

Netztechnologien im optischen Testbed VIOLA

Ursula Eisenblätter und Ferdinand Hommes

Fraunhofer-Institut für Medienkommunikation IMK
Schloss Birlinghoven, 53754 Sankt Augustin
ursula.eisenblaetter@imk.fraunhofer.de
ferdinand.hommes@imk.fraunhofer.de

Zusammenfassung: VIOLA (Vertically Integrated Optical Testbed for Large Applications) ist ein vom BMBF im Rahmen der e-Science-Initiative gefördertes Projekt. Unter der Federführung des DFN arbeiten das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum caesar in Bonn, die Fraunhofer-Institute IMK und SCAI in Sankt Augustin, die Universität Bonn, die FH Bonn-Rhein-Sieg in Sankt Augustin, die RWTH Aachen sowie die Industriepartner Alcatel, Siemens und T-Systems im Rahmen eines Konsortiums eng zusammen. Es wurde ein Hochgeschwindigkeitsnetz mit neuester Übertragungstechnik im Raum Bonn – Köln – Aachen aufgebaut. Das Netz hat eine Verbindung nach Bayern (Universität Erlangen), die später weiter ausgebaut werden soll und ist außerdem an das europäische Forschungsnetz GÉANT angebunden. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die Netztechnik und die Netzaktivitäten im Rahmen von VIOLA.

1 Netztopologie

In den vergangenen 12 Monaten wurden im Rahmen des Projektes VIOLA die Glasfaser-Verbindungen geschaltet sowie die Netztechnik und die dazugehörigen Management-Systeme aufgebaut und in Betrieb genommen. Den Anwendungen steht seit Ende letzten Jahres das VIOLA-Netz für Tests zur Verfügung.

Aufgabe des Transportnetzes ist es, die daran angeschlossenen Workstations und PC-Cluster der Anwender nach Anforderung dynamisch mit n mal 1 Gigabit-Ethernet (1 GE) oder n mal 10 Gigabit-Ethernet (10 GE) untereinander zu verbinden.

Entsprechend den Anforderungen der Anwender wurde die Topologie für das optische Netz geplant. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Standorte und die zwischen ihnen geplanten Bandbreiten. Es ist beabsichtigt, weitere Standorte im süddeutschen Raum, z. B. München, zu einem späteren Zeitpunkt an das Testbed anzuschließen. Des Weiteren ist im Rahmen des Projektes eine Anbindung an das Testbed „Global Seamless Networks“ (GSN, GSN+) der deutschen Telekom optional geplant.

Den Kern des VIOLA-Netzes bilden die drei Knotenstandorte Universität Bonn, Fraunhofer-Institut IMK und Forschungszentrum Jülich. Diese Standorte sind mit jeweils 20 Gbit/s miteinander verbunden, wobei unterschiedliche Netztechnologien benutzt werden (10 Gbit/s SDH und 10 Gigabit-Ethernet).

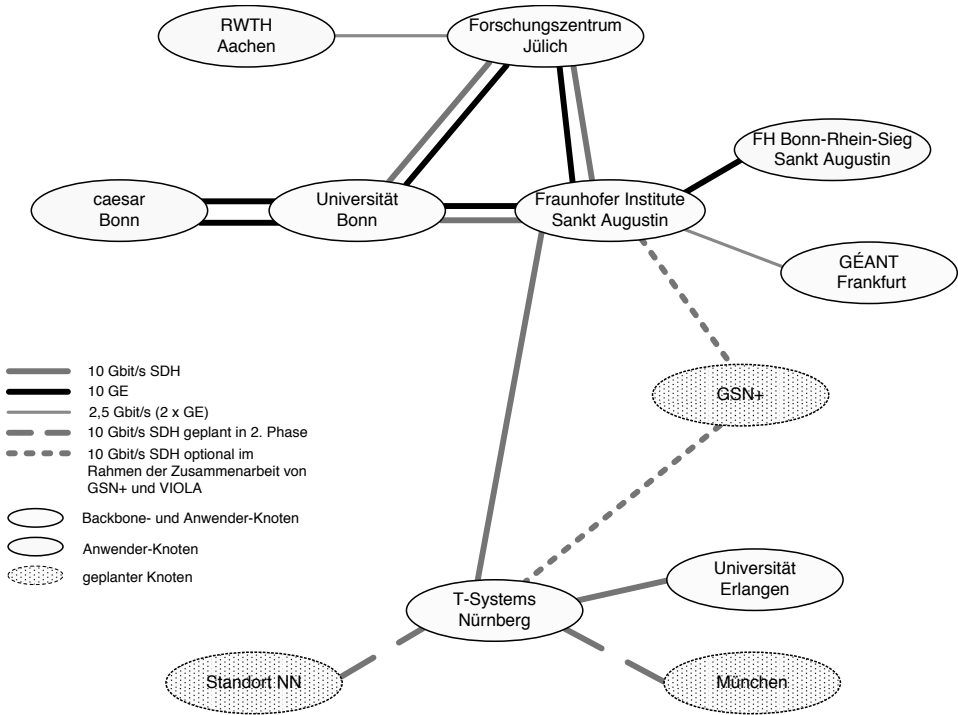


Abbildung 1: VIOLA Netztopologie

2 Glasfasertechnik

Die Netzkomponenten sind über ein eigenes Glasfasernetz (Dark Fiber) miteinander verbunden (siehe Abbildung 2). Neben den privaten Glasfaserstrecken der beteiligten Forschungseinrichtungen wird Glasfaser von den kommerziellen Anbietern GasLINE, den Stadtwerken Bonn und von der Telekom eingesetzt. Das Zusammenschalten der Glasfaserstrecken der verschiedenen Anbieter erfolgte ohne Probleme. Für die Glasfaserstrecken fallen in der Regel nur Wartungskosten an, auf ein Nutzungsentgelt haben die Anbieter zugunsten von VIOLA verzichtet. GasLINE hat sich hier besonders hervorgetan und wurde deshalb als assoziierter Partner in das VIOLA-Konsortium aufgenommen.

Um Glasfaserkosten zu sparen, wurde auf einigen Strecken WDM-Technik eingesetzt (siehe Abbildung 3). Zwischen Bonn und Sankt Augustin werden zwei FSP 3000 Systeme der Firma ADVA eingesetzt, die vom Konsortialpartner Siemens geliefert, aufgebaut und in Betrieb genommen wurden. Auf der Strecke zwischen Sankt Augustin und Jülich kommen zwei 1696 Metro Span von Alcatel zum Einsatz. Auf den von TSI angemieteten Strecken wird ebenfalls WDM-Technik eingesetzt, jedoch wird im Rahmen von VIOLA nur eine Wellenlänge genutzt.

Die nationale und internationale Anbindung von VIOLA erfolgt in Frankfurt. Aus Kostengründen wurde diese Strecke sowie die Strecke zwischen Jülich und Aachen mit einer

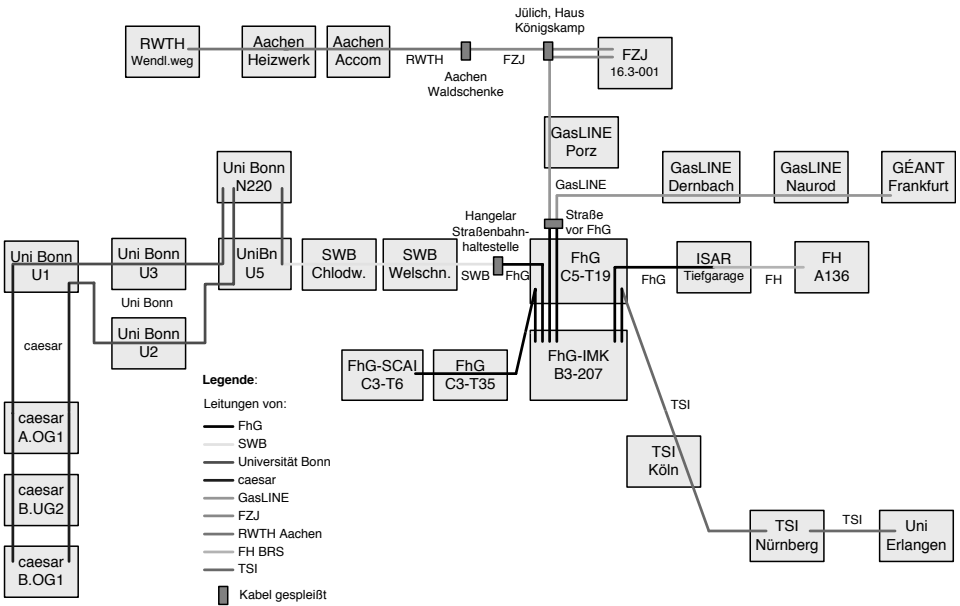


Abbildung 2: Übersicht über die Singlemode-Glasfaserverbindungen

Bandbreite von 2,5 Gbit/s realisiert. Hier kommen jeweils FSP 1500 Systeme von ADVA zum Einsatz, die es erlauben, 2-mal Gigabit-Ethernet über 2,5 Gbit/s SDH zu übertragen. Alle anderen Verbindungen sind 10 Gigabit Ethernet oder 10 Gbit/s SDH.

3 Netztechnik

Im Rahmen von VIOLA werden unterschiedliche Übertragungsmethoden ausprobiert, um unterschiedliche Dienste für die Anwender zu realisieren. Der parallele Einsatz von SDH-Cross-Connects und 10 Gigabit-Ethernet-Switchen im Backbone-Bereich erlaubt einerseits die Erprobung der zurzeit fortschrittlichsten Methoden zum Aufbau von VPNs und andererseits die dynamische Anforderung von Bandbreiten durch Signalisierung:

- Aufbau von Layer-2-VPNs mittels VPLS bzw. H-VPLS auf den 10-GE-Transport-Switchen von Alcatel und Riverstone
- Aufbau von Layer-3-VPNs mittels Virtual Routern auf Alcatel-Switch-Routern
- Signalisierung von dynamischen Bandbreiten mittels unterschiedlicher Protokolle (z. B. GMPLS, UNI, I-NNI, E-NNI) auf den SDH-Cross-Connects von Alcatel, Sycamore und Siemens
- Bereitstellung von Ethernet-Diensten über SDH mit für Anwendungen maßgeschneiderten Bandbreiten mittels GFP und LCAS.

Abbildung 3 gibt die Verbindungen zwischen den aufgebauten Netzkomponenten innerhalb und außerhalb der Backbone- und Anwenderknoten an. Da die Netzkomponenten

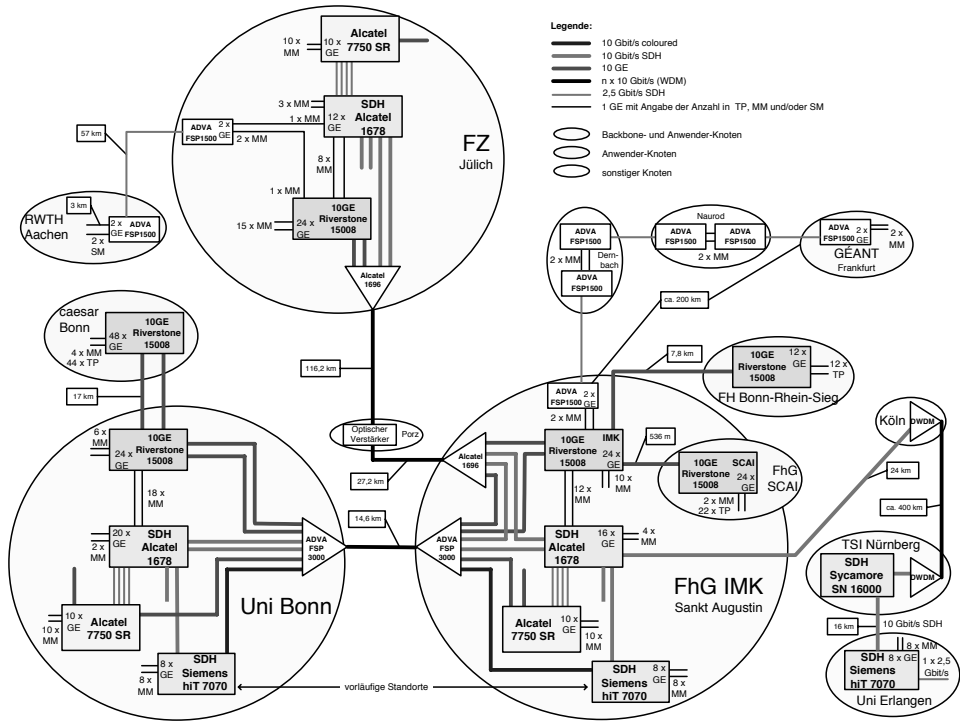


Abbildung 3: VIOLA Netztechnik

innerhalb eines Backbone-Knotens in verschiedenen Racks eingebaut und mit den unterschiedlichsten Steckertypen ausgestattet sind, wurden die Anschlüsse aller Geräte auf Patch-Feldern aufgelegt. Dadurch sind Änderungen an der Verschaltung der Geräte einfach durch Umstecken von Kabeln an den Patchfeldern möglich. Eine Änderung der Verschaltung erfordert allerdings anschließend eine unter Umständen umfangreiche Änderung der Konfiguration auf den betroffenen Geräten.

Vom DFN wurde für VIOLA ein eigener IP-Adressraum für die Rechner-Cluster und Workstations zur Verfügung gestellt. Dies erlaubt eine direkte Anbindung an das G-WiN und an den europäischen Backbone GÉANT bzw. demnächst GÉANT2. Durch diese direkte Anbindung können im Rahmen einer Kooperation auch andere Partner aus nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen Experimente durchführen, ohne dass dabei z. B. bei nationalen Forschungseinrichtungen der eigene G-WiN-Anschluss genutzt wird, der in der Regel ausgelastet ist und über eine weitaus geringere Bandbreite verfügt.

Für das Management der Netzkomponenten wurde ein eigenes Management-Netz (DCN-Netz) von TSI aufgebaut. Das Management erfolgt an den TSI-Standorten Nürnberg und Bamberg. In Nürnberg werden die Ethernet-Switches und Router überwacht, während in Bamberg das Management der SDH- und WDM-Komponenten stattfindet. Die Management-Subnetze an den einzelnen Standorten sind über das G-WiN durch verschlüsselte

Verbindungen miteinander verbunden. Mittels spezieller Klienten kann an den einzelnen Standorten auf die Management-Plattformen bei TSI zugegriffen werden.

4 Entwicklungsarbeiten im Bereich Signalisierung und Reservierung

Neben der Bereitstellung von Netzdiensten für die Anwender finden im Rahmen von VIOLA umfangreiche netztechnische Untersuchungen, Tests und Entwicklungen statt.

Im Bereich VPLS bzw. H-VPLS (Layer-2) werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Analytischer Vergleich der beiden Lösungsansätze VPLS und H-VPLS, wobei beide Systeme auf ihre Skalierbarkeit und ihre Leistungsfähigkeit hin untersucht werden sollen
- Erprobung von VPLS bzw. H-VPLS unter Einbeziehung von Core-Routern
- Interoperabilitätstests bezüglich VPLS bzw. H-VPLS zwischen Systemen der Hersteller Alcatel und Riverstone

Im Bereich der optischen Transportnetze spezifizieren die verschiedenen Standardisierungsgremien zurzeit unterschiedliche bzw. teilweise sich ergänzende Vorschläge für die optische Kontrollebene. Die Internet Engineering Task Force (IETF) spezifiziert Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) für die IP-basierte Kontrollebene. Die International Telecommunications Union (ITU) hat eine Architektur für Automatically Switched Optical Networks (ASON) entworfen. Das Optical Internetworking Forum (OIF) hat die Signalisierung für das User-to-Network Interface (UNI) spezifiziert.

Abbildung 4 gibt einen Überblick über die in diesem Zusammenhang benutzten Schnittstellen. Die UNI-Schnittstelle dient zur Signalisierung von Verbindungen durch das Transportnetz. Innerhalb eines Netzes können die Hersteller eine eigene Schnittstelle (Internal Network-to-Network Interface, I-NNI) benutzen, welche nicht standardisiert ist. Die Verbindung zwischen den Netzen unterschiedlicher Hersteller oder auch Netzdomains erfolgt durch eine normierte Schnittstelle – das External Network-to-Network Interface (E-NNI).

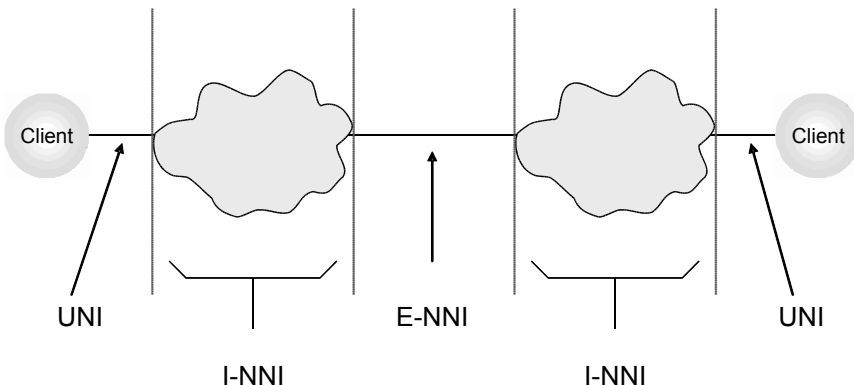


Abbildung 4: Signalisierungsschnittstellen

Die verschiedenen Ansätze werden untersucht, entwickelt bzw. weiterentwickelt und getestet. Dabei wird besonderes Gewicht auf das Interworking der Implementierungen der verschiedenen Hersteller und der verschiedenen Ansätze gelegt. Bei den Untersuchungen werden Geräte von Alcatel, Siemens und Sycamore zusammengeschaltet. Eine besondere Rolle wird dabei die Erprobung der OIF UNI 2.0 Schnittstelle spielen, die die Signalisierung von Ethernetverbindungen spezifiziert und die sich zurzeit noch in der Spezifikationsphase befindet.

Ein weiterer Schwerpunkt bildet die Entwicklung eines Reservierungssystems für die Anforderung und Reservierung von Bandbreiten einer bestimmten Dienstgüte für die Anwendungen.

Mit Hilfe einer EGEE (Enabling Grids for E-science) konformen Schnittstelle sollen die Anwender ihre Anforderungen spezifizieren können. Diese Schnittstelle kann auch direkt vom Reservierungssystem zur Anforderung von Rechnern innerhalb von PC-Clustern (Meta Scheduler auf UNICORE-Basis) angesprochen werden.

Das Reservierungssystem wird verschiedene Netzebenen umfassen. Wird z. B. in einem MPLS-Netz für einen Layer-2-Dienst auf VPLS-Basis eine zusätzliche Übertragungskapazität benötigt, so kann diese durch Schalten einer zusätzlichen Verbindung auf Transportebene bereitgestellt werden.

Durch einen hierarchischen Aufbau soll das Reservierungssystem auch für größere Netze, bestehend aus verschiedenen Netzdomänen, geeignet sein. Die Entwicklungsarbeiten werden unter der Federführung der Universität Bonn durchgeführt.

5 VIOLA-Labor

Um möglichst umfangreiche Erfahrungen beim Einsatz von optischen Komponenten zu gewinnen, werden verschiedene Testszenarien aufgestellt und entsprechende Tests durchgeführt.

Durch Lastmessungen soll die im Testbed eingesetzte Technik auf ihre Funktionsfähigkeit und auf ihre Eignung für den Dauerbetrieb getestet werden. Dies geschieht mit Hilfe von Lastgeneratoren auf der Basis von Workstations und durch den Einsatz eines kommerziellen Testgerätes.

Es soll außerdem untersucht werden, in welche Richtung eine Weiterentwicklung der derzeit zur Verfügung stehenden Netztechnik sinnvoll und technisch möglich erscheint, um den Anforderungen mit sehr hoher Bandbreite (z. B. GRID- oder Virtual-Reality-Applikationen) zu genügen. Diese neuen Techniken sollen auch während der Laufzeit des Projektes getestet werden.

Neben theoretischen Vorüberlegungen zur Skalierbarkeit soll mit Hilfe geeigneter Testverfahren im VIOLA-Labor überprüft werden, inwieweit die Skalierbarkeit der implementierten Konzepte auch für größere Netze gewährleistet werden kann. Für den Fall, dass alternative technische Konzepte implementiert werden (z. B. Ethernet unter Zuhilfenahme von SDH in WDM gegenüber Ethernet direkt in WDM), sollen vergleichende Untersuchungen zur Skalierbarkeit durchgeführt werden.

Neben den Untersuchungen und Tests mit den im Rahmen von VIOLA beschafften Netzkomponenten soll auch Technik von anderen Herstellern zeitweise in das Testbed integriert und getestet werden. Hierzu sind bereits Gespräche mit potenziellen Partnern geführt worden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des Testbeds VIOLA werden die zurzeit fortschrittlichsten Netztechnologien mit Hilfe von konkreten GRID-Anwendungen untersucht, getestet und bewertet. Dabei spielt die Bereitstellung von geschalteten Bandbreiten mit einer bestimmten Dienstgüte auf Layer-2- oder Layer-3-Ebene eine zentrale Rolle. Die Entwicklung eines GRID-fähigen Reservierungssystems wird die für die Kopplung von Rechnerclustern erforderlichen Netzverbindungen bereitstellen. Die in VIOLA gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen fließen in die Spezifikation der nächsten Generation des Wissenschaftsnetzes X-WiN mit ein. Das VIOLA Testbed steht allen interessierten Anwendern an den VIOLA-Standorten kostenfrei zur Verfügung. Durch eine Netzanbindung an das G-WiN bzw. das europäische Wissenschaftsnetz GÉANT kann die VIOLA-Infrastruktur auch von anderen Anwendern im In- und Ausland genutzt werden. Außerdem wird hierdurch eine Kooperation mit anderen internationalen Testbeds ermöglicht.

Literatur

- [IETF-GMPLS] IETF-Dokumente zu GMPLS:
 RFC3471; Generalized Multi-protocol Label Switching
 RFC3473; GMPLS extensions for RSVP-TE
 draft-ietf-ccamp-gmpls-sonet-sdhexensions; GMPLS extensions for SDH/Sonet
 draft-ietf-ccamp-ospf-gmplsextensions; OSPF extensions (Open Shortest Path First)
- [IETF-VPLS] IETF-Dokumente zu VPLS:
 draft-ietf-ppvnp-vpls-ldp-06.txt; VPLS draft
 draft-ietf-ppvnp-vpls-bgp-04.txt; VPLS draft
- [ITU-ASON] ITU-Dokumente zu ASON:
 ITU: G.807; Automatic Switched Transport Network
 ITU: G.8080 version 2; Automatic Switched Optical Network
- [ITU-GFP/LCAS] ITU-Dokumente zu GFP und LCAS:
 ITU-T G.7041; Generic Framing Procedure (GFP)
 ITU-T G.7042; Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS)
- [OIF] OIF-Dokumente:
 UNI 1.0; User-Network-Interface
 UNI 2.0; User-Network-Interface
 E-NNI 1.0; Network-Network-Interface

VIOLA im WEB

www.viola-testbed.de VIOLA-Webseite, hier befinden sich unter anderem auch Vorträge zur hier besprochenen Netztechnik vom VIOLA-Workshop 2005

Abkürzungen

WDM	W avelength D ivision M ultiplexer Übertragung mehrerer Signale mit unterschiedlichen Wellenlängen in einer Glasfaser
SDH	S ynchronous D igital H ierarchy Weitverbreitete Übertragungstechnik in der Sprach- und Datenkommunikation
L2 VPN	L ayer 2 V irtual P rivate N etwork Virtuelle private Netze auf Ethernet-Ebene
L3 VPN	L ayer 3 V irtual P rivate N etwork Virtuelle geroutete private Netze
VPLS	V irtual P rivate L AN S ervice Bereitstellung von Ethernet-Diensten über ein IP/MPLS-Netz
H-VPLS	H ierarchical V irtual P rivate L AN S ervice Hierarchische Version von VPLS
MPLS	M ulti- P rotocol L abel S witching Protokoll zur Verkehrssteuerung in IP-Netzen (Traffic Engineering)
GMPLS	G eneralized M ulti- P rotocol L abel S witching Protokoll zum Aufbau von Netzverbindungen (Pfad) mit einer gewünschten Bandbreite über unterschiedliche Übertragungswege
UNI	U ser-to- N etwork I nterface Benutzerschnittstelle zum Aufbau einer Netzverbindung
I-NNI	I nternal N etwork-to- N etwork I nterface Schnittstelle zwischen Netzkomponenten innerhalb eines internen Netzes, nicht standardisiert
E-NNI	E xternal N etwork-to- N etwork I nterface Schnittstelle zwischen Netzen unterschiedlicher Service-Provider, standardisiert
GFP	G eneric F raming P rocedure Verfahren zum Transport von Daten-Paketen (z. B. Ethernet) über SDH
LCAS	L ink C apacity A justment S cheme Dynamische Bandbreitenanpassung bei SDH-Verbindungen
DCN	D ata C ommunication N etwork IP-/OSI-Netz zum Management von Netzkomponenten