

# WDM & OTN

## Optical Switching & Routing

Moderne optische Technologien erreichen den Terabit-Bereich und revolutionieren die Netzwelt. Sie eröffnen damit Netzbetreibern und deren Kunden vollkommen neue Einsatzmöglichkeiten. Der Kurs liefert eine Bestandsaufnahme und zeigt Entwicklungstrends auf. Er arbeitet die größten Veränderungen bei Glasfasertypen, Access und Backbone sowie optischen Netzen und Netzschutz heraus und vermittelt einen kompakten Überblick über das zukunftsweisende Potenzial leistungsfähiger optischer Technologien. Sie erhalten das Know-how zur Planung, zum Betrieb und zum Fehlereingrenzen von WDM-Netzen und zur Bewertung des optischen Routings von IP-Verkehr in optischen Netzen.

### Kursinhalt

- Optische Übertragung und Schnittstellen
- Parameter des Lichts / Streckenberechnung
- Glasfasern: SMF, DSF, NZ-DSF, DCM und Einsatzbeispiele
- Dämpfung, Dispersion und Dispersionskorrektur
- Einsatz Optischer Verstärker wie z. B. EDFA, RAMAN
- Bestandsaufnahme optischer Technologien: 1G/10G/40G/100G-Ethernet, Solitonen, WDM
- CWDM, DWDM, WWDM und Einsatzbeispiele
- Bewertung der Technologien zum Optical Switching: 2x2, AWG, FBG, Filter, Flüssigkristalle, Holographie, MEMS, MZI, Thermo-optics, VBG
- OADMs, optische Switches und optische Router
- Optische Netze: Aufbau, Betrieb, Netzschutzmechanismen
- OTNs, Optical Transport Networks, zur gesicherten optischen Übertragung
- Übungen zu Netzplanung, Abnahmemessung und Troubleshooting

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

### Zielgruppe

Dieser Kurs wendet sich an Mitarbeiter der Carrier, Enterprise-Network-Betreiber und Internet Service Provider. Auch Nutzer von Netzen mit hohem Datenaufkommen werden gezielt angesprochen, indem ein Überblick zur Marktlage und zu den Entwicklungstrends gegeben wird.

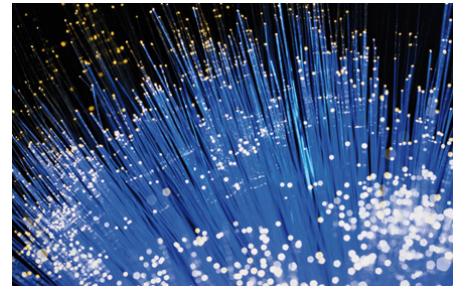
### Voraussetzungen

Gute Kenntnisse der Synchronous Digital Hierarchy erleichtern das Verständnis. Hilfreich sind zudem Grundkenntnisse im Bereich der optischen Signalübertragung.

### Vormerkung und Buchung

Gerne merken wir für Sie für die Dauer von zwei Wochen kostenfrei und unverbindlich einen Kursplatz vor. Auf [www.experteach.de](http://www.experteach.de) 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.

4 Tage € 1.995,00 • CHF 2.995,00 • zzgl. MwSt.

#### Termin/Kursort

29.05.-01.06.12	Düsseldorf	24.09.-27.09.12	Frankfurt
03.07.-06.07.12	München	23.10.-26.10.12	Düsseldorf
03.07.-06.07.12	Wien	10.12.-13.12.12	Wien
14.08.-17.08.12	Hamburg	10.12.-13.12.12	München

Aktuelle Informationen finden Sie auf [www.experteach.de](http://www.experteach.de) OHSN





## WDM & OTN – Optical Switching & Routing

### 1 Und es ward Licht

- 1.1 Die Welt heute – Wachstum und Grenzen
- 1.2 Licht – Wissenswertes zur Photonik
  - 1.2.1 Wellenlänge (l)
  - 1.2.2 Frequenz (f)
  - 1.2.3 Amplitude
  - 1.2.4 Phase (j)
  - 1.2.5 Polarisation
- 1.3 Licht und Lichtausbreitung
  - 1.3.1 LASER – genial und einzigartig
- 1.4 Dämpfung
  - 1.4.1 Was beeinflusst die Dämpfung?
  - 1.4.2 Streckenplanung
  - 1.4.3 Optische Fenster einer Glasfaser
- 1.5 Dispersion
  - 1.5.1 Arten der Dispersion
  - 1.5.2 Polarisationsmodendispersion (PMD)
- 1.6 Optische Stecker und Schnittstellen
  - 1.6.1 Wichtige Stecker im Überblick
  - 1.6.2 PC-, APC- und HLR-Bauweise
  - 1.6.3 Rückstreuung mittels OTDR
- 1.7 Optische Verstärker – The Power Of Light
  - 1.7.1 Seltene Ehre für seltene Elemente
  - 1.7.2 Einsatzbeispiele

### 2 Optische Übertragung – High Speed Technologien

- 2.1 Von 1 bis 100 Gigabit Ethernet
  - 2.1.1 Gigabit Ethernet
  - 2.1.2 10 GBit/s Ethernet
  - 2.1.3 40 Gigabit Ethernet
  - 2.1.4 100 Gigabit Ethernet
  - 2.1.5 SDH mit 10 und 40 GBit/s
  - 2.1.6 10 TBit/s auf einer Wellenlänge
- 2.2 Solitonen – Stein der Weisen?
  - 2.2.1 Das Prinzip
  - 2.2.2 Erfolge und Nachteile beim Einsatz von Solitonen
- 2.3 WDM – Eine universale Plattform
  - 2.3.1 Der Aufbau eines WDM-Muxes
  - 2.3.2 Aufbau einer WDM-Strecke
  - 2.3.3 Wichtige Vorteile
  - 2.3.4 Die Kanalabstände bei DWDM
  - 2.3.5 CWDM – Coarse WDM, der preiswerte Einstieg
  - 2.3.6 DWDM – Dense WDM, fast unbegrenzte Übertragung
  - 2.3.7 CWDM und DWDM kombiniert
  - 2.3.8 Einblick in die Messtechnik
  - 2.3.9 Die Anbindung von Routern
  - 2.3.10 Datenkommunikation im Campus-Bereich
  - 2.3.11 DWDM im LAN

- 2.3.12 DWDM im Stadtnetz
- 2.3.13 Licht und Schatten – Nachteile von WDM
- 2.4 Die Welt der Glasfasern
  - 2.4.1 Polymerfasern – Eine preiswerte Alternative?
  - 2.4.2 Glasfasertypen des Metro- und WAN-Bereiches
  - 2.4.3 Resumé: Wer setzt welche Faser ein?
  - 2.4.4 Die Netzoptimierung mit Glasfasern

### 3 Optisches Schalten – Eine Welle geht ihren Weg

- 3.1 Optische Add/Drop Multiplexer (OADM)
  - 3.1.1 Einsatz von OADM
  - 3.1.2 Frei konfigurierbare OADM
- 3.2 Optische Cross Connects
  - 3.2.1 Einsatzmöglichkeiten
  - 3.2.2 Schematischer Aufbau optischer Cross-Connects
- 3.3 Optische Switches – Vielfältige Lösungen
  - 3.3.1 MEMS – Im Spiegel der Technik
  - 3.3.2 Thermo-optische Switches
  - 3.3.3 Der Bubble Switch
  - 3.3.4 Flüssigkristall-Switches
- 3.4 Optische Router
  - 3.4.1 Anforderungen
  - 3.4.2 Lösungsansätze
  - 3.4.3 Kombinierte Lösungen

### 4 Optische Netze – Wellenlängen weltweit

- 4.1 Optische Netze im Einsatz
  - 4.1.1 DWDM-Netze
  - 4.1.2 Transparente optische Netze – Wavelength Path Routing
  - 4.1.3 Die Zukunft – Virtual Wavelength Path Routing
  - 4.1.4 MPLS und optische Netze
- 4.2 Alone in the dark? – Optische Schutzkonzepte
  - 4.2.1 Dedicated Protection
  - 4.2.2 Shared Protection
  - 4.2.3 Unidirektionale und bidirektionale Ringe
  - 4.2.4 MS Shared Protection
  - 4.2.5 Rein optische Schutzmechanismen
- 4.3 Passive optische Netze (PON)

### 5 OTN – Optical Transport Network, G.709

- 5.1 OTN im Überblick
- 5.2 OTH-Hierarchie (G.872)
- 5.3 Die Struktur von OTN
- 5.4 OTN – Rahmenaufbau
  - 5.4.1 FEC nach RS (255,239)
- 5.5 Containergrößen
- 5.6 OTUk Overhead

- 5.7 ODU-Overhead
- 5.8 OPU-Overhead
- 5.9 OTN Multiplexbildung
- 5.10 Alarime und Fehlerquellen

### 6 Übungen WDM & OTN

- 6.1 OTDR
- 6.2 WDM-Strecken
- 6.3 Aufbau eines CWDM-Rings

### A Abkürzungsverzeichnis



**ExperTeach Gesellschaft für Netzwerkkompetenz mbH**

Waldstr. 94 • D-63128 Dietzenbach  
 Telefon +49 6074 4868-0 • Telefax +49 6074 4868-109  
 info@experteach.de • www.experteach.de

© ExperTeach GmbH, alle Angaben ohne Gewähr

Stand 06.05.2012