

**Zeitschrift:** Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology  
**Herausgeber:** Swisscom  
**Band:** 77 (1999)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Trend zu immer höheren Bandbreiten  
**Autor:** Sellin, Rüdiger  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-877047>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Trend zu immer höheren Bandbreiten

Die Firma Vision in Business (London) führte vom 8. bis 9. Juli 1999 in Genf einen Kongress zum Thema IP over WDM durch, an dem zwanzig Referenten vor rund achtzig Teilnehmern aus fünfzehn Ländern verschiedene Aspekte des Optical Networking beleuchteten. Am ersten Tag ging es in erster Linie um das Netz selbst (alte und neue Übertragungstechniken; welche Netzschichten sind erforderlich, welche können eliminiert werden). Der zweite Tag stand im Zeichen des Betriebes und des Unterhaltes optischer Netze, Aspekte des Netzmanagements sowie der Messtechnik im Vordergrund standen.

**A**usgangspunkt vieler Präsentationen war der in den Übertragungsnetzen zu beobachtende Trend zu immer höheren Bandbreiten, welcher sich aus der starken Zunahme des Datenverkehrs (vor allem des IP-Ver-

---

RÜDIGER SELLIN, BERN

---

kehrs) ergibt. Während im Jahr 2000 das Verhältnis von Data zu Voice ungefähr 5:1 betragen wird, soll es nach einer Lightwave-Studie im Jahr 2005 bereits 23:1 sein. Dabei wird eine Abnahme der relativen Kosten pro Mbit/s bei zunehmender Bandbreite im Übertragungssystem beobachtet, sodass ein Mbit/s in einem STM-16-System im Vergleich zu einem STM-1-System nur noch rund ein Fünftel kostet. Die WDM-Systeme beschleunigen diesen Trend noch zusätzlich, da sie die optischen Kabel wesentlich effizienter ausnutzen, als es heute bei SDH-Systemen der Fall ist. In den heute installierten Systemen werden typischerweise nur etwa zwei bis vier Wellenlängen genutzt, während in naher Zukunft bis zu 16 Wellenlängen zur Verfügung stehen werden. Allerdings geraten WDM-Systeme bei Bitraten von mehr als 10 Gbit/s an ihre physikalischen Grenzen und sind somit bei einer Beschaltung mit STM-64 praktisch am Limit. Weitere Impulse gehen in den nächsten drei Jahren von so genannten DWDM aus, welche Bandbreiten von zunächst 40 Gbit/s offerieren werden. Operators wie AT&T, Sprint und MCI haben bereits angekündigt, ihre mit STM-16-Systemen ausgerüsteten optischen Seekabel mit DWDM-Technik zu beschalten. In Laborversuchen ist man bereits in den Übertragungsbereich von einigen hundert Tbit/s vorgedrungen.

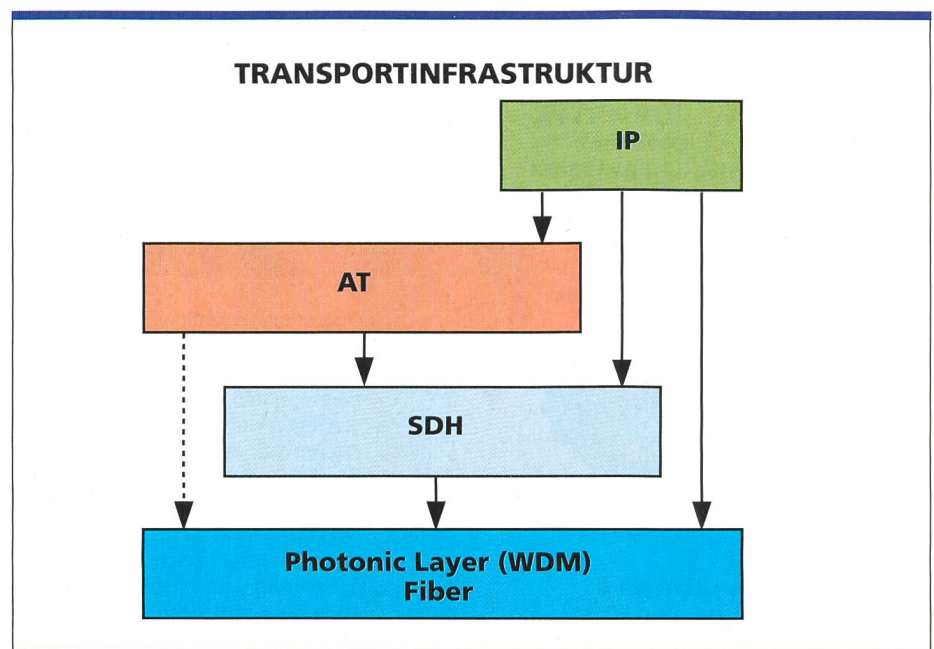
### Funktionale Erweiterung heutiger Datacomumgebungen

Bis zur Einführung von DWDM muss man sich allerdings noch ein wenig gedulden, beginnen die Netzbetreiber doch erst in diesen Monaten, die WDM-Technik einzuführen. Generell hatte man als Kongressbesucher den Eindruck, dass die Übertragungstechnik immer weiter diversifiziert wird. So kommt heute eine Reihe von Übertragungstechniken wie ATM, FR, SDH, PDH (immer noch!), WDM zur Anwendung, während es auf der darüber liegenden Switchingtechnik nicht anders aussieht (siehe unten). Etwas störend für den Kongressbesucher war, dass bis zur Sättigungsgrenze zahlreiche ähnliche und jeweils nur geringfügig modifizierte Verkehrsprognosen gezeigt wurden, ohne bekannten Tatsachen wirklich neue Perspektiven zu geben.

Wesentlich «bodenständiger» wirkte die Erwähnung neuer Switching- und Routingtechniken wie etwa MPLS (Multi Protocol Label Switching) sowie IP-Switching und IP-Tunneling, wie es etwa von Cisco angeboten wird. Es war interessant festzustellen, dass seit Jahren bekannte Techniken wie etwa P-NNI immer noch gefragt sind, zumal gerade P-NNI durch das datacomorientierte Routing und das telecomnahe Switching ein idealer Partner von IP und/oder MPLS darstellt.

### Vielseitige Fachvorträge

Frederic Thepot, FORE Systems, ATM Forum Ambassador (MPOA, LANE), welcher sich übrigens auch als Chairman der zweitägigen Konferenz betätigte, sprach in seinem Fachvortrag über die Integration von MPLS/ATM/WDM. Beim MPLS seien sowohl das Traffic Engineering als auch das QoS-Routing eher schwach ausgeprägt. Im Prinzip bestehe das Traffic Engineering lediglich aus einer Verteilung des Verkehrs auf verschiedene Verkehrswege und von einem QoS-Routing wie etwa bei ATM könne man eigentlich gar nicht sprechen, da wiederum nur «bessere» und «weniger gute» Router ein Unterscheidungsmerkmal darstellten. Zudem sei das Umsetzen von IP-Data-



WDM als eine universelle Telekommunikationsinfrastruktur.



grammen in ATM-Pfade im Zugangsswitch keine triviale Aufgabe. Die MPLS-Standards seien nun im IETF auf dem Wege zur Verabschiedung. Im ATM-Forum sei man aber zu Beginn gar nicht an der MPLS-Standardisierung beteiligt gewesen, was sich aber nun doch noch geändert habe.

Auch Stephen Hessing, GTS Carrier Services, prognostizierte Bitraten von 10 Mbit/s für das Jahr 2000 und 40 Mbit/s für das Jahr 2002. GTS betreiben nach eigenen Angaben das grösste IP/WDM-Netz (rund 13 200 km Länge) ausserhalb der Vereinigten Staaten und wollen bis Ende 2000 in zwanzig europäischen Staaten und fünfzig Städten präsent sein. Bis dahin sei auch ein geplantes Kabel nach Übersee operativ. SLAs werden bei GTS auf der Basis der Parameter Verfügbarkeit, Paketverzögerung und -verlust vereinbart. Für STM-1- und T3-Verbindungen kommen Cisco-12000- sowie für E1- und E3-Verbindungen Cisco-7500-Router zum Einsatz.

Bei der Technologie für IP-Router sind gemäss Heinrich Gebehenne, Deutsche Telekom, folgende Trends festzustellen:

- Bedingt durch MPLS migrieren die IP-Router zu LSR, und zwar beim High-speedrouting zum «Frame-based MPLS» und beim kombinierten IP-Routing/ATM-Switching zum «Cell-based MPLS».
- Die neuen Highspeedrouter beinhalten optische Switchstrukturen und werden Durchsatzraten von bis zu 164 Tbit/s ermöglichen.
- Bei den Highspeedroutern sind zwei Architekturen zu unterscheiden, und zwar nicht erweiterbare Single Nodes (wie sie z.B. von Ascend, Cisco, Lucent geliefert werden) sowie skalierbare Distributed Nodes (Lieferanten Argon, Netcore, Avici, Pluris). Während bei den Ersteren jeder neue PoP zusätzliche Router erfordert, lässt sich in der zweiten Kategorie einfach der Switch erweitern. Die optischen Switchingstrukturen haben zudem den Vorteil, dass das optische Übertragungssignal im Switch ebenfalls optisch weiterverarbeitet wird, also keine optisch-elektrische Wandlung notwendig ist.

Darren Freeland, British Telecom, präzierte die zeitliche Einführung neuer Routerinterfaces: 2,4 Gbit/s seien heute verfügbar, 10 Gbit/s ab Ende 1999, 40 Gbit/s ab Ende 2000. Gerade für die Geschäftskunden sei es allerdings hinderlich, dass in IP-Router Netzwerken zwar eine

Priorisierung der IP-Pakete möglich sein, eine echte, das heisst garantierte Dienstqualität QoS aber noch nicht realisiert sei. British Telecom sehe in naher Zukunft keine Alternative zu ATM als Multi-service Data Backbone. Heute sei IP/SDH/WDM als kostengünstiges «best effort»-IP-Kernnetz (Core Network) anzusehen und könne sich durchaus als parallele Technologie zu ATM positionieren. Mittelfristig würden allerdings (D)WDM-Netze das Kernnetz definieren. Christian Guillemot, France Telecom, referierte zum Thema «Protection and Restoration on Networks running IP over WDM». Dieses Gebiet ist zurzeit noch sehr wenig erforscht und Managementtools für optische Netze sind in akzeptabler Qualität kaum erhältlich. Insofern waren die drei vorgestellten Managementszenarien (1) DXCs und Restoration auf VC-4-Ebene, (2) optische Cross-connects und (3) optische Ringstruktur auch unter kostenmässigen Gesichtspunkten sehr aufschlussreich.

Rüdiger Sellin, Swisscom, stellte die CORBA-Architektur der OMG vor, welche vom TeleManagement Forum und The Opengroup (einem Zusammenschluss von OSF und X/Open) für das Netzmanagement funktional erweitert wurde. Besonders auf der Servicemanagementschicht sowie für die Integration bestehender Managementanwendungen hat TMN bis heute keine überzeugenden Lösungen geliefert. CORBA kann diese Lücke füllen, da sowohl objektorientierte als auch herkömmliche Managementanwendungen einbezogen werden können. So lassen sich auf einer CORBA-Plattform sowohl herstellerspezifische als auch Standardlösungen (wie CMIP und SNMP) integrieren.

John Doyle, Cisco, stellte die Routerfamilien der Serien 7500 und 12000 vor und zeigte, wie sich diese Systeme in vier verschiedene Netzstrukturen einbinden lassen:

- IP over ATM over SDH over WDM
- IP over ATM over WDM
- IP over SDH over WDM
- IP over WDM

Cisco bevorzuge trotz der hohen Akzeptanz von SDH ganz klar die vierte Variante, weil damit die Ineffizienz von ATM und SDH ausgemerzt werde. Mit jeder weiteren Variante (von 1. bis 4.) nähmen Komplexität, Overhead und Kosten ab, wobei angemerkt sei, dass das Management der unteren Netzschichten nicht unbedingt einfacher wird, wenn keine geeigneten Tools zur Verfügung stehen.

## Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CMIP	Common Management Information Protocol
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
DXC	Digital Cross Connects
FR	Frame Relay
FSAN	Full Service Access Network
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
LSR	Label-Switched Router
MPLS	Multiprotocol Label Switching
OMG	Object Management Group
OSF	Open Software Foundation
OSI	Open Systems Interconnection
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PoP	Point of Presence
QoS	Quality of Service
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SLA	Service Level Agreement
SNMP	Simple Network Management Protocol
TMN	Telecommunications Management Network
VDSL	Very high speed Digital Subscriber Line
WDM	Wavelength Division Multiplexing

Zudem ist die Variante 4 heute ausschliesslich für Datacom- und nicht für Voiceumgebungen geeignet.

Ein weiterer Vertreter der Firma British Telecom präsentierte verschiedene Überlegungen zum Access Network. Er stellte eine so genannte Brick Box vor (Lieferant Fujitsu; Northern Telecom stellt ein ähnliches Gerät für die Wandmontage her). Die Brick Box ermöglicht eine netzseitige, optische STM-1-Anbindung am Verteilerkasten und stellt VDSL-Links über gewöhnliche Kupferdoppeladern zum Kunden zur Verfügung, ohne das gesamte Anschlussnetz neu bauen oder erweitern zu müssen.





## Wer Joker Punkte sammelt, fliegt gratis.

Für jeden Joker Punkt erhalten Sie zwei Qualifyer Meilen. Und sobald Sie genügend Meilen haben, bestimmen Sie, wohin die Reise geht. Wenn Sie lieber am Boden bleiben, tauschen Sie Ihre Joker Punkte einfach gegen Reka-Checks, Hotelübernachtungen, Action Trips, Wellnessstage oder Kinotickets ein. Die erforderlichen Punkte gibts automatisch für praktisch jeden Franken auf Ihrer Swisscom Rechnung. Vorausgesetzt, Sie sind Joker Kunde. Mehr über das Gratis-Bonusprogramm von Swisscom erfahren Sie unter **Tel. 0800 88 22 88**. [www.swisscom.com/joker](http://www.swisscom.com/joker)

**swisscom**  
| | | | |

Aus seiner Sicht seien die heutigen ADSL-Zubringer bereits veraltete Technologie, allerdings immer noch die preiswerte Alternative.

### Fazit

Einerseits wurde am Kongress immer wieder betont, die OSI-Schicht 2 eliminieren und Schicht 1 redimensionieren, also ohne ATM und SDH auskommen zu wollen. Andererseits benutzen die optischen WDM-Systeme zwischen den Routern je ein SDH-Interface. Auf diese Weise wird zwar die 50%ige Leitungsver-schwendung im SDH umgangen (heute üblich: operationeller Hot Ring und Cold Ring als Umschaltreserve mit SDH Protection Switching). Der obere Teil der OSI-Schicht 2 wird protokolltechnisch betrachtet aber nach wie vor genutzt. Zudem fehlt das bewährte Traffic Management von ATM, was es in reinen IP/WDM-Netzen schwer macht, echte QoS anzubieten. 7.9.4



**Rüdiger Sellin, dipl. Ing.,** schloss das Studium der Nachrichtentechnik 1986 erfolgreich ab und ist seitdem in den Branchen Telekommunikation und angewandte Informatik tätig. Er bekleidete verschiedene Positionen bei Netzbetreibern und Systemhäusern in Deutschland und in der Schweiz, unter anderem als Systems Engineer in der OSI-Entwicklung und als Product Manager im Marketing von Network Support Systems. Rüdiger Sellin ist seit 1992 bei Swisscom AG beschäftigt und hier seit 1. Juli 1999 als Consultant Innovations bei Marketing & Sales, Major Accounts, Consulting & Design für das Aufspüren und die Nutzung neuester Trends und Techniken zum Vorteil der grössten Geschäftskunden von Swisscom mitverantwortlich. Er ist zudem Autor von zwei Fachbüchern zu den Themen ATM und TMN sowie Verfasser von zahlreichen Fachbeiträgen für Kommunikationsmagazine im In- und Ausland. Er leitet darüber hinaus in Westeuropa Fachseminare auf dem Gebiet der Telekommunikation und tritt gelegentlich als Referent an internationalen Kongressen auf.

Rüdiger Sellin ist unter der E-Mail-Adresse [ruediger.sellin@swisscom.com](mailto:ruediger.sellin@swisscom.com) erreichbar.

## Summary

### Trend towards higher and higher bandwidths

From 8 to 9 July 1999 the company Vision in Business (London) held a conference in Geneva on the subject of IP over WDM at which twenty speakers highlighted the various aspects of optical networking to delegates from fifteen countries. The first day primarily covered the network itself (old and new transmission technologies, which network layers are required, which can be eliminated). The second day covered the operation and maintenance of optical networks, with aspects of network management such as measurement methods being highlighted.

**GO**

**... for mobility without limits.**

**Business solutions that add new dimensions to mobile Life.**

Nokia at Telecom 99, Hall 2, Stand 2031. Welcome!

**TELECOM 99**  
Geneva, 10-17 October

**Inter@ctive 99**  
International Telecommunication Union

**NOKIA**  
CONNECTING PEOPLE

[www.nokia.com](http://www.nokia.com)

Copyright © 1999, Nokia Corporation. All rights reserved. Nokia is a registered trademark of Nokia Corporation.

NOKIA (Schweiz) AG, Hardturmstrasse 181, 8005 Zürich



# SIEMENS

Die Mobil-Lösungen von Siemens sorgen nicht nur bei der Ex-Miss Schweiz Tanja Gutmann für besten Anschluss. Sondern auch bei Ihnen.



## Unabhängigkeitserklärung.

Wenn Sie Ihre Redefreiheit nicht nur auf allen fünf Kontinenten, sondern auch in den eigenen vier Wänden lieben, sollten Sie sich jetzt von Siemens die Unabhängigkeit erklären lassen.

Erstens mit dem Dualband-Handy Siemens S15E: Das schlaue Gerät arbeitet sowohl auf dem GSM 900- als auch auf dem GSM 1800-Netz und wechselt während des Telefonierens und über Landesgrenzen hinweg automatisch dorthin, wo Sie den besten Empfang haben. Und zweitens mit der Telefonfamilie Siemens Gigaset: Es ist das meistverkaufte digitale und abhörsichere Schnurlostelefon der Welt. Und bietet Ihnen mit bis zu 6 Mobilteilen ab sofort noch mehr Funktionen, bessere Ergonomie und grössere Ausdauer.

Pflegen Sie in Zukunft bessere Kontakte: Die mobilsten Telefonkabinen der Welt sind nur ein paar Tastendrucke entfernt.

Siemens Schweiz AG  
Telefon 01-495 42 26  
[www.siemens.ch](http://www.siemens.ch)

**Erwarten Sie mehr.  
Innovationen von Siemens.**