

Vielseitiger Standard – Steuergeräte-Parameter mit XCP optimieren

A Multifaceted Standard Optimize ECU Parameters with XCP

During development and production of automotive ECUs their interfaces are subject to extremely diverse requirements. Standardization of interfaces promises to simplify the tasks of development engineers in acquiring measurement data and calibrating parameters. The XCP calibration protocol, besides achieving independence of the transport layer, offers other advantages as well.

1 Introduction

During the ECU application process, the three basic functions of measuring, calibrating and flash programming are of crucial importance. For example, in developing a driving dynamics control system, various parameters such as wheel speed and brake pressure serve as input variables for the control algorithms used in the ECU. These algorithms that influence vehicle behavior are created and optimized over the course of the development process. Since an ECU might in some cases be utilized in several vehicle models of a particular OEM, identical input variables and algorithms may need to satisfy different requirements for later driving behavior. Therefore, algorithm parameters are not calibrated until the ECU is configured for specific vehicle variants. For example, in controlling the brakes although the same algorithms are used the parameter val-

ues will differ due to differences in the physical properties of each vehicle type, e.g. weight distribution.

To evaluate the effects of parameter calibration, the application engineer taps into the relevant parameters at sensors and actuators using conventional measurement technology. Nevertheless, such methods do not give access to internal ECU variables, e.g. to the intermediate results of a computational function. The developer can only obtain such data via a special measurement and calibration interface, the CAN Calibration Protocol (CCP) or the Universal Measurement and Calibration Protocol (XCP).

2 The ASAM MCD Interfaces Model

The Association for the Standardization of Automation and Measuring Systems (ASAM e.V.), an international organization founded in 1991 by European Automotive OEMs and suppliers, has developed and promoted a model that enables the development of standardized and therefore manufacturer-independent interfaces.

Figure 1 shows the ASAM interfaces model comprised of the following components:

- ASAM MCD 1 (CCP/XCP): CCP/XCP provides all necessary services for acquiring internal run-time variables of the ECU (measurement variables) and for calibrating control algorithms by modifying parameters.
- ASAM MCD 2MC (Standardized ECU description file): The ASAM MCD 2MC inter-

face (previously ASAP2/A2L) defines a file format for describing ECUs. This file contains all information needed for access to the ECU by the measurement and calibration system (MC system), e.g. CANape Graph from Vector Informatik. Specifically the ECU description file contains information on the memory address, data type, data format and conversion of internal ECU parameters to physical parameters.

- ASAM MCD 3MC (Standardized interface for an automation system): The MC system makes its functionality available to other applications via the standard ASAM MCD 3MC interface. This interface acts as a server for accessing the connected ECU. The interface's primary functionality involves acquiring measurement data and calibrating parameters.

The CAN Calibration Protocol (CCP) was the first protocol to be defined for communication between the ECU and the measurement and calibration system. The CCP interface provides all functions needed for real-time acquisition of the ECU's internal run-time variables and measurement signals and for calibration of ECU parameters. However, CCP usage is limited to the CAN bus.

Data throughput requirements vary significantly over the various development phases that an ECU passes through. Therefore vehicle OEMs and suppliers also utilize non-CCP interfaces for their measurement, calibration, diagnostic and flash-programming tasks.

Author:
Andreas Patzer

3 XCP: The Measurement & Calibration Protocol of the Future

XCP is a logical developmental extension of the established CCP protocol V2.1, and besides supporting the CAN bus it also supports other communication interfaces: Ethernet, USB, RS232 and SPI/SCI. The greatest advantage of XCP is that it achieves separation of the transport and protocol layers. Consequently, the protocol layer can be reused any number of times independent of the transport layer, and no further obstacles stand in the way of developing future standards based on specific bus systems, e.g. FlexRay. "Bypassing" is another useful function of XCP. Algorithms that are not yet integrated in the ECU are processed on a PC platform, and the results are periodically written back to the ECU. In other words, the already existing PC is utilized as a prototyping platform, and cost-intensive dedicated hardware is unnecessary.

Besides supporting different transport protocols, XCP also offers several other advantages compared to CCP:

- Support of cold start measurement: XCP enables immediate periodic transmission of data after the ECU is powered on.
- ECU time stamps: Data from the ECU can be assigned an internal ECU time stamp, so that it is not the time when data are received by the measuring and calibration tool that is evaluated, rather the ECU's internal time stamp.
- Simple configuration: The properties of an ECU's XCP driver can be polled at runtime. The only information the user needs to know relates to communication with the ECU, e.g. maximum packet length, number and type of DAQ lists, support of cold start measurement and whether internal time stamps can be used.

4 Positive Results in Practice

In all likelihood XCP will be used by most automotive OEMs and suppliers in the near future. Among the frontrunners are DaimlerChrysler and Bosch, who have made decisive contributions toward defining XCP in the ASAM technical committee. These two companies are gaining initial practical experience with the new standard in developing an ECU for an ESP/SBC driving dynamics system, **Figure 2**.

DaimlerChrysler utilized CANape Graph from Vector Informatik as its development tool on this project. This versatile tool for ECU measurement and calibration and ECU diagnostics was the first tool on the market

that supported the XCP 1.0 specification. "It was the availability of the XCP protocol at the start of the project in the summer of 2002 that was an especially important argument in DaimlerChrysler's decision to use CANape Graph", explains engineer Frank Hepperle, team leader for software integration at DaimlerChrysler.

5 How Suppliers benefit from XCP

"For Bosch the primary reason for using XCP is that it lets us coordinate customer projects easily with different automotive OEMs", according to engineer Reiner Motz, who works in the Engineering, Methods and Tools department of the Bosch's Chassis System business unit. In developing the ESP/SBC electronic control unit, **Figure 3**, the necessary bandwidth between the application tool and ECU was so great that the approx. 50 kbps useful data rate of the CAN bus was inadequate. This is why Reiner Motz's team decided to use a standardized high-speed interface. "We used XCP on SPI, thereby achieving bandwidths of up to 10 Mbps. The conversion to XCP on Ethernet was executed via an external SPI-to-Ethernet interface available from Vector as the Sxlcase product. This means that we are not dependent upon proprietary interfaces or their producers", explains the Bosch development engineer.

"Of course we do not need a production-level ECU with SPI, rather an ECU with a CAN interface. Thanks to the use of XCP the conversion from SPI to CAN no longer requires any special modifications. The application only needs to be recompiled one more time with suitable parameters such as maximum packet length," says Frank Hepperle of DaimlerChrysler.

Before the new XCP-capable ECU was available, tools created internally at the company were used in ECU development. Further development of these tools would have involved extensive cost. "Besides the rapid availability of XCP, CANape Graph was also impressive due to the customized expansions that Vector offers its customers as a supplemental service", says Frank Hepperle about the joint effort. Thanks to the tool's XCP support it is possible to effortlessly integrate components that have different interfaces. DaimlerChrysler benefits by not having to set up a new development environment together with a measurement system for each new project. In the future the XCP interface will be implemented successively on each new project involving driving dynamics control systems.

6 The Next Steps with XCP

CANape Graph Version 5.6 offers standard support for XCP on CAN, Ethernet, USB, SPI, SCI and RS232; **Figure 4**. If and when new requirements are defined for XCP, the Stuttgart-based specialist for automotive electronics will find solutions for them as quickly as possible. For example, Vector has already come up a solution for LIN control units: Instead of operating via the detour of a CAN gateway this solution enables direct access to the measurement and calibration data of LIN Slaves via XCP on LIN 2.0.

FlexRay is considered the flexible and scalable high-speed data bus of the future. The number of ECUs connected to the FlexRay bus will rise in upcoming years. This will necessitate a standardized and OEM-independent interface. As a member of the ASAM working committee for the standardization of XCP on FlexRay, Vector has helped to establish its founding principles and is now actively contributing its extensive XCP know-how to the committee's work. Vector is also conducting the pilot implementation that ASAM requires to verify the specification work. Today Vector already offers a XCP-on-FlexRay Master in CANape Graph. The XCP-on-FlexRay Slave driver needed to access the ECU is similarly available as an embedded software component for the ECU.

The first draft version of the new XCP-on-FlexRay standard is expected in September, and final release will happen at the beginning of 2006. Until then Vector will continue to maintain both the XCP-on-FlexRay Master and Slave at the latest level of standardization and contribute feedback on its implementation experience to the working committee.

Users who are new to XCP will find that the XCP Basic Driver Vector Informatik offers as free source code will simplify their work. It may be reused freely and is available at the Vector website. This driver contains essential measurement and calibration features. Auxiliary functions, such as stimulation and cold start measurement, are implemented in the Professional XCP Driver. ■

Vielseitiger Standard Steuergeräte-Parameter mit XCP optimieren

Während der Entwicklung und im Serieneinsatz werden höchst unterschiedliche Anforderungen an die Schnittstellen von Fahrzeug-Steuergeräten gestellt. Eine wesentliche Erleichterung für den Entwicklungsingenieur verspricht die Standardisierung der Schnittstellen für die Messdatenerfassung und Kenngrößenverstellung. Das von der Vector Informatik GmbH eingesetzte Kalibrierprotokoll XCP bietet hier neben der Unabhängigkeit gegenüber der Transportschicht eine Reihe weiterer Vorteile.



1 Einleitung

Bei der Applikation von Steuergeräten haben die drei Grundfunktionen Messen, Verstellen und Flashen entscheidende Bedeutung. So dienen beispielsweise bei der Entwicklung eines Fahrdynamik-Regelsystems die verschiedenen Kenngrößen wie Radrehzahl und Bremsdruck als Eingangsgrößen für die im Steuergerät verwendeten Regelalgorithmen. Diese das Fahrverhalten beeinflussenden Algorithmen werden im Laufe des Entwicklungsprozesses erstellt und optimiert. Da ein Steuergerät unter Umständen in mehreren Fahrzeugmodellen eines Herstellers eingesetzt wird, ergeben sich bei identischen Eingangsgrößen und Algorithmen verschiedene Anforderungen an das spätere Fahrverhalten. Deshalb erfolgt die Parametrierung der Algorithmen erst bei der Anpassung des Steuergeräts an die Fahrzeugvarianten. Aufgrund unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften, zum Beispiel der Gewichtsverteilung eines jeden Fahrzeugtyps, differieren trotz gleicher Algorithmen die Parameterwerte zur Steuerung der Bremsen.

Um die Auswirkungen der Parametrierung zu bewerten, greift der Applikationsingenieur die relevanten Kenngrößen mit konventioneller Messtechnik an den Sensoren und Aktoren ab. Steuergeräte-interne Größen, wie Zwischenergebnisse einer Berechnungsfunktion, sind auf diesem Wege aber nicht zugänglich. An diese Daten gelangt der Entwickler nur über eine spezielle Mess- und Kalibrierschnittstelle: das CAN Calibration Protocol (CCP) oder das Universal Measurement and Calibration Protocol (XCP).

2 Das Schnittstellenmodell nach ASAM MCD

Der 1991 von den europäischen Automobilherstellern und Zulieferern gegründete Verein zur Förderung der internationalen Standardisierung von Automatisierungs- und Messsystemen (ASAM e.V.) hat ein Modell entworfen, das die Entwicklung standardisierter und somit Hersteller-unabhängiger Schnittstellen ermöglicht.

Bild 1 zeigt das ASAM-Schnittstellenmodell, das sich aus folgenden Teilen zusammensetzt:

- ASAM MCD (CCP/XCP): CCP/XCP bietet alle notwendigen Dienste, um Steuergeräte-interne Laufzeitvariablen (Messgrößen) zu erfassen und die Steuer- beziehungsweise Regelalgorithmen durch Modifizieren von Kenngrößen zu kalibrieren.

- ASAM MCD 2MC (Standardisierte Steuergeräte-Beschreibungsdatei): Die Schnittstelle ASAM MCD 2MC (ehemals ASAP2/A2L) definiert ein Dateiformat zur Steuergeräte-Beschreibung. Diese Datei enthält alle Informationen, die das Mess- und Kalibriersystem (MC-System), zum Beispiel CANape Graph von Vector Informatik, benötigt, um auf das Steuergerät zugreifen zu können. Insbesondere enthält die Steuergeräte-Beschreibungsdatei Informationen über Speicheradresse, Datentyp, Datenformat und Umrechnung der Steuergeräte-internen Größen in physikalische Größen.
- ASAM MCD 3MC (standardisierte Schnittstelle zu einem Automatisierungssystem): Über die Standardschnittstelle ASAM MCD 3MC stellt das MC-System seine Funktionalität anderen Anwendungen zur Verfügung. Es dient dabei als Server für den Zugriff auf das gekoppelte Steuergerät. Zur Funktionalität gehört dabei im Wesentlichen die Messdatenerfassung und das Kalibrieren von Kenngrößen.

Als erstes Protokoll zwischen dem Steuergerät und dem Mess- und Kalibriersystem wurde das CAN Calibration Protocol (CCP) definiert. Die CCP-Schnittstelle bietet alle notwendigen Funktionen zur Echtzeiterfassung Steuergeräte-interner Laufzeitvariablen und Messgrößen sowie zum Verstellen von Kenngrößen. Allerdings ist CCP auf den CAN-Bus beschränkt.

Während der verschiedenen Entwicklungsphasen, die ein Steuergerät durchläuft, gibt es jedoch sehr unterschiedliche Anforderungen an den Datendurchsatz. Die Fahrzeughersteller und Zulieferer nutzen deshalb neben CCP weitere Schnittstellen für ihre Mess-, Verstell-, Diagnose- und Flash-Aufgaben.

Der Autor



Dipl.-Ing. Andreas Patzer ist bei Vector Informatik als Business Development Manager für die Produktlinie Measurement & Calibration tätig.

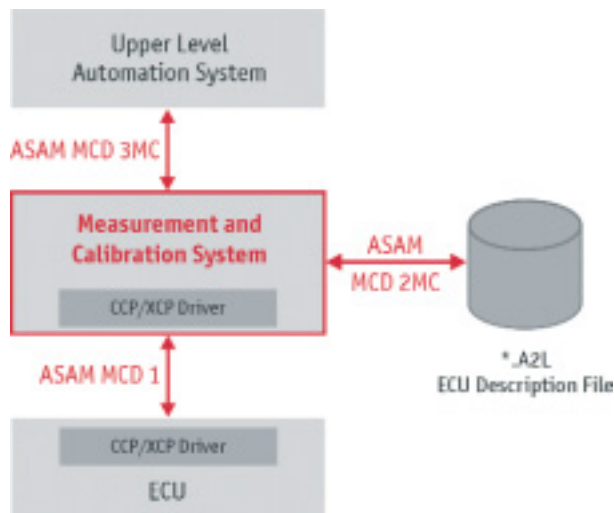


Bild 1: ASAM MCD Schnittstellenmodell
Figure 1: ASAM MCD interfaces model



Bild 2: ESP-Erprobung auf nasser Fahrbahn

Figure 2: ESP trial on wet roadway

3 XCP: Das Mess- und Kalibrierprotokoll der Zukunft

XCP ist die konsequente Weiterentwicklung des etablierten CCP-Protokolls V2.1 und unterstützt neben dem CAN-Bus weitere Kommunikationsschnittstellen: Ethernet, USB, RS232 und SPI/SCI. Der größte Vorteil von XCP ist die Trennung von Transport- und Protokollschicht – unabhängig von der Transportschicht wird die gleiche Protokollschicht beliebig wiederverwendet. Somit steht der Entwicklung zukünftiger Standards auf der Basis von Bussystemen, zum Beispiel Flexray, nichts mehr im Wege. Eine weitere nützliche Funktion von XCP ist das „Bypassing“. Algorithmen, die noch nicht im Steuergerät integriert sind, werden auf einer PC-Plattform berechnet und die Ergebnisse wieder zyklisch in das Steuergerät zurück geschrieben. So wird der schon vorhandene PC als Prototyping-Plattform genutzt; eine separate und kostenintensive Hardware ist nicht erforderlich.

XCP bietet neben der Unterstützung unterschiedlicher Transportprotokolle noch eine Reihe von weiteren Vorteilen gegenüber CCP:

- Unterstützung der Kaltstartmessung: XCP ermöglicht das sofortige zyklische Versenden von Daten nach Einschalten des Steuergeräts.
- Zeitstempel des Steuergeräts: Die Daten

aus dem Steuergerät können mit einem Steuergeräte-internen Zeitstempel versehen werden, so dass nicht der Zeitpunkt beim Empfang durch das Mess- und Kalibrier-Tool ausgewertet wird, sondern der interne Zeitstempel des Steuergeräts.

- Einfache Konfiguration: Die Eigenschaften des XCP-Treibers eines Steuergeräts lassen sich zur Laufzeit abfragen. Dem Anwender müssen nur die für die Kommunikation mit dem Steuergerät notwendigen Informationen bekannt sein. Dazu gehören Informationen über die maximale Paketlänge, Anzahl und Art der DAQ-Listen, Unterstützung der Kaltstartmessung, oder ob interne Zeitstempel verwendet werden können.

4 Positive Praxiserfahrungen

XCP wird künftig wohl von den meisten Automobilherstellern und Zulieferern eingesetzt. Zu den Vorreitern zählen Daimler-Chrysler und Bosch, die XCP im ASAM-Gremium entscheidend mitdefiniert haben. Erste Praxiserfahrungen mit dem neuen Standard sammelten beide Unternehmen bei der Entwicklung eines Steuergeräts für ein ESP/SBC-Fahrdynamiksystem, **Bild 2**.

Daimler-Chrysler nutzte bei diesem Projekt als Entwicklungswerkzeug CANape Graph von Vector Informatik. Das vielseitige Tool für das Messen und Kalibrieren sowie

zur Diagnose von Steuergeräten war das erste am Markt, das die Spezifikation XCP 1.0 unterstützte. Für Frank Hepperle, Teamleiter für Software-Integration bei Daimler-Chrysler, war die Verfügbarkeit des XCP-Protokolls beim Start des Projekts im Sommer 2002 ein wichtiges Argument für den Einsatz von CANape Graph.

5 Wie der Zulieferer von XCP profitiert

„Beim Einsatz von XCP steht für Bosch die einfache Koordination der Kundenprojekte mit verschiedenen Automobilherstellern im Vordergrund“, so Dipl.-Ing. Reiner Motz, der bei Bosch im Geschäftsbereich Chassis System in der Abteilung Engineering, Methoden und Tools tätig ist. Bei der Entwicklung des ESP/SBC-Steuergeräts, **Bild 3**, war die benötigte Bandbreite zwischen Applikations-Tool und Steuergerät so groß, dass die rund 50 kBps Nutzdatenrate auf dem CAN-Bus nicht ausreichte. Aus diesem Grund entschied man sich bei Bosch für den Einsatz einer standardisierten und schnellen Schnittstelle: Mit XCP on SPI wurden Bandbreiten von bis zu 10 MBps erreicht. Die Umsetzung auf XCP on Ethernet erfolgte über ein externes SPI auf Ethernet-Interface, das bei Vector als SxIcase verfügbar ist. Somit gibt es keine Bindung an proprietäre Schnittstellen und an entsprechende Hersteller.

6 Die nächsten Schritte mit XCP

CANape Graph unterstützt mit der Version 5.6 standardmäßig XCP on CAN, Ethernet, USB, SPI, SCI und RS232, **Bild 4**. Falls neue Anforderungen an XCP definiert werden, entwickelt Vector Informatik dafür möglichst rasch Lösungen. So wurde für LIN-Steuergeräte bereits eine Vector-spezifische Lösung gefunden: statt über den Umweg eines CAN-Gateways ermöglicht diese den direkten Zugriff über XCP on LIN 2.0 auf Mess- und Kalibrierdaten von LIN-Slaves.

Flexray gilt als der flexible und skalierbare High-Speed-Datenbus der Zukunft. Die Zahl der an den Flexray-Bus angebotenen Steuergeräte wird in den nächsten Jahren stark ansteigen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer standardisierten und Hersteller-unabhängigen Schnittstelle. Für den ASAM-Arbeitskreis zur Standardisierung von XCP on Flexray hat Vector die Grundlagen beigesteuert und bringt dort zur Zeit aktiv sein umfangreiches XCP-Know-how ein. Die von ASAM zur Verifikation der Spezifikationsarbeit geforderte Pilotimplementierung führt Vector zusätzlich durch. Hierzu bietet Vector in CANape Graph bereits heute einen XCP-on-Flexray-Master an. Der für den Zugriff auf das Steuergerät notwendige XCP-on-Flexray-Slave-Treiber steht als Embedded-Softwarekomponente für das Steuergerät ebenfalls zur Verfügung.

Die erste Draft-Version des neuen Standards XCP on Flexray ist bereits erfolgt, die endgültige Verabschiedung erfolgt dann Anfang 2006. Bis dahin hält Vector kontinuierlich sowohl den XCP-on-Flexray-Master als auch -Slave auf dem neusten Stand der Standardisierung und bringt seine Erfahrung bei der Implementierung als Feedback in den Arbeitskreis ein.

Anwender, die neu mit XCP beginnen, erleichtern sich den Einstieg mit einem XCP-Treiber, den Vector Informatik als kostenlosen Source Code zur freien Weiterverwendung auf der Homepage anbietet. Dieser Treiber beinhaltet die wesentlichen Eigenschaften Messen und Verstellen. Zusätzliche Funktionen, wie Stimulation und Kaltstartmessung, realisiert der Professional-XCP-Treiber. ■

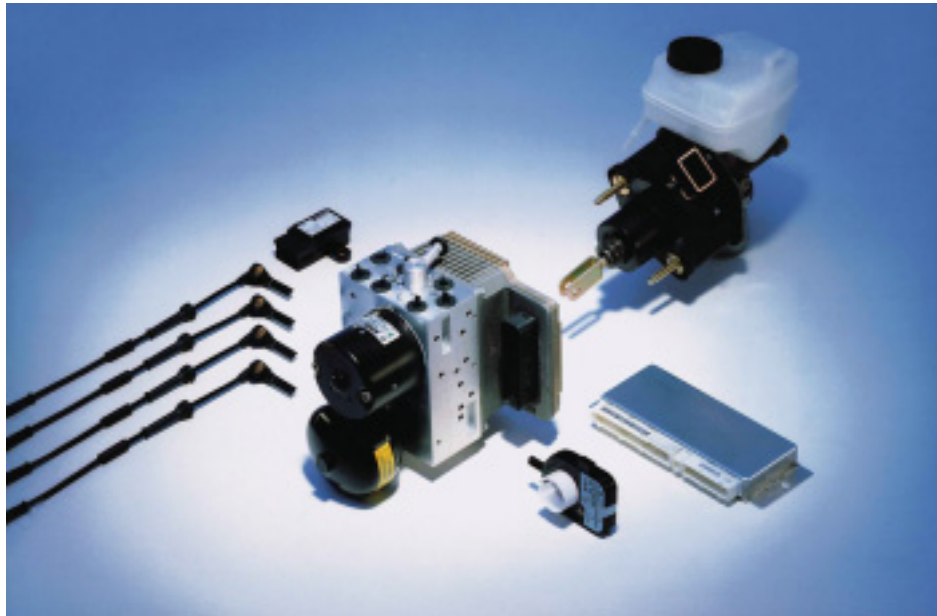


Bild 3: SBC-System der Robert Bosch GmbH

Figure 3: SBC-System from Robert Bosch GmbH

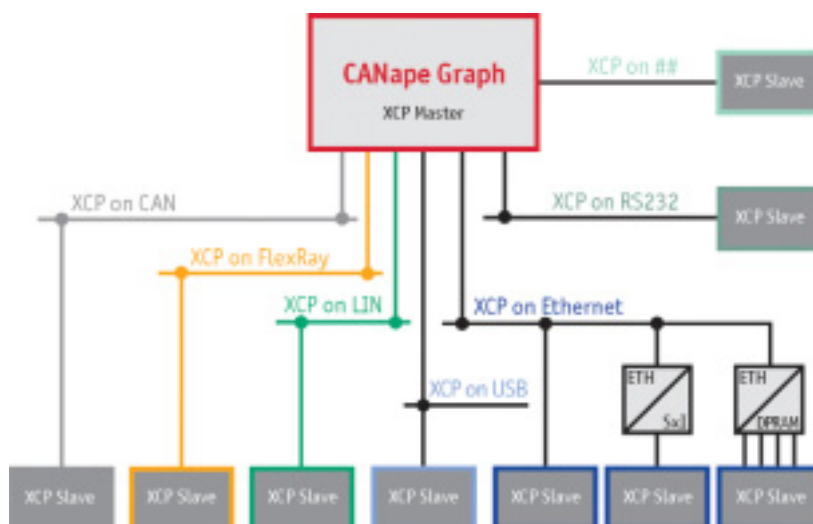


Bild 4: Durch die Trennung von Transport- und Protokollschicht bietet XCP eine Vielzahl an Hardwareschnittstellen

Figure 4: XCP can offer a large number of hardware interfaces because it separates transport and protocol layers

Das Seriensteuergerät wurde natürlich nicht mit SPI- sondern mit CAN-Interface benötigt. Die Umstellung von SPI auf CAN erfordert – dank der Nutzung von XCP – keine besonderen Anpassungen mehr. Die Anwendung muss nur noch einmal mit den entsprechenden Parametern, wie zum Beispiel der maximalen Paketlänge, neu kompiliert werden. Bevor das neue XCP-fähige Steuergerät zur Verfügung stand, kamen bei Daimler-Chrysler eigene Werkzeuge für die Steuergeräte-Entwicklung zum Einsatz. Eine Weiterentwicklung der Werkzeuge hätte erheblichen Aufwand verursacht. Ein weiterer Plus-

punkt, neben der schnellen Verfügbarkeit von XCP, bei CANape Graph ist die kundenspezifische Weiterentwicklung, die Vector als zusätzliche Dienstleistung anbietet. Dank der XCP-Unterstützung des Werkzeugs gelingt es, Komponenten mit unterschiedlichen Schnittstellen mühelos zu integrieren. Hersteller wie etwa Daimler-Chrysler profitieren davon, nicht für jedes neue Projekt eine neue Entwicklungsumgebung samt Messsystem aufbauen zu müssen. In Zukunft wird man bei Daimler-Chrysler die XCP-Schnittstelle sukzessive bei allen neuen Projekten für Fahrdynamik-Regelsysteme einsetzen.

For an English version of this article, see **ATZ elektronik** WORLDWIDE

For information on subscriptions, just call us or send an E-mail or fax:
Vieweg Verlag | Postfach 1546 | D-65173 Wiesbaden
Tel. +49 5241 80-1988 | E-mail: vieweg@abo-service.info