

Einfacher ist besser: 400G-Metro-WDM am VIX

Seit 1996 betreibt das ACOnet-Team auch den Internet-Austauschknoten Vienna Internet eXchange (VIX) als vitales Element der Netzdiversität in Österreich. Wie überall sind auch am VIX regelmäßige Upgrades nötig, um die steigenden Anforderungen an Funktionalität und Performance erfüllen zu können. Bisher stieg mit Neuerungen oft auch die Komplexität – doch 2025 war es umgekehrt: Durch einen Strategiewechsel konnte das Setup viel einfacher und kostengünstiger gestaltet werden.

Seit der Vienna Internet eXchange an mehreren Standorten betrieben wird, ist eine der zu lösenden Aufgaben die, für ausreichend Bandbreite zwischen diesen Standorten zu sorgen. Jeder Teilnehmer am VIX soll die gleiche Servicequalität und Performance zu jedem anderen VIX-Teilnehmer abrufen können, unabhängig davon, an welchem Standort er sich anschließt.

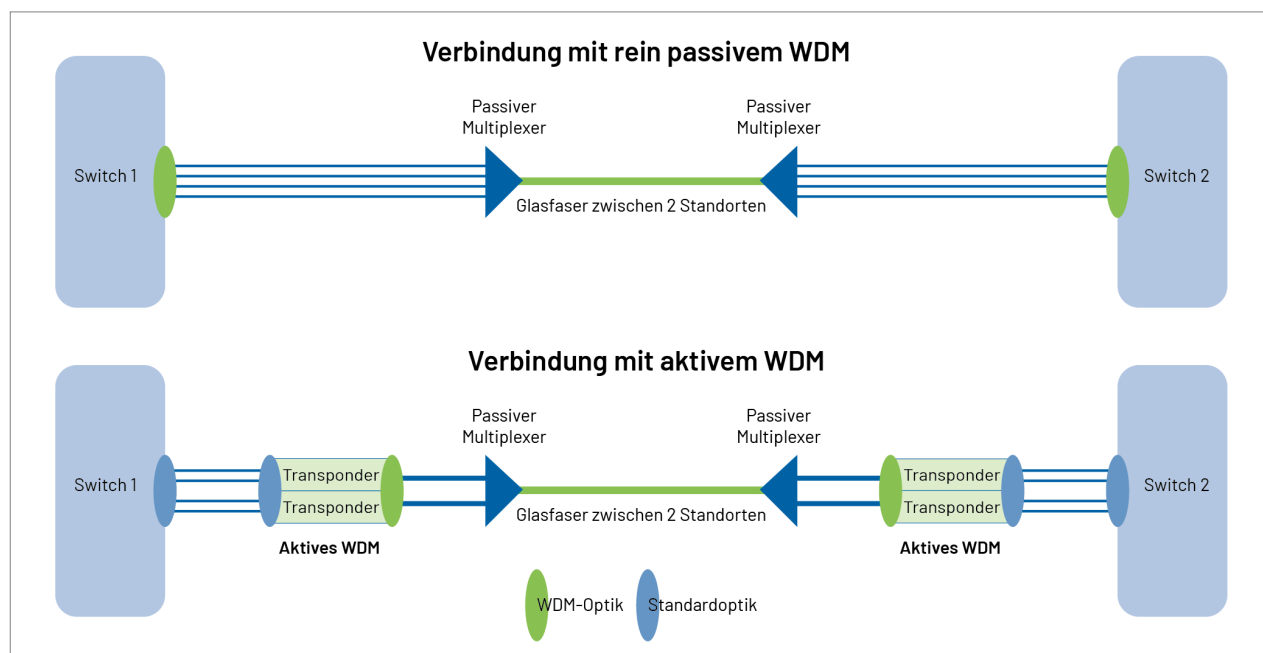
2001 eröffneten wir neben dem VIX-Standort im NIG (Neues Institutsgebäude der Universität Wien) einen zweiten Standort auf der anderen Seite der Donau, im Datacenter von Interxion (mittlerweile Digital Realty). Eine wege- und brückenredundante Verbindung der beiden Standorte wurde mit zwei Glasfaserleitungen

realisiert, die zu Beginn mit jeweils 1 Gigabit pro Sekunde (1 Gbit/s, kurz 1G) betrieben wurden. Als diese Bandbreite 2006 an ihre Grenzen stieß, waren bereits 10G-Interfaces erhältlich, und der Upgrade-Pfad war entsprechend einfach.

Etwas komplizierter wurde es vier Jahre später, als 10G pro Link nicht mehr ausreichten. 100G-Technologie war noch nicht wirklich am Markt, 400G-Verbindungen wurden von der damaligen VIX-Plattform nicht unterstützt. Zusätzliche Glasfaserverbindungen hätten die Redundanz nicht verbessert, aber die laufenden Kosten in die Höhe getrieben.

Von passivem WDM ...

Die betrieblich und finanziell günstigste Möglichkeit der Bandbreitenerhöhung war die für uns damals neue Methode des passiven optischen Multiplexings (Wavelength-Division Multiplexing, kurz WDM). Dabei werden mit Hilfe von zwei sogenannten Multiplexern auf derselben Glasfaser mehrere unterschiedliche Wellenlängen transportiert – an einem Ende „eingefädelt“ und am anderen Ende wieder separiert. Mit dem damals üblichen CWDM (Coarse WDM) konnten auf diese Weise relativ simpel statt einem nun acht Kanäle genutzt werden. Das reichte immerhin zwei Jahre lang.



Schematische Gegenüberstellung von rein passiven und aktiven WDM-Verbindungen. Die untere Grafik zeigt das VIX-Setup 2021–2025: Lokale 100G-Verbindungen werden im aktiven WDM zu 200G mit unterschiedlichen Wellenlängen auf dem Metrolink konvertiert. (Grafik: ACOnet)

2013, beim nächsten Plattformwechsel, wurde auf DWDM (Dense WDM) mit 16 Kanälen umgestellt. Ab 2015 nutzten wir mit dieser Plattform auch 100G-Interfaces für Teilnehmeranschlüsse; für die Querverbindung der Standorte war die Technologie aber noch zu teuer und kompliziert. So kam es, dass beim „epochalen“ Upgrade-Schritt vor fünf Jahren (mehr dazu im ACOnet Jahresbericht 2021) bereits 32 Verbindungen mit jeweils 10G zwischen den Standorten NIG und Interxion parallel liefen.

... zu aktivem WDM ...

Beim Plattformwechsel 2021 stand außer Frage, dass die Geschwindigkeit der Querverbindungen künftig zumindest mehrfach 100G betragen muss. 400G-Interfaces waren zwar schon verfügbar, aber sehr teuer und mit zu geringer Portanzahl auf den Switches. 100G-Verbindungen waren damals für passives Multiplexing ungeeignet, weil dabei eigentlich 4x25G übertragen wurden – jedes Signal war also schon auf vier Kanäle verteilt und konnte nicht weiter aufgesplittet werden.

Darum wurden 2021 zwischen den mittlerweile drei VIX-Standorten aktive WDM-Komponenten installiert, die auf den bestehenden Glasfasern bis zu 96 parallele 100G-Verbindungen bereitstellen konnten. Das Setup wuchs dadurch um eine ganze Gerätefamilie: Statt wie früher einfach zwei Switches durch jeweils eine WDM-Optik zu verbinden, wurden nun Standardoptiken an den Switches sowie Standard- und WDM-Optiken an den WDM-Komponenten benötigt (siehe Grafik auf Seite 20). Damit erhöhte sich die Komplexität und die Fehlerwahrscheinlichkeit; dazu kam, dass die aktiven WDM-Komponenten konfiguriert und ihre Software entsprechend gewartet werden musste.

Zum Glück aber bleibt die Zeit nicht stehen, und seit 2021 hat sich technologisch viel getan. 2025 war es an der Zeit, am VIX auch 400G-Teilnehmerports anzubieten und die Kapazität zwischen den Standorten entsprechend zu erhöhen. Eine Verbindungsgeschwindigkeit von 400G erschien notwendig und machbar – einerseits hatten die neuen Core-Switches keine 100G-Interfaces mehr, andererseits gab es auch am Optik-Sektor sehr vielversprechende Entwicklungen. 2024, zu Beginn der Planungen, evaluierten wir zwei Varianten: entweder die bestehenden aktiven WDM-Komponenten durch neue, 400G-taugliche Geräte zu ersetzen – oder einen ganz anderen Ansatz zu wählen, in Richtung „back to the roots“.

... und zurück

Optiken, die längere Strecken bedienen können, müssen höhere Anforderungen erfüllen als solche, die nur wenige Kilometer abdecken: Neben einer höheren optischen Leistung (starker Laser) für die Überwindung der Distanz ist es auch nötig, die durch die Signalver-

zerrung der langen Glasfaser entstehenden Fehler zu korrigieren. Das bedingt einen hohen Platz- und Strombedarf (Hitze), weshalb früher für längere Strecken eigene aktive WDM-Komponenten betrieben werden mussten. Die fortschreitende Miniaturisierung im technischen Bereich hat in den letzten Jahren aber zumindest für Strecken bis ca. 80 km (für Ballungszentren geeignet, daher der Name „Metro-WDM“) eine entscheidende Verbesserung gebracht: Mittlerweile können sowohl die nötige optische Leistung als auch die Fehlerkorrektur in Optiken integriert werden, die in den Switches selbst betrieben werden – so wie früher mit der 10G-Technologie.

Die Datenblätter dieser Optiken ließen darauf schließen, dass es möglich sein müsste, mit dem Schritt zu 400G-Querverbindungen am VIX auf die aktiven WDM-Komponenten wieder zu verzichten. Beim regelmäßig gepflegten Erfahrungsaustausch mit Internet Providern waren zudem erste positive Rückmeldungen zu verzeichnen. Wir entschlossen uns also, solche Metro-WDM-Optiken in der VIX-Plattform zu testen, um eine fundierte Entscheidung für den nächsten Wachstumsschritt fällen zu können.

Diese Tests waren erfolgreich. Im Sommer 2025 wurden daher (für die Teilnehmer unterbrechungsfrei) alle Core-Switches des VIX getauscht, die aktiven WDM-Komponenten abgebaut und die neuen Optik-Typen in Betrieb genommen. Die bisherigen Core-Switches fanden eine neue Aufgabe in der Bereitstellung von 400G-Teilnehmerports.

Damit sind wir eine ganze Gerätefamilie losgeworden (inklusive Strom- und Wartungskosten) und konnten das Setup wieder so vereinfachen wie es früher war. Unsere aktuellen Geräte ermöglichen noch zweimal ein Verdoppeln der Kapazität zwischen den Standorten – das wird wieder für einige Zeit reichen!



Harald Michl
ACOnet