

HighSpeed Datacenter bis 400G

Die neue Herausforderung an die Infrastruktur

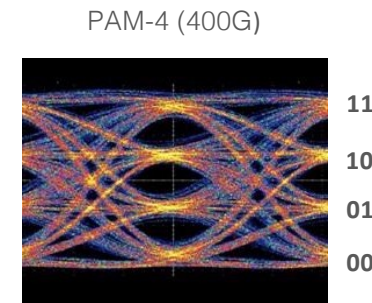
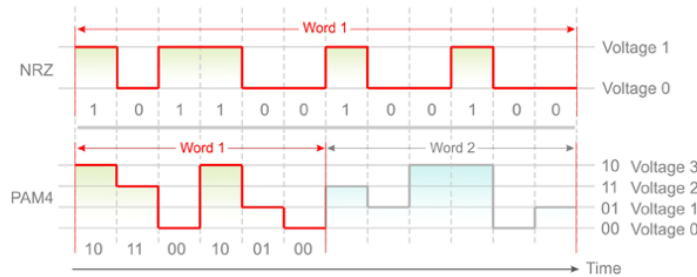
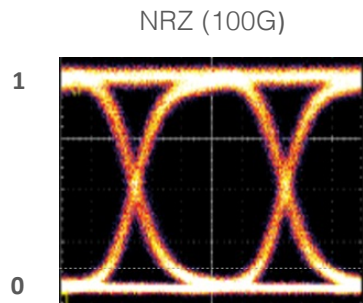
Daniel Schmid
ISATEL Electronic AG

Roland Stoss
VIAVI Solutions Deutschland GmbH

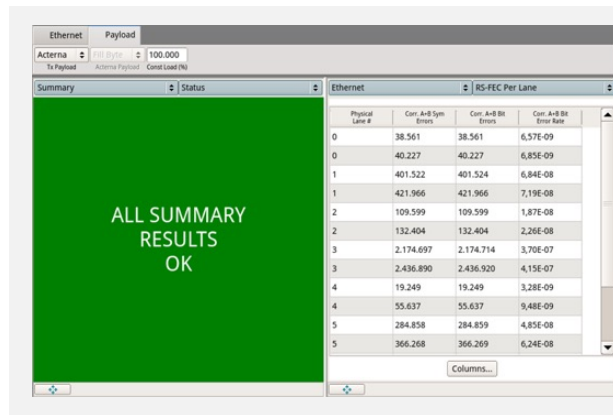


Unterschied zwischen 100GE und 400GE

Moduliertes 100G Signal hat nur 2 Schaltzustände (NRZ oder auch PAM-2)
 Die höhere Geschwindigkeit des 400G beruht auf 4 Schaltzuständen (PAM-4)
 Innerhalb eines Zeitintervalls können daher doppelt so viele Daten übertragen werden



Durch die eng beieinanderliegenden PAM-4 Schaltzustände sind Fehler im 400G kaum mehr vermeidbar.
 Damit Applikationen dennoch funktionieren müssen diese Fehler korrigiert werden: **Forward Error Correction, oder kurz FEC**



Messtechnische Veranschaulichung mit VIAVI ONA-1000

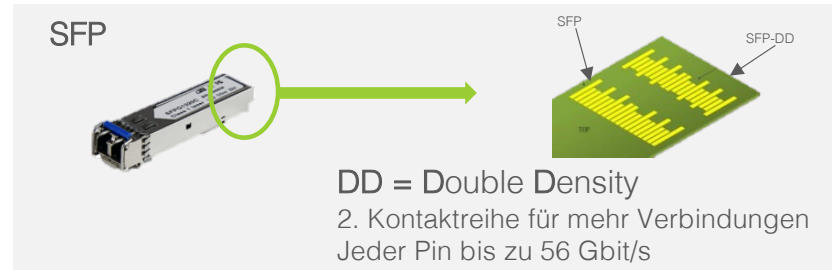


Das 400GE funktioniert fehlerfrei

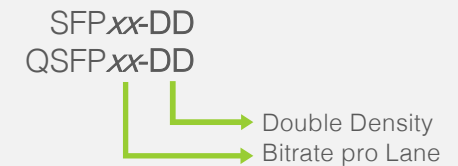
Die Forward Error Correction FEC muss jedoch sehr viele Fehler korrigieren

Transceiver – Varianten und Bitraten

Varianten	Bitraten
QSFP56-DD	400GE, 2x200GE, 4x100GE, 8x50GE
QSFP56	200GE
QSFP28-DD	200GE
QSFP28	100GE, OTU4, 50GE
QSFP+	40GE, OTU3
SFP56-DD	100GE
SFP56	50GE
SFP28	25GE, CPRI 10, 32GFC
SFP+	10GE, OTU2, OTU2e, OC-192/STM-64, 10GFC, CPRI 7/8/9
SFP	1GE, OC-3/12/48/STM, OTU1, 1G2G4GFC, CPRI



Transceiverkennungen



400G Transceivervarianten

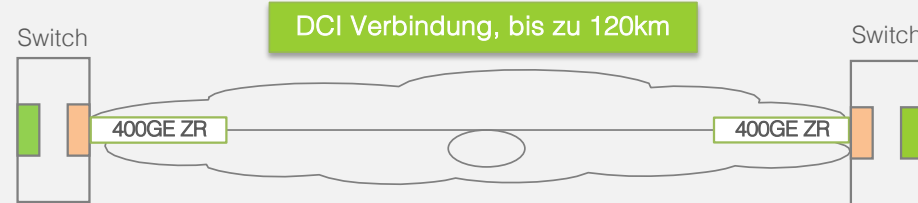
Die physikalische Schnittstelle bietet zwei Varianten: LC-Duplex oder MTP/MPO

LC-Duplex: Mehrere Wellenlängen werden benötigt, um die Gesamtbitrate zu erreichen

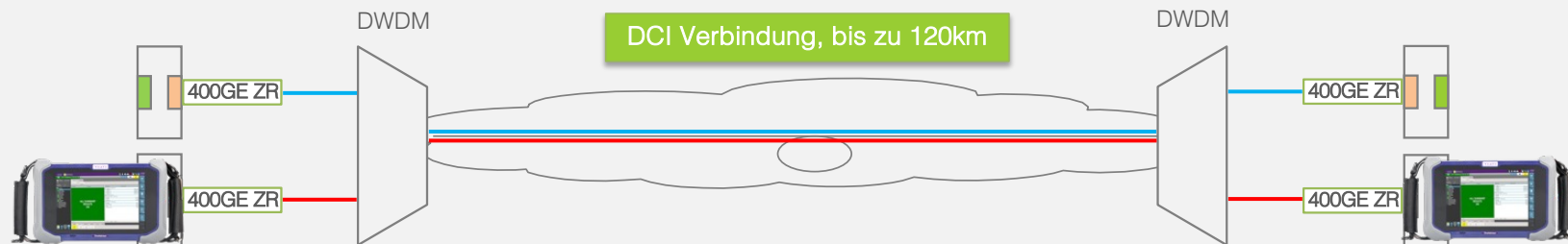
MTP/MPO: mehrerer parallele Fasern werden benötigt, um die Gesamtbitrate zu erreichen

Interface	# Media	Reach	Connectors	Optical Modulation	Spec	
400GBASE-ZR/ZR+	1 WDM λ /dir	80/120 km	Duplex LC	DP-16QAM	802.3cw	Kohärent
400GBASE-ER8	8 λ / dir	40 km	Duplex LC	PAM4	802.3cn	
400GBASE-LR8	8 λ / dir	10 km	Duplex LC	PAM4	802.3bs	
400GBASE-LR4-6	4 λ / dir	6 km	Duplex LC	PAM4	802.3cu	
400GBASE-FR8	8 λ / dir	2 km	Duplex LC	PAM4	802.3bs	
400GBASE-FR4	4 λ / dir	2 km	Duplex LC	PAM4	802.3cu	
400GBASE-DR4	4 fiber / dir	500 m	SMF MPO-12; 4 x SN	PAM4	802.3bs	4x 100GE
400GBASE-SR8	8 fiber / dir	100 m	MMF MPO-18/24	PAM4	802.3cn	
400GBASE-SR4.2	4 fibers - 2 λ /dir	100 m	MMF MPO-12	PAM4	802.3cn	

QSFP-DD 400ZR/ZR+

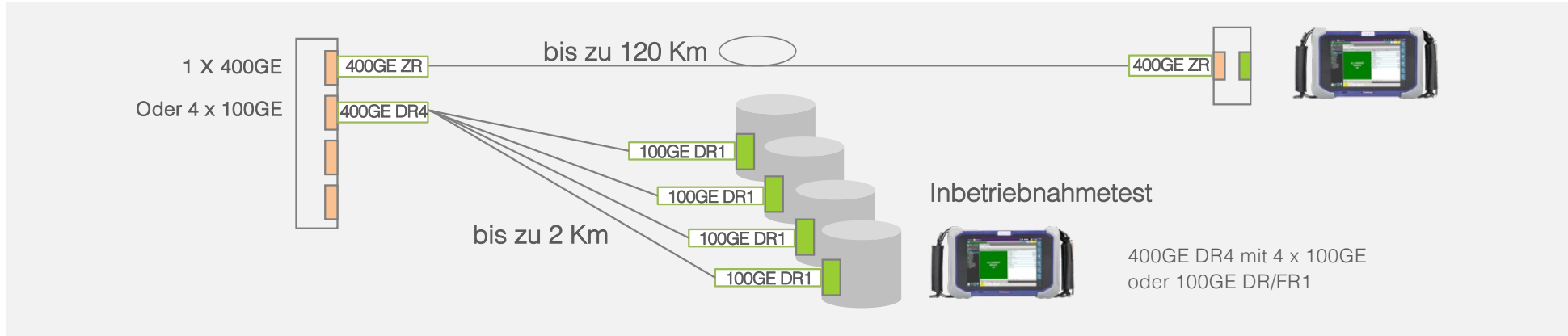


QSFP-DD 400ZR+
Tunable



- ZR-Optiken wenden eine komplexere Modulation (DP-16QAM) und stärkere FEC an
- Messgeräte müssen die Konfiguration eines Tunable Transceivers unterstützen
- Messgeräte müssen die kohärenten Statistiken der Transceiver verarbeiten können
→ Nur so kann die Performance einer Strecke beurteilt werden

400G-DR4 – Höhere Portdichten für 100G



Breakout Lösungen für DR4

AOC/DAC Kabel

1x QSFP-DD
(4x 100G-DR/FR)

4x QSFP-28
(100G-DR/FR)

Kabel MPO-LC

1x MPO-12

4x LC-Duplex

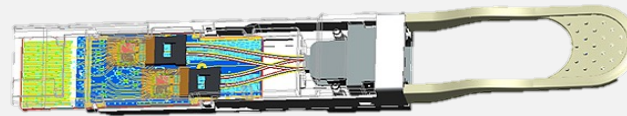
DR4 Transceiver für SN Connectors

4x 100G-DR/FR

400G muss optisch, aber auch elektrisch übertragen werden

Elektrisch

8 Pins pro Richtung
Jeweils mit 56Gbps und PAM4 moduliert
FEC ist obligatorisch
erfordert individuelle Signalanpassungen



Optisch

Unterschiedliche Varianten
Bei kohärenter Single Lambda Variante:
Komplexere Modulation (DP-16QAM)
Bessere FEC erforderlich

VIAVI ONA-1000 und ONA-800

Perfekt auf die neuen Technologien
abgestimmte Messgeräte



Summary / Status

ALL SUMMARY RESULTS OK

Summary / Status	Value
QSFP Rx Level Lambda #1 (dBm)	0,2
QSFP Rx Level Lambda #2 (dBm)	0,0
QSFP Rx Level Lambda #3 (dBm)	0,1
QSFP Rx Level Lambda #4 (dBm)	0,3
Rx Freq Deviation (ppm)	12,0
FCS Errored Frames	0
Summary / SLA / KPI	
Throughput, Current, Tx Mbps, L1	400.000,0
Throughput, Current, Rx Mbps, L1	400.000,0
Frame Loss - FLR, Lost Frames	0
Frame Loss - FLR, Frame Loss Ratio	0,0
Round Trip Delay - FD (us), Average	2,249
Round Trip Delay - FD (us), Current	2,250
Round Trip Delay - FD (us), Maximum	2,260
Ethernet / RS-FEC Stats	
FEC-A+FEC-B, Corr. A+B Bit Errors	625.899
FEC-A+FEC-B, Corr. A+B Bit Error Rate	7,44E-09
FEC-A, Uncorr. A CW Error Rate	0,00E+00
Ethernet / PCS Stats	
Max Skew (ns)	6,48

Wichtige Basisinfo in nur 1 Fenster

- 400Gbps funktioniert fehlerfrei bei 100% Last
- Rx Frequenz ist okay
- Pegel der einzelnen Lambdas sind okay
- FEC hat Bitfehler korrigiert
- Kein Bitfehler musste unkorrigiert bleiben
- Die physikalische Infrastruktur ist okay, da keine FCS Fehler aufgetreten sind
- Es sind keine Pakete verloren gegangen
- Die Signalübertragung dauerte nur knapp über 2 μ s

Fazit: Durch die Komplexität der neuen Technologien wird die Qualität der Übertragungsmedien immer wichtiger. Ein sorgsamer Umgang mit den optischen Anschlüssen, sowie präzise Installation und Zertifizierung der Glasfasern rücken dabei enorm in den Vordergrund, denn ein 400G Signal ist deutlich anspruchsvoller als ein 100G- oder 10G-Signal

Dämpfungsmessung



- Dämpfung

OTDR-Messung



- Dämpfung
- Reflexion
- Länge

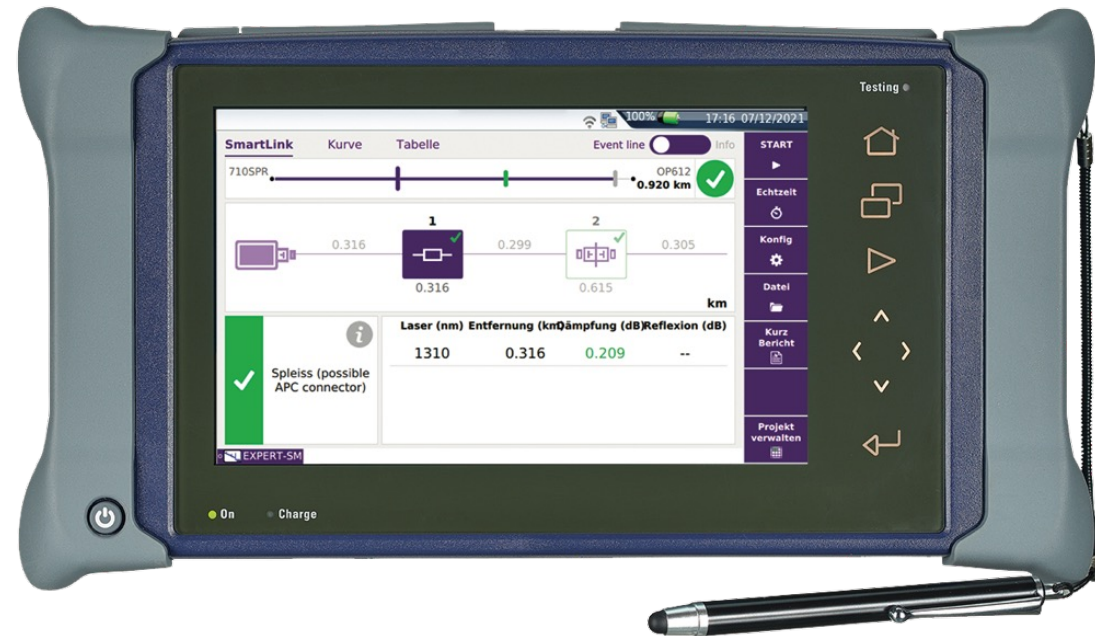
Faserqualifizierung



- Dämpfungsprofil
- Chromatische Dispersion CD
- Polarisationsmodendispersion PMD

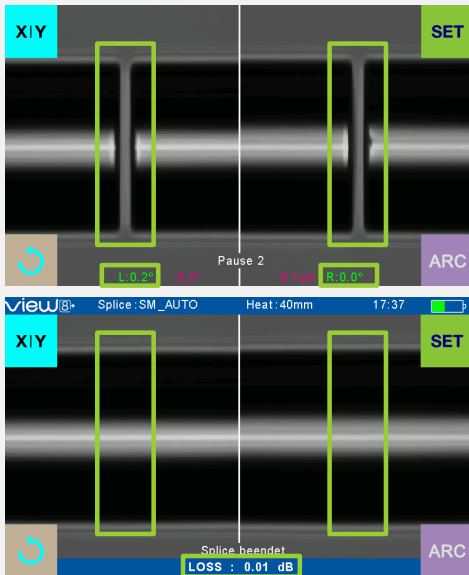
Um FCS-Fehler zu vermeiden, genügt ein reine Dämpfungsmessung nicht mehr. Eine OTDR-Messung ist zwingend!
Ebenso wird die Faserqualifizierung mit CD und PMD bei 400G empfohlen.

Die OTDR-Messtechnik ist so einfach wie noch nie!

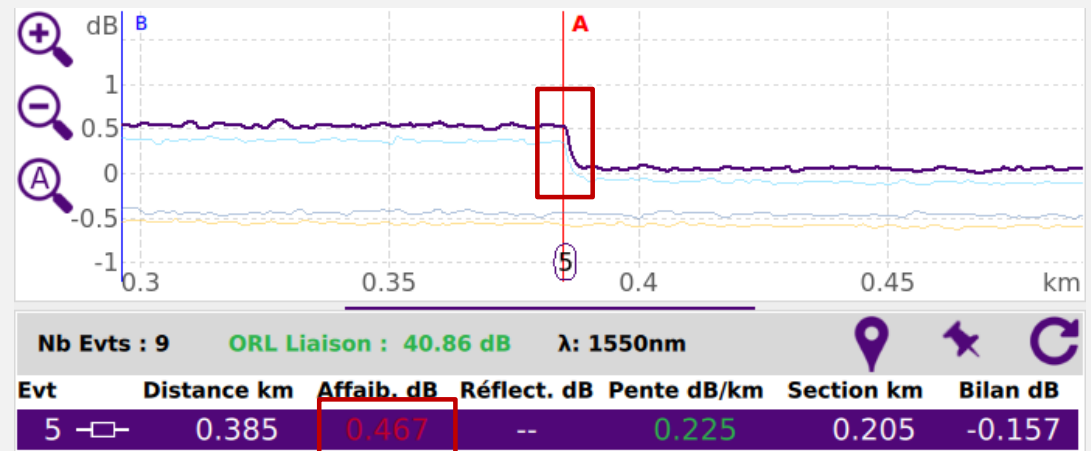


- Einfache Darstellung mit intuitiver Benutzeroberfläche und Event-Icons
- Fertige Konfigurationen vereinfacht dem Techniker die Einstellungen
- Pass/Fail-Angabe bei den einzelnen Events
- PDF-Erstellung auf dem Gerät

Spleisstechnik

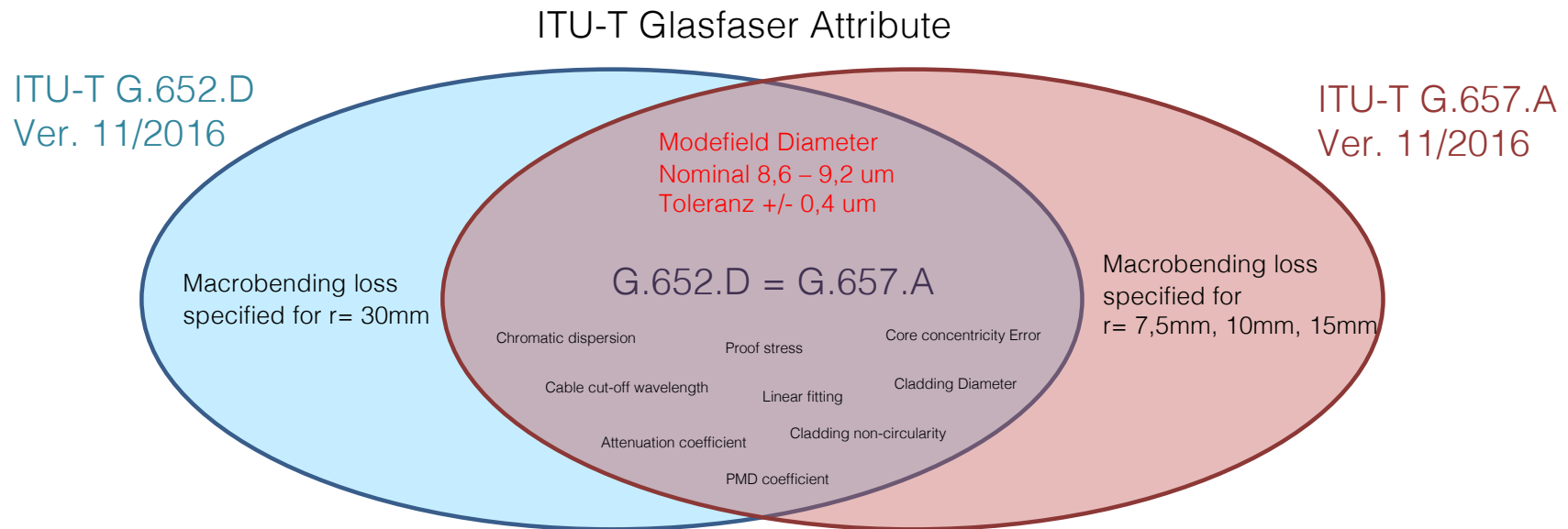


OTDR-Messtechnik

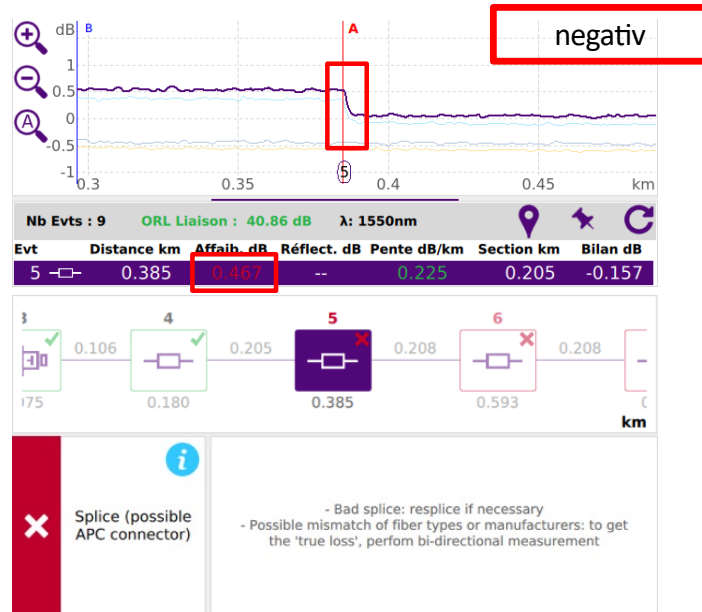


Die ITU-T-Empfehlungen G.65X spezifizieren die Eigenschaften von Glasfasern. Entsprechend dieser ITU-T Empfehlungen werden die Glasfasern kategorisiert. Stand heute wurden seitens der ITU-T neunzehn verschiedene Singlemode Faserspezifikationen definiert.

Die aktuellste G.657.A Spezifikation entspricht der ITU-T G.652.D, bietet aber bessere Makrobiege-Eigenschaften. Folglich ist eine Glasfaser nach der aktuellsten G.657.A Spezifikation vollständig kompatibel mit einer G.652.D Glasfaser.

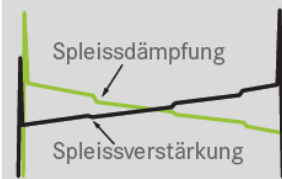


Die Wahrheit sagt nur eine Bidirektionale OTDR-Messung!



«Wahrheit» Spleissverlust ist der Durchschnitt: $(\text{Event}_{\text{loss } A \rightarrow B} + \text{Event}_{\text{loss } B \rightarrow A}) / 2$
@1550 nm : **0,049 dB ✓**

Bidirektionale Analyse

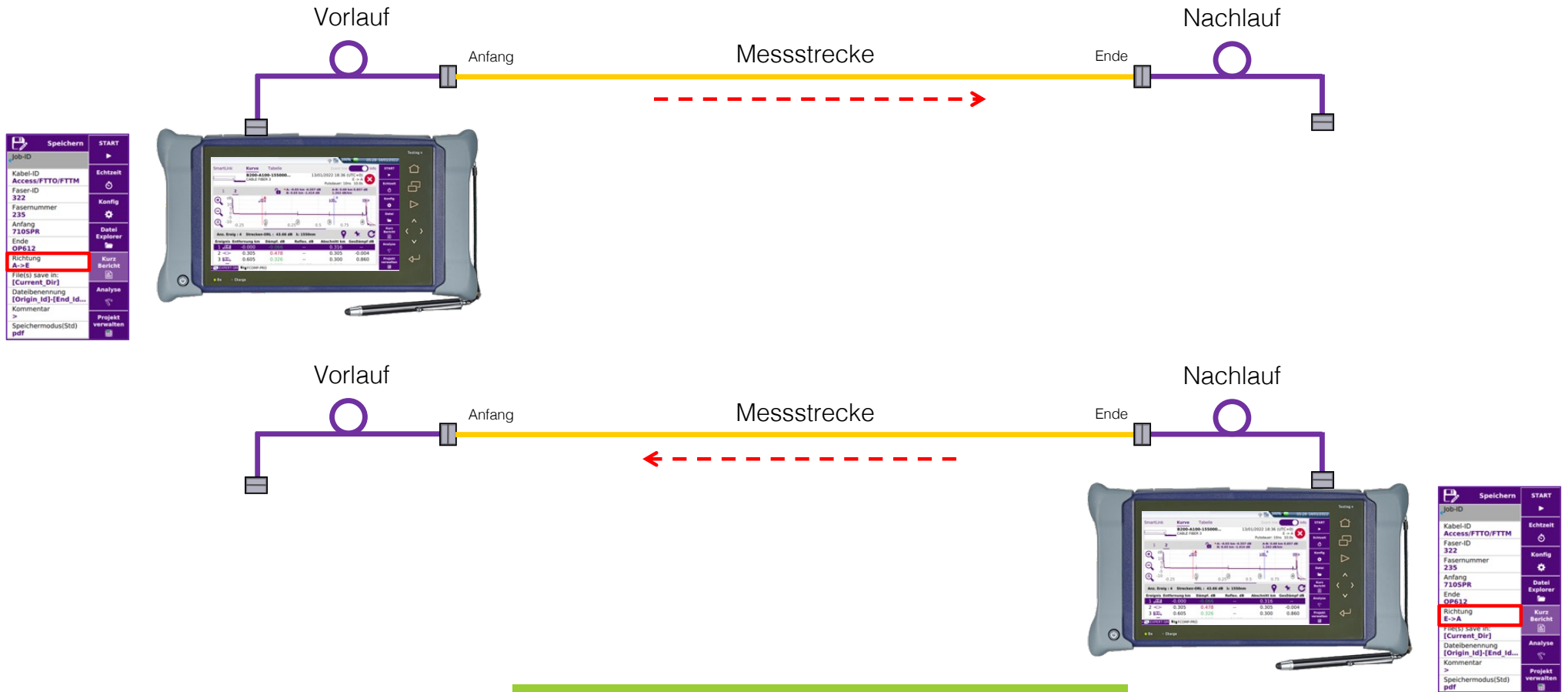


Unterschiedliche Faser-Rückstreuoeffizienten können dazu führen, dass ein Spleiss je nach Messrichtung als scheinbare Verstärkung bzw. Dämpfung angezeigt wird.

Die bidirektionale Analyse erlaubt, die Auswirkungen derartiger Fehlanpassungen weitestgehend zu verringern. Hierfür wird die Spleissdämpfung in beiden Richtungen gemessen und das Ergebnis gemittelt, um die tatsächliche Spleissdämpfung zu erhalten.

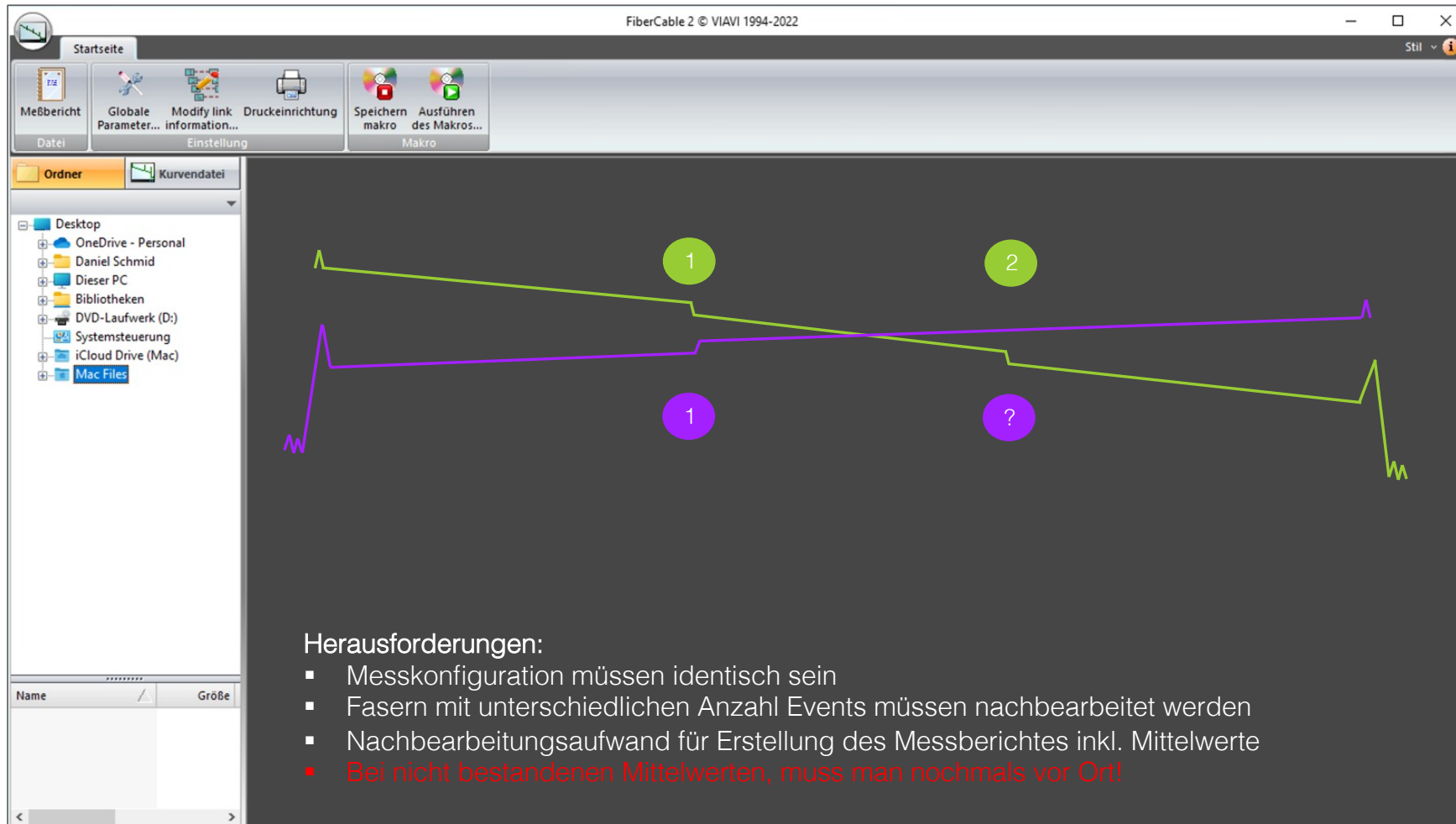
Bidirektionale OTDR-Messungen (konventionell)

Messaufgaben im Projekt




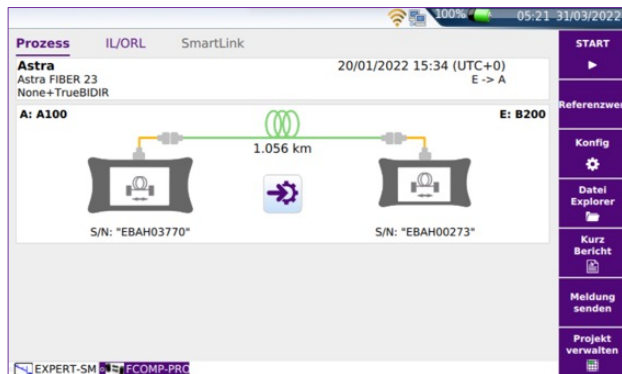
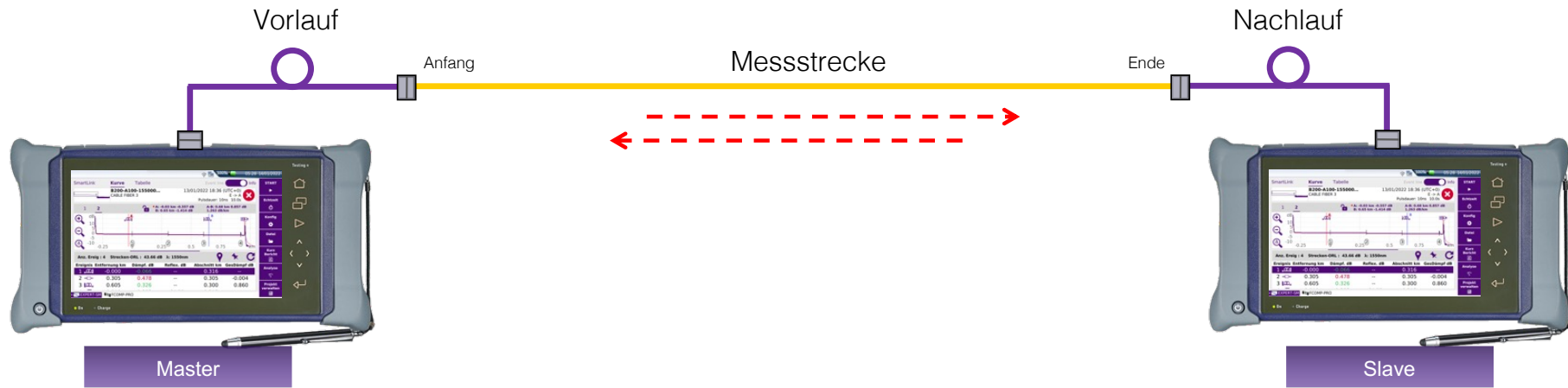
Vorlauf- und Nachlauffaserbox muss am Ort bleiben!

Aufgaben im Backoffice



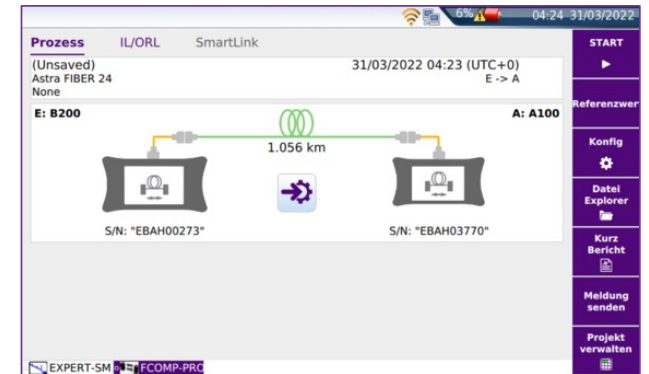
Bidirektionale OTDR-Messungen (automatisiert)

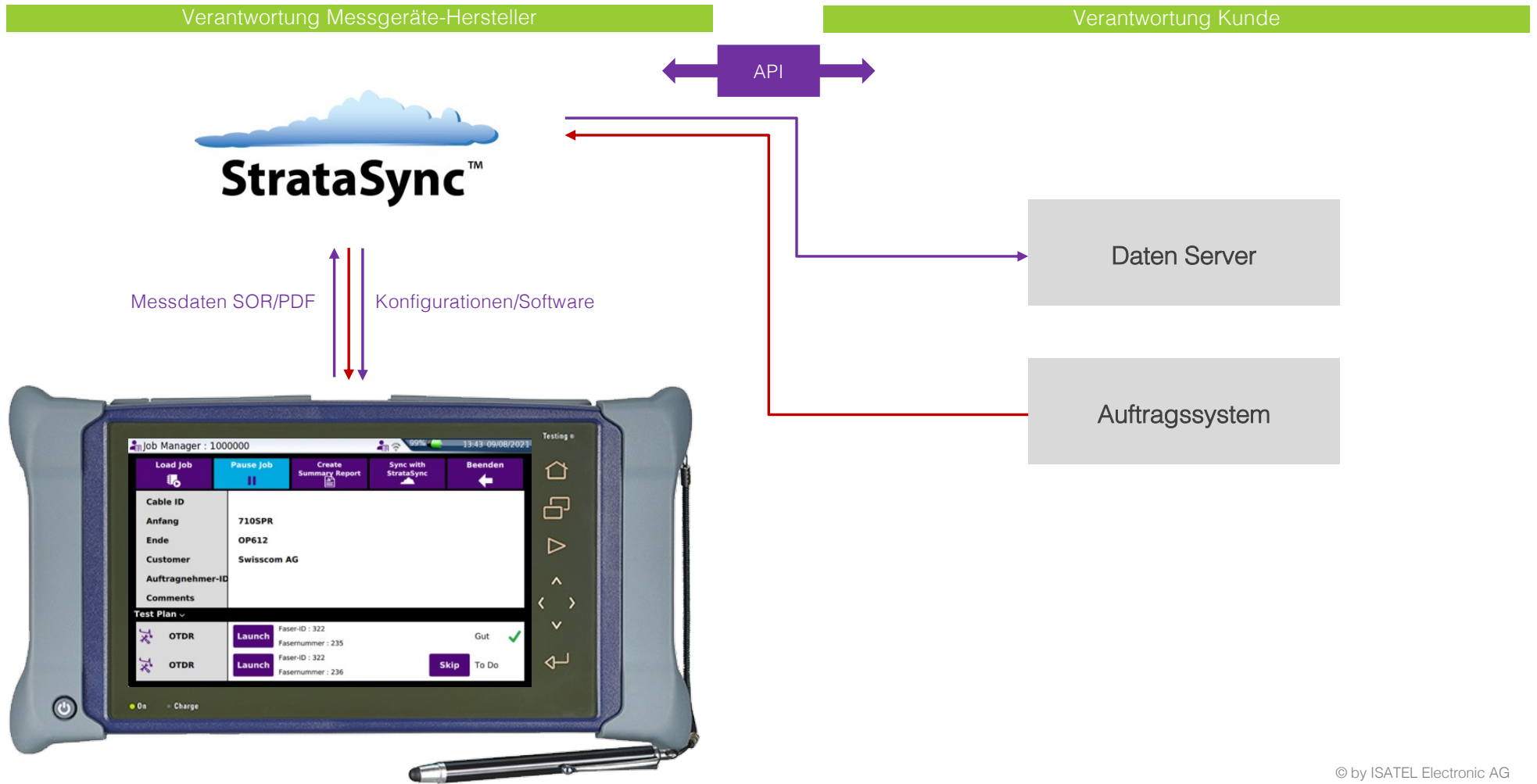
FiberComplete PRO 
FCOMP-PRO



Vorteile:

- Automatischer Austausch der Messkonfiguration
- Automatisches einsetzen von fehlenden Events
- **Automatischer PDF-Messbericht mit Mittelwerten**

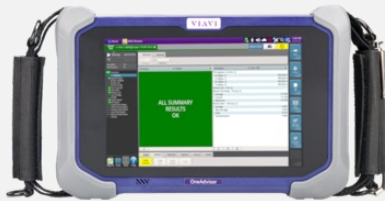




Ein 400G Signal ist deutlich anspruchsvoller als ein 100G- oder 10G-Signal.
Es gibt einiges, auf was bei der Infrastruktur, sowie in den höheren Layern geachtet werden muss.
Die Qualitätssicherung ist ein Muss!

Wie verdienen Sie in Zukunft Ihr Geld, ohne dass die Qualität zu vernachlässigen?

Mit den richtigen Werkzeugen



Mit richtigen Abläufen und Prozessen



Mit dem richtigen Fachwissen



Mit dem richtigen Partner



Funktionsprinzip von OTDR-Messungen

Blockschaltbild eines OTDRs
Das Prinzip der Funktion eines OTDRs ist die Erzeugung eines Lichtpulses, der in die Faser geschickt wird. Die Reflexionen an den verschiedenen Stellen der Faser werden gemessen und in einem Diagramm dargestellt.

Das Diagramm zeigt die Reflexionen an verschiedenen Stellen der Faser. Die Y-Achse ist mit dB beschriftet. Die X-Achse zeigt die Entfernung in km.

Was misst ein OTDR?
Ein OTDR misst die Dämpfung und die Reflexionen in einer Faser. Er kann auch die Länge der Faser und die Positionen von Störungen messen.

Bestandteile
Ein OTDR besteht aus einer Lichtquelle, einer Detektorlinse, einer Faser und einer Elektronik.

Optische Rückstreuung (ORS)
Die ORS ist die Rückstreuung des Lichts an den verschiedenen Stellen der Faser. Sie wird durch die Dämpfung und die Reflexionen verursacht.

Erklärung der wichtigsten OTDR-Parameter
Die wichtigsten Parameter eines OTDR sind die Pulsdauer, die Pulshöhe, die Abtastzeit und die Dämpfungskoeffizienten.

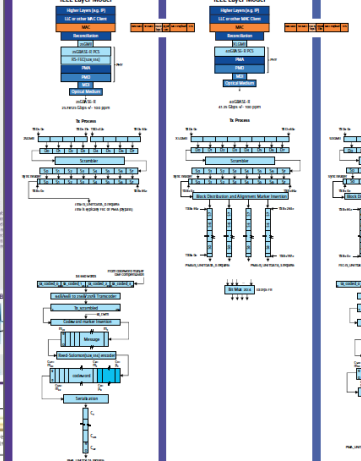
Bestandteile (Zusatz)
Ein OTDR kann auch eine Faserkopplereinheit, eine Faserbox und eine Faserbox mit einem OTDR-Modul enthalten.



Mehr erfahren Sie auf www.viavisolutions.com

World of 25 to 400 Gbps: The Lower Layers

25GE 40GE 50GE 100GE 200GE 400GE



The World of 400G Optical Client Interfaces

PLUGGABLES BLOCK DIAGRAMS RECOMMENDATIONS GLOSSARY

200G / 400G module form factors for client interfaces

CPM Module: End-to-end factor for 400G

QSPF-DD Module: 400G

QSPF-DD (MSA): 400G

QSPF-DD: 400G with QSPF Flare Factor

Applications: Server, Storage, Cloud, etc.

Block Diagram of a QSPF-DD or OSFP LR8/FR8 Transponder

Block Diagram of a QSPF-DD or OSFP DR4 Transponder

ANATOMY OF A QSPF-DD

TWO ROWS OF CONNECTORS

BENEFITS AND CHALLENGES OF PAM-4 MODULATION

Challenges Posed by Using PAM-4 Modulation Instead of NRZ:

- Devices must be able to handle a single "0000"
- Theoretically, much higher amplitude linearity is required
- Clock recovery is more difficult
- Standards may change over time
- Requirements such as noise, jitter and crosstalk can have higher impact

New adaptive equalizer methods are used at RX, e.g.:

- FFE = Feed Forward Equalizer
- DFE = Decision Feedback Equalizer
- ML = Maximum Likelihood Equalizer
- DFE = Decision Feedback Equalizer

New test patterns have been defined to cater for PAM-4 specific:

- PRBS2 (short length pattern, repeating sequence)
- PRBS20 (short length pattern, repeating sequence)

NRZ Modulation:

- 1 bit per clock cycle
- Voltage B = 2V

PAM-4 Modulation, Linear (non-Gray) coding:

- 2 bits per clock cycle
- Wrong Decodes between B and C => 2 error bits

PAM-4 Modulation, Gray coding:

- 2 bits per clock cycle
- Wrong Decodes between B and C => only 1 error bit

Linear Coding vs. Gray Coding

When there is a single decoder between B and C in a linear PAM-4 coding, it means that instead of "01" we will receive "00" (or vice versa), hence 2 connections are needed.

Gray coding avoids this "double error" issue by swapping the B and C in such a way that adjacent levels have only one bit in common, hence a wrong decision at the threshold will only affect just one error bit, not 2.

400G KPA FCC

400G Ethernet uses the powerful QPAM-4 FEC defined in IEEE 802.3bs to protect data over both the electrical and optical parts of the link.

It is important to fully validate the FEC for both signal performance and power integrity. The FEC power requirements are very dynamic and can vary with error position and number. FEC really changes BMA margin calculations.

VIavi PORTFOLIO FOR 400G TESTING

VIavi ONT400 400G
The ONT400 400G covers all test and measurement needs for the 400G ecosystem.

VIavi MAP-200
The MAP-200 provides a full portfolio for optical test signal conditioning and signal monitoring. Specific signal models for 400G requirements are available.

THE CHALLENGES OF 400G TECHNOLOGY

With PAM-4 Coding and FEC, a simple BER Test is no longer meaningful

To find root cause of errors, sophisticated error analysis is needed

- Error distribution and error performance in different mode
- using specific PAM-4 aware test patterns like PRBS2 and OSFP
- Pattern dependency of error, pattern flip
- Real FEC performance & margin, using random error insertion

An automated Transponder Validation Test helps to quickly qualify transponders by checking:

- Transponder with different framed and unframed signals
- Dynamic performance in the presence of back offset or TX preemphasis adjustments
- Checking the NRZ to 400G Management Interface with different queries
- Dynamic performance in the presence of back offset or TX preemphasis adjustments

VIavi PORTFOLIO FOR 400G TESTING

VIavi ONT400 400G
The ONT400 400G covers all test and measurement needs for the 400G ecosystem.

VIavi MAP-200
The MAP-200 provides a full portfolio for optical test signal conditioning and signal monitoring. Specific signal models for 400G requirements are available.

To learn more, visit viavisolutions.com

Besten Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

