

Automotive Ethernet  
in der dSPACE Werkzeugkette

# Kein gewöhnlicher BUS



Der Ethernet-Netzwerkstandard bietet zahlreiche Vorteile gegenüber klassischen Bussystemen und findet daher auch im Automobilbereich zunehmend Verbreitung. Die dSPACE Werkzeugkette unterstützt das für automotiv Anwendungen angepasste Ethernet bereits heute auf breiter Front, mit ständig erweiterten Möglichkeiten.



Foto: Harald Czekała, [www.fotoharry.de](http://www.fotoharry.de)

**M**it jedem neuen Fahrzeugmodell überbieten sich die Automobilhersteller bei den Assistenzsystemen, der Konnektivität und der Ausstattung. Der Datenverkehr zwischen den Steuergeräten wird dadurch vervielfacht. Spätestens wenn die heutigen Assistenzen zu umfangreichen Funktionen für das teil- oder vollautonome Fahren ausgebaut werden, wird die Bandbreite „traditioneller“ automotiver Bussysteme dafür nicht mehr ausreichen. Die Lösung dieses Problems stellt der Ethernet-Netzwerkstandard dar. Angepasst an die veränderte Umgebung, eignet dieser sich auch für den Einsatz an Bord von Fahrzeugen: das sogenannte Automotive Ethernet (siehe Infobox). Mit aktuell bis zu 1000 Mbit/s können damit Bandbreiten realisiert werden, die um ein Vielfaches über jene von CAN/CAN FD (<10 Mbit/s), FlexRay (10 Mbit/s) oder MOST (bis zu 150 Mbit/s) hinausgehen. Zudem unterstützt Ethernet eine Vielzahl von unterschiedlichen Protokollen auf verschiedenen Ebenen, von denen einige (wie SOME/IP) speziell für den Einsatz im Fahrzeug konzipiert und standardisiert wurden. Dadurch kann es in unterschiedlichen Ausprägungen (bandbreitenoptimiert oder echtzeitoptimiert) für verschiedenste Anwendungen genutzt werden.

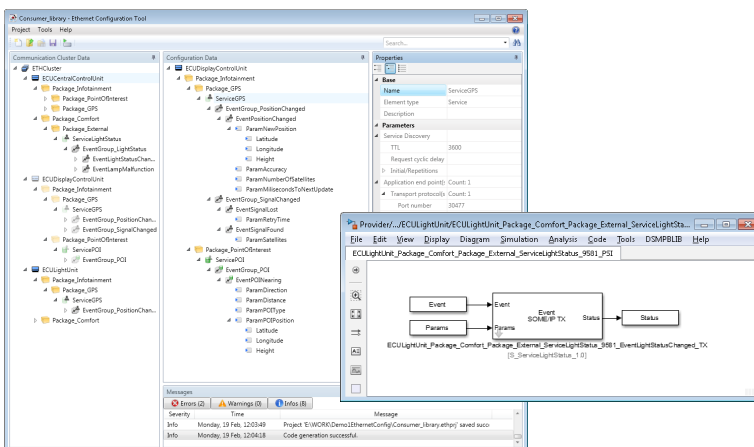
#### **dSPACE Werkzeugkette schon bereit**

Die dSPACE Werkzeugkette unterstützt das Automotive Ethernet bereits heute auf breiter Basis bei einer Vielzahl von Anwendungen. Die Speerspitze stellen hier die vielseitigen SCALEXIO-Systeme für RCP- und Hardware-in-the-Loop (HIL)-Anwendungen dar, für die verschiedenste

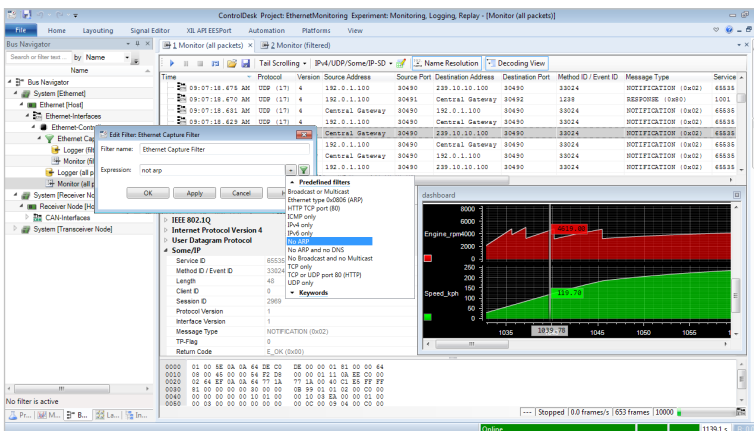
>>



*Vielältige Möglichkeiten: Oberhalb des Physical Layers sieht das Automotive Ethernet zahlreiche Software Layer vor, die für einen anwendungsspezifischen Mix verschiedener Protokolle wie SOME/IP, AVB oder TSN zur Verfügung stehen.*



*Implementierung: Mit dem Ethernet Configuration Tool lassen sich automotiv Ethernet-Anwendungen komfortabel und zielführend einrichten und konfigurieren. Dabei können auch neueste AUTOSAR-Standards genutzt werden.*



*Monitoring: Mit dem Bus Navigator in dSPACE ControlDesk lässt sich Ethernet-Datenverkehr beobachten und aufzeichnen. Der eingebaute Ethernet-Filter ermöglicht es, die Datenerfassung auf einzelne Ethernet-Pakettypen zu fokussieren. Mithilfe des Time Cursors von ControlDesk lässt sich aufgezeichnete Ethernet-Kommunikation anschaulich mit anderen Bussen und Messdaten vergleichen.*

Ethernet-Karten mit bis zu 5 Ports verfügbar sein werden. Für den Prototyping-Einsatz im Fahrzeug lassen sich zudem die neuesten Mitglieder der MicroAutoBox-Produktlinie, der Embedded PC mit Intel®-Core™-i7-6822EQ-Prozessor und die kommende Embedded SPU, mit bis zu 6 Automotive-Ethernet-Ports ausrüsten. Darüber hinaus sind zahlreiche dSPACE Hardware-Produkte mit herkömmlichen Ethernet-Ports ausgestattet, die sich unter Zuhilfenahme eines Medienconverters flexibel für unterschiedliche Automotive-Ethernet-Geschwindigkeiten nutzen lassen. Die Ports der demnächst erhältlichen Ethernet-Boards für SCALEXIO (DS6333-PE/CS) sind sogar so modular konzipiert, dass sie sowohl für das herkömmliche als auch für das Automotive Ethernet in verschiedenen Geschwindigkeitsstufen (100 Mbit/s und 1000 Mbit/s) konfiguriert werden können.

**Implementierung**

Eine service-basierte Netzwerksimulation für das Ethernet-SOME/IP-Protokoll lässt sich auf Basis von FIBEX- oder AUTOSAR-Kommunikationsbeschreibungen mit dem Ethernet Configuration Tool konfigurieren. Es ist ebenso Teil des dSPACE Ethernet Configuration Packages wie das Ethernet Configuration Blockset, das die notwendigen Simulink-Blöcke für die Implementierung auf der unterstützten Hardware bereitstellt. Durch eine AUTOSAR-orientierte Unterstützung lassen sich so auch entsprechende Sicherheitsmerkmale, zum Beispiel die End-to-End Protection, Secure Onboard Communication oder die für Fahrerassistenzsysteme wichtige Global Time Synchronization, leicht umsetzen.

**Aufzeichnung und Visualisierung**

Abgerundet wird die Automotive-Ethernet-Unterstützung in der dSPACE Werkzeugkette durch die Möglichkeit des flexiblen Monitorings der unter-



## Automotive Ethernet

Das Automotive Ethernet stellt eine Anpassung des etablierten Ethernet-Netzwerkstandards für die Anwendung in Fahrzeugen dar. Durch eine neue Bitübertragungsschicht (Physical Layer) konnten dabei die Anforderungen an eine kostengünstige Verkabelung über ungeschirmte verdrehte Zweidrahtleitungen (USTP) erfüllt werden, ohne die geltenden Anforderungen wie die elektromagnetische Verträglichkeit zu verletzen. Aktuell sind zwei verschiedene Bandbreiten für das Automotive Ethernet standardisiert: 100BASE-T1 (auch bekannt als BroadR-Reach) und 1000BASE-T1 (Gigabit-Ethernet, also 1000 Mbit/s). Weitere Bandbreiten von 10 Mbit/s bis zu 10 Gbit/s befinden sich in der Entwicklung. Falls keine native Unterstützung vorhanden ist, können Standard-Ethernet-Schnittstellen mit Hilfe von Medienkonvertern zu 100BASE-T1 und 1000BASE-T1 transformiert werden. Da Ethernet über eine gut trennbare Software-Layer-Struktur verfügt, kann ein anwendungsspezifischer Mix verschiedener Protokolle genutzt werden. Dazu zählen unter anderem die Scalable Ser-

vice-Oriented Middleware over IP (SOME/IP), Audio-Video-Bridging (AVB) und Time-Sensitive Networking (TSN). Das SOME/IP-Protokoll wurde speziell für den Einsatz im Fahrzeug entwickelt und ist Teil der AUTOSAR-Spezifikation. Mit seinem service-basierten Kommunikationskonzept und einer dynamischem Service-Bereitstellung („Service Discovery“) bietet es eine hohe Flexibilität bei überschaubarem Protokoll-Overhead. SOME/IP ist bereits bei einigen OEMs in Verwendung und hat sich als Standard für die Übertragung von Kontrollinformationen zwischen Steuergeräten etabliert. Das AVB-Protokoll vereint mehrere IEEE-802.1-Standards. Es deckt verschiedene Anforderungen in Bezug auf Zeitsynchronisation, Delay und Jitter beim Streaming von Daten ab. Daran orientiert sich auch das TSN-Protokoll, das noch deutlich mehr Standards aus der IEEE-802.1-Gruppe enthält und insbesondere für zeit- und bandbreitenkritische Anwendungen verwendet werden wird. Anders als bei AVB sind bei TSN aber noch nicht alle IEEE-Standards verabschiedet.

## Mit der dSPACE Produktpalette sind Automobilentwickler bereits heute gut für das Automotive Ethernet gerüstet.

schiedlichen Ethernet-Protokolle. Als zentrales Werkzeug steht hier das optionale Bus Navigator Module von ControlDesk zur Verfügung. Im Zusammenspiel mit Automotive-Ethernet-fähiger Hardware, beispielsweise SCALEXIO, oder mit der in Kürze erscheinenden Ethernet-Simulation auf der PC-basierten Simulationsumgebung VEOS oder mit den PC Bus Interfaces ermöglicht es ein komfortables Handling sämtlicher Ethernet-Pakete innerhalb des Netzwerks. Schon jetzt lässt sich Automotive-Ethernet-Datenverkehr bequem in ControlDesk beobachten und aufzeichnen. Zukünftig wird dSPACE darüber hinaus auch ein dediziertes

Ethernet Bus Instrument ergänzen. Damit werden sich mit wenigen Mausklicks maßgeschneiderte Layouts erstellen lassen. Mit dem Time Cursor von ControlDesk kann der aufgezeichnete Ethernet-Datenverkehr dann einfach mit anderen Messdaten oder Protokollen wie CAN, LIN oder FlexRay verglichen werden. Der eingebaute Ethernet Capture Filter ermöglicht es, die Datenerfassung auf einzelne Ethernet-Pakete zu beschränken. Mit dSPACE Release 2018-A wurden zudem eine Baumansicht zur Decodierung der Ethernet-Kommunikation sowie eine Funktion zur verbesserten Auflösung und Zuordnung (Name Mapping) einzelner Ethernet-Pakete eingeführt.

### Fazit

Mit den steigenden Bandbreitenanforderungen und der hohen Protokoll-Flexibilität wird sich der Ethernet-Standard auch im Automobilbereich immer weiter etablieren. Da ist es gut zu wissen, dass Automobilentwickler in der dSPACE Werkzeugkette bereits zahlreiche Hardware- und Software-Produkte finden, die den neuen Standard in vielfältigen Anwendungsfällen unterstützen und beherrschbar machen. Zukünftig wird dSPACE die Unterstützung des Automotive Ethernets kontinuierlich ausbauen. ■