

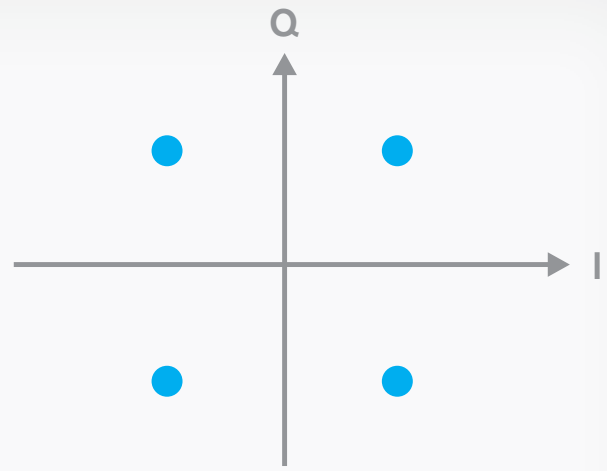
100 Gbit/s-Leitungsseite – Beeinträchtigungen, Dispersion und OSNR

Konstellationsdiagramm

Ein Konstellationsdiagramm ist eine Darstellung eines von einem digitalen Modulationsschema modulierten Signals (Phase und/oder Amplitude). In anderen Worten zeigt es die möglichen Symbole, die in einem bestimmten Modulationsformat als Punkte in einer komplexen Ebene ausgewählt werden können.

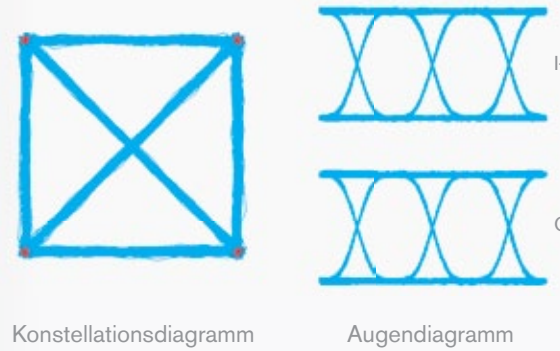
Beispiel eines Konstellationsdiagramms für eine Quadratur-Phasenumtastung (QPSK)

I = In-Phasen-Achse oder realer Teil des Signals
Q = Quadraturachse oder imaginärer Teil des Signals

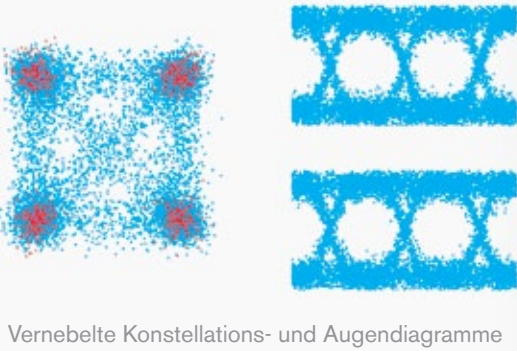


Häufig auftretende QPSK-Beeinträchtigungen

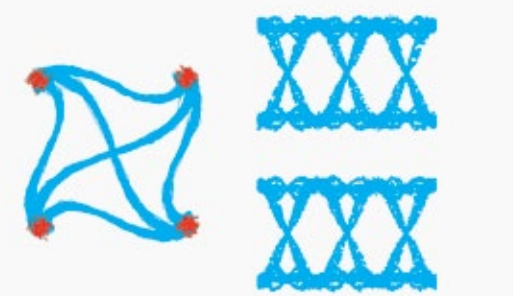
Ideale QPSK-Konstellaton



Schlechter Signal-/Rausch-Pegel-Sender

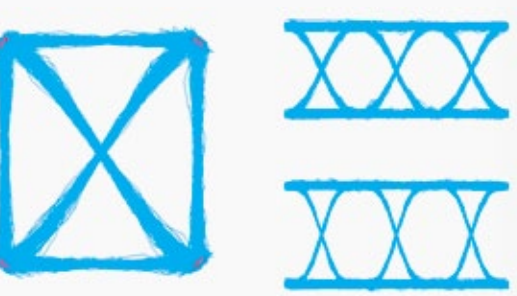


Chirp



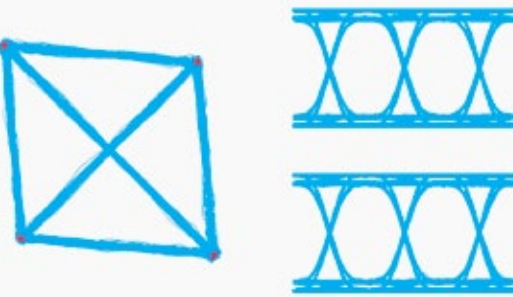
Die S-förmigen Übergänge der Chirp-Beeinträchtigung können infolge der Datenmodulation oder einer noch vorhandenen Faserdispersion entstehen.

Ungleichgewicht der I/Q-Verstärkung



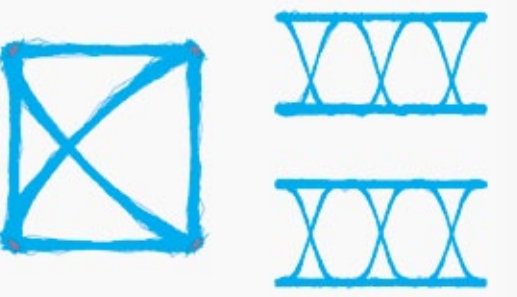
Diese Beeinträchtigung, welche als rechteckige Konstellation angezeigt wird, liegt an einer Verstärkung, die sich im I-Anschluss im Vergleich zum Q-Anschluss unterscheidet, d. h. die Leistung des HF-Treibersignals (RF3 und RF4) ist nicht optimiert.

I/Q-Quadraturfehler



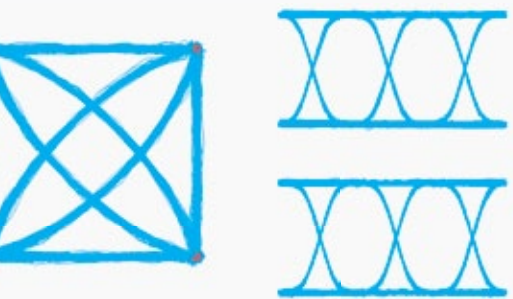
Eine rautenförmige Konstellation tritt auf, wenn die I- und Q-Phasen keine perfekte 90°-Phasenverschiebung anzeigen. Dazu kommt es, wenn Verzerrung B5 nicht optimiert ist.

I/Q-Modulator-Verzerrungsfehler



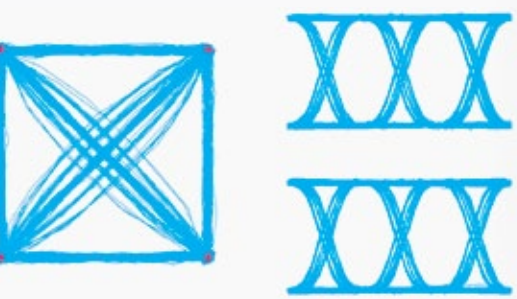
Diese Beeinträchtigung, welche durch eine inkorrekte Verzerrung in der I-Verzerrung des I/Q-Modulators (Verzerrung B1) hervorgerufen wird, führt zu einer Überschiebung in die I-Richtung und einer Unterschwingung in die Q-Richtung.

I/Q-Datenversatz



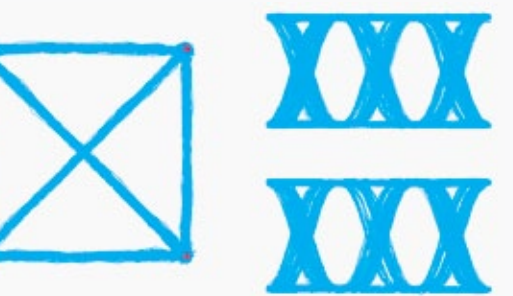
Die Öffnung in der Mitte der Konstellation entsteht durch eine konstante Zeitverzögerung zwischen dem I- und dem Q-HF-Treibersignal (RF3 und RF4).

Deterministischer datenabhängiger Jitter



Das I- und Q-HF-Treibersignal (RF3 und RF4) enthält einen deterministischen Jitter, der von den Treiberschaltkreisen oder SERDES ausgeht und zu einer Verzögerung bei den Übergängen führt.

Zufälliger Datentakt-Jitter



Eine gleichmäßige Verzögerung in der I- und der Q-Phase aufgrund eines Takt-Jitters (RF3- und RF4-Treibersignale) führt zu einer Beeinträchtigung, die nur im Augendiagramm sichtbar ist.

Polarisationsmodendispersion (PMD)

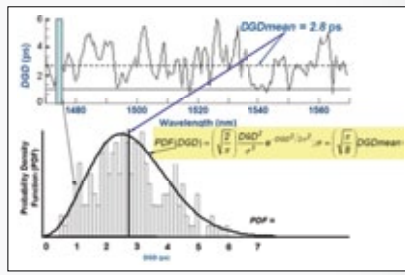
- › Eine kohärente digitale Signalverarbeitung (DSP) gleicht einen großen Teil der durchschnittlichen PMD aus
- › Einige zu hohe Werte führen dennoch zum Netzwerkversagen
- › Die Echtzeit-Auswirkungen der differentiellen Gruppenlaufzeit (DGD) pro Wellenlänge wird an der Empfängerseite überwacht und ausgeglichen
- › Die Verfolgung hat ihre Einschränkungen, was die Reichweite und die Übergangs-/Reaktionsgeschwindigkeit betrifft

Ein zu schneller oder extremer DGD-Übergang kann führen zu:

- › Die DSP-Verfolgung schlägt fehl
- › Das System gleicht beim Versuch, DGD-Informationen zu empfangen, nicht aus
- › Burstfehler mit Erhöhung der BER
- › Verlust der Verfolgung und lange Wiederherstellungszeit von bis zu 5 Sekunden

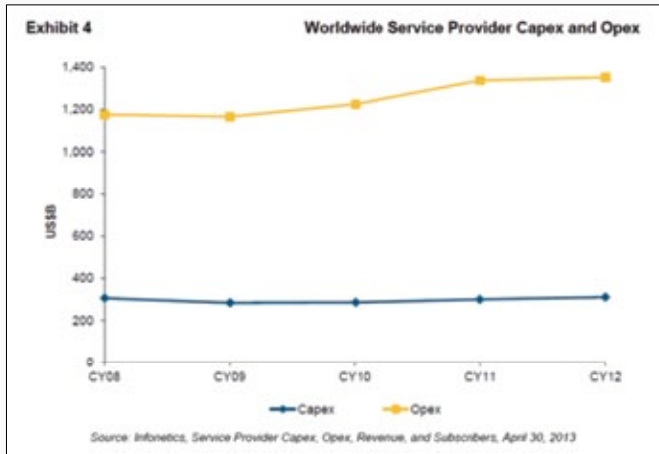
PMD-Messung bei aktiven Signalen (mit WDM Investigator)

- › Identifikation der PMD-Probleme bei aktiven, nicht kohärenten Kanälen
- › Ideal zur PMD-Beurteilung vor einem Upgrade auf 100G



Die Herausforderung: Betriebskostensenkung bei zunehmender Netzwerk-Komplexität

Die Lösung: Verwenden von WDM Investigator für erhöhte Netzwerksichtbarkeit und Betriebskostensenkung



Auf dem weltweiten Telekommunikationsmarkt mit einem Marktvolumen von 1,8 Billionen USD im Jahr 2012 machten die Betriebskosten 14 Billionen USD aus. Quelle: Infonetics, April 2013

Herausforderung

Netzwerk-Komplexität

- › ROADMs
- › Kohärent
- › Verschiedene Modulationsformate
- › Verschiedene Bandbreiten
- › Weniger Tests unbeschalteter Fasern

Ergebnis: Neue Beeinträchtigungen

- › PMD-Pulsausbreitung
- › Nebensprechen
- › Nichtlineare Effekte (NLE)
- › Carrier Leakage (CL)

Viele Rauschquellen, die identifiziert und abgeschwächt werden müssen.

$$Noise = N_{ASE} + N_{NLE} + N_{CL} + N_{CL}$$

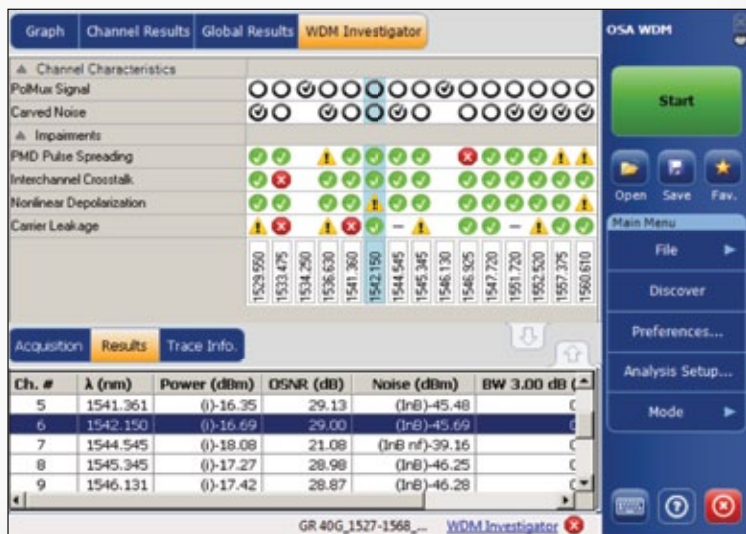
Fasertyp	10G-Netzwerke	40G- und 100G-Netzwerke
Rauschtypen	ASE	ASE, sofortige PMD, NLE, Nebensprechen und CL
Rauschquellen	Optische Verstärker	Verstärker, Fasereigenschaften, anliegende Kanäle, Filter und Sender
Fehlerbehebung von Rauschproblemen	Einfacher	Komplexer, zeitaufwendiger und teurer
Fehlerbehebungsverfahren für Rauschprobleme	Überprüfen des Verstärker-Rausch-Wertes	Überprüfung der Verstärker, Kanalleistung (NLE), Kanalabstände (Nebensprechen + NLE), Sender-CL, chromatischen Dispersions- und PMD-Werte (NLE) und Filterung (OSNR)
Erforderliche Testwerkzeuge	LWL-Spektalanalysator	WDM Investigator

Die Lösung: WDM Investigator

- › Erkennt neue Rauschquellen, wie z. B. Interkanal-Nebensprechen, nicht lineare Effekte und Carrier Leakage.
- › Misst die PMD bei aktiven Signalen (unbeschaltete Fasern sind bei der PMD-Messung nicht mehr nötig)

Vorteile

- › Ermöglicht die Diagnose des Netzwerks
- › Hilft bei der Erkennung der wahrscheinlichsten Rauschquellen
- › Beschleunigt die Fehlerbehebung
- › Reduziert den Feineinsatz von Geräten
- › Bringt die Betriebskosten unter Kontrolle

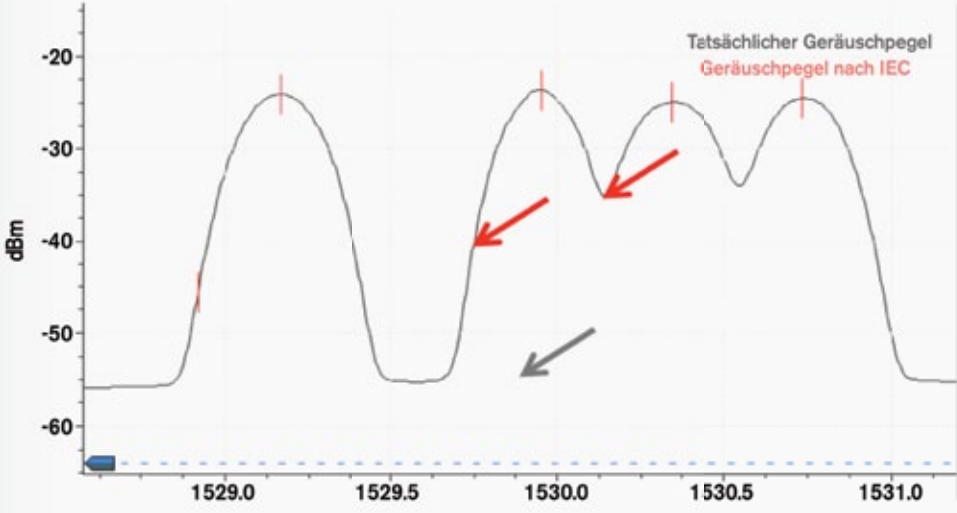


OSNR-Messung kohärenter 40G/100G-Signale

Warum die IEC-Methode in kohärenten Netzwerken fehlschlägt

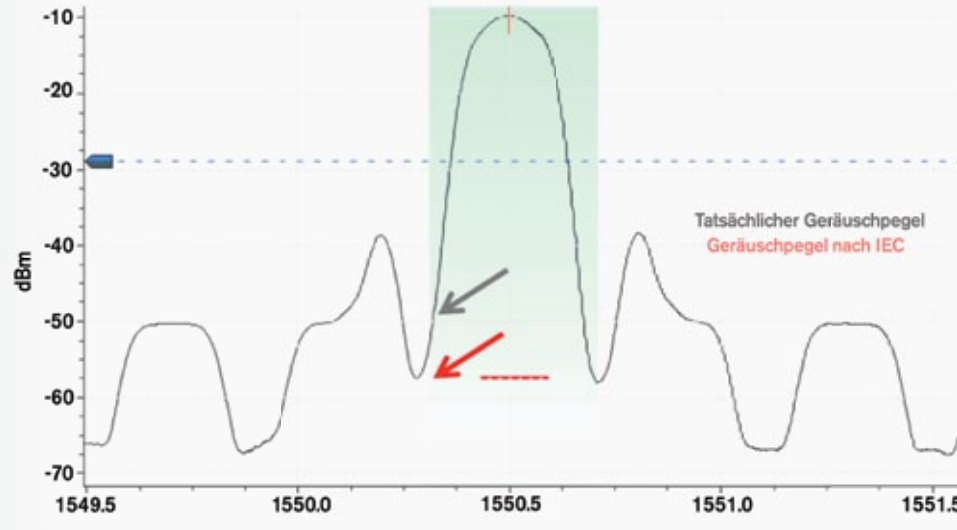
Fall 1: Netzwerk mit 40 Gbit/s oder 100 Gbit/s

- › Kohärente 40G- und 100G-Signale liegen nah beieinander und überlappen daher
- › Die IEC-Methode führt zu einer Überschätzung des Rauschpegels
- › Dies führt wiederum zu einem verfälschten Eindruck des Problems



Fall 2: ROADM im Netzwerk vorhanden

- › Ein ROADM enthält Filter, die das Rauschen zwischen den Kanälen reduzieren
- › Die herkömmliche Interpolationsmethode führt zu einer Unterschätzung des Rauschpegels
- › Dies schafft einen falschen Eindruck von Sicherheit



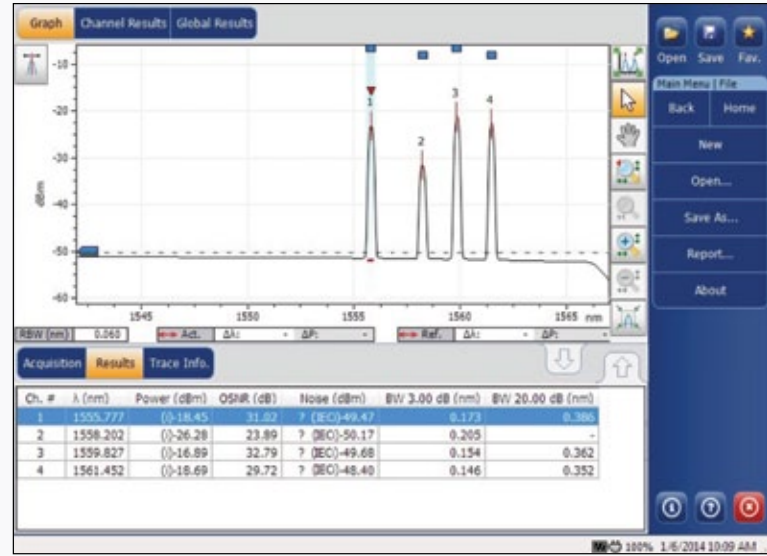
Warum In-Band-OSNR in kohärenten Netzwerken fehlschlägt

Das polarisationsbasierte In-Band-OSNR funktioniert nicht, weil das Signal als unpolarisiert erscheint (zwei orthogonale Polarisationen).

- › WDM-Aware funktioniert nicht
- › Polarisationsnullung funktioniert nicht

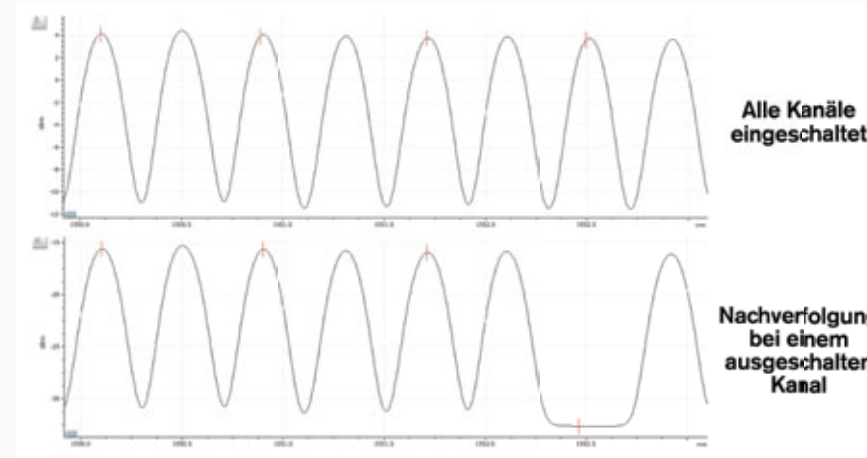
Die Lösung: Pol-Mux OSNR-Messungen mit dem Inbetriebsetzungsassistenten von EXFO

- › Die Pol-Mux OSNR-Messung erfolgte nach der IEC In-Band-Methode (Empfehlung gemäß IEC 61282-12), wie im „IEC“ in der Rauschspalte unten dargestellt
- › Außerdem im Inbetriebsetzungsassistenten: Pol-Mux OSNR-Messung gemäß YD/T 2147-2010-Methode der China Communications Standards Association (CCSA)



Der Inbetriebsetzungsassistent von EXFO

- › Messung von Kurven während der Inbetriebsetzung (durch Ausschalten der Kanäle)
- › Erfordert n+1 Kurven (n = Anzahl der Kanäle)
- › Der Inbetriebsetzungsassistent berechnet dann automatisch den Pol-Mux-OSNR
- › Spart Zeit und Geld und reduziert das Risiko für menschliches Versagen in Bezug auf manuelle Berechnungen bei ausgeschalteten Kanälen



Zusammenfassung der OSNR-Methoden

Datengeschwindigkeit	ROADM	Modulationsformat	OSNR-Methode
≤10 Gbit/s	Nein	OOK	IEC
≤10 Gbit/s	Ja	OOK	In-Band
40 Gbit/s nicht kohärent	Ja oder Nein	DQPSK oder sonstiges	In-Band
40 Gbit/s kohärent	Ja oder Nein	DP-QPSK, DP-BPSK	Pol-Mux
100 Gbit/s kohärent	Ja oder Nein	DP-QPSK	Pol-Mux

FTB-5240S/BP-Spektalanalysator

- › Die erste Drittanbieter-40G/100G-Pol-Mux-OSNR-Option auf dem Markt
- › Intelligente In-Band-OSNR-Messung für 40 Gbit/s- und ROADM-Systeme
- › Automatische Erkennung von Beeinträchtigungen für eine schnellere Fehlerbehebung
- › Schnelle und kostenwirksame PMD-Analyseoption während des Betriebs



Der PSO-200-Modulationsanalysator von EXFO

- › Unterstützt Datengeschwindigkeiten von 40 Gbit/s, 100 Gbit/s, 400 Gbit/s, 1 Tbit/s und darüber
- › Für NRZ, RZ, DPSK, DQPSK, QPSK, 16-QAM
- › Single- oder Dual-Polarisationsübertragung
- › Verzerrungsfreie Signalarückgewinnung



HAUPTGESCHÄFTSSITZ VON EXFO

400 Godin Avenue
Quebec City (Quebec)
G1M 2K2 CANADA
T: +1 418 683-0211
F: +1 418 683-2170

EXFO INDIEN

308, IRIS Tech Park, Sector-48
Sohna Road, Gurgaon-122018
Haryana, INDIEN
Tel.: + 91 124 4868370
Fax: +91 124 4868378
sales.india@exfo.com

EXFO | Telekommunikationstest
und Service Assurance