

Research Info

<http://researchinfo.bosch.com>

Neues aus Forschung und Entwicklung | Ausgabe 02 | 2006



BOSCH
Technik fürs Leben

Hochbetrieb auf den Nervenbahnen des Autos

Datenleitungen durchziehen das Auto wie Nervenbahnen einen lebenden Organismus. Entlang dieser Bahnen wird kommuniziert – es werden Informationen ausgetauscht, Kommandos gegeben, Daten ausgelesen. Dazu werden im Auto Datenbusse in verschiedensten Ausprägungen verwendet.



Der Datenbus ist ein emsiger Arbeiter im Hintergrund: Er muss in jeder Situation eine sichere Verbindung unter den Steuergeräten herstellen.

Im Auto gibt es immer mehr elektronische Funktionen: Die Koordination der Türverriegelung, das Auslösen des Airbags nach einem Aufprall, die Anzeige im Armaturenbrett, die Steuerung der Klimaanlage. Diese Funktionen werden im Fahrzeug von Steuergeräten ausgeführt und überwacht. Dazu müssen Informationen von Sensoren ausgelesen oder Kommandos verschickt werden, d.h. die Steuergeräte müssen miteinander kommunizieren, oftmals im Takt von Millisekunden. Daher sind die Geräte über Datenleitungen verbunden. Nicht jedes mit jedem – das wäre zu aufwändig und das Kabelgewicht zu groß –, sondern entlang einer gemeinsamen

Datenleitung, was Fachleute einen Datenbus nennen. In modernen Fahrzeugen findet man verschiedene Bussysteme, die an die unterschiedlichen Anwendungsdomänen, wie Antriebsstrang mit Motor- und Getriebesteuerung, Karosserielektronik mit Türverriegelung und Fensterheber oder Infotainment mit Radio und Navigation, angepasst sind.

Bereits in den 80er Jahren entwickelte Bosch einen Datenbus namens Controller Area Network (CAN). Damit wurde ein Kommunikationsnetz geschaffen, das einfach und effizient den Austausch von Nachrichten über eine gemeinsame Datenleitung erlaubt – und das bei einer Übertragungsrate von bis zu 1 MBit/s. Heutzutage findet sich der CAN-Bus nahezu in jedem Fahrzeug, und er wird auch noch im nächsten Jahrzehnt zum Stand der Technik gehören.

Inzwischen wurden ganz neue Ideen geboren, beispielsweise die elektronische Steuerung von Lenkung und Bremse (X-by-Wire). Dabei sollen der Lenk- und Bremswunsch des Fahrers nur noch mit elektrischen Signalen über Datenleitungen übertragen werden. Dazu muss unter allen Randbedingungen garantiert werden, dass die entsprechenden Nachrichten innerhalb einer bestimmten Zeitspanne beim Empfänger ankommen. Vor diesem Hintergrund wurde FlexRay aus der Taufe gehoben – ein Bussystem, das besonders zuverlässig ist und eine Datenrate von 10 MBit/s aufweist. Inzwischen steht FlexRay kurz vor der Serien-einführung. In den Geschäftsbereichen von Bosch werden bereits Steuergeräte für den Einsatz an einem FlexRay-Bussystem entwickelt.

Editorial

Sicherer Datentransport



Harald Hönninger

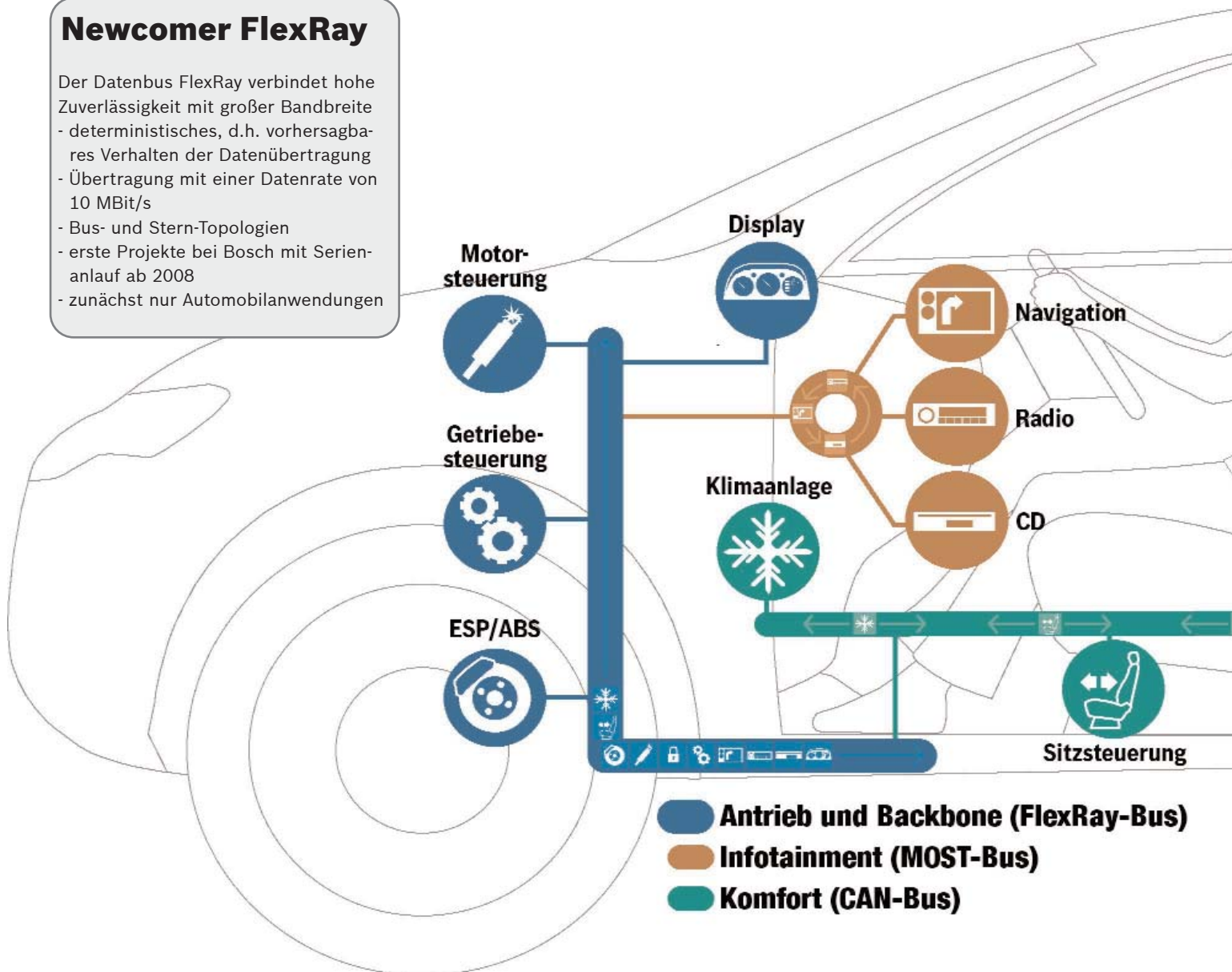
Leitung Software-intensive Systeme im Zentralbereich Forschung und Voraentwicklung

Neue Funktionen im Kraftfahrzeug werden oftmals über das Zusammenwirken bestehender Systeme realisiert. Durch den Austausch von Informationen und das Zusammenspiel von bisher separat arbeitenden Komponenten kann dabei häufig ein Mehrwert erzielt werden. Daher gewinnt die Vernetzung im Fahrzeug an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund wurde das neue Bussystem FlexRay insbesondere auch für sicherheitsrelevante Anwendungen entwickelt. Mit der aktuellen Spezifikationsversion V2.1 wurde ein Stand erreicht, der in Serienprojekten eingesetzt wird. Trotzdem ist die Entwicklung noch nicht abgeschlossen. Neben der Pflege und Absicherung der aktuellen Version werden auch neue Mechanismen und Features angedacht. Bosch ist als Core-Partner im FlexRay-Konsortium eine der treibenden Kräfte bei der Entwicklung dieses neuen Bussystems. Gleichzeitig wird in den Geschäftsbereichen bereits intensiv an der Umsetzung von FlexRay gearbeitet, so dass wir bereits über ein fundiertes Wissen bezüglich der Anwendung von FlexRay verfügen und dies weiter ausbauen wollen.

Newcomer FlexRay

Der Datenbus FlexRay verbindet hohe Zuverlässigkeit mit großer Bandbreite

- deterministisches, d.h. vorhersagbares Verhalten der Datenübertragung
- Übertragung mit einer Datenrate von 10 MBit/s
- Bus- und Stern-Topologien
- erste Projekte bei Bosch mit Serienanlauf ab 2008
- zunächst nur Automobilanwendungen



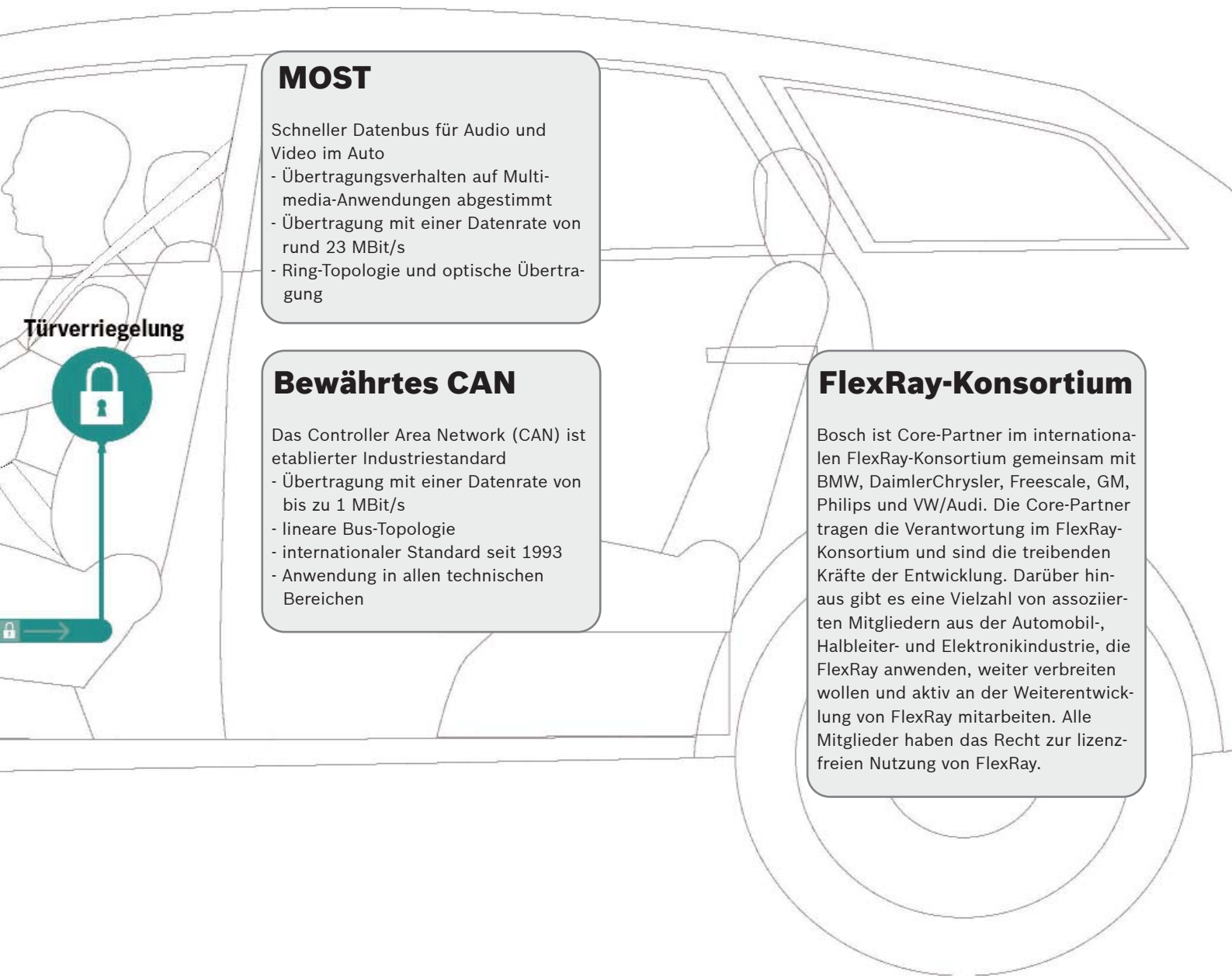
FlexRay: Datenbus mit Zukunft

Bosch-Forscher arbeiten in einem internationalen Konsortium an der Entwicklung des Datenbusses FlexRay mit, der bald mit hoher Geschwindigkeit und mit hoher Zuverlässigkeit die elektronischen Komponenten im Fahrzeug verbinden soll.

Wären digitale Daten auf einer Datenleitung nicht tonlos, so müsste man sich ein Auto als eine Quasselbude vorstellen. Dutzende von Sensoren, Aktoren und Steuergeräte würden ununterbrochen miteinander kommunizieren, Aufmerksamkeit suchen, Wichtiges zurufen. Doch da nur dann

Verständnis herrscht, wenn die Kommunikation geregelt abläuft, bringen die Forscher Ordnung in den Kommunikationsdrang. Beim etablierten CAN-Datenbus (CAN steht für Controller Area Network) geschieht dies folgendermaßen: Ein Gerät hört auf den Datenbus, der die elektronischen

Geräte miteinander verbindet; ist dort gerade Ruhe, so kann es senden. Wer zuerst kommt, mahlt zuerst. Versuchen mehrere Steuergeräte gleichzeitig zu senden, entscheidet ein Prioritätsmechanismus, wer zuerst an der Reihe ist. Auf diese Weise können äußerst geringe Verzögerungszeiten erreicht werden. Erst wenn der Bus sehr stark ausgelastet ist und viele Steuergeräte gleichzeitig senden wollen, blockieren sich die Steuergeräte gegenseitig und es gibt Datenstau. Nach dem CAN-Verfahren ist allerdings nicht klar, wann genau welches Signal über den Bus



Türverriegelung

MOST

Schneller Datenbus für Audio und Video im Auto

- Übertragungsverhalten auf Multimedia-Anwendungen abgestimmt
- Übertragung mit einer Datenrate von rund 23 MBit/s
- Ring-Topologie und optische Übertragung

Bewährtes CAN

Das Controller Area Network (CAN) ist etablierter Industriestandard

- Übertragung mit einer Datenrate von bis zu 1 MBit/s
- lineare Bus-Topologie
- internationaler Standard seit 1993
- Anwendung in allen technischen Bereichen

FlexRay-Konsortium

Bosch ist Core-Partner im internationalen FlexRay-Konsortium gemeinsam mit BMW, DaimlerChrysler, Freescale, GM, Philips und VW/Audi. Die Core-Partner tragen die Verantwortung im FlexRay-Konsortium und sind die treibenden Kräfte der Entwicklung. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von assoziierten Mitgliedern aus der Automobil-, Halbleiter- und Elektronikindustrie, die FlexRay anwenden, weiter verbreiten wollen und aktiv an der Weiterentwicklung von FlexRay mitarbeiten. Alle Mitglieder haben das Recht zur lizenzfreien Nutzung von FlexRay.

läuft, da mitunter Übertragungen anderer Steuergeräte abgewartet werden müssen.

Für zukünftige sicherheitsrelevante Funktionen ist es jedoch von entscheidender Bedeutung, genau vorhersagen zu können, wann und mit welcher Verzögerung eine Nachricht übertragen wird. Ein Beispiel sind die "X-by-Wire" Funktionen. Das Bremspedal oder die Lenkung werden elektronisch abgetastet, und der Brems- beziehungsweise Lenkwunsch des Fahrers werden über ein Bussystem zu den ausführenden Aktoren gesendet, die dann das Auto

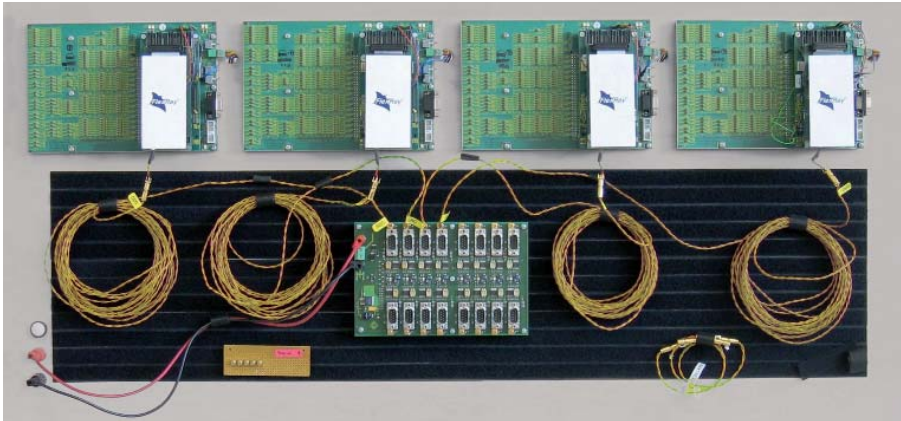
abbremsen oder die Vorderräder entsprechend lenken. Gemeinsam mit industriellen Partnern treiben Bosch-Forscher daher das FlexRay-Bussystem voran. Bei FlexRay wird jedem Teilnehmer am Bus ein genau definiertes Zeitfenster im Bustakt zugeordnet. So ist festgelegt, dass innerhalb von normalerweise einige Millisekunden dauernden Zyklen die Steuergeräte in genau definierter Reihenfolge senden und empfangen können. Hat das Fahrdynamiksteuergerät gerade nichts zu sagen, so bleibt sein Zeitfenster leer. Müssen jedoch Daten oder Kommandos

übertragen werden, so ist der Sendezeitpunkt über den Bustakt genau festgelegt: Der zeitliche Ablauf der Übertragungen ist vorhersagbar. Die Forscher sprechen hier auch von einem deterministischen Kommunikationssystem und der Echtzeit-Fähigkeit des Datenbusses: In genau festgelegten Zeitintervallen sind Informationen über bestimmte Fahrzeugzustände garantiert.

Darüber hinaus können bei FlexRay 10 MBit/s übertragen werden. Dadurch ist sichergestellt, dass auch in zukünftigen hochvernetzten Systemen ausreichend Platz auf dem Bus ist.

Tests für den Serienstart

Der Serienstart von FlexRay steht kurz bevor. Damit alle Komponenten einwandfrei miteinander arbeiten, entwickeln Bosch-Forscher Testverfahren und überprüfen die korrekte Funktion der einzelnen Bauteile.



Vier Steuergeräte (oben) sind über Buskabel (gelb) miteinander verbunden. Die Platine in der Mitte stellt einen aktiven Stern dar. Mit diesem Aufbau können die Forscher verschiedene Bus-Topologien durchspielen, etwa einen stern- oder reihenförmigen Anschluss der Busteilnehmer.

Um ein Steuergerät an einem FlexRay-Bus zu betreiben braucht man zwei Komponenten: Den Bus Transceiver und den Communication Controller. Der Bus Transceiver stellt die direkte Verbindung zur Datenleitung her: Einerseits schreibt er die logische Information, die versendet werden soll, in Form von Spannungspulsen auf den Bus; andererseits liest er die Signale aus, die von anderen Teilnehmern auf dem Bus gesendet werden. Diese Ebene wird als physikalische Bit-Übertragungsschicht oder Physical Layer bezeichnet. Außerdem umfasst FlexRay noch das Busprotokoll. Das Busprotokoll regelt, wie ein Netzwerk startet, wie ein Bustakt etabliert wird und welche Steuergeräte zu welchem Zeitpunkt senden dürfen. Der Communication Controller setzt das Busprotokoll in jedem Steuergerät um, beispielsweise verpackt er die zu übertragenden Informationen in ein Datenpaket und übergibt dieses Datenpaket zum richtigen Zeitpunkt zur Übertragung an den Bus Transceiver.

Nachdem die FlexRay-Spezifikation in der Version 2.1 verabschiedet wurde, hat der Geschäftsbereich Automotive Electronics bei Bosch einen für viele Anwendungsfälle einsetzbaren Communication Controller entwickelt. Dieses Modul trägt die Bezeichnung "E-Ray" und ist in der Hardware-Beschreibungssprache VHDL implementiert. Daraus können Halbleiterhersteller dann Communication

Controller herstellen. E-Ray ist am Markt verfügbar und wurde bereits an sieben Halbleiterhersteller lizenziert.

Da es sich bei FlexRay um ein komplexes Protokoll handelt, stellt sich jedoch die Frage, ob am Markt verfügbare Bauteile auch wirklich der Spezifikation entsprechen und im Fahrzeug fehlerfrei miteinander kommunizieren können. Daher wurde im FlexRay Konsortium ein "Conformance Test" spezifiziert und bei verschiedenen Testhäusern implementiert. Dort kann nun jeder Hersteller seine Bauteile überprüfen lassen, ob alle Funktionalitäten, die in der Spezifikation beschrieben sind, auch richtig umgesetzt wurden. Besteht ein Bauteil erfolgreich alle Tests, wird es zertifiziert und gilt damit als FlexRay-konform – die erste Voraussetzung für Interoperabilität im Fahrzeug.

E-Ray hat den Conformance Test bereits erfolgreich durchlaufen. Damit ist die Voraussetzung geschaffen, dass FlexRay-konforme zertifizierte Bausteine schnell auf dem Markt verfügbar sind.

Neben dem Conformance Test untersuchen Bosch-Forscher das Verhalten von FlexRay bis ins Detail. Dazu haben sie einen Demonstrator mit vier Steuergeräten aufgebaut. Damit können die Spannungsimpulse, die über das Netzwerk laufen, untersucht werden, es können aber auch die verschiedenen Aspekte des Busprotokolls nachgestellt und getestet werden.

In Kürze

Bald weltweiter Standard

Die erste Phase des FlexRay-Konsortiums wurde Ende 2005 mit der Veröffentlichung des Spezifikationsatzes V2.1 abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt umfasste das Konsortium bereits weltweit rund 130 Mitglieder. Seit Anfang 2006 läuft die 2. Phase des Konsortiums, die bis Ende 2008 geplant ist. In dieser Phase geht es einerseits um die Pflege und Absicherung der aktuellen Spezifikationsversion. Andererseits sollen aber auch neue Mechanismen und Erweiterungen des jetzigen Funktionsumfangs untersucht werden. Auf diese Weise soll ein Satz von FlexRay-Spezifikationen entstehen, der eine Vielzahl von Anwendungsfällen abdeckt und sich als weltweiter Standard etabliert.

Termin

30. November 2006

Auf dem FlexRay-ProductDay in Böblingen referiert Dr.-Ing. Martin Piastowski über „Neue Methoden für das Design von elektrischen/elektronischen (E/E) Netzwerkarchitekturen“.

Herausgeber

Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Verantwortlich für den Inhalt

Dr. Klaus Dieterich, Vorsitzender der Geschäftsleitung, Zentralbereich Forschung und Voraentwicklung

Redaktionelle Bearbeitung, Gestaltung

Konradin Relations
Leinfelden-Echterdingen

Inhaltliche Anfragen zu dieser Ausgabe

Robert Bosch GmbH
Harald Hönninger, CR/AE2
Postfach 30 02 40
70442 Stuttgart
Telefon: 0711 811-8131
Telefax: 0711 811-262730

Andere Anfragen

Bosch-Research-Info@de.bosch.com