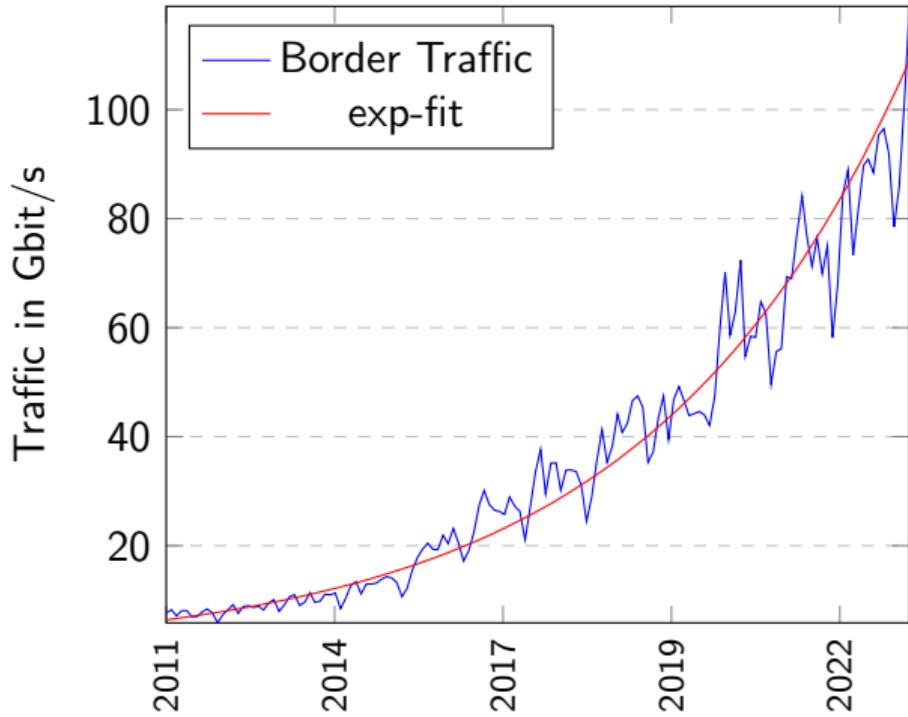


Netzausbau ab 2025

Johannes Erwerle, BelWü

9. April 2024

Border-Traffic



- ▶ ~25% Wachstum pro Jahr
- ▶ Verdoppelung alle 3 Jahre
- ▶ Verzehnfachung alle 10 Jahre

Abbildung: Border-Traffic

Extrapolation der Anschlussbandbreiten

Extrapolation bis Ende 2032

| | KAR | STU | FRB | HDL | MAN | TUE | ULM | KON | sonstige |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 100G | 4 | 4 | 7 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 | 10 |
| >100G | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 |

Tabelle: Erwartete Anzahl $\geq 100G$ Anschlüsse in größeren Städten

Die Anschlüsse sollen redundant ausgelegt werden können

Glasfaser-Backbone

- ▶ langfristig gemietete Fasern
- ▶ $\geq 3500\text{km}$ Fasern
- ▶ bleibt bestehend
- ▶ Ziel: Überall das volle C-Band zur Verfügung haben
- ▶ in Arbeit: Glasfaser statt Optical Window auf der Strecke Frankfurt - Mannheim

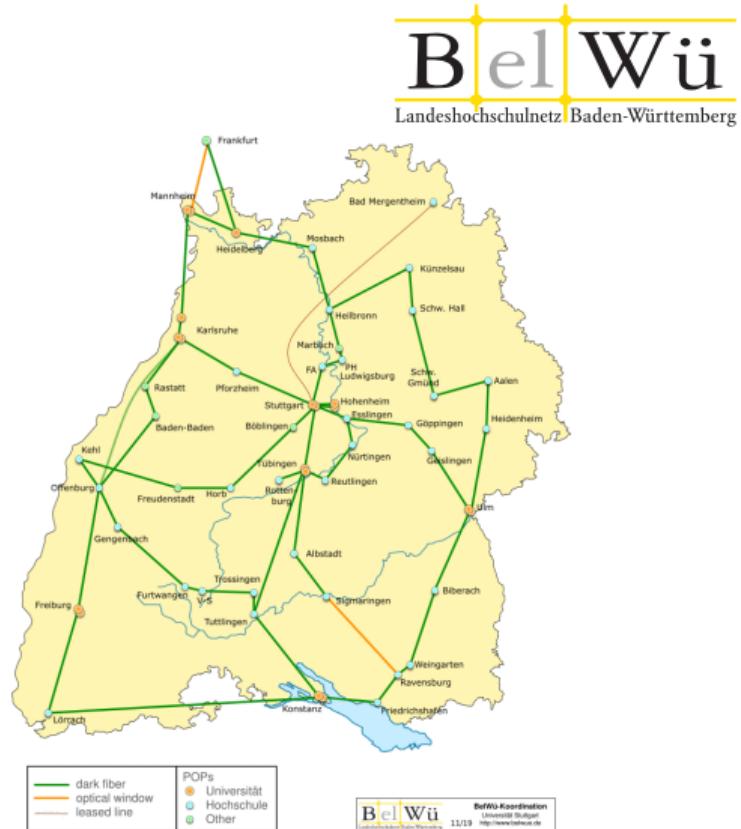


Abbildung: Faser-Footprint

Optisches Transportequipment

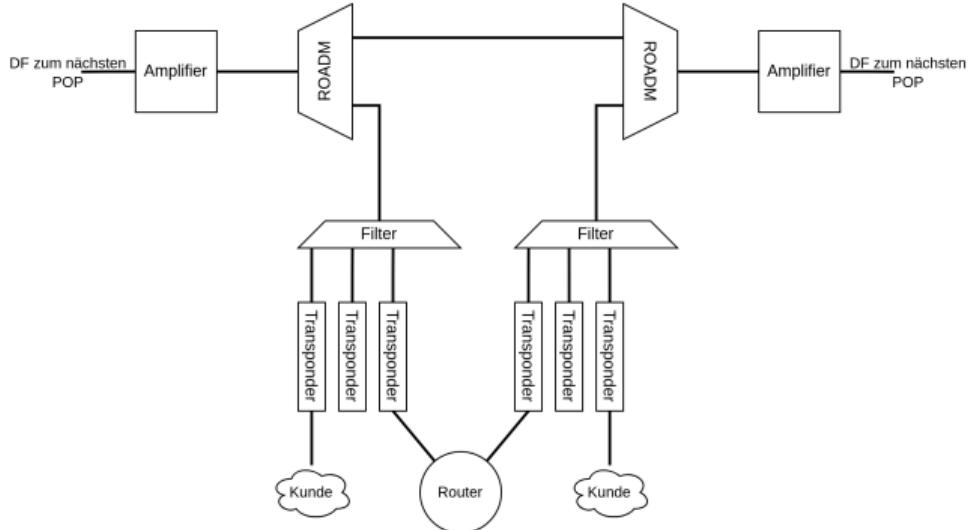
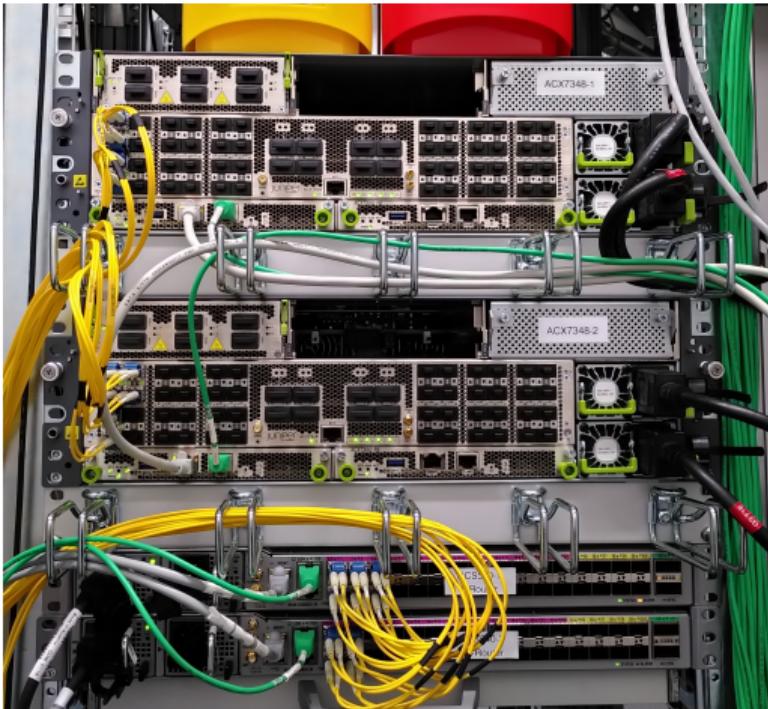


Abbildung: DWDM S-Knoten

- ▶ Aufbau soll grundsätzlich gleich bleiben
- ▶ Änderung: Coherent-only:
 - ▶ 10G Services ersetzen (durch L2VPN oder Muxponder)
 - ▶ Ausbau Dispersionskompensation
- ▶ Ziel: 400G und 800G Services von jedem Punkt zu jedem Punkt auf 2 redundanten Wegen

400G IPoDWDM



- ▶ OpenZR+ 400G Transceiver (400G-ZR+) verfügbar
- ▶ PoC mit Juniper zur optischen Performance (Kommen wir damit weit genug?)

Abbildung: Juniper ACX7348 im Lab für PoCs

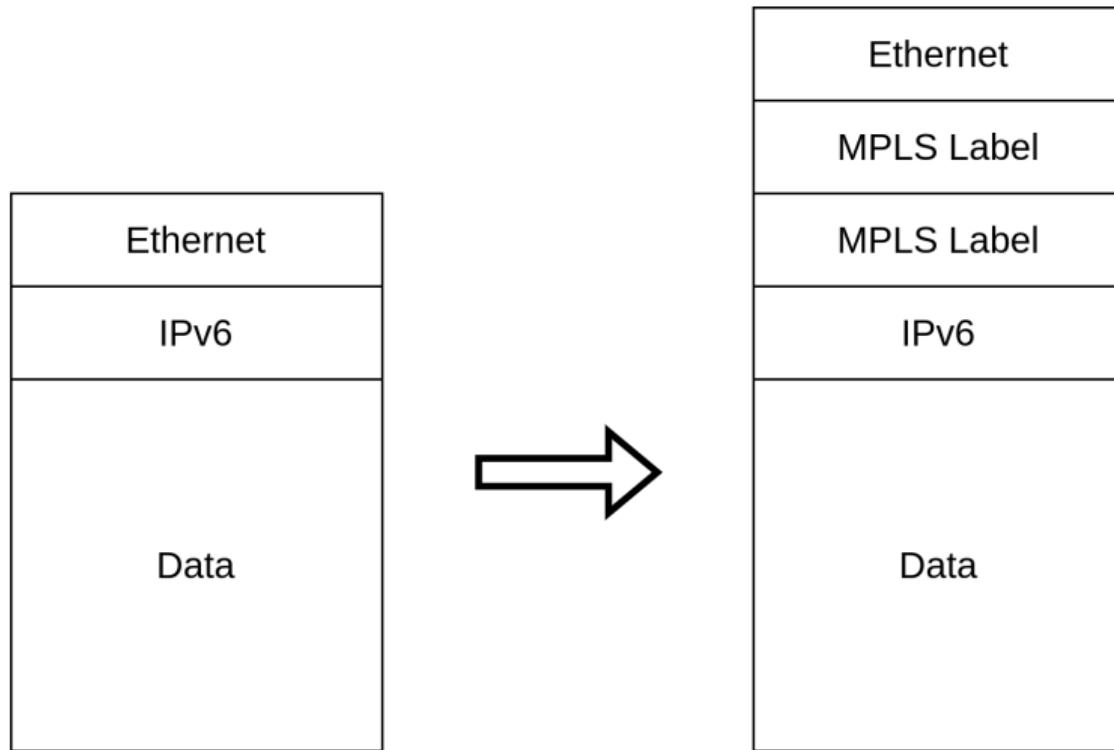
- ▶ 100G coherent in QSFP28 mit „Low Power“ (~-8dBm TX) soll in Q3 2024 verfügbar sein
- ▶ Frage: Verfügbarkeit von „High Power“ Version (~0dBm TX) und Kompatibilität mit Routern
- ▶ Gespräche mit Herstellern im Gange

Segment Routing - MPLS

Achtung! Ganz schlimme Vereinfachungen vorraus!

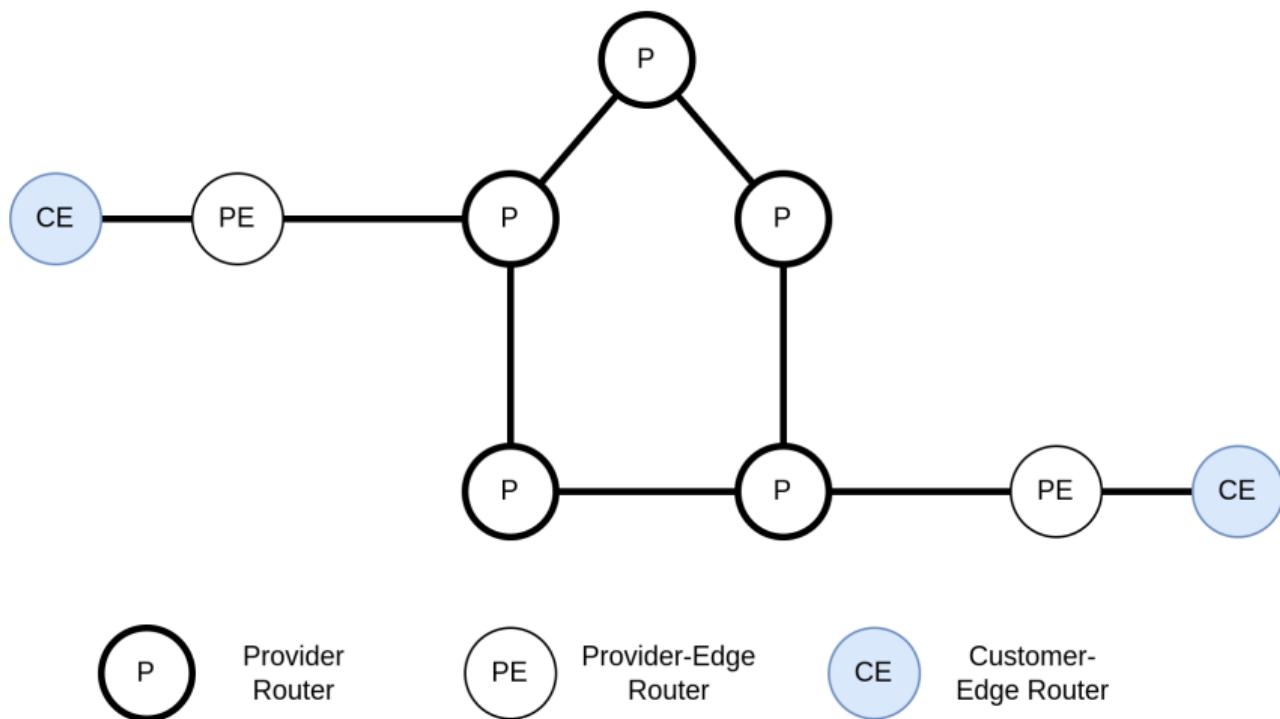
MPLS

Label-Stack



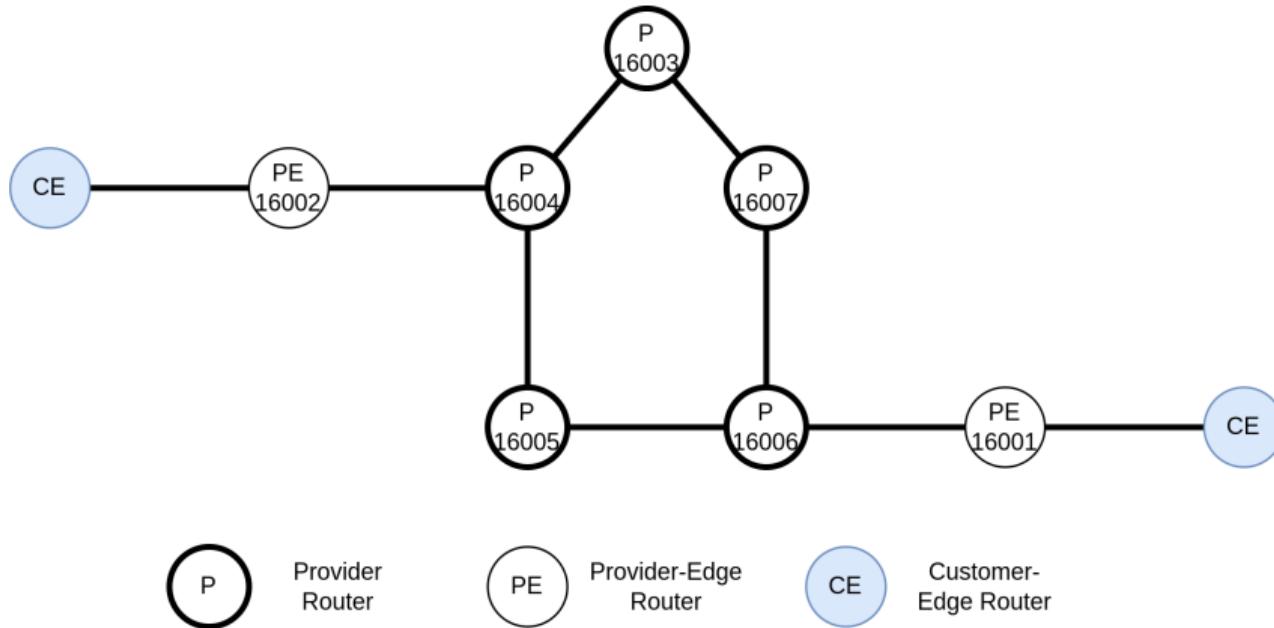
MPLS

Router-Typen



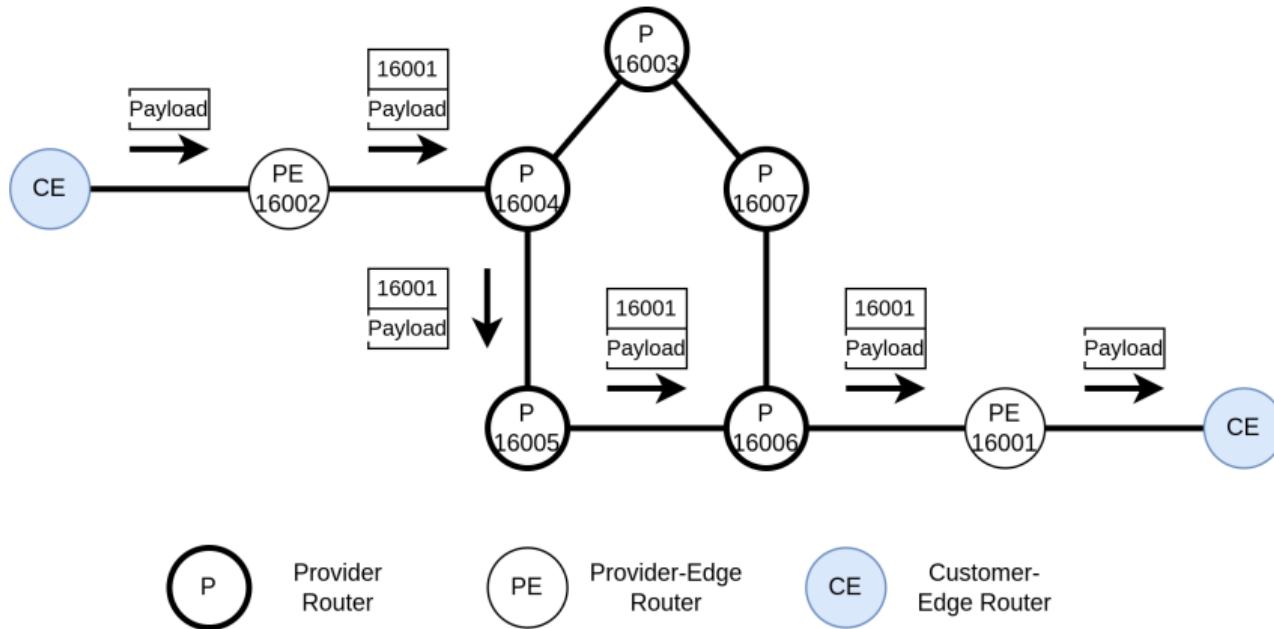
Segment Routing - MPLS

Labels



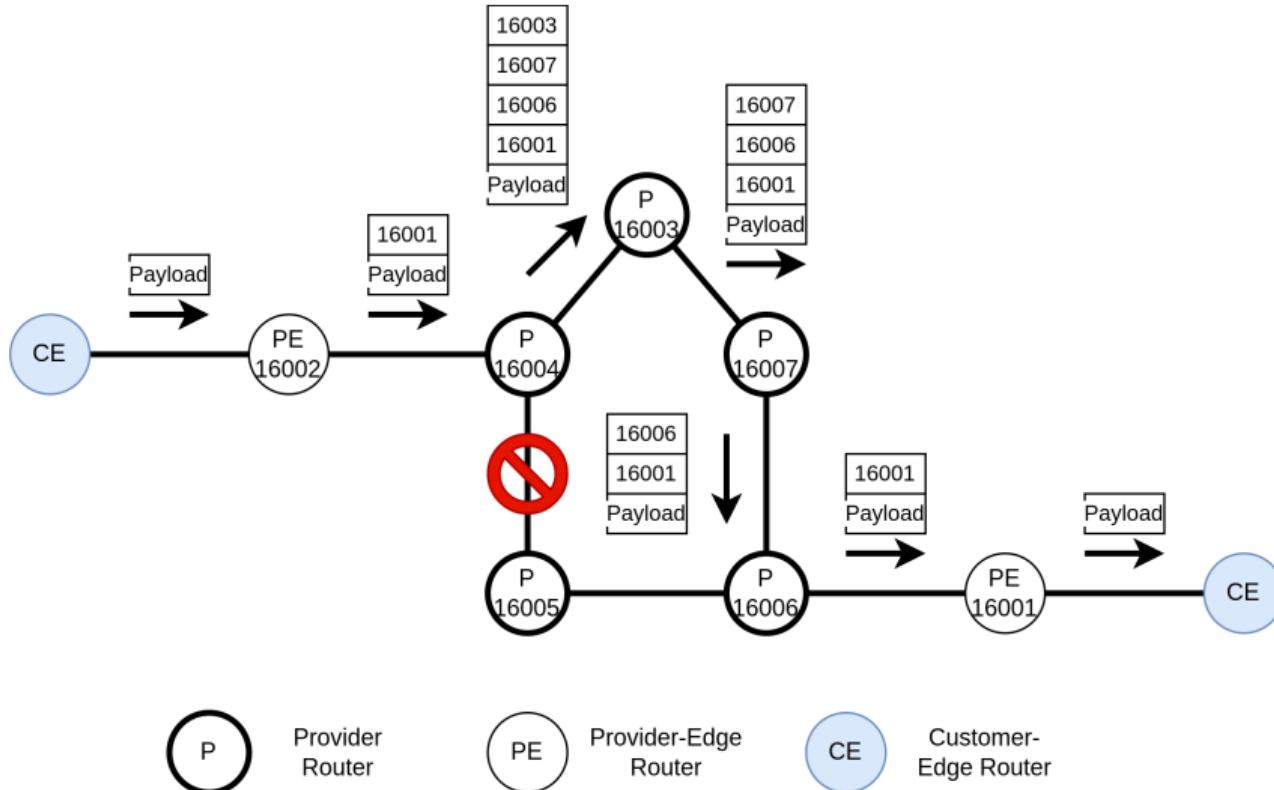
Segment Routing - MPLS

Labels

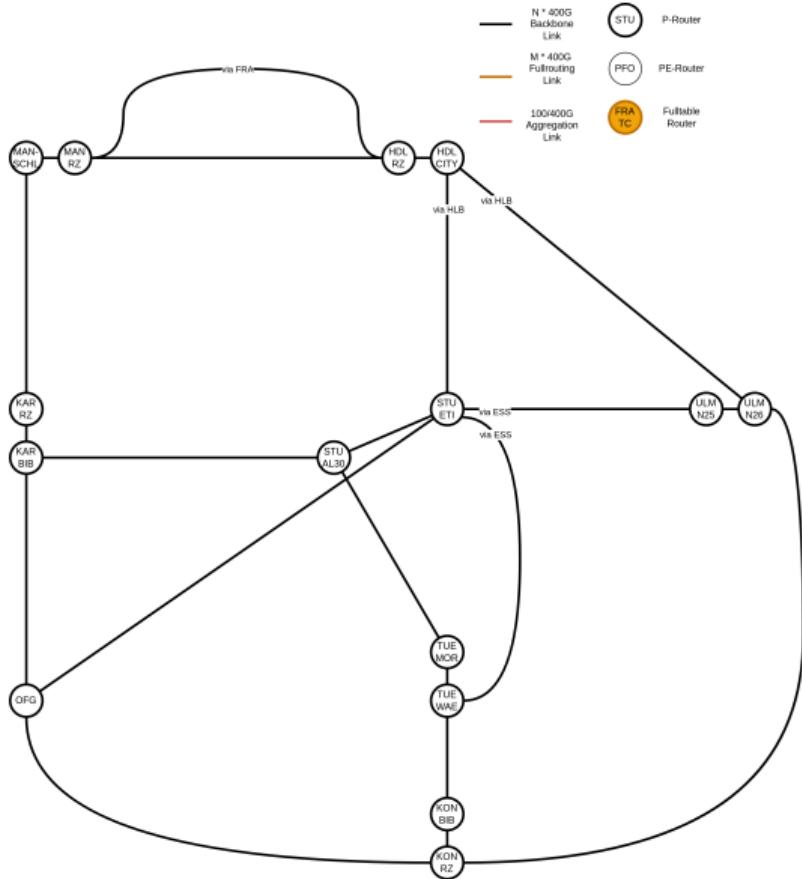


Segment Routing - MPLS

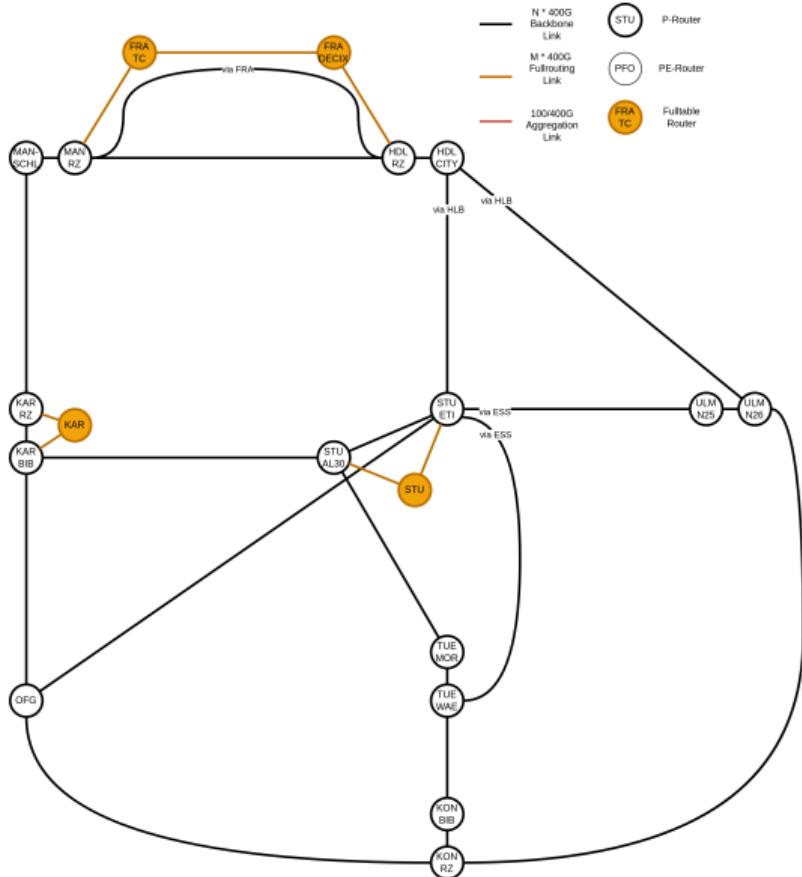
Topology-Independent Loop-Free-Alternate



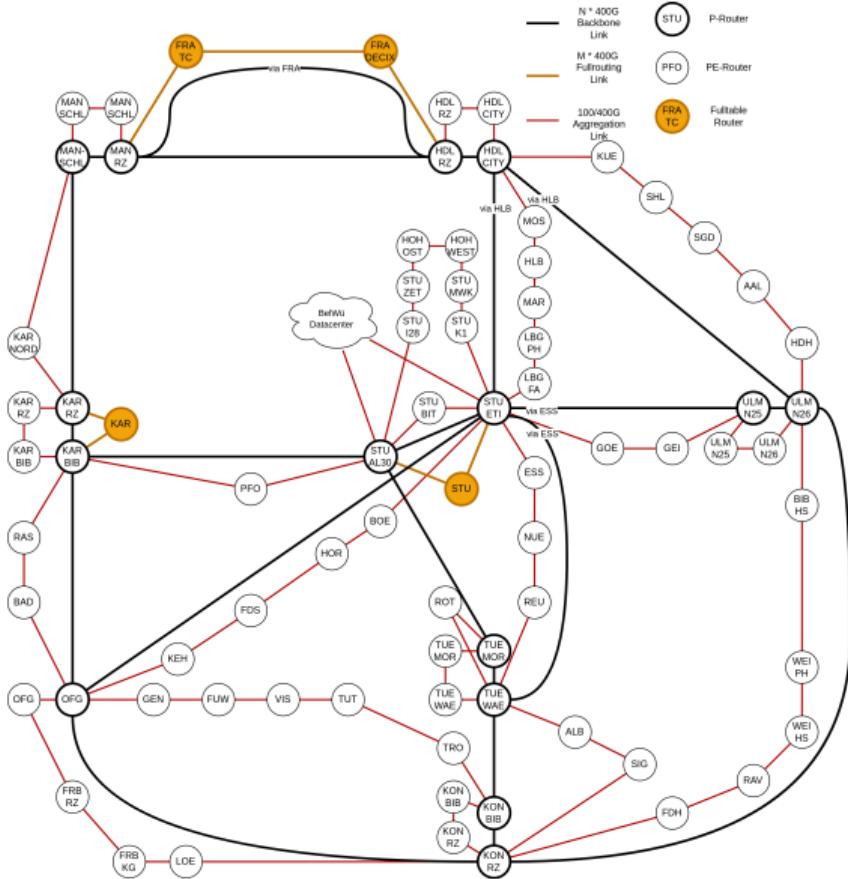
Übersicht Paketnetz



Übersicht Paketnetz



Übersicht Paketnetz



Was ändert sich dadurch ... fürs BelWü-Netz?

- ▶ klare Backup-Pfade
- ▶ einfache Kapazitätsplanung
- ▶ Kapazitäts-Upgrades nach Bedarf
- ▶ durch MPLS müssen nicht mehr alle Router alle Services verstehen
- ▶ schnelle Konvergenz durch TI-LFA
- ▶ große Flows durch Bandbreiten-Sprung zwischen Kunden- und Backbone-Ports möglich
- ▶ einzelne Kunden können Backbone-Links nicht mehr überlasten

Was ändert sich dadurch

... für die Kundenanschlüsse

- ▶ 100G Anschlüsse in den großen Städten lokal → Höhere Verfügbarkeit
- ▶ Möglichkeit für 100G an HS Standorten mit kurzen WDM Strecken
- ▶ Zugang zum DFN-VRF an allen PoPs möglich statt nur in KAR und STU
- ▶ Option für 400G Ports nach Bedarf

- ▶ Wir wollen Routerconfigs vollständig automatisieren.
- ▶ Interfaces, IP-Adressen, Kunden, ASNs, ... sind in NetBox vorhanden
- ▶ → NetBox um Service-Datenbank erweitern um Infos zu einem Service zu kombinieren
- ▶ benötigt Vereinheitlichung der Services