

Ethernet TSN läutet eine neue Ära der industriellen Kommunikation ein

Ethernet TSN erlaubt erstmals in der über 40-jährigen Geschichte von Ethernet eine zeitgesteuerte und deterministische Übertragung von echtzeitkritischen Nachrichten über Standard-Hardware.

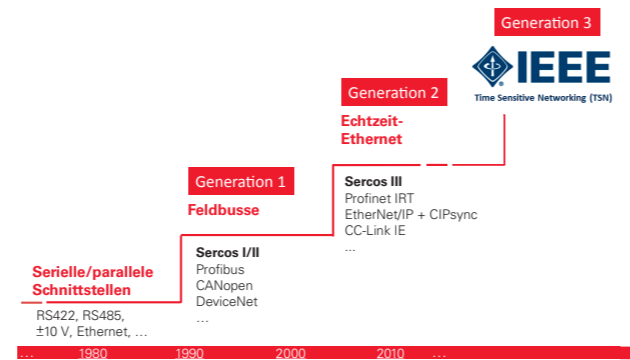
Genutzt wird hierfür ein Zeitschlitzverfahren, das Sercos schon seit über 25 Jahren für die Echtzeitkommunikation verwendet. Mit TSN wird das Anwendungsspektrum von Ethernet auf Echtzeitanwendungen, z.B. im Automobil- oder Industrieanlagenbau, erweitert. Damit wird eine neue Ära der industriellen Kommunikation eingeleitet.

Die Vorteile einer Verwendung von Ethernet TSN liegen auf der Hand: Es kann Standard-Hardware mit integrierter Echtzeitfähigkeit eingesetzt werden, was zu niedrigen Kosten und einem breiten Hersteller- und Produktangebot führt. Darüber hinaus ermöglicht der TSN-Standard die Konvergenz von Produktions- und IT-Netzwerken, d.h. Echtzeitkommunikation und normale Ethernet-Kommunikation können über einen einheitlichen Netzwerkstandard übertragen werden. Dies stellt eine ideale Basis für die Umsetzung von Industrie-4.0- und IIoT-Konzepten dar.

Evolution der Feldbussysteme

Mit Ethernet TSN wurde die nächste Stufe in der evolutionären Entwicklung der Feldbussysteme erreicht. Feldbusse der ersten Generation wurden für spezifische Anforderungen und Aufgaben konzipiert. So wurde Sercos[®] als Antriebsbus entwickelt, um die analoge ± 10 -V-Antriebschnittstelle abzulösen. Profibus, Interbus oder auch DeviceNet wurden als Feldbusse für die E/A-Kommunikation konzipiert. Und Ethernet wurde zum damaligen Zeitpunkt nicht auf Feldebene eingesetzt, sondern lediglich, um Maschinen in übergeordnete IT-Systeme einzubinden.

Feldbussysteme der zweiten Generation zeichnen sich dadurch aus, dass sie allesamt auf Ethernet basieren und somit über eine sehr viel höhere Bandbreite verfügen. Allerdings benötigen sie zur korrekten Funktion und zur Erreichung einer entsprechenden Übertragungs- und Echtzeitperformance eine spezielle Hardwareunterstützung. Damit sind diese Systeme nicht konform zu den Standards IEEE 802.1 und 802.3, wodurch die vertikale und horizontale Integration mit Ethernet nicht optimal umgesetzt werden kann. Erschwerend kommt hinzu, dass die meisten Echtzeit-Ethernet-Protokolle in einer gemeinsamen



Netzwerkinfrastruktur nicht koexistieren können, ohne dass die Performance und Echtzeitcharakteristik beeinträchtigt wird. Verschiedene Echtzeit-Ethernet-Lösungen nutzen die Netzwerkinfrastruktur sogar exklusiv, sodass andere Protokolle über das jeweils unterlagerte Echtzeitprotokoll getunnelt werden müssen (siehe Bild 2a). Allerdings setzt dies ein laufendes bzw. funktionierendes Echtzeitprotokoll voraus, um mit den Geräten überhaupt kommunizieren zu können. Einen anderen Ansatz verfolgen Echtzeit-Ethernet-Lösungen, die eine Koexistenz mit anderen Ethernet-Protokollen unterstützen. Dabei können andere Protokolle sowohl mit als auch ohne das jeweilige Echtzeitprotokoll genutzt werden (siehe Bild 2b). Vertreter dieser Echtzeit-Ethernet-Lösungen sind z.B. Sercos III und Profinet IRT.

Ethernet TSN läutet nun die dritte Feldbusgeneration ein, denn diese Technologie erlaubt erstmals in der über 40-jährigen Geschichte von Ethernet eine zeitgesteuerte und deterministische Übertragung von echtzeitkritischen Nachrichten über Standard-Ethernet-Hardware (Bild 2c). Ethernet TSN nutzt dafür das Prinzip eines Zeitschlitz-

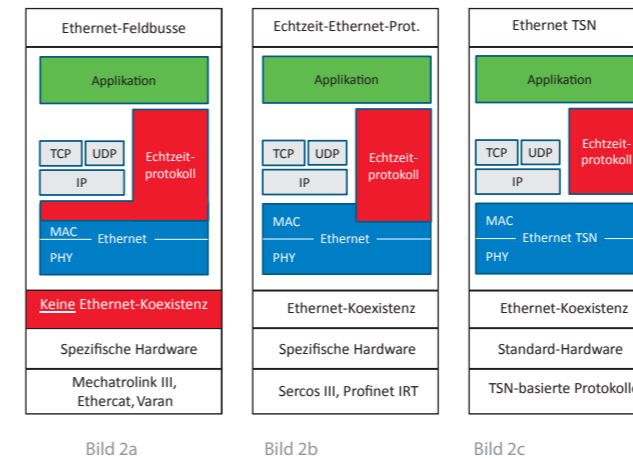


Bild 2: Echtzeit-Ethernet-Schnittstellen im Vergleich

verfahrens, das Sercos schon seit über 25 Jahren für die Echtzeitkommunikation verwendet. Da bei Ethernet TSN Echtzeitkommunikation und normale Ethernet-Kommunikation über einen einheitlichen Netzwerkstandard übertragen werden können, ergeben sich zukunftsweisende Lösungsansätze, um Produktions- und IT-Netzwerke zusammenzuführen.

Sercos III im Kontext von Ethernet TSN

Das Übertragungsverfahren von Sercos basiert seit der Einführung der ersten Generation (Sercos I) im Jahre 1990 auf einem Zeitschlitzverfahren und einer zyklischen Kommunikation. Sercos III unterstützt nicht nur die Übertragung von Echtzeittelegrammen im sogenannten Echtzeitkanal, sondern erlaubt außerdem die Übertragung beliebiger anderer Ethernet-Protokolle im sogenannten UC-Kanal (siehe Bild 3).

Ethernet TSN besitzt alle Eigenschaften und Mechanismen, um das Sercos Übertragungsverfahren mit Standard-Ethernet-Hardware umzusetzen bzw. nachzubilden. Die Basis von Ethernet TSN ist der Standard IEEE 802.1Q, der die Aufteilung physikalischer Netzwerke in mehrere

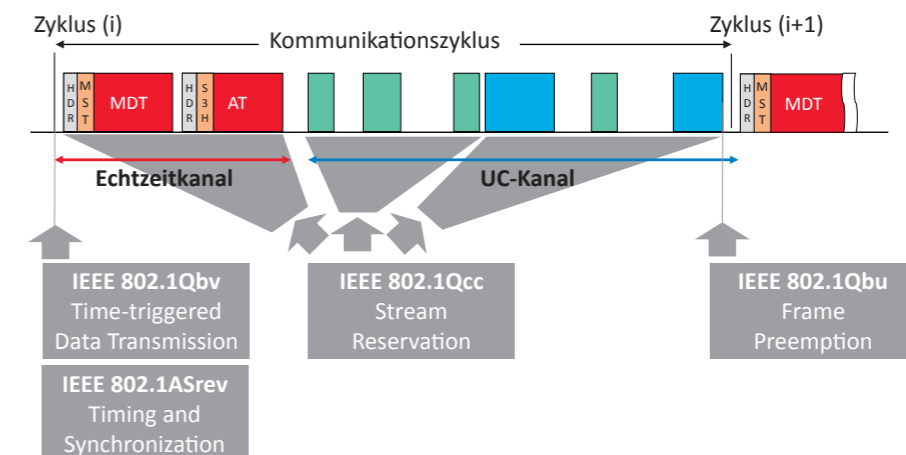


Bild 3: Übertragungsverfahren von Sercos III im Kontext von Ethernet TSN

logisch getrennte, priorisierte virtuelle Netze spezifiziert. Mit verschiedenen Substandards werden darauf aufbauend ergänzende Features spezifiziert, die im Folgenden erläutert werden und zum Übertragungsverfahren von Sercos in Bezug gesetzt werden (siehe Bild 3 unten).

Zeitsynchronisation: Alle Netzwerkteilnehmer haben ein gemeinsames Verständnis von Zeit. Dazu greift Ethernet TSN auf Mechanismen aus IEEE 802.1ASrev bzw. IEEE 1588 zurück. Das darin beschriebene Protokoll zur Zeitsynchronisation (Precision Time Protocol, PTP) definiert, wie räumlich verteilte Echtzeituhren miteinander synchronisiert werden.

Zeitschlitzverfahren: Synchrone Zeitschlitzze erlauben die Übertragung verschiedener Traffic-Klassen und eine zeitgesteuerte Datenübertragung. Ethernet TSN nutzt dafür den Substandard IEEE 802.1Qbv (Enhancements for Scheduled Traffic).

Scheduling und Traffic Shaping: Alle teilnehmenden Geräte arbeiten bei der Bearbeitung und Weiterleitung von Netzwerkpaketen nach den gleichen Regeln. Ethernet TSN nutzt dafür den Substandard IEEE 802.1Qcc (Stream Reservation).

Frame Preemption: Telegramme können unterbrochen und später fortgesetzt werden. Ethernet nutzt dafür den Substandard IEEE 802.1Qbu (Frame Preemption).

Für Echtzeit-Ethernet-Protokolle der zweiten Feldbusgeneration ergeben sich interessante Migrationskonzepte für TSN-basierte Netzwerke. Zur SPS IPC Drives im November 2016 wurde erstmals ein Sercos-TSN-Demonstrator präsentiert, in dem Sercos-III-Geräte und Ethernet-Geräte in einer gemeinsamen TSN-basierten Netzwerkinfrastruktur betrieben wurden, ohne dabei die Echtzeitperformance von Sercos III zu beeinträchtigen.