

# Metro Ethernet

## Carrier Ethernet Services

Der erfolgreiche Einsatz von Ethernet in WAN und MAN erfordert einige Methoden, die für den reinen LAN-Betrieb nicht notwendig sind. In diesem Kurs lernen die Teilnehmer Carrier Ethernet Services (CES) nach MEF kennen. Die existierenden Backbone Technologien zur Realisierung dieser Services werden vertieft angesprochen. Auch das Management spielt eine wichtige Rolle: Wie können Ausfälle schnell erkannt werden, um im Fall strenger SLAs eine schnelle Reaktion zu ermöglichen? Hier spielt Ethernet OAM eine wichtige Rolle, das ebenso besprochen wird wie das Ethernet LMI.

### Kursinhalt

- Kurzes Review: Das Ethernet-Protokoll
- Interfaces für Metro Ethernet
- Der Rapid Spanning Tree
- VLANs nach IEEE 802.1Q
- IEEE 802.1ad: Q-in-Q (Tag Stacking)
- Metro Ethernet Forum (MEF) Standards
- Quality of Service nach MEF
- Ethernet OAM nach IEEE 802.1ag
- Ethernet Link Management Interface (E-LMI)
- MPLS-TP
- Carrier Ethernet Services mit MPLS
- Pseudo Wires, VPWS und VPLS
- Ethernet over SDH: VCAT (G.707), LCAS (G.7042), GFP (G.7041)
- Optional: RPR

Jeder Teilnehmer erhält ausführliche Kursunterlagen aus der Reihe ExperTeach Networking in deutscher Sprache.

### Zielgruppe

Alle, die sowohl aus technischer als auch aus konzeptioneller Sicht einen Einblick in den Einsatz von Ethernet im WAN benötigen, sind in diesem Kurs richtig.

### Voraussetzungen

Gute Kenntnisse zu Ethernet sollten vorhanden sein, grundlegendes Wissen zu Backbone-Technologien ist sehr hilfreich. Grundkenntnisse zu MPLS, IS-IS und zu SDH sind hilfreich, aber nicht unbedingt erforderlich.



### Vormerkung und Buchung

Gerne merken wir für Sie für die Dauer von zwei Wochen kostenfrei und unverbindlich einen Kursplatz vor. Auf [www.experteach.at](http://www.experteach.at) können Sie unter *Anmeldung* bequem Vormerkung, Buchung und Hotelreservierung vornehmen. Oder rufen Sie uns einfach an unter 06074-4868-0.

Für geschlossene Teilnehmergruppen modifizieren wir diesen Kursinhalt gerne entsprechend Ihren Anforderungen. Bitte sprechen Sie uns an!



Auf Wunsch senden wir Ihnen gerne unseren kompletten Katalog zu, der Sie über alle Trainings und andere Dienstleistungen informiert.

5 Tage €2.495,00 zzgl. MwSt.

#### Termin/Kursort

25.06.-29.06.12	Frankfurt	17.09.-21.09.12	Wien
13.08.-17.08.12	Frankfurt	29.10.-02.11.12	Hamburg
17.09.-21.09.12	München	10.12.-14.12.12	Düsseldorf

Aktuelle Informationen finden Sie auf [www.experteach.at](http://www.experteach.at) METH



EXPERTeach





## Metro Ethernet – Carrier Ethernet Services

<p><b>1 Wozu Metro Ethernet?</b></p> <p><b>1.1</b> Ethernet als LAN-Technologie</p> <p><b>1.2</b> Vor- und Nachteile von Ethernet</p> <p><b>1.2.1</b> Kosten und Performance</p> <p><b>1.2.2</b> Redundanz</p> <p><b>1.2.3</b> Skalierbarkeit</p> <p><b>1.2.4</b> Was muss verändert werden?</p> <p><b>1.3</b> Anwendungsbeispiele für Metro Ethernet</p> <p><b>1.3.1</b> Carrier Ethernet Services für Enterprise-Kunden</p> <p><b>1.3.2</b> Ethernet-Aggregation für DSL-Netze</p> <p><b>1.3.3</b> Ethernet-Aggregation für 4G-Netze</p> <p><b>1.4</b> Standardisierung</p> <p><b>2 Ethernet: Schnittstellen und Protokoll</b></p> <p><b>2.1</b> Ethernet Frames</p> <p><b>2.1.1</b> Das Frame-Format</p> <p><b>2.1.2</b> MAC-Adressen</p> <p><b>2.1.3</b> Encapsulation-Optionen</p> <p><b>2.1.4</b> Switching</p> <p><b>2.2</b> Ethernet-Schnittstellen: Die Physik</p> <p><b>2.2.1</b> Kupfer</p> <p><b>2.2.2</b> Glasfaser</p> <p><b>2.2.3</b> 40 und 100 Gigabit Ethernet</p> <p><b>2.3</b> Ethernet Passive Optical Networks – EPON</p> <p><b>2.4</b> Zugriffsverfahren</p> <p><b>2.5</b> Typische Hardware</p> <p><b>3 Redundanz</b></p> <p><b>3.1</b> Loops und ihre Folgen</p> <p><b>3.2</b> Rapid Spanning Tree</p> <p><b>3.2.1</b> Die schleifenfreie Topologie</p> <p><b>3.2.2</b> Eigenschaften und Funktion</p> <p><b>3.3</b> Rapid Spanning Tree in Metro-Netzen</p> <p><b>3.3.1</b> Security-Aspekte</p> <p><b>3.3.2</b> Multiple Spanning Tree</p> <p><b>3.3.3</b> Per-VLAN Spanning Tree</p> <p><b>3.4</b> Redundanzkonzepte ohne Spanning Tree</p> <p><b>3.4.1</b> MRP von Brocade (Foundry)</p> <p><b>3.4.2</b> VSRP von Brocade</p> <p><b>3.4.3</b> EAPS von Extreme</p> <p><b>3.4.4</b> Ethernet Ring Protection Switching nach G.8032</p> <p><b>3.5</b> Link Aggregation</p> <p><b>3.5.1</b> Funktion und Eigenschaften</p> <p><b>3.5.2</b> Redundanz</p> <p><b>3.5.3</b> Split Multilink Trunking von Nortel</p> <p><b>3.5.4</b> Virtual Switching System (VSS)</p> <p><b>4 VLANs</b></p> <p><b>4.1</b> VLANs</p> <p><b>4.1.1</b> Port-based VLANs</p> <p><b>4.1.2</b> Weitere VLAN-Konzepte</p> <p><b>4.2</b> IEEE 802.1Q</p> <p><b>4.2.1</b> Das Trunk-Protokoll</p> <p><b>4.2.2</b> Frame-Größen und MTU</p> <p><b>4.3</b> VLANs und Carrier Ethernet Services</p> <p><b>4.4</b> Provider Bridging – IEEE 802.1ad</p> <p><b>4.4.1</b> Frame-Format</p> <p><b>4.4.2</b> Provider Bridges</p> <p><b>4.4.3</b> Service Interfaces von 802.1ad</p> <p><b>4.4.4</b> Spanning Tree</p> <p><b>4.4.5</b> Optimierung des Learnings</p> <p><b>4.4.6</b> Anwendung von 802.1ad bei DSL-Aggregation</p> <p><b>4.4.7</b> Anwendung für Layer-2 VPNs</p> <p><b>4.4.8</b> Bewertung</p> <p><b>5 Quality of Service und Multicasts in Metro-Netzen</b></p> <p><b>5.1</b> Überlast und ihre Folgen</p> <p><b>5.1.1</b> Queues und Delays</p> <p><b>5.1.2</b> Was ist Quality of Service?</p>	<p><b>5.1.3</b> Queueing als Werkzeug</p> <p><b>5.2</b> Traffic Types</p> <p><b>5.2.1</b> PCP-Werte</p> <p><b>5.2.2</b> Traffic Classes</p> <p><b>5.3</b> QoS-Aktionen</p> <p><b>5.3.1</b> Klassifikation und Marking</p> <p><b>5.3.2</b> Traffic Shaping und Policing</p> <p><b>5.3.3</b> Queueing</p> <p><b>5.3.4</b> Dropping</p> <p><b>6 Carrier Ethernet Services nach MEF</b></p> <p><b>6.1</b> Metro Ethernet Forum (MEF) – Standardisierung</p> <p><b>6.2</b> Ethernet Virtual Connection (EVC)</p> <p><b>6.3</b> Service Types</p> <p><b>6.3.1</b> Service Type Ethernet Line (E-Line)</p> <p><b>6.3.2</b> Service Type Ethernet LAN (E-LAN)</p> <p><b>6.3.3</b> Service Type Ethernet Tree (E-Tree)</p> <p><b>6.4</b> Beispielszenarien</p> <p><b>6.5</b> Classes of Service</p> <p><b>6.5.1</b> Frame Delay Performance</p> <p><b>6.5.2</b> Frame Delay Variation Performance</p> <p><b>6.5.3</b> Frame Loss Ratio</p> <p><b>6.5.4</b> Availability</p> <p><b>6.6</b> CES Performance Measurements</p> <p><b>6.6.1</b> Auswahl einer CoS</p> <p><b>6.6.2</b> Verkehrsparameter</p> <p><b>6.6.3</b> Der Token Bucket</p> <p><b>6.6.4</b> Color Mode und Coupling Flag</p> <p><b>7 Ethernet OAM</b></p> <p><b>7.1</b> Architektur</p> <p><b>7.2</b> CFM – Connectivity Fault Management</p> <p><b>7.2.1</b> Maintenance Associations</p> <p><b>7.2.2</b> CFM PDUs</p> <p><b>7.2.3</b> CFM Continuity Check</p> <p><b>7.2.4</b> CFM Loopback</p> <p><b>7.2.5</b> CFM Linktrace</p> <p><b>7.3</b> Link-layer OAM</p> <p><b>7.3.1</b> Discovery und Monitoring</p> <p><b>7.3.2</b> OAMPDUs</p> <p><b>7.3.3</b> Remote Loopback</p> <p><b>7.4</b> E-LMI – das Ethernet LMI</p> <p><b>7.4.1</b> Polling: Status Enquiry und Status Messages</p> <p><b>7.4.2</b> Informationen des E-LMI</p> <p><b>8 Backbone-Technologien für Ethernet</b></p> <p><b>8.1</b> Allgemeine Eigenschaften der Backbone-Technologien</p> <p><b>9 T-MPLS</b></p> <p><b>9.1</b> Dienste von T-MPLS</p> <p><b>9.1.1</b> Das Grundprinzip</p> <p><b>9.1.2</b> Standardisierung</p> <p><b>9.2</b> Der Datentransport</p> <p><b>9.2.1</b> Zuordnung zu einem LSP</p> <p><b>9.2.2</b> Time to Live</p> <p><b>9.2.3</b> Multiplexen mit dem Interworking Label</p> <p><b>9.2.4</b> Koexistenz mit MPLS</p> <p><b>9.3</b> Quality of Service</p> <p><b>9.4</b> Protection</p> <p><b>9.4.1</b> 1+1 Protection</p> <p><b>9.4.2</b> 1:1 Protection</p> <p><b>9.4.3</b> SNC Protection</p> <p><b>9.5</b> Ausblick: MPLS-TP</p> <p><b>10 Pseudo Wires und VPLS</b></p> <p><b>10.1</b> MPLS, die Basis für VPLS</p> <p><b>10.1.1</b> Der Label Switched Path (LSP)</p> <p><b>10.1.2</b> Die Signalisierung der LSPs</p> <p><b>10.1.3</b> Konnektivität zwischen den Edge LSRs</p>	<p><b>10.2</b> Pseudo Wires</p> <p><b>10.2.1</b> PW Label und Transport Label</p> <p><b>10.2.2</b> E-Line, EVC und Pseudo Wires</p> <p><b>10.2.3</b> PW-Signalisierung</p> <p><b>10.2.4</b> Protection</p> <p><b>10.3</b> Virtual Private LAN Service (VPLS)</p> <p><b>10.3.1</b> VPLS Referenzmodell</p> <p><b>10.3.2</b> Funktion einer VPLS-Instanz</p> <p><b>10.3.3</b> BGP Autodiscovery</p> <p><b>10.3.4</b> Steuerung der Topologie</p> <p><b>11 Ethernet über SDH</b></p> <p><b>11.1</b> Festverbindungen und Ethernet</p> <p><b>11.1.1</b> Struktur der SDH-Technik</p> <p><b>11.1.2</b> Problemfeld Bitraten</p> <p><b>11.1.3</b> Problemfeld Adaption</p> <p><b>11.2</b> VCAT (G.707)</p> <p><b>11.3</b> LAPS (X.86/Y.1323)</p> <p><b>11.3.1</b> Das Grundprinzip</p> <p><b>11.3.2</b> Das Frameformat</p> <p><b>11.3.3</b> Byte Stuffing</p> <p><b>11.4</b> GFP (G.7041)</p> <p><b>11.4.1</b> Das Frame-Format</p> <p><b>11.4.2</b> Der HEC-Mechanismus</p> <p><b>11.4.3</b> Effizienzvergleich GFP vs. LAPS</p> <p><b>11.5</b> LCAS (G.7042)</p> <p><b>11.5.1</b> Funktionen des ADM</p> <p><b>11.5.2</b> Das LCAS-Protokoll</p> <p><b>12 Übungen</b></p> <p><b>12.1</b> Netzdesign auf Layer 2</p> <p><b>12.2</b> Einfluss der Bit Error Ratio (BER) auf den Durchsatz</p> <p><b>12.3</b> Einfluss der Frame Size auf den Durchsatz</p> <p><b>12.3.1</b> Effizienz bei TCP/IP</p> <p><b>12.3.2</b> Effizienz bei VoIP</p> <p><b>12.4</b> MEF: Verkehrsprofile und ihr Einfluss auf die Laufzeit</p> <p><b>12.5</b> Shaping: Worauf ist zu achten?</p> <p><b>A Metro Ethernet mit RPR (IEEE 802.17)</b></p> <p><b>A.1</b> Resilient Packet Ring im Überblick</p> <p><b>A.1.1</b> RPR-Stationen</p> <p><b>A.1.2</b> Services</p> <p><b>A.1.3</b> Interfaces</p> <p><b>A.1.4</b> Aktionen einer RPR-Station</p> <p><b>A.1.5</b> Der Datentransfer</p> <p><b>A.1.6</b> Host zu Host</p> <p><b>A.1.7</b> Host zu Bridge</p> <p><b>A.1.8</b> Bridge zu Bridge oder Host</p> <p><b>A.1.9</b> Beispiele für das Learning</p> <p><b>A.1.10</b> Empfangsregeln – Copy and Strip</p> <p><b>A.2</b> Traffic Management und QoS</p> <p><b>A.2.1</b> Queueing in den RPR-Stationen</p> <p><b>A.2.2</b> Interworking mit Ethernet</p> <p><b>A.2.3</b> Fairness</p> <p><b>A.3</b> Topologie der Ringe</p> <p><b>A.3.1</b> Topology Database</p> <p><b>A.3.2</b> Attribute Discovery</p> <p><b>A.3.3</b> Topology Checksum</p> <p><b>A.4</b> Protection</p> <p><b>A.4.1</b> Wrapping, Steering, Passthrough</p> <p><b>A.5</b> Bewertung</p> <p><b>B Multicasts in Metro-Netzen</b></p> <p><b>B.1</b> Multicast-Übertragung</p> <p><b>B.1.1</b> Multicast-IP-Adressen</p> <p><b>B.1.2</b> Anmelden bei einer Multicast-Gruppe – IGMP</p> <p><b>B.1.3</b> Ethernet Switching von Multicasts</p> <p><b>B.1.4</b> IGMP Snooping, GMRP</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



### ExperTeach GmbH Training Center Wien

Millennium Tower, 24. Etage  
Handelskai 94-96 • A-1200 Wien  
Telefon +43 66 43 45 39 64  
info@experteach.at • www.experteach.at

© ExperTeach GmbH, alle Angaben ohne Gewähr

Stand 21.05.2012