

ÖFFENTLICHE KONSULTATION ZUR EINFÜHRUNG VON VDSL IN ÖSTERREICH

RUNDFUNK UND TELEKOM REGULIERUNGS-GMBH

DEZEMBER 2003

EINLEITUNG

Die Übertragungstechnologie *Very High Bitrate Digital Subscriber Line* (VDSL) dient der hochbitratigen Datenübertragung auf Kupferdoppeladern und ist schon seit einigen Jahren als Nachfolger der überaus erfolgreichen Technologie *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL) im Gespräch.

Die involvierten Standardisierungsgremien konnten sich jedoch lange Zeit nicht auf eine gemeinsame Vorgehensweise einigen und es bildeten sich von Herstellerfirmen dominierte Pressure Groups, die neben der Forschungsarbeit auch intensives Lobbying für den jeweiligen Ansatz betreiben.

Im Laufe des Jahres 2003 zeichneten sich erste Grundsatzentscheidungen seitens der Standardisierungsgremien ab und auch in Österreich wurde die Einführung von VDSL u.a. in der Arbeitsgruppe Entbündelung im Rahmen des AK-TK¹ zum Thema gemacht.

Aufgrund einer Reihe nach wie vor ungelöster Fragen hinsichtlich Standardisierung sowie dem allgemeinen Wunsch der Betreiber nach einer koordinierten Vorgangsweise im Sinne einer ressourcenschonenden Nutzung des Zugangnetzes entschloss sich die RTR-GmbH, eine Umfrage bei den europäischen Regulierungsbehörden sowie im Anschluss daran eine öffentliche Konsultation zur Evaluierung der offenen Fragen rund um VDSL durchzuführen.

Die Ergebnisse dieser Konsultation sollen die Sichtweisen der verschiedenen Stakeholder im VDSL Bereich aufzeigen und Anhaltspunkte für den Entscheidungsprozess hinsichtlich einer möglichen Einführung von VDSL in Österreich liefern.

1 Arbeitskreis Technische Koordination für öffentliche Kommunikationsnetze und -dienste

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG.....	2
INHALTSVERZEICHNIS	3
VDSL.....	4
Grundlegendes zu VDSL	4
Historische Entwicklung	5
REGULATORISCHE ASPEKTE	8
Einführung neuer Übertragungstechnologien oder -systeme.....	8
Spezifische Besonderheiten bei der Einführung von VDSL	9
Modulationsverfahren (DMT, CAP).....	10
Frequenzplan	11
Spektrale Kompatibilität.....	12
VDSL IM EUROPÄISCHEN VERGLEICH	14
KONSULTATIONSFRAGEN	18

VDSL

Very High Bitrate Digital Subscriber Line (VDSL) bezeichnet eine digitale Übertragungstechnologie zur Erzielung sehr hoher Datenraten auf Kupferdoppeladern. VDSL unterstützt sowohl symmetrische als auch asymmetrische Datenströme in Up- und Downstream-Richtung, wodurch unterschiedlichste, hochbitratige Applikationen ermöglicht werden.

Grundlegendes zu VDSL

Die VDSL Technologie ist nicht zuletzt deshalb von großer Bedeutung, weil in weiten Kreisen davon ausgegangen wird, dass ein Ausbau des Glasfasernetzes in Richtung Endkunde nur schrittweise erfolgen kann. Ein weiterer Vorteil liegt in der Perspektive einer kohärenten und planbaren xDSL Roadmap für Technologieanbieter und Netzbetreiber. Die Überwindung des letzten Teilstückes (max. rund ein Kilometer) bis zum Endkunden wird daher mittels VDSL-Technologie auf herkömmlichen Kupferdoppeladern realisiert. Die Umsetzung von optischer auf elektrische Übertragung (und umgekehrt) wird in einer sog. *Optical Network Unit* (ONU) vorgenommen. Der Standort der ONU definiert die unterschiedlichen Topologien von gemischten Glasfaser/VDSL Rollouts.

- FTTH: *Fiber to the Home* (Wohnung)
- FTTB: *Fiber to the Basement* (Hausverteiler)
- FTTC: *Fiber to the Curb* (Übergabepunkt am Straßenrand)
- FTTN: *Fiber to the Cabinet/Node* (Kabelverzweiger)
- FTTEEx: *Fiber to the Exchange* (Vermittlungsstelle)

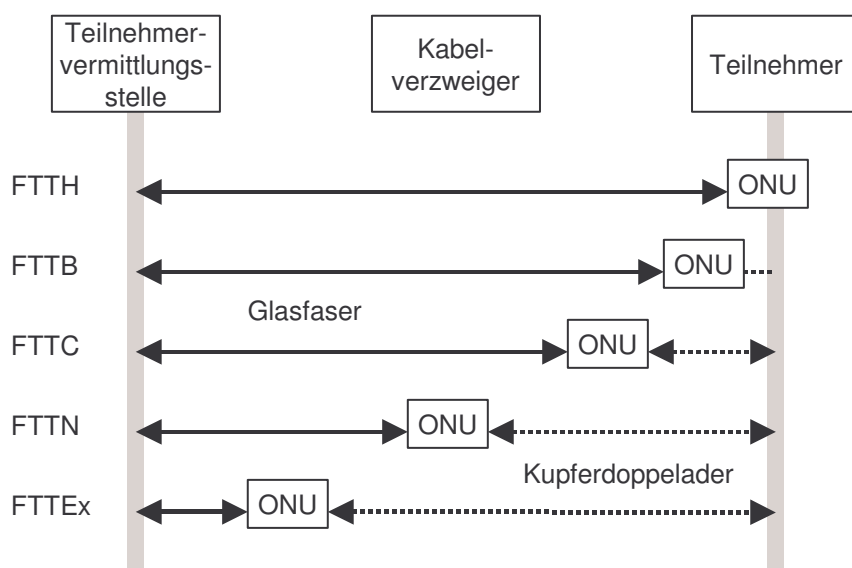


Abbildung 1: Topologien bei VDSL

Das große Interesse, das der Übertragungstechnologie VDSL entgegengebracht wird, beruht in erster Linie auf den hohen Datenraten, die die neue Technologie verspricht. Bitraten im Bereich von rund 10 bis 50 MBit/s bedeuten eine Vervielfachung der heute üblichen Geschwindigkeit und erweitern die Möglichkeiten für Anbieter wie Kunden gleichermaßen.

Wie u.a. im „Breitband Statusreport der RTR“² vom Mai 2003 dargestellt, bringt ein Ausbau breitbandiger Anschlussnetze sowohl angebots- als auch nachfrageseitige Veränderungen mit sich. Durch ein Zusammenspiel von *Supply Push* und *Demand Pull* kann die Entwicklung neuer Anwendungen stimuliert und können Zugewinne auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette ermöglicht werden.

Die Bitrate, die dem Teilnehmer letztendlich zur Verfügung gestellt werden kann, hängt – wie auch bei der verwandten Technologie ADSL – von einer Reihe von Einflussfaktoren ab. Dazu zählen im Bereich der letzten Meile insbesondere:

- Länge der Kupferdoppelader
- Durchmesser der Kupferadern
- Störeinflüsse auf der Leitung

Beispielhaft sind in nachstehender Tabelle 1 die ANSI³-Reichweitenvorgaben unterschiedlicher VDSL-Transportklassen angeführt, vergleichbare Werte finden sich auch bei den weiteren Standardisierungsgremien im VDSL-Bereich.

Transportklasse	Reichweite [m]	DS-Bitrate [MBit/s]	US-Bitrate [MBit/s]
Asymmetric Short Range	305	51,2	6,4
Asymmetric Medium Range	305 - 915	25,6	3,2
Asymmetric Long Range	915 - 1372	12,8	1,6
Symmetric Short Range	305	25,6	25,6
Symmetric Medium Range	305 – 915	12,8	12,8
Symmetric Long Range	915 – 1372	6,4	6,4

DS ... Downstream, US ... Upstream

Tabelle 1: VDSL-Bitraten und -Reichweiten nach ANSI⁴

Deutlich ist zu erkennen, dass die im Vergleich zu ADSL deutlich höheren Bitraten nur unter der Voraussetzung relativ kurzer Leitungsabschnitte erreicht werden können. Setzt man VDSL bei Leitungslängen von mehr als rund 1.000 m ein, so kommt man rasch in den typischen Bitratenbereich von ADSL.

Während ADSL in Österreich heute innerhalb eines Radius von rund 4 km Entfernung zum Hauptverteiler (Standort des ADSL-DSLAM) angeboten wird, muss bei VDSL also von einer wesentlich geringeren Reichweite von rund 1.000 m ausgegangen werden, will man Bitraten im Bereich von z.B. 10 MBit/s symmetrisch erreichen. Dies impliziert, dass entweder nur jene Kunden potentiell mit VDSL versorgt werden können, die innerhalb dieser Reichweitengrenzen um die VDSL-ONU liegen oder dass der Netzbetreiber, wie in Abbildung 1 skizziert, sein Glasfasernetz ausdehnen und die ONU näher beim Kunden platzieren muss.

Historische Entwicklung

Die Anfänge der Bemühungen um die Entwicklung von VDSL reichen bis ins Jahr 1994 zurück, als das V für „*Very High Bit Rate*“ erstmals aufgebracht wurde.

Bei der Entwicklung von VDSL spielen aktuell vier Standardisierungsgremien eine maßgebliche Rolle, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten in die Diskussion eingestiegen sind:

² [http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/CCD83FCD9647E891C1256DF20053613E/\\$file/RTR_breitband.pdf](http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/CCD83FCD9647E891C1256DF20053613E/$file/RTR_breitband.pdf)

³ ANSI ... American National Standards Institute

⁴ ANSI T1E1.4/98-043R1 Very-high-speed Digital Subscriber Lines, System Requirements

das nordamerikanische ANSI, das europäische ETSI⁵ sowie die weltweit agierenden ITU⁶ und IEEE⁷. Nachstehende Abbildung 2 gibt einen Überblick, wann die jeweiligen Gremien das Thema VDSL aufgegriffen haben.

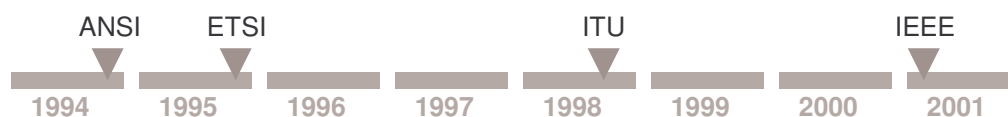


Abbildung 2: Zeitreihe der VDSL Standardisierung

Ähnlich der Entwicklung bei ADSL, wo sich die Normungsgremien letztendlich für die Mehrträgermodulation (MCM⁸ mit DMT⁹) und gegen die Einträgermodulation (SCM¹⁰ mit CAP/QAM¹¹) entschieden hatten, gab es auch bei VDSL schon früh zwei Strömungen, die sich in konkurrierenden, von unterschiedlichen Herstellerfirmen gebildeten Lagern manifestierten.

- DMT in Kombination mit TDD¹² (vertreten durch die *VDSL Alliance*)
- CAP/QAM in Kombination mit 2-Band-FDD¹³ (vertreten durch die *VDSL Coalition*)

Während die Normungsgremien 4-Band-FDD als Duplex-Methode festlegten und somit sowohl die DMT- wie auch die CAP/QAM-Befürworter zur Überarbeitung ihrer Konzepte zwangen, blieb die Frage nach dem Modulationsverfahren lange Zeit völlig offen. Dies stellte (und stellt) für die an der Entwicklung beteiligten Firmen wie auch die interessierten Netzbetreiber insofern eine entscheidende Frage dar, als die beiden zur Wahl stehenden Übertragungsverfahren zueinander inkompatibel sind. In der Folge wurde in fach-einschlägigen Medien häufig sogar von einem „*Line Code War*“ gesprochen.

Erst im Sommer 2003 zeichnete sich eine Entscheidung ab, als vom ANSI-T1-Ausschuss eine sog. „VDSL-Olympiade“ veranstaltet wurde, bei der eine endgültige Auswahl des „besseren“ Modulationsverfahrens geradezu erzwungen werden sollte. Die Ergebnisse der in den Labors von British Telecom und Telcordia durchgeführten Testreihen wurden im Juni 2003 der Öffentlichkeit in Form von Pressemitteilungen der beteiligten Herstellerfirmen zur Kenntnis gebracht. Die Verfechter von DMT (Ikanos Communications, STMicroelectronics) gingen gegenüber den Proponenten von SCM (Infineon, Metalink) als klare Sieger hervor. Der ANSI-T1-Ausschuss legte daraufhin DMT als ANSI-Norm für VDSL fest, CAP/QAM wurde lediglich der Status eines TRQ (Technical Requirement) zugesprochen. Eine Festlegung seitens des europäischen Standardisierungsgremiums ETSI sowie der ITU steht hingegen aus. Die aktuellen VDSL Dokumente¹⁴ dieser beiden Gremien beinhalten nach wie vor sowohl *Single* als auch *Multi Carrier* Systeme, wobei zumindest bei ETSI unmittelbar keine Festlegung auf eines der beiden Modulationsverfahren zu erwarten ist. Allerdings gibt es derzeit starke Aktivitäten der ETSI zur Standardisierung von VDSL2, welches DMT verwendet.

⁵ ETSI ... European Telecommunications Standards Institute

⁶ ITU ... International Telecommunications Union

⁷ IEEE ... Institute of Electrical and Electronic Engineers

⁸ MCM ... Multi Carrier Modulation

⁹ DMT ... Discrete Multitone Technology

¹⁰ SCM ... Single Carrier Modulation

¹¹ CAP/QAM ... Carrierless Amplitude Phase Modulation/Quadrature Amplitude Modulation

¹² TDD ... Time Division Duplex

¹³ FDD ... Frequency Division Duplex

¹⁴ ETSI: TS 101 270-1 V1.3.1 (2003-07) sowie TS 101 270-2 V1.2.1 (2003-07); ITU: H.610 (2003-07), H.611 (2003/07) sowie H.Sup.03 (2003-05)

REGULATORISCHE ASPEKTE

In diesem Abschnitt wird kurz auf die Hintergründe der vorliegenden Konsultation eingegangen. Insbesondere wird der gegenwärtige regulatorische Rahmen bei der Einführung neuer Übertragungssysteme bzw. -Technologien im öffentlichen Zugangsnetz sowie die spezifischen Besonderheiten im Falle von Very High Bitrate Digital Subscriber Line (VDSL) dargestellt.

Der Fokus wird hierbei bewusst auf unmittelbare Implikationen von VDSL im Zusammenhang mit der Thematik der entbündelten Teilnehmeranschlussleitung gerichtet, die – wie bereits einleitend erwähnt – u.a. im Rahmen der AG Entbündelung des AK-TK diskutiert wurden. Auf weitere, mit VDSL in Zusammenhang stehende regulatorische Fragestellungen, wie z.B. Anbieten von VDSL-Bitstreaming, soll hier nicht eingegangen werden.

Einführung neuer Übertragungstechnologien oder -systeme

Hinsichtlich der Übertragungssysteme, die auf entbündelten Kupferdoppeladern des Zugangsnetzes der Telekom Austria eingesetzt werden dürfen, gibt es eindeutige Regelungen in den einschlägigen Bescheiden¹⁵. Grundsätzlich wird in Bezugnahme auf die generelle Netzverträglichkeit zwischen drei Kategorien von Übertragungssystemen unterschieden. In jeder Kategorie werden die umfassten Systeme taxativ (unter Angabe der Bruttobitrate und des bzw. der Anwendung findenden ETSI Standards) aufgezählt:

- a. Übertragungssysteme, die ohne Einschränkungen einsetzbar sind und bei denen eine Prüfung der Netzverträglichkeit im Einzelfall nicht erforderlich ist.
- b. Übertragungssysteme, die grundsätzlich einsetzbar sind, bei denen jedoch in besonders begründeten Einzelfällen eine Überprüfung der konkreten Kabelverträglichkeit erforderlich werden kann. Dies ist dem Entbündelungspartner seitens der Telekom Austria (TA) schriftlich zu begründen.
- c. Übertragungssysteme, die nicht in die unter a oder b zusammengefassten Kategorien fallen. Für derartige Systeme gibt es eine definierte Testprozedur, um im Einzelfall die Netzverträglichkeit zu überprüfen.

Zur „konkreten Netzverträglichkeit“ bzw. „Kabelverträglichkeit“ findet sich im angesprochenen Bescheid Z12/00 folgende Erläuterung:

„Der Einsatz von Übertragungssystemen hat mit der größtmöglichen Schonung der Kabelressourcen (Kabelfüllgrad), unter Berücksichtigung des gewünschten Dienstes, zu erfolgen. Im Fall des Auftretens von Störungen wegen fehlender Netzverträglichkeit ist jenes System, welches sich im konkreten Fall im Zuge eines Nachprüfungsverfahrens gemäß Pkt 3. als unverträglich herausstellt (z.B. weil es nicht den oben genannten Kriterien entspricht und zu Störungen führt, die sich auch nicht durch Umrangierung beseitigen ließen) außer Betrieb zu nehmen.“

Mit der Prüfung der konkreten Netzverträglichkeit soll der störungsfreie Betrieb sämtlicher an ein Kabelbündel geschalteter Übertragungssysteme sichergestellt werden. Konkret ist folgendes vorgesehen:

¹⁵ Siehe:

http://www.rtr.at/web.nsf/deutsch/Telekommunikation_Regulierung_Entscheidungen_Entscheidungen_EntscheidungenGesamt?OpenDocument&Start=1&Count=1000&Expand=3.3.1

- a. Soweit die TASL oder ein Teilabschnitt einer TASL auf Eignung gemessen werden muss, führt TA diese Messungen gemäß den selbst angewendeten Richtlinien bzw. den in den Anschalte- und Nutzungsbedingungen festgelegten Kriterien durch.
- b. Funktionstests werden vom jeweiligen (künftigen) Betreiber durchgeführt, also im Fall der beabsichtigten Nutzung der Leitung durch den Entbündelungspartner von diesem. Der Testbeginn und das Testergebnis ist im Fall der Durchführung des Tests durch den Entbündelungspartner von diesem TA auf deren Wunsch bekannt zu geben. Hinsichtlich der Dauer und des Inhalts des Tests gelten die TA-internen Richtlinien bzw. in weiterer Folge die Anschalte- und Nutzungsbedingungen (siehe Anhang 2).
- c. Stellt sich im Zuge einer derartigen Netzverträglichkeitsprüfung heraus, dass durch die Anschaltung eines Übertragungssystems Störungen entstehen, kommt das Nachprüfungsverfahren gemäß Pkt. 3 zur Anwendung. Bis zum Abschluss des Nachprüfungsverfahrens gemäß Pkt. 3 muss die Anschaltung des gegenständlichen Übertragungssystems unterbleiben.

Die Einführung neuer Übertragungssysteme bzw. Technologien – wie dies im Falle von VDSL anwendbar wäre – sieht laut Entbündelungsbescheid Z12/00 folgende Vorgangsweise vor:

„Will der Entbündelungspartner auf den ihm überlassenen TASLen bzw. deren Teilabschnitten andere als die oben genannten [Anm.: Kategorie a bzw. b] Übertragungssysteme einsetzen, bedarf es vor dem erstmaligen Einsatz jedenfalls der Bekanntgabe der Signalkategorie durch den Entbündelungspartner und der Anerkennung der generellen Netzverträglichkeit durch TA. Zu diesem Zweck zeigt der Entbündelungspartner der TA den beabsichtigten Einsatz des Übertragungssystems unter Angabe des zur Anwendung gelangenden Standards bzw. der zur Anwendung gelangenden Richtlinie (oder Gleichwertigem) an. Besteht zwischen den Anordnungsparteien Uneinigkeit über die generelle Netzverträglichkeit des Übertragungssystems im Hinblick auf Art 3 Abs. 2 der VO Nr. 2887/2000, so sind beide Parteien berechtigt, i.S.d. Anpassungsbestimmungen des Allgemeinen Teils (Pkt. 11.3.), jedoch auch schon vor dem 30.9.2001, die Regulierungsbehörde anzurufen.“

Besonderheiten bei der Einführung von VDSL

Wie bereits im Kapitel Historische Entwicklung kurz angerissen, gibt es bei der Einführung von VDSL spezifische Besonderheiten, auf die in diesem Kapitel kurz eingegangen werden soll. Konkret werden folgende Punkte behandelt:

- Modulationsverfahren
- Frequenzplan
- Spektrale Kompatibilität

Modulationsverfahren (DMT, CAP)

Wie aus dem weiter oben zitierten Terminus „*Line Code War*“ durchaus geschlossen werden kann, ist die Diskussion um das einzusetzende Modulationsverfahren von grossem wirtschaftlichem Interesse der Chip- und Modem-Hersteller begleitet. Inwieweit die Bestrebungen der involvierten Standardisierungsgremien tatsächlich zu einem weltweit einheitlichen VDSL-Modulationsverfahren führen können, ist derzeit nur schwer abzuschätzen. Daher muss die internationale Entwicklung am Standardisierungssektor durch die national involvierten Parteien (Netzbetreiber, Dienstebetreiber, Hersteller, Behörden) genau beobachtet werden, will man bei einer eventuellen Systemscheidung in Österreich den Weg in eine technologische Sackgasse vermeiden.

DMT

Das *Discrete Multitone Technology* (DMT) Verfahren unterteilt das zur Verfügung stehende Spektrum des Übertragungskanal der Kupferdoppelader in $256 \cdot 2^n$ (mit $n=2,3,4$) separate Kanäle mit einer Bandbreite von jeweils 4,3125 kHz¹⁶. Vereinfacht kann man sich die Übertragung so vorstellen, dass eine einzelne Kupferdoppelader in (z.B. bei $n=2$) 1024 4,3125-kHz-Leitungen mit Modems an jedem Ende aufgeteilt wird. Jeder Kanal wird überwacht, der Modulationsgrad je nach Störelast und Dämpfung variiert und im Falle von Schwankungen der Übertragungsqualität ein Wechsel des verwendeten Kanals vorgenommen. Das System sucht also permanent nach den besten Bedingungen für Sender und Empfänger und wechselt die Kanäle entsprechend. DMT ist in der Implementierung vergleichsweise komplex, bietet aber bei Leitungen mit schwankender Qualität höhere Flexibilität.

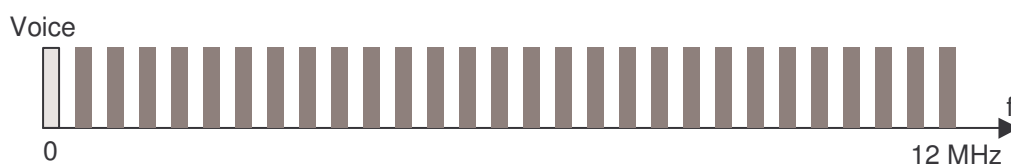


Abbildung 3: DMT mit $256 \cdot 2^n$ Kanälen zu je 4,3125 kHz (schematisch)

CAP/QAM

CAP/QAM unterteilt den Übertragungskanal im Spektralbereich von 0,138 – 12 MHz in vier getrennte Bänder, je zwei für Upstream und Downstream. Sprache wird im Frequenzband von 0 – 4 kHz (POTS) bzw. 0 - 100 kHz (ISDN) übertragen. Aufgrund der klaren funktionalen Trennung in vier Frequenzbänder kann das Auftreten von Interferenzen zwischen den Kanälen auf einer Leitung bzw. zwischen unterschiedlichen Leitungen minimiert werden.



Abbildung 4: CAP/QAM mit je zwei separaten Bändern für Up- und Downstream (schematisch)

Ein gemeinsamer Einsatz von Ein- und Mehrträgermodulation erscheint aufgrund der Inkompatibilität der beiden Verfahren jedenfalls wirtschaftlich fragwürdig. Wie bei ADSL

¹⁶ Vgl. ADSL: $256 \times 4,3125 \text{ kHz} = 1104 \text{ kHz}$

könnte sich auch bei VDSL ein Verfahren durchsetzen, wobei DMT (wie schon bei ADSL) möglicherweise die besseren Karten hat.

Frequenzplan

Wie bei allen xDSL Technologien ist neben der Dämpfung der Kupferleitung auch bei VDSL vor allem das Rauschen als limitierender Faktor zu benennen. Konkret handelt es sich hierbei um:

- *Near-End-Cross-Talk* (NEXT) Rauschen
- *Far-End-Cross-Talk* (FEXT) Rauschen
- Hintergrund-Rauschen

Am stärksten macht sich in der Regel das NEXT Rauschen bemerkbar. Zur Reduzierung dieses negativen Effektes bei der Signalübertragung ist die Anwendung eines sog. Frequenz- oder Bandplans sinnvoll, der das für VDSL verfügbare Spektrum im Bereich 0,138-12 MHz in Bereiche aufteilt, die entweder nur für Upstream- oder nur für Downstream-Übertragung verwendet werden. Damit kann das dominante NEXT Rauschen effektiv reduziert werden. Wenn hier eine Minimierung der Einflüsse von NEXT angestrebt wird, so betrifft dies in concreto das sog. Self-NEXT. Diese spezielle Form des NEXT beschreibt den Einfluss des Übersprechens zwischen gleichartigen Systemen, d.h. von VDSL auf VDSL. Der Einfluss anderer Störquellen, wie z.B. HDSL, ADSL, SDSL, usw., wird über sog. Geräuschprofile unterschiedlichster Art modelliert und geht insofern in die Prüfbedingungen für xDSL Übertragungssysteme ein.

Der nunmehr verbleibende, limitierende Faktor, das Self-FEXT Rauschen, kann durch den Einsatz von Power-Back-Off Systemen in den Griff bekommen werden. Dies ist im speziellen dann erforderlich, wenn die Modems (Sender, Empfänger) auf benachbarten Leitungen nicht am selben Ort installiert sind und dadurch (deutlich) unterschiedliche Pegel auf benachbarten Leitungen entstehen.

Für das von den Normungsgremien für VDSL bereits festgelegte 4-Band-FDD Duplex-Verfahren wurden eine Vielzahl von Frequenzplänen getestet, von denen bis dato die in Abbildung 5 gezeigten Pläne in die engere Auswahl gezogen wurden. Das europäische Standardisierungsgremium ETSI hat die folgenden beiden Bandpläne für eine Aufnahme in ihre Standards ausgewählt:

- Plan 998, ein eher asymmetrischer Frequenzplan, der z.B. für Anwendungen im Videobereich interessant sein könnte
- Plan 997, ein eher symmetrischer Frequenzplan, der z.B. für Anwendungen wie Mietleitungen interessant sein könnte

Die Empfehlungen hinsichtlich eines gemeinsamen Einsatzes unterschiedlicher Bandpläne in einem Kabelstrang gehen deutlich in die Richtung, dies tunlichst zu vermeiden. Andernfalls würde, wie u.a. Tests am Forschungszentrum für Telekommunikation Wien (ftw) deutlich machten, die Performance rasch und deutlich absinken¹⁷. Sinngemäß gilt dies im übrigen auch für den gemeinsamen Einsatz von VDSL und ADSL im selben Kabelstrang.

Wie aus Abbildung 5 zu erkennen ist, bringt die Festlegung eines Bandplanes auf z.B. nationaler Ebene auch eine gewisse Vorentscheidung hinsichtlich der anzubietenden

¹⁷ Siehe: Dokument 003t19 „Expected performance reduction when mixing frequency plans for VDSL“, ETSI TM6 Meeting, Wien, Sept. 2000.

Services in diesem Land mit sich. Wählt man z.B. Plan 998, der klar in Richtung asymmetrischer Services optimiert wurde, so werden zwar z.B. Video-Anwendungen mit den typischen hohen Downstream- und geringen Upstream-Anforderungen optimal realisiert werden können, im Falle des Einsatzes von VDSL in Mietleitungsszenarien jedoch Limitierungen zu erwarten sein.

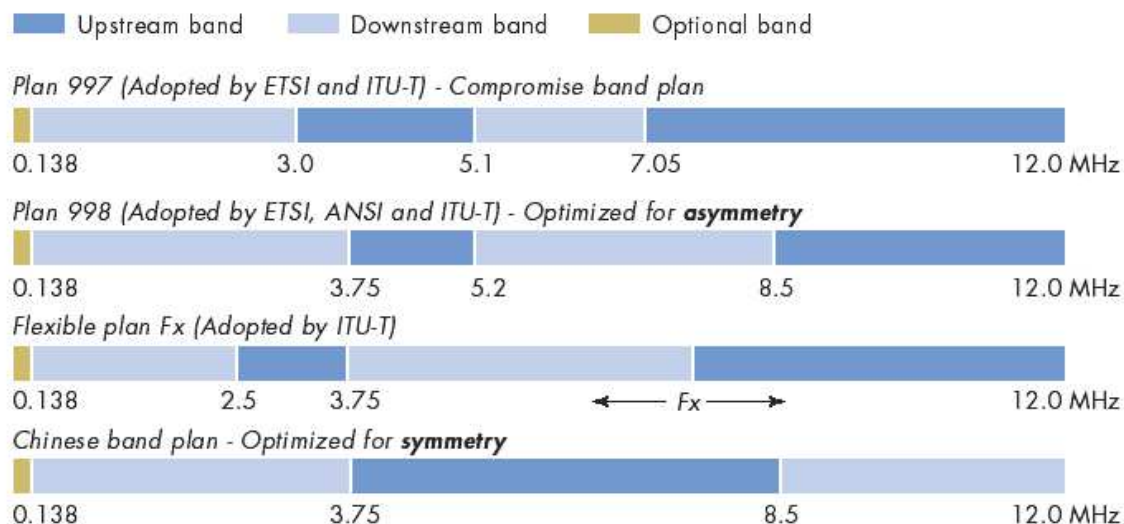


Abbildung 5: Unterschiedliche Bandpläne für VDSL (Grafik Alcatel)

Spektrale Kompatibilität

Die spektrale Kompatibilität beschreibt die Verträglichkeit des VDSL Signals mit Signalen anderer Übertragungssysteme im selben Frequenzspektrum. Neben den Wechselwirkungen mit POTS, ISDN und den anderen xDSL-Systemen im selben Kabel, sind auch Interferenzen mit anderen Anwendungen wie Amateurfunk, AM-Rundfunk, Flug- und Seefunk, Zeitzeichenfunk usw. möglich. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass von ETSI, CEN und CENELEC im Auftrag der Europäischen Kommission Standards für die max. Störstrahlung von Telekommunikationsnetzen erarbeitet werden, die beispielsweise für alle xDSL Systeme, aber auch für Powerline gelten¹⁸.

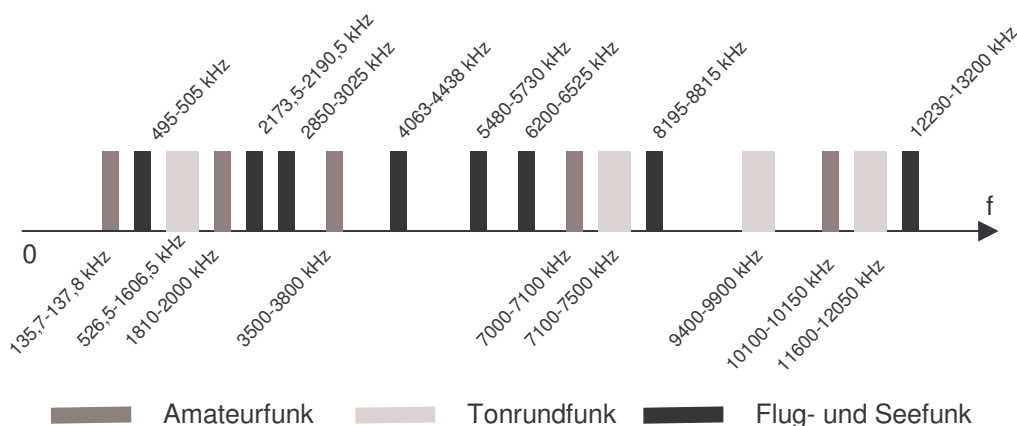


Abbildung 6: Anderweitige Nutzung des Spektrums bis 12 MHz (schematisch)

¹⁸ http://europa.eu.int/comm/enterprise/electr_equipment/emc/interep313.htm

Obenstehende Abbildung 6 zeigt (auszugsweise und nicht maßstäblich) die vielfältige Nutzung des Frequenzspektrums bis 12 MHz. Verschiedene Massnahmen können ergriffen werden, um den Einfluss der sog. Radio Frequency Interference (RFI) zu minimieren. Diese lassen sich grob in digitale und analoge Lösungen einteilen, wobei erstere z.B. *Channel Coding* (FEC¹⁹, CRC²⁰, *Interleaving*), RFI-Modellierung in der digitalen Domain und adaptive digitale Filterung umfassen, zweitere z.B. analoge Filterung oder *Adaptive Cancellation*.

Es besteht die Möglichkeit, die Nutzung des Frequenzspektrums anhand einer Maske der erlaubten spektralen Leistungsdichte (*Power Spectral Density*; PSD) an die realen Umweltgegebenheiten anzupassen und bestimmte Frequenzbereiche, wie z.B. jene für Amateurfunk oder AM Rundfunk, mittels Bandsperren oder *Notch* Filtern vor Interferenzen mit VDSL Signalen zu schützen.

Die Entscheidung hinsichtlich eines "optimalen" Bandplanes hängt also von einer Reihe von Faktoren ab, wobei die Festlegung der Art des Optimums den kritischen Faktor darstellt. Fokussiert man auf die optimale Performance der Übertragung, auf die optimale Anzahl zu versorgender Kunden oder auf den optimal erzielbaren Return on Investment? Je nach Sichtweise und Gewichtung der Einflussfaktoren können andere "optimale Ergebnisse" resultieren.

¹⁹ Forward Error Correction

²⁰ Cyclic Redundancy Check

VDSL IM EUROPÄISCHEN VERGLEICH

Wie im Kapitel EINLEITUNG erwähnt, wurde seitens der RTR-GmbH im Aug./Sept. 2003 eine Umfrage bei den Mitgliedern der IRG²¹ durchgeführt, um den aktuellen Status von VDSL im europäischen Raum zu erheben. Auf den nächsten Seiten finden sich in komprimierter Form die Ergebnisse der Umfrage. Die verwendeten Grafiken wurden einer RTR-Präsentation des Autors beim IRG Fixed Networks Group Meeting im Oktober 2003 entnommen.

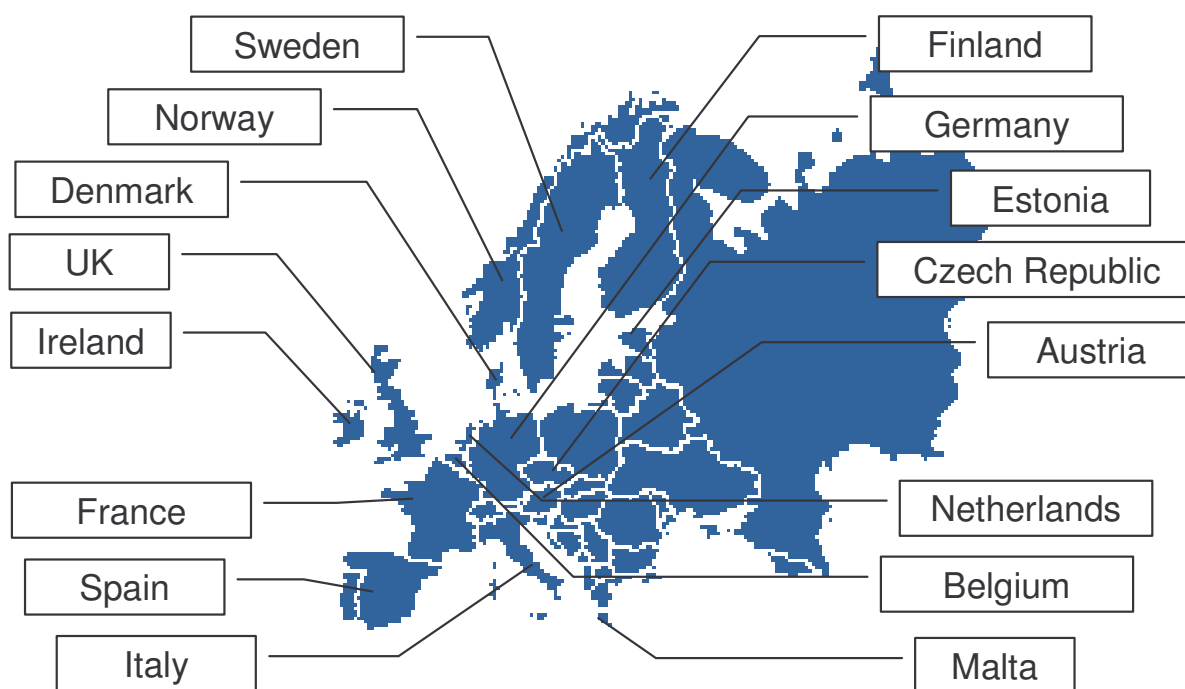
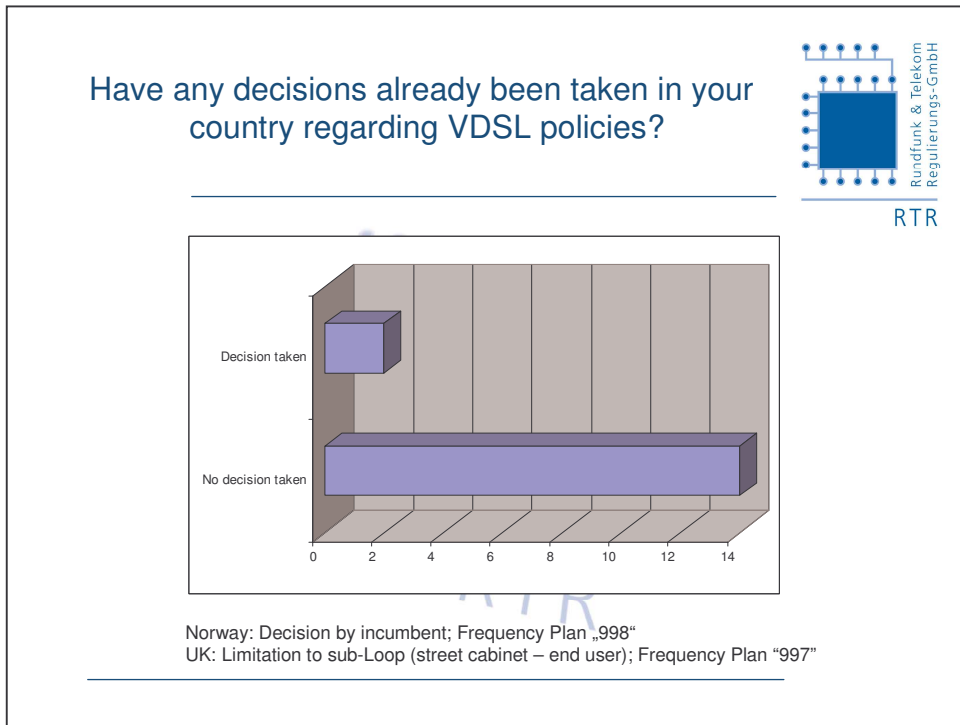


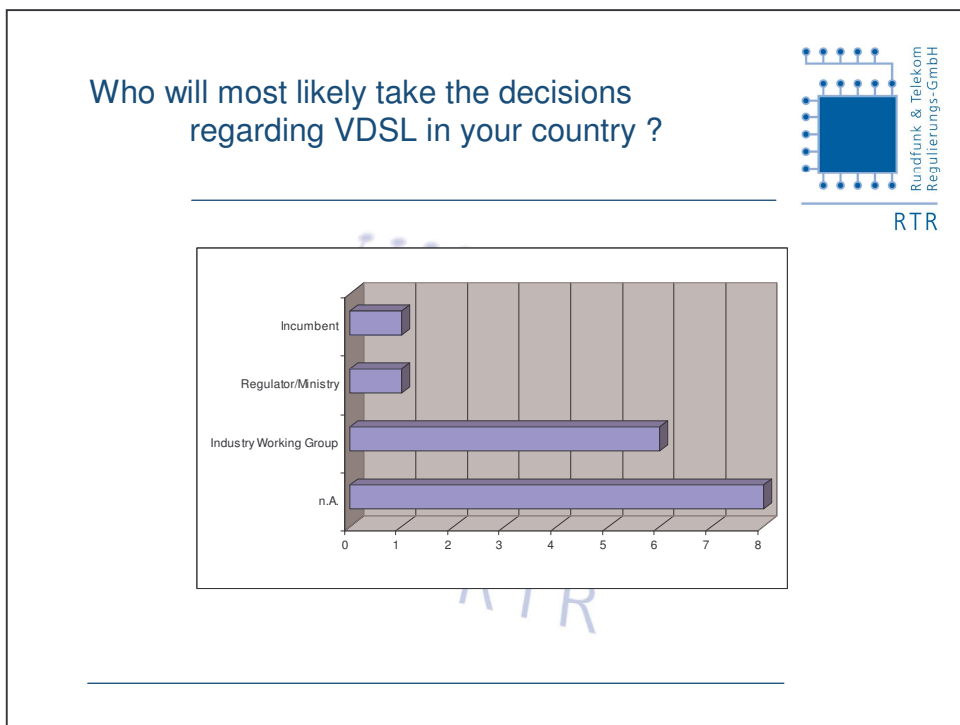
Abbildung 7: Landkarte der VDSL Umfrage der RTR-GmbH

Die Umfrage brachte Ergebnisse aus insgesamt 16 europäischen Ländern: Schweden, Norwegen, Dänemark, Großbritannien, Irland, Frankreich, Spanien, Italien, Finnland, Deutschland, Estland, Tschechische Republik, Holland, Belgien, Malta und Österreich.

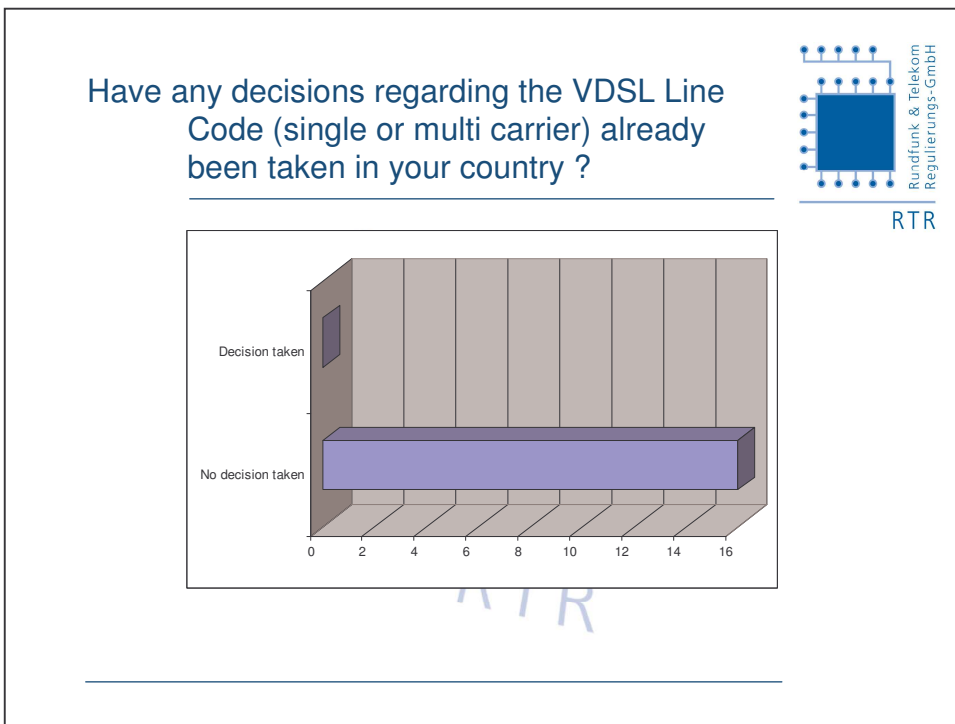
²¹ Independent Regulators Group



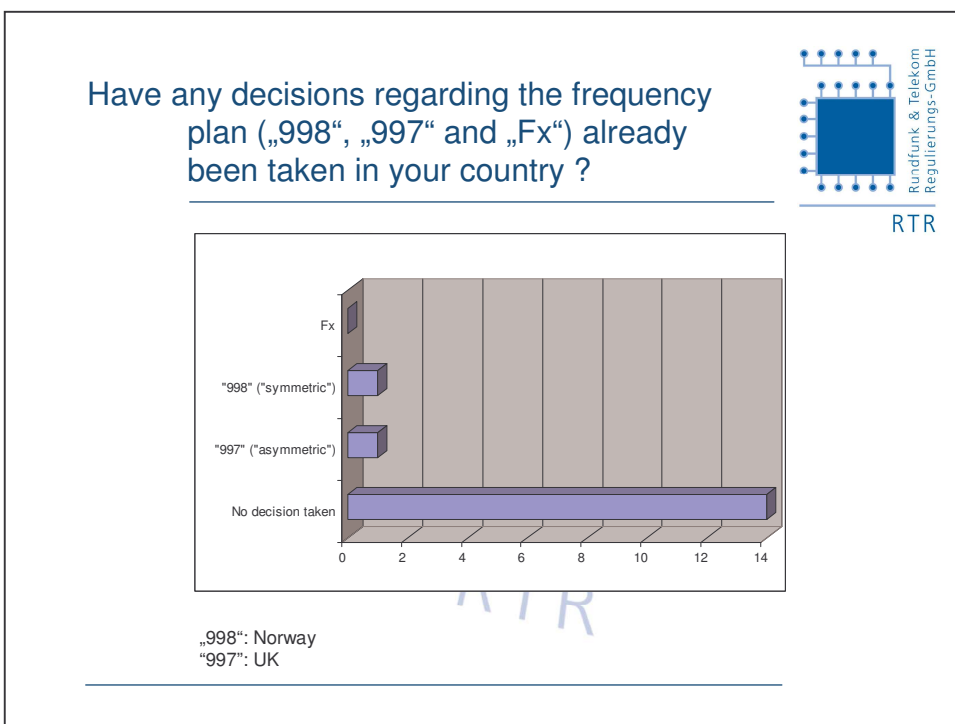
Die Frage, ob im jeweiligen Land generell bereits eine Entscheidung hinsichtlich VDSL gefallen sei, bejahten im Sommer 2003 nur zwei Länder.



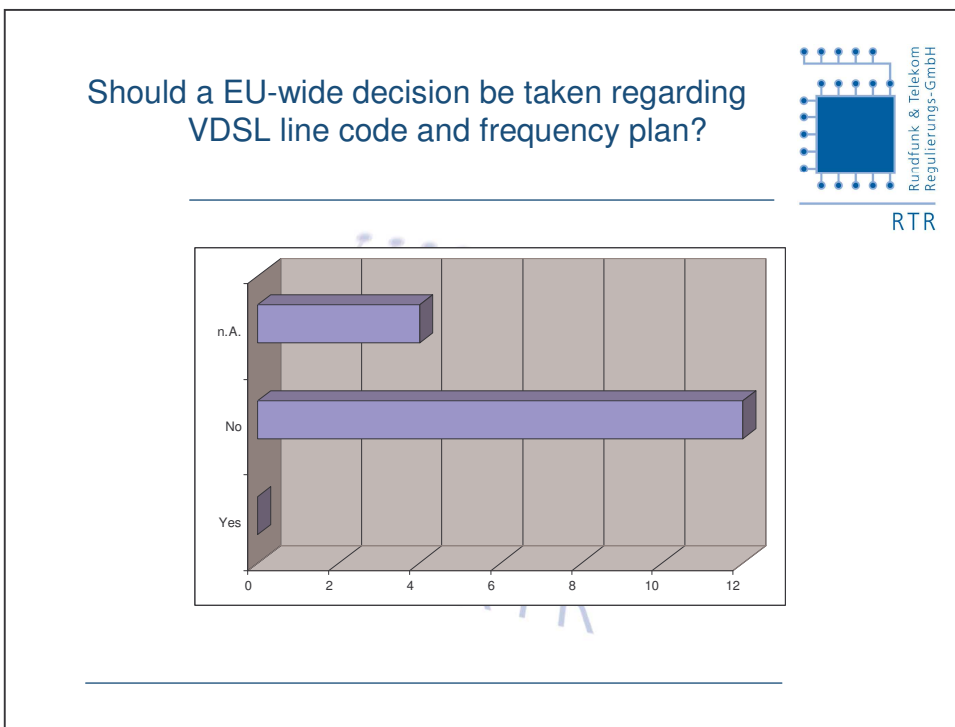
Die Frage, wer im jeweiligen Land ggf. Entscheidungen hinsichtlich VDSL treffen würde, beantworteten sechs Länder mit “Industry Working Group” und je eines mit “Incumbent” bzw. “Regulierungsbehörde/Ministerium”. Der Rest hatte sich noch nicht festgelegt.



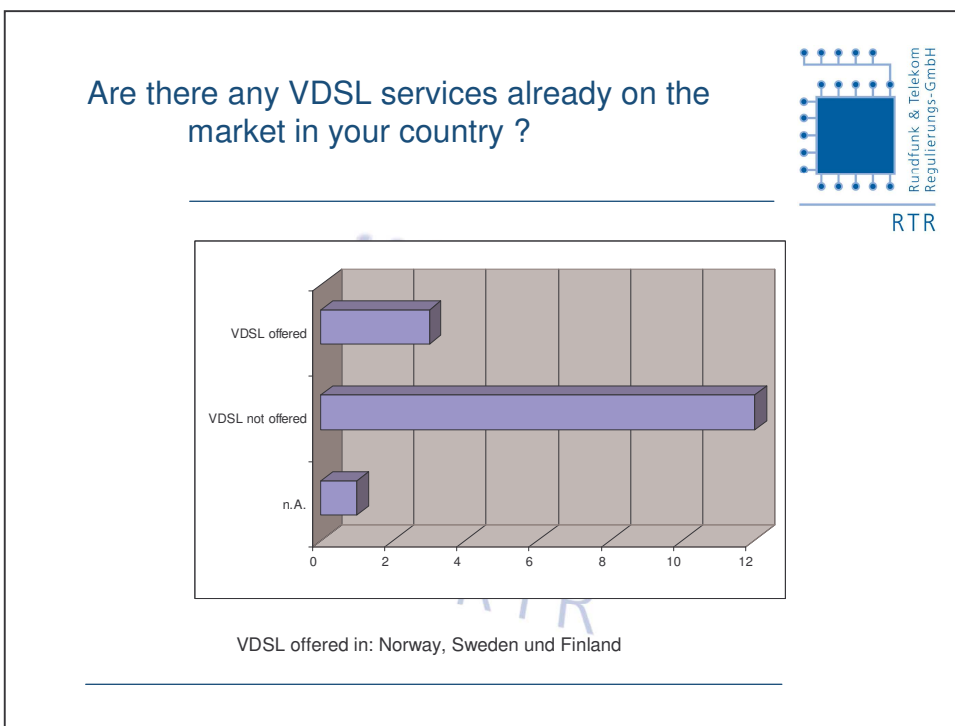
Auf die Frage nach einer *Line Code* Entscheidung (DMT oder CAP/QAM) antworteten alle teilnehmenden Ländern negativ.



Hinsichtlich des Frequenzplans hatten sich 14 Länder noch nicht festgelegt, Norwegen für „998“ und UK für „997“ votiert.



Auf die Frage, ob VDSL auf europäischer Ebene festgelegt werden sollte, antworteten 12 Länder ablehnend, 4 unentschieden und keines befürwortend.



Die Frage nach kommerziellen Angeboten von VDSL am jeweiligen Markt bejahten mit Norwegen, Schweden und Finnland ausschließlich skandinavische Länder.

KONSULTATIONSFRAGEN

Im folgenden sind einige seitens der RTR-GmbH formulierte Fragen im Zusammenhang mit einer möglichen Einführung von VDSL am österreichischen Markt dargestellt. Sollten Sie darüber hinaus gehende Inputs zu dieser Thematik haben, sind Sie herzlich eingeladen, auch diese einzubringen.

1. Sollen Rahmenbedingungen für den Einsatz von VDSL in Österreich festgelegt werden? Wenn ja, welche Bereiche soll dies Ihrer Ansicht nach betreffen?
2. Ist die internationale Standardisierung von VDSL weit genug fortgeschritten, um Grundsatzentscheidungen für eine Einführung dieser Technologie in Österreich sinnvoll treffen zu können? Wenn nein, wie lange soll mit einer Einführung von VDSL noch zugewartet werden bzw. welche Kriterien müssten erfüllt sein, bevor nationale Festlegungen getroffen werden sollen?
3. Sind nach den Ihnen zugänglichen Informationen stabile, standardkonforme Systeme bereits am Markt erhältlich bzw. welche diesbezüglichen Informationen haben Sie seitens Ihrer Lieferanten zu VDSL erhalten?
4. Sind Sie der Ansicht, dass die Einführung von VDSL mit einem sofortigen Einstieg in den kommerziellen Betrieb oder mit einer vorhergehenden Versuchsphase abgewickelt werden soll? Wie lange sollte eine allfällige Testphase dauern und welche Kernpunkte sollten dabei untersucht werden?
5. Welche Services werden Ihrer Ansicht nach mit VDSL in erster Linie erbracht werden? Dies hat, wie angeführt, unmittelbaren Einfluss auf die Bandplan-Entscheidung.
6. Soll es zu einer nationalen Entscheidung hinsichtlich des eingesetzten Bandplans (ETSI: 997 bzw. 998) kommen? Welcher Bandplan soll Ihrer Ansicht nach in Österreich eingesetzt werden? Bitte begründen Sie Ihre Sichtweise möglichst im Detail.
7. Soll es zu einer nationalen Entscheidung hinsichtlich des eingesetzten Modulationsverfahrens kommen? Welches Modulationsverfahren (*Multi Carrier* oder *Single Carrier*) würden Sie in diesem Falle bevorzugen? Bitte begründen Sie Ihre Sichtweise möglichst im Detail.
8. Welchen Stellenwert hat VDSL Ihrer Ansicht nach für breitbandige Anbindungen im Lichte der Weiterentwicklung anderer xDSL Technologien, wie ADSL2 oder ADSL+?
9. Welchen Stellenwert messen Sie alternativen technischen Realisierungen wie z.B. *Inverse Multiplexing* bei?
10. Wie könnten Migrationsszenarien bei der Einführung von VDSL ggf. aussehen?
11. Welche Rolle sollte der RTR-GmbH Ihrer Ansicht nach bei einer möglichen Einführung von VDSL in Österreich zukommen?

Eine anonymisierte Zusammenfassung der Stellungnahmen als Ergebnis der Konsultation wird auf der Website der RTR-GmbH unter <http://www.rtr.at> bis Mitte Februar 2004 veröffentlicht werden. Sofern nicht ausdrücklich Vertraulichkeit im Hinblick auf abgegebene

Stellungnahmen (bzw. Teile davon) gewünscht wird, werden auch die Einzelstimmungen veröffentlicht.

Ihre schriftlichen Antworten richten Sie bis längstens 30.01.2004 an:

DI. Kurt Reichinger
Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH
Mariahilfer Straße 77-79
A-1060 Wien; Austria
Tel.: +43 (0)1 58058 - 306
Fax: +43 (0)1 58058 - 9306
email: kurt.reichinger@rtr.at
Website: <http://www.rtr.at>