

dSPACE MAGAZIN

2/2011



KIT –
Licht denkt mit
Yamaha –
Simulation gewinnt
SKF –
Intelligent anhalten





Im Herbst des Krisenjahres 2009 merkte man, dass das Konjunkturtief seinen Boden erreicht haben könnte. Da wurde ich oft gefragt, wie ich die Zukunft sehe. Ist der Einbruch ein „V“ oder gibt es einen Double Dip, also ein „W“, die Rezession nach der Rezession? Wann wird der Umsatz von 2008 wieder erreicht? Meine These damals war eine Art „gekipptes L“, d.h., nach einem rasanten Absturz kommt eine Wiederaufnahme des alten Wachstumstrends, nur auf dem tieferen Niveau. Demzufolge hätte es bis mindestens 2013 gedauert, bis das Niveau von 2008 erreicht gewesen wäre. Mittlerweile ist klar, es war tatsächlich ein „gekipptes L“, aber der Anstieg war und ist viel steiler als erwartet. Unser Umsatz von 2008 wird schon 2011 deutlich überschritten. Bei vielen unserer Kunden folgte auf die Schockstarre von 2009 offenbar eine Aufholjagd. Wir verzeichneten in 2011 Rekorde bei den Auftragseingängen.

Es sieht so aus, als könnte bald die Rückkehr zur alten Trendkurve mit ihrem kontinuierlichen Wachstum

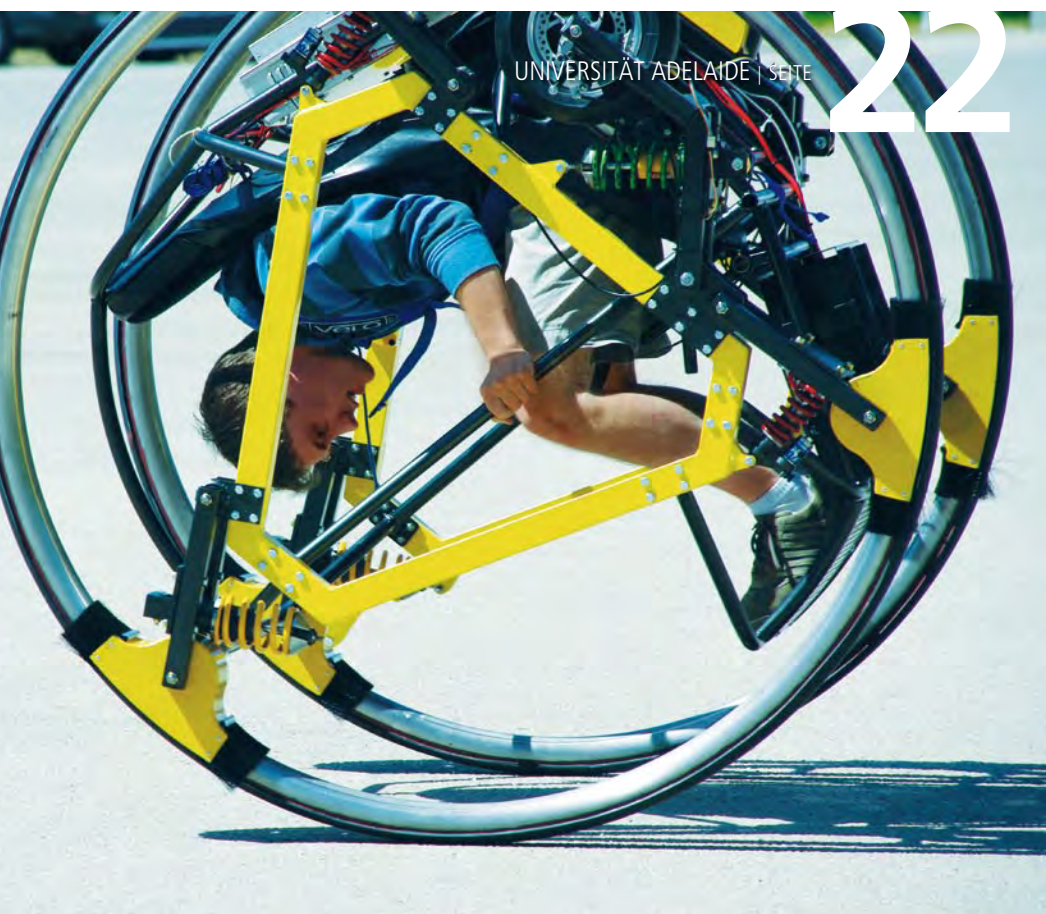
erreicht sein. Getrieben wird dieses Trendwachstum vor allem durch den zunehmenden Bedarf unserer Kunden, denn Elektronik und Software sind weiterhin auf dem Vormarsch. Neue Systeme müssen entwickelt werden, und das bei stetig steigender Komplexität. Ein Mittel, um diese Komplexität nicht in Chaos münden zu lassen, ist bekanntlich der Einsatz von Methoden und Tools, insbesondere Hardware-in-the-Loop-Tests und Model-Based-Design. Beides Felder, in denen dSPACE sehr erfolgreich ist.

Es reicht aber nicht mehr aus, die einzelnen Stufen im Entwicklungsprozess gut zu beherrschen und dort Qualität und Produktivität zu erhöhen. Damit alleine bekommt man die wachsende Komplexität nicht mehr in den Griff. Angesagt ist übergreifende Prozessunterstützung – natürlich ebenfalls mit Hilfe von Tools. Ganz besonders wichtig ist dabei effizientes und Übersicht verschaffendes Management der zahllosen komplexen Daten und Modelle. Möglich sein muss das über Prozessschritte ebenso wie

über Einzelpersonen und Teams hinweg, die gemeinsam Nutzer und Produzent solcher Informationen sind. Dieses Thema nimmt sich dSPACE jetzt verstärkt an. Mit unseren langjährigen Erfahrungen und dem Wissen aus zahllosen Entwicklungsprojekten werden wir eine multi-user-fähige Plattform für zentrales Datenmanagement anbieten, die das effiziente Handling von Modellen, Parametern, Signalen, Tests, Varianten etc. über den gesamten Entwicklungszyklus von Steuergerätesoftware hinweg unterstützt. Ein erstes Projekt zur variantenbezogenen Verwaltung von Parametern im Kontext der modellbasierten Entwicklung haben wir bereits erfolgreich abgeschlossen. Eine Testmanagementlösung wird Mitte des Jahres verfügbar sein. Und da kommt noch mehr. Ich empfehle „stay tuned“.

Ich wünsche Ihnen einen guten Jahresausklang und ein erfolgreiches 2012!

Dr. Herbert Hanselmann
Geschäftsführer



UNIVERSITÄT ADELAIDE | SEITE

22



KIT | SEITE

12



MICROAUTOBOX FPGA | SEITE

38

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-magazine@dspace.com
www.dspace.com

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

Fachredaktion: Ralf Lieberwirth, Sonja Lillwitz,
Julia Reinbach, Dr. Gerhard Reiß, Nina Riedel

Redaktionelle Mitarbeit an dieser Ausgabe:
Alicia Alvin, Dr. Ulrich Eisemann, Julia Girolstein,
Hisako Masuhara, Frank Mertens, Thomas Sander,
Dr. Hagen Haupt, Holger Ross, Martin Rühl

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

Gestaltung:
Krall & Partner, Düsseldorf
Layout: Sabine Stephan

Druck:
M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH

© Copyright 2011

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



ECOCAR CHALLENGE | SEITE

28



CONTROLDESK
NEXT GENERATION | SEITE

44

- 3 EDITORIAL
von Dr. Herbert Hanselmann,
Geschäftsführer

Kundenanwendungen

- 6 YAMAHA
Rennspeed in der Simulation
Yamaha setzt für MotoGP-Erfolg
auf Simulation
- 12 KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE (KIT)
Das Licht macht's
Entwicklung sowie prototypische Realisierung eines neuartigen Lichtsystems im Automobil
- 18 SKF
Intelligentes Haltesystem
Das elektronische Bremssystem von SKF für schwere Agrarmaschinen hält höchsten Anforderungen stand
- 22 UNIVERSITÄT ADELAIDE
Down Under: Schwerkraft war gestern
Australische Studenten konstruieren ein Kopfüber-Gefährt
- 28 ECOCAR CHALLENGE
Gewonnen hat ...?
Letzte Runde des 3-Jahres-Wettbewerbs EcoCAR: The NeXt Challenge

- 38 MICROAUTOBOX FPGA
Logik auf Abruf
FPGA-Prozessor-Kombination macht Micro-AutoBox noch flexibler

- 44 CONTROLDESK NEXT GENERATION
Direkter Draht
Vielseitiges Diagnosemodul für direkte Steuergerätezugriffe

- 48 SYSTEMDESK – TARGETLINK
Container tauschen
Durch den direkten Komponenten-Container Austausch zwischen SystemDesk und TargetLink wird AUTOSAR leichter beherrschbar

Business

- 52 DSPACE
Rollout bei dSPACE
dSPACE unterstützt die Nachwuchsingenieure der Formula Student, damit ihre Ideen auf die Straße kommen
- 54 KURZ NOTIERT

Produkte

- 34 CONFIGURATIONDESK
ConfigurationDesk
Neue Flexibilität in den Arbeitsabläufen



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

www.pefc.de



Yamaha setzt für MotoGP-Erfolg auf Simulation

Rennspeed in der Simulation

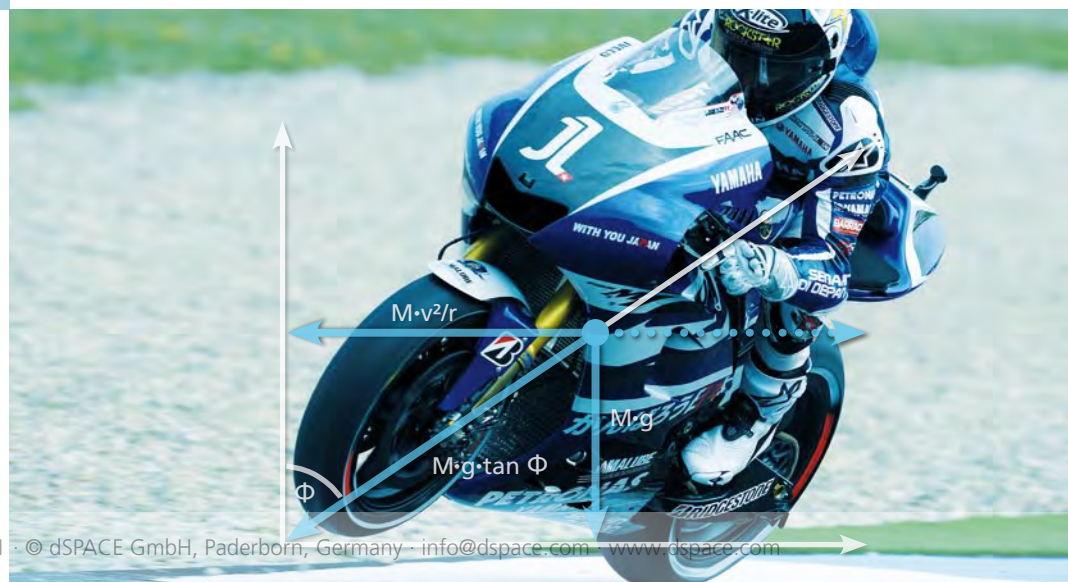


Die Triple Crown steht für Siege in drei Kategorien und ist eine große Auszeichnung in der Königs-klasse des internationalen Motorradrennsports MotoGP. Seit 2008 hat Yamaha die Fahrer-, Team- und Herstellerwertung inne. Um seine Führungsposition zu verteidigen, setzt das Unternehmen auf Simulationstechniken und Werkzeuge von dSPACE.

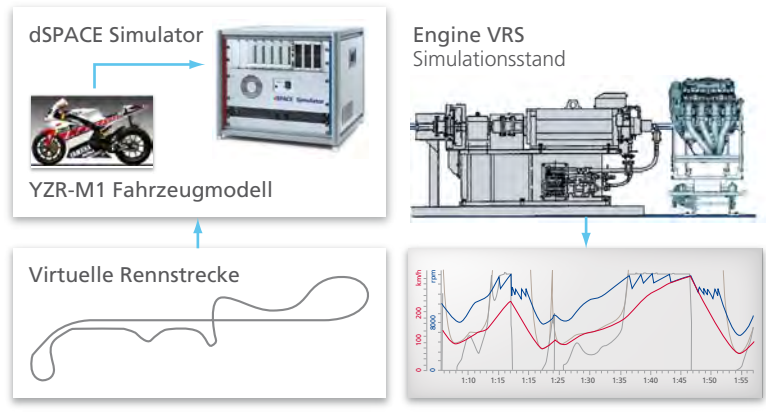
Yamaha und der MotoGP

Yamaha startete die Teilnahme am Rennsport bereits 1955, dem Jahr der Unternehmensgründung. Am ersten Straßen-GP beteiligte sich Yamaha 1961, also markiert 2011 den 50. Jahrestag und damit ein großes Jubiläum. In den vergangenen 50 Jahren internationalen Wettbewerbs konnte Yamaha glorreiche Siege verbuchen, musste aber auch manch bittere Niederlage einstecken. Das Unternehmen blickt auf eine ruhmreiche Renngeschichte zurück und hat u.a. mit Phil Read (UK), Giacomo Agostini (Italien), Kenny

Roberts (USA) und Wayne Rainey (USA) eine Serie beispielloser Titelsiege eingefahren. Der Wille zum Sieg und zum Wettbewerb aber war über all die Jahre ungebrochen. Das ständige Bemühen um sportliche Erfolge hat auch zahlreichen neuen Technologien zum Durchbruch verholfen. Dazu war es erforderlich, stets die neueste Technik zu adaptieren, schnellstens auf die Änderungen im Regelwerk zu reagieren, immer eine hohe Wettbewerbsfähigkeit zu behaupten und zahlreiche innovative Entwicklungsansätze vorzustellen.



Praktischer Einsatz der Motorradsimulation



Aufbau der Simulationsumgebung, basierend auf einem dSPACE Simulator und einem Dynamometer mit Testvektoren realer Teststrecken.

Entwicklung von MotoGP-Rennmaschinen

Bei der Entwicklung von Yamaha-Motorrädern wird großen Wert darauf gelegt, Pilot und Maschine als Einheit zu sehen, in der die Maschine auf den Fahrer reagiert und die Freude am Fahren widerspiegelt. Um diese Mensch-Maschine-Sensibilität abzubilden, wurden zwei Engineering-Ideen systematisiert: GENESIS im mechanischen Bereich und G.E.N.I.C.H. für elektronische

Stunde. Die Maschinen sind dementsprechend ausgelegt und nutzen ihre Kapazitäten in der kurzen Zeit voll aus. Lange Laufleistungen waren nie notwendig.

Reglement- und Ausdaueranforderungen umsetzen

In den letzten Jahren wurde die Anzahl der Rennmaschinen limitiert, um die Betriebskosten zu senken. Damit spielen heute auch Langlebigkeit und Zuverlässigkeit eine große

im Vorfeld so viel wie möglich am Bildschirm anhand virtueller Fahrzeuge testen zu können, werden Entwicklungsprozesse deutlich kürzer. Zudem belegen Erfahrungswerte, dass Systeme, die nach umfassenden Testdurchläufen hergestellt werden, deutlich wartungsärmer sind als andere. Auch wo sonst Tests in frühen Phasen sehr zeitintensiv waren, können wir nun langfristig Zeit einsparen.

Entwicklungsumgebung im Überblick

Yamahas Rennsportteam kann durch Simulationstechniken begrenzte Ressourcen bestmöglich nutzen. Zum Einsatz kommen dabei Simulationsprüfstände für die Ausdauer tests sowie Hardware-in-the-Loop (HIL)-Systeme für die Entwicklung von Regelsystemen.

Ausdauer tests an Simulationsprüfständen

Damit Motoren im Dauerbetrieb getestet werden können, sind simulierte Fahrmuster notwendig. Die Bewegungen des Motorrads werden mit Hilfe eines physikalischen Modells abgebildet und die Steuerung eines Dynamometers wird auf einem

„Durch den Einsatz von HIL-Simulatoren für die Entwicklung von Motoren und Regelsystemen entwickeln wir deutlich präziser und um ein Vielfaches effizienter.“

Noboru Yabe, YAMAHA MOTOR CO, LTD

Steuergeräte. Die YZR-M1 ist als MotoGP-Maschine darauf ausgelegt, beides auf höchstem technischem Niveau umzusetzen und so zusammen mit dem Piloten bestmögliche Leistung zu erreichen. Damit auch die Geschwindigkeiten immer höher werden können, unterliegen die Fahrwerk-, Motor- und Regelsystemkomponenten häufigen Änderungen. MotoGP-Rennen gehen nur über kurze Distanzen und dauern ca. eine

Rolle. Als aus umwelttechnischen Gründen die Spritmenge pro Motorrad und Rennen begrenzt wurde, mussten unter anderem Reibungsverluste verringert werden. Dafür wurde an zahlreichen mechanischen Stellschrauben gedreht und diverse Regelmethode n ausgetestet. Um sicherzustellen, dass eine Maschine wirklich sicher fährt, muss deren zuverlässiger Betrieb umfassend verifiziert werden. Durch die Option,

dSPACE Simulator ausgeführt. Der Simulationsprüfstand besteht aus einem HIL-System mit einem realen Motor für die Hardware-Tests im geschlossenen Regelkreis. Mit diesem Aufbau ist es nicht mehr notwendig, Ausdauer tests auf einer Teststrecke oder am Chassisdynamometer durchzuführen; sie können ausschließlich auf dem Simulationsprüfstand stattfinden. Das wiederum sorgt nicht nur für einen deutlich kürzeren Ent-



Yamahas MotoGP-Erfolg Yamaha Motor gewinnt zum dritten Mal in Folge Triple Crown

Nach der Reglement-Änderung stellte Yamaha 2002 die YZR-M1 mit Vierzylinder-Viertakter auf der MotoGP vor. In dem Jahr konnte der Italiener Max Biaggi zwei Siege mit der Maschine einfahren, zum Titel reichte es aber nicht. Im dritten Jahr, 2004 mit neuem Reglement, ging Valentino Rossi (Italien) für Yamaha an den Start. Zu dem Zeitpunkt hatte die YZR-M1 bereits eine Crossplane-Kurbelwelle. In seinem ersten Jahr im Yamaha-Rennstall gewann Rossi den Weltmeister-

titel mit 9 Siegen in Folge. Weitere 3 GP-Weltmeistertitel holte er für Yamaha 2005, 2008 und 2009. Als nächstes Ass im Ärmel wurde Jorge Lorenzo (Spanien) gehandelt, der 2008 von Yamaha verpflichtet wurde. Er startete seine MotoGP-Karriere mit einem Sieg 2008 und wurde 2009 Vizemeister. 2010 war das Erfolgsjahr für Lorenzo: Nach dem Auftaktrennen schaffte er es in 12 Rennen in Serie aufs Treppchen – eine beachtliche Leistung, die ihm seinen ersten Weltmeistertitel einbrachte. 2010 gewann Yamaha die



Triple Crown zum dritten Mal hintereinander und holte nach dem Sieg in der Fahrer-WM auch die Team- und Herstellerwertung. 2011 ruhen die Augen einmal mehr auf Yamaha und seinem erfolgreichen Team, das die Titelverteidigung angehen will.

wicklungszyklus, sondern reduziert auch die Betriebskosten des Motorrads. Durch präzisere Entwicklung sind weniger Prototypen notwendig, was wiederum zu einer Reduzierung der Gesamtkosten führt.

Entwicklung der Steuerung

Die Komplexität von Motorsteuerungssystemen nimmt stetig zu, daher werden dSPACE HIL-Systeme zur Veri-

fikation der Software- und Hardware-Funktionen eingesetzt. Beispielsweise wäre es unmöglich, Testfahrten unter fatalen Bedingungen wie einem Sensorausfall durchzuführen. HIL-Systeme können diese Bedingungen simulieren, daher sind sie für die Entwicklung von MotoGP-Maschinen unverzichtbar geworden. Auf der Rennstrecke kann es zu Abweichungen und Inkompatibilitäten kommen.

Wird daraufhin eine Lösung implementiert, müssen die Fahrbedingungen, unter denen das Problem auftrat, reproduziert werden. Auch hier haben sich dSPACE Simulatoren als sehr effizientes Tool bewährt.

Leistung unter erschwerten Bedingungen

Nicht nur die Anforderungen an Rennmaschinen werden jährlich

Links: Fahrfunktionen mit Software zu steuern, ist ein etabliertes Vorgehen bei modernen Rennmaschinen. Rechts: Für eine effiziente Reglerentwicklung verlassen sich die Yamaha-Ingenieure auf simulierte Testfahrten.



Rennmaschine YZR-M1: Technische Daten

Motor:	Flüssigkeitsgekühlte Crossplane-Kurbelwelle, Viertaktmotor mit vier Zylindern in Reihe
Höchstgeschwindigkeit:	über 320 km/h
Leistung:	über 200 PS (147 kW)
Kraftübertragung:	Kassettengetriebe mit sechs Gängen und verstellbarer Getriebeübersetzung
Chassis:	Delta-Box-Doppelrohrrahmen und Schwingarm aus Aluminium, Lenkungsgeometrie, Radstand und Bodenhöhe verstellbar
Fahrwerk:	Gabeln und Dämpfung von Öhlins, einstellbar nach Vorlast, Druck und Rückstoßdämpfung, Alternative Hinterradaufhängungsverbindung verfügbar
Felgen:	Marchesini; 16,5 Zoll vorne und hinten, MFR Forged Magnesium
Reifen:	Bridgestone; 16,5 Zoll vorne und hinten, verfügbar als Slicks, Intermediates, Regen- und handgeschnittene Reifen
Bremsen:	Brembo, zwei 320-mm-Carbonscheiben, zwei Vier-Kolben-Bremssättel vorne, einzelne 220-mm-Hinterradscheibe aus Edelstahl mit Zwei-Kolben-Bremssattel
Gewicht:	150 kg, gemäß FIM-Reglement

höher, das gleiche gilt für alle Yamaha-Produkte. Motorräder sollen nicht nur günstig sein, sie sollen auch mehr Komfort bieten und Sprit sparen, ohne dass der Fahrspaß auf der Strecke bleibt. Da ist es offensichtlich, dass auf Simulationstechnik basierende Testmethoden ein hoch-

effizientes Mittel darstellen, sehr viele Anforderungen auf einmal anzugehen. Eine Rennmaschine soll unter sehr harten Bedingungen hohe Leistung erreichen, eine Kombination, die Testfahrten mitunter schwierig gestaltet. Genau hier setzt die Simulation an, die sicheres und

gründliches Testen möglich macht. Auch lassen sich dadurch die Produktsicherheitsstufen erhöhen. Gerade vor diesem Hintergrund wird ein dSPACE Simulator immer unverzichtbarer. Zwar steigen im Gegenzug auch die Kosten für die Testdurchführung und das Testequipment:

Ausblick: 2012 1000cc YZR-M1

© Yamaha Factory Racing



Yamahas Rennstallpiloten Jorge Lorenzo und Ben Spies testen die 2012 1000cc YZR-M1 auf der Misano-Rennstrecke in San Marino:

„Wir arbeiten eigentlich an der Elektronik zur Verbesserung der Bremsen. Hauptsächlich habe ich aber das Motorrad eingefahren und es an meinen Fahrstil gewöhnt.“
Jorge Lorenzo

„Mittlerweile haben wir eine Menge Daten für die Ingenieure gesammelt und können nun die nächsten Herausforderungen angehen.“
Ben Spies



„Wir gehen davon aus, dass dSPACE im HIL-Bereich weiterhin eine richtungsweisende Rolle inne hat.“

Noboru Yabe, YAMAHA MOTOR CO, LTD.

Je komplexer das Testen, desto intensiver müssen die Tester geschult werden, die mit den Werkzeugen arbeiten. Auch müssen die Funktionen des Testequipments stetig verbessert werden. Dennoch lassen sich die Gesamtkosten im Entwicklungsprozess durch Simulation deutlich reduzieren.

Meinungen zu dSPACE Produkten

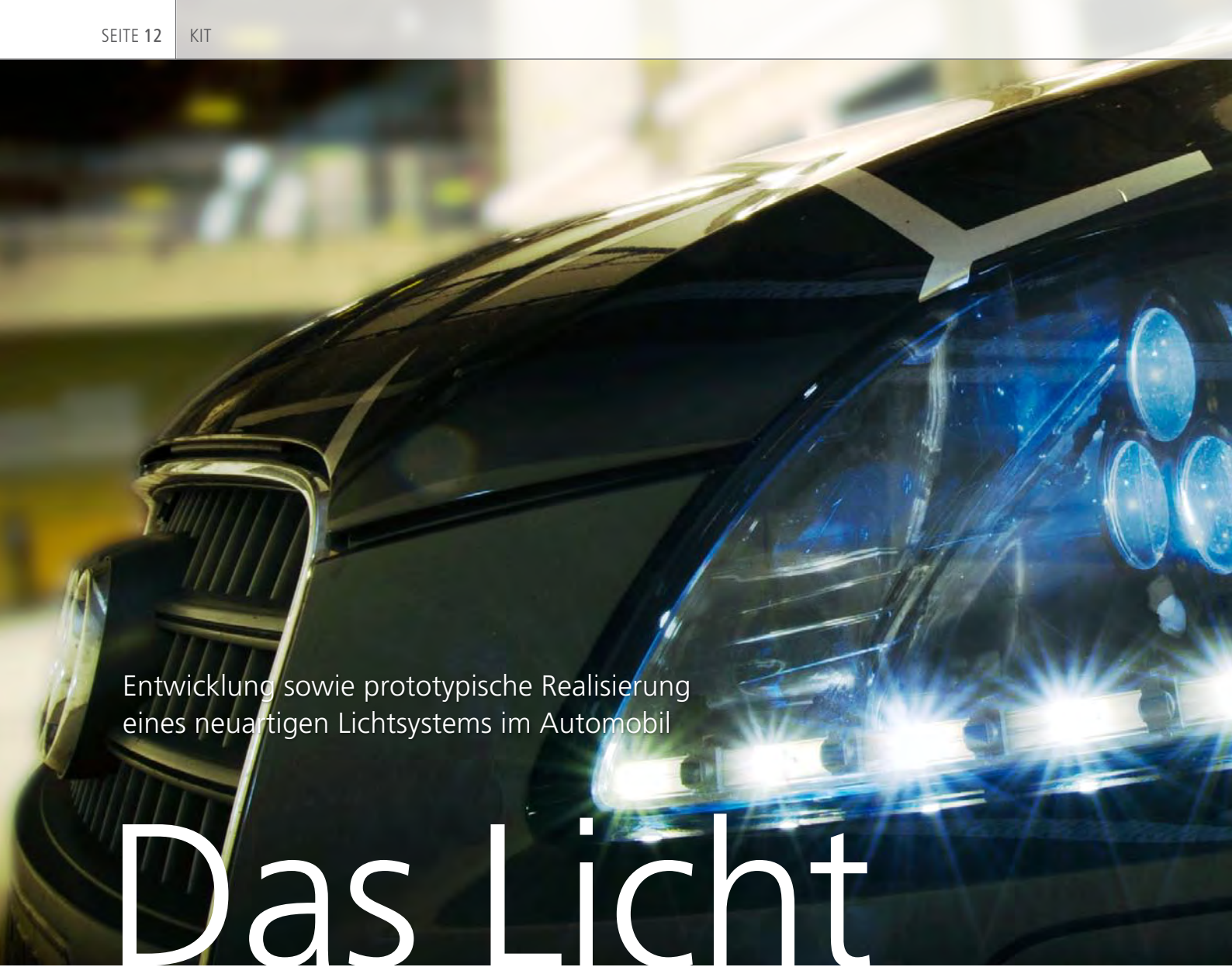
Bei Yamaha setzen wir HIL-Simulatoren für die Entwicklung von Motoren und Regelsystemen ein, wodurch wir die Entwicklungspräzision und Effizienz deutlich steigern konnten. Früher brauchten wir Rennstrecken, um festzustellen, auf welchem Stand wir waren, und manchmal war es trotz Rennstrecke nicht möglich. Seitdem wir einen Simulator einsetzen, können wir genau sehen, was passiert. So können sich die Piloten auf das

Fahren konzentrieren und liefern bessere Ergebnisse. Wir arbeiten schon seit vielen Jahren mit dSPACE Produkten, die für uns stets eine große Hilfe und zuverlässige Unterstützung darstellen. Anlass zur Kritik gab es dabei nur selten. Die Einführung neuer Technologien in den Entwicklungsprozess bringt immer auch neue Komplexitäten mit sich und auch Ressourcen werden gebunden. Allerdings wiegen das die Vorteile, die sich durch das HIL-System ergeben, bei weitem auf. Die Simulationstechnologie wird sich weiterentwickeln und der Mehrwert durch deren Einsatz steigen. Wir erwarten, dass dSPACE in diesem Bereich weiterhin richtungsweisend sein wird. ■

*Noboru Yabe
MotoGP Group
YAMAHA MOTOR CO, LTD.*

*Noboru Yabe
Noboru Yabe ist Senior-Ingenieur
in der MotoGP Group bei Yamaha
Motor Co., Ltd, in Shizuoka,
Japan.*





Entwicklung sowie prototypische Realisierung
eines neuartigen Lichtsystems im Automobil

Das Licht machts

Eine neuartige Lichtfunktion soll Autofahrern im nächtlichen Straßenverkehr mehr Sicherheit und Komfort bieten. Dazu erkennen Bildsensoren potentiell gefährliche Objekte auf der Straße und eigens dafür entwickelte Frontscheinwerfer leuchten diese besonders aus. Im Feldtest zeigt dieses markierende Licht ein neues Bild von der nächtlichen Straße.



Foto: Breig/KIT

Motivation: Statistik der Verkehrsunfälle im nächtlichen Straßenverkehr

Jüngste Zahlen aus der Datenbank des deutschen Statistischen Bundesamtes sprechen eine deutliche und klar interpretierbare Sprache: Das Jahr 2010 war das unfallreichste seit elf Jahren. Bundesweit wurden rund 2,4 Millionen Verkehrsunfälle erfasst, das waren 4,2 % mehr als noch im Jahr zuvor. Erfreulich ist jedoch, dass trotz der gestiegenen Unfallzahlen die Zahl der Verkehrstoten auf ein historisches Minimum seit 60 Jahren gefallen ist. Zwar mussten immer noch 3.648 Menschen auf deutschen Straßen ihr Leben lassen, jedoch sind dies 12 % weniger als noch ein Jahr zuvor. Bei näherer Betrachtung anhand von detaillierten Aufzeich-

Ein potentielles Kollisionsobjekt, hier ein Fußgänger, auf der Straße wird durch das intelligente Lichtsystem besonders beleuchtet (markiert).

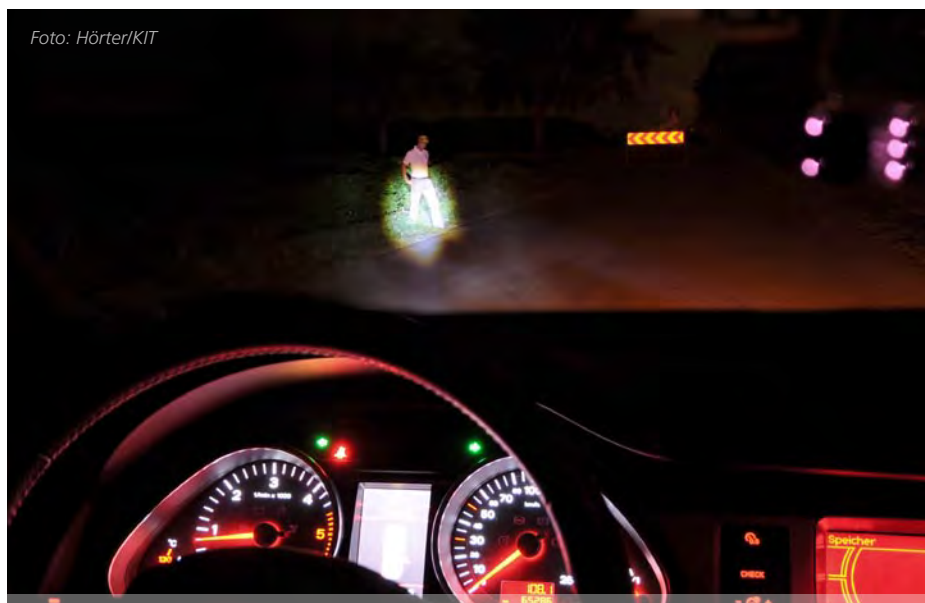


Foto: Hörter/KIT



Die verschiedenen Schritte der Bildvorverarbeitung führen zur Detektion der potentiell auszu-leuchtenden Objekte.

nungen und Rekonstruktionen, wie, wann und wo sich Verkehrsunfälle ereignen, fällt stark auf, dass das Fahren bei Nacht eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit darstellt, in einen Verkehrsunfall involviert zu werden. Zudem zeigt sich, dass entgegen der allgemeinen Annahme, die Autobahn sei der gefährlichste Ort für Verkehrsteilnehmer, die Landstraße ein höheres Gefahrenpotential aufweist. Die außerhalb geschlossener Ortschaften gefahrene Geschwindigkeit, gepaart mit einer meist unangepassten Ausleuchtung der Verkehrsszenarie, sowie die hohe Wahrscheinlichkeit, gerade dort auf Fußgänger, Fahrradfahrer oder auch Wildtiere zu „treffen“, kann zu tragischen Unfällen führen.

Lebendige Objekte auf Kollisionskurs

Doch die oben aufgeführten Fakten sind kein Grund, diese nächtlichen Phänomene als gegeben hinzunehmen. Vielmehr schöpfen hieraus Wissenschaft und Industrie ihre Motivation, weiter an innovativen technischen Lösungen zu arbeiten, um das Fahren auf nächtlichen Straßen Stück

für Stück sicherer zu gestalten – solange, bis das Oberziel „unfallfreies Fahren“ zur Realität geworden ist. Ein Mosaikstein in diesem Masterplan könnte das so genannte „Markierende Licht“ oder auch „Gefahrenlicht“ darstellen. Hierbei spielt dieses neuartige Lichtsystem gerade auf den skizzierten „Hotspots“, also Landstraße gepaart mit Dämmerung oder Nacht, seine ganze Stärke aus. Lebendige Objekte, die sich auf errechnetem Kollisionskurs mit dem eigenen Fahrzeug befinden, werden mit einer eigens dafür konzipierten Lichtinstanz so angeleuchtet, oder auch „markiert“, dass der Fahrzeugführer diese früher erkennen und somit auch früher darauf reagieren kann. Dabei wurde die Markierungsstrategie so gewählt, dass sich eine markierende Phase mit einer Phase der konstanten Beleuchtung der Objekte abwechselt – dies gewährt ein Höchstmaß an Erkennbarkeitsentfernung sowie eine daraus resultierende Kollisionsvermeidung.

Wichtige Technikkomponenten

Als nach der Ideenfindung die technische Realisierung anstand, war

schnell klar, dass der Wunsch nach einem „erfahrbaren“ Versuchsträger in ein mechatronisches Projekt par excellence führen würde. Das Zusammenspiel der technischen Disziplinen Mechanik, Elektronik, Informatik sowie die geeignete Auswahl an technischem Equipment führten letztendlich zu einem komplexen mechatronischen Versuchsaufbau, der in einem Audi Q7 integriert wurde. Die gewählte Prototyping-Plattform dSPACE MicroAutoBox, mit ihren vielfältigen analogen sowie digitalen Ein- und Ausgängen, CAN- und Flex-Ray-Schnittstellen sowie sehr guter Rechenperformance, bildete in Kombination mit der entsprechend ausgelegten dSPACE RapidPro-Einheit, die im rauen Umfeld des Motorraums verbaut wurde, ein unschlagbares Team. Somit konnten sehr schnell und intuitiv verschiedene Reglermodelle auf die MicroAutoBox geflasht werden. Die RapidPro-Einheit sorgte dann für die Umsetzung dieser meist auf TTL-Level befindlichen Signale auf der Eingangsseite in Signale mit mehr Power auf der Ausgangsseite in Richtung der Lichtaktuatorik.

Echtzeitdatenbank als zentrale Synchronisierungsinstanz

Zunächst war es erforderlich, der Flut an Informationen Herr zu werden, welche die integrierte Sensorik (Wärmebildkamera, CMOS-Kamera, Inertialmessplattform, CAN-Anbindung etc.) liefert. Dazu wurde eine so genannte Echtzeitdatenbank entwickelt, die nicht nur die heterogenen Eintreffzeitpunkte der Sensorsignale durch eine zentrale Zeitbasis synchronisiert, sondern beliebige Versuchsfahrten durch eine Aufnahme-funktion jederzeit im Labor wieder rekonstruierbar macht. Diese Echtzeitdatenbank wurde aus Standardisierungsgründen auf einem externen, linuxbasierten Hochleistungsrechner implementiert, der ebenfalls mit der MicroAutoBox via CAN-Vernetzung kommuniziert.



Foto: Breig/KIT

„dSPACE stand mir von Anfang an stets mit Rat und Tat zur Seite, so dass schnell die richtige Kombination an dSPACE Produkten gefunden wurde und für uns verfügbar war.“

Marko H. Hörter, KIT

Bildverarbeitung gepaart mit künstlicher Intelligenz

Die Bildverarbeitung in der Kausalkette Bildvorverarbeitung, Detektion, Klassifikation, Objekttracking sowie anschließend abgeleiteter Warnstrategie gestaltete sich als komplexe Herausforderung, da die Gestalt der Eingangsdaten, sprich die Erscheinung und Pose der zu markierenden Objekte, sehr mannigfaltig sein kann. Bei der Bildvorverarbeitung wird versucht, den nachgelagerten Verarbeitungsschritten eine möglichst homogene Ausgangsbasis zu bereiten. Hierbei wird das vorliegende Grauwertbild (10 bit Auflösung) in ein binäres Bild (1 bit Auflösung) mittels eines dual-adaptiven Grenzwertfilters überführt, so dass als Resultat dieses Verarbeitungsschrittes die Klassen Vordergrund und Hintergrund übrigbleiben. Objekte, die weiter zu berücksichtigen sind, sollten sich zu diesem Zeitpunkt in der erstgenannten Klasse wiederfinden.

Dem Detektor kommt eine wichtige Rolle zu: Er spürt Bildausschnitte (s.g. Blobs) in der vorverarbeiteten Bildszenerie auf, welche die Gestalt einer vorher parametrisierten Geo-

metrie aufweisen. Mittels einfachen und somit echtzeitfähigen Filteroperationen (vgl. Verhältnis Länge x Breite, Anzahl Pixel, Position im Bild etc.) lässt sich die Anzahl der potentiellen Bildausschnitte minimieren, die anschließend dem Klassifikator weitergereicht werden. Bevor der Klassifikator jedoch sein Votum abgeben kann, ob nun im gefundenen Bildausschnitt ein potentielles Objekt (vgl. ein Mensch, ein Fahrradfahrer, ein Reh etc.) vorliegt, muss dieser Bildausschnitt so technisch beschrieben werden, dass eine numerische Operation einen Vergleich zu einem vorher trainierten Datensatz durchführen kann. Eine Transformation des ursprünglichen Bildausschnittes in ein so genanntes Gradientenbild sowie anschließende Segmentierung in kleine Quadrate ermöglichen es, Bildinformationen so zuverlässig zu beschreiben, dass diese maschinell interpretierbar werden.

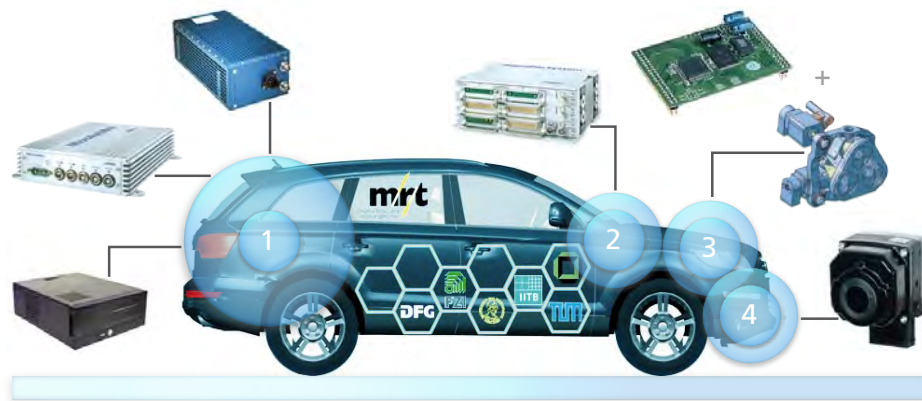
Ausgelagerte Objektverfolgung dank Performanzreserven

Dank der sehr großzügig dimensionierten Hardwareressourcen der MicroAutoBox lag die Entscheidung

nahe, rechenintensive Operationen, z. B. das Verfolgen von Objekten über die Zeit mittels Bayes'schen Minimum-Varianz-Schätzern, dorthin auszulagern. Im Zuge einer Optimierung konnten sogar mehrere dieser Filterinstanzen parallel zur Ausführung gebracht werden, um die anfänglich nicht bekannte Objektgröße (vgl. Körpergröße eines Menschen) zu schätzen und somit genauer auf die Distanz zwischen Objekt und dem eigenen Fahrzeug schließen zu können. Zudem konnten mittels der schier unbegrenzten Möglichkeiten der MATLAB®/Simulink®-Modellierung sehr einfach und anschaulich die Koordinatensystemtransformationen zwischen der Kamera (2D), dem Fahrzeug (3D) sowie den Lichtaktuatoren (polar) implementiert werden, um letztendlich die gesamte Funktionskette, angefangen von der Sensorseite bis zur finalen lichtbasierten Objektmarkierung, darstellen zu können.

Zusammenspiel dank einheitlicher Sprache

Um neben der bestehenden Fahrzeugvernetzung via CAN-Bus alle

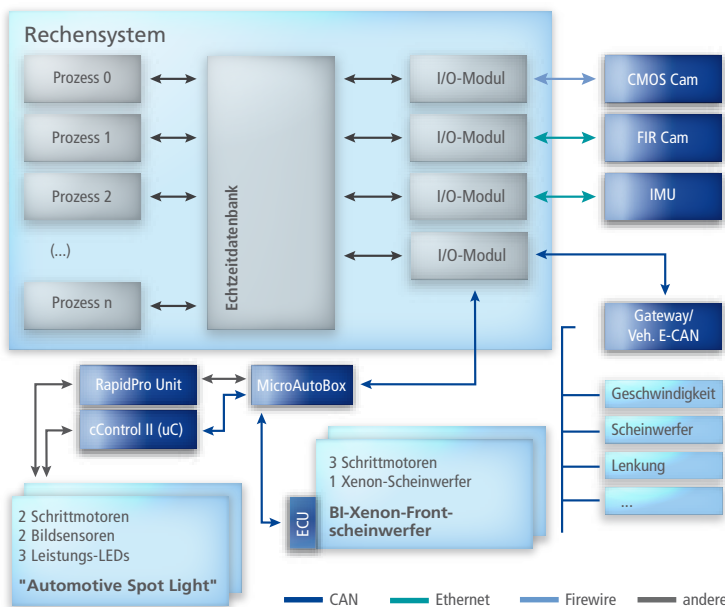


Die im Versuchsträger, einem Audi Q7, verbauten Technikkomponenten. 1) Bildverarbeitung, MicroAutoBox, Inertialmessplattform, 2) Signal-konditionierung (RapidPro), 3) Lichtaktuatorik, 4) FIR-Kamerasystem.

dezentralisierten Komponenten miteinander in Kommunikation zu bringen, wurden alle verfügbaren CAN-Kanäle der MicroAutoBox ausgeschöpft. Ob es die Lichtaktuatoren sind, die jeweils über einen dedizierten Mikrocontroller (der ebenfalls CAN spricht) verfügen, oder ob es die

aktuelle Geschwindigkeit, Position oder Drehrate von der Inertialmessplattform ist oder gar die zyklisch aktualisierte Objektliste des linux-basierten Hochleistungsrechners – alle diese Nachrichten trafen im Kommunikationsknotenpunkt MicroAutoBox ein und wurden dort ver-

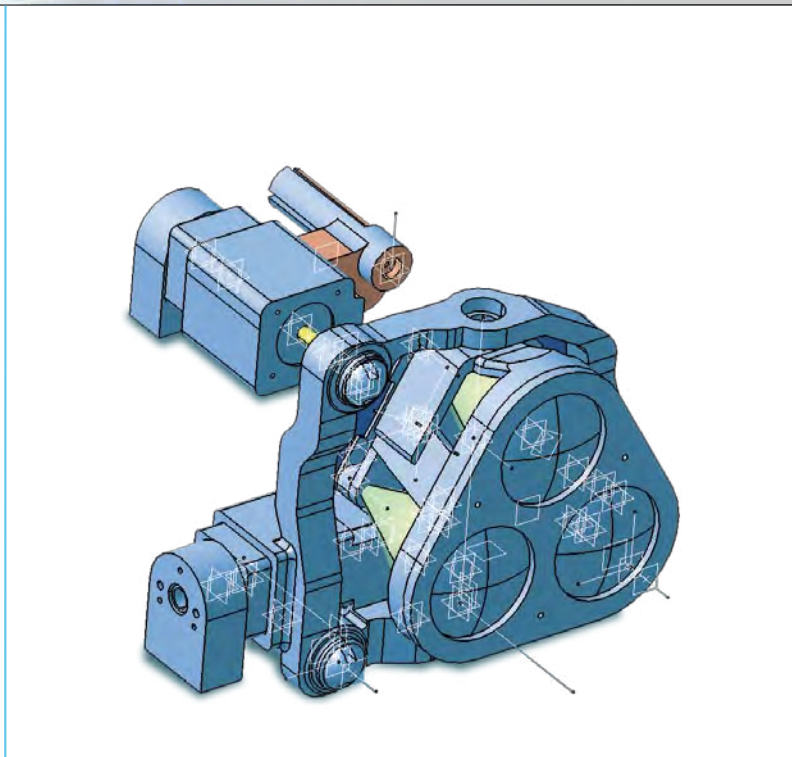
lässlich verarbeitet und gegebenenfalls an einen entsprechenden Kommunikationspartner weitergeleitet. Diese sehr wertvolle technische Möglichkeit sowie die sehr intuitive Modellierung der Kommunikationsbausteine in MATLAB/Simulink garantierten einen modularen Aufbau sowie eine flexible Anpassung des Gesamtsystems an neue technische Gegebenheiten im Projekt.



Systemtest im Labor

Um die wertvolle Arbeitszeit in der Entwicklung des Gesamtsystems effizient auszunutzen, kam den Systemtests im Labor eine bedeutende Rolle zu. Hier wurden zum Beispiel zu regelnde Strecken der Lichtaktuatoren identifiziert, um anschließend offline einen geeigneten Regler zu finden und zu parametrisieren. Zudem konnten dank der Aufnahmemöglichkeit der Echtzeitdatenbank komplette Testfahrten mit allen relevanten Informationen im Labor wiedergegeben werden, was die Abstimmungsarbeit an den Komponentenschnittstellen sehr vereinfachte.

Prototypischer Aufbau der Systeme für die Objekterfassung, Auswertung und Aktuatorik.



Mechanischer Aufbau des im Frontscheinwerfer integrierten Aktuators für das markierende Licht.

sche Komplikationen, alle Teilkomponenten verrichteten stabil ihre Dienste. Die freiwilligen Testfahrer waren größtenteils begeistert und sehen einem möglichen Serieneinsatz dieses neuen Lichtsystems bereits heute mit Freuden entgegen. Somit gehört der am KIT realisierte Versuchsträger auf akademischer Ebene zu den ersten seiner Art, der sowohl die Sensorseite als auch die lichtbasierte Markierung der Objekte im Verkehrsfeld anschaulich leisten kann. So wurde schlussendlich aus der ursprünglichen Idee eine „erfahrbare“ Realität. ■

Marko H. Hörter
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Deutschland

Systemtest an realen Probanden

Wie es in der forschenden Lichttechnik üblich ist, kann nur eine finale Feldstudie über die Sinnhaftigkeit und den Nutzen einer neuen Lichtapplikation entscheiden. Hierzu wird auf das kritischste und feinfühligste aller Messinstrumente zurückgegriffen: den Menschen selbst. 35 freiwillige Probanden kamen so in den Genuss, den bis unter die Dachreling mit Technik ausgestatteten Versuchsträger auf einer abgesperrten Landstraße durch den Pfälzerwald zu bewegen. Messtechnisch ermittelt wurden die so genannte Erkennbarkeitsentfernung sowie ferner die optimale Markierungsstrategie. Die erstgenannte Größe beschreibt die Wegstrecke zwischen Erkennungspunkt des Testobjektes durch den Probanden sowie die Position des Testobjektes im Verkehrsraum. Die zweitgenannte Größe spiegelt das

Verhältnis zwischen periodischmarkierender sowie statischer Anteile der Ausleuchtung der Objekte vor dem Fahrzeug wider.

Erkenntnis aus der Empirie

Nach statistischer Auswertung aller Daten, die durch die Probanden in das System durch Betätigen der Schaltwippen am Lenkrad eingegeben wurden, kann resümiert werden, dass eine Erhöhung der mittleren Erkennbarkeitsentfernung über alle Testobjekte von bis zu 35 Metern erreicht wurde. Dies bedeutete bei einer Reisegeschwindigkeit von 70 km/h einen Zugewinn an Reaktionszeit für den Fahrer von nahezu 2 Sekunden, gemittelt über alle Testobjekte.

Markierendes Licht

Die Durchführung der Feldstudie verlief ohne nennenswerte techni-

Fazit

- Technische Realisierung eines erfahrbaren Gesamtsystems
- Einfache Gesamtsystemintegration dank kompatibler Schnittstellen
- Erfüllte Realzeitanforderung durch Dezentralisierung

MBE Marko H. Hörter

MBE Marko H. Hörter entwickelte als wissenschaftlicher Mitarbeiter ein erfahrbares Gesamtsystem im Bereich der lichtbasierten Fahrerassistenzsysteme am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Mess- und Regelungstechnik (MRT, Prof. Christoph Stiller) in Karlsruhe, Deutschland.



„Die dSPACE MicroAutoBox bietet enorme Flexibilität und Rechenleistung, um vielfältige Signale zuverlässig zu verarbeiten.“

Marko H. Hörter, KIT



Intelligentes Haltesystem

Das elektronische Bremssystem von SKF für schwere Agrarmaschinen hält höchsten Anforderungen stand

Das elektronische Bremssystem von SKF ist eine komfortable Lösung für Feststell- und Notbremsen in Traktoren. Mit intelligenten Funktionen unterstützt es den Fahrer in allen Situationen und bei unterschiedlichsten Bodenbeschaffenheiten. Bei der Software-Entwicklung setzte SKF in den entscheidenden Phasen auf dSPACE Lösungen.

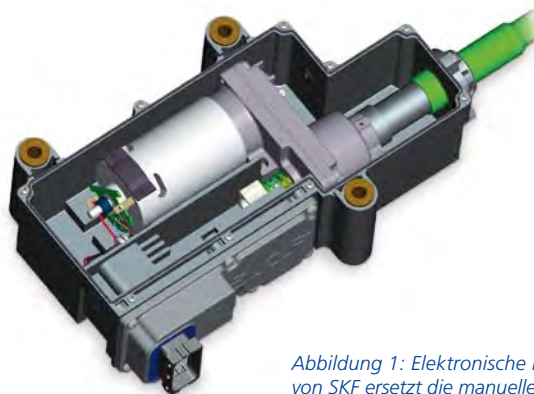


Abbildung 1: Elektronische Parkbremse von SKF ersetzt die manuelle Feststellbremse.

Elektronische Feststellbremse für Landmaschinen

Die Feststellbremse (Electronic Parking Brake, EPB) basiert auf einem elektrischen Getriebemotor in einem wasserdichten Gehäuse mit integrierter Steuereinheit. Dieser Aktuator zieht den an die Bremsanlage angeschlossenen Bowdenzug an und gibt ihn wieder frei. Die Bremse ist so ausgelegt, dass sie die bisherige manuelle Feststellbremse ersetzen kann (Abbildung 1).

Intelligente Funktionen für mehr Komfort

Die intelligenten Funktionen der EPB sorgen für größtmöglichen Fahrkomfort:

- Automatic Apply (Automatik) schaltet die Bremse ein, wenn der Fahrer den Schlüssel abzieht und aussteigt.
- Hill Holder (Anhalten am Berg) und Drive Away (Anfahren am Berg) verbessern den Komfort, in hügeligem Gelände.
- Die automatische Verschleißkompensation macht die sonst notwendige regelmäßige Kontrolle der Bremsen überflüssig.

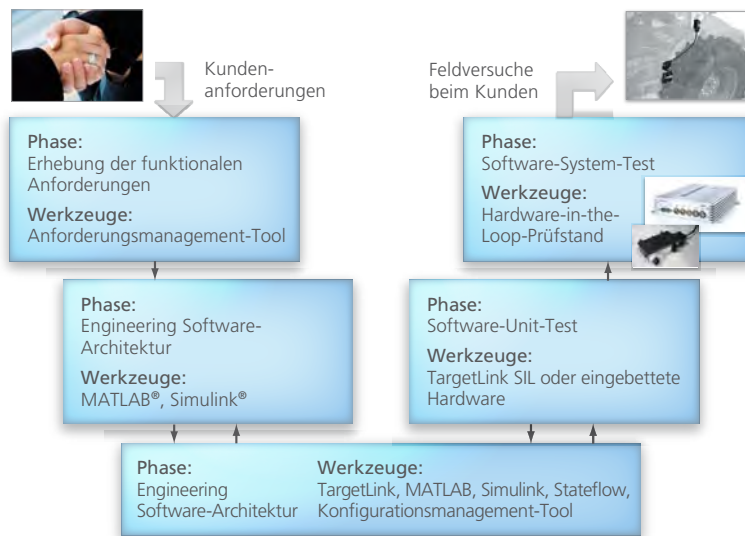
Die Technologie eignet sich für viele Fahrzeugplattformen mit intelligenten Getrieben (CVT/IVT, Full Powershift). Dank der anpassbaren Software lässt sich die Einheit in vielen Fahrzeugtypen und unter verschiedensten Betriebsbedingungen einsetzen. Der Einsatz von intelligenten Lösungen wirkt sich bei Nutzfahrzeugen, wie zum Beispiel bei Traktoren, direkt auf ihre Produktivität, Betriebskosten und Sicherheit aus.

Software-Entwicklung und Architektur

Die Entwicklung der Software entspricht den Phasen des V-Modells und wird durch dSPACE Lösungen für Software-Design und Software-Tests unterstützt (Abbildung 2). Die Software ist in drei Hauptabstraktionsebenen mit klaren Schnittstellen eingeteilt, um die Komplexität zu reduzieren und die Details der Implementierung auf jeder Ebene zu umgehen, die Robustheit der Daten und Funktionen gegen Software-Fehler zu erhöhen und den Aufwand für die Integration in verschiedene Fahrzeugarchitekturen zu verringern.

„Da wir die Entwicklung der elektronischen Feststellbremse mit den dSPACE Werkzeugen so erfolgreich umgesetzt haben, verfolgen wir diesen Lösungsweg jetzt in allen anderen Mechatronik-Entwicklungen auf die gleiche Weise.“

Fortunato Pepe, Manager Produktentwicklung bei SKF



Die erste dieser drei Abstraktionsebenen ist die Low-Level-Software. Sie übernimmt die Hardware-Funktionen der Bremse wie E-Motor-Steuerung, Low-Level-I/O und Low-Level-CAN-Bus-Management und ist unabhängig vom Fahrzeug, in dem die Feststellbremse integriert ist. Die zweite Abstraktionsebene ist die Fahrzeugschnittstellen-Software. Sie bekommt die Daten von der Low-Level-Software und stellt der Anwendungssoftware, in der

dritten Abstraktionsebene, die Eingangssignale mit der richtigen Skalierung und dem korrekten Format bereit. Sie ist stark von der Fahrzeugnetzwerkarchitektur abhängig. Die Anwendungssoftware beinhaltet Regelungen der Feststellbremse. Ihr entscheidender Vorteil ist die Anpassbarkeit, wodurch sich intelligente Funktionen gemäß den jeweiligen Kundenanforderungen implementieren lassen, z. B. Auto Apply verbunden beim Abziehen

Im Traktor installierte Feststellbremse mit angeschlossenem Bowdenzug.

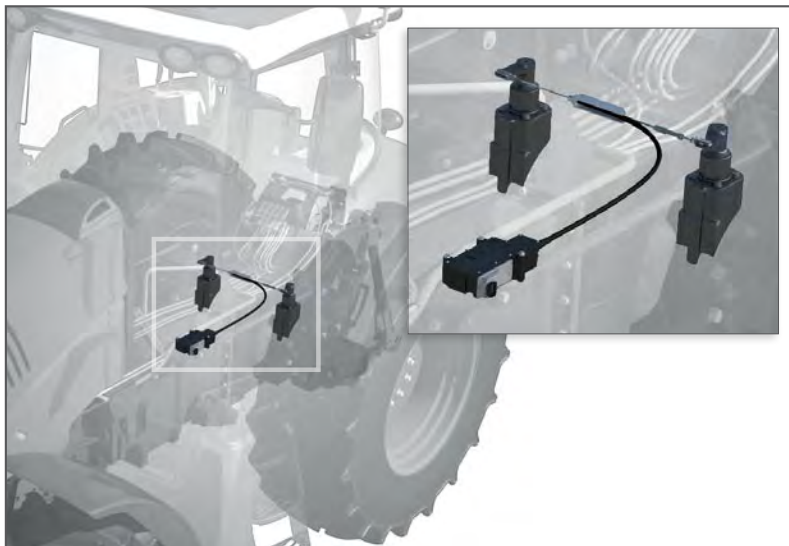


Abbildung 2: Überblick über die entscheidenden Phasen der Software-Entwicklung und relevanten Tools.

des Zündschlüssels. Dies macht den Einsatz der Feststellbremse in verschiedenen Fahrzeugen möglich, ohne die Hardware (Mechanik und Elektronik) zu verändern.

Entwicklungsfortschritt durch TargetLink®

Während der Entwicklung der Anwendungsebene profitierte SKF von dSPACE TargetLink:

- TargetLink ermöglichte den modellbasierten Entwurf der Anwendungssoftware durch die Seriercode-Generierung aus Simulink®-Diagrammen und Stateflow®-Charts.
- SKF konnte klare Schnittstellen zwischen der modellbasierten Software und tieferen Software-Ebenen entwerfen; so wurde die durchgängige Integration der Anwendungssoftware in die Software-Architektur der Feststellbremse ermöglicht.
- Der Wiederverwendungsgrad von Software-Modulen war mit TargetLink sehr hoch.
- SKF nutzte variable Skalierungsoptionen, um die mit Festkomma-variablen höchstmögliche Auflösung für genauere Kontrolle und bessere Diagnosemöglichkeiten zu erreichen.
- TargetLink generierte automatisch die ASAP2-Datenbank, wodurch SKF die Mess- und Applikationsaufgaben direkt am Fahrzeug durchführen konnte.
- Der resultierende Datenfluss erleichterte die detaillierte Software-Analyse, darunter Software-Fehlerbaumanalyse.

Testansatz

Für die Testphase der Systemsoftware benötigte SKF einen programmierbaren Prüfstand mit reproduzierbaren Testsequenzen. Zu den Anforderungen gehörte außerdem eine Möglichkeit zum Aufzeichnen der Testresultate (Pass-/Fail-Ergebnisse, Eingänge, Ausgänge), die Messbarkeit von Reaktionszeiten des Systems und

die Ausführbarkeit von sehr langen Testsequenzen. SKF entwarf einen Hardware-in-the-Loop (HIL)-Prüfstand (Abbildung 3), in dem die Feststellbremse mit einer mechanischen Last verbunden ist. Diese Last besteht aus Federn, die die Eigenschaften des Fahrzeugbremsystems simulieren. Die Prüfstandhauptsteuerung wird von einer dSPACE MicroAutoBox übernommen. Diese simuliert alle festverdrahteten und CAN-basierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der Feststellbremse. Verbunden über eine Break-Out Box, ermöglicht der Controller Tests in Form von Fehlergenerierung. Die externen Sensoren können einzeln eingesetzt werden, um die von der Feststellbremse ausgelöste Kraft und Position zu messen. Nachdem sie eine Signalkonditionierungseinheit durchlaufen haben, gelangen die Signale zur Prüfstandhauptsteuerung für die Testreihen.

Modellbasiertes Testen

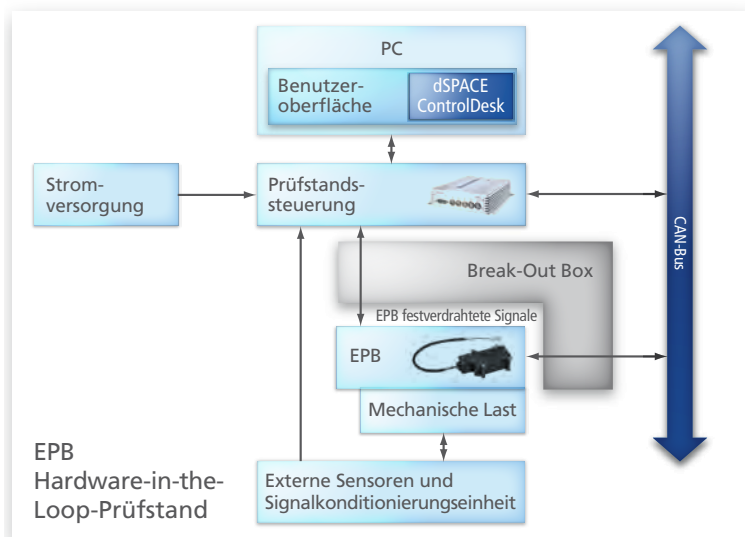
Um den HIL-Prüfstand flexibel und an Kundenanforderungen anpassbar zu gestalten, wurde eine modulare Testsoftware entworfen. Die Testreihen wurden modellbasiert mit Hilfe von Simulink und Stateflow,

Abbildung 3: Blockdiagramm des HIL-Prüfstands der Feststellbremse.

sowie der dSPACE RTI-Bibliotheken entwickelt. Der modellbasierte Entwurf erlaubt das Erstellen von komplexen und gründliche Testreihen. Darüber hinaus sind die Pass-/Fail-Kriterien in die Testreihen integriert; der Testingenieur startet die Testreihe über ControlDesk® und die Pass-/Fail-Ergebnisse werden auf der Software-

Oberfläche angezeigt, was die Produktivität während der Tests deutlich erhöht. Weil mit ControlDesk auch ein Speichern der Testreihen-Ergebnisse möglich ist, lassen sich Konfigurationen der Testdaten verwalten und die Testberichte leichter erstellen. ■

Giuseppe Nuzzo
Fortunato Pepe, SKF



Fortunato Pepe

Fortunato Pepe ist Leiter der Produktentwicklung bei SKF in Airasca, Italien.



Giuseppe Nuzzo

Giuseppe Nuzzo ist Projektleiter und Softwareingenieur bei SKF in Airasca, Italien.



Fazit

Die elektronische Parkbremse (EPB) unterstützt intelligente Features wie Auto Apply, Hill Holder und Drive Away für verschiedene Traktor-Typen. Sie ist einfach und flexibel zu installieren und erhöht die Sicherheit und den Komfort des Fahrers. Mit TargetLink, der MicroAutoBox und ControlDesk war bei SKF die Implementierung und Validierung der EPB unter höchsten Qualitätsstandards möglich.





Studenten und Forscher des Fachbereichs Maschinenbau an der australischen Universität Adelaide haben ein neuartiges Gefährt entwickelt. Dabei handelt es sich um eine Weiterentwicklung des sogenannten Diwheels, mit dem das Fahren in herkömmlicher aufrechter Position genauso möglich ist wie für die Abenteuerlustigen auch kopfüber. Als Entwicklungs- und Steuerungsplattform kam eine MicroAutoBox von dSPACE zum Einsatz.

Down Under:
Schwer-
kraft
war gestern

Australische Studenten konstruieren
ein Kopfüber-Gefährt



Abbildung 1: Das Gefährt namens EDWARD (Electric Diwheel With Active Rotation Damping), entwickelt an der Universität Adelaide.

Drehen ohne Stopp

Im März 2009 starteten die angehenden Maschinenbauingenieure der Universität Adelaide den Bau eines elektrischen Diwheels, das den Namen EDWARD (Electric Diwheel With Active Rotation Damping) erhielt. Die ersten Diwheels haben wie ihre Einrad-Verwandten eine lange Tradition und wurden, damals mit Pedalantrieb, bereits vor 150 Jahren konstruiert. Ein Diwheel

besteht aus zwei großen koaxialen Rädern, die einen inneren, frei drehbaren Rahmen, in dem der Fahrer sitzt, vollständig umschließen (Abbildung 1).

Physikalisch gesehen hat ein Diwheel viel mit dem Personenroller „Segway“ gemeinsam, denn dynamisch werden beide als inverses Pendel betrachtet. Beim Diwheel ist lediglich der Pendelarm (der innere Rahmen mit dem Fahrersitz) so kurz, dass er sich

ohne Bodenberührung frei drehen kann.

Überkopffahrt

Der Antrieb für die Räder befindet sich im Rahmen. Eine Vorwärtsbewegung des Diwheels geschieht einfach durch die Verschiebung des Schwerpunktes, die das Gefährt dann automatisch durch Rollen auszugleichen versucht. Dadurch ergeben sich im Falle eines offenen

„EDWARD macht nicht nur Spaß, sondern schont auch noch die Umwelt. Der Antrieb ist rein elektrisch und die Bremsen sind regenerativ, so dass die Bremsenergie rückgewonnen wird. Die MicroAutoBox hat uns im Vergleich zur Programmierung eines eingebetteten Mikrocontrollers viel Zeit gespart. Der Anschluss der I/O war sehr einfach und wir konnten Änderungen an den Regelstrategien unmittelbar testen. Und mit ControlDesk war die Entwicklung der HMI ein Kinderspiel.“

Jack Parsons, Student an der Universität Adelaide

Regelkreises nicht nur schwappende Bewegungen des inneren Rahmens („Slosh“), sondern auch taumelnde („Gerbeling“), bei denen der innere Rahmen eine ganze Drehung vollzieht (Abbildung 2).

Diese Bewegungen erschweren das Fahren ungemein und gehören zu den Gründen, warum Diwheels bisher kommerziell keinen Erfolg hatten.

Der Rahmen und die rotierenden Räder

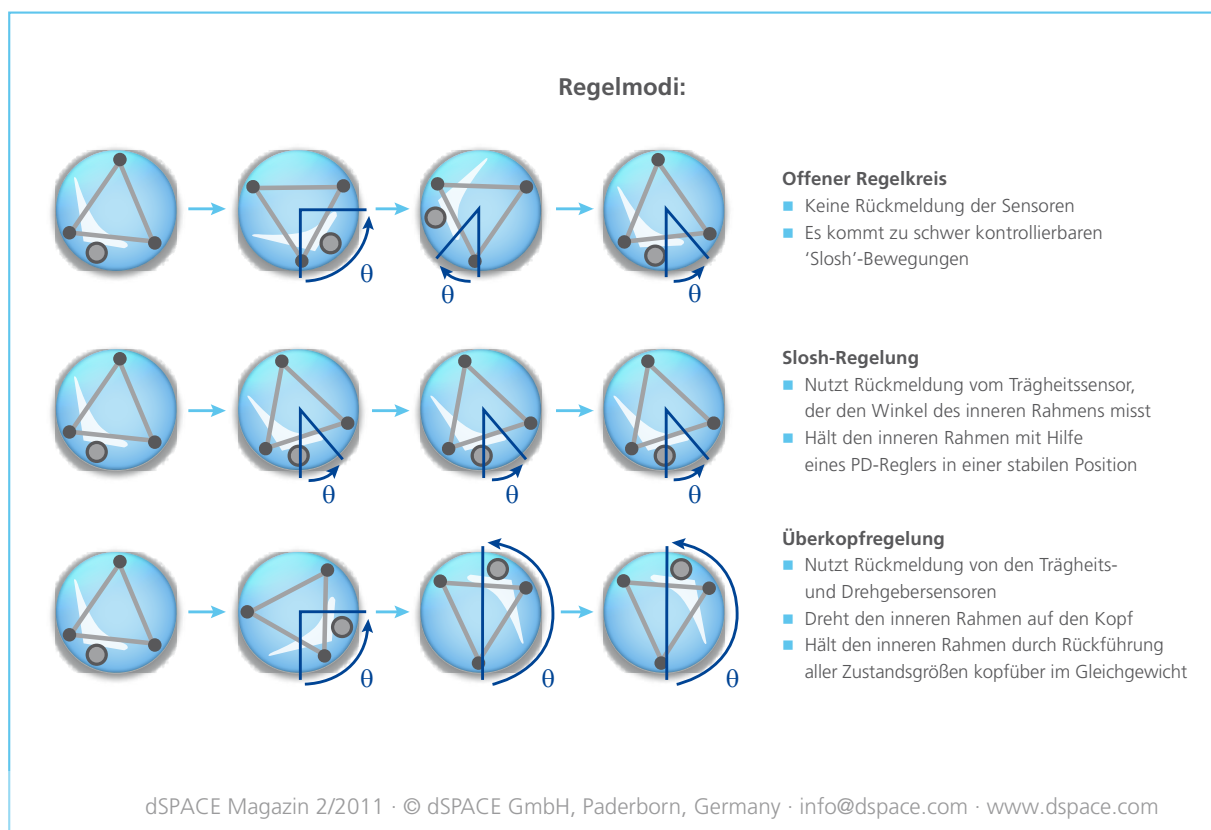
Die äußeren Räder bestehen aus gewalzten, geschweißten Edelstahlrohren mit einer Gummilippe auf der äußeren Lauffläche. Der innere Rahmen hält den Fahrer mit einem 5-Punkt-Rennsattel in Position. Der innere Rahmen läuft mit drei Nylon-Zwischenrädern pro äußeres Rad auf den äußeren Rädern. Seine Aufhängung sorgt mit Hilfe von Quer-

lenkern nicht nur für eine Federung, sondern auch für eine konstante Anpresskraft zwischen den Zwischenrädern und dem äußeren Rad.

Steuerungsplattform, entwickelt mit der MicroAutoBox

Über eine Kette treiben zwei bürstenlose 4-kW-Gleichstrommotoren jeweils ein kleines

Abbildung 2: Schematischer Aufbau unterschiedlicher Regelmodi: Offener Regelkreis, Slosh-Regelung und Überkopfregelung.



„Wir werden oft gefragt, warum wir so etwas gebaut haben. Warum baut man eine Achterbahn? Weil es Spaß macht! Abgesehen vom Rausch des Fahrens, den EDWARD garantiert, gibt es auch pädagogische Gründe. Ingenieurstudenten lernen viel über moderne Systementwürfe und Regelungstechniken – also genau das Rüstzeug für ihr späteres Berufsleben.“

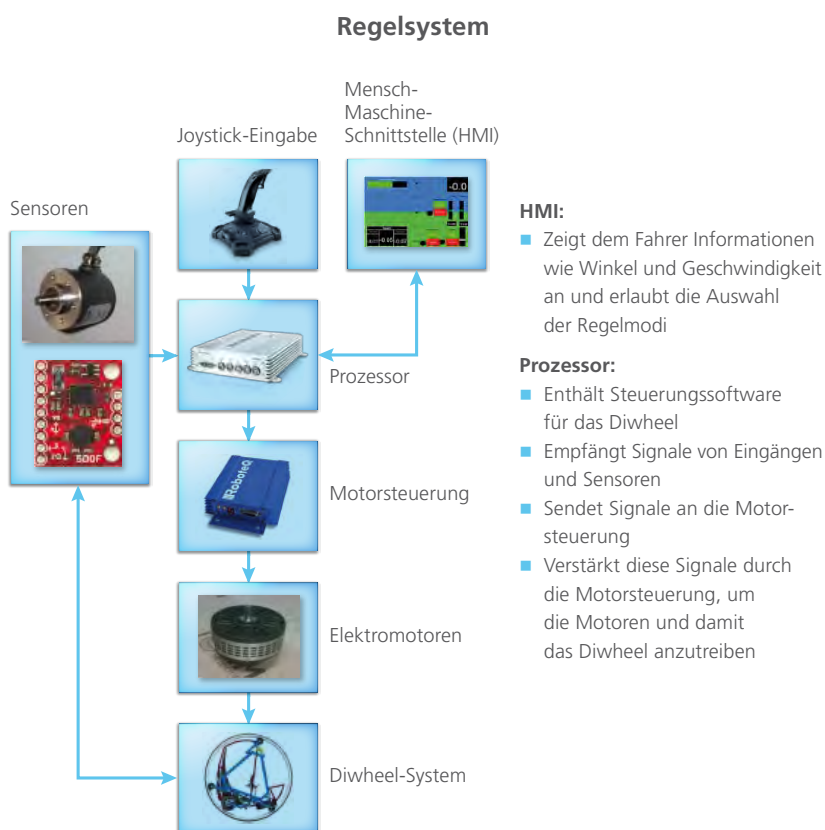
Dr. Ben Cazzolato, Associate Professor an der Universität Adelaide

Motorradantriebsrad an, das innen am äußeren Rad anliegt. Daher bewegt sich das Gefährt geradeaus vor und zurück, wenn an beiden Motoren die gleiche Spannung anliegt, andernfalls ergibt sich eine Kurvenfahrt (Gierbewegung). Der Fahrer steuert das Drive-by-Wire-Gefährt per Joystick. Aus Sicherheitsgründen existiert eine mechanische Handbremse, mit der sich

bei einem eventuellen Ausfall der Elektrik die Antriebsräder bremsen lassen. Zu den drei Messsystemen gehören zum einen ein Trägheitssensor (Inertial Measurement Unit, IMU), bestehend aus einem Festkörper-Gyroskop für die Messung der Nickgeschwindigkeit und einem Festkörper-DC-Beschleunigungsmesser für die Abschätzung des Neigungswinkels, und zum ande-

ren zwei Drehgeber auf den beiden Antriebsrädern, die die Differenz der Winkelgeschwindigkeiten zwischen dem inneren Rahmen und den Rädern messen. Eine dSPACE MicroAutoBox dient als Entwicklungs- und Steuerungsplattform.

Auf einem Touchscreen-Monitor findet der Fahrer Parameter wie Neigungswinkel, Geschwindigkeit und Batterieladestatus, zudem kann er darüber die Regelmodi ändern.



Von der Simulation zum Echtzeitregelsystem

Um die Dynamiken der Strecke und des Regelsystems in Simulink® von MathWorks simulieren zu können, mussten die vollständig gekoppelten Differentialgleichungen eines generischen Diwheels abgeleitet werden. Nachdem die Regelstrategien einmal entwickelt waren und erfolgreich verschiedene Simulationen durchlaufen hatten, wurde der Regler mit Hilfe von MathWorks Real Time Workshop® auf eine dSPACE MicroAutoBox ausgelagert, um die Echtzeitregelung des physikalischen Systems zu realisieren. Abbildung 3 zeigt den Signalfluss für den operativen Betrieb der

Abbildung 3: Elektronisches Regelsystem und HMI.

EDWARD-Plattform, inklusive Drive-by-Wire-Technologie und Regelstrategien, die den Fahrer bei der Steuerung des Gefährts unterstützen. Diese Technologien verhindern, dass sich der innere Rahmen während der Fahrt mitdreht („Sloshing“, Abbildung 2), ein Verhalten, das die Fahrbarkeit bisheriger Diwheels deutlich erschwert. Für mehr Nervenkitzel lässt sich die einzigartige Dynamik des Gefährts aber auch gezielt nutzen, indem man den inneren Rahmen umkehrt. Auf diese Weise sind Kopfüber-Fahrten möglich (Abbildung 4).

Wie sieht die Zukunft aus?

Dem Fahrer soll in jeder beliebigen Position, durch Rennsitz und

Geschirr gehalten, eine höhere Beschleunigung von mehreren g möglich sein. Zum ersten Mal wurde ein komplettes mathematisches Modell eines Diwheels abgeleitet, das extreme Fahrmanöver und Kunststücke auf Knopfdruck möglich macht. Der Software-Code dafür wird von den nächsten Ingenieurstudenten 2011 geschrieben. ■

Dr. Ben Cazzolato
Universität Adelaide



Scannen, um das
Diwheel in Aktion
zu sehen.

Dr. Ben Cazzolato

Ben Cazzolato ist Associate Professor an der Universität Adelaide. Er hat einen Lehr- und Forschungsauftrag im Bereich Dynamik und Controlling.



Abbildung 4: Durch den Regelmodus 'Überkopfregelung' kann der Student Jack Parsons kopfüber fahren.



Das letzte Jahr der EcoCar Challenge endete mit einer eindrucksvollen Präsentation der von den Studenten entwickelten Hybrid-, Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge. 16 nordamerikanische Universitäten stellten sich der Herausforderung, ein umweltfreundliches, seriennahes Prototypfahrzeug zu entwerfen und zu bauen. Ziel war es, den Kraftstoffverbrauch und den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren, ohne Kompromisse bei Leistung, Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit machen zu müssen.





The NeXt Challenge

Die Gewinner

Die Ergebnisse des EcoCAR-Wettbewerbs



Die Gewinner

Nach drei Jahren harter Arbeit und vielen gesammelten Erfahrungen wurden am 16. Juni 2011 in Washington D.C, USA, die erfolgreichsten Teams der EcoCAR Challenge ausgezeichnet. Gewinner der Gesamtwertung ist das Team der Virginia Tech Universität, gefolgt von den Teams der Ohio State Universität und der Universität Waterloo.

Werkzeuge von heute für Ingenieure von morgen

Die Studenten orientierten sich an einem echten Entwicklungsprozess aus dem Berufsalltag eines Ingenieurs, um die anspruchsvollen technischen Lösungen in die General Motors (GM)-Fahrzeuge zu integrieren. Im ersten Jahr wurden die Entwicklungsziele definiert. Die Studenten setzten Entwurfs- und Simulationswerkzeuge ein, um die komplexe Antriebsstrangarchitektur zur Umsetzung dieser Ziele zu entwerfen. Im zweiten Jahr beschafften sie sich die Komponenten und bauten die Versuchsfahrzeuge, um sie im dritten Jahr zu testen und das Gesamtsystem zu optimieren. Zur Realisierung der anspruchsvollen Antriebsstrangentwürfe war eine Vielzahl an Software- und Hardware-Werkzeugen erforderlich. Parallel zur Entwicklung und Konstruktion einer neuartigen Fahrzeugarchitektur mussten die Teams einen reibungslosen und zuverlässigen Fahrzeugbetrieb nachweisen.

Mit Unterstützung von dSPACE

Als Platinum Sponsor der EcoCar Challenge unterstützte dSPACE Inc. die Teams mit Werkzeugen für die Entwicklung und den Test von Fahrzeug-Architektur und Regelstrategie und stand ihnen außerdem bei Bedarf in technischen Fragen zur Seite. Drei der teilnehmenden Universitäten – Ohio State, Victoria und Waterloo – berichteten davon, wie ihnen die dSPACE Produkte beim

„In allen Phasen des dreijährigen Wettbewerbs haben wir uns auf die Hard- und Software von dSPACE verlassen. Sie waren für unseren Fortschritt ausschlaggebend, von der Modellierung über die Simulation bis hin zur Prototypentwicklung.“

Eric Schacht, Ohio State Universität

Bewältigen der harten Herausforderungen halfen.

Nachhaltige Erfahrungen für die Ohio State Universität

dSPACE Hard- und Software war für die Fahrzeugentwicklung des Teams der Ohio State Universität (OSU) in allen drei Jahren der EcoCAR Challenge integraler Bestandteil:

- **Fahrzeugperformanz und Kraftstoffverbrauchsschätzung:**
Diverse Simulations- und Entwick-

lungswerkzeuge von dSPACE unterstützten das OSU-Team bei der Prognose der Performanz. So entspricht der Kraftstoffverbrauch des endgültigen Fahrzeugs fast genau dem zuvor in der Simulation berechneten.

- **Systemintegration:**
Die von dSPACE gesponserte Hard- und Software sowie die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation haben die Tests und die Validierung von Fahrzeugperfor-

manz und Regelstrategien maßgeblich unterstützt.

- **Erfahrungen aus der Praxis:**
Ingenieurstudenten konnten wertvolle Erfahrungen mit den neuesten, industriebewährten Technologien der Reglerentwicklung sammeln.
Das OSU-Team wurde gleich zweimal mit dem dSPACE Embedded Success Award ausgezeichnet. Die Studenten hatten die einmalige Gelegenheit zur Mitarbeit an einem

Um den Studenten echte Erfahrungswerte zu liefern, erhalten sie Werkzeuge für den Gebrauch von einfachsten Arbeitsschritten bis zum HIL-Test.



„Man ist beim gesamten Modellierungsprozess mit allen Herausforderungen aus dem Entwickleralltag dabei. Das macht EcoCAR zu einer so wertvollen Erfahrung für angehende Ingenieure. Das alles wäre ohne Unterstützung von dSPACE und den anderen Sponsoren natürlich nicht möglich.“

Jeff Waldner, UVic EcoCAR Teamleiter

Projekt, durch das sie nicht nur den realen Ingenieuralltag kennenlernen, sondern das ganz nebenbei auch noch richtig Spaß machte.

Universität Victoria setzt auf Elektro

Das Team der University of Victoria (UVic) entwickelte ein Elektrofahrzeug mit unabhängigem Allradantrieb, der ein Two-Mode-Getriebe von GM und einen 2,4-l-Motor LE9 EcoTEC mit der Vorderachse verbindet und einen 145-kW-Elektromotor

UQM PowerPhase mit der Hinterachse. Die Stromversorgung erfolgt über eine 21-kWh-Lithium-Ionen-Batterie von A123 Systems mit einer Reichweite von bis zu 60 km. Zwei wesentliche Schwerpunkte der Challenge waren der modellbasierte Entwurf und die HiL-Simulation. Hiermit konnten die Teams alles, von einfachen Fehlern bis hin zum Kraftstoffverbrauch, mit Hilfe eines virtuellen Fahrzeugmodells testen. Außerdem war dadurch sichergestellt, dass das im Fahrzeug verbaute Regel-

system letztendlich robust, sicher und zuverlässig arbeitet.

Von Null auf 100 in 7,5 Sekunden

Ein komplettes Semester arbeiteten die UVic-Studenten intensiv an der Verbesserung ihres Fahrzeug-Systems. Dabei konnten sie sich die Stärken der dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) zunutze machen. Das ausgereifte Modell stellte das reale Fahrzeug akkurat dar, von der Zündung über Wankbewegungen bis hin zu den Reibungskräften zwischen

Zum Schluss ist jedes Team der EcoCAR Challenge ein Gewinner. Die Teams sammelten nicht nur wertvolle Erfahrungen, sondern hatten auch jede Menge Spaß.





Reifen und Fahrbahn. Die Arbeit zahlte sich aus, denn die Studenten konnten so ihre Echtzeitoptimierungsstrategien testen, ohne sie vorher ins Fahrzeug zu implementieren. Das neue Modell und die Vorabstraßentests bestätigten zudem die im ersten Jahr angekündigte Beschleunigung des UVic-EcoCARs von 0 auf 100 km/h in 7,5 Sekunden.

dSPACE Werkzeuge für schnelles Entwickeln

Das Team University Waterloo Alternative Fuels (UWAF) stand vor der Frage, die sich jeder Entwickler stellen muss: Wie beschleunigt man den Entwicklungsprozess, ohne Kompromisse bei Sicherheit und Zuverlässigkeit einzugehen? Das Team wählte einen besonders komplexen Antriebsstrang und setzte neue Methoden und Technologien ein, die den Fahrzeugentwicklungsprozess drastisch verändern. Zum Beispiel entfernten sie den Standard-Antriebsstrang und ersetzten ihn durch einen von Wasserstoffbrennstoffzellen unterstützten Plug-in-Hybridantrieb. Die Studenten verwendeten die dSPACE MicroAuto-

Box und einen HIL-Simulator. Damit hatten sie die Möglichkeit, verschiedene Fehler im Antriebsstrang zu simulieren, ohne reale Komponenten zu beschädigen. dSPACE stellte Fehlergenerierungs- und geeignete Schnittstellen-Software zur Verfügung. Mit dieser Unterstützung war es für das UWAF-Team verhältnismäßig einfach, eine Regelsystemstrategie zu entwickeln und zu implementieren. Nachdem die Fahrzeugregelstrategie alle erforderlichen Tests in der Simulationsumgebung bestanden hatte, konnte der MicroAutoBox-Controller im realen Fahrzeug eingebaut und getestet werden.

Ausblick: EcoCAR2

Die 16 Teilnehmer des nächsten Wettbewerbs EcoCAR2 setzen alle auf die HIL-Systeme sowie Simulationsmodelle (ASM) von dSPACE. Die zusammen mit General Motors und A123 Systems parametrisierte ASM-Suite bietet den Teams ab der ersten Entwicklungsphase hochgenaue Test- und Verifikationsmöglichkeiten für Antriebsstrang und Batteriekomponenten. ■

Fazit

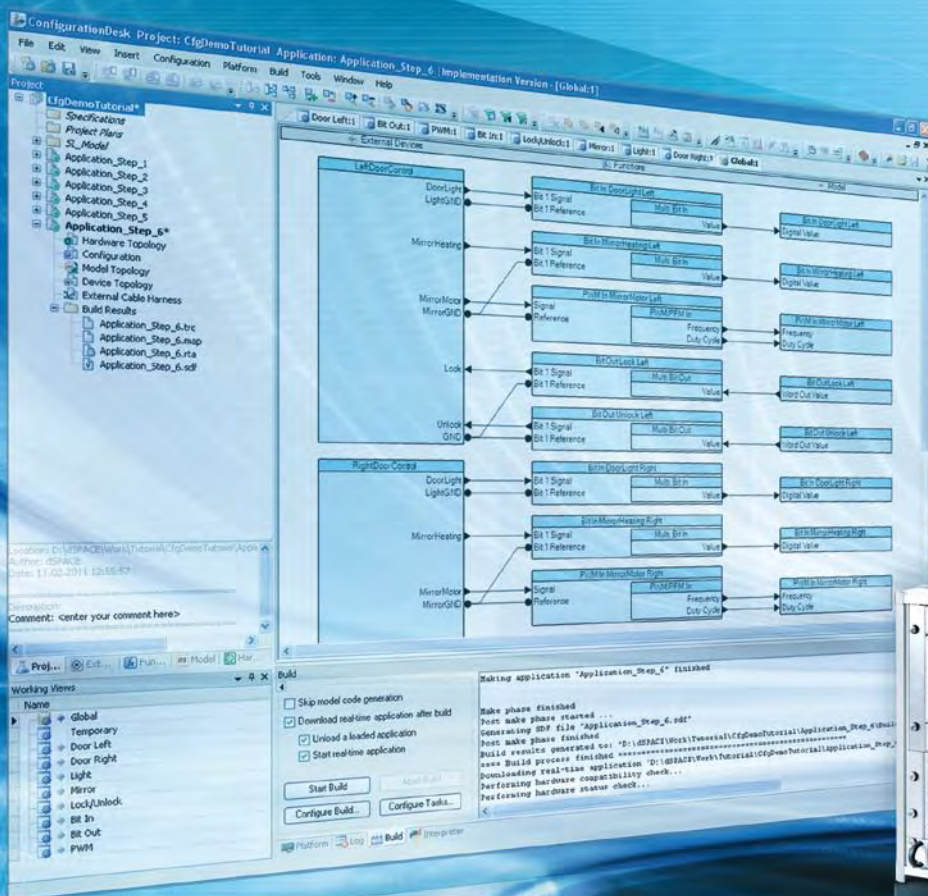
16 Teams nordamerikanischer Universitäten bauten in drei Jahren jeweils ein seriennahes, ökologisches Prototypfahrzeug. Während der EcoCAR Challenge lernten die Teams Techniken wie den modellbasierten Entwurf und die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation kennen. Damit konnten sie ihre Systeme mit Hilfe eines virtuellen Fahrzeugmodells testen. Auch halfen diese Techniken dabei sicherzustellen, dass das letztendlich im Fahrzeug verbaute Regelsystem robust, sicher und zuverlässig arbeitet. Mit dem gewonnenen Erfahrungsschatz sind die Studenten optimal für den Berufseinstieg gerüstet.

Auszeichnung für die Besten

dSPACE Inc. sponsert folgende Teams der nordamerikanischen Universitäten:

- Georgia Tech
- Mississippi State Universität
- North Carolina State Universität
- Ohio State Universität
- Pennsylvania State Universität
- Texas Tech Universität
- Universität Victoria
- Universität Waterloo
- West Virginia Universität

Drei der teilnehmenden Teams zeichnete dSPACE mit dem „Embedded Success Award“ aus. Sie setzten das dSPACE Equipment am effektivsten für die Entwicklung ihrer Regelstrategien ein. Den Preis im Wert von 750 Dollar hat die Universität Victoria gewonnen. 500 und 250 Dollar erhielten die Universitäten Ohio State und Texas Tech.



Configuration Desk

Neue Flexibilität
in den Arbeitsabläufen

ConfigurationDesk ist die Konfigurationssoftware für den neuen Simulator SCALEXIO. ConfigurationDesk und SCALEXIO setzen neue Maßstäbe für Flexibilität und Wiederverwendung bei der Hardware-in-the-Loop-Simulation.

The screenshot shows the ConfigurationDesk interface. On the left, a block diagram of an external device is visible with various pins labeled: ESP, COMB, ISGK, CANL_S, CANL_H, CANL_L, CAN2_H, CAN2_L, M_ESP, BRL1, BPPS_NC, BPPS_NO, HES, BPPS_SIG, BPPS_GND, and POWER. On the right, a 'Table Window 1' displays a detailed pin configuration table.

Name	Description	Pin(s)	Port Type	Physical Attribute	Reference Port(s)	Short to GND	Short to V
Heatbank							
ESP							
COMB							
M_ESP	ESP/ASR button	A13	In	Voltage	POWER(K130V)	Not allowed	Not allo
BRL1	Brake Light Switch	A41	In	Voltage	POWER(GND_V)	Not allowed	Not allo
BPPS_NC	Release Switch NC (normally closed)	A30	In	Voltage	POWER(BPPS_SIG)	Not allowed	Not allo
BPPS_NO	Release Switch NO (normally open)	A27	In	Voltage	POWER(BPPS_SIG)	Not allowed	Not allo
HES	Handbrake Switch	A39	In	Voltage	POWER(GND_V)	Not allowed	Not allo
POWER							
BPPS_SIG	BPPS (BFA Booster) supply	A28	Out	Voltage	D(BPPS_NC) D(BPP...	Allowed	Allowec
BST_PWR	Highside for Booster (supply)	A17	Out	Voltage	POWER(GND_V)	Not allowed	Not allo
CLUS_SP	Sensor Cluster supply	A06	Out	Voltage	POWER(CLUS_GND)	Allowed	Allowec
CLUS_GND		A24	Reference	Voltage	POWER(CLUS_SP)	Not allowed	Not allo
K130P	K130	A01	In / out	Undefined	POWER(GND_P)	Not allowed	Not allo
MP_Sensp	Membrane Sensor supply	A26	Out	Voltage	POWER(MP_GND)	Not allowed	Not allo
MP_GND		A25	reference	Voltage	AD(MPL_SIG) POWE...	Not allowed	Not allo
K130V	K130	A32	In / out	Undefined	DSPM_ESP	Not allowed	Not allo
IGN	K115	A04	In / out	Undefined	DO(BRL_OUT)	Not allowed	Not allo
GND_V	K131 for A32	A16	In	Undefined	DO(BRL); DE(VBS; P...	Not allowed	Not allo

Abbildung 1: Interface-Beschreibung der angeschlossenen Geräte.

Veränderte Anforderungen

Im Bereich der Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation sind mittlerweile in fast allen Unternehmen spezialisierte Abteilungen entstanden, die jeweils Teile von Projekten (Modelle, I/O-Konfiguration etc.) entwickeln und pflegen. Diese Teilkomponenten müssen flexibel zu einem Gesamtprojekt zusammengefügt und das so entstandene HIL-System muss vollständig dokumentiert werden. Die Dokumentation beinhaltet die angeschlossenen Geräte (Elektronische Steuerungen (ECUs) und Echtlasten), den Kabelbaum zwischen HIL-System und ECUs, die verwendeten HIL-Hardware-Komponenten mit deren Konfiguration und das zum Test verwendete Umgebungsmodell.

Projektverwaltung mit ConfigurationDesk

Mit ConfigurationDesk® hat dSPACE eine Software entwickelt, mit der die oben beschriebenen Anforderungen in einer intuitiven grafischen Oberfläche erfüllt werden. Die jetzt neu verfügbare Version (Implementation Version) ist der Nachfolger des bekannten Real-Time Interfaces (RTI) zur Hardware-Konfiguration und zur Implementierung der Echtzeitappli-

kationen auf der neuen HIL-Technologie von dSPACE SCALEXIO®. Mit ConfigurationDesk wird die SCALEXIO-Hardware vollständig konfiguriert, d.h., Einstellungen per Hardware-Jumper o.ä. sind nicht erforderlich. Darüber hinaus dokumentiert ConfigurationDesk das gesamte HIL-System, bestehend aus externen Geräten, Kabelbaum, verwendeter dSPACE Hardware mit deren Konfiguration und dem Umgebungsmodell samt Schnittstellen zur I/O.

Interface-Beschreibung der angeschlossenen Geräte

Am Anfang eines HIL-Projekts steht die Definition des elektrischen Interfaces der zu testenden ECU. Hier sind Informationen über Stecker- und Pin-Anzahl relevant. Aber auch abstraktere Daten werden benötigt, wie logische Signalnamen mit Beschreibung, Signalrichtung (Eingang oder Ausgang der ECU) und physikalische Signaleigenschaften (Spannungs- oder Stromsignal) sowie Informationen dazu, ob auf einem ECU-Pin ein bestimmter elektrischer Fehler geschaltet werden darf und welche Lasten die ECU an diesem Pin erwartet. Diese Daten können direkt im Tool eingegeben (Abbildung 1)

oder über eine Microsoft®Excel®-Liste importiert werden.

Vorbereitung der Umgebungsmodelle

Die Umgebungsmodelle stehen meist als MATLAB®/Simulink®-Modelle zur Verfügung. Für die Ankopplung der I/O an das Modell stellt dSPACE eine Simulink-Bibliothek zur Verfügung, die so genannte Model-Port-Blöcke für Eingangs-, Ausgangs- und Trigger-Signale enthält (Abbildung 2). Diese Blöcke können im Modell auf allen Modellebenen eingefügt werden. Liegen alle Signale zur I/O-Ankopplung auf oberster Ebene, können alternativ auch Standard-Simulink-In- bzw. -Out-Blöcke verwendet werden. An diesen Interface-Blöcken endet zunächst die Signalkette. Im Simulink-Modell sind also keinerlei hardware-spezifische Informationen abgelegt. Dies ermöglicht eine sehr einfache Wiederverwendung desselben Modells in unterschiedlichen HIL-Projekten.

Von der ECU zum Modell

In ConfigurationDesk werden alle Komponenten zu einem Gesamt-HIL-Projekt zusammengefügt. In einer übersichtlichen Drei-Spalten-Ansicht

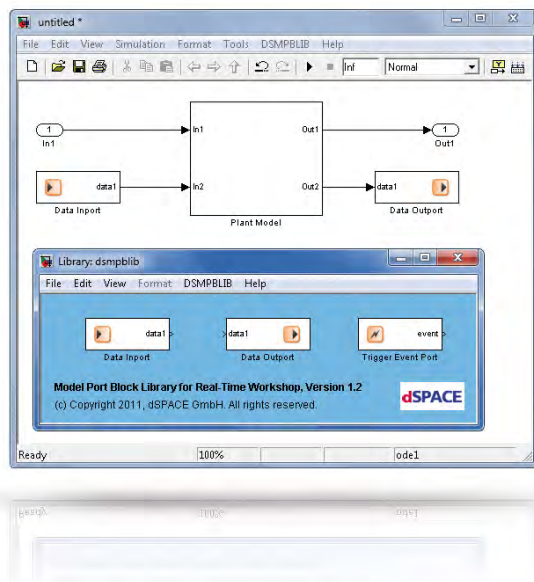


Abbildung 2: Simulink-Modell-Interface.

werden die Interfaces der angeschlossenen Geräte (linke Spalte) mit I/O-Funktionalitäten des HILs (mittlere Spalte) und diese wiederum mit Modellschnittstellen (rechte Spalte) verknüpft. Das Tool ist in der Lage, zu den externen Geräten passende I/O-Funktionalitäten vorzuschlagen, z.B. empfiehlt es für einen ECU-Pin, an dem ein von der ECU generiertes Spannungssignal anliegt, eine HIL-I/O-Funktion zur Spannungsmessung. Alternativ können I/O-Funktionen auch aus einer Bibliothek heraus ausgewählt werden. Das Werkzeug weist den Benutzer auf eventuelle Fehlverknüpfungen hin, wenn beispielsweise ECU-Ausgänge versehentlich mit HIL-Ausgängen statt mit -Eingängen verknüpft wurden. Die I/O-Funktionen werden in einem weiteren Arbeitsschritt mit Modellschnittstellen verbunden (rechte Spalte). Hier gibt es zwei alternative Vorgehensweisen: ConfigurationDesk kann entweder eine zu den I/O-Funktionen passende Modell-Interface-Beschreibung generieren und in ein Simulink-Modell exportieren, oder der Anwender bereitet das

Modell in Simulink durch Einfügen von Model-Port-Blöcken vor. Durch eine Modellanalyse wird die Interface-Beschreibung dann in ConfigurationDesk übernommen. Die I/O-Funktionen definieren zunächst nur, welche Funktionalität vom Simulator durchgeführt werden soll (z.B. PWM-Signal-Generierung), unabhängig davon, auf welcher konkreten SCALEXIO-Hardware diese Funktionalität zur Verfügung gestellt wird. Die gleiche Funktionalität kann in den meisten Fällen auf unterschiedlichen Hardware-Kanälen bzw. Kanaltypen bereitgestellt werden. In einem weiteren Konfigurationsschritt, dem so genannten Hardware Resource Assignment, werden den I/O-Funktionen daher die benötigten Hardware-Kanäle zugewiesen. Dies kann manuell oder automatisch durch ConfigurationDesk erfolgen. Wenn Signaleigenschaften, z.B. die maximale Stromaufnahme, nicht mit einem einzelnen Hardware-Kanal abgedeckt werden können, bestimmt ConfigurationDesk die benötigte Kanalanzahl des gewünschten Kanaltyps und ordnet diese der I/O-Funktion zu.

Berechnung des Kabelbaums

ConfigurationDesk berechnet optional nicht nur die Verbindungsinformationen zwischen HIL-System und ECU, sondern auch zwischen dem HIL-System und anderen extern angeschlossenen Geräten wie den Echtlasten. Hierbei werden in einer Excel-Liste alle zu verbindenden Pins aufgeführt, auch Verbindungen zwischen Simulator-Pins oder direkte Verbindungen zwischen ECUs und Echtlasten, wodurch der Aufbau des realen Kabelbaums sehr einfach wird.

Steuerung des Build-Prozesses

Alle Phasen des Build-Prozesses werden von ConfigurationDesk aus gesteuert. Der Modell-C-Code wird durch MATLAB/Simulink erzeugt. Für die I/O-Funktionalität generiert ConfigurationDesk eigene Code-Anteile. Es können auch einzelne Phasen gezielt abgeschaltet werden. Wenn zum Beispiel nur die I/O-Konfiguration verändert wurde, kann Generierungszeit eingespart werden, indem die Modell-Code-Generierung deaktiviert und „alter“ Modell-Code wiederverwendet wird. Nach der C-Code-Generierung werden alle Code-Anteile kompiliert und miteinander verlinkt. Daraus wird eine Echtzeitapplikation erzeugt, die auf ein SCALEXIO-System geladen und dort ausgeführt werden kann.

Flexibilität der Arbeitsschritte

Die beschriebene Reihenfolge der Arbeitsschritte ist nur eine von vielen möglichen. Auch sind nicht alle Elemente der Signalkette zwingend erforderlich. So sind Informationen über die angeschlossenen Geräte für die eigentliche HIL-Simulation nicht notwendig. Ein Build-Prozess kann auch durchgeführt werden, wenn nur I/O-Funktionen und Verhaltensmodell vorhanden sind. Für die Berechnung des externen Kabelbaums und zu Dokumentationszwecken wird die linke Spalte der Drei-Spalten-Ansicht benötigt.

Übersicht im Projekt

Bei HIL-Projekten kommen schnell große Mengen an Signalketten zusammen. Hier kann eine Konzentration auf einzelne Teilbereiche sinnvoll sein. Hierfür wurde in ConfigurationDesk die Möglichkeit zur Sichtbildung geschaffen. Mit wenigen Mausklicks kann man sich beispielsweise nur die Signalketten anzeigen lassen, die eine Spannungsvermessung beinhalten, oder eine Sicht mit Signalketten erstellen, die mit einem bestimmten ECU-Stecker verbunden sind. Natürlich existiert auch immer eine globale Sicht, die alle Elemente des Projekts enthält.

Wiederverwendung von Teilkomponenten

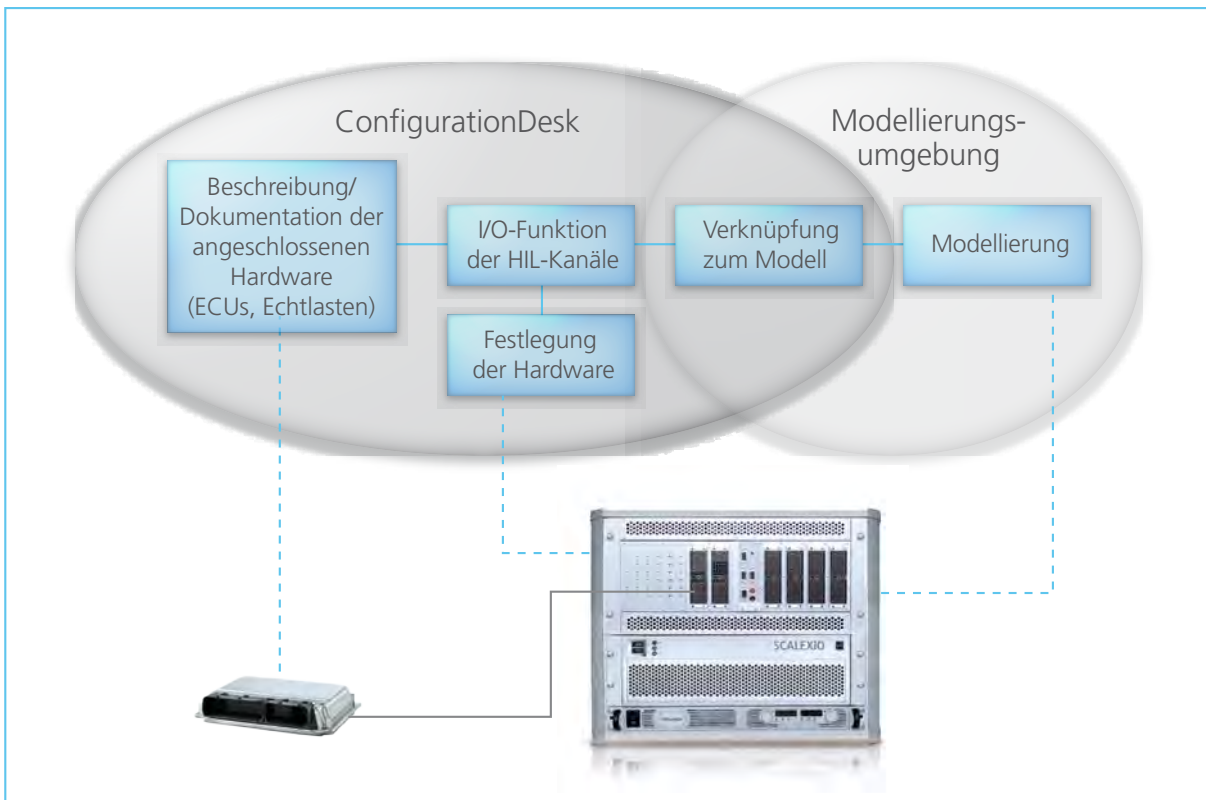
Die Teilkomponenten eines Projekts sind sehr einfach wiederverwendbar (Abbildung 3). So kann zum Beispiel

eine ECU-Beschreibung in ein neues Projekt importiert und dort angepasst werden. Auch das gleiche Simulink-Modell lässt sich problemlos für verschiedene Projekte verwenden. Da hier keinerlei Informationen über die I/O-Hardware gespeichert sind, können auch ganz andere I/O-Funktionalitäten mit den gleichen Modellschnittstellen verbunden werden. Alle Teilkomponenten werden in separaten XML-Dateien gespeichert und lassen sich so mit einem Versionsmanagement-Tool verwalten. ■

Die Vorteile auf einen Blick

- Mit ConfigurationDesk ist es sehr einfach möglich, in verteilten Teams zu arbeiten, in denen beispielsweise die Simulink-Modellierung getrennt und unabhängig von der Hardware-Konfiguration erfolgt.
- Der modulare Aufbau der ConfigurationDesk-Projekte ermöglicht eine einfache Wiederverwendung von Teilkomponenten.
- Die flexible SCALEXIO-Hardware kann durch die getrennte Konfiguration der Funktionalität und der hierfür verwendeten Hardware optimal ausgenutzt werden.
- Das gesamte HIL-Projekt wird in ConfigurationDesk vollständig dokumentiert.

Abbildung 3: Signalkette am HIL und zugeordnete Teilkomponenten in ConfigurationDesk.



FPGA-Prozessor-Kombination macht
die MicroAutoBox noch flexibler

Flexibel?

Logisch!





Rapid-Control-Prototyping-Systeme (RCP-Systeme) wie die dSPACE MicroAutoBox II bilden mit ihrem leistungsfähigen Prozessor eine ideale Plattform für den modellbasierten Entwurf und die Erprobung neuer Reglerkonzepte. In Anwendungen mit speziellen Anforderungen an die I/O können allerdings FPGAs ihre Stärken ausspielen und als Ergänzung zum Prozessor die Leistung und Flexibilität dieser Systeme erheblich steigern.

RCP-Systeme wie die dSPACE MicroAutoBox II haben sich für den schnellen modellbasierten Entwurf und den Test neuer Reglerkonzepte etabliert. Per Knopfdruck können Reglermodelle auf der Echtzeit-Hardware implementiert werden, und zur Laufzeit lassen sich Modellparameter verändern und Signale erfassen. Um eine nahezu uneingeschränkte Entwicklung zu ermöglichen, basieren diese Systeme auf leistungsfähigen Prozessoren, um selbst umfangreiche, rechenintensive Reglermodelle und I/O-Verarbeitung innerhalb kürzester Zykluszeiten ausführen zu können. Allerdings gibt es auch Anwendungen, bei denen schon die I/O-Funktionen so rechenintensiv sind, dass sie die verfügbaren Rechenkapazitäten für die Modellberechnung merklich reduzieren. Hierbei handelt es sich häufig um Anwendungen mit umfang-

reicher, schneller oder paralleler Datenvor- bzw. -nachbearbeitung. In solchen Fällen ist es sinnvoll, die I/O-Funktionen in geeigneter Weise auszulagern. FPGAs bieten aufgrund ihrer Hardware-Architektur und der damit verbundenen schnellen parallelen Abarbeitung die idealen Voraussetzungen hierfür. Hinzu kommt als weiterer Vorteil, dass die Anpassungsfähigkeit und Programmierbarkeit von FPGAs es ermöglicht, auch nachträglich neue I/O-Funktionen umzusetzen oder existierende zu verändern. Im Folgenden werden konkrete Problemstellungen und Lösungsansätze anhand praktischer Beispiele näher erläutert.

Schnelle, komplexe Datenvorverarbeitung via FPGA

Erfordert eine Anwendung häufige, sehr schnelle I/O-Zugriffe und eine

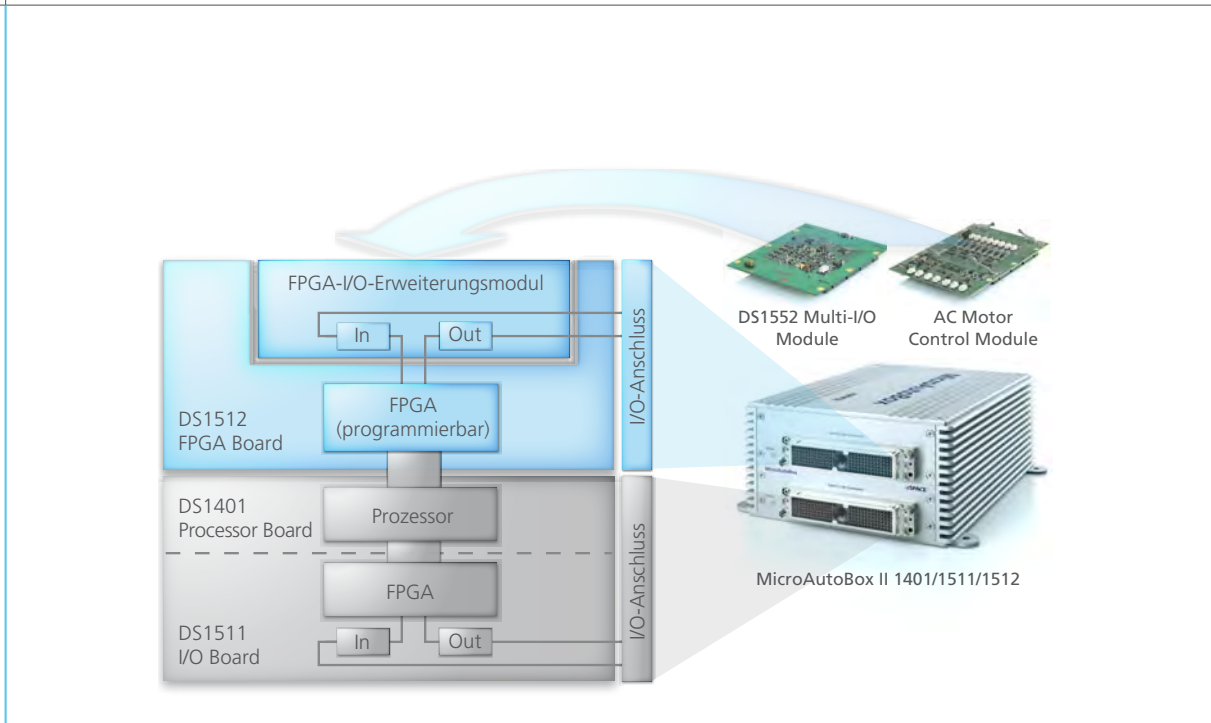


Abbildung 1: MicroAutoBox-II-Varianten 1401/1511/1512 mit programmierbarem FPGA und Steckplatz für I/O-Module.

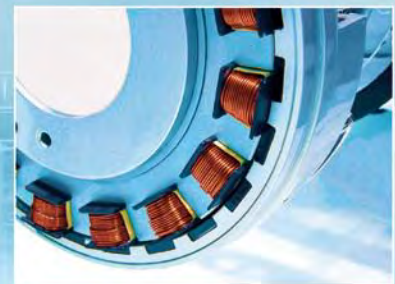
komplexe Datenvorverarbeitung oder -analyse wie z. B. eine Hoch- oder Tiefpassfilterung oder eine Fast-Fourier-Transformation von Messwerten, ist es sinnvoll, dass vorgelagerte FPGAs diese Aufgabe übernehmen. Dadurch kann die Belastung des Prozessors gesenkt und so wertvolle Rechenkapazität für die eigentliche Reglerberechnung freigesetzt werden. Dabei erlauben FPGAs, sowohl die Signalvorver-

arbeitung verschiedener I/O-Kanäle als auch einzelne Funktionen zu parallelisieren und völlig unabhängig voneinander auszuführen. So kann die Berechnung beschleunigt und ein deterministisches Zeitverhalten erreicht werden. Zudem lässt sich die Anzahl der I/O-Kanäle skalieren, ohne eine Beeinflussung der Latenzzeiten befürchten zu müssen. Die gleichen Eigenschaften prädestinieren FPGAs auch für den Entwurf schneller,

kaskadierter Regler, wobei der unterlagerte Regleranteil auf dem FPGA implementiert wird und dort problemlos Zykluszeiten von 10 μ s bzw. Abtastfrequenzen von 100 kHz und mehr erreicht werden können.

I/O-Funktionen flexibel nachrüsten

Auch wenn RCP-Systeme eine Vielzahl unterschiedlicher I/O-Funktionen unterstützen, kann es dennoch vorkommen, dass eine für eine Anwen-



- Das FPGA erlaubt die schnelle und latenzarme Analyse großer Datenmengen unabhängig vom Prozessor. Dadurch ermöglicht es die Entwicklung innovativer Brenn-

verfahren zur Verbrauchs- und Abgasreduktion von Fahrzeugen. Bei der Umsetzung neuer elektrischer und hybrider Antriebskonzepte wird es aufgrund der

Fähigkeit, viele parallele Steuer- und Messkanäle synchron anzusteuern, für die Regelung von E-Motoren und Umrichtern eingesetzt.

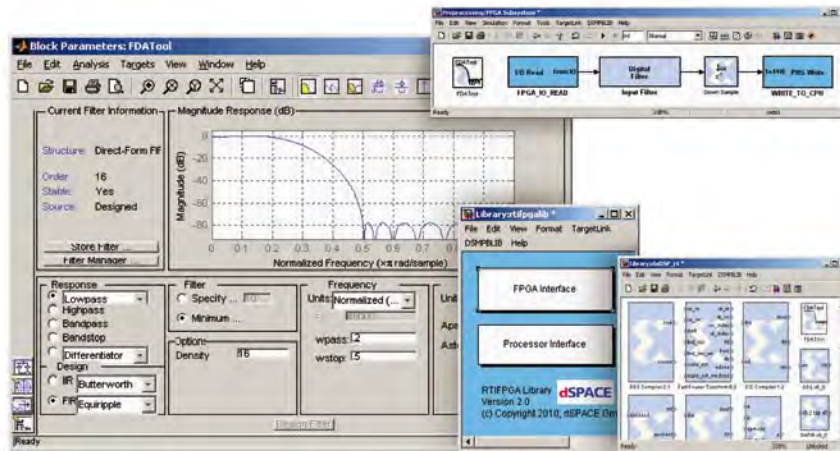


Abbildung 2: Modell eines mit dem Xilinx® System Generator entworfenen und mittels dSPACE FPGA Programming Blockset auf der MicroAutoBox II implementierten Tiefpassfilters als Beispiel für eine FPGA-gestützte, modellbasierte Signalverarbeitung.

derung notwendige, spezifische Schnittstelle nicht verfügbar ist. Dies kann verschiedene Gründe haben, beispielsweise, dass die Schnittstelle sehr speziell, ihre Schnittstellenspezifikation nicht öffentlich verfügbar oder der Bedarf zum Zeitpunkt der Beschaffung des RCP-Systems noch nicht bekannt ist. Wünschenswert ist daher die Möglichkeit, jederzeit I/O-Funktionen nachrüsten oder verändern zu kön-

nen. Die dazu nötige Flexibilität bieten FPGAs, auf denen sich fast beliebige digitale Schaltungen implementieren und im Gegensatz zu festverdrahteten Schnittstellenbausteinen (z. B. ASICs) jederzeit ändern lassen. So kann der Anwender beispielsweise je nach Bedarf verschiedene serielle Protokolle für die Anbindung von Sensoren unterschiedlicher Hersteller implementieren.

Modellbasierte Entwicklung vereinfacht FPGA-Programmierung

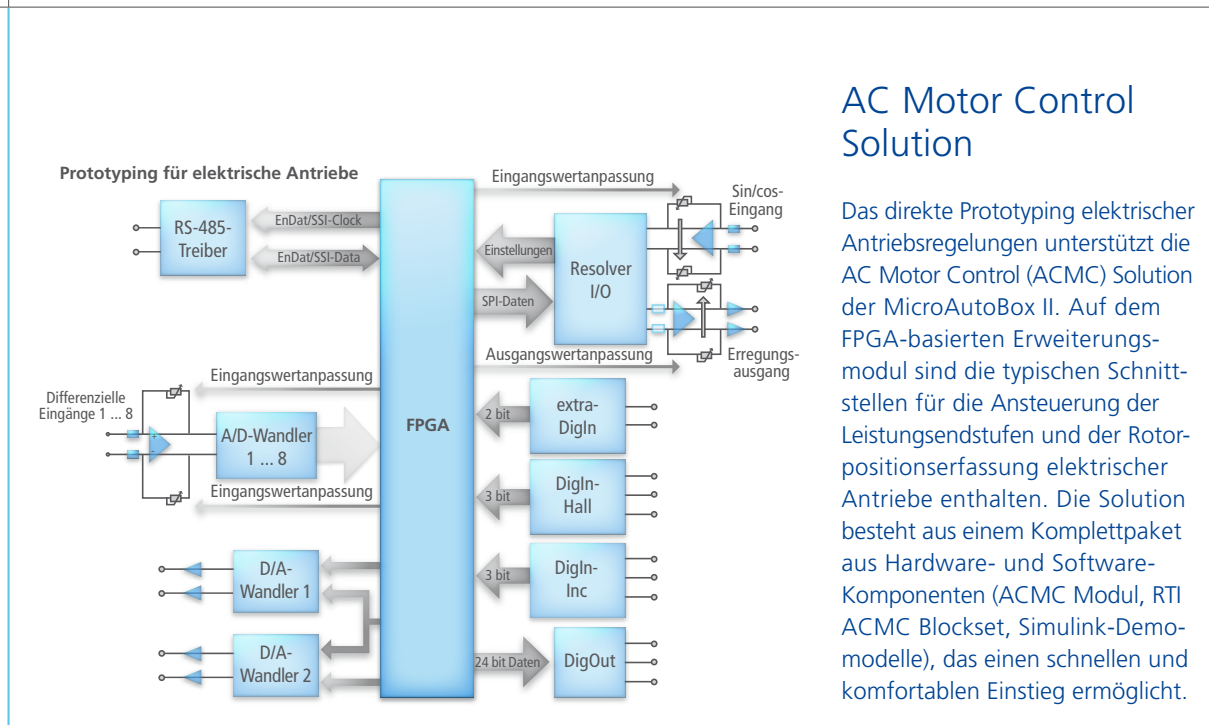
Traditionell werden FPGAs mit textbasierten Hardware-Beschreibungssprachen wie VHDL oder Verilog programmiert. Diese ermöglichen zwar den Zugriff auf alle Ressourcen des FPGAs und eine Optimierung von Funktionen bis ins letzte Detail, setzen aber auch Spezialkenntnisse beim Anwender voraus. Steht jedoch niemand zur Verfügung, der über



Die Architektur des FPGAs eignet sich besonders für eine schnelle, parallele Datenvorverarbeitung, z. B. für eine vielkanalige Filterung und Frequenzanalyse. Dies

ermöglicht u. a. die Nutzung in Systemen zur hochwertigen aktiven Vibrationsdämpfung oder Schallreduktion sowie zum sogenannten „Health and Usage

Monitoring“ (HUMS), wie sie im Maschinenbau, in der Bahntechnik, bei Kraftfahrzeugen und in der Luftfahrt zum Einsatz kommen.



ausreichende VHDL-Kenntnisse und Erfahrungen mit der FPGA-Technologie und ihren spezifischen Eigenschaften verfügt, so kann der modellbasierte Entwicklungsansatz helfen, den Einstieg zu erleichtern. Das Xilinx® System Generator Blockset erlaubt es, in MATLAB®/Simulink® modellbasiert Funktionen zu entwickeln und direkt ohne manuelle Zwischenschritte auf dem FPGA zu implementieren. Dadurch kann der Anwender seine gewohnte Entwicklungsumgebung weiterverwenden

und sich auf den Funktionsentwurf konzentrieren. Zusätzlich unterstützt dieses Blockset den Entwickler mit komfortablen Werkzeugen, etwa für den Entwurf digitaler Filter oder mit der Möglichkeit, auch existierenden VHDL- oder Verilog-Quellcode in das Modell einzubinden (Abbildung 2).

MicroAutoBox II mit FPGA

Aufgrund der genannten Vorteile hinsichtlich der I/O-Verarbeitung setzt dSPACE bei der neuesten Generation der MicroAutoBox II

konsequent auf FPGAs. Um dem Entwickler auch die Flexibilität der freien FPGA-Programmierung zugänglich zu machen, bietet dSPACE die 1401/1511/1512-Variante der MicroAutoBox II an (Abbildung 1). Diese enthält ein in VHDL oder mittels Xilinx® System Generator frei programmierbares FPGA-Board auf Basis eines Spartan-6-FPGAs von Xilinx. Um Latenzzeiten für die I/O-Verarbeitung möglichst gering zu halten, ist das FPGA über einen schnellen parallelen I/O-Bus an den



- Auf Basis des FPGAs lassen sich kaskadierte, hochdynamische Regler implementieren z. B. für sehr schnelle, sehr genaue Positionierungsaufgaben oder für eine

Regelung mit besonders hoher Steifigkeit. Anwendungen finden sich unter anderem in der Automatisierungstechnik, der Medizintechnik und der Robotik. Dank

der Möglichkeit, Funktionen im FPGA zu parallelisieren, lassen sich auch sehr umfangreiche Multiachssysteme latenzarm und deterministisch ansteuern.

I/O-Erweiterungsmodule für die dSPACE MicroAutoBox II

	DS1552 Multi-I/O Module	AC Motor Control Solution	Kundenspezifische Hardware-Module
Modellbasierte Entwicklung für CPU	✓	✓	🔧
Modellbasierte Entwicklung für FPGA	✓		🔧
VHDL-basierte Entwicklung für FPGA	✓		🔧

✓ = Verfügbar als Standard-Produkt oder dSPACE Solution
 🔧 = Entwicklung durch die dSPACE Engineering Services auf Anfrage

Prozessor angebunden und bietet direkte Schnittstellen zu den I/O-Wandlern. Die I/O-Wandler selbst sind aus Gründen der Flexibilität auf separate, auf das FPGA-Board steckbare I/O-Module ausgelagert und lassen sich je nach Anwendung austauschen. Um ein breites Anwendungsspektrum zu ermöglichen, bietet dSPACE mit dem DS1552

Multi-I/O Module ein universelles I/O-Modul, das über eine Vielzahl schneller und leistungsfähiger I/O-Wandler sowie verschiedene serielle Schnittstellen verfügt. Die Einbindung dieses Moduls in die modellbasierte Entwicklungsumgebung Simulink wird dabei durch das dSPACE RTI FPGA Programming Blockset ermöglicht (Abbildung 2).

Neben der zuvor beschriebenen universellen Nutzbarkeit kann das FPGA-Board aber auch zur anwendungsspezifischen I/O-Erweiterung verwendet werden. Mit dem AC Motor Control Module (ACMC) existiert eine Lösung, die speziell für die Regelung von Elektromotoren ausgelegt ist. Dabei handelt es sich um ein Modul mit einer Vielzahl spezifischer Schnittstellen für die verschiedenen Arten der Rotorpositionserfassung (Schnittstellen u.a. für Hall-Sensoren, Encoder, Resolver, EnDat, SSI) und die Ansteuerung der Leistungsendstufen. Unterstützt wird dieses Modul von einem vordefinierten I/O-Blockset für Simulink, mit dem sich die grundlegenden Kommutierungsverfahren (Block- und Sinus-Kommutierung) sowie PWM-synchrone Mess- und Ansteuerkanäle realisieren lassen. In Fällen, in denen eine Anwendung eine darüber hinausgehende Unterstützung spezieller Wandler oder I/O-Funktionen erfordert, kann auch eine kundenspezifische Lösung entwickelt und dank des Modulkonzepts einfach integriert werden. ■

Zu Lande, zu Wasser und in der Luft – mit einem FPGA-Modul ergeben sich nahezu grenzenlose Einsatzszenarien für die MicroAutoBox II.



■ Die Möglichkeit des FPGAs, synchron hochauflösende Signale zu generieren und zu vermessen, erlaubt auch den Einsatz am Prüfstand und in der Industrieauto-

mation. Dass steilflankige digitale Filter direkt im FPGA implementiert werden können, vereinfacht den Einsatz in stark verrauschten Umgebungen.

Fazit

Jede Anwendung stellt spezielle Anforderungen an ein RCP-System. dSPACE bietet mit der MicroAutoBox II eine universelle Komplettlösung, die gleichzeitig eine sehr hohe Flexibilität aufweist. Per FPGA können anwendungsspezifische Funktionen nachgerüstet oder erweitert werden. Die grafische Programmierung erlaubt es dem Anwender, das Entwicklungssystem einfach und komfortabel an besondere Anforderungen anzupassen. Ausgerüstet mit einem FPGA-Erweiterungsmodul ist die MicroAutoBox II die ideale Prototyping-Lösung für ein sehr breites Anwendungsspektrum.

Eingeschränkte Verfügbarkeit des RTI FPGA Programming Blocksets außerhalb Europas und Asiens, bitte fragen Sie dSPACE.



Direkter Draht

Vielseitiges Diagnosemodul für direkte
Steuergerätezugriffe



Die Diagnoseschnittstelle ist ein zentraler und oft auch der einzig verfügbare Zugang zum Steuergerät. Insbesondere bei Tests am Simulator ist sie elementar wichtig. Das ECU Diagnostics Module ermöglicht es, ControlDesk Next Generation flexibel für die Steuergerätediagnose einzusetzen.

Steuergerät, sprich mit mir!

Häufig ist es bei der Steuergeräteentwicklung notwendig, direkt per Diagnoseschnittstelle auf Steuergeräte zuzugreifen. Ein großes Anwendungsgebiet hierfür sind Hardware-in-the-Loop (HIL)-Tests, bei denen sowohl Einzelsteuergeräte als auch Steuergeräteverbunde getestet werden. Zum einen müssen die Diagnosefunktionen selbst HIL-Tests durchlaufen, zum anderen lässt sich die Diagnoseschnittstelle des Steuergeräts auch für viele andere Aufgaben nutzen, z. B. generell für das Fehlerpeicher-Handling, zum Auslesen und Einstellen von Varianten und Verstell- bzw. Messgrößen, zum

gezielten Aktivieren und Deaktivieren von Funktionen oder zum Flashen von Datensätzen. Oft ist die Diagnoseschnittstelle auch der einzige gerade verfügbare Zugang zum Steuergerät, so dass für Tests unausweichlich diese Schnittstelle genutzt werden muss.

Der Steuergerätezugriff über Diagnoseschnittstellen erzwingt die Nutzung entsprechender Standards, dies sind insbesondere die Beschreibungssprache ODX (Open Diagnostic Data Exchange, ASAM MCD-2 D) sowie ASAM MCD-3, der Standard für objektorientierte API-Schnittstellen im Bereich Mess-, Applikations- und Diagnoseanwendungen.

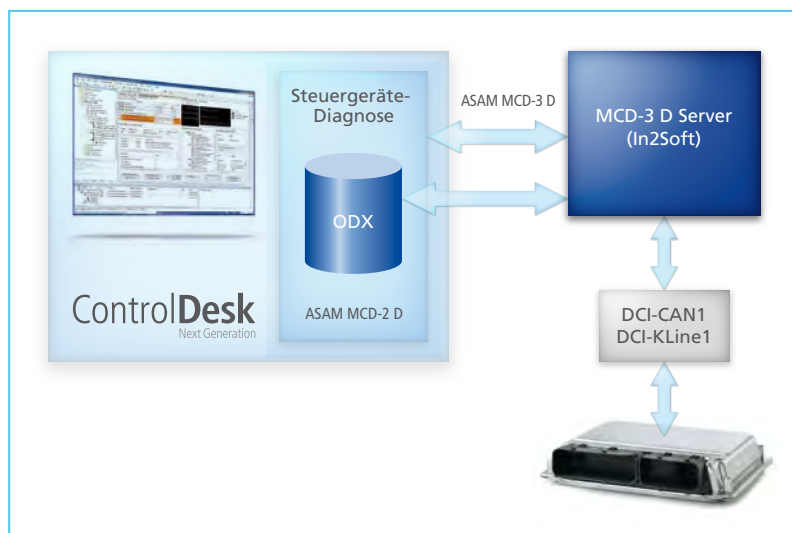


Abbildung 1: ControlDesk Next Generation, ECU Diagnostics Module und der In2Soft MCD-3-D-Server im Zusammenspiel.

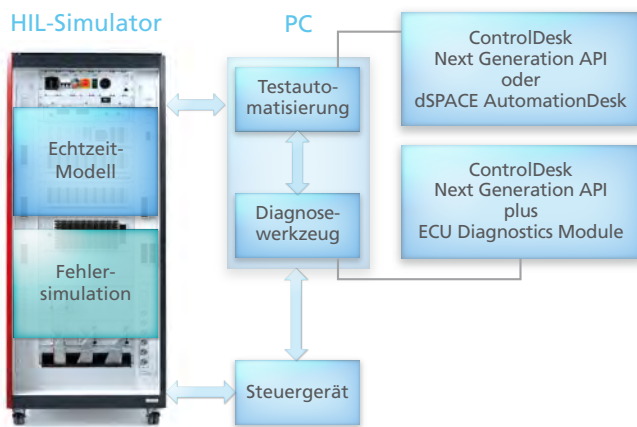


Abbildung 2: Struktur eines HIL-Simulators mit integrierter Diagnose.

Flexibel mit dem ECU Diagnostics Module

Mit dem optionalen ECU Diagnostics Module wird aus ControlDesk® Next Generation ein vielseitiges Werkzeug für den direkten Steuergerätezugriff. Das Modul unterstützt den ODX-Standard und integriert den MCD-3-D-Server der Firma In2Soft (Abbildung 1). Die Serverlizenz ist beim Kauf des ECU Diagnostics Modules enthalten. Darüber hinaus unterstützt das Modul verschiedene CAN-Hardware-Schnittstellen von dSPACE (z. B. DCI-CAN1) und Drittanbietern, ein K-Line-Interface (DCI-Kline1) sowie verschiedene Diagnoseprotokolle.

Das ECU Diagnostics Module für ControlDesk Next Generation bietet eine große Auswahl von Funktionalitäten. Dazu zählen Möglichkeiten zum Auslesen und Löschen des Fehlerspeichers eines Steuergeräts, die Einbindung von Diagnoseservices und -jobs in ControlDesk Next Generation, das Anzeigen diagnostizierter Fehler, das Speichern von Fehlern in einer Datei, die Verwendung von Fehlern als Trigger und/oder das Setzen von Bookmarks bei der Datenaufzeichnung sowie die Flash-Programmierung. Das ECU Diagnostics Module unterstützt die

Diagnoseprotokolle KWP2000 on K-Line, KWP2000 on CAN, UDS on CAN, TP2.0 on CAN, OBD on CAN sowie GMLAN on CAN.

Diagnoseservices und -jobs

Ein wichtiger Bestandteil des ECU Diagnostics Modules ist das Generic

Diagnoses Instrument, mit dem sich Diagnoseservices und -jobs bequem parametrisieren und ausführen lassen (einfach oder zyklisch). Die Gliederung der Funktionsklassen in einer Baumstruktur erleichtert dabei das Finden der jeweiligen Services und Jobs. Darüber hinaus ist ein Loggen der auf dem Instrument ausgeführten Aktionen möglich. Als Besonderheit lässt sich beispielsweise die Request PDU (Protocol Data Unit) für die auf den Bus gehenden Daten direkt verstellen, um Einschränkungen in einer ODX-Definition bewusst zu umgehen. Dies erlaubt unter anderem

das Senden gezielter Serviceaufrufe, auch falls in der jeweiligen Situation keine Anpassung der ODX-Datei möglich ist.

Fehlerspeicherzugriffe und Datenanzeige

Für die Arbeit mit dem Fehlerspeicher von Steuergeräten steht das Fault Memory Instrument zur Verfügung. Ganz gleich ob es um das Auslesen des Fehlerspeichers eines oder mehrerer Steuergeräte geht (einfach oder zyklisch), das Anzeigen der Statusinfo und Umgebungsbedingungen für diagnostizierte Fehler, das teilweise oder komplette Löschen des Fehlerspeichers oder um das Abspeichern von Fehlerspeicher-Informationen als ASCII- oder XML-Datei – das Fault Memory Instrument ermöglicht ein rundum komfortables Arbeiten. Mit Hilfe des ECU Diagnostics Modules lassen sich ODX-Diagnosedaten außerdem zusammen mit Signalen anderer Quellen im Plotter anzeigen. Dies ist hilfreich, um

Durch die integrierte ODX-basierte Diagnose-lösung lässt sich ControlDesk Next Generation optimal für aktuelle und zukünftige Steuergeräteprojekte als MCD-Tool einsetzen.

den zeitlichen Zusammenhang mit anderen Größen (z. B. Botschaftssignale auf dem CAN-Bus, Modellsignale und -parameter im HIL-Simulator, Speicheradressen im Steuergerät) einfach anzeigen und analysieren zu können.

HIL-Test via Diagnoseschnittstelle

Ein typischer Einsatzbereich für das ECU Diagnostics Module sind Diagnostest am HIL-Simulator (Abbildung 2). Hierfür muss man diejenigen Betriebspunkte und Ereignisse einstellen, bei denen die zu testenden Funktionen aktiv sind. Insbesondere

das gezielte Herbeiführen von Fehlern spielt hier eine große Rolle. Zum Beispiel lassen sich per Fehler-simulation auf Signalebene Fehler erzeugen, woraufhin über die Diagnoseschnittstelle der Fehlerspeicher des Steuergeräts ausgelesen und mit den zu erwartenden Fehlercodes (Diagnostic Trouble Codes, DTCs) verglichen wird. Auch die Prüfung der Diagnosekommunikation ist mit HiL-Tests realisierbar, und zwar über Protokolltests. D.h. man testet beispielsweise alle Services, die in der jeweiligen ODX-Datei definiert sind. Ebenso lassen sich hier Fehler in der Kommunikation erzwingen, indem man etwa ungültige Daten sendet z. B. über den HexService oder bei direkter Manipulation der Request PDU an einem Service. Der Testprozess ist automatisierbar (Abbildung 2), z. B. mit dSPACE AutomationDesk® (plus MCD3 Automation Module für ControlDesk Next Generation) oder über das ControlDesk Next Generation API Tool Automation Interface.

Messen und Applizieren

Auch Mess- und Applikationsaufgaben lassen sich problemlos mit dem ECU Diagnostics Module realisieren (Abbildung 3). Zum Beispiel kann man über die Diagnoseschnittstelle Steuergerätedaten verändern und die Auswirkungen in Form von Messdateien dokumentieren. In einem solchen Szenario sind Applikations-, Diagnose- und Messzugriffe flexibel miteinander kombinierbar. Einerseits lassen sich z. B. ODX-Daten zusammen mit den Diagnoseinstrumenten des ECU Diagnostics Modules nutzen, andererseits können Messgrößen und Parameter aus der ODX-Beschreibung in den Standardinstrumenten von ControlDesk Next Generation verwendet werden.

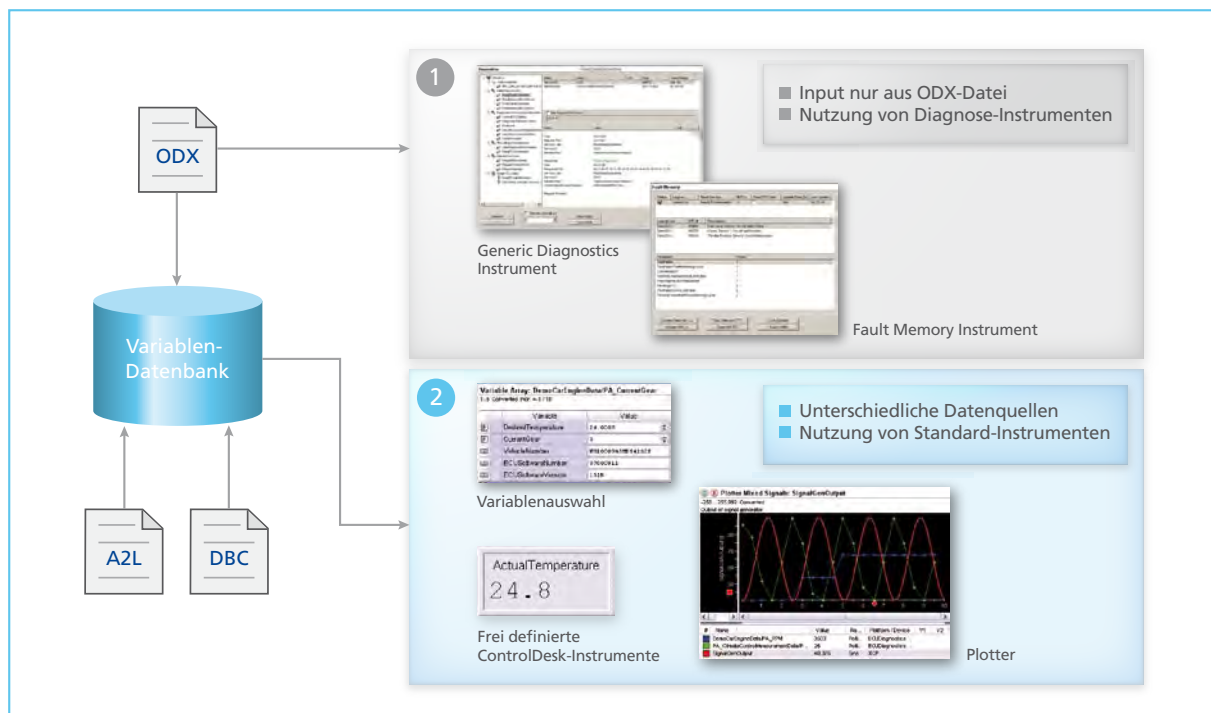
Das ECU Diagnostics Module ist somit die ideale Ergänzung für alle Nutzer von ControlDesk Next Generation, die sich maximale Flexibilität beim Steuergerätezugriff sichern wollen. ■


Steckbrief

ECU Diagnostics Module ControlDesk Next Generation

- Integriertes Mess-, Applikations- und Diagnosewerkzeug (MCD-Tool)
- Lesen und Löschen des Steuergeräte-Fehlerspeichers
- Integration von Diagnose-services und -jobs (inkl. Messung und Instrumentierung)
- Anzeige von diagnostizierten Fehlern, Abspeichern von Fehlern als Datei
- Verwendung von Fehlern als Trigger und/oder Setzen von Bookmarks bei der Datenaufzeichnung
- Unterstützung von ECU-Flash-Programmierung

Abbildung 3: Beispiel eines möglichen Arbeitsablaufs beim Messen und Applizieren – Diagnosedaten können sowohl mit Diagnoseinstrumenten (1) als auch mit den Standardinstrumenten (2) genutzt werden.





Durch den direkten Komponenten-Container-Austausch zwischen SystemDesk und TargetLink wird AUTOSAR leichter beherrschbar

Container tauschen

Mit den aktuellen Produktversionen von SystemDesk und TargetLink hat die AUTOSAR-konforme Software-Entwicklung eine deutliche Vereinfachung erfahren. Die Basis hierfür ist ein neues Konzept zum Austausch von sogenannten Software-Komponenten-Containern, das für Transparenz, Effizienz und Sicherheit im AUTOSAR-Entwicklungsprozess sorgt.

AUTOSAR in der Praxis

Die Bemühungen der AUTOSAR-Entwicklungspartnerschaft zur Etablierung einer einheitlichen Software-Architektur sowie standardisierter Austauschformate haben mittlerweile auf vielfältige Art und Weise Einzug in automotiv Serienprojekte gefunden. Zur Entwicklung von AUTOSAR-konformer Applikationssoftware wird in der Regel ein Software-Architektur-Werkzeug mit einem Verhaltensmodellierungstool kombiniert, die Daten im AUTOSAR-ARXML-Format in einem iterativen Prozess austauschen (AUTOSAR Round-Trip). Die Praxis zeigt dabei, dass dieser Datenaustausch keineswegs unproblematisch ist und dass für effizientes AUTOSAR-konformes Arbeiten abgestimmte Werkzeuge und effiziente Workflows von essentieller Bedeutung sind.

Typische Aspekte und Fragestellungen aus der Praxis sind beispielsweise die Folgenden:

- Wie kann der Umgang mit allen Daten und Dateien, die im AUTOSAR Round-Trip zur Entwicklung einer Software-Komponente (SWC) involviert sind, möglichst effizient gestaltet werden?
- Wie können Komponenten im Zusammenspiel untereinander und mit der AUTOSAR Runtime Environment effizient getestet werden?

Diese und weitere Fragestellungen werden in den aktuellen Werkzeugversionen SystemDesk® 3.0 und TargetLink® 3.2 in besonderer Weise adressiert. Die Basis hierfür bildet ein neu eingeführtes Konzept, das auf dem Austausch von sogenannten Software-Komponenten-Containern beruht.

Das Konzept der Software-Komponenten-Container

Das Software-Komponenten-Container-Konzept dient generell dazu, AUTOSAR Round-Trips mit wenigen Mausklicks durchführen zu können und das Zusammenspiel von SystemDesk und TargetLink dabei vollständig transparent und abgesichert zu gestalten (Abbildung 1). Der Komponenten-Container-Austausch beruht auf den folgenden Ansätzen:

- Alle bei der Entwicklung einer Komponente involvierten Dateien wie ARXML-, Code- oder A2L-Dateien werden in einem Container zusammengefasst und in ihrer Gesamtheit mit Hilfe einer einzigen Container-Katalog-Datei administriert.
- Alle AUTOSAR-spezifischen Daten werden so auf unterschiedliche ARXML-Dateien partitioniert, dass die Datenhoheit über eine Datei entweder vollständig beim Architekten oder bei Komponenten-Entwicklern liegt. Dies vereinfacht Merge-Szenarien im AUTOSAR

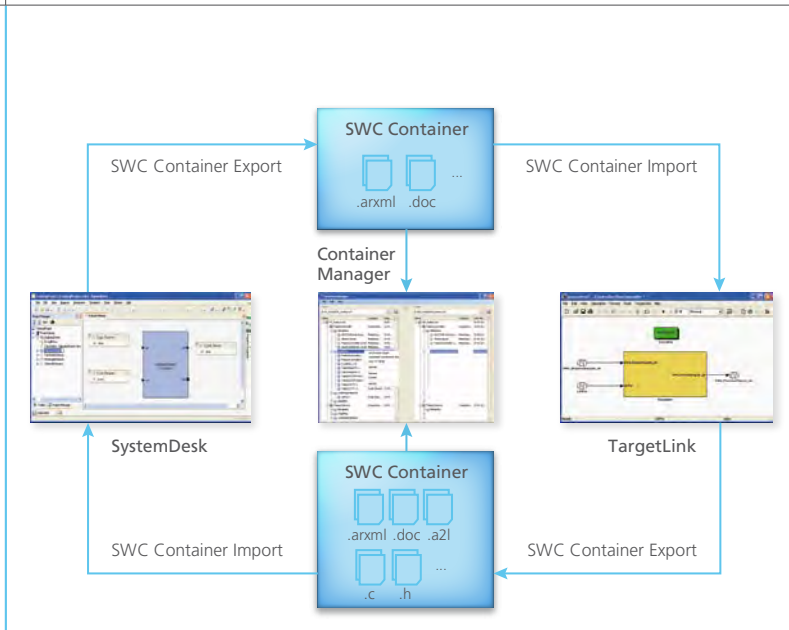


Abbildung 1: AUTOSAR Round-Trips zwischen SystemDesk und TargetLink mit Hilfe von Komponenten-Containern (SWC-Container).

Interfaces durch den Software-Architekten in SystemDesk. Um dem Komponenten-Entwickler die Spezifikationen einer Komponente zur Verfügung zu stellen, exportiert der Architekt einen Komponenten-Container aus SystemDesk, der die erforderlichen AUTOSAR-Daten in ARXML-Dateien enthält und vom Architekten um weitere Spezifikationsdokumente ergänzt werden kann (Abbildung 1). Der TargetLink-Anwender beginnt die Aktivitäten zur Implementierung der Komponente dann damit, den SWC-Container zu importieren. Die vorgegebenen Schnittstellenspezifikationen der Komponente können initial dazu genutzt werden, ein AUTOSAR-Rahmenmodell zu erzeugen. Dieses wird anschließend durch das Design der Steuerungs- und Regelungsfunktion ergänzt. Der TargetLink-Anwender kann dann unmittelbar AUTOSAR-konformen Code generieren und diesen im Rahmen eines Komponententests in Form von Software- und Processor-in-the-Loop-Simulationen innerhalb der Simulink-Umgebung ausführen. Nach Abschluss dieser Aktivitäten wird ein aktualisierter SWC-Container aus TargetLink exportiert, der nicht nur die um Implementierungsinformationen angerei-

Round-Trip und sorgt für klare Verantwortlichkeiten.

- In der Container-Katalog-Datei werden Metainformationen in Form von Dateikategorien und Verantwortlichkeiten hinterlegt. In Verbindung mit einer benutzerkonfigurierbaren Workflow-Beschreibung im XML-Format ermöglicht dies eine vollständig kontrollierte, abgesicherte Synchronisation von unterschiedlichen Ständen eines Komponenten-Containers.

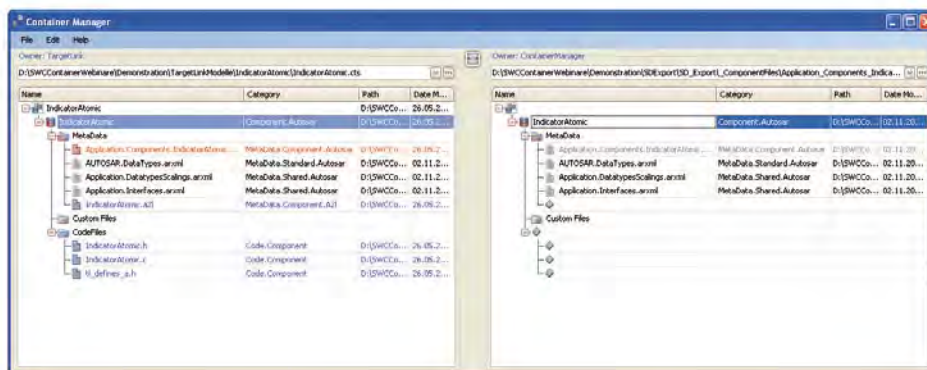
Das Konzept der Software-Komponenten-Container ist aufgrund der

implizit genutzten ARXML-Dateien hundertprozentig AUTOSAR-konform. Es stellt darüber hinaus eine nützliche Erweiterung des AUTOSAR-Standards dar, da der Anwender selbst nur noch mit einer einzigen Container-Katalog-Datei befasst ist, die alle sonstigen Dateien implizit mit verwaltet.

AUTOSAR Round-Trips auf Basis von Komponenten-Containern

Die Entwicklung einer Software-Komponente als Element der Software-Architektur startet im Zuge eines Top-down-Workflows typischerweise mit der Spezifikation der Komponente inklusive ihrer Ports und

Abbildung 2: Vergleich und Synchronisation von unterschiedlichen Projektständen mit dem Container Manager.



Mehr Transparenz, Effizienz und Sicherheit im AUTOSAR-Entwicklungsprozess.

cherten ARXML-Dateien beinhaltet, sondern auch zusätzliche Artefakte wie Code- und A2L-Dateien (Abbildung 1). Die Container-Metainformationen sorgen in Verbindung mit dem hinterlegten Workflow dafür, dass keine unbeabsichtigten Änderungen an Schnittstellen in den AUTOSAR Round-Trip eingebracht werden. Zudem existiert für den effizienten Umgang mit Containern in Form des Container Managers ein spezialisiertes Werkzeug, das insbesondere die Synchronisation und den visuellen Vergleich zweier Container auf Basis eines Vergleichswerkzeuges ermöglicht (Abbildung 2). Hierdurch können unterschiedliche Projektstände eines Containers, wie sie im Zuge eines Round-Trips zwangsläufig auftreten, visualisiert und kontrolliert synchronisiert bzw. gemerged werden. Der Software-Architekt kann mit Hilfe des Container Managers beispielsweise seine Version des Containers mit der vom TargetLink-Anwender bereitgestellten Version vergleichen, bevor er den Round-Trip entsprechend Abbildung 1

durch einen Container-Reimport nach SystemDesk schließt.

Komfortable Anbindung an vielfältige Simulationsszenarien

Da das Komponenten-Container-Konzept neben AUTOSAR-ARXML-Dateien insbesondere auch Code- und A2L-Variablenbeschreibungsdateien umfasst, eröffnet sich dem TargetLink-Anwender durch den Container-Austausch eine höchst komfortable, direkte Anbindung an die Simulationsfähigkeiten in SystemDesk (Abbildung 3). Dazu werden die von TargetLink generierten Implementierungsdateien im Komponenten-Container unmittelbar für den Build-Prozess der Simulation in SystemDesk herangezogen. Die Gesamtheit der Komponenten wird hierbei gegen eine in SystemDesk erzeugte RTE kompiliert und verlinkt. Das Resultat ist ein System zur Abdeckung vielfältiger Simulationsszenarien und Tests:

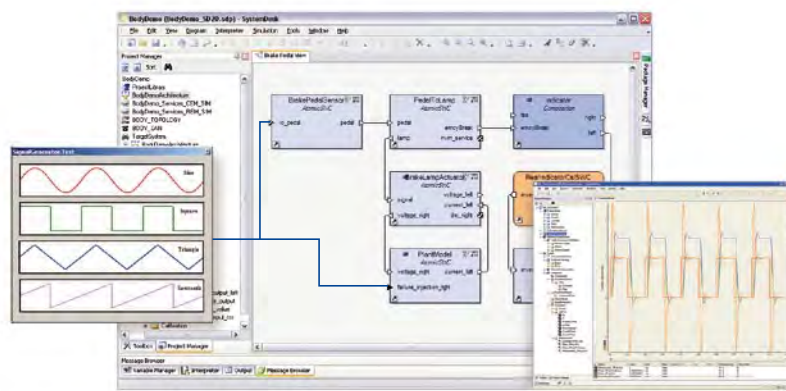
- Der Anwender erhält eine unmittelbare Rückmeldung darüber,

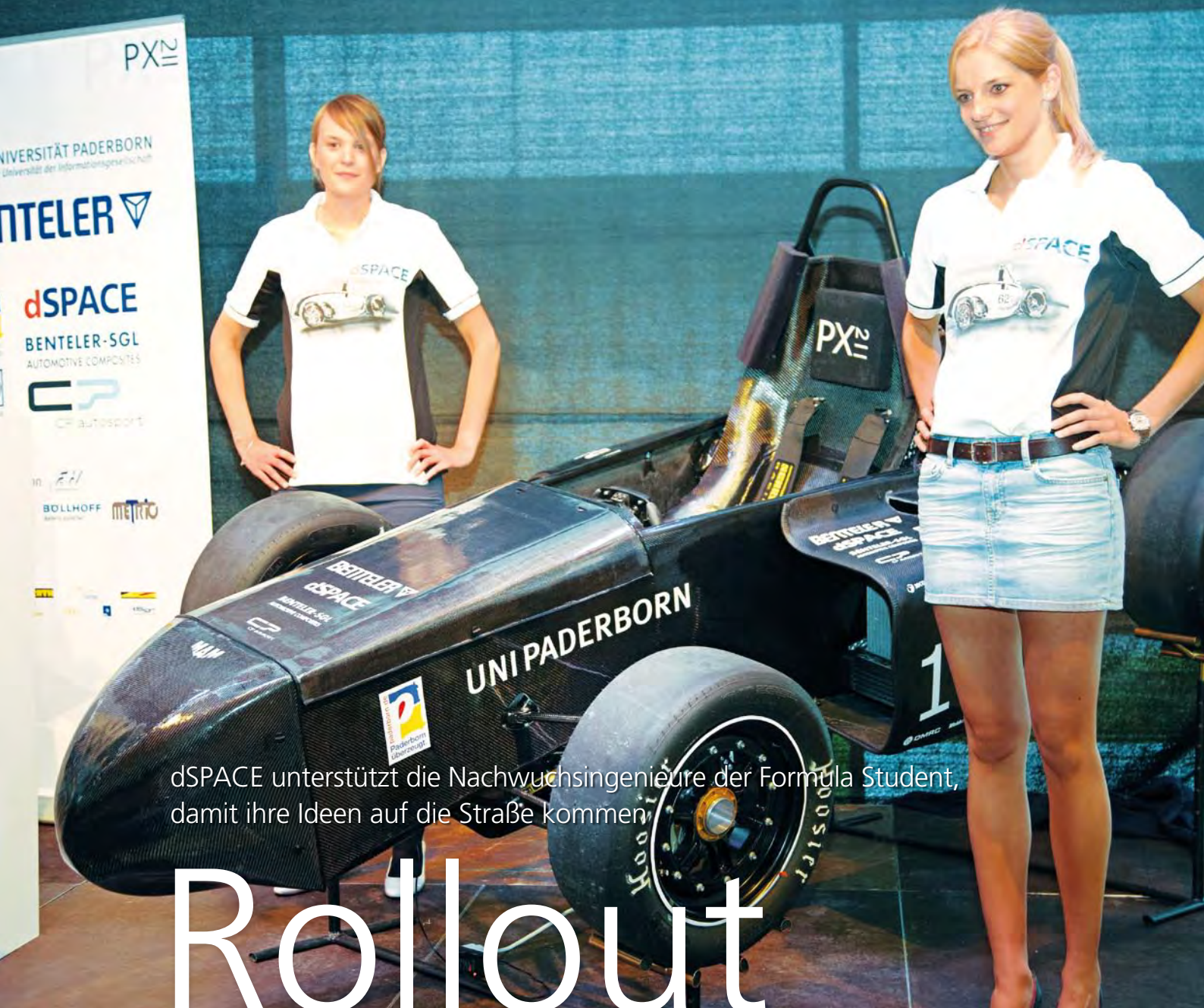
ob die Integration der TargetLink-Komponenten in die Software-Architektur und den Build-Prozess funktioniert, ob also eine Compile-& Link-Operation für Komponenten und RTE möglich ist.

- Das Zusammenspiel einer Vielzahl von Komponenten kann in SystemDesk auf der sogenannten „Virtual Functional Bus“-Ebene quasi auf Knopfdruck simuliert und überprüft werden.
- Durch die in den Containern enthaltenen A2L-Dateien erhält der Simulationsanwender auch unmittelbaren Zugriff auf komponenteninterne Größen, um gegenwärtige Lücken im AUTOSAR-Standard zu schließen.
- Für detailliertere Simulationsszenarien können darüber hinaus eine genaue Konfiguration der RTE inklusive Scheduling und Konfiguration einzelner Tasks sowie der simulierte Zugriff auf Module der Basissoftware durchgeführt werden.

Zu all diesen Szenarien bietet das Konzept des Software-Komponenten-Container-Austausches einen direkten, höchst komfortablen Zugang und vereinfacht damit die Testaktivitäten im AUTOSAR-Entwicklungsprozess. ■

Abbildung 3: Simulation des Zusammenspiels von Software-Komponenten in SystemDesk.





dSPACE unterstützt die Nachwuchsingenieure der Formula Student, damit ihre Ideen auf die Straße kommen.

Rollout bei dSPACE



PX211 enthüllt

Leicht, schnell und wendig – mit diesem Konzept tritt das Paderborner UPBracing-Team gegen Konkurrenten aus der ganzen Welt an. Rund 60 aktive Studenten des UPBracing Teams der Universität Paderborn arbeiten jedes Jahr daran, einen

innovativen Formula-Student-Wagen ins Rennen zu schicken. Wie das Fahrzeug aussieht und welche neue Technik sich hinter der Karbon-Hülle verbirgt, bleibt natürlich bis zum Rollout geheim. Am 1. Juni war es dann soweit. Der PX211 wurde feierlich in der dSPACE Unternehmenszentrale

„Die Formula Student ist in unseren Augen eine perfekte Ergänzung zum Studium. Erstens erlernen die Studenten den Umgang mit echten technischen Werkzeugen zur Umsetzung ihrer Projekte, zweitens lernen sie aus der Praxis selbstständig zu planen und zu handeln, was sie für zukünftige Arbeitgeber sehr interessant macht.“

Jürgen Plato, Kanzler der Universität Paderborn



in Paderborn enthüllt. Etwa 200 geladene Gäste folgten der Einladung des Racing Teams. Mit optimierten Bauteilen, selbst entwickeltem Motorsteuergerät und dSPACE RapidPro an Bord will UPBracing ab sofort ganz vorne in der Formula Student mitfahren. Zu sehen ist der PX211 auf internationalen Strecken wie Silverstone oder dem Hockenheimring.

Schlüsselqualifikation aus der Praxis

Die Teams der Formula Student leisten das, was sie auch im späteren Beruf erwartet: Planen, Konstruieren, Einkaufen, Bauen, Vermarkten und Testen. So werden in dem Projekt wichtige Schlüsselqualifikationen erworben. Weil die Projektarbeit im Berufsleben so wichtig ist, unterstützt dSPACE regelmäßig zehn Teams der Formula Student und stellt nicht nur hochwertige Produktpakete zur Verfügung, sondern berät die Studenten auch bei technischen Fragestellungen.

Ingenieure von morgen

Das Engagement von dSPACE für die Ingenieure von morgen beginnt bereits vor dem Studium. Mit der unternehmenseigenen Initiative „ProMINT“ will dSPACE für MINT-Berufe (MINT = Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) begeistern und ermöglicht frühzeitig den Praxisbezug in Paderborner Schulen und Kindergärten. Die Initiative hat seit 2007 schon über 2.700 Schülerinnen und Schüler erreicht. ■

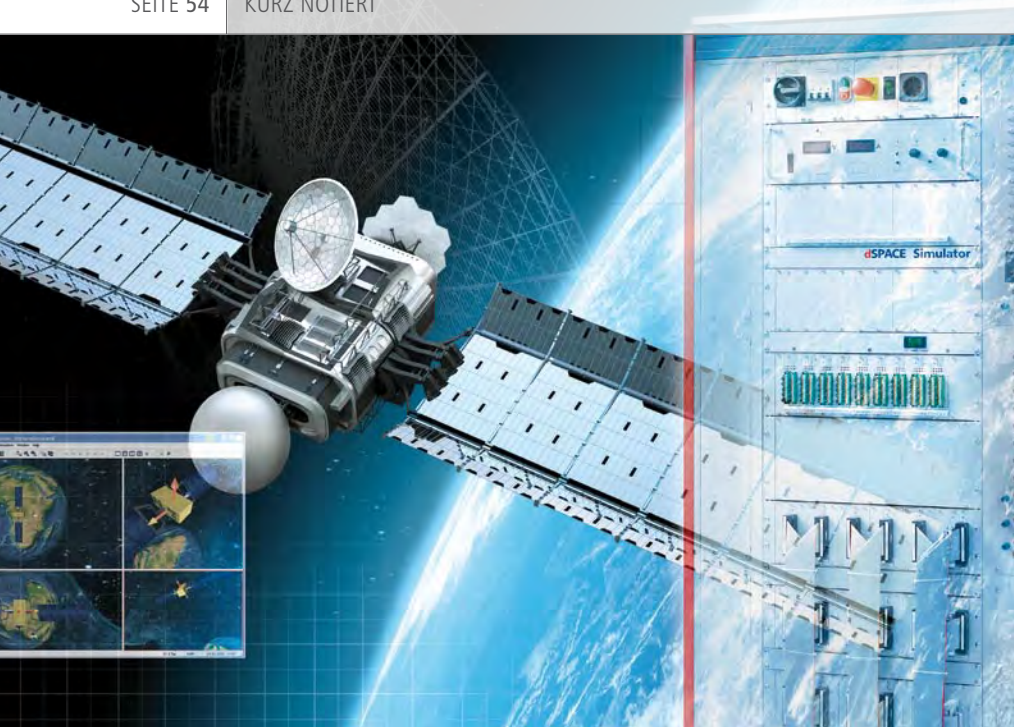


Sebastian Mailänder, Thomas Reiner, Heiko Bubnick und Alexander Diere präsentieren ihren neuen UPBracing-Rennwagen.



Erstes Bestaunen!





Satellitenmodelle von dSPACE im Einsatz beim DLR

dSPACE und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben eine Kooperationsvereinbarung auf dem Gebiet der Satellitenmodellie-

rung unterzeichnet. dSPACE stellt dem Institut für Raumfahrtssysteme des DLR echtzeitfähige Satellitenmodelle für die Entwicklung eines

Bahn- und Lageregelungssystems (AOCS) zur Verfügung, die das DLR-Institut für Raumfahrtssysteme in Bremen für das Projekt Asteroid-Finder validiert und für die Entwicklung und den Test des Bahn- und Lageregelungssystems nutzen wird. Der AsteroidFinder ist eine vom DLR geplante Kompaktsatellitenmission mit dem Ziel, Asteroiden aufzuspüren, die für die Erde ein hohes Kollisionsrisiko darstellen.

Die Validierung qualifiziert die dSPACE Satellitenmodelle für den Einsatz in weiteren Missionen des DLR und der European Space Agency (ESA). Damit wird das dSPACE Portfolio komplettiert, so dass dSPACE der Raumfahrtindustrie in Zukunft auch schlüsselfertige HIL-Simulatoren für den Test von AOCS-Systemen auf Basis ihrer weltweit bewährten HIL-Technologie bietet. ■

Kundennähe ist Trumpf

Zufriedene Kunden haben für uns höchste Priorität. Nur wer sich stetig verbessert, bleibt auf einem hohen Qualitätsniveau. Deshalb haben wir im Juni die Meinung unserer Kunden

in einer breit angelegten Umfrage zu Produkten, Vertrieb, Support und Engineering-Leistungen erfragt. Per Online-Fragebogen haben unsere Kunden in Deutschland die Leistungen

von dSPACE beurteilt. Wir freuen uns sehr, dass wir in allen Punkten positiv bewertet wurden. Im Vergleich zu der letzten Umfrage in 2008 konnten wir in allen Themenbereichen das gute Ergebnis halten. In über 90% der Antworten wurde die Gesamtleistung von dSPACE mit gut oder sehr gut bewertet. Besonders gut abgeschnitten haben dabei alle Bereiche rund um die persönliche Kundenbeziehung, zum Beispiel Support, Vertrieb und Engineering Services, was unserer Firmenphilosophie voll und ganz entspricht. Dieser Erfolg motiviert uns, weiter den engen Kontakt und intensiven Dialog mit unseren Kunden zu suchen. Wir bedanken uns für die zahlreichen Antworten und werden auch in Zukunft danach streben, uns in Ihrem Sinne stetig zu verbessern. ■



Universelle Prototyping-Endstufen für Piezo-Injektoren

In Zusammenarbeit mit der VEMAC GmbH, einem Spezialisten auf dem Gebiet der Piezo-Technologie, bietet dSPACE ab sofort fahrzeugtaugliche Endstufen für die modellbasierte Funktionsentwicklung von Piezo-Einspritzsystemen. Die von VEMAC entwickelte Endstufen-Box PZamp wird mit den dSPACE Prototyping-Systemen MicroAutoBox und RapidPro

verbunden und ermöglicht so die flexible Ansteuerung von bis zu sechs Piezo-Injektoren. Unterstützt werden die gängigen Piezo-Einspritzsysteme der Hersteller Bosch, Continental, Delphi und Denso. Konfiguriert wird PZamp komfortabel per dSPACE RTI-Blockset direkt aus dem Simulink®-Modell. Vorkonfigurierte Kabelbäume sorgen zudem für



besonders einfachen Anschluss an die dSPACE Prototyping-Systeme. Eine weitere Besonderheit der neuen Endstufen ist die Möglichkeit, Strom und Spannungsverläufe der Piezo-Injektoren mit der MicroAutoBox II hochaufgelöst messen und die Ventil-Öffnungsverläufe in Echtzeit beeinflussen zu können. Dieses ermöglicht neue Freiheitsgrade bei der Untersuchung neuer Einspritzverläufe in der Brennverfahrensentwicklung. ■

Fit für AUTOSAR 4.0

Der dSPACE Serienelement-Generator TargetLink wird ab Anfang 2012 die AUTOSAR-Versionen 4.0 und 3.2 unterstützen. Dazu wird das praxisbewährte Konzept der TargetLink-AUTOSAR-Unterstützung nahtlos auf

die neu unterstützten AUTOSAR-Versionen erweitert, so dass vom Komponentendesign über Implementierung bis hin zum Komponententest unterschiedliche Entwicklungsphasen abgedeckt werden. Die Unterstützung von



AUTOSAR 3.2 wird ein fester Bestandteil der TargetLink-Version 3.3 sein, deren Release für Januar 2012 geplant ist; die Unterstützung von AUTOSAR 4.0 wird etwa zeitgleich als Patch zur Verfügung gestellt. ■

Neue Simulationsumgebung für den Test von Spurhalteassistenten

Für den Test von Spurhalte- und Spurwechselassistenten sind die Automotive Simulation Models (ASM) von dSPACE jetzt mit der ASM Lane-Solution ausgestattet. Dazu wurde das Standardstraßenmodell um die Simulation mehrspuriger Fahrbahnen erweitert. Eine komfortable Benutzeroberfläche ermöglicht schnelle und

intuitive Straßendefinitionen. Diese umfassen Fahrspureigenschaften wie Anfang, Ende, Übergang und Belag sowie visuelle Aspekte wie Linienart und Linienstärke. Die ASM Lane-Solution unterstützt die Funktionsentwicklung per Offline-Simulation und den Steuergerätestest auf einem dSPACE Simulator. ■



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



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



System Architecture

Rapid Control Prototyping

ECU Autocoding

HIL Testing

Fahrerassistenzsysteme denken mit – Getestet mit dSPACE Simulatoren



Um innovative Fahrerassistenz- und aktive Sicherheitssysteme auf die Straße zu bringen, ist die Absicherung der Serienreife ein entscheidender Schritt. dSPACE bietet das volle Programm: von virtuellen Testfahrten auf Basis realer Straßenkarten über Lösungen zum Test von kamerabasierten Systemen bis hin zu offenen Simulationsmodellen für Fahrzeug, Sensorik, Fahrbahn und Umgebung. Mit dSPACE Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulatoren sichern Sie sich Ihren entscheidenden Vorsprung.

Zukünftige Fahrzeuge denken mit ... und Sie?

Embedded Success

dSPACE