

Wie kommt das Licht von Hamburg nach Stuttgart

GPN17, @momorientes und @marcnetismus
MEDIENTHEATER 26.05.2017

Marc Helmus

- Plans, builds, runs longhaul networks
 - @marcnetismus (Twitter)
 - 7UAEVZH7 (Threema)
 - mail@marchelmus.de
-
- Fokus: Transmission, Infrastruktur

Moritz Frenzel

- Network Engineer @ Globalways AG
 - shackspace
 - momorientes (twitter, freenode)
 - momo (ircnet, chaos.social)
 - Moritz.Frenzel@globalways.net
-
- Fokus: Datacenter Interconnect, Metro Networks

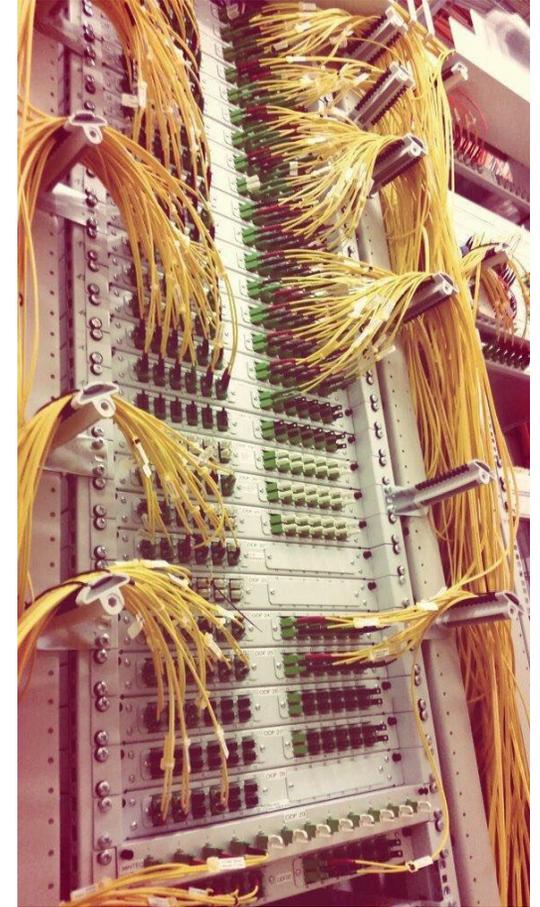
Kurze Grundlagen

- Layer 0: Wegerechte, Trassen, Rohre, Kabel, Fasern (keine blinkenden Bauteile)
- Layer 1: xWDM, im Weitverkehr DWDM
- Layer 2: Transport, z. B. Ethernet -> Switching
- Layer 3: Vermittlung, z.B. IP -> Routing
- Layer 4-7: Packet overhead
- Layer 8

Kurze Grundlagen - Layer 0

- DarkFiber-Netze, quasi unlimitierte Bandbreite, physikal. Grenzen
- Vermietung durch Netzbetreiber an Dritte, die ihre eigene Technik darauf betreiben
- Bereitstellung der Infrastruktur, z.B. Fasern, Rackspace, Klima, Strom, Access, Repeater-Standorte
- Meist ein Faserpaar von A-B, Auch BiDi möglich (Einzelfaser, meist in FTTH-Netzen)

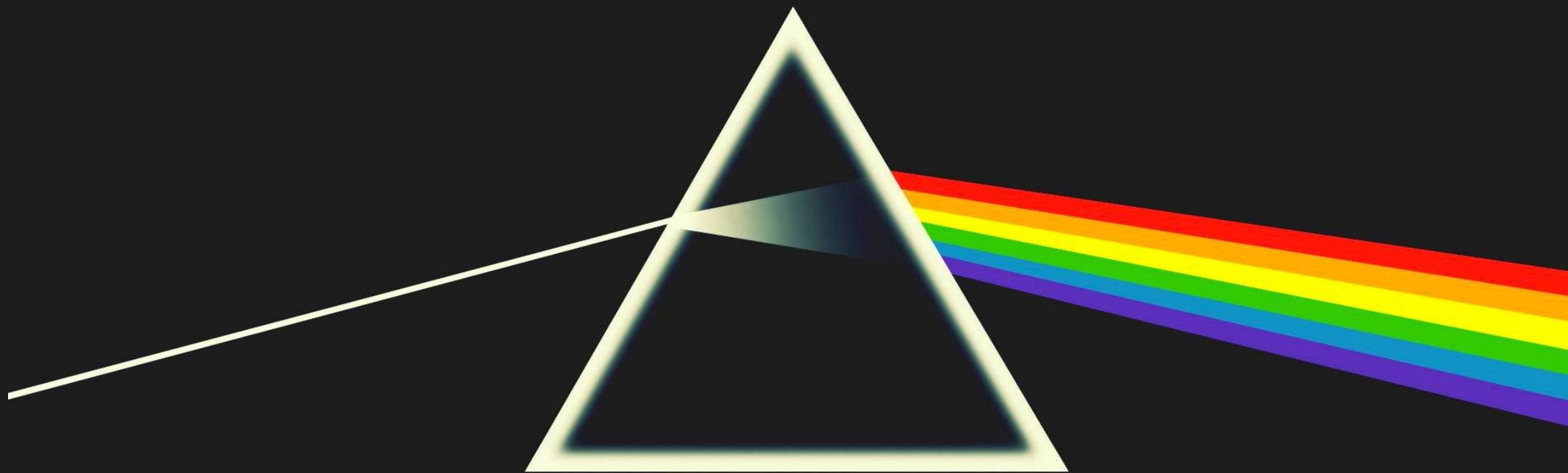
Layer 0 Bilder



Kein Datacenter, reine Repeater

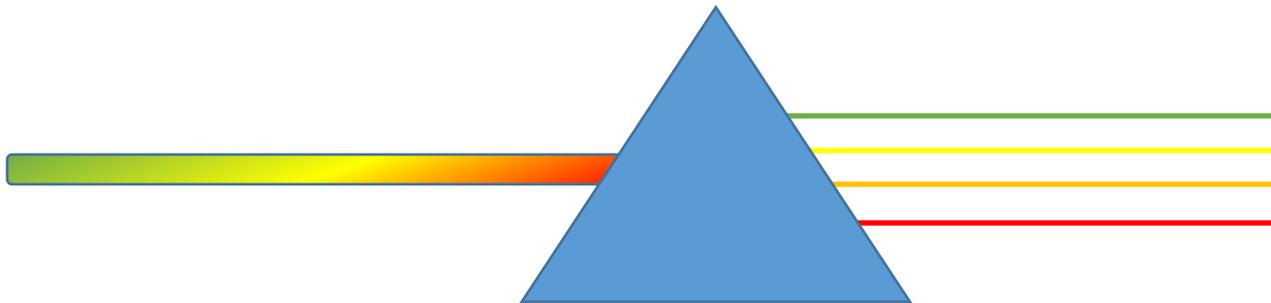


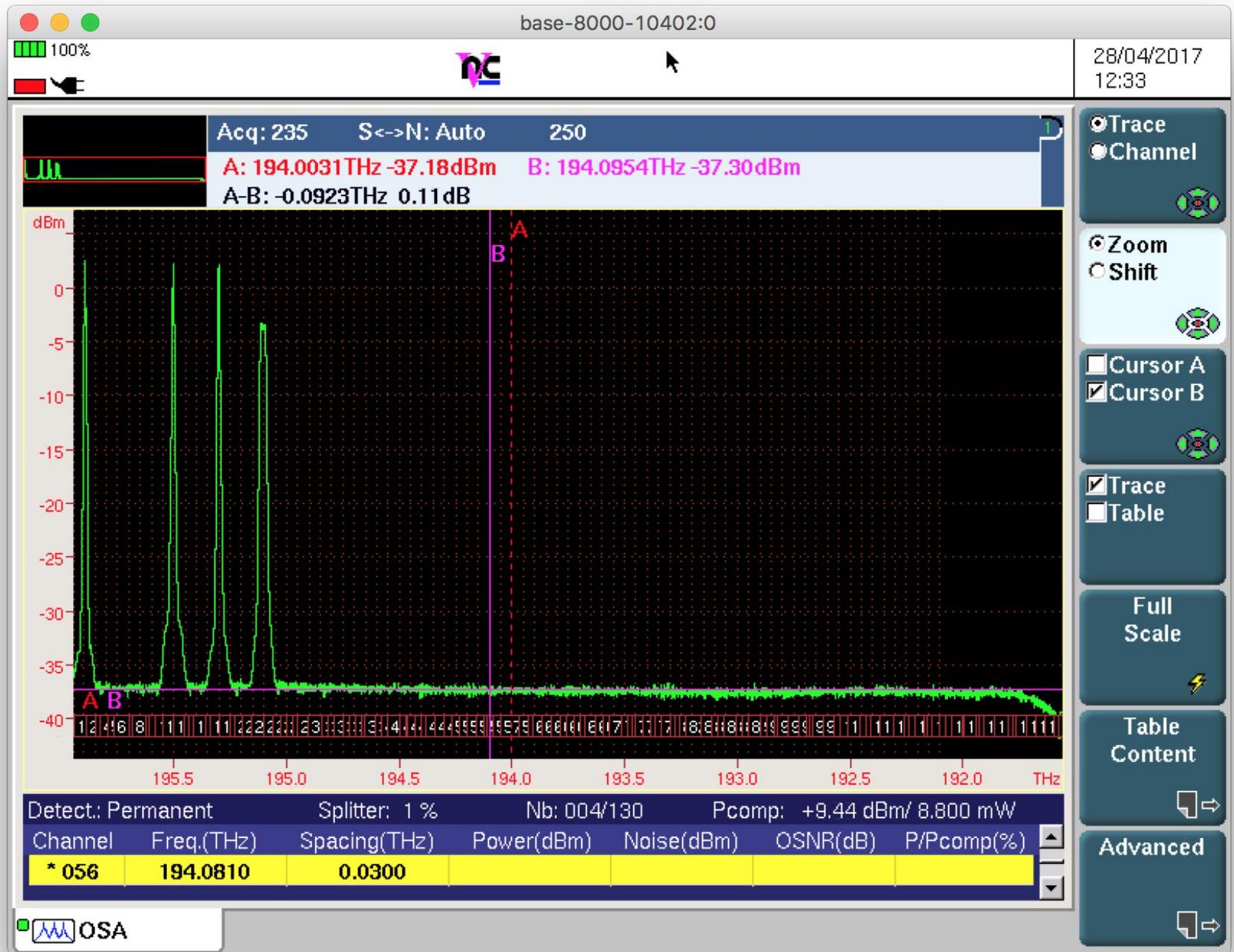
Was ist eigentlich WDM?



WDM Basics

- Licht kann mehrere Farben (Wellenlängen, λ) haben
- Licht mit mehreren Farben kann aufgeteilt (demultiplext) werden
- Einzelne Farben können zusammengefügt (gemultiplext) werden

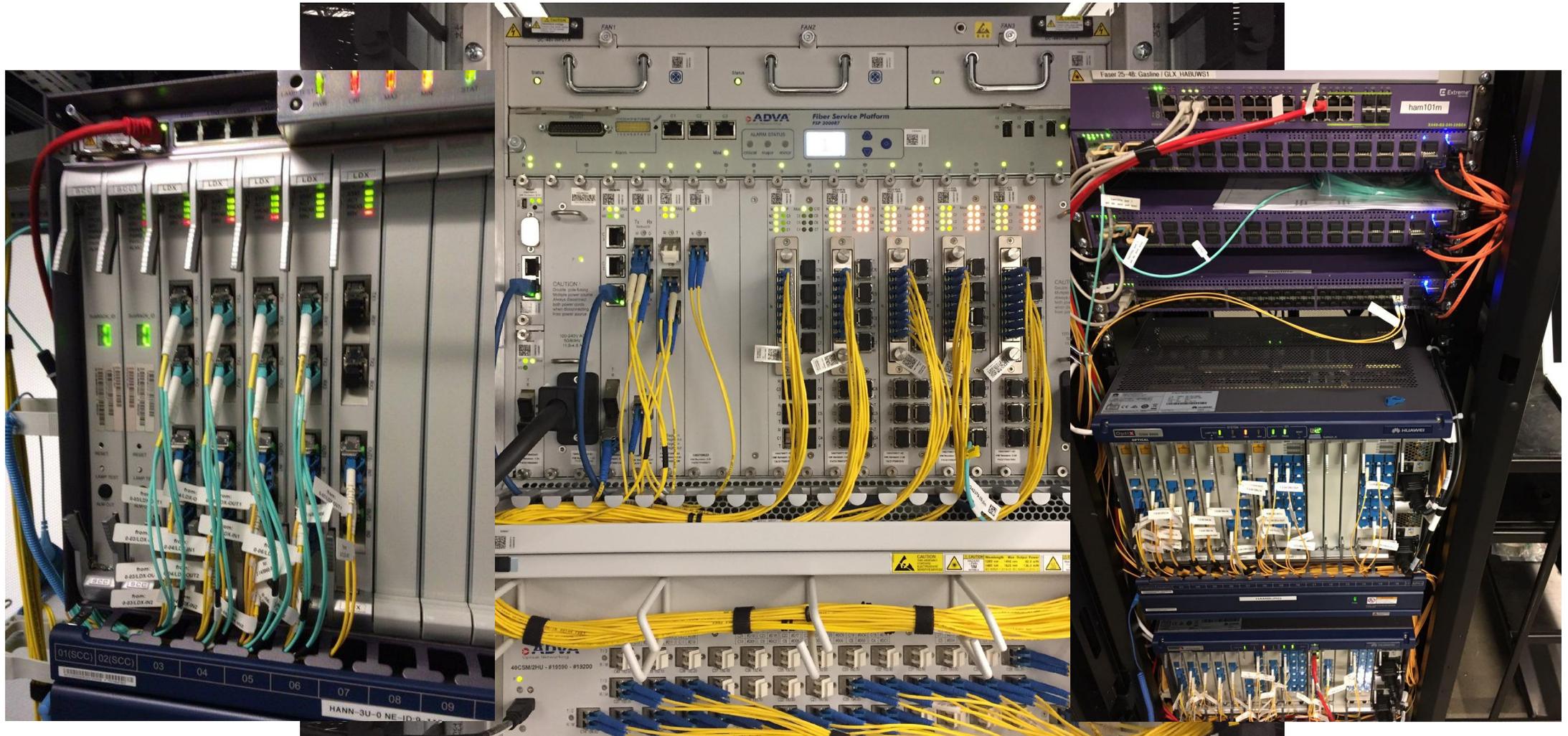




Layer 1

- xWDM (im Weitverkehr DWDM)
- Üblich 40/80/96 Wellenlängen(λ) pro Faserpaar
- Pro WL 100G nutzbar ($96 * 100G = 9,6TBit/Faserpaar$), systemabhängig
- Protokolltransparent mit garantierter Bandbreite

Layer 1-Bilder



Kenngößen

- Transceiver Power Budget
- Dämpfung optische Filter
- Dämpfung Faser (typisch <0.25 dB/km @1501nm)
- Latenz (ca. 2/3 der Lichtgeschwindigkeit)

- **Optical Signal to Noise Ratio**
- **Chromatische Dispersion**
- **$C = \lambda * f$**

Beispiel

Power Budget

10G SFP+ DWDM ZR WITH CDR C15 / 1565.50 NM

80 km, 100 Ghz Grid - C-Band, Singlemode, LC

P1696.23.15.R
SFP+
DWDM ZR



- ✓ **Universal** SFP+ Transceiver - C15 / 1566 nm
- ✓ Use **FLEXBOX** to configure to almost **any vendor**
- ✓ DWDM for multiple applications over one duplex fiber
- ✓ Supported Data Rates: 10 Gbit/s - 11.1 Gbit/s
- ✓ Up to 80 km via Singlemode OS2 G.652 fiber (SMF)

SPECS

λ DWDM 100GHz ↔ 80 km

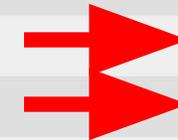
↕ 11.1 G

PROTOCOLS

10G ETH 8G FC STM64

SPECIFICATION

FORM FACTOR	SFP+
CONNECTOR	LC
INTERFACE	DWDM
WAVELENGTH TX	C15 - 1565.5 nm
WAVELENGTH RX	1565.5 nm
DISTANCE	80 km
POWERBUDGET (DB)	23 dB
TRANSMIT MIN.	0 dB
RECEIVE MIN.	-23 dB
TRANSMIT MAX.	5 dB
RECEIVE MAX. (RECEIVER OVERLOAD)	-6 dB



Dämpfung optischer Filter

NETWORK Cubes



NETWORK CUBE DWDM-MUX-40 Unit

Product Description

- Passive WDM unit for 19" rack type installation (1HU).
- The unit contains two pieces of 40-channel DWDM 100GHz multiplexers (one mux, one demux).
- DWDM multiplexers to multiplex and de-multiplex 40 DWDM channels out of the C band or H-band.
- The multiplexers are based on athermal AWG technology with wideband passbands.
- The DWDM multiplexers are compliant with the ITU G.694.1 standard and Telcordia GR1221 (former Bellcore) standard and are designed to meet NEBS level 3.
- The System interoperates with any router, switch, DSLAM, SFP and GBIC, which supports the DWDM ITU G.694.1 standard.

- Product Description: NETWORK CUBE DWDM-MUX-40 Unit
- Product Code: C-2477
- Channel Code: -ZZZ (choose from table) →
- Revision Level: -Rev.B

(ZZZ) Channels	Code
Channels C20 - C59	200
Channels C21 - C60	210
Channels H19 - H58	195
Channels H20 - H59	205
Channels H21 - H60	215

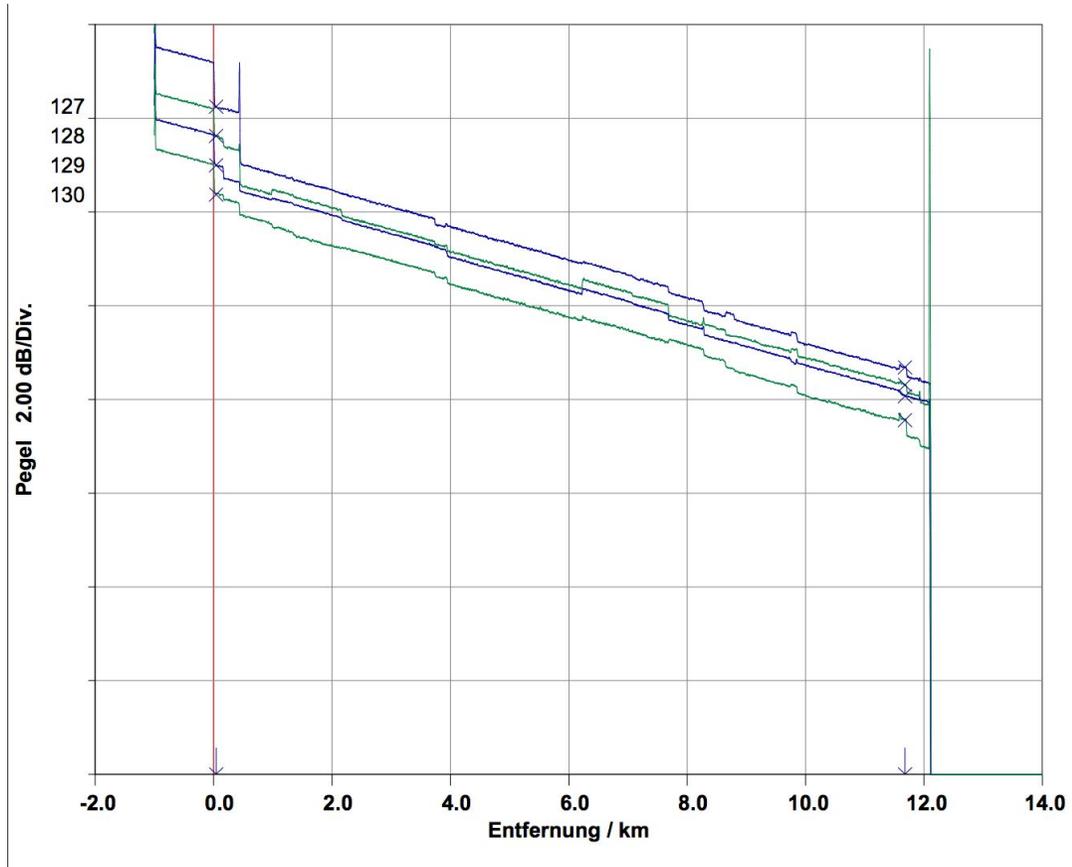
Example Order Code: **C-2477-200-Rev.B** for a DWDM unit with channels C20-C59.



Optical Performance

Number of channels	40	
Operating channel		
Channel Code 195	H19 to H58 (1530.73 to 1561.86 nm / 191950 to 195850 GHz)	
Channel Code 200	C20 to C59 (1530.33 to 1561.42 nm / 192000 to 195900 GHz)	
Channel Code 205	H20 to H59 (1529.94 to 1561.01 nm / 192050 to 195950 GHz)	
Channel Code 210	C21 to C60 (1529.55 to 1560.61 nm / 192100 to 196000 GHz)	
Channel Code 215	H21 to H60 (1529.16 to 1560.20 nm / 192150 to 196050 GHz)	
Channel Spacing	100 GHz	
Passband width		
@ 0.5 dB off-peak	> 35 GHz	
@ 1.0 dB off-peak	> 45 GHz	
@ 3.0 dB off-peak	> 70 GHz	
Insertion Loss	max ¹	typical ²
	< 5.0 dB	
Isolation ³		
DWDM adjacent channel	> 23 dB	
Total	> 21 dB	
Optical Return Loss	> 40 dB (for the component, also depends on connectors)	
Chromatic Dispersion	±20 ps/nm	
Polarization Mode Dispersion	< 0.5 ps	
Polarization Dependent Loss	< 0.5 dB	

Dämpfung Faser



Nr.	Faser Datei	Rel. Pegel (dB)	Gesamt- Dämpf. (dB)*	Dämpf.- Belag (dB/km)
127	127_Globalways_...	-12.96	3.51	0.30
128	128_Globalways_...	-12.62	3.34	0.29
129	129_Globalways_...	-12.72	3.23	0.28
130	130_Globalways_...	-12.72	2.90	0.25
Mittelwerte			3.24	0.28

(*) extrapoliert

Messparameter (Bezugsfaser):

Datum : 27.04.17
 Gerät : MAX-730B-M3-
 Entfernungsbereich : 19,61 km
 Hor. Auflösung : 1,28 m
 Pulsbreite : 100 ns
 Abschwächer : 0,00 dB
 Anzahl Mittelungen : 2322
 Auswertung : 2PA
 IOR : 1,47000
 Cursor C1 : 0,0433 km
 Cursor C2 : 11,681 km
 Diff. C2-C1 : 11,638 km

Rechenbeispiel

- NEND Laser TX: +0 dBm
- Loss MUX: -5 dB
- Loss Faser: -3.24 dB
- Loss DMUX: -5dB

□ FEND Laser RX: -13.24 dBm (min. -23dBm)

- Latenz: $12.4\text{km} / (2/3 * c) = 0.06204 \text{ ms}$





HAM - STR

16 May 2017 at 08:36

MF

Moritz Frenzel

To: gpn-content@entropia.de

Talk

Security:  Signed (momo@shackspace.de)

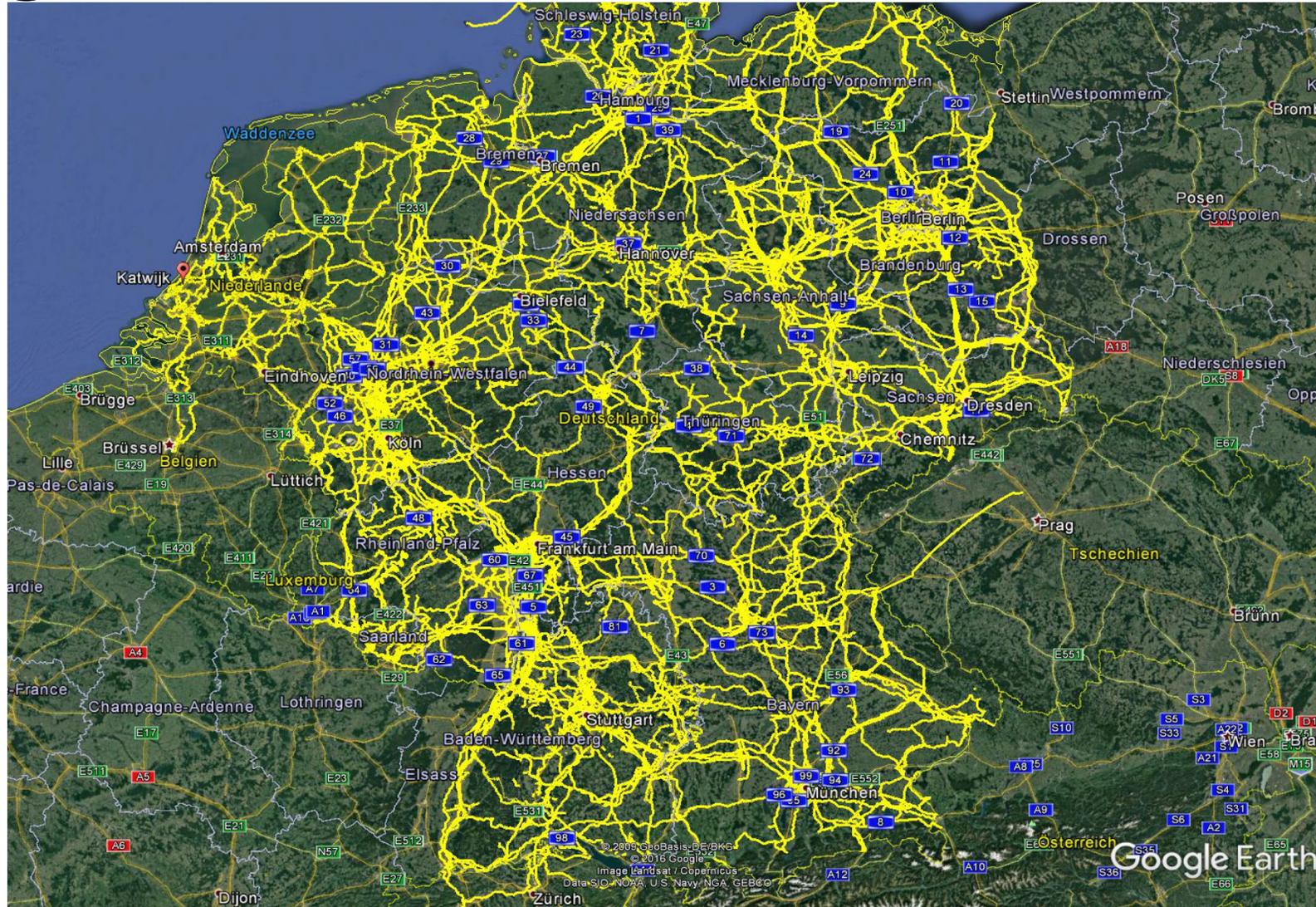
Hi zusammen,

könntet ihr im Titel unseres Talks bitte Stuttgart und Hamburg vertauschen? Wir brauchen das für einen dummen Wortwitz.

Danke für eure Arbeit und bis bald

momo

Da liegt doch was...



HAM-STR 885km



KPI

Stretch	Length in km	RTD L2 in ms
HAM-BARL	93	2,7
BARL-BELS	54	
BELS-HAN	75	
HAN-BADGAN	85	4,9
BADGAN-OCHS	93	
OCHS-WIERA	78	
WIERA-HEUCH	66	
HEUCH-FFM_KLEY	78	
FFM_KLEY-GERNS1	63	3,1
GERNS1-KARL	95	
KARL-LEINF	105	
TOTAL	885	10,7

Technische Umsetzung auf Basis einer 10GE-WL

- Interface Netz (tunable Transceiver 10G-DWDM) an Filter MUX/DEMUX schalten auf beiden Enden.
- Config des Trails als OTU2e von HAM-STR.
- PRBS-Test auf den Interfaces (Pseudo-random bitstream-Test), rudimentäres Testverfahren, ob Link verfügbar, Software-Loop. Test auf Line- und Clientseite möglich
- Anschalten der Clientoptiken und servicespez. Messung, hier 10GE via EtherSam Y.1564 hier Throughput, RTD, Jitter, Packet Loss.

Längenabhängige Regeneration (3R)

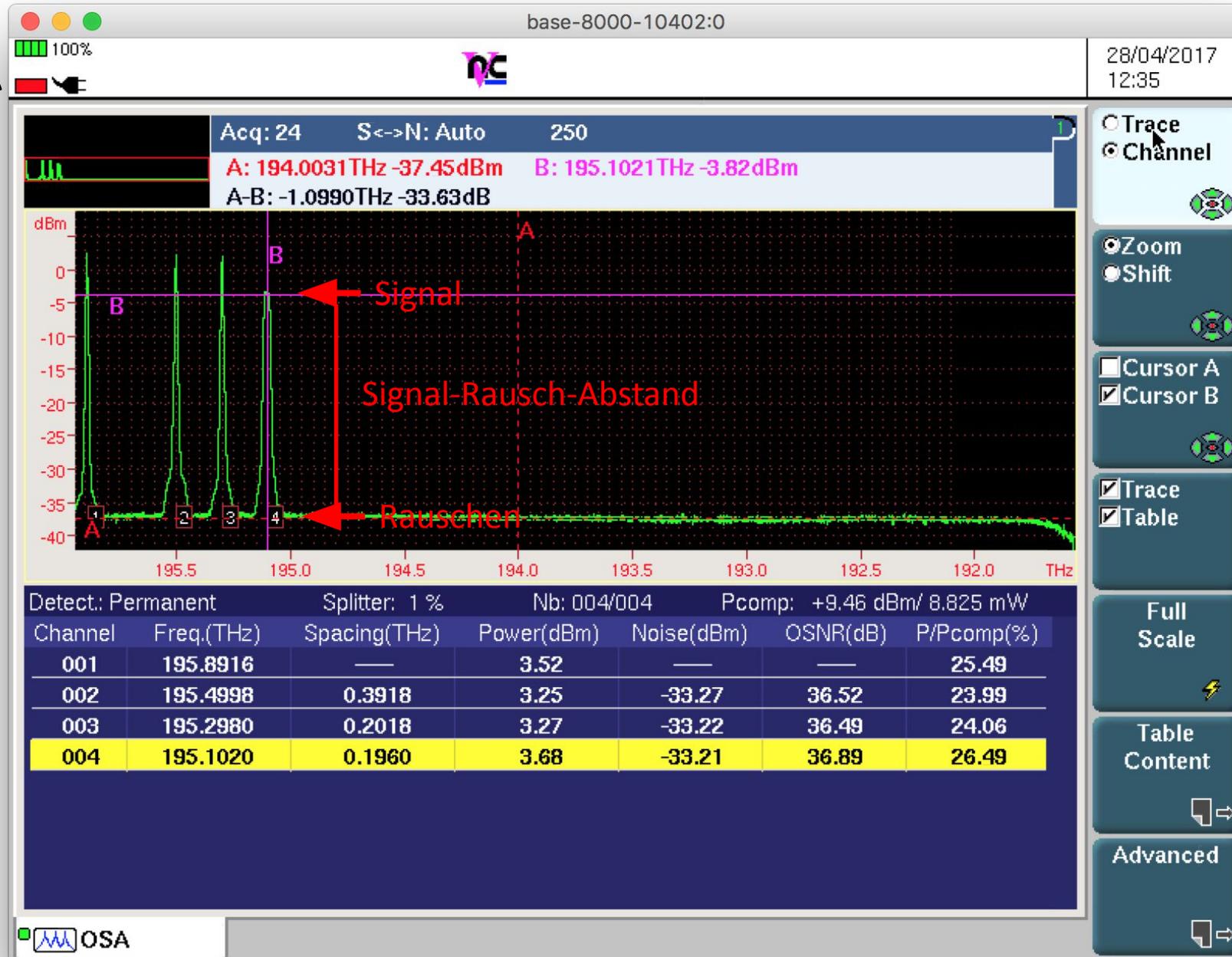
- 3R Retiming, Reshaping, Reamplification □ Signalaufbereitung
- Längenabhängig (Anzahl Verstärker, Länge Trail,...)
- Mindest-OSNR hier ca. 15dB-18dB (10G NRZ) (**O**ptical **S**ignal-**N**oise-**R**atio)
- Nur das saubere Verhältnis von Pegel, OSNR und verwertbarer Wave garantiert ein brauchbares BER (10^{-8})



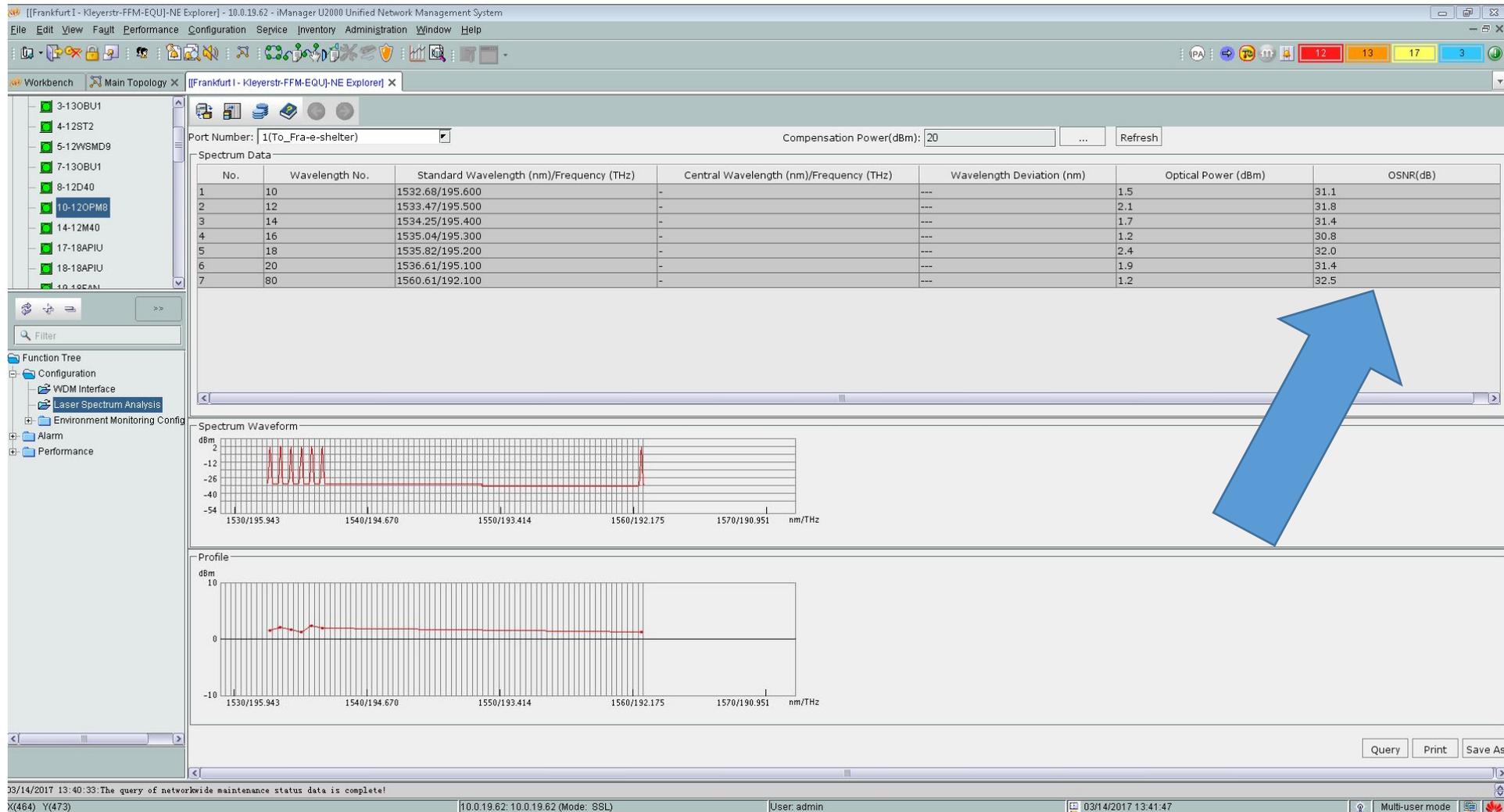
Quelle:

<http://www.itwissen.info/3R-Regeneration-re-shaping-re-amplification-re-timing-3R.html>

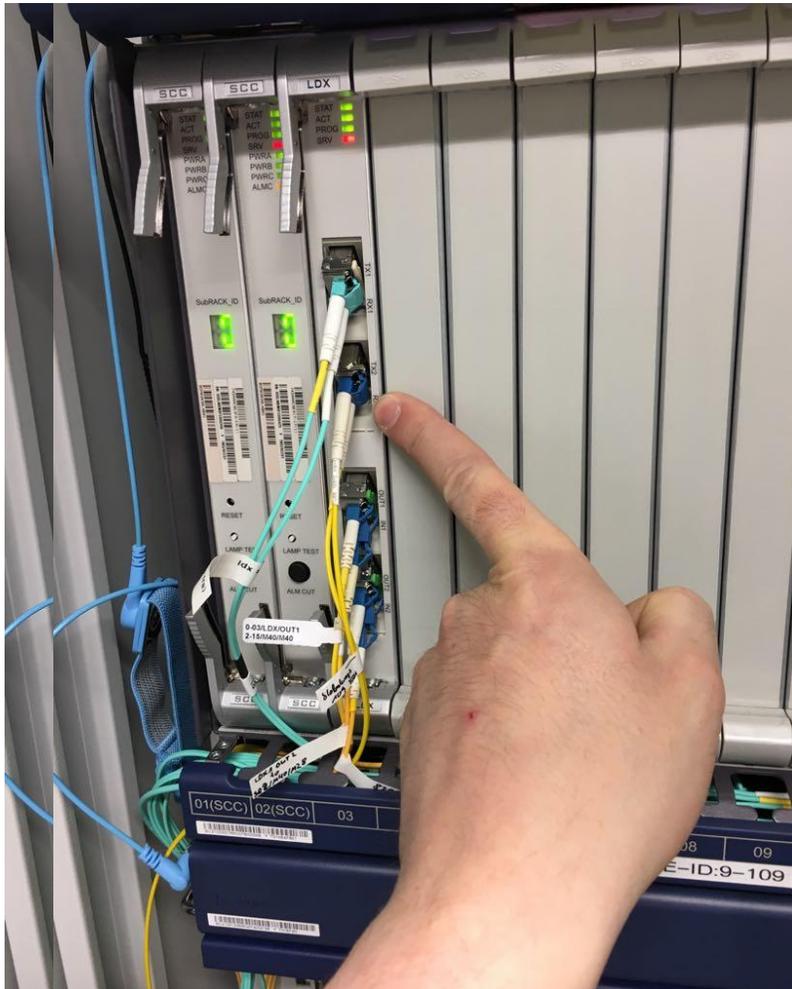
OSNR



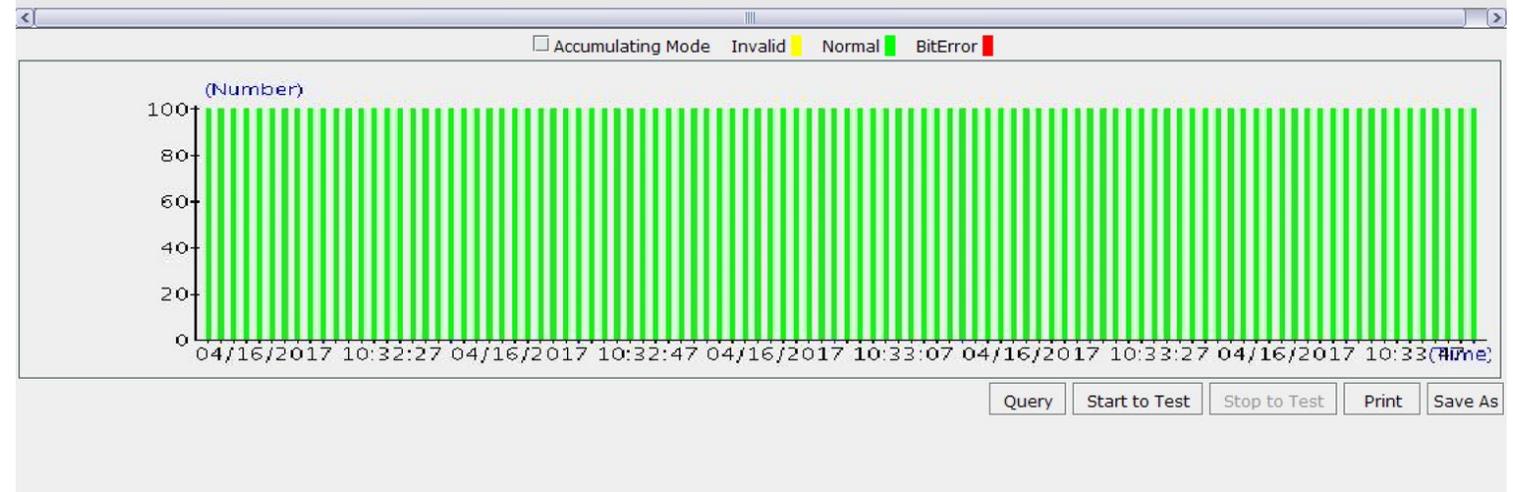
Längenabhängige Regeneration (3R)



Messverfahren PRBS (Linenseite)



LEINF0-Shelf0(subrack)-3-12LDX-5(TO Frankfurt I (Kleyerstr): LDX Slot 7, Port 1)-1	1	s	-	0%	0
LEINF0-Shelf0(subrack)-3-12LDX-6(TO Muenchen: LDX Slot 3, Port 2)-1	1	s	-	0%	0



Messverfahren EtherSam Y.1564 (Client)

IP/UDP/TCP			
Errors	Seconds	Count	Rate
IP Checksum	0	0	0,00E00
UDP Checksum	0	0	0,00E00
TCP Checksum	0	0	0,00E00
Total		0	

Setup Summary

Application Type	EtherSAM (Y.1564)
------------------	-------------------

Topology	Single Port
----------	-------------

Interface	Port 1
Interface/Rate	10GE LAN
Connector	SFP+

Flow Control	None
--------------	------

EtherSAM

Pass/Fail Verdict	Enabled
-------------------	---------

Sub-Tests			
Service Configuration Test		Service Performance Test	
Ramp Test	Disabled	Status	Enabled
Burst selection	Disabled	Duration	00d:01:00:00
Duration (s)	25		

Services

Total Committed TX Rate (Gbit/s)	9,97000
----------------------------------	---------

Services Summary								
	Service Name	Profile	Frame Size (Bytes)	CIR (Gbit/s)	Max Jitter (ms)	Max Latency (ms)	Frame Loss (%)	CBS (Bytes)
1	Service 1	Data	9000	9,97000		4,0	0,0001	--

TEST RESULTS

Ethernet Traffic

Frame Type	TX Count	RX Count
Multicast	0	120
Broadcast	2	0
Unicast	497389382	497389509
Non-Unicast	2	120
Total	497389384	497389629

Frame Size (Bytes)	RX Count	%
< 64	0	0
64	2	0
65 – 127	0	0
128 – 255	120	0
256 – 511	126	0
512 – 1023	0	0
1024 – 1518	0	0
> 1518	497389381	99
Total	497389629	

Alien Wavelength

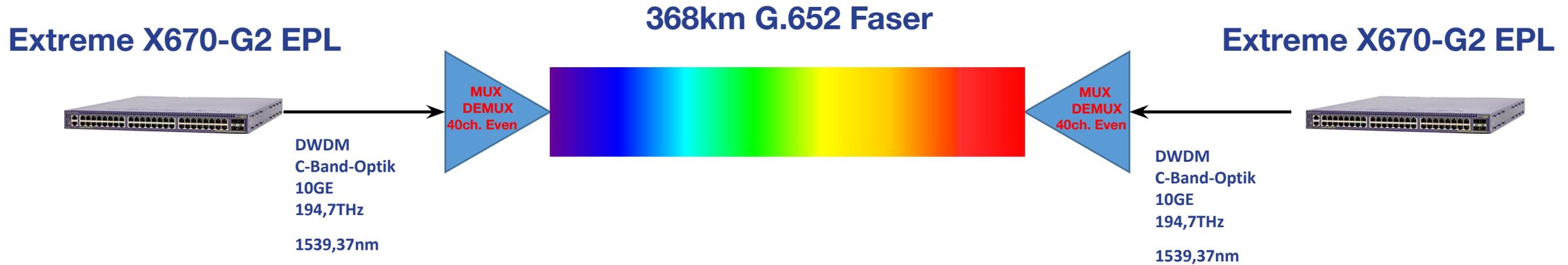
- Alien Wavelength beschreibt die Bereitstellung eines Kanales im DWDM-Spektrum zur Nutzung mit 3rd-Party-Hardware
- Jeder Kanal ist 50GHz breit (systemabhängig)
- Es wird nur die passive Wellenlänge / Farbe bereitgestellt
- Kunde ist für seine eigene Dienste verantwortlich
- Heute max. 200Gbit/Kanal übertragbar (oder 10x10G-Mux)
- Nur bedingt monitorierbar
- Alien Wavelength ist kein standardisiertes Produkt



Alien Wavelength

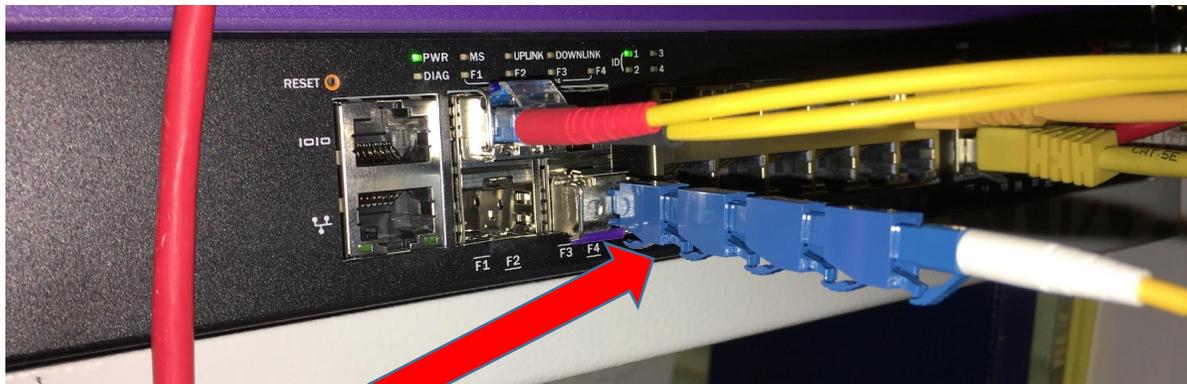
Field Test (POC)-Setup

- A-Ende: HH, W379
- B-Ende: BER, L105
- Repeater ZWEE, DREE, SEDD, BRUN



Trivia

- Reinige jede Steckverbindung. Immer. Diskutiere nicht darüber.
- Ein OSA ist besser als ein Pegelmesser, aber ein Pegelmesser ist besser als nichts (miss wenigstens bei 1550nm)
- Kaskadiere keine Dämpfungsglieder (3x3dB \geq 9dB), s. Foto



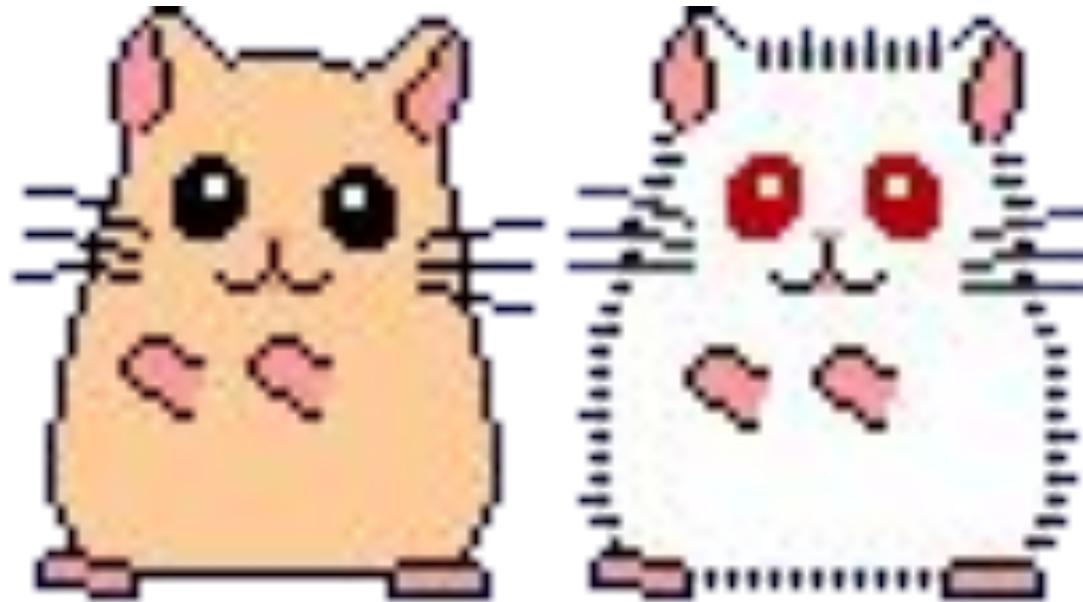
Das war kein HAMSTR



Ursache (links) --> Wirkung (rechts)



Fragen?



Darmstadt, Germany

22./23. November 2017



DENOG 9

GERMAN NETWORK OPERATORS GROUP

Fertig! Viel Spaß auf der #GPN17!

