

# Breitband

Die Infrastruktur im Spannungsverhältnis zwischen Technologie und Service

15 September 2009

Österreichische Computer Gesellschaft

Gernot M. Fuchs

UPC Austria GmbH



# Bandbreiten-Treiber

1

## IP-TV

Die Entwicklung neuer TV-Services auf IP-Basis steht heute an der Schwelle zur Produktreife oder hat diese bereits überschritten. In wenigen Jahren wird es so zu einer vollständigen Ablösung traditioneller TV-Übertragungstechnik analog zur Entwicklung im Bereich der Sprachtelefonie bei der Einführung von VoIP-Diensten. Die Versorgung einzelner Haushalte mit bis zu 3 HDTV Streams verlangt nach Bandbreiten bis zu 30 Mbps im Downstream.

2

## B2B Services

Ein anhaltender Trend zum Ausbau von Firmennetzen auf Basis von Ethernet-Technologie unter der Nutzung von Punkt-zu-Punkt und Punkt-zu-Multipunkt Services führt zu Forderungen von symmetrischen Bandbreiten bis zu 100 Mbps. Diese Services werden nicht als IP sondern als Ethernet (Layer 2) Services mit höchstmöglichem Transparenzgrad angeboten.

3

## Bandbreitenwettbewerb

Das Prestige der untereinander in Wettbewerb stehenden Marktteilnehmer verlangt, daß die Leistungsfähigkeit der jeweils anderen Infrastruktur auch jedem selbst zur Verfügung steht. So lösen Entwicklungen im Bereich DOCSIS (3.0) Anstrengungen anderer Infrastrukturbetreiber in Richtung VDSL2, FTTx und LTE aus.

# Konkurrierende Technologien

Technologie	Uplink	Downlink
ADSL2+	24 Mbps	1,4 Mbps
VDSL2	200 Mbps	200 Mbps
EuroDOCSIS 2.0	50 Mbps	27 Mbps
EuroDOCSIS 3.0 (4-Kanal)	200 Mbps	108 Mbps
EuroDOCSIS 3.0 (8-Kanal)	400 Mbps	108 Mbps
HSDPA	14 Mbps	384 kbps
LTE (angekündigt)	300 Mbps	75 Mbps
LTE (Ericsson Feldversuch) <a href="http://www.ericsson.com/ericsson/press/releases/20080210-1190029.shtml">http://www.ericsson.com/ericsson/press/releases/20080210-1190029.shtml</a>	25 Mbps	25 Mbps
LTE (DoCoMo Feldversuch) <a href="http://www.nttdocomo.com/pr/2008/001390.html">http://www.nttdocomo.com/pr/2008/001390.html</a>	250 Mbps	

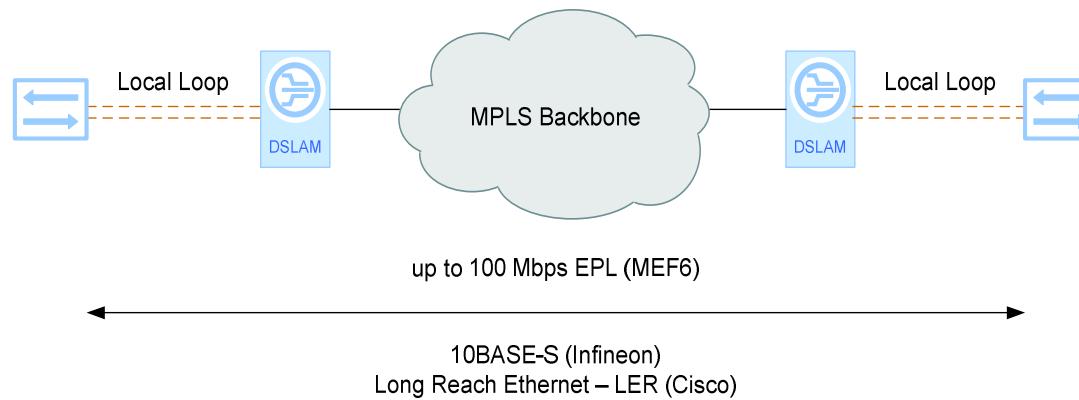


# Bandbreitenintensive Services

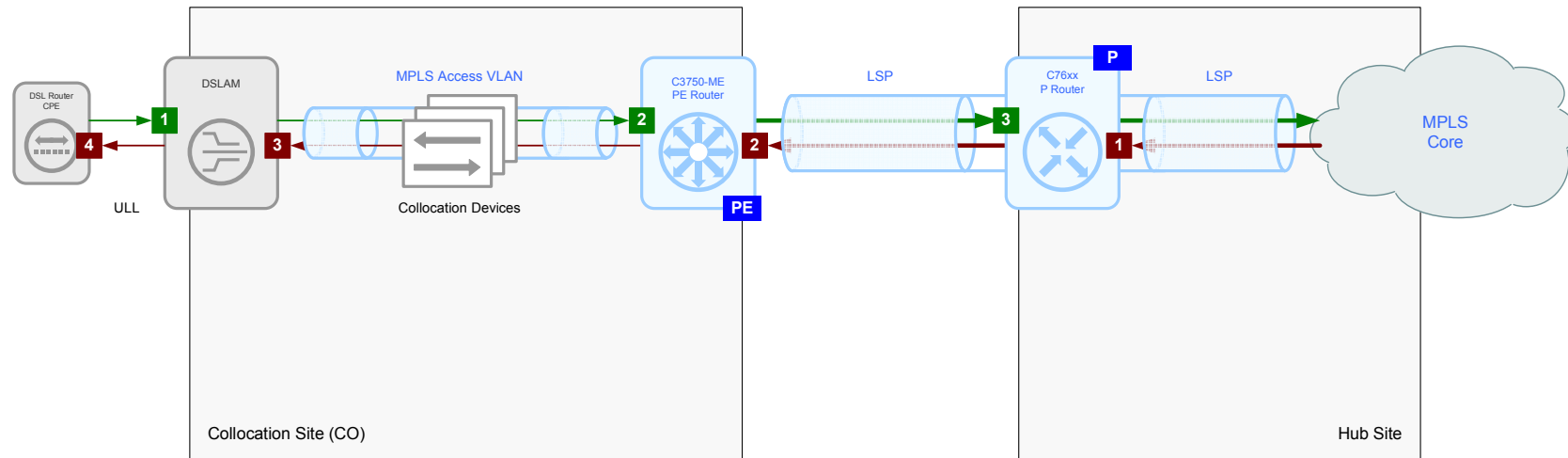
## Residential IPTV Services

Compression Technique	SDTV	HDTV
MPEG-2	3.5 Mbps	20 Mbps
MPEG-4 / H.264 (Conservative) VC-1 / Windows Media 9 (Conservative)	1.5 Mbps	10 Mbps
MPEG-4 / H.264 (Aggressive) VC-1 / Windows Media 9 (Aggressive)	0.7 Mbps	6 Mbps

## Business Ethernet Services

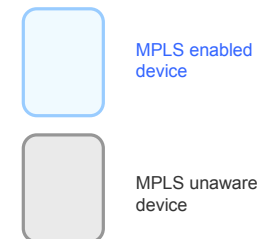


# Anwendungsbeispiel: VPL

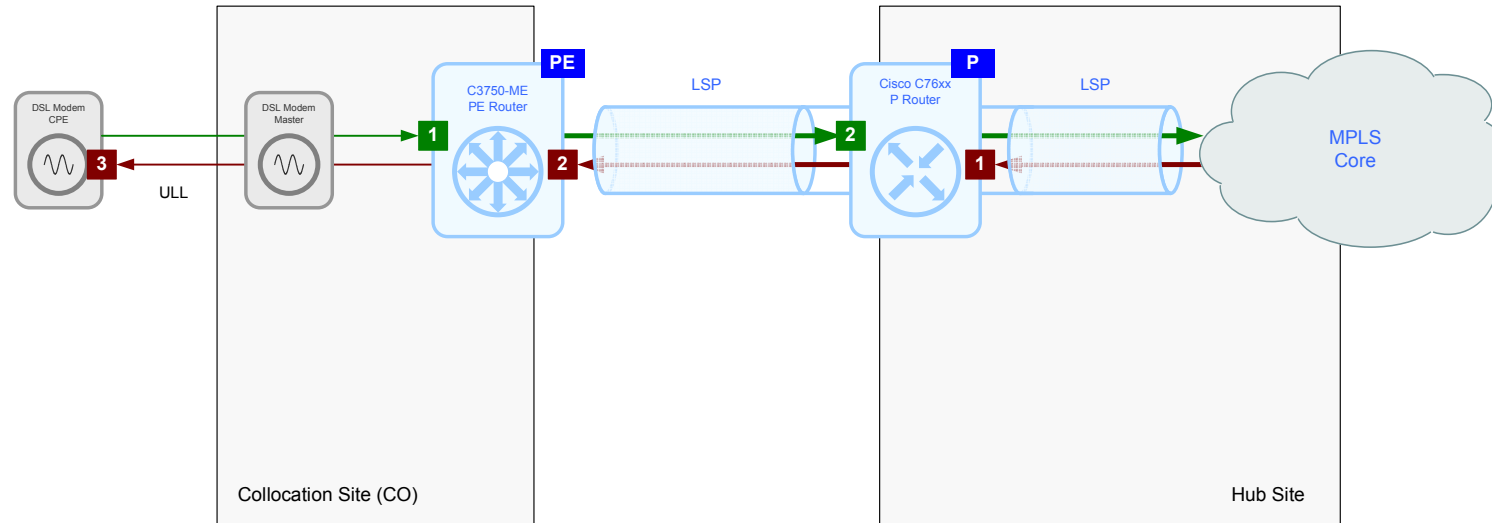


- 1** DSL traffic bound for the MPLS network is received via ULL at the DSLAM and encapsulated into a dedicated VLAN
- 2** The PE is labelling the incoming traffic and encapsulating it into the appropriate MPLS LSP according to the incoming VLAN ID
- 3** The MPLS traffic is received by the hub site's P router to be forwarded further into the MPLS core for final destination

- 1** MPLS traffic is received from the MPLS core at the hub site's P router and forwarded further down the LSP to the collocation's PE router
- 2** MPLS traffic received by the PE router is mapped into the appropriate MPLS access VLAN according to the LSP
- 3** The MPLS access VLAN is terminated at the DSLAM and traffic forwarded to the appropriate port and ULL
- 4** Traffic is terminated at the CPE and handed over to the customer's LAN

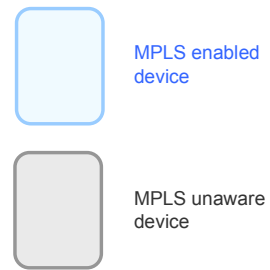


# Anwendungsbeispiel: EPL



- 1** DSL traffic received by the PE router via PHY is labeled
- 2** The MPLS traffic is received by the hub site's P router to be forwarded further into the MPLS core for final destination

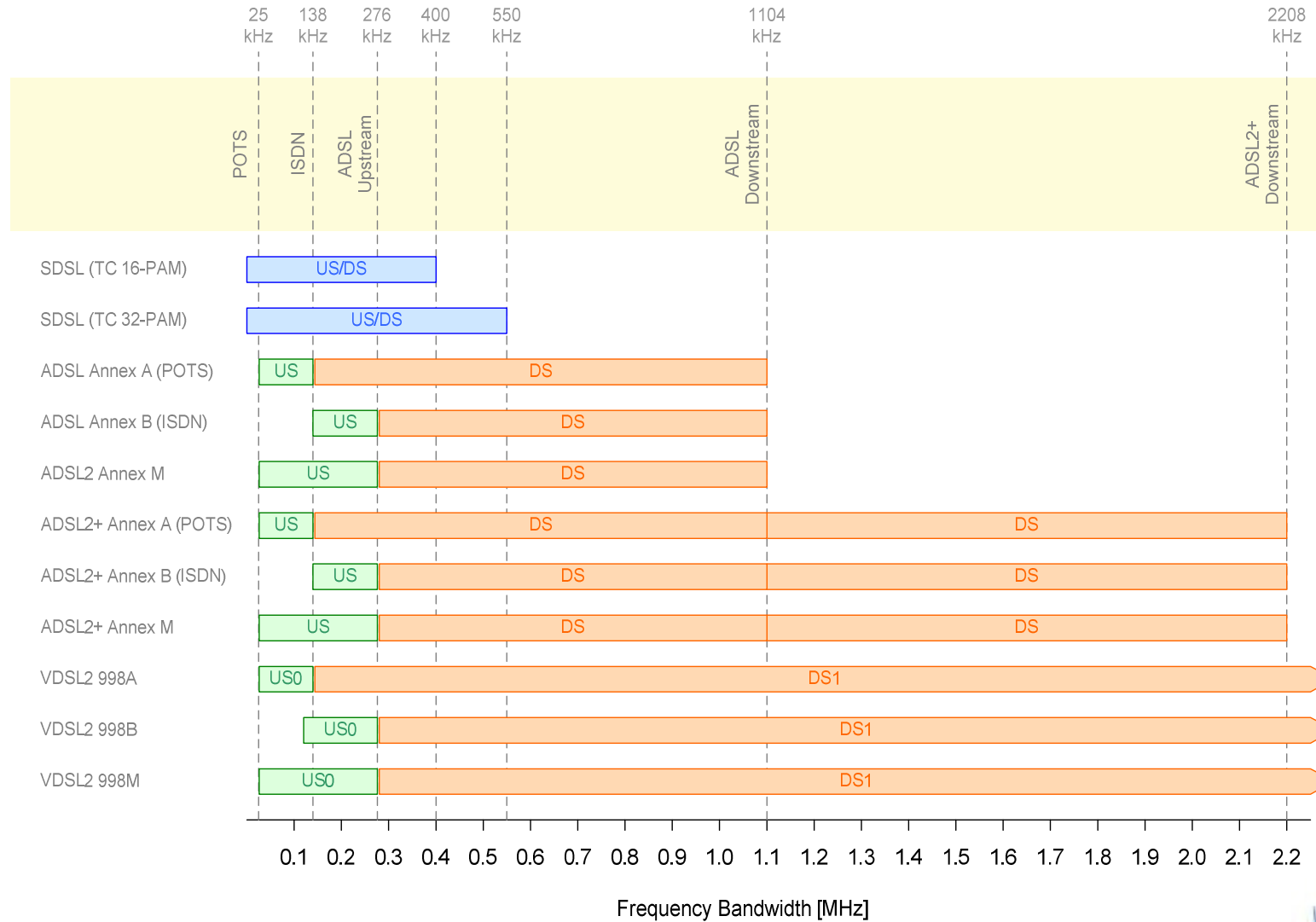
- 1** MPLS traffic is received from the MPLS core at the hub site's P router and forwarded further down the LSP to the collocation's PE router
- 2** MPLS traffic received by the PE router is mapped onto the appropriate PHY port according to the LSP
- 3** Traffic is terminated at the CPE and handed over to the customer's LAN



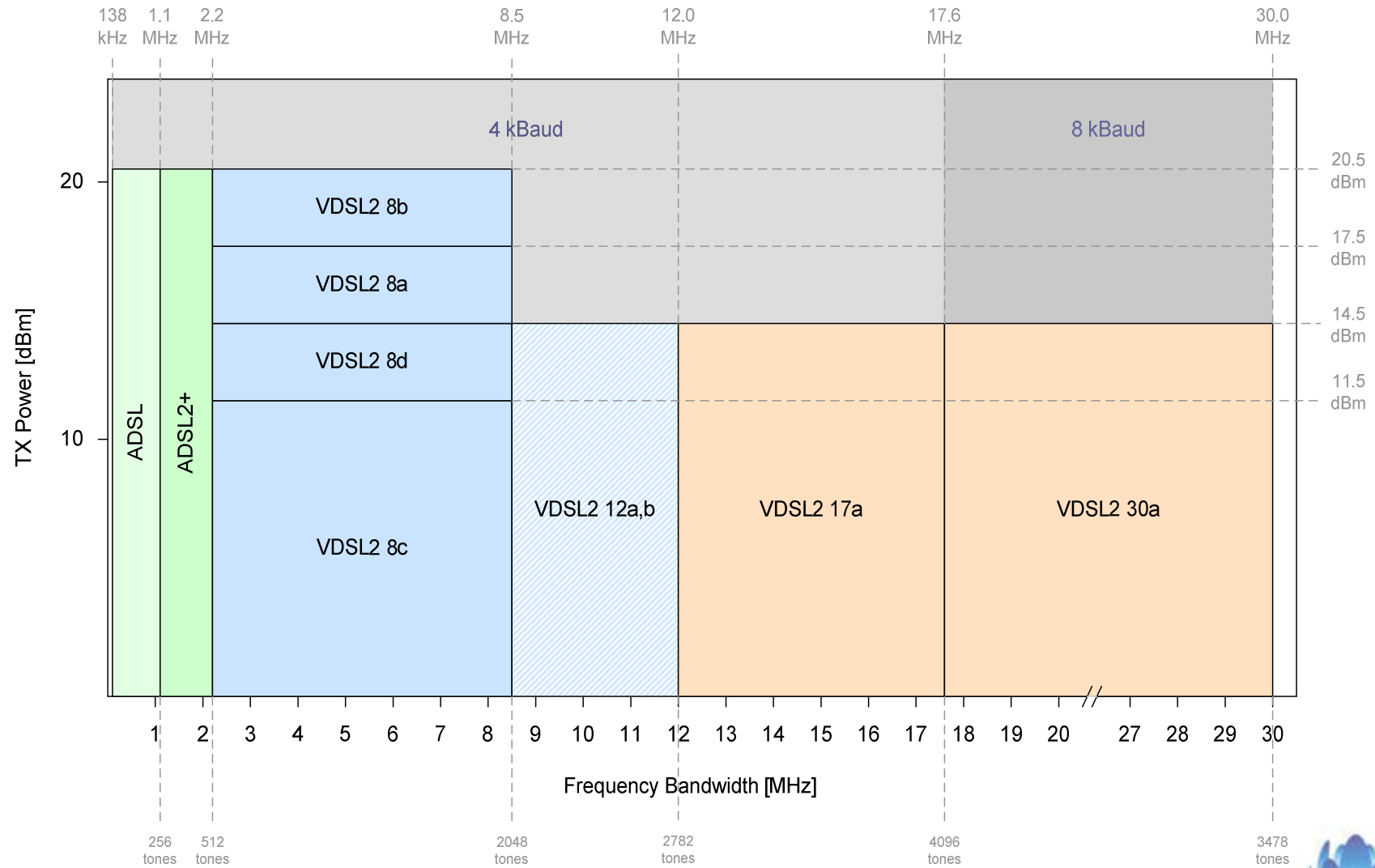
# Das DSL Dilemma

- **Die gegenwärtige DSL-Infrastruktur stößt an ihre Grenzen**  
Mit einer Frequenznutzung bis zu 2 MHz über Leitungslängen von mehreren Kilometern über ungeschirmte Kupferkabel ist mit theoretisch maximal 25 Mbps im Downstream eine Grenze erreicht, an der eine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit nur mehr über eine deutliche Verkürzung der elektrischen Leitungswege zu erreichen ist. Dies wird durch einen massiven Ausbau optischer Infrastruktur tiefer in die Zugangsnetze und einer gleichzeitigen Erhöhung der Frequenznutzung bis zu 30 MHz angestrebt.
- **Bestehende versus neue DSL-Infrastruktur**  
Neue höchst-bitratige Services wie die Übertragung von HDTV Streams ist über bestehende ADSL2+ Infrastruktur praktisch nicht möglich. Somit treten neue DSL-Infrastrukturelemente in direkten Wettbewerb zu den bestehenden.
- **Schutz des Bestandes**  
Um eine Koexistenz bestehender und neuer Infrastruktur sicherzustellen müssen vorgelagerte Einheiten (ARU) auf Teile ihres Leistungsspektrums verzichten (PSD-Shaping, ADSL-Fallback). Die volle Leistungsfähigkeit können VDSL2-basierte ARU nur dann entfalten, wenn in ihrem Einzugsbereich keine ADSL-basierten Services ab HVT angeboten werden.
- **Die Entbündelung in Österreich wird sich grundlegend verändern**  
Durch die große Anzahl an zu errichtender ARU wird eine flächendeckende Versorgung durch einen ANB auf Basis physischer Entbündelung und Kollokation praktisch unmöglich. Dadurch ergibt sich die Herausforderung, alternative Methoden zur bisherigen Entbündelung zu suchen und zu finden, die ein dem heutigen Wettbewerb entsprechendes Equivalent sicherstellen.
- **VDSL2 wird nicht aufzuhalten sein**  
Trotz zu erwartender Versuche Bestandsinvestitionen zu schützen, wird die Weiterentwicklung der DSL-Netze als internationaler Trend nicht vor Österreich halt machen. Den politischen und regulatorischen Gremien stellt sich also nicht die Frage des „Ob“ sondern nur des „Wie“.

# Nutzung des Frequenzspektrums



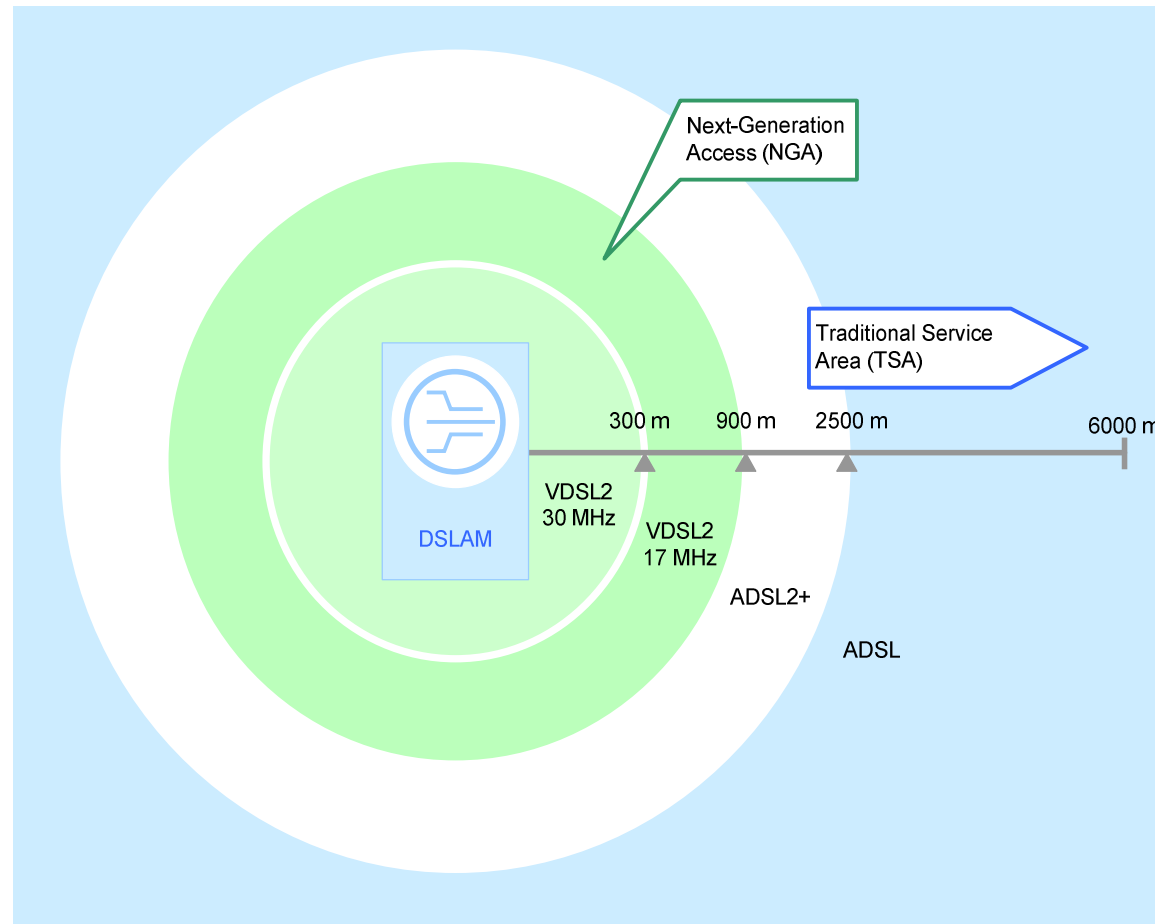
# VDSL Profile



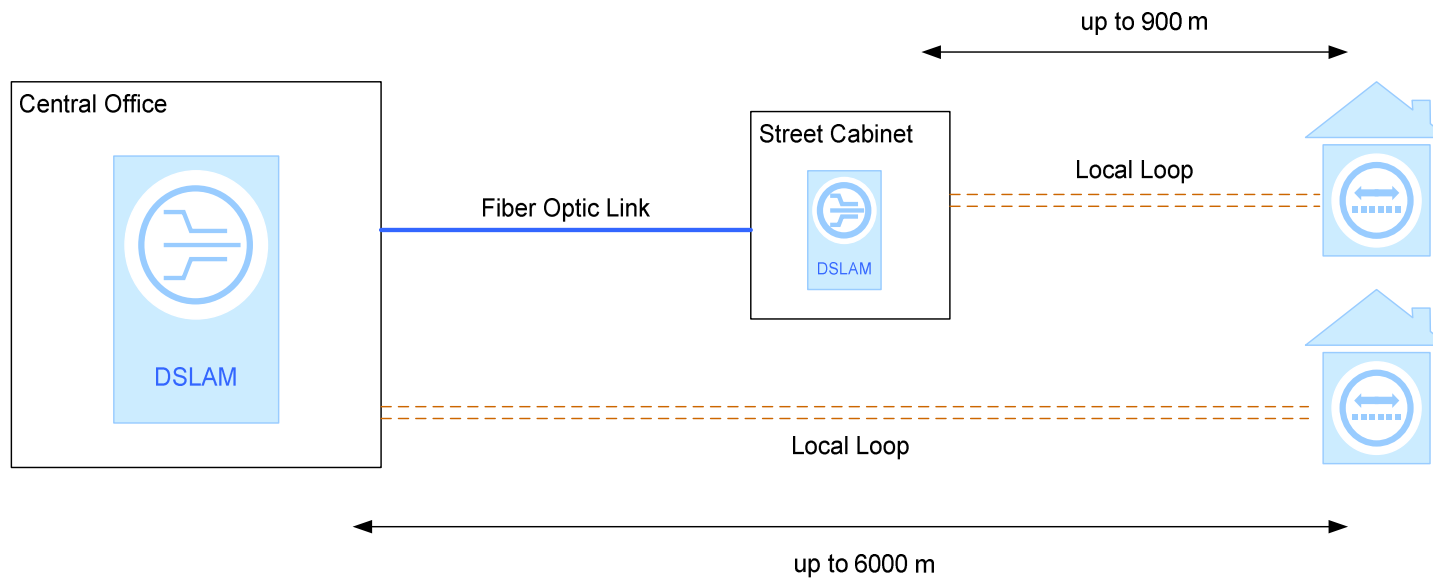
## Charakteristik der VDSL2 Profile

Profile	Bandwidth [MHz]	Number of Frequencies	Frequency Separation [MHz]	Transmission Level [dBm]	Max.Throughput (symmetric) [Mbps]
8a	8.832	2047	4.3125	+17.5	50
8b	8.832	2047	4.3125	+20.5	50
8c	8.5	1971	4.3125	+11.5	50
8d	8.832	2047	4.3125	+14.5	50
12a	12	2782	4.3125	+14.5	68
12b	12	2782	4.3125	+14.5	68
17a	17.6604	4095	4.3125	+14.5	100
30a	30	3478	8.625	+14.5	200

# Servicegebiete



# DSL Zugangsnetze



# Anforderungen an virtuelle Entbündelung

- Die virtuelle Entbündelung muß – ähnlich der physischen Entbündelung – ein Maximum an Innovation und unabhängiger Serviceentwicklung garantieren. Deshalb ist danach zu trachten, die virtuelle Entbündelung auf möglichst niedriger OSI-Ebene zu implementieren.
- Das Service der virtuellen Entbündelung muß weitgehend standardisiert sein, um geographische Segmentierungen zu vermeiden.
- Bei der Implementierung von virtueller Entbündelung müssen die Kosten sowohl der ANB als auch der SMP minimiert werden.
- Die Funktionalität der virtuellen Entbündelung muß darauf abgestimmt sein, Services sowohl für Privat- als auch für Geschäftskunden anbieten zu können.

# Technische Anforderungen

- **Maximum Frame Size**  
Die Maximum Frame Size für Ethernet Frames muß bei mindestens 1600 Bytes liegen, um das Fragmentieren der Frames auch bei größerem Protokoll-Overhead (VLAN, HVLAN, MPLS) zu vermeiden.
- **Transparenz für L2CP**  
L2CP müssen ohne Einschränkung transportiert werden können. Das inkludiert derart kritische Protokolle wie STP oder auch proprietäre Industriestandards wie CDP.
- **Volle VLAN-Transparenz**  
Eine Abstimmung über die Verwendung von VLAN-Ranges zwischen dem Betreiber der Infrastruktur und dem ANB darf nicht notwendig sein. Die Nutzung des gesamten Ranges muß allen Beteiligten unabhängig voneinander möglich sein.
- **Freie Wahl des Endgerätes**  
Es muß dem ANB möglich sein eigenes CPE unabhängig von Entscheidungen des Betreibers der Infrastruktur zu verwenden. Notwendige Interoperabilitätstests und entsprechende Genehmigungsverfahren müssen innerhalb eines überschaubaren Zeitrahmens (z.B. 4 Kalenderwochen) abgeschlossen werden.
- **Voller Zugriff auf Ende-zu-Ende OAM**  
Um entsprechende Funktionen zur Qualitätsicherung, SLA-Überwachung und Management anbieten zu können, muß es dem ANB möglich sein, die Standards IEEE 802.1ag, IEEE 802.3ah und ITU-T Y.1731 Ende-zu-Ende auch über eine virtuell entbündelte Strecke zu implementieren. Das inkludiert auch die Implementierung eines unabhängigen Managementkanals mit LOM-Funktionalität.

# Protokoll Overheads

Ethernet II Overhead: 18 Byte

Ethernet II			Payload	FCS
Destination	Source	Type	IP Header + Data	FCS
6	6	2		1500

VLAN Overhead: 22 Byte

Ethernet II		VLAN		Type	Payload	FCS
Destination	Source	TPID	TCI	Type	IP Header + Data	FCS
6	6	4	2	2		1500

MPLS Overhead: 26 Byte

Ethernet II		VLAN		MPLS				Edge MTU	FCS	
Destination	Source	TPID	TCI	Type	Label	Exp	Stack	TTL	IP Header + Data	FCS
6	6	4	2	2	4	4	4	1500		4

EoMPLS Overhead: 48 Byte

Ethernet II		VLAN		MPLS				Ethernet II		VLAN		Type	Edge MTU	FCS					
Destination	Source	TPID	TCI	Type	Label	Exp	Stack	TTL	Label	Exp	Stack	TTL	Destination	Source	TPID	TCI	Type	IP Header + Data	FCS
6	6	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	6	6	4	2	2	1500		4



# UNI Service Attributes

Service Attribute	EPL	(E)VPL
Mode	Full Duplex	Full or Half Duplex
Service Multiplexing	NO	YES
Bundling	NO	NO
All to One Bundling	YES	YES
Number of EVCs	= 1	≥ 1



# EVC Service Attributes

Service Attribute	EPL	(E)VPL
CE-VLAN ID Preservation	YES	NO
CE-VLAN CoS Preservation	YES	NO
Unicast Service Frame Delivery	YES	YES
Multicast Service Frame Delivery	YES	NO
Broadcast Service Frame Delivery	YES	NO
Number of Service Classes (CoS)	= 1	≥ 1



# L2 Control Protocol (L2CP) Transparency

Protocol	EPL	(E)VPL
Spanning Tree Protocol (STP)	YES	NO
Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)	YES	NO
Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP)	YES	NO
Link Aggregation Control Protocol (LCAP)	YES	NO
Generic Attribute Registration Protocol (GARP)	YES	NO

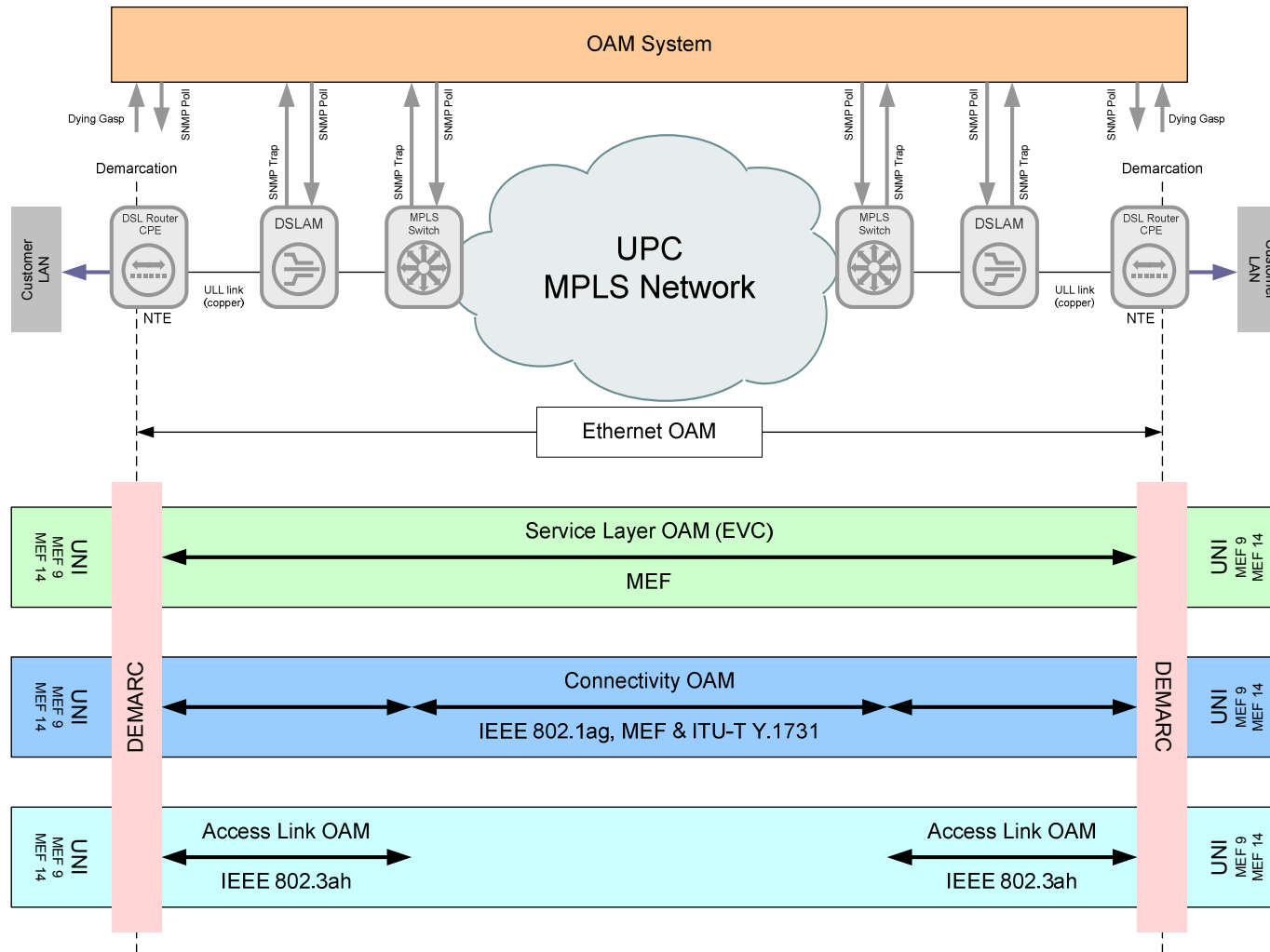
# L2 Control Protocol (L2CP) Destination MAC Addresses

This is inherited from the EVC service attribute list

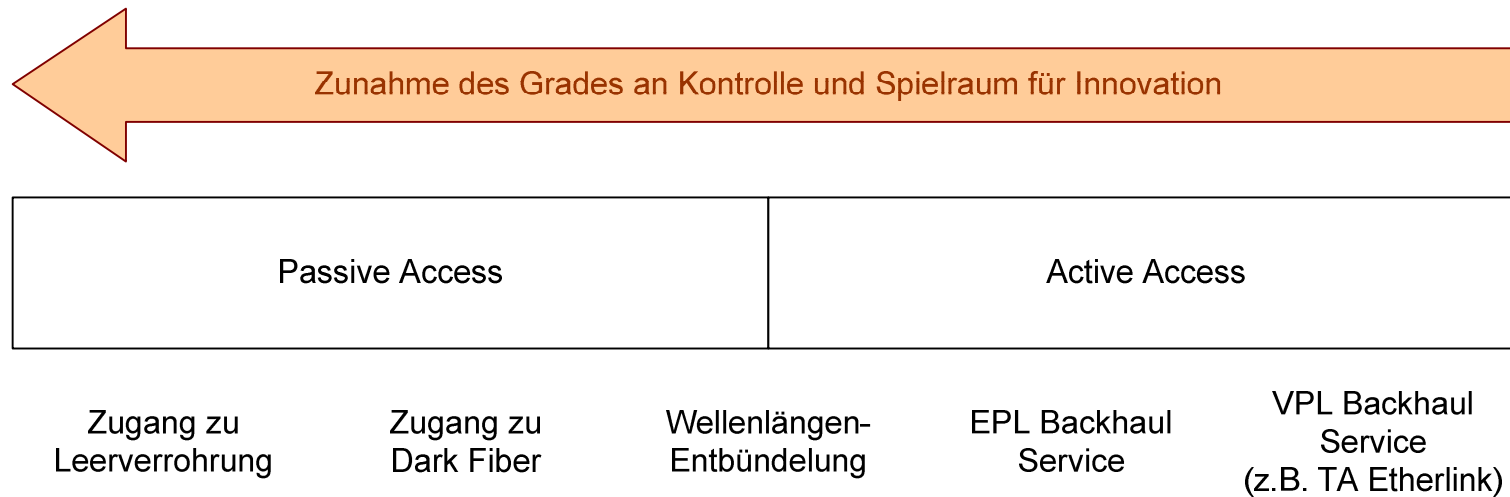
Destination MAC Address	Protocol		EPL	(E)VPL
01-80-C2-00-00-00	STP	IEEE 802.1D	YES	NO
	RSTP	IEEE 802.1W		
	MSTP	IEEE 802.1S		
01-80-C2-00-00-01	PAUSE	IEEE 802.3 Clause 31	NO	NO
01-80-C2-00-00-02	LCAP	IEEE 802.3 Clause 43	YES	NO
	OAM	IEEE 802.3ah		
	LLDP	IEEE 802.3ab		
	Slow Protocols	Reserved		
01-80-C2-00-00-03	AUTH	IEEE 802.1X	YES	NO
01-80-C2-00-00-04 to 01-80-C2-00-00-0F	RESERVED	IEEE 802.1D	YES	NO
01-80-C2-00-00-03	All Bridges	IEEE 802.1D	YES	NO
01-80-C2-00-00-20 to 01-80-C2-00-00-2F	GARP	IEEE 802.1D	YES	NO
	GMRP	IEEE 802.1D		
	GVRP	IEEE 802.1Q		



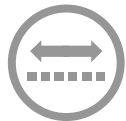
# OAM Architektur



# Zugangsmöglichkeiten zu NGA



# Symbole



**CPE Router (DSL)**  
e.g. Zyxel P791



**DSLAM**  
e.g. Zyxel IES-1248



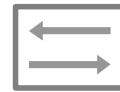
**Generic Router**  
e.g. Cisco 7206VXR



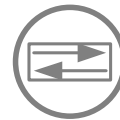
**Modem**  
e.g. RAD ASMi-54



**Multi-Layer Switch**  
e.g. Cisco 6500, 3750



**Switch (Layer 2)**  
e.g. Cisco 3750, 3550, 2960, 2950



**Tunnel Endpoint**  
e.g. LAC

# Literatur

- **Technical Specification MEF 6 – Ethernet Services Definition (Phase I)**  
[http://www.metroethernetforum.org/MSWord\\_Documents/MEF6.doc](http://www.metroethernetforum.org/MSWord_Documents/MEF6.doc)
- **Technical Specification MEF 10.1 – Ethernet Services Attributes (Phase 2)**  
[http://www.metroethernetforum.org/MSWord\\_Documents/MEF10.1.doc](http://www.metroethernetforum.org/MSWord_Documents/MEF10.1.doc)
- **Cisco White Paper – Understanding Metro Ethernet Forum Standards for Services**  
[http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns524/ns562/ns577/net\\_implementation\\_white\\_paper0900aecd8023758c.html](http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns524/ns562/ns577/net_implementation_white_paper0900aecd8023758c.html)
- **Ofcom – Ethernet Active Line Access**  
<http://www.ofcom.org.uk/telecoms/discussnga/eala/eal/>
- **Wikipedia – Ethernet Private Line**  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet\\_Private\\_Line](http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet_Private_Line)
- **Wikipedia – Ethernet Virtual Private Line**  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet\\_Virtual\\_Private\\_Line](http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet_Virtual_Private_Line)

# Glossar

ARU	Access Remote Unit	Mbps	Megabits per second
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	MEF	Metro Ethernet Forum
ANB	Alternativer Netzbetreiber	MHz	Megahertz
B2B	Business to Business	MPLS	Multiprotocol Label Switching
CAPEX	Capital Expenditure	MTU	Maximum Transmission Unit
CDP	Cisco Discovery Protocol	NGA	Next Generation Access
CO	Central Office	NGN	Next Generation Network
CPE	Customer Premise Equipment	NNI	Network to Network Interface
DMT	Discrete Multitone Transmission	OAM	Operation, Administration and Maintenance
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification	OPEX	Operational Expenditure
DSL	Digital Subscriber Line	OSI	Open Systems Interconnection
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	PSD	Power Spectral Density
EoMPLS	Ethernet over MPLS	PoP	Point of Presence
EPL	Ethernet Private Line	RF	Radio Frequency
G.dmt	G.992.1	RFoG	RF over Glass
GPON	Gigabit Passive Optical Networking	SDH	Synchronous Digital Hierarchy
FCS	Frame Check Sequence	SMP	Significant Market Power
FTTx	Fiber to the Curb/Basement/Home/Office	STP	Spanning Tree Protocol
HDTV	High Definition Television	TCI	Tag Control Information
HFC	Hybrid Fiber Coax Network	TPID	Tag Protocol Identifier
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access	TSA	Traditional Service Area
HVT	Hauptverteiler	TTL	Time to Live
IP	Internet Protocol	ULL	Unbundled Local Loop
IRU	Indefeasible Rights of Use	UPC	United Pan-European Communications (ehemals United Phillips Cable)
ISPA	Internet Service Provider Austria	VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
kbps	Kilobits per second	VLAN	Virtual LAN
kHz	Kilohertz	VPL	Virtual Private Line
KPI	Key Performance Indicator		
L2CP	Layer 2 Control Protocol		
LAN	Local Area Network		
LOM	Lights Out Management		
LTE	Long Term Evolution		

