

# Time-Sensitive Networking

## Synchrones Ethernet mit PTP

Mit dem Aufbau und Betrieb der 5G-Netze benötigen die Basisstationen Zeit-Synchronität. Auch in der Industrie und insbesondere beim autonomen Fahren ist die Synchronität der Abläufe wichtig. Als Zeitquelle können Satellitennetze (z. B. GPS) oder Cäsium-Atomuhren dienen.

Um Zeitsynchronität in einem Netz zu gewährleisten, bedarf es Synchronous Ethernet in Kombination mit Precision Time Protocol (PTP, IEEE 1588) oder Time-Sensitive Networking (TSN).

Der Kurs behandelt PTP-Protokollabläufe mit einem speziellen Fokus auf Angriffsvektoren und Security. Für TSN liefert er Ihnen vertieftes Wissen zu den Queueing-Mechanismen, Fehlerquellen, Redundanz und zur Echtzeit-Verteilung.

### Kursinhalt

- Unterschiede zw. Frequenz-, Phasen- und Zeit-Synchronität
- Präzision: Cäsium vs. Rubidium Atomuhr, Quarz: TCXO vs. OCXO
- Satelliten Systeme (GNSS): Galileo, GPS, GLONASS, Beidou
- Synchronous Ethernet (SynE): Funktionsweise und Protection
- Precise Time Protocol, PTP, IEEE 1588: gravierende Unterschiede zwischen den Versionen
- Zeitverteilung mit PTP: Protokollablauf
- PTP-Uhren im Vergleich: Grandmaster (GM), PRTC, BC, TC, OC
- Full Timing Support (FTS), G.8271.1
- Assisted Partial Timing Support (APTS), G.8273.4
- Partial Timing Support (PTS), G.8275.1
- PTP und Security – ein weiter Weg
- Synchronisation und Protection
- Synchronisation im 5G Mobilfunk
- 5G New Radio: TDD, CoMP
- 5G Störungen durch Interferenzen: Inter-Cell, Inter-Slot Interferenzen
- Time Error Budget, G.8271.1
- Time-Sensitive Networking (TSN)
- TSN für autonomes Fahren und V2X
- TSN in der Industrie
- Precise Synchronization, IEEE 802.1AS
- Queueing und Forwarding Mechanismen
- Path Control und Reservation, IEEE 802.1Qca
- Seamless Redundancy, IEEE 802.1CB
- Fehlerquellen und Messtechnik

**E-Book** Das ausführliche deutschsprachige digitale Unterlagenpaket, bestehend aus PDF und E-Book, ist im Kurspreis enthalten.

### Zielgruppe

Der Kurs vermittelt das nötige Wissen für den Netzbetrieb, die Netzplanung und Anwendungsentwicklung in Industrie und Automotive.

### Voraussetzungen

Gute Kenntnisse der Synchronous Digital Hierarchy – Netze, Alarme, Protection erleichtern das Verständnis. Hilfreich sind zudem Grundkenntnisse im Bereich der optischen Signalübertragung.

### Dieser Kurs im Web



Alle tagesaktuellen Informationen und Möglichkeiten zur Bestellung finden Sie unter dem folgenden Link: [www.experteach.de/go/SYNE](http://www.experteach.de/go/SYNE)

### Vormerkung

Sie können auf unserer Website einen Platz kostenlos und unverbindlich für 7 Tage reservieren. Dies geht auch telefonisch unter 06074 4868-0.

### Garantierte Kurstermine

Für Ihre Planungssicherheit bieten wir stets eine große Auswahl garantierter Kurstermine an.

### Ihr Kurs maßgeschneidert

Diesen Kurs können wir für Ihr Projekt exakt an Ihre Anforderungen anpassen.

Training		Preise zzgl. MwSt.
<b>Termine in Deutschland</b>	<b>3 Tage</b>	<b>€ 2.195,-</b>
<b>Online Training</b>	<b>3 Tage</b>	<b>€ 2.195,-</b>
<b>Termin/Kursort</b>	Kurssprache Deutsch	
01.07.-03.07.25	Frankfurt	08.12.-10.12.25  Online
01.07.-03.07.25	Online	11.05.-13.05.26  Frankfurt
08.12.-10.12.25	Frankfurt	11.05.-13.05.26  Online

Stand 07.06.2025



**EXPERTeach**



