

Herausforderungen an ein modernes Steuergeräte-Applikationssystem

Im Entwicklungsprozess moderner Steuergeräte für Antriebsstrang und Fahrwerk stellt die Bedatung der Steuergeräte-Software einen wesentlichen Meilenstein dar. Dieser Vorgang wird als Steuergeräte-Applikation oder -Kalibrierung bezeichnet. Im Zusammenhang mit Applikationssystemen stehen zunehmend Aspekte wie niedrige Investitionskosten, Zukunftssicherheit und ein effizienterer Einsatz im Gesamtentwicklungsprozess im Mittelpunkt. Das Applikationswerkzeug der Firma dSPACE GmbH bietet dafür maßgeschneiderte Lösungen.



1 Einführung

Moderne Kraftfahrzeuge werden in zunehmendem Maße von elektronischen Steuer- und Regelsystemen bestimmt. Neue Abgasgesetze, Forderungen nach geringerem Kraftstoffverbrauch sowie steigende Kundenerwartungen bezüglich Komfort, Sicherheit und Variantenvielfalt führen zur Entwicklung immer komplexerer Steuergeräte-Algorithmen und damit zu einer rasanten Zunahme des Software- und Bedienungsumfangs. Motorsteuerungen mit mehr als achttausend Applikationsparameter sind heute bereits Realität.

Zur Bewältigung dieser Aufgabe sind bei Fahrzeug- und Steuergeräte-Herstellern mehrere hundert Applikateure und entsprechend viele Applikationssysteme im Einsatz. Mit der Steuergeräte-Applikation sind daher hohe Aufwendungen für Anschaffung, Wartung, Schulung und Support verbunden. Der zunehmende Kosten- und Wettbewerbsdruck in der Automobilindustrie führt gleichzeitig dazu, dass Aspekte wie Wirtschaftlichkeit und Investitionssicherheit mehr und mehr im Fokus der Interessen stehen.

2 Zukunftssicherheit durch generische Komponenten und Standards

In modernen Fahrzeugen finden eine Vielzahl von Steuergeräten unterschiedlicher Hersteller Anwendung. Die Steuergeräte können sich dabei durch verschiedenste Applikationsschnittstellen auszeichnen. Aus wirtschaftlichen Überlegungen sind Automobilhersteller nicht daran interessiert, für jedes Steuergerät ein spezifisches Applikationssystem verwenden zu müssen. Ziel ist vielmehr der Einsatz von wenigen Werkzeugen, die eine breite Abdeckung garantieren.

Aus diesen Gründen umfasst das Applikationssystem der Firma dSPACE alle für Antriebsstrang und Fahrwerk wichtigen Applikationsschnittstellen (Bild 1). Der Generische Speicheremulator (GME) bietet bezüglich Datendurchsatz und der Größe des Emulationsspeichers die größte Leistungsfähigkeit [1]. Der gene-

rische Ansatz erlaubt, den Speicheremulator an unterschiedlichste Steuergeräte unabhängig vom verwendeten Mikrocontroller anzupassen. Ein ähnliches Konzept wird auch mit der Generischen Seriellen Schnittstelle (GSI) verfolgt, die an verschiedene On-Chip-Kommunikationsschnittstellen wie NEXUS (Motorola MPC56x und MPC55xx), AUD (Hitachi SH2) oder JTAG/OCDS (Infineon TriCore) adaptiert werden kann. Insbesondere die Bemühungen im Rahmen des NEXUS 5001 Forums, einen prozessor- und herstellerübergreifenden Standard zu etablieren, lassen erwarten, weitere Mikrocontroller oder System-on-Chip-Lösungen zukünftig über die GSI-Schnittstelle unterstützen zu können [4]. Das generische Design garantiert jeweils gleiche Hardware-Komponenten in unterschiedlichen Musterständen und Projekten einsetzen zu können. Das Ergebnis ist somit eine Kostenersparnis für den Kunden und eine bessere Wartbarkeit der Systeme.

Aufgrund der Steuergeräte-Vielfalt rücken zudem Applikationslösungen auf Basis standardisierter Protokolle zunehmend ins Blickfeld. Das Extended Calibration Protocol XCP stellt die Weiterentwicklung des bereits etablierten Protokollstandards

CCP dar [5]. Durch die konsequente Trennung von Protokoll- und Transportschicht werden künftige Kommunikationsstandards im Fahrzeug berücksichtigt, ohne das eigentliche Protokoll verändern zu müssen. Die Applikationssoftware CalDesk von dSPACE bietet die Unterstützung der ASAM MCD 1 Standards CCP und XCP on CAN. Darüber hinaus stellt dSPACE entsprechende XCP-Treiber für das Steuergerät zur Verfügung. Weitere Implementierungen, zum Beispiel für USB, befinden sich in der Planung. Das dSPACE-Applikationssystem stellt somit ein skalierbares Applikationskonzept hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Integrationsaufwand und Kosten bereit.

Im Zusammenhang mit Zukunftssicherheit ist darüber hinaus die Kompatibilität mit weiteren ASAM MCD Standards ein wichtiger Aspekt. CalDesk bietet die konsequente Unterstützung der Standards ASAM MCD 2 (ASAP2), ASAM MCD 3 MC (ASAP3) sowie des Calibration Data Formats (CDF). Zudem steht der neue ASAM MCD 3 Standard als COM/DCOM-Schnittstelle zur Verfügung. Diese Schnittstelle erlaubt die Fernsteuerung von CalDesk und eine kontinuierliche Messdatenerfassung im „Echtzeitraster“ durch Automatisierungssysteme.

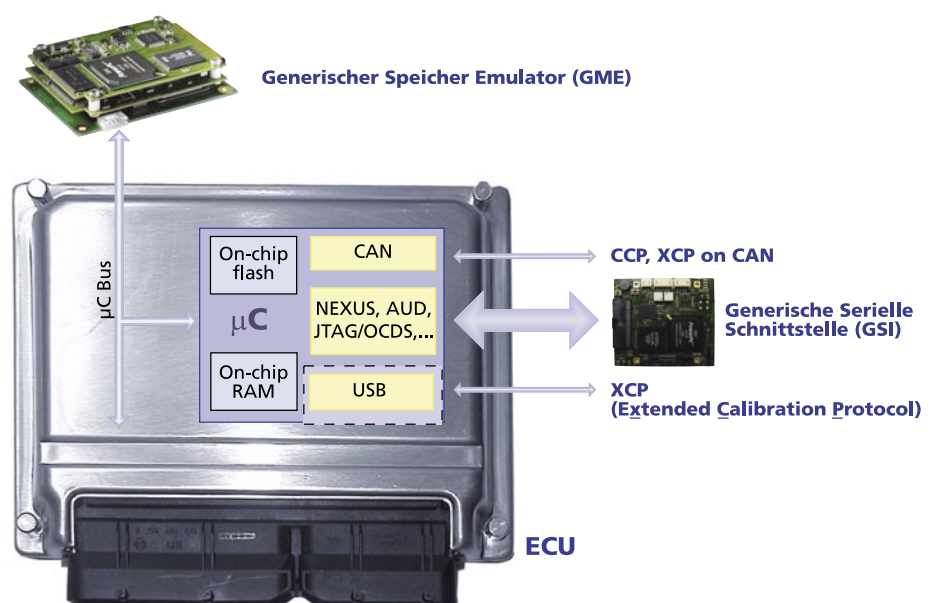


Bild 1: Applikationsschnittstellen des dSPACE-Applikationssystems
Calibration interfaces with dSPACE Calibration System

3 Kosteneinsparung durch minimalen Hardware-Einsatz

In der Zukunft werden zunehmend Steuergeräte-Funktionen auf mehrere Steuergeräte verteilt und unterschiedliche Bussysteme Verwendung finden. Mit CalDesk gibt es keine Beschränkung bezüglich der Anzahl der gleichzeitig zu applizierenden Steuergeräte. Das Mehrseiten-Applikationskonzept erlaubt es zudem, Seitenumschaltungen auf allen Steuergeräten parallel durchzuführen. Mit dem dSPACE-Applikationssystem ist es dabei das Ziel, dem Benutzer möglichst wenige systemspezifische Hardware-Komponenten aufzuzwingen (Bild 2). Die Verbindung zwischen den generischen Applikationsschnittstellen im oder am Steuergerät und dem Bedien-PC erfolgt daher direkt ohne Zusatz-Hardware über USB. Mit der Verwendung der USB-Schnittstelle wurde bewusst auf eine moderne, sich weiterentwickelnde Technologie gesetzt, die ein sehr einfaches Handling und einen hohen Datendurchsatz (480 MBit/s mit USB 2.0) ermöglicht. Daneben garantiert der USB Standard eine langfristige Verfügbarkeit am PC bei gleichzeitiger Versionskompatibilität.

Der Calibration Hub von dSPACE bietet zudem eine einfache und kosteneffiziente Möglichkeit, die Anzahl der Schnittstellen flexibel zu erweitern. Standardmäßig stellt der Hub zwei USB 2.0- und zwei CAN-Schnittstellen zur Verfügung.

Über Einsteckmodule besteht darüber hinaus die Option, weitere Schnittstellen wie LIN, FireWire oder Ethernet zu integrieren. Zusätzlich kann die Anzahl der Kanäle durch Kaskadierung der Hubs über USB „beliebig“ erweitert werden. Bei der Steuergeräte-Applikation ist es häufig notwendig, physikalische Größen wie Druck oder Temperatur über zusätzliche Messeinrichtungen zu erfassen. In der Regel werden von System-Herstellern dafür eigene Lösungen passend zum Applikationssystem angeboten. Diese Geräte müssen vom Benutzer speziell für diese Aufgabenstellung angeschafft werden und können daher in vielen Fällen weder wirtschaftlich noch entsprechend dem internen Qualitätsstandard betrieben werden.

Ziel ist es daher, die intern bereits standardisierten und qualitätsgesicherten Messeinrichtungen mit dem Applikationssystem weiterbetreiben zu können. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund zu sehen, gleiche Messeinrichtungen sowohl am Prüfstand als auch im Fahrzeug verwenden zu wollen, um eine exakte Vergleichbarkeit der Messergebnisse sicherzustellen. Mit dem dSPACE-Applikationssystem wird genau diese Strategie verfolgt. Das grundsätzlich offene Schnittstellenkonzept erlaubt es, CAN-basierte Messgeräte verschiedener Hersteller zu integrieren. Darüber hinaus sind in CalDesk die am Markt

bereits sehr etablierten und bewährten SIM-Messmodule der Firma IPETRONIK [6] und die CANSAS Messmodule der Firma IMC [7] höherwertig eingebunden. Die Ankopplung der jeweiligen schnellen Messtechnik mit Kanalabtastraten jenseits von 10 kHz über FireWire bzw. Ethernet ist zudem geplant. Das dSPACE-Applikationssystem stellt somit ein in weiten Bereichen skalierbares Applikations- und Messkonzept bereit.

4 Ein Konzept – Von der Funktionsentwicklung bis kurz vor Serie

Fahrzeughersteller sind zunehmend bestrebt, eigene Funktionscodeanteile im Steuergerät abzubilden. Voraussetzung dafür ist die modellbasierte Software-Entwicklung mit dem Ziel, Steuergeräte-Funktionen ausgehend von einer ausführbaren Spezifikation frühzeitig mit Hilfe von Prototyping-Techniken im Fahrzeug abzusichern. Dabei sind geeignete Applikationswerkzeuge notwendig, die den gesamten Entwicklungsprozess durchgängig begleiten. CalDesk stellt für die Prototyping-Ansätze Fullpass, Bypass und Embedded Controller Prototyping (ECP) die geeignete Experimentierumgebung zur Verfügung ([2],[3]). Neben den bereits etablierten dSPACE Rapid Prototyping Plattformen AutoBox und MicroAutoBox wird zukünftig auch das neue, serien-nahe Prototyping-Steuergerät unterstützt. Die Verwendung von speziell für die jeweilige Plattform optimierter Kommunikationsschnittstellen sichert dabei eine hohe Bandbreite bezüglich der Messdatenerfassung.

Insbesondere die Bypass-Technologie spielt im Rahmen der Funktionsentwicklung eine wichtige Rolle. Der dSPACE XCP on CAN-Treiber unterstützt neben den Grundfunktionalitäten Messen, Verstellen und Seitenumschaltung auch die Möglichkeit, Steuergeräte-Funktionen für den Bypass freizuschneiden und somit Werte konsistent auf das Steuergerät zurückzuschreiben. Flexible Konfigurationsoptionen erlauben dabei, den Treiber bezüglich Funktionalität und Ressourcenverbrauch im Steuergerät maß-

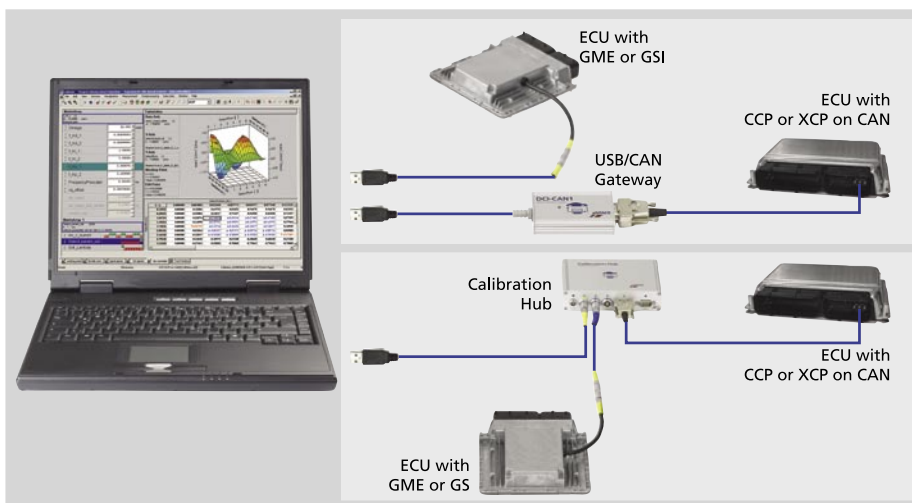


Bild 2: Hardware-Konzept des dSPACE-Applikationssystems
Hardware concept with dSPACE Calibration System

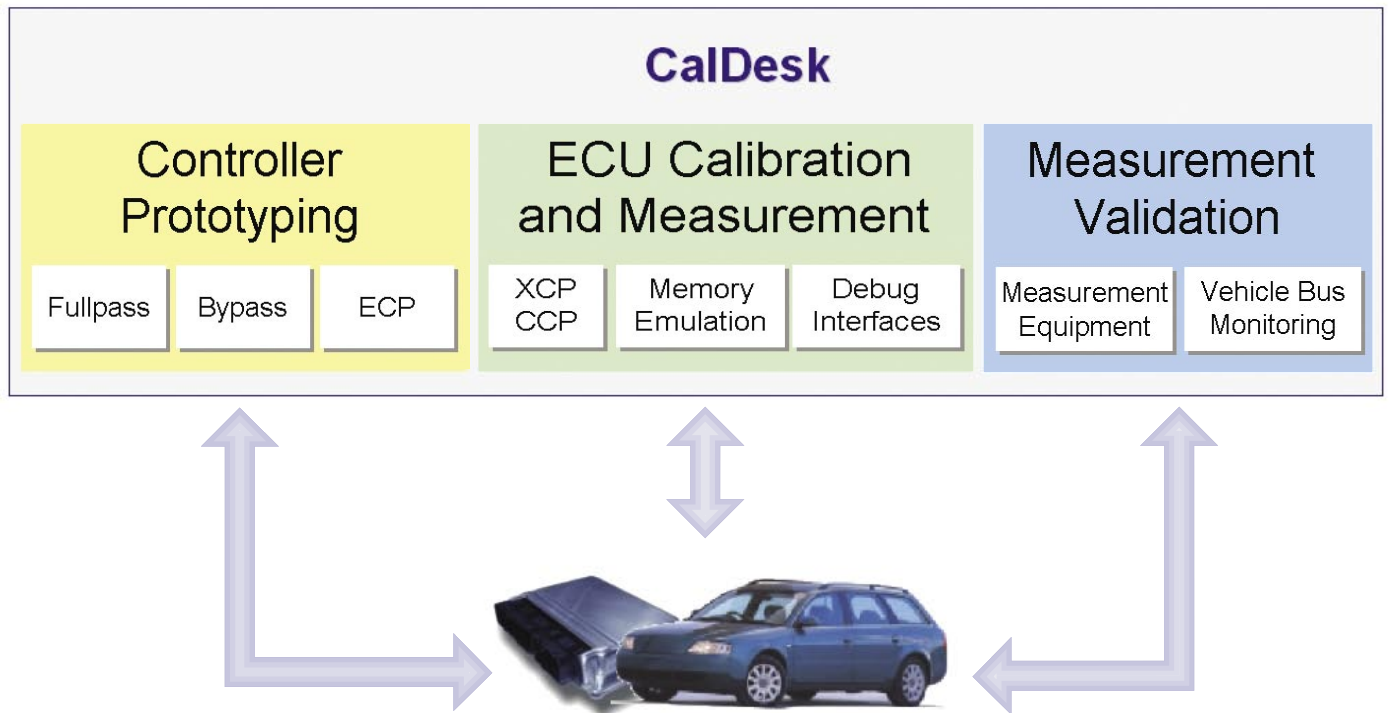


Bild 3: Einsatzbereiche von CalDesk Fields of application with CalDesk

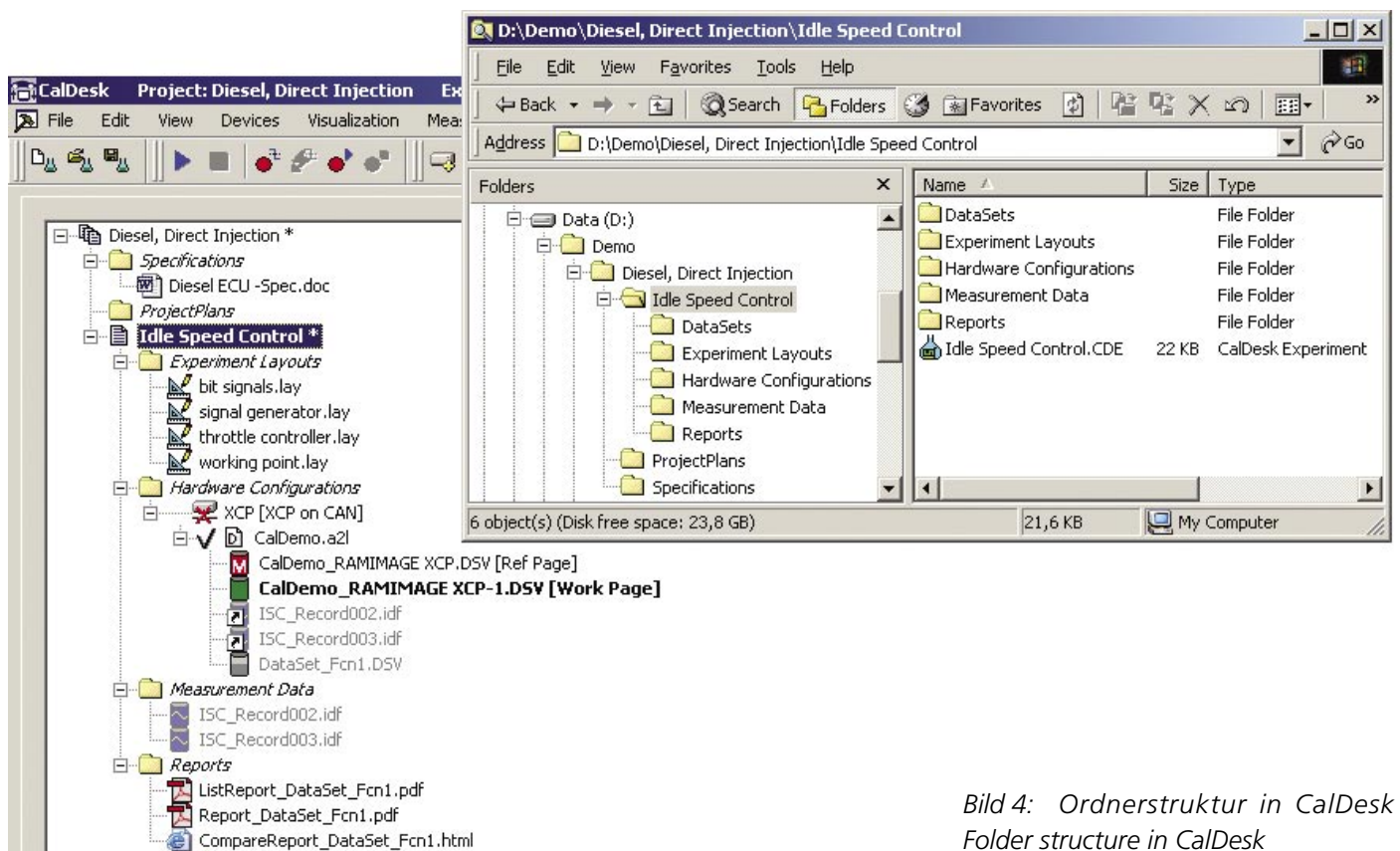


Bild 4: Ordnerstruktur in CalDesk
Folder structure in CalDesk

zuschneiden. Zudem unterstützen sowohl CalDesk als auch die generischen, hinsichtlich der Übertragungsbandbreite leistungsfähigeren Applikationsschnittstellen den gleichzeitigen Einsatz für Bypass- und Applikationsaufgaben.

Mit zunehmender Nähe zum Start-of-Production verschiebt sich der Schwerpunkt im Entwicklungsprozess mehr und mehr in Richtung Fahrzeugerprobung bzw. Validierung. Dafür bietet CalDesk mit der Einbindung der Messeinrich-

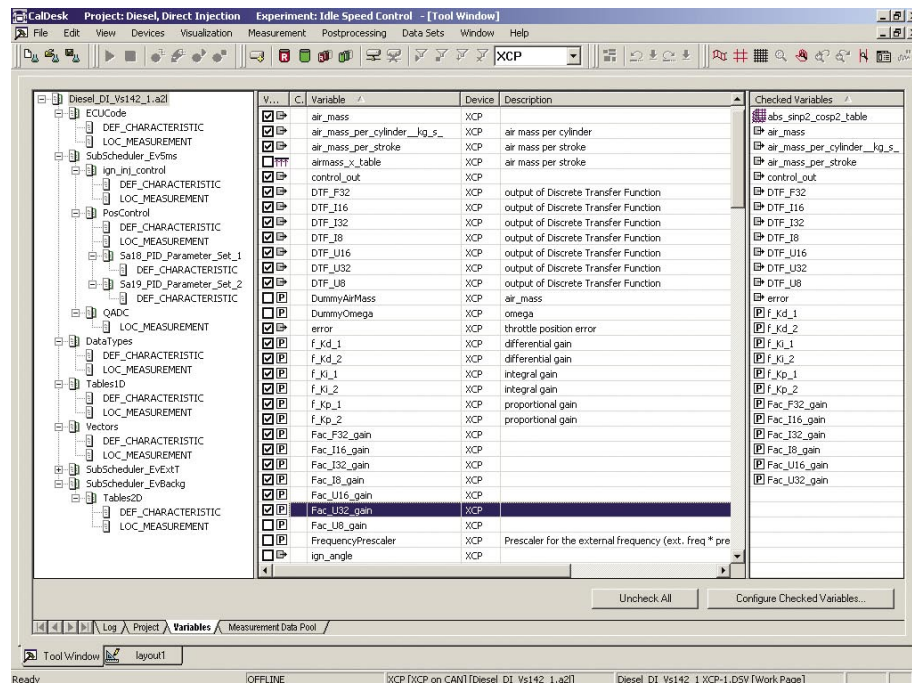
tungen von IPETRONIK und IMC eine breite Abdeckung der physikalischen Messtechnik. Zudem stehen spezielle Optionen zur Messdatenanalyse und -nachbearbeitung bereit, so dass auch in dieser Phase ein geeignetes Werkzeug zur Verfügung steht. Aufgrund des hohen Wiederverwendungsgrads der dSPACE Hard- und Software-Komponenten innerhalb des Entwicklungsprozesses können somit Aufwendungen für Schulung und Wartung deutlich reduziert und Entwicklungskosten eingespart werden. Darüber hinaus ergibt sich eine höhere Absicherungstiefe der eingesetzten Werkzeuge und als Konsequenz ein höherer Reifegrad (Bild 3).

5 Erhöhte Akzeptanz durch einfache Bedienung

Für die Akzeptanz der Applikationssoftware spielt die Bedienbarkeit eine entscheidende Rolle. CalDesk wurde speziell für Applikationsingenieure in der Automobilindustrie konzipiert, wobei folgende Vorgaben im Mittelpunkt standen:

- Intuitive Erreichbarkeit aller Hauptfunktionalitäten
- Reduzierung von Bedienschritten und Interaktionen auf ein Mindestmaß
- Benutzerführung zur Vermeidung von Fehleingaben

Darüber hinaus wurde besonderer Wert auf die vollständige Bedienbarkeit sowohl mit der Maus als auch mit der Tastatur gelegt. Um den Einarbeitungsaufwand für den einzelnen Applikateur möglichst gering zu halten, besteht dabei die Möglichkeit, Tastatur-Shortcuts individuell anzupassen. Die Umsetzung der zuvor genannten Punkte soll an zwei Beispielen demonstriert werden: Durch Verwendung von konfigurierbaren XML-Templates werden Verwaltungsaufgaben wie das Anlegen von Ordnerstrukturen und die Zuordnung von Datensätzen, Messdateien oder Reports automatisiert. Während der eigentlichen Applikationsaufgabe erfolgt



Enter

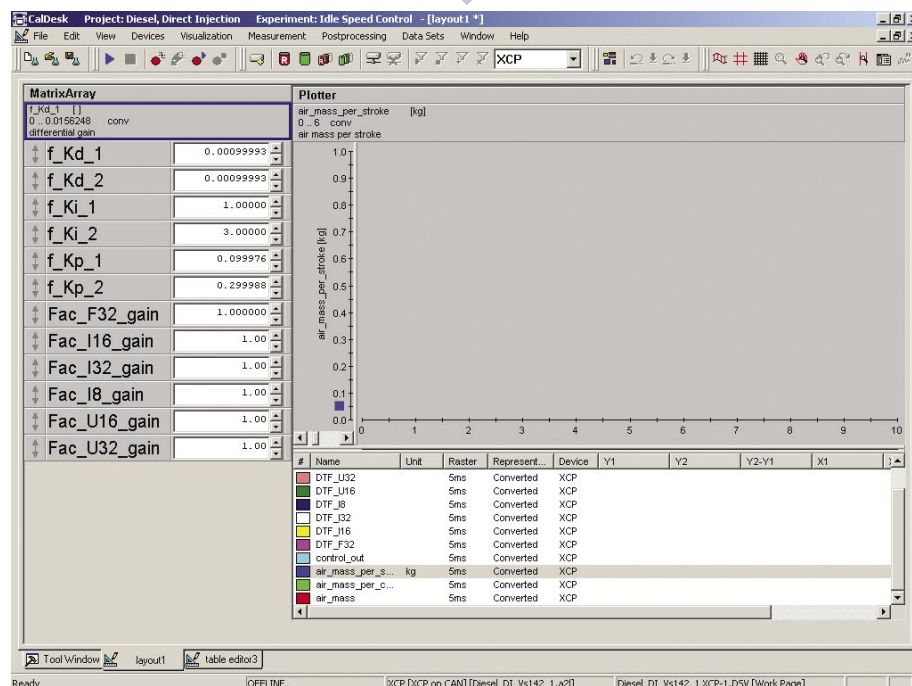


Bild 5: Automatische Instrumentierung in CalDesk
Automatic Instrumentation in CalDesk

dann eine automatische Ablage der anfallenden Dateien in vordefinierten Ordnern. Unnötige Bedienschritte und Interaktionen können somit vermieden werden. Die Ordnerstruktur in CalDesk ist identisch mit der Abbildung auf der Festplatte (Bild 4). Die Erstellung der Experimentierumgebung erfolgt dabei benutzergeführt und erfordert lediglich Eingaben zum Projekt- und Experimentnamen sowie optional zur Steuergeräte-Schnittstelle und zum Software-Stand. Die im Folgeschritt vom Applikateur ausgewählten Verstell- und Messvariablen können durch CalDesk automatisch Instrumenten zugeordnet und auf dem Layout sinnvoll platziert werden. Die Festlegung der Default-Instrumente für Verstell- und Messgrößen ist dabei konfigurierbar. Diese Beispiele verdeutlichen, wie durch Benutzerführung und Automatisierung die Anzahl der Interaktionen deutlich reduziert werden kann. Das Ergebnis ist eine einfache und sichere Bedienung und damit minimaler Schulungs- und Supportaufwand.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Gesamtkosten und Wirtschaftlichkeit von Applikationssystemen gewinnen zunehmend an Bedeutung für Automobil- und Steuergeräte-Hersteller. Eng damit verbunden ist die zentrale Fragestellung nach Investitions- und Zukunftssicherheit. Der Einsatzbereich der Applikationssoftware ist längst schon nicht mehr auf die reine Steuergeräte-Bedienung beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf Bereiche wie Funktion-sentwicklung und Fahrzeugerprobung. Das dSPACE-Applikationssystem bietet dafür geeignete Lösungen.

Zukünftig ist eine engere Verzahnung mit Modellierungswerkzeugen zu erwarten. Einsatzszenarien wie das Zurückspeisen von Verstelldaten in die Modellierungsumgebung und die Verwendung der Applikationssoftware als Instrumentierungsumgebung bei Offline-Simulationen werden heute bereits diskutiert. Auch die Einbeziehung von Body- oder Komfortsteuergeräten in den Applikations- und Validierungsprozess wird zunehmend relevant. Damit verbunden ist eine engere Integration von Diagnosekomponenten im Applikationssystem. Das Software-Konzept von CalDesk ist darauf vorbereitet.

Literatur

- [1] Rolfsmeier, A.; Richert, J.; Leinfellner, R.: A New Calibration System for ECU Development. SAE, Detroit, USA, 3.-6. März, 2003
- [2] Hanselmann H.: Development Speed-up for Electronic Control Systems. Convergence International Congress on Transportation Electronics, Dearborn, USA, 19.-21. Oktober, 1998
- [3] Seibertz, A.; Busch, R.; Requejo, J.: ECP – Das fehlende Glied in der Entwicklungskette dargestellt am Anwendungsbeispiel IVDC. VDI Mechatroniktagung, Fulda, 7./8. Mai, 2003
- [4] The NEXUS 5001™ Forum, www.nexus5001.org
- [5] ASAM e.V., www.asam.net
- [6] IPETRONIK GmbH & Co.KG, Baden-Baden, www.ipetronik.de/
- [7] imc Messsysteme GmbH, Berlin, www.imc-berlin.de/

Authors

Dipl.-Ing. Andre Rolfsmeier