzt. Während der Abendveranstaltung vor der atemberaubenden Kulisse des Mercedes-Benz Museums konnten beim Rundgang automobiler Zeitgeschichte bestaunt und Kontakte gepflegt werden. Beim anschließenden Buffet klang der ereignisreiche Tag aus. dSPACE bedankt sich ganz herzlich bei allen Vortragenden, den Ausstellern BTC, DMecS, Elektrobit, MathWorks und MES und den Teilnehmern für ihre wertvollen Beiträge zum Gelingen der Veranstaltung. Die gelungene Konferenz inspiriert für weitere Veranstaltungen dieser Art. ■

Vortragende:

1. **Robert Walesch, AUDI AG,**
2. **Richard Bergmann, AUDI AG**
Robert Walesch und Richard Bergmann gaben Einblick in die HIL-Strategie bei Audi und berichteten über den Einsatz von SCALEXIO bei der Absicherung der Steuergeräte-Software.
3. **Steffen Stauder, TU Kaiserslautern**
Steffen Stauder zeigte, wie an einem von dSPACE konstruierten mechatronischen HIL-Fahrsimulator die modellbasierte Regler- und Funktionsentwicklung für mechatronische Lenksysteme vorangetrieben wird.
4. **Thomas Wolf, WABCO Fahrzeugsysteme GmbH**
5. **Dr. Oliver Schütte, WABCO Fahrzeugsysteme GmbH**
Thomas Wolf und Dr. Oliver Schütte referierten über die Zielsetzung des automatisierten Testprozesses bei WABCO, in dem SCALEXIO und die Automotive Simulation Models (ASM) eine zentrale Rolle spielen.
6. **Christoph Freier, Volkswagen AG**
Christoph Freier berichtete über ein zukunftsweisendes Projekt zur vollständig virtuellen Steuergeräteabsicherung bei der Volkswagen AG. Als Testplattform wurde dabei dSPACE VEOS evaluiert.
7. **Stefan Riegl, MAN Truck & Bus AG**
Stefan Riegl zeigte die Vorteile, die ein Engineering Data Backbone für die Automatisierung von Integrationstests mit dSPACE Simulatoren bringt.
8. **Alessandro Recca, ABB Switzerland Ltd.**
Alessandro Recca stellte das automatische Testen von Antriebssoftware für Schienenfahrzeuge vor und zeigte, wie ABB die Datenmanagementsoftware SYNECT in ihren Prozessen erfolgreich einsetzt.
9. **Gerhard Kiffe, Audi Electronics Venture GmbH**
10. **Thomas Bock, Audi Electronics Venture GmbH**
Gerhard Kiffe und Thomas Bock stellten das Projekt zur Organisation des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses für die Embedded-Softwareentwicklung in der Audi Software Group (EnProVe) vor, in dessen Rahmen eine strategische Kooperation mit dSPACE zur Entwicklung der Datenmanagementsoftware SYNECT gestartet wurde.
11. **Dr. Mouham Tanimou, Robert Bosch GmbH**
Dr. Mouham Tanimou präsentierte eine Methode, die den einfachen Austausch von Datenspezifikationen zwischen OEM und Zulieferer auf Basis des ASAM-MDX (Meta Data eXchange Format) unterstützt. Für die MDX-Generierung setzt Bosch auf TargetLink® und das DataDictionary.
12. **Dr. Florian Wohlgemuth, Daimler AG**
Dr. Florian Wohlgemuth gab Einblick in den AUTOSAR-konformen Entwicklungsprozess von Komfort- und Innenraumfunktionen. Den Seriencode für die AUTOSAR-Steuergeräte generiert Daimler mit dem Seriencode-Generator TargetLink.
13. **Dr. Heiko Zatocil, Siemens AG**
Dr. Heiko Zatocil stellte einen ISO-26262-konformen, modellbasierten Softwareentwicklungsprozess vor. Siemens nutzt dafür den Seriencode-Generator TargetLink.
14. **Philip Markschläger, Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG**
Philip Markschläger informierte über das Fahrereffizienzsystem Porsche InnoDrive und zeigte, wie die dSPACE MicroAutoBox für die prototypische Energiemanagement-Vorentwicklung eingesetzt wird.



SYNECT: Zentrales Datenmanagement weiter ausgebaut

dSPACE hat die seit Herbst 2012 auf dem Markt befindliche Collaboration- und Datenmanagement-Software SYNECT® weiter ausgebaut. Mittlerweile sind bereits drei SYNECT-Module erhältlich: Test Management, Variant Management sowie Signal & Parameter Management. Der Fokus von SYNECT liegt auf der konsistenten und zentralen Verwaltung von Entwicklungsdaten. SYNECT ist überall dort optimal geeignet, wo Software und Steuergeräte mit Hilfe des modellbasierten Entwurfs entwickelt und getestet werden. Die Daten lassen sich einfach innerhalb eines Teams, aber auch über Teams, Prozessphasen und Projekte hinweg wiederverwenden.

Mit SYNECT Test Management lassen sich Tests verwalten, mit den zugrunde liegenden Anforderungen verlinken, einfach zu Ausführungsplänen zusammenstellen und direkt für die Testausführung nutzen (z.B. HIL-Tests mit

AutomationDesk®, SIL-/MIL-/PIL-Tests im Kontext von Simulink® und TargetLink®). Analysen über Testumfänge, Testabdeckung und Testfortschritt lassen sich auf Basis der in SYNECT zentral abgelegten Testergebnisse einfach und schnell erzeugen, übersichtlich anzeigen und für die weitere Testplanung verwenden. In Kombination mit SYNECT Variant Management ist eine Variantenverwaltung möglich, die eng mit dem Testmanagement verbunden ist.

Ab sofort bietet SYNECT auch ein Modul für die zentrale Signal- und Parameterverwaltung. Mit dem neuen Modul lassen sich Signale, Parameter und Parameter-Sets über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg zentral verwalten. SYNECT Signal & Parameter Management unterstützt zahlreiche Dateiformate, um Signale und Parameter auszutauschen und diese mit anderen Tools im Entwicklungsprozess zu verwenden.

So ist beispielsweise für Simulink-Anwender ein flexibler Austausch von Parameterwerten sowie Signal- und Parameterdefinitionen zwischen dem jeweiligen Funktions- oder Streckenmodell und dem zentralen Datenmanagement in SYNECT möglich. TargetLink-Anwender können Variablen, Typdefinitionen und Skalierungen zwischen dem dateibasierten TargetLink Data Dictionary und SYNECT austauschen. Für die Steuergeräte-Applikation lassen sich Parameter über DCM- und PAR-Dateien importieren und exportieren. Dank SYNECT Variant Management lassen sich Abhängigkeiten zwischen Parametern und Varianten spezifizieren und Parametersätze für unterschiedliche Variantenkonfigurationen erstellen und verwalten.

Für Ende 2013 ist zudem ein SYNECT-Modul für die Verwaltung von Modellen geplant. ■



MicroAutoBox II mit mehrstufigem Watchdog-Mechanismus

dSPACE hat die MicroAutoBox® II mit einem mehrstufigen Watchdog-Mechanismus ausgestattet. Dessen Laufzeitüberwachung mit konfigurierbarem Timeout-Verhalten ermöglicht höhere Sicherheit beim Einsatz von Prototypfahrzeugen in Straßen- und Flottentests, da das System auf kritische Zustände sofort angemessen und benutzerdefiniert reagieren kann. Der System-Watchdog ist unabhängig vom MicroAutoBox-II-Prozessor per FPGA in der Hardware umgesetzt, während individuell konfigurierbare Software-Watchdogs eine gezielte Überwachung von Software-Tasks im Anwendermodell

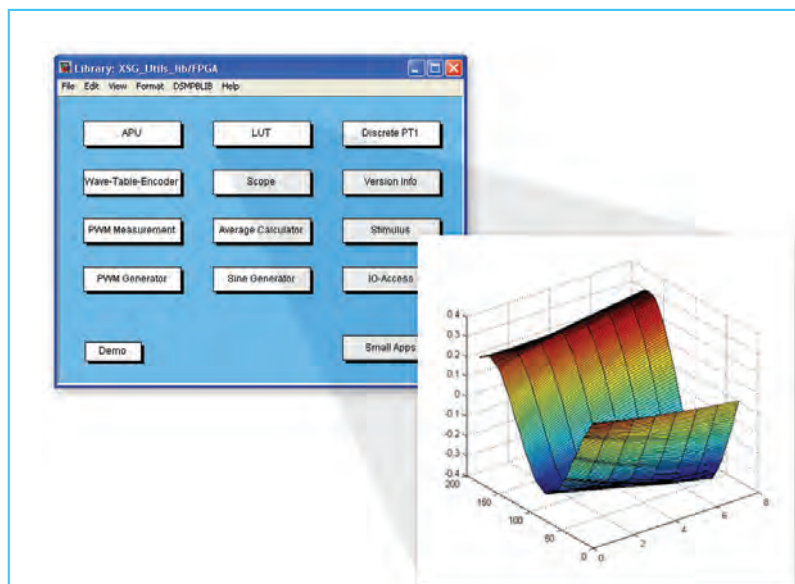
ermöglichen. Sobald die Anwender-Software eine Zeitüberschreitung am System-Watchdog erzeugt, greifen die konfigurierten Verhaltensweisen. Solche Timeout-Verhalten können zum Beispiel das Sichern von Daten, das Setzen definierter Output-Werte oder ein kompletter Systemneustart sein. Der neue Watchdog-Mechanismus steht mit dem dSPACE Release 2013-A zur Verfügung. Für die einfache, blockdiagrammbasierte Programmierung sowie Integration der neuen Laufzeitüberwachung in bestehende Simulink-Reglermodelle bietet dSPACE ein neues Real-Time Inter-



face Blockset (RTI) als Schnittstelle an. Das neue Watchdog-Blockset unterstützt alle Varianten der MicroAutoBox II. Anwender können mindestens 20 Tasks (abhängig von den genutzten Speicherressourcen sogar mehr) gleichzeitig und unabhängig voneinander überwachen. Zudem lassen sich jeweils individuelle Timeout-Verhaltensweisen zuweisen. ■

XSG Utils Library für schnellere Implementierung von FPGA-Modellen

Mit der XSG Utils Library bietet dSPACE den Anwendern von Echtzeit-FPGAs eine hohe Anzahl erweiterter Funktionsblöcke zur Implementierung eigener Projekte. Sie reichen von erweiterter I/O, Scope- und Lookup-Table-Funktionen bis zu Durchschnittsrechner, Sinusgenerator und Wavetable Encoder. Die Funktionsblöcke können sowohl in Rapid-Control-Prototyping-Projekten mit der dSPACE MicroAutoBox® II oder für die Hardware-in-the-Loop-Simulation zusammen mit dem DS5203 FPGA Board eingesetzt werden. Weitere Informationen finden Sie auf unsere Website unter www.dspace.com/go/xsg-utils ■



SCALEXIO für Elektromotor-Anwendungen

Für HIL-Tests von Steuergeräten elektrischer Antriebe bietet SCALEXIO® eine spezielle neue Karte, das DS2655 FPGA Base Module. Die Karte beinhaltet ein frei programmierbares FPGA und wird über I/O-Module mit der benötigten Anzahl von I/O-Kanälen ausgestattet. Das DS2655 ermöglicht die Simulation elektrischer Motoren mit den dazu notwendigen kurzen Simulationszyklen, beispielsweise für Hybridfahrzeuge, Elektromotoren oder Windenergiekonverter. Hierzu bietet dSPACE zudem passende Simu-

lationsmodelle für Elektromotoren und die zugehörige Leistungselektronik an: die XSG Electric Component Models.

Die Konfiguration des FPGAs erfolgt grafisch mittels RTI FPGA Programming Blockset und dSPACE ConfigurationDesk. Das FPGA-Programm kann in einer Offline-Simulation getestet werden, bevor es auf die Echtzeit-Hardware implementiert wird. Dadurch ist der Nutzer in der Lage, flexibel auf neue Anforderungen zu reagieren, zum Beispiel wenn



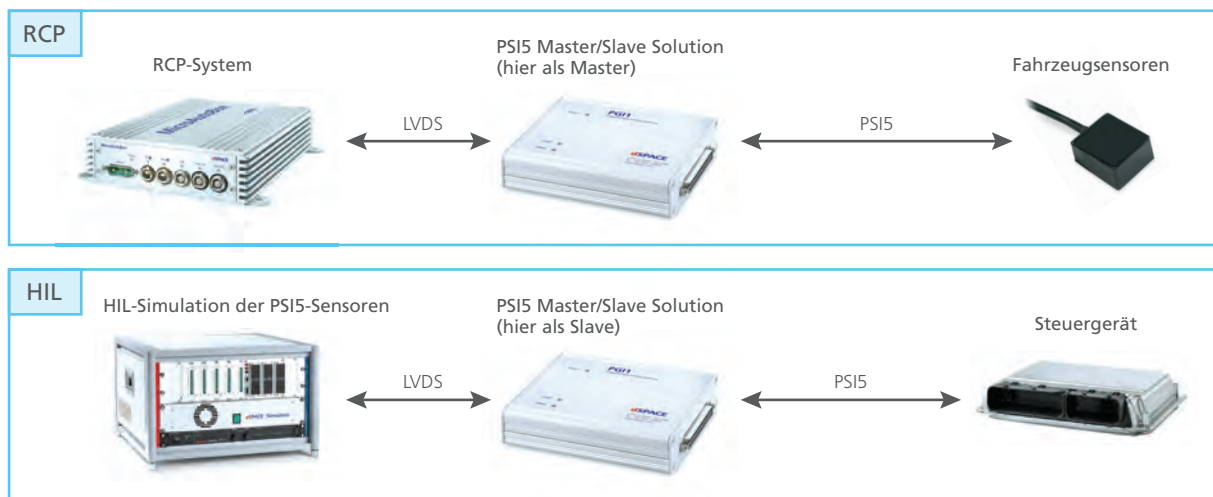
neue Schnittstellen hinzukommen oder die Ausführung von Teilmodellen beschleunigt werden muss. ■

Einbindung von PSI5-Sensoren

PSI5 (Peripheral Sensor Interface) hat sich als Standard zum Anschluss von Fahrzeugsensoren an elektronische Steuergeräte durchgesetzt. dSPACE bietet jetzt mit der neuen PSI5 Master/Slave Solution die Möglichkeit, PSI5-Sensoren auf einfache

Weise während des HIL-Tests zu simulieren oder beim Rapid Control Prototyping mit der **MicroAutoBox/AutoBox** zu verbinden. Die PSI5 Master/Slave Solution besteht aus einer Hardware auf Basis des dSPACE PG11 (Programmable

Generic Interface) und einem RTI-Blockset zur einfachen grafischen Konfiguration. Hiermit lassen sich 10 Slaves und 4 Master abbilden. ■



Oberes Bild: Die PSI5 Master/Slave Solution stellt die Verbindung zwischen dem RCP-System (hier die MicroAutoBox) und den realen Fahrzeugsensoren her. Unteres Bild: Der HIL-Simulator simuliert die Fahrzeugsensoren, die PSI5 Master/Slave Solution sorgt für die Verbindung über den PSI5-Bus zum Steuergerät.

SCALEXIO-Lösungen für Luft- und Raumfahrtanwendungen

dSPACE hat sein SCALEXIO® Hardware-in-the-Loop (HIL)-System um erste I/O-Schnittstellen für Luft- und Raumfahrtanwendungen erweitert. Sie ermöglichen den Zugriff auf ARINC-429- und MIL-STD-1553-Netzwerke und basieren auf einsatzproben und etablierten PMC/XMC-Modulen von Avionics Interface Technologies (AIT). Die Module nutzen die PCI(e)-Schnittstellen in der SCALEXIO Processing Unit, dem

zentralen Rechenkern. So wird eine optimale Bandbreite für den Datenaustausch mit dem Echtzeitmodell erreicht. Um die Echtzeitfähigkeit zu gewährleisten, hat dSPACE speziell für diesen Anwendungsfall QNX-Treiber entwickelt. ■



MicroAutoBox II: FPGA-basiertes Zylinderdruck-Indiziersystem für Auto und Labor

Mit dem neuen Cylinder Pressure Indication Blockset kann die MicroAutoBox® II 1401/1511/1512 mit dem DS1552 Multi-I/O Module nun für die FPGA-basierte Zylinderdruckmessung und -indizierung eingesetzt werden (MABXII Cylinder Pressure Indication Solution). Die Lösung unterstützt winkelsynchrone Druckmessung mit einer maximalen Auflösung von $0,1^\circ$. Die Druckwerte werden von mehreren Algorithmen in Echtzeit eva-

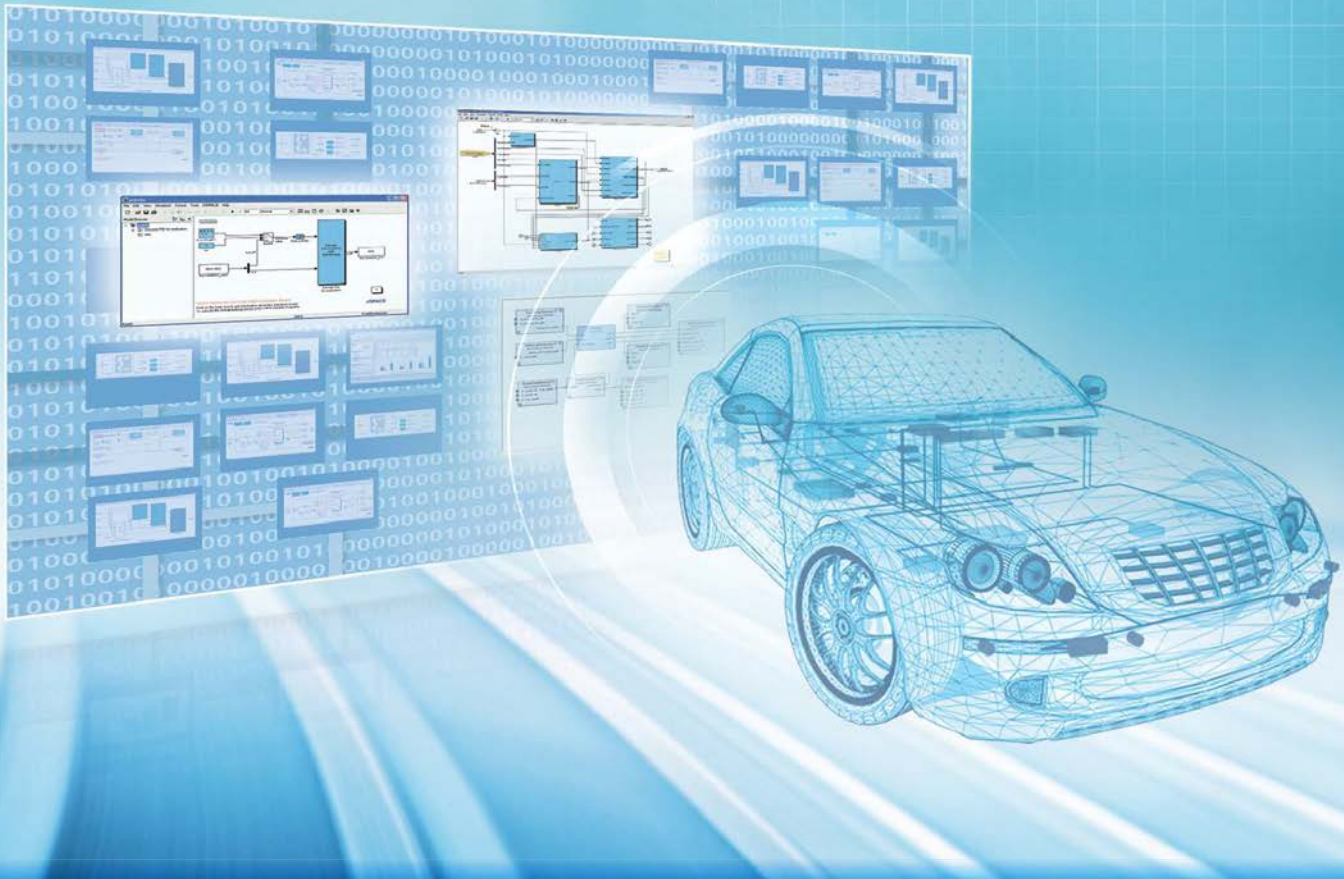
luiert, z.B. abgegebener Wärme, Verbrennungsschwerpunkt oder effektivem Mitteldruck. ■



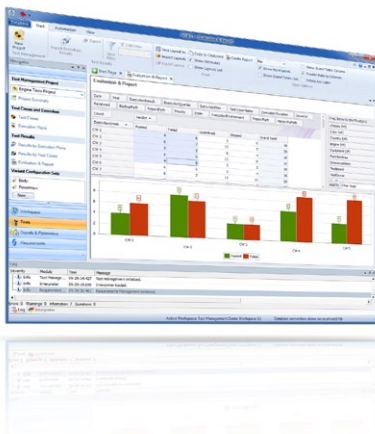
Bitte teilen Sie uns Ihre Meinung über die Qualität des dSPACE Magazins mit. Senden Sie einfach beiliegende Antwortkarte ausgefüllt an uns zurück! Nutzen Sie die Antwortkarte ebenfalls, um weitere Informationen per Post anzufordern. Vielen Dank!



Gerne können Sie uns Ihr Feedback auch online mitteilen. Weitere Informationen finden Sie unter: www.dspace.com/magazin
Releaseinformationen zu dSPACE Produkten finden Sie unter: www.dspace.com/releases



Daten im Griff – mit dSPACE SYNECT®



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

SYNECT – Ihre Lösung für effizientes Datenmanagement!