

# Optische Terabit-Netze

## Technik-Überblick für IP Professionals

Die optische Technik bringt Sie weit in den Terabit-Bereich hinein. Sie ermöglicht allen Anwendungen eine neue Dimension. Entdecken Sie die Welt des Lichts, der Laser und der Glasfasern neu. Verschaffen Sie sich einen Überblick über die Phänomene wie Dämpfung und Dispersion und einen Einblick in die Komponenten wie optische Verstärker, Wellenlängen-Wandler, Steckern, etc. Am Beispiel des WDM wird gezeigt, wie es gelingt, Terabit-Datenströme zu übertragen und zu schalten. Optical Switches schalten Wellenlängen unabhängig von der Bitrate, der Frame Size oder der Technologie. Ein Blick auf optische Netze und optischen Netzschutz rundet den Kurs ab.

### Kursinhalt

- Warum optisch übertragen?
- Einblick in die Welt der Glasfasern
- Lichtausbreitung in der Glasfaser
- Was ist Dämpfung, was ist Dispersion?
- Stecker – mit Schliff oder ohne?
- Optische Verstärker am Beispiel des EDFA
- Laser – Wellenlänge und Reichweite
- Optische Technologien: 100G/400G-Ethernet, 16/32G Fibre Channel
- Terabit mit DWDM
- CWDM und WDM: Einsatzbeispiele
- Optische Switches – wie wird Licht geschaltet?
- Optische Netze: Netzdesign
- Optischer Netzschutz

**E-Book** Sie erhalten das ausführliche deutschsprachige Unterlagenpaket aus der Reihe ExperTeach Networking – Print, E-Book und personalisiertes PDF! Bei Online-Teilnahme erhalten Sie das E-Book sowie das personalisierte PDF.

### Zielgruppe

Dieser Kurs wendet sich an alle, die aus der Ethernet-, IP-, IT- oder Data-Center-Welt kommen und die Grundzüge der optischen Technik kennenlernen möchten.

### Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse von Netzwerktechnologien sind hilfreich.

### Dieser Kurs im Web



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

### 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>€ 1.995,-</b>	
<b>Online Training</b>	<b>3 Tage</b>	<b>€ 1.995,-</b>	
<b>Termin/Kursort</b>	Kursprache Deutsch		
17.04.-19.04.23	Frankfurt	18.12.-20.12.23	Frankfurt
17.04.-19.04.23	Online	18.12.-20.12.23	Online

Stand 24.02.2023



# Inhaltsverzeichnis

## Optische Terabit-Netze – Technik-Überblick für IP Professionals

- 1 Und es ward Licht!**
  - 1.1 Das Wachstum der Datenströme
  - 1.2 Licht – Wissenswertes zur Photonik
    - 1.2.1 Verhalten des Lichtes: Reflexion
    - 1.2.2 Brechung
    - 1.2.3 Beugung
    - 1.2.4 Interferenz
    - 1.2.5 Wellenlänge
    - 1.2.6 Frequenz
    - 1.2.7 Amplitude
    - 1.2.8 Phase
    - 1.2.9 Polarisationssebene
    - 1.2.10 Polarisationsmoden- Multiplexen (Pol-Mux)
  - 1.3 Lichtausbreitung
  - 1.4 LASER – genial und einzigartig
    - 1.4.1 Emissionsspektren von LED und LASER Dioden
    - 1.4.2 Durchstimmbare LASER
  - 1.5 Dämpfung
    - 1.5.1 Was beeinflusst die Dämpfung?
    - 1.5.2 Streckenplanung
    - 1.5.3 Optische Fenster einer Glasfaser
  - 1.6 Dispersion
    - 1.6.1 Arten der Dispersion
  - 1.7 Optische Stecker und Schnittstellen
    - 1.7.1 Was ist wichtig?
    - 1.7.2 Wichtige Stecker im Überblick
    - 1.7.3 PC-, APC- und HLR-Bauweise
  - 1.8 OTDR-Rückstrommessungen
  - 1.9 Optische Verstärker – The Power Of Light
- 2 Die Welt der Glasfasern**
  - 2.1 Glasfasern – Die Nervenfasern der modernen Welt
  - 2.2 Glasfasern für Fibre Channel
  - 2.3 Glasfasertypen des Metro- und WAN-Bereiches
    - 2.3.1 Übersicht der Mono Mode-Glasfasertypen
    - 2.3.2 G.652 Single Mode Fiber
    - 2.3.3 G.653 Dispersion-Shifted Fiber (DSF)
    - 2.3.4 G.655, die WDM-Faser
    - 2.3.5 Dispersion Compensation Fiber (DCF)
    - 2.3.6 Resumé: Wer setzt welche Faser ein?
  - 2.4 Netzoptimierung mit Glasfasern
    - 2.4.1 Funktionsweise der Dispersionskorrektur
  - 2.5 Multi Core Fibers (MFC): Space Division Multiplexing (SDM)
- 2.5.1** Hollow Core und Photonic Crystal Fiber
- 2.6** Polymerfasern – Eine preiswerte Alternative?
- 3 Optische Übertragung in WAN, Metro und Rechenzentren**
  - 3.1 Von 1 bis 400 Gigabit Ethernet
    - 3.1.1 200 GE und 400 GE
  - 3.2 SDH mit 10 und 40 GBit/s
    - 3.2.1 Bitraten der SDH
    - 3.2.2 Taktquellen – es kann nur einen geben
    - 3.2.3 Netzschutzmechanismen
  - 3.3 10 TBit/s auf einer Wellenlänge
  - 3.4 WDM – Eine universale Plattform
    - 3.4.1 Wichtige Vorteile
    - 3.4.2 Der Aufbau eines WDM-Muxes
    - 3.4.3 Aufbau einer WDM-Strecke
    - 3.4.4 DWDM Kanalabstände
    - 3.4.5 Fixed Grid Spacing
    - 3.4.6 Flexible Grid Spacing
    - 3.4.7 Super Channels
    - 3.4.8 Super Channels und Kanalabstand
    - 3.4.9 CWDM – Coarse WDM, der preiswerte Einstieg
    - 3.4.10 CWDM Kanalabstand
    - 3.4.11 CWDM – Vorteile und Nachteile
    - 3.4.12 DWDM – Dense WDM, fast unbegrenzte Übertragung
    - 3.4.13 CWDM und DWDM kombiniert
    - 3.4.14 WDM und transparente optische Netze
    - 3.4.15 Licht und Schatten – Nachteile von WDM
    - 3.4.16 Short Wave CWDM
    - 3.4.17 100G 4WDM-10 (MSA)
  - 3.5 Fibre Channel über WDM
    - 3.5.1 Speichervirtualisierung
    - 3.5.2 Speichersystem-basierte Virtualisierung
    - 3.5.3 Virtualization Appliances
    - 3.5.4 Mechanismen zur Flusskontrolle
    - 3.5.5 Buffer-to-Buffer Credit
    - 3.5.6 End-to-End Credit
    - 3.5.7 Buffer-to-Buffer Credits auf Langstreckenverbindungen
    - 3.5.8 Port-Typen im SAN
    - 3.5.9 Routing im SAN
- 4 Optische Übertragung in WAN, Metro und Rechenzentren**
  - 3.1 Von 1 bis 400 Gigabit Ethernet
    - 3.1.1 200 GE und 400 GE
  - 3.2 SDH mit 10 und 40 GBit/s
    - 3.2.1 Bitraten der SDH
    - 3.2.2 Taktquellen – es kann nur einen geben
    - 3.2.3 Netzschutzmechanismen
  - 3.3 10 TBit/s auf einer Wellenlänge
  - 3.4 WDM – Eine universale Plattform
    - 3.4.1 Wichtige Vorteile
    - 3.4.2 Der Aufbau eines WDM-Muxes
    - 3.4.3 Aufbau einer WDM-Strecke
    - 3.4.4 DWDM Kanalabstände
    - 3.4.5 Fixed Grid Spacing
    - 3.4.6 Flexible Grid Spacing
    - 3.4.7 Super Channels
    - 3.4.8 Super Channels und Kanalabstand
    - 3.4.9 CWDM – Coarse WDM, der preiswerte Einstieg
    - 3.4.10 CWDM Kanalabstand
    - 3.4.11 CWDM – Vorteile und Nachteile
    - 3.4.12 DWDM – Dense WDM, fast unbegrenzte Übertragung
    - 3.4.13 CWDM und DWDM kombiniert
    - 3.4.14 WDM und transparente optische Netze
    - 3.4.15 Licht und Schatten – Nachteile von WDM
    - 3.4.16 Short Wave CWDM
    - 3.4.17 100G 4WDM-10 (MSA)
  - 3.5 Fibre Channel über WDM
    - 3.5.1 Speichervirtualisierung
    - 3.5.2 Speichersystem-basierte Virtualisierung
    - 3.5.3 Virtualization Appliances
    - 3.5.4 Mechanismen zur Flusskontrolle
    - 3.5.5 Buffer-to-Buffer Credit
    - 3.5.6 End-to-End Credit
    - 3.5.7 Buffer-to-Buffer Credits auf Langstreckenverbindungen
    - 3.5.8 Port-Typen im SAN
    - 3.5.9 Routing im SAN
- 4 Optical Switching – Eine Welle geht ihren Weg**
  - 4.1 Optical Switching – warum?
  - 4.2 Optische Add/Drop Multiplexer (OADM)
    - 4.2.1 Frei konfigurierbare OADM
    - 4.2.2 Colorless ROADM
  - 4.3 Technologien des Optical Switchings
    - 4.3.1 Thin Filters – starres Schalten
    - 4.3.2 2D-MEMS
    - 4.3.3 3D-MEMS – Die 3. Dimension
  - 4.4 Einsatz von OADM
    - 4.4.1 Optische Cross Connects
    - 4.4.2 Schematischer Aufbau optischer Cross-Connects
- 5 Optische Netze – Wellenlängen weltweit**
  - 5.1 Netzdesign
  - 5.2 Optische Netze im Einsatz
    - 5.2.1 DWDM-Netze
    - 5.2.2 Terastream
    - 5.2.3 Terabit-Netze im Einsatz
  - 5.3 Transparente optische Netze – Wavelength Path Routing
    - 5.3.1 Die Zukunft – Virtual Wavelength Path Routing
  - 5.4 Alone in the dark? – Optische Schutzkonzepte
    - 5.4.1 Dedicated Protection
    - 5.4.2 Shared Protection
    - 5.4.3 Rein optische Schutzmechanismen

