

NEUE NETZWERKTOPOLOGIEN IM PRAXISTEST

Netzwerkmanagement für FlexRay

Die Komplexität der FlexRay-Netzwerke in Fahrzeugen erfordert sowohl die einfache und fehlerlose Inbetriebnahme des Kommunikations-Clusters als auch eine hohe Systemstabilität im Dauereinsatz. Das Netzwerk Management der Firma Vector Informatik bewies im Härte-test bei der Engineering Tochter eines deutschen Automobilherstellers seine Reife für den Serieneinsatz.

Das serielle Highspeed-Kommunikationssystem FlexRay begegnet den erhöhten Anforderungen an die Vernetzung der Elektronik im Auto mit höherer Bandbreite in der Datenübertragung, Echtzeitfähigkeit, sowie höherer Planungssicherheit bezüglich des Datenaufkommens. Im Automobilbereich ist es die passende Lösung für Data-Backbone, verteilte Regelungen oder sicherheitsrelevante Anwendungen. FlexRay weist ein deterministisches, weil zeitgesteuertes Verhalten auf. Darüber hinaus bietet das kürzlich beim BMW X5 in Serie eingeführte Bussystem auf der Hardwareseite neue flexible Möglichkeiten der Netzwerkgestaltung: Die erweiterbaren und fehlertoleranten Netzwerktopologien können aus einem passive Bus aber auch aus passiven oder aktiven Sternen bestehen. Die internationale Entwicklungspartner-

FLEXRAY

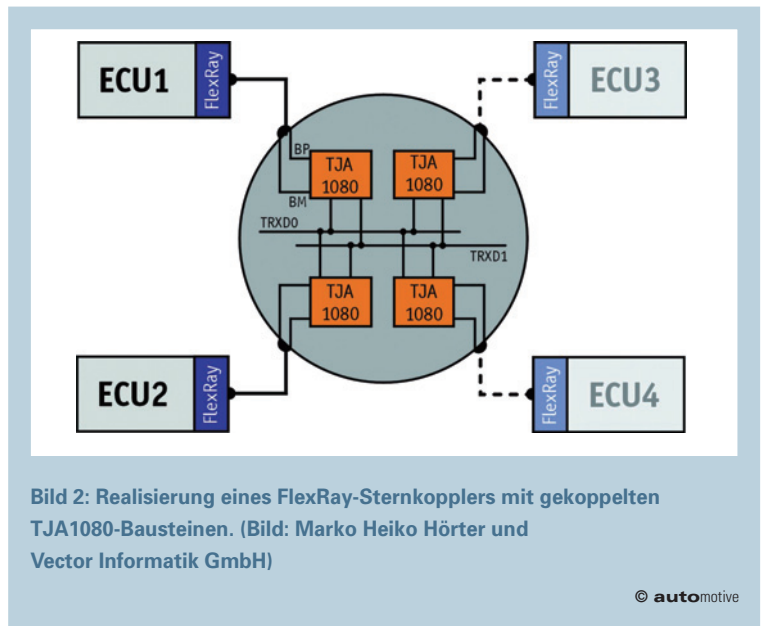
Im Gegensatz zur ereignisgesteuerten Kommunikation bei einem CAN-Bus ordnet FlexRay alle Botschaften einem festen Kommunikationsraster (Schedule) zu. Die dafür notwendigen Grundeinstellungen für den FlexRay-Cluster wie etwa die Baudrate, die Zykluslänge oder auch die Ausdehnung des statischen und des dynamischen Segmentes sollte der Designer des Netzwerkes bereits in einer sehr frühen Entwicklungsphase festlegen. Darauf aufbauend werden die Sender- und Empfängerbeziehungen für die zu übermittelnden Daten im Cluster definiert, so dass sich für jedes beteiligte Steuergerät eine zeitlich eindeutige Verfügbarkeit der Eingangsdaten ergibt. Die FlexRay-spezifischen, zeitgesteuerten Kommunikationsabläufe müssen sowohl in den kommunikationsspezifischen Softwarekomponenten als auch in der Applikationssoftware verankert werden, damit ein zeitlich deterministisches Verhalten gewährleistet ist. So ist die Regelungsverteilung über verschiedene Steuergeräte zuverlässig möglich.

schaft AUTOSAR hat dazu unter anderem ein FlexRay-spezifisches Netzwerkmanagement definiert.

Netzwerk Management

Generell werden bei verteilten Kommunikationssystemen im automotiven Umfeld drei verschiedene Steuergerätemodi unterschieden: Normalbetrieb, Low-Power und Sleep. Der koordinierte Wechsel der Betriebszustände aller beteiligten Steuergeräte im Cluster obliegt dem Netzwerk Management (NM). Dabei bietet das NM den Kommunikationsteilnehmern die Möglichkeit, sich gegenseitig über ihren Bedarf an der Buskommunikation zu informieren. Sollte in einer Phase kein Kommunikationsbedarf für das Bussystem mehr vorliegen, wird der synchrone Übergang in den Low-Power- bzw. Sleep-Steuergerätemodus eingeleitet. Bei ausgeschalteter Zündung tauschen dann nur die Steuergeräte im Low-Power-Steuergerätemodus Daten in zyklischem Abstand aus. Alle anderen Steuergeräte (ECUs) werden in den Sleep-Steuergerätemodus versetzt. Die NM-Spezifikation nach AUTOSAR V1.0.0 gliedert das NM-Modul in zwei Teile: das „Generic NM“ und das „FlexRay NM“. Es sieht vor, dass jeder Busteilnehmer die Aufgabe zugeteilt bekommt, so lange periodisch eine NM-Nachricht zu versenden, bis er selbst keine Buskommunikation mehr benötigt. Werden für eine durch den Systemintegrator definierte Zeitdauer keine NM-Nachrichten mehr auf dem Übertragungsmedium verschickt respektive empfangen, geht der Cluster synchron in den BUS_SLEEP_MODE über. Im Detail sind für das AUTOSAR-NM wie in **Bild 1** dargestellt, drei Netzwerkmanagement-Operationsmodi vorgesehen:

- NETWORK_MODE mit den Unterzuständen:
 - NORMAL_OPERATION
 - REPEAT_MESSAGE_MODE (initialer Zustand beim Eintritt in den NETWORK_MODE)
 - READY_SLEEP_MODE

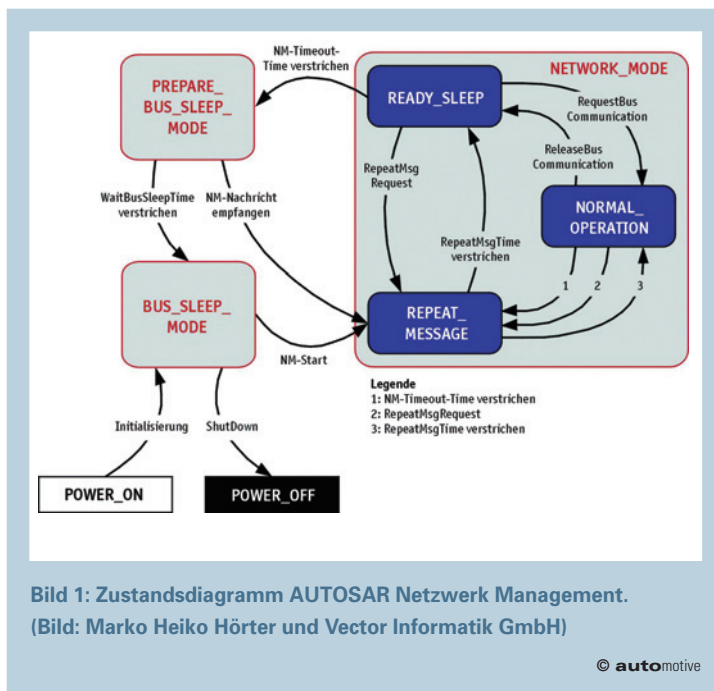


- PREPARE_BUS_SLEEP_MODE und
- BUS_SLEEP_MODE

Netzwerk Management im Test

Die Engineering Tochter eines deutschen Automobilherstellers setzte in einem Evaluierungsprojekt das neue AUTOSAR Netzwerk Management zusammen mit weiteren FlexRay-Softwarekomponenten ein und bewertete die Möglichkeit des Einsatzes von FlexRay in unterschiedlichen Netzwerktopologien. Spezielle Aspekte waren hier die AUTOSAR-Konformität, die Systemstabilität sowie das Resynchronisierungsverhalten des FlexRay-Stacks bei Wiedereingliederung eines Knotens in das Bussystem.

Der für die Prüfung des AUTOSAR-NM eingesetzte Laboraufbau basierte in einer ersten, vereinfachten Stufe auf Kommunikationsknoten vom Typ NXP SJA2510 (vormals Philips) mit ARM9-Mikrocontrollern und integriertem FlexRay-Controller. Auf jedem Mikrocontroller war ein FlexRay-Stack der Vector Informatik



untersucht, um das Verhalten hinsichtlich der angestrebten Fehlertoleranz bei unterschiedlichen Topologien sowie die Performance für neue Applikationsanwendungen zu ermitteln.

Fazit

Die Analyse der möglichen Netzwerktopologien verlief ausgesprochen reibungslos. Die umgesetzten Testfälle auf Basis der vorliegenden AUTOSAR-Spezifikation ließen sich einfach auf die integrierte NM-Komponente innerhalb des FlexRay-Stacks anwenden. Dem Netzwerk Management von Vector Informatik wird die Konformität zu AUTOSAR, das sichere Resynchronisations-Verhalten des FlexRay-Stacks bei der Eingliederung der Knoten am Bussystem sowie die gute Systemstabilität attestiert. Ohne Komplikationen ermöglichte das Konfigurationstool GENy die Inbetriebnahme des FlexRay-Clusters. (oe)

inklusive der NM-Komponenten (Generic und FlexRay) nach AUTOSAR Spezifikation V1.0.0 implementiert. Die erforderliche FIBEX-Datei zur Konfiguration der Kommunikationsoftware jeder einzelnen ECU wurde von Vector zur Verfügung gestellt. Als Betriebssystem kam das Vector osCAN zum Einsatz.

Es wurden folgende, unterschiedliche Hardwaretopologien getestet:

- eine direkte Verbindung der FlexRay-Knoten in der linearen passiven Bustopologie sowie
- die Anwendung einer aktiven Sterntopologie, welche hardwaretechnisch über die Kopplung mehrerer TJA 1080-Bausteine erfolgte, (**Bild 2**).

Ziel war es, ein skalierbares System aufzubauen, das schnell an neue Anforderungen und Testfälle angepasst werden kann. In Anlehnung an diese Tests wurden auch realitätsnahe Cluster mit hybriden Topologieformen



Dipl.-Ing.(FH) Marko Heiko Hörter studierte Mechatronik/Softwaretechnik an der Hochschule für Technik in Esslingen. Der Beschreibungsgegenstand war Teil seiner vorgelegten Diplomarbeit im Bereich FlexRay/Netzwerkmanagement.



Dipl.-Ing. Dirk Grossmann studierte Elektrotechnik an der Universität Stuttgart. Seit 2003 ist er bei Vector als Teamleiter für die Entwicklung der FlexRay-Embedded-Softwarekomponenten verantwortlich.