



Frequenz Management

im kupferbasierten Zugangsnetz der TA

Industriearbeitsgruppe NGN/NGA
13.03.2008 @ RTR-GmbH
DI Rainer Wirtitsch

13.03.2008

TELE2



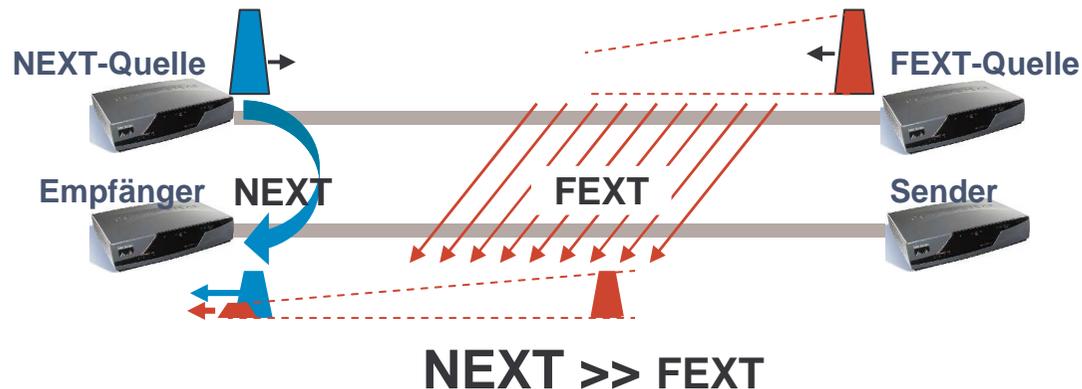
AGENDA

■ Basics

- Der Schritt zum hybriden Zugangsnetz
 - VDSL2 Bandplanung und Options
 - Problemstellungen
- Zusammenfassende Anforderungen

Basics – Crosstalk „das Kreuz mit dem Übersprechen“

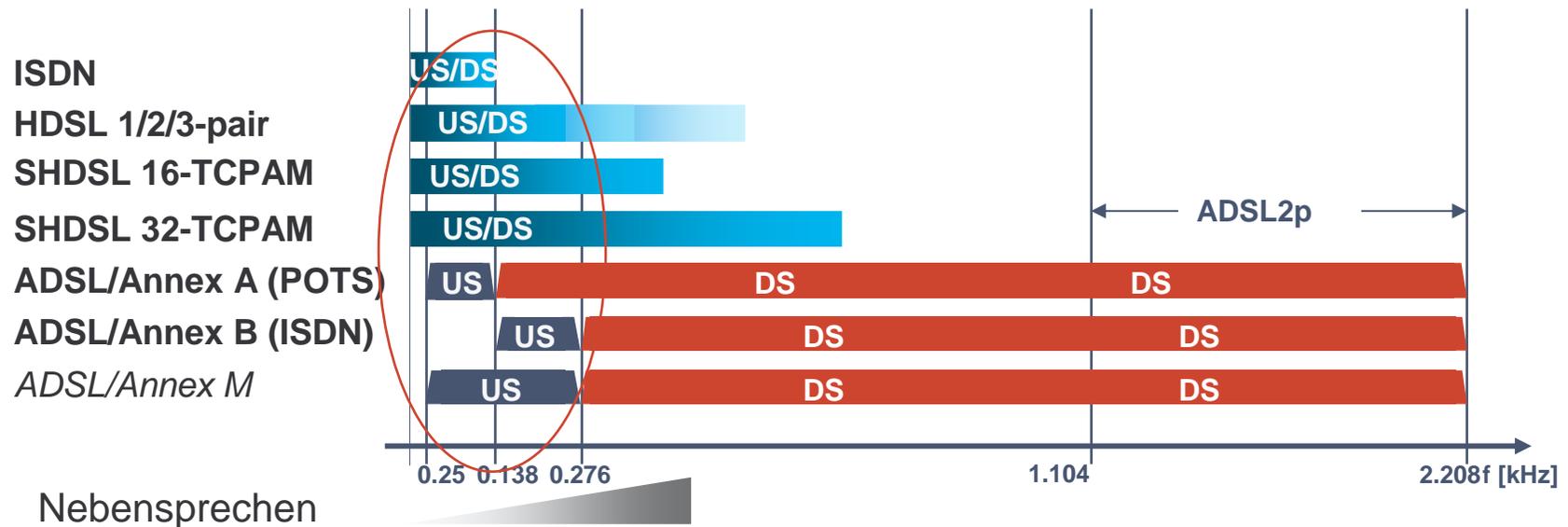
- **NEXT** = Near-end Crosstalk (Nahnebensprechen) - stört am nahen Ende
- **FEXT** = Far-end Crosstalk (Fernnebensprechen) - stört am fernen Ende
- **NEXT/FEXT steigt mit der Frequenz an**



Bei **symmetrischen** DSL- Technologien (**HDSL/SHDSL**) erfolgt die Richtungstrennung im Zeitbereich mittels Echokompensation mit Up- und Down-stream im **gleichen Basisband**. Diese Systeme weisen keinerlei Nebensprechunterdrückung auf und sind daher aufgrund der Größenordnung für sich selbst **NEXT-limitiert**.

Bei **asymmetrischen** DSL-Technologien (**ADSL/VDSL**) erfolgt die Richtungstrennung im Frequenzmultiplexverfahren (FDM) mit Up- und Downstream in **getrennten nicht überlappenden Frequenzbändern**. Diese Systeme weisen daher für sich selbst kein Nahnebensprechen (NEXT) auf und sind daher lediglich **FEXT-limitiert**.

Generell netzverträgliche Technologien - derzeitiger Status



praktikabler Kompromiss trotz Inkompatibilitäten

- Regelung zur Kabelbeschlaltung: zur Kollokation freiwillig, ab HV zufälliges Ergebnis, im Teilnehmerbereich unbekannt.
- Koexistenz Annex A/B
- Deployment Rules für SHDSL.bis (verpflichtend)
- anwendbar lediglich für Betrieb ab HV (Entbündelungsvariante A)

Degradation of downstream ADSL2+ bitrate due to different versions of SHDSL and HDSL

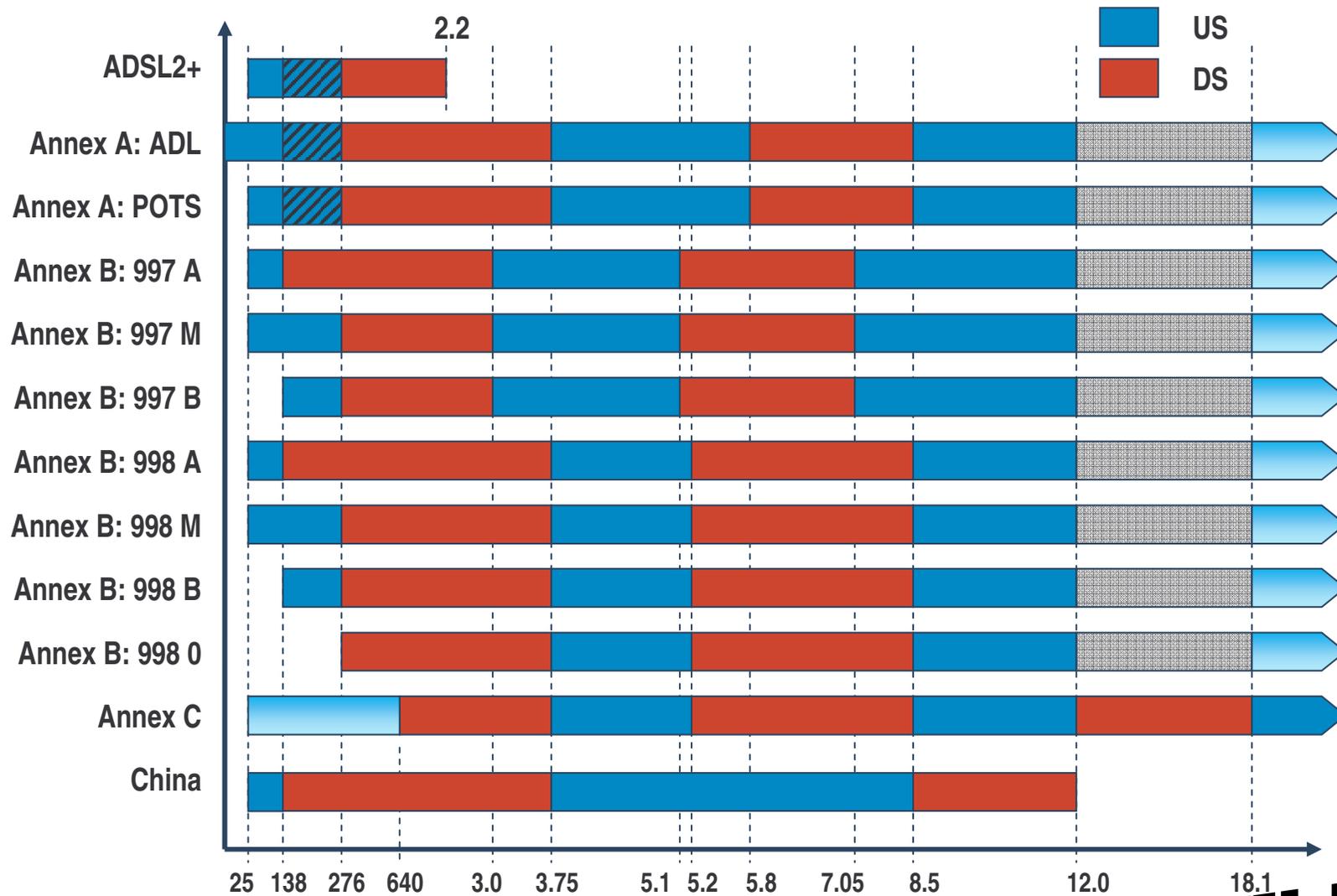
Reach of ADSL2+ system:	1 km	1.5 km	2 km	2.5 km	3 km	
ADSL2+ bitrate without HDSL and SHDSL (reference)	16.4 Mbit/s	15.1 Mbit/s	12.7 Mbit/s	9.4 Mbit/s	6.8 Mbit/s	
Reduction in ADSL2+ bitrate due to One-pair HDSL	2%	4%	4%	3%	3%	✓
Reduction in ADSL2+ bitrate due to 2.3 Mbit/s SHDSL 16-PAM	1%	2%	1%	1%	1%	✓
Reduction in ADSL2+ bitrate due to 3.85 Mbit/s SHDSL 16-PAM	3%	6%	7%	8%	10%	✗
Reduction in ADSL2+ bitrate due to 5.7 Mbit/s SHDSL 32-PAM	3%	4%	4%	4%	3%	✓



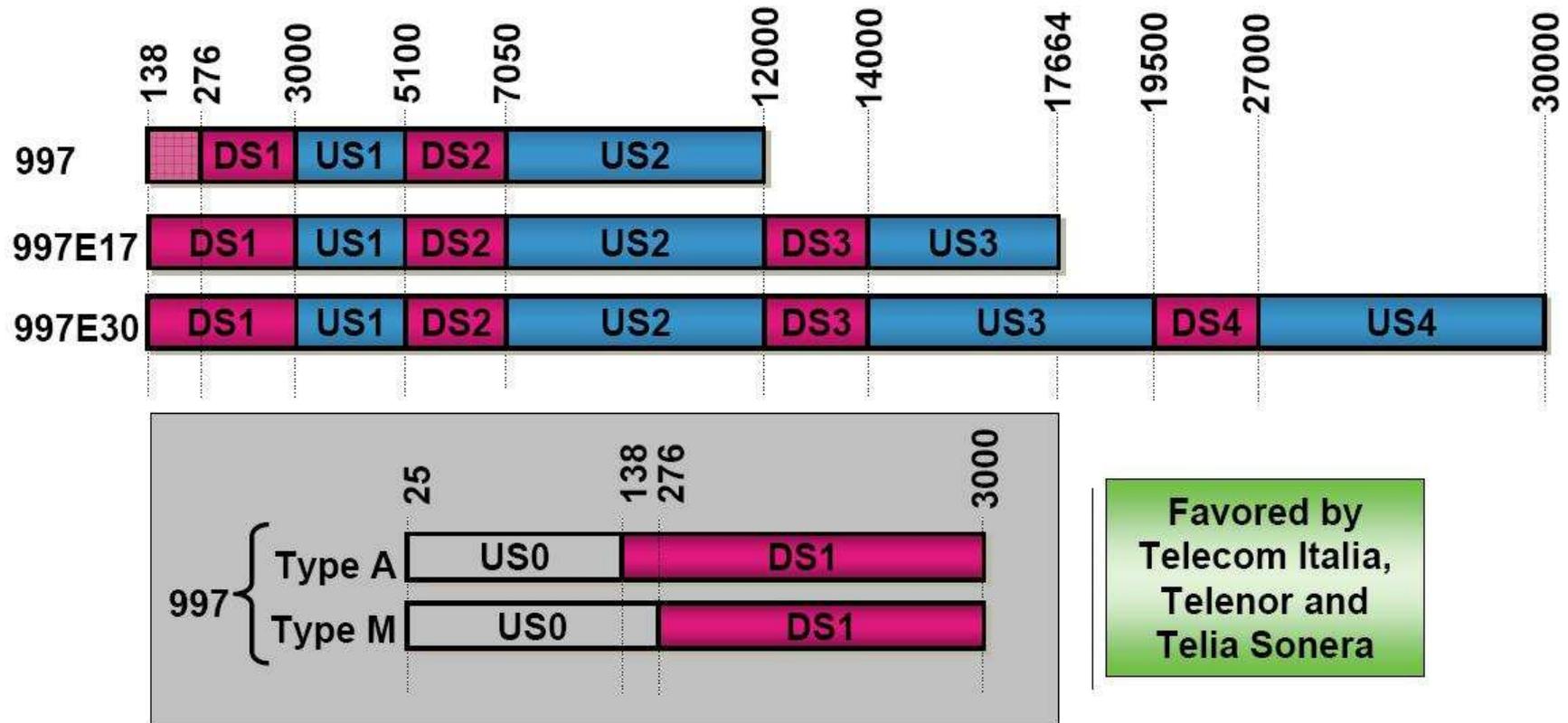
AGENDA

- Basics
- Der Schritt zum hybriden Zugangsnetz
 - **VDSL2 Bandplanung und Options**
 - Problemstellungen
- Zusammenfassende Anforderungen

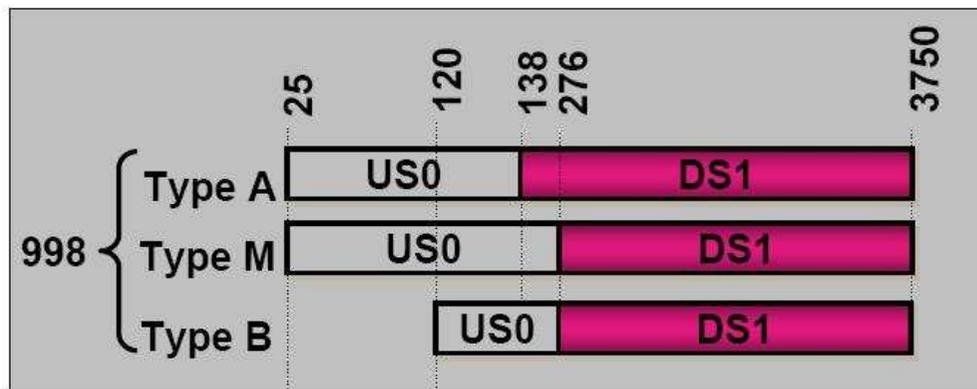
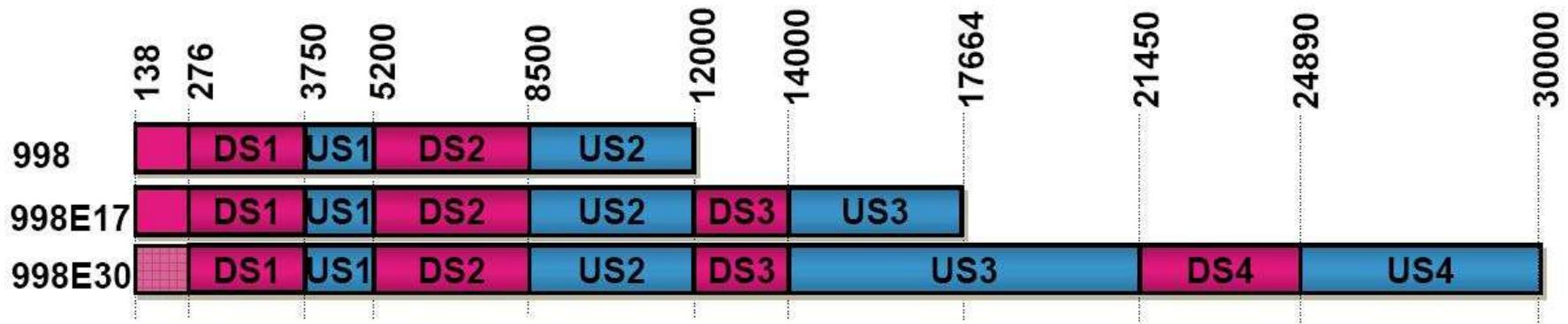
VDSL Bandplans, Region specific Annexes



G.993.2 VDSL2 – Region B - Band plan 997, 997E17 and 997E30



G.993.2 VDSL2 – Region B - Band plan 998, 998E17 and 998E30



Favored by
Swisscom,
France Telecom



belgacom 

TELE2

VDSL2 bandplan 997 vs 998

Up- and downstream bitrates [Mbit/s] vs. distance

Freq plan	Freq. range	Direction	Length [km]									
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.25	1.5	2.0	
Bandplan 997	B7-5 25 kHz to 12 MHz	Up	46.4	44.0	41.9	39.7	31.1	18.3	11.0	6.3	1.2	
		Down	42.2	40.7	39.6	38.6	36.6	33.2	27.0	23.3	18.6	
	B7-9 25 kHz to 17.66 MHz	Up	63.3	59.5	55.6	49.5	31.1	18.3	11.0	6.3	1.2	
		Down	53.6	50.1	48.0	45.6	38.1	33.2	27.0	23.3	18.6	
	B7-10 25 kHz to 30 MHz	Up	80.8	74.0	63.8	52.5	31.1	18.3	11.0	6.3	1.2	
		Down	80.3	74.1	63.5	48.2	38.1	33.2	27.0	23.3	18.6	
Bandplan 998	B8-7 138 kHz to 12 MHz	Up	30.6	28.9	27.5	25.8	18.6	9.1	5.4	1.9	0.0	
		Down	56.7	54.5	52.8	51.3	47.8	41.1	31.1	26.4	18.9	
	B8-8 138 kHz to 17.66 MHz	Up	40.7	38.3	36.0	33.0	20.4	9.1	5.4	1.9	0.0	
		Down	73.6	70.1	66.5	61.1	47.8	41.1	31.1	26.4	18.9	
	B8-12 276 kHz to 30 MHz	Up	53.5	49.2	42.9	33.4	20.4	9.1	5.4	1.9	0.0	
		Down	105	96.1	81.7	64.8	46.2	39.5	29.5	24.8	17.3	

symmetric asymmetric

5 disturbing VDSL2 systems

Auswahl VDSL2-Bandplan

Entscheidungskriterien

- symmetrische / asymmetrische Services
- Reichweite = Kundenerreichbarkeit
- in Europa ist Bandplan 998 üblich



Anforderung

- Der zu verwendende Bandplan (997/998) ist einvernehmlich festzulegen. Es kann lediglich ein Bandplan im gemeinsam genutzten Zugangsnetz zur Anwendung kommen

G.993.2 European Limit PSD mask options for band plan 997/998

Table B.2/G.993.2 – European Limit PSD mask options for band plan 997

Short name	Band plan (Long name)	Frequency	
		US0 type A/B/M (see Note)	Highest used upstream or downstream frequency (kHz)
B7-1	997-M1c-A-7	A	7050
B7-2	997-M1x-M-8	M	8832
B7-3	997-M1x-M	M	12000
B7-4	997-M2x-M-8	M	8832
B7-5	997-M2x-A	A	12000
B7-6	997-M2x-M	M	12000

NOTE – The US0 types stand for:

- US0 type A corresponds to Annex A/G.992.5.
- US0 type B corresponds to Annex B/G.992.5.
- US0 type M corresponds to Annex M/G.992.3/G.992.5.
- US0 type N/A designates a band plan variant that does not use US0.

Table B.3/G.993.2 – European Limit PSD mask options for band plan 998

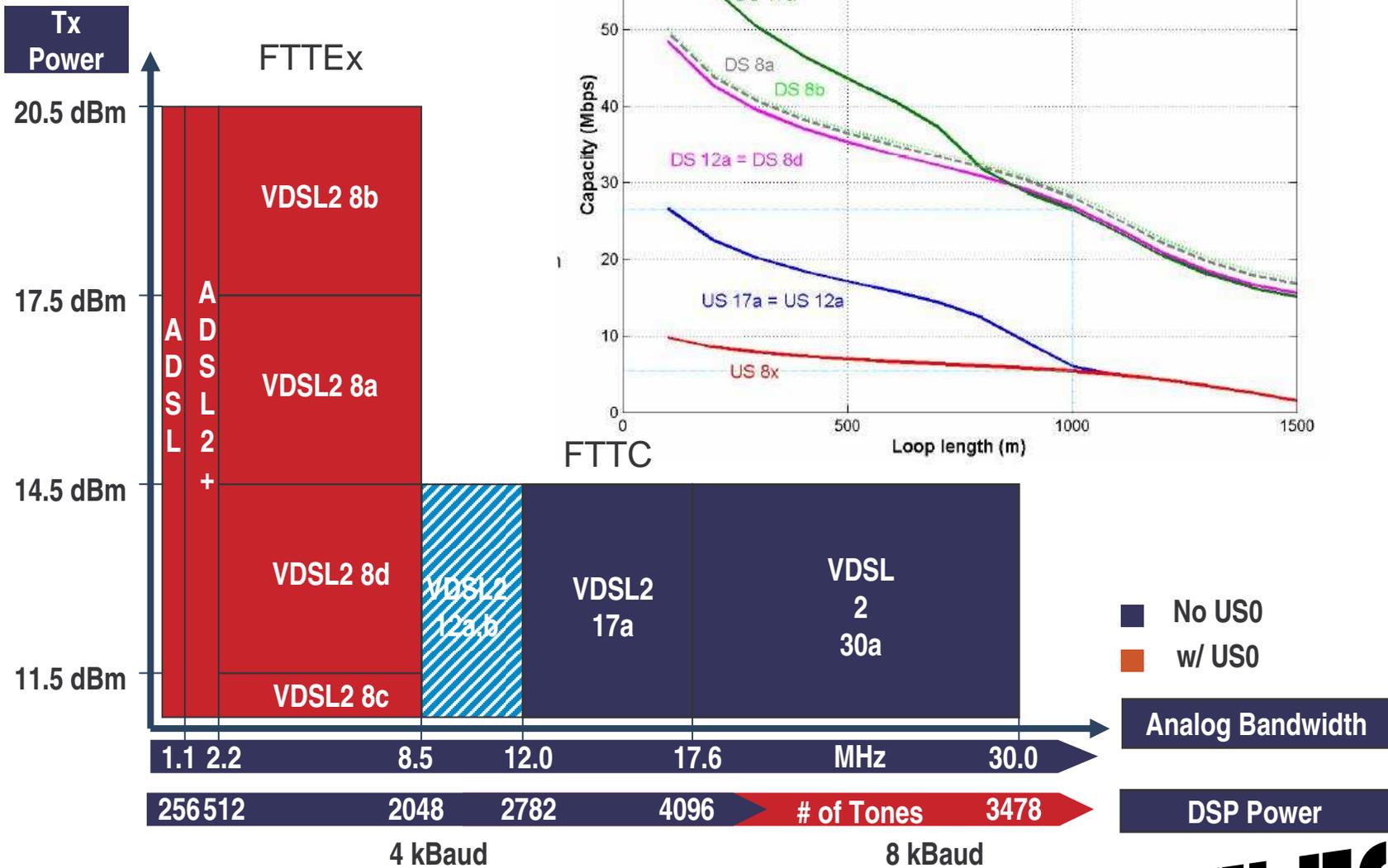
Short name	Band plan (Long name)	Frequency	
		US0 type A/B/M (see Note)	Highest used upstream or downstream frequency (kHz)
B8-1	998-M1x-A	A	12000
B8-2	998-M1x-B	B	12000
B8-3	998-M1x-NUS0	N/A	12000
B8-4	998-M2x-A	A	12000
B8-5	998-M2x-M	M	12000
B8-6	998-M2x-B	B	12000
B8-7	998-M2x-NUS0	N/A	12000

NOTE – The US0 types stand for:

- US0 type A corresponds to Annex A/G.992.5.
- US0 type B corresponds to Annex B/G.992.5.
- US0 type M corresponds to Annex M/G.992.3/G.992.5.
- US0 type N/A designates a band plan variant that does not use US0.

VDSL2 up- & downstream capacity as function of loop length

VDSL-2 – Profiles



Auswahl VDSL2 PSD-Masken/Profile/Regional Options

Entscheidungskriterien

- Einsatzbereich (Kollokation/HV, KVz)
- benötigte Bandbreiten vs. Reichweiten
- Versorgungsleistungsbedarf
- Anforderung bei Nutzung des US0-Bandes (ISDN/POTS/AnnexM)

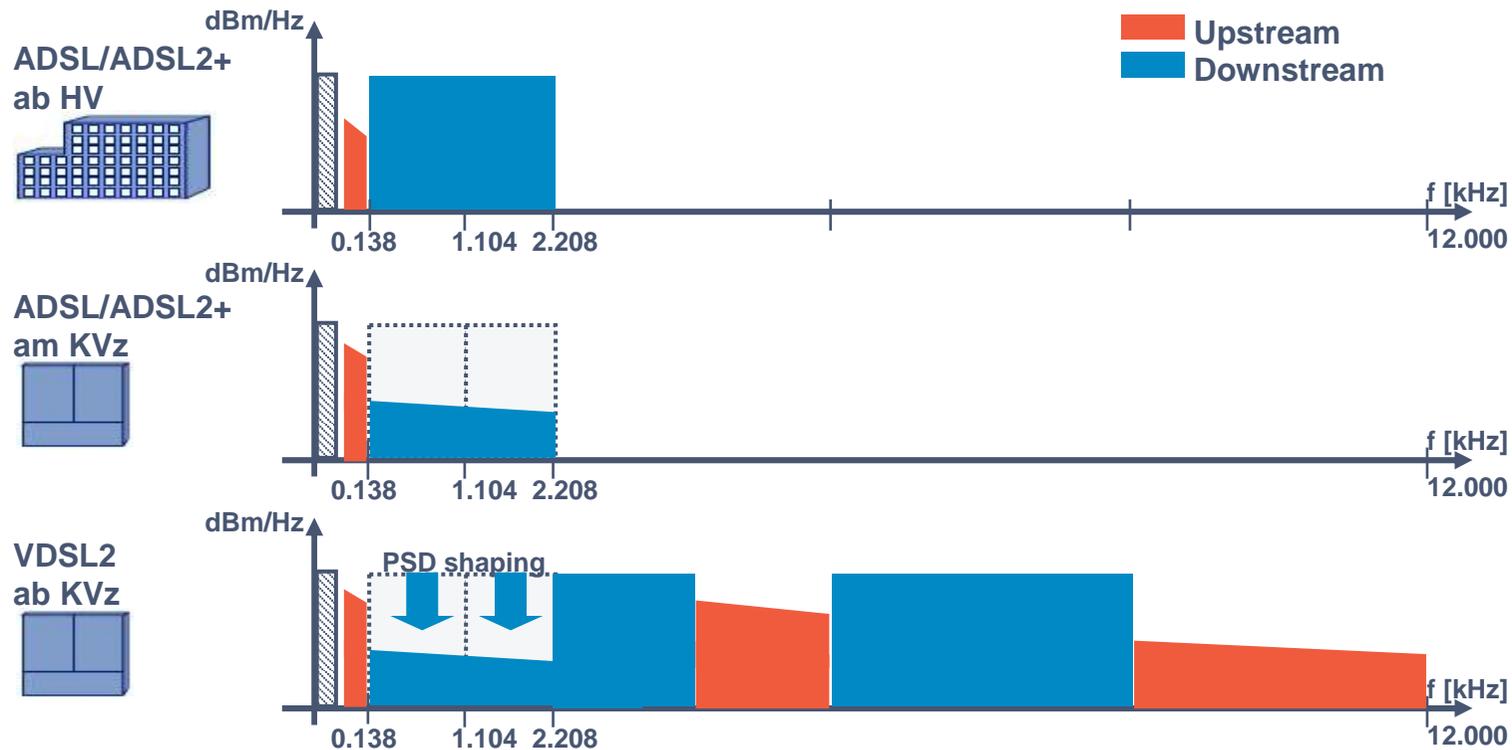


Anforderung

- Die zum Bandplan gehörigen PSD-Masken und Profile sind bezüglich deren Einsatzes einvernehmlich festzulegen. Diese sind insbesondere bei Anwendungen ab Kollokation/HV und KVz so zu regeln, dass die Verträglichkeit im gemischten Betrieb sichergestellt ist, dies auch unter Einbeziehung der VDSL Optionen PSD-Shaping und UPBO.

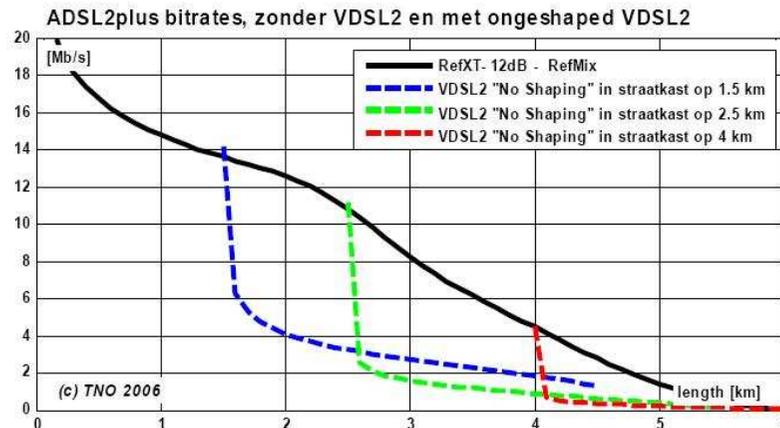
VDSL PSD-Shaping (downstream power back-off)

- PSD Shaping ermöglicht die Angleichung der Pegel am KVz zur Sicherstellung der Verträglichkeit von ab HV betriebene DSL-Technologien



VDSL PSD-Shaping

- Bei Betrieb ab KVz ist die Beeinflussung von VDSL ohne PSD-Shaping auf ADSL2+ ab HV als massiv zu bewerten.

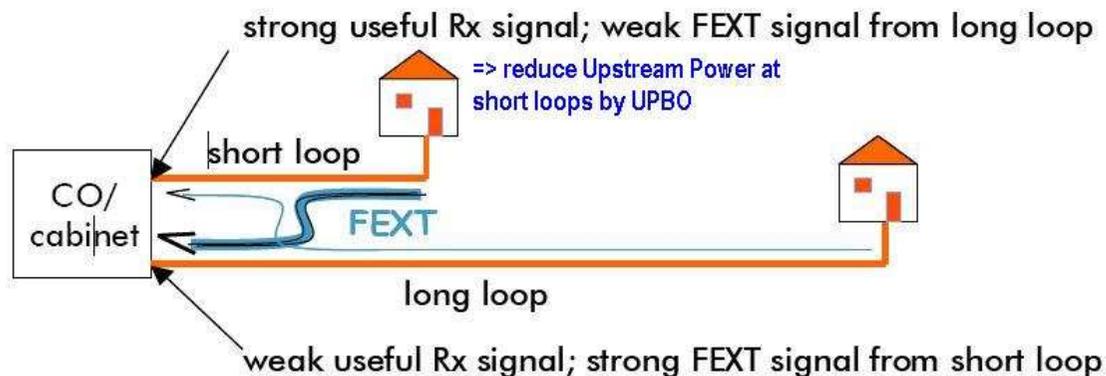


Anforderung

- VDSL-Systeme ab KVz/HV sind unter Aktivierung von PSD Shaping zu betreiben. Die Vorgaben dazu sind einvernehmlich festzulegen. (Leitungslänge, Kabeldämpfung)

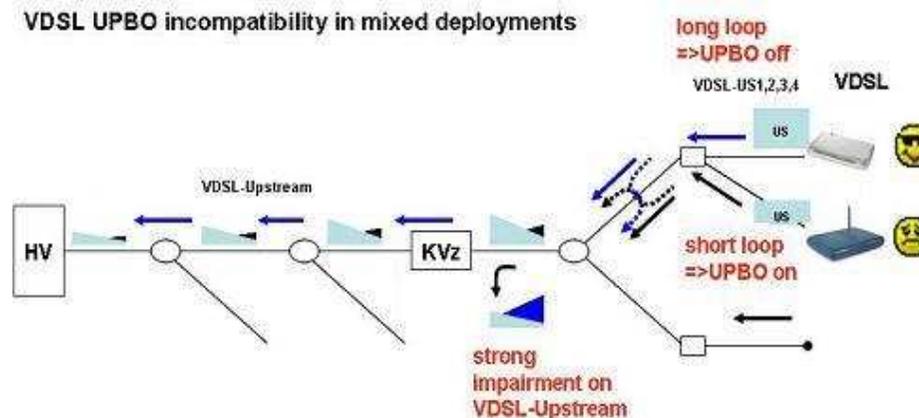
VDSL UPBO (upstream power back-off)

- VDSL mit Upstream-Übertragungsbändern im Frequenzbereich über 2.2 MHz stört bei kurzen Leitungen die gleiche Technologie bei langen Leitungen mehr als letztere sich selbst.
- UPBO reduziert die gegenseitige Beeinflussung im VDSL Upstream bei Mix von kurzen und langen Leitungen mittels reduzierter Sendeleistung im Upstream bei kurzen Leitungen



VDSL UPBO Verträglichkeitsproblem im mixed Deployment

- VDSL2/UPBO ist für alle Betreiber nur auf der hierarchisch gleichen Stufe wirkungsvoll einsetzbar, da bei UBPO das Ausmaß der Leistungsreduktion des VDSL-Upstreams aus der Streckenlänge (-dämpfung) abgeleitet wird..

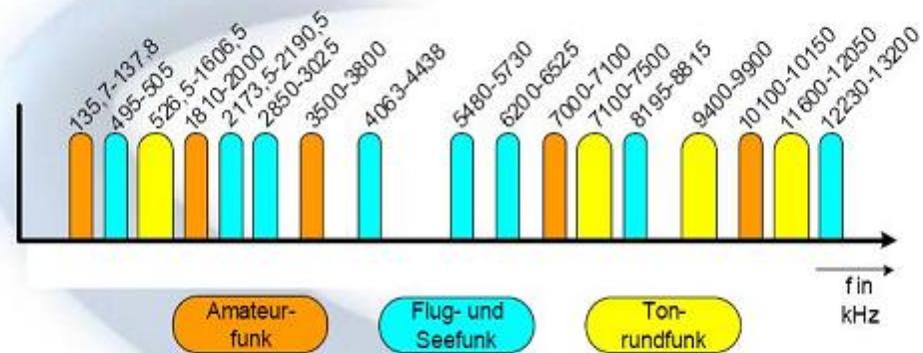


Anforderung

- Bei VDSL-Betrieb kann die Unwirksamkeit der für höhere VDSL Upstreambandbreiten (sofern benötigt) erforderlichen UPBO-Funktion in einem Mixed Deployment lediglich durch geeignetes Cabling Management im Verteilnetz gelöst werden, dies durch physische Trennung von HV und KVz-betriebenen VDSL Systemen in eigenen Kabelbündeln.

VDSL PSD Notching

Beispiele für „verbotene“ Frequenzbereiche



Zum Schutz von Funkdiensten ist Reduzierung der spektralen Leitungsdichte in bestimmten Frequenzbereichen notwendig.

19.09.2005

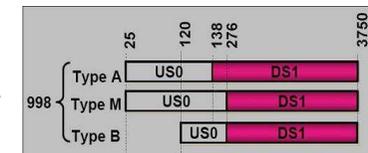
43

Copyright © 2005 Teleconnect GmbH

Auswahl VDSL2-Parameter - Beispiel Swisscom

Technologiefamilie	zugelassene Technologie (Leitungs-Code)	Spezifikation
VDSL	VDSL2 ³ <ul style="list-style-type: none"> Limit PSD Mask Options: <ul style="list-style-type: none"> 998-M2x-M (VDSL2 over POTS) 998-M2x-B (VDSL2 over ISDN) 998E17-M2x-NUS0-M 998E30-M2x-NUS0-M Damit sind die Profile 8a-d, 12a/b, 17a und 30a freigegeben.	G.993.2 [15] (Annex B)

Bandplan 998



- 1) Nur die Variante „PSD mask for reduced NEXT“ ist zugelassen. Sie wird gelegentlich auch mit FDD bezeichnet.
- 2) Für die Parametrisierung gilt, dass das downstream Band erst bei sub-carrier 64 starten darf. Bei Annex M gilt ausserdem für das upstream Band die Parametrisierung EU-64.
- 3) Für VDSL2 gilt weiter:
Der Einsatz ist ab CO und auch ab Cabinet zugelassen
Für den Einsatz ab Cabinet muss PSD shaping (downstream power back-off) nach [15] eingesetzt sein.
Die Details zum exakten PSD Shaping sind Kap 1.9 beschrieben.
Das Notching der RFI Bänder ist default-mässig deaktiviert.
UPBO muss zwingend mit den in Tabelle 2 beschriebenen a und b Parametern eingeschaltet sein.

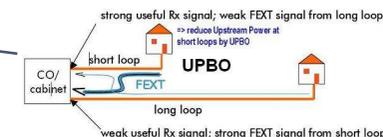
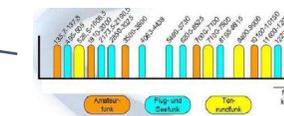
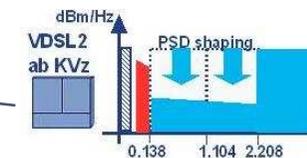


Tabelle 2 Definition der UPBO Parameter für VDSL2

Parameter-Set	Bänder	Parameter a	Parameter b
VDSL2 UPBO	US1	42.32	21.72
	US2	38.68	20.09
	US3	45.90	18.04
	US4	For further study	For further study

Quelle: swisscom fixnet wholesale – Handbuch Technik/ Spektrummanagement

http://www.swisscom.com/FxRes/NR/ronlyres/7E074BA4-3897-4A1E-B8D9-D397F531A951/0/SpMTM_contr_HandbuchTechnikSpektrummanagement_V23.pdf

Auswahl VDSL2-Parameter - Beispiel DTAG

- Bandplan 998 Type B (Freihaltung des ISDN-Bandes im US0)
- Profile 17a ab Cabinet
- Profile 8b ab Central Office

Parameter	Parameter value per profile							
	8a	8b	8c	8d	12a	12b	17a	30a
Bandwidth MHz	8.5	8.5	8.5	8.5	12	12	17.7	30
Tones D/S	1,971	1,971	1,971	1,971	2,770	2,770	4,095	2,098
Spacing KHz	4.312	4.312	4.312	4.312	4.312	4.312	4.312	8.625
TX Power D/S dBm	+17.5	+20.5	+11.5	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5
Min net Data Rate Mbps	50	50	50	50	68	68	100	200

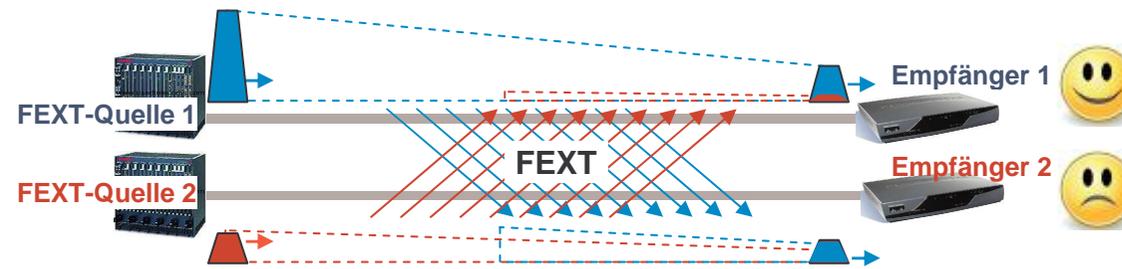


AGENDA

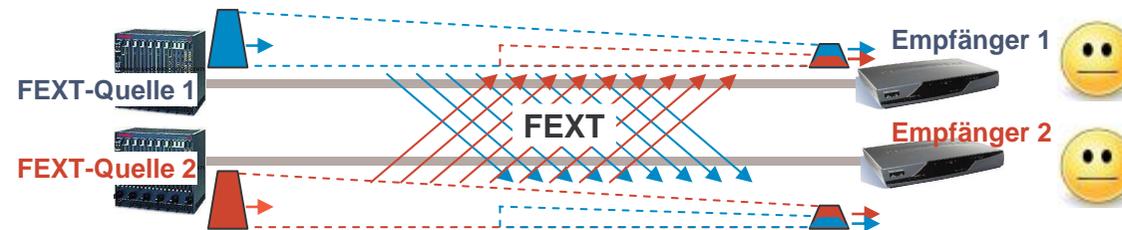
- Basics
- Der Schritt zum hybriden Zugangsnetz
 - VDSL2 Bandplanung und Options
 - **Problemstellungen**
- Zusammenfassende Anforderungen

Problem: Pegelunterschiede im Leitungsverlauf bei ADSL/VDSL „Forget NEXT and concentrate on FEXT“

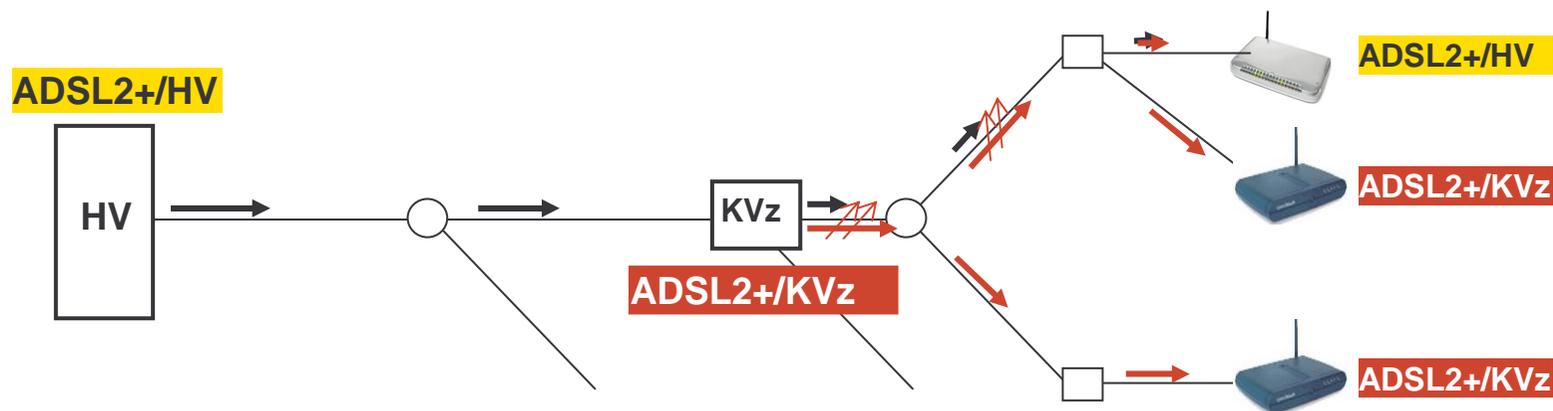
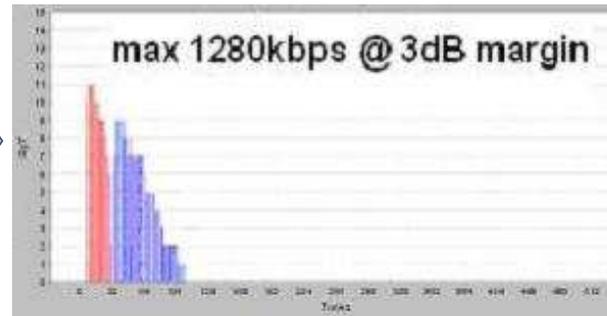
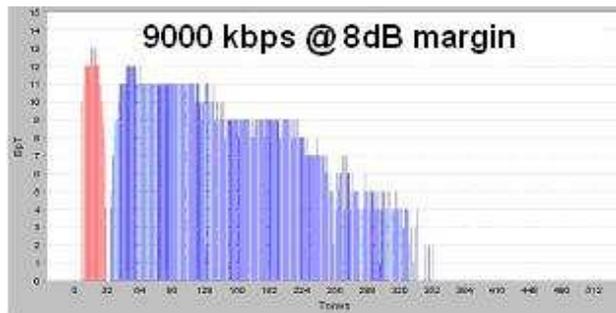
- Bei ungleich hohen Nutzsignalpegeln im gesamten Leitungsverlauf „gewinnt immer der stärkere“



- bei gleich hohen Nutzsignalpegeln im gesamten Leitungsverlauf sind alle gleich minimal beeinträchtigt

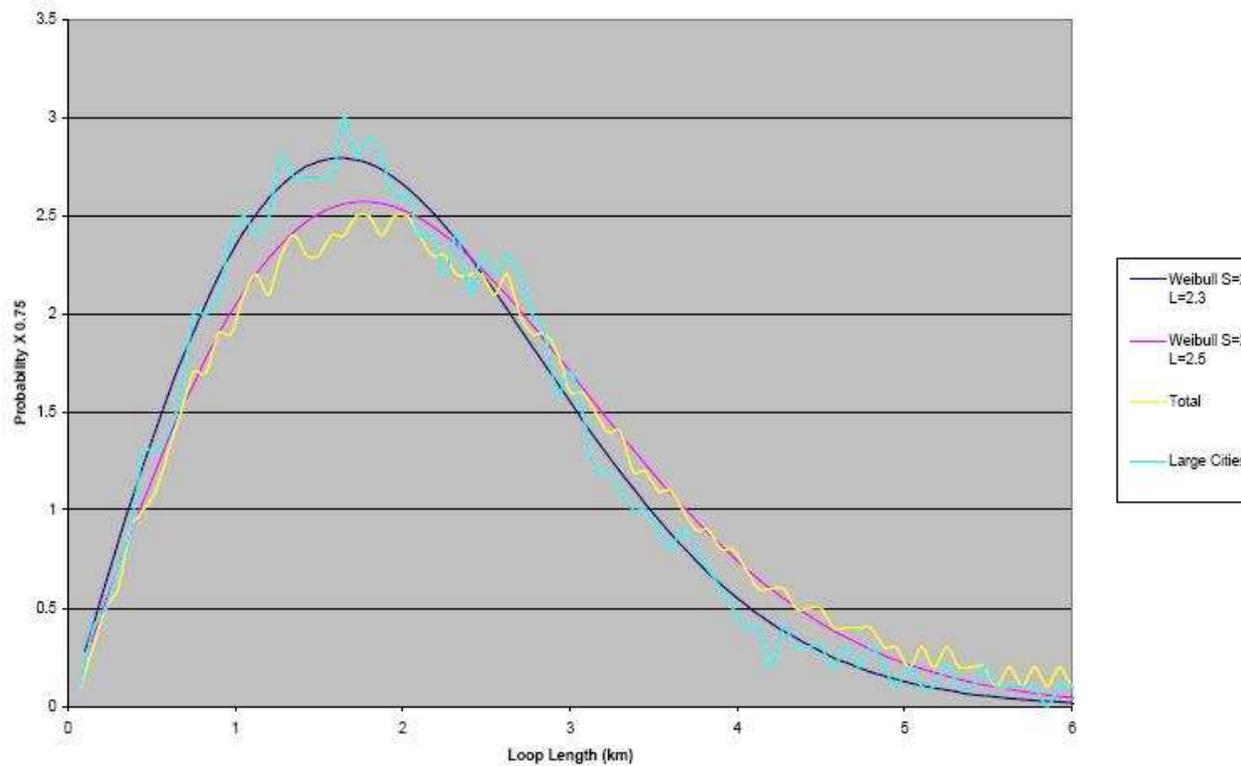


Beispiel Problem (1) Gleichzeitiger Betrieb von ADSL/ADSL2+ ab HV und KVz



- Prinzipiell sind sämtliche vom HV entbündelten ADSL Services im Versorgungsbereich einer abgesetzten Einheit am KVz, die ebenfalls mit ADSL und ohne wirkungsvolle Entstörmaßnahmen betrieben wird, beeinflusst.

Gefährdungspotential - Längenverteilung vom HV

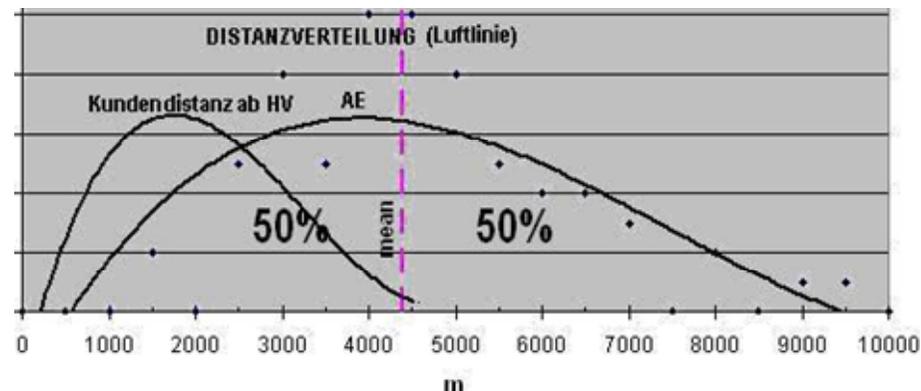


-Example of European Loop PDF with 80% of loop \leq 3km and Weibull Distribution

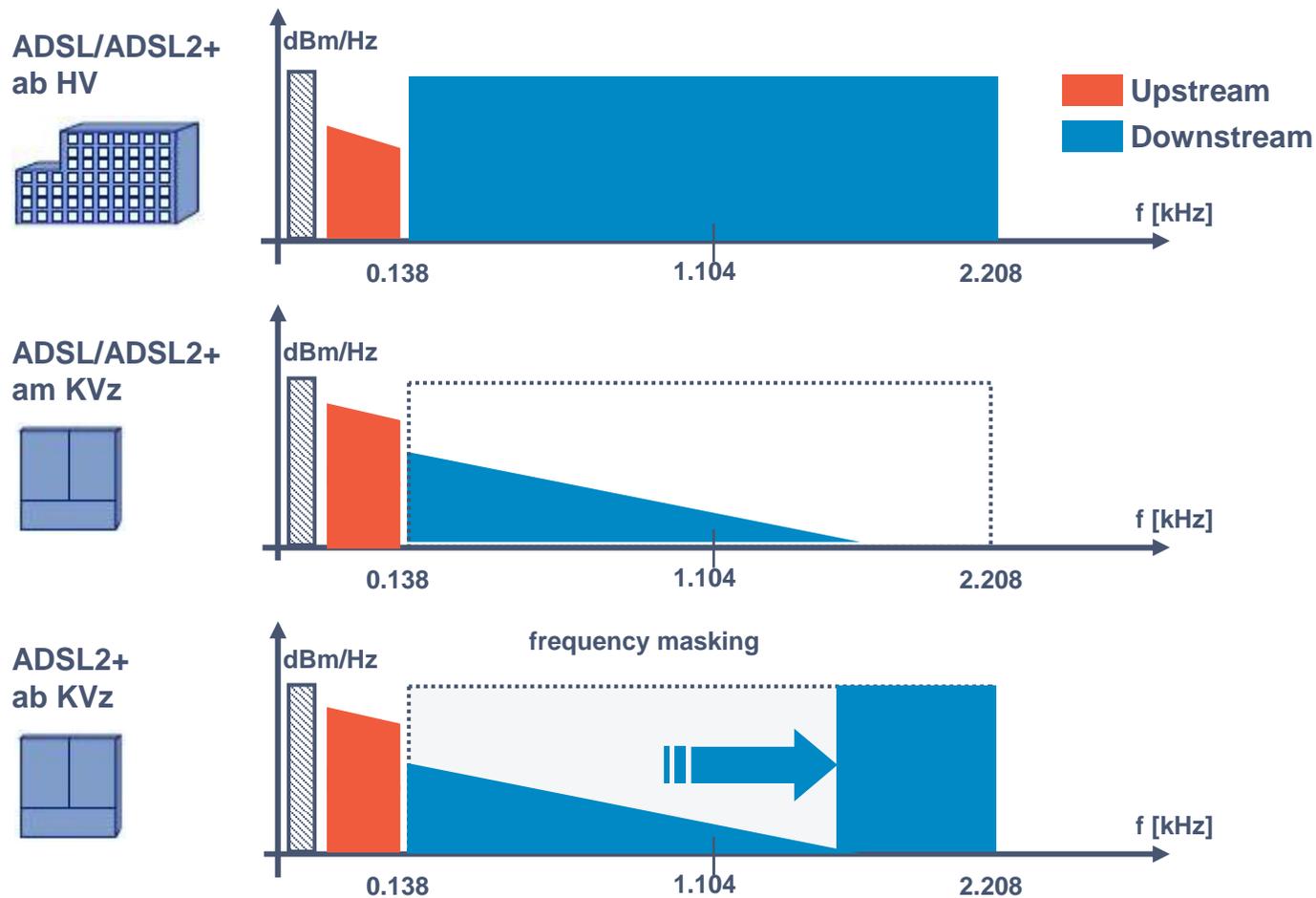
Quelle: Example for Approximating European loop distribution - TIA TR30.3 Committee - Jack Douglass

Gefährdungspotenzial von ADSL/ADSL2+ ab KVz

- Ohne wirkungsvolle Zusatzmaßnahmen ist der gleichzeitige **Betrieb von ADSL/ADSL2+ ab KVz** mit ADSL/ADSL2+ ab HV in einer gemeinsamen Kabelinfrastruktur **völlig inkompatibel**, sofern der KVz im Versorgungsbereich und innerhalb der Reichweite der ab HV betriebenen ADSL Services positioniert ist.
- Die Gefährdung äußert sich in reduzierten Downstreamgeschwindigkeiten, instabilem Betrieb durch verringerte Signalrausabstände bis hin zur Nichterbringung der Services.
- Nach derzeitigem Kenntnisstand sind im Mittel ca. 50% aller bekannten abgesetzten Einheiten innerhalb der Kundenreichweite für ADSL Services ab HV positioniert und sind als solche bei Betrieb mit ADSL als potenzielle Störungsquellen des vom HV in Betrieb befindlichen Bestandes auf Basis von ADSL zu bewerten.



Entstörmethode mit Frequenzmaskierung von ADSL2+ am KVz



Einsatz von ADSL2+ ab KVz mit Frequenzmaskierung Erfordernis einer generellen Regelung

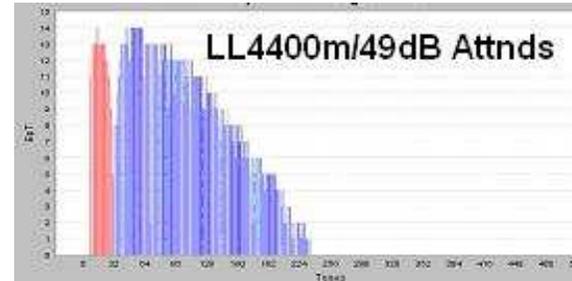
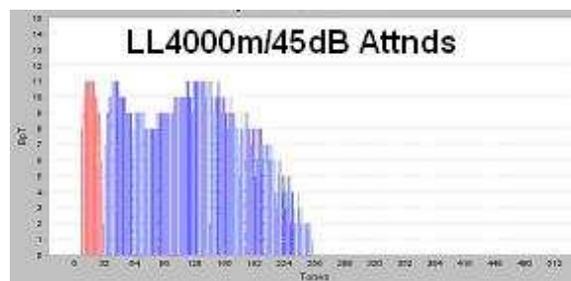
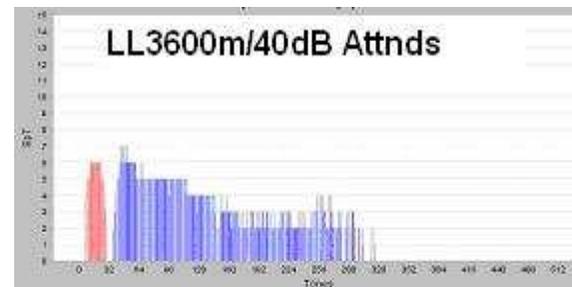
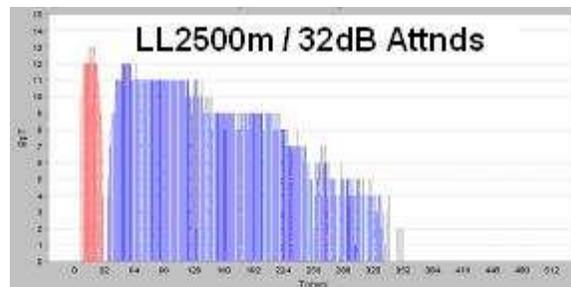
- ab einer Grenzlänge ist der ADSL2p-Betrieb eines KVz nur unter Ausblendung von Frequenzen bis DMT 256 (1,1MHz) zulässig.
- Innerhalb der Grenzlänge ist der Betrieb ADSL ab KVz nicht zulässig.
- Außerhalb der Teilnehmererreichbarkeit ab HVt ist der ADSL Betrieb ab KVz uneingeschränkt möglich.
- die Ermittlung der Grenzlänge zur zwingenden Frequenzausblendung kann (der Einfachheit halber) aus der Luftlinienentfernung oder auch (aufwendiger) nach realen verschalteten Leitungslängen oder Kabeldämpfungen individuell pro Standort vorgenommen werden.

Einsatz von ADSL2+ ab KVz mit Frequenzmaskierung Grenzlängenfestlegung (1)

- Im allgemeinen ist auf das **maximal ab HV erreichbare DMT-Spektrum beim Teilnehmer** innerhalb des gemeinsamen Anschlussbereichs des HV und KVz zu referenzieren.
- Die höchste Maskierungsfrequenz ist vom Spektrum am KVz bei best case Leitungseigenschaften abzuleiten.
- Die höchste sinnvolle/mögliche Ausblendung ist bei DMT256 (1,1MHz) anzusetzen.
- Außerhalb des Versorgungsbereichs eines HV ist Frequenzmaskierung nicht erforderlich. Dieser Bereich ist aus dem Spektrum bei best case Leitungseigenschaften abzuleiten.

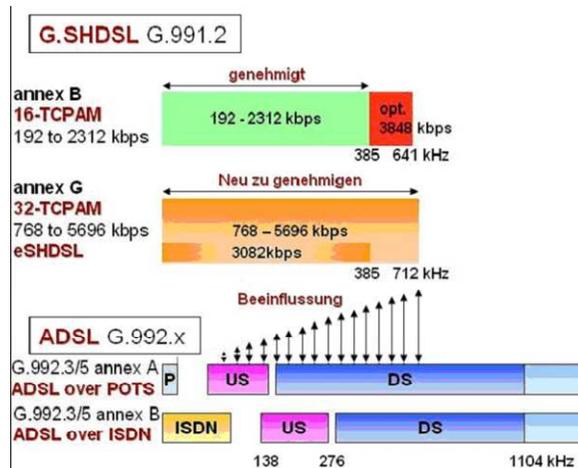
Einsatz von ADSL2+ ab KVz mit Frequenzmaskierung Grenzlängenfestlegung (2)

- Proben aus dem Teilnehmeranschlussbereich der Tele2 haben ergeben, dass bis zu einer Luftlinienentfernung vom HV von **4500m** noch Frequenzen bis DMT256 (1,1MHz) möglich sind.



Beeinflussung von ADSL ab HV durch SHDSL ab KVz

- Es ist davon auszugehen, dass SHDSL ab KVz bei höheren Bitraten (>1 Mbps) einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf ADSL ab HV hat.
- Umgekehrt ist bei ADSL ab KVz kein oder nur geringfügiger Einfluss auf SHDSL in Bezug auf höhere Bitraten zu erwarten.



117. The following table summarizes the effect between ADSL and SDSL. The relevant combinations are treated more in detail further on.

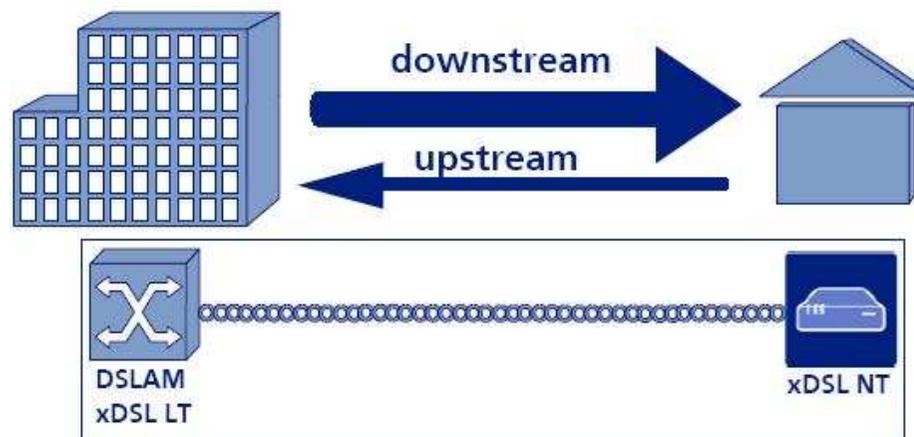
"Disturber"	"Victim"		
	ADSL-LEX downstream	ADSL-LEX upstream	SHDSL-LEX
Remote ADSL	Interference	No problem	No problem
Remote SHDSL 2 Mbps	Interference	No problem	No problem
Remote SHDSL 1 Mbps	No problem	No problem	No problem

Quelle: Belgacom Raw Copper and Shared Pair Products - Technical Specifications

Beispiel Problem (2)

Richtungsregel für asymmetrische Technologien

- **Asymmetrische Übertragungstechnologien (ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL, VDSL2) dürfen im gleichen Kabelbündel nur in angegebenen Richtung betrieben werden.**
- Dabei gelten folgende Definitionen:
Downstream ist die Richtung des Übertragungssignals vom TA Hauptverteiler über das TA Kupferanschlussnetz zum Übergabepunkt beim Endkunden. Upstream ist die Richtung des Übertragungssignals vom Übergabepunkt beim Endkunden über das TA Kupferanschlussnetz zum TA Hauptverteiler



Quelle: swisscom fixnet wholesale – Handbuch Technik/ Spektrummanagement

AGENDA

- Basics
- Der Schritt zum hybriden Zugangsnetz
 - VDSL2 Bandplanung und Options
 - Problemstellungen
- Zusammenfassende Anforderungen

Zusammenfassende Anforderungen zu hybridem Zugangsnetz

- Die bisher festgelegten Regelungen zur generellen Verträglichkeit im Netz der TA sind auf **wechselseitige Gültigkeit** zu erweitern und im Hinblick auf hybride Zugangsvarianten mit wechselseitigen Regeln für die **Zugangsvariante C1** zu ergänzen. Ein Proof of Concept zur Kompatibilität des Betriebs von DSL-Technologien über abgesetzte DSLAMs mit ab HV betriebenen DSL-Technologien ist zur Sicherstellung des Bestandes darzustellen, allenfalls durch unabhängige Gutachten.

„Von dem Moment an, an dem in einem Standort eine tiefere hierarchische Stufe eingeführt wird (z.B. Einrichtung an einem Kabelverzeiger), gelten an diesem Standort die Einsatzregeln entsprechend der neuen Topologie.“

- Asymmetrische Übertragungstechnologien (ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL2) dürfen im gleichen Kabelbündel **nur in angegebener Richtung** betrieben werden
- Im allgemeinen ist der Betrieb von **ADSL/ADSL2+ ab KVz** wegen der Unverträglichkeit mit ADSL/ADSL2+ ab HV im gleichen Kabelbündel nicht zulässig, sofern der KVz innerhalb des Versorgungsbereichs der ab HV entbündelten Services positioniert ist.

Allenfalls ist der Betrieb von ADSL2+ ab KVz dann möglich, wenn durch Ausblenden von Frequenzen am KVz keinerlei Überlappungen von Frequenzbändern mit ab HV betriebenen ADSL Technologien sichergestellt werden kann.

Zusammenfassende Anforderungen zu VDSL2

- Der zu verwendende **Bandplan** (997/998) sowie **PSD Masken und Profile** sind einvernehmlich festzulegen. Insbesondere sind die Profile für den Einsatz ab HV sowie KVz so auszuwählen, dass es zu keinerlei Beeinträchtigung von DSL-Technologien ab HV und KVz kommt.
- VDSL-Systeme im **KVz-Betrieb** sind im Fall des mixed Deployments von ab HV betriebenen DSL Services unter Aktivierung von **PSD Shaping** zu betreiben.
- Die Position zur Aktivierung von **UPBO** in einem mixed Deployment ist für VDSL-Betreiber ab HV neutral, hier wird eher der Betreiber von VDSL ab KVz etwaig erforderliche Regeln anbieten bzw. anfordern müssen.
- die Notwendigkeit zum zwingende Betrieb von VDSL mit Profilen im „**CO-Mode**“ ab HV sowie mit Profilen im „**Cabinet-Mode**“ ab KVz kann derzeit in Ermangelung eines transparenten NGA Gesamtkonzepts unter Einbindung aller Mitspieler nicht beurteilt werden.

TELE2