

## Alternative Anschalterichtlinien für den Einsatz von VDSL2 Systemen im Kupfernetz der Telekom Austria TA AG

Final Version 1.0 (11.08.2009)

### Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemeines .....</b>	<b>2</b>
1.1 Begriffsdefinitionen .....	2
1.2 Betrachtete Architekturen .....	3
1.2.1 FTTEEx – Fibre To The Exchange .....	3
1.2.2 FTTC- Fiber To The Curb .....	3
1.2.3 FTTB - Fiber To The Building .....	4
1.2.4 Hierarchische Stufen im Accessnetz .....	4
<b>2. Richtlinien zum Einsatz von VDSL2 Systemen.....</b>	<b>5</b>
2.1 Zugelassene Technologievarianten.....	5
2.2 Regeln zum Einsatz von VDSL2 Systemen in unterschiedlichen hierarchischen Stufen ..	6
2.2.1 Regeln zum Einsatz von VDSL2 Systemen ab der Vermittlungsstelle.....	6
2.2.2 Regeln zum Einsatz von VDSL2 Systemen ab abgesetzten Standort .....	7
2.2.3 Einsatzbereiche von VDSL2-POTS und VDSL2-ISDN/Extended Upstream.....	7
2.3 Vorgaben PSD Shaping in Downstream Richtung .....	7
2.3.1 Allgemeines .....	7
2.3.2 Richtlinie für das PSD Shaping von VDSL2 Downstream: .....	8
2.4 Ausnahmeregelung für Standorte mit einer Grenzfrequenz unter 1,1 MHz.....	9
2.5 Anwendung von UPBO.....	10
2.5.1 UPBO-Parameter.....	10
2.5.2 Verwendung der Upstreambänder US1 und US2 .....	10
<b>3. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>10</b>
<b>4. Abkürzungen .....</b>	<b>11</b>
<b>5. Anhang A: PSD-Masken.....</b>	<b>11</b>

# 1. Allgemeines

Die nachstehend angeführten Richtlinien regeln die Beschaltung von symmetrischen Kupferdoppeladern im Netz der Telekom Austria TA AG mit VDSL2-Übertragungssystemen, welche sowohl an einer Vermittlungsstelle als auch an einem abgesetzten Standort betrieben werden.

Sie gelten unabhängig davon, ob das betreffende System von TA selbst oder von einem dazu auf Grund des Entbündelungsbescheides und eines darauf basierenden entsprechenden aufrechten Vertrages berechtigten Alternativen Netzbetreiber (ANB) betrieben werden soll.

## 1.1 Begriffsdefinitionen

### Abgesetzter Standort:

Standort, bei dem nur die breitbandigen Technologien terminieren, nicht aber die TDM-Sprache. Es gibt Outdoor Standorte (Street Cabinet), sowie Indoor Standorte (z. B. Keller, Garage).

### Dämpfung:

Unter Dämpfung wird die Minderung der übertragenen Leistung eines Signals im Verlauf einer Übertragungsstrecke verstanden. Die Dämpfung ist primär von der Höhe der Frequenz, der Leitungslänge und dem verwendeten Aderndurchmesser abhängig.

### Digital Subscriber Loop Access Multiplexer (DSLAM):

Übertragungstechnische Einrichtung, die verschiedene xDSL-basierende Übertragungsverfahren zur Versorgung von Kunden mit hochbitratigen Services enthält. Der DSLAM ist auch ein Konzentrator, der den kundenseitig ankommenden Verkehr zusammenführt und über eine definierte Uplink-Schnittstelle an das dahinterliegende Netz übergibt.

### Downstream (Traffic):

Verkehrsfluss vom DSLAM in Richtung Endkunde.

### FTTx:

Die Abkürzung FTTx steht für „Fiber To The...“ und „x“ als Stellvertreter für die örtliche Bezeichnung des Abschlußpunktes der verlegten Glasfaser. In diesem Dokument findet man die Kategorien:

- FTTEEx: Fibre To The Exchange
- FTTC: Fibre To The Curb/Cabinet
- FTTB: Fibre To The Building

### Shelter:

Synonym für Street Cabinet (siehe Street Cabinet).

### Street Cabinet:

Outdoorfähiges Gehäuse in dem abgesetzte übertragungstechnische Einrichtungen sowie die entsprechende linientechnische Infrastruktur untergebracht werden können.

### Upstream (Traffic):

Verkehrsfluss vom Endkunden in Richtung DSLAM.

### Vermittlungsstelle:

Die Vermittlungsstelle ist ein zentraler Netzknotenpunkt im Netz der Telekom Austria TA AG, an dem sich sowohl vermittlungstechnisches als auch übertragungstechnisches Equipment befinden kann. Die Vermittlungsstelle ist Ausgangspunkt des Zugangnetzes (Accessnetz, Last Mile) über das die Kunden innerhalb des jeweiligen Vermittlungsstellenbereiches an das Netz der Telekom Austria TA AG physikalisch angebunden sind.

### xDSL:

Unter „xDSL-Übertragungssysteme“ werden grundsätzlich HDSL, SDSL, SHDSL, SHDSL.bis, ADSL, ADSL2+ und VDSL2-Systeme verstanden.

## 1.2 Betrachtete Architekturen

Ziel der FTTx Architekturen ist es, durch den hybriden Aufbau des Accessnetzes bestehend aus Glasfaser- und Kupferkabeln höhere Bitraten als in einem reinen Kupfernetz realisieren zu können. Dies erreicht man durch eine Verlängerung der Glasfaserinfrastruktur in das Zugangnetz hinein und den daraus resultierenden verkürzten Kupferabschnitten zum Übergabepunkt (Netzabschlusspunkt) beim Endkunden.

In diesem Dokument werden folgende FTTx-Ausprägungen unterschieden:

- FTTEx: Fibre To the Exchange
- FTTC: Fiber To The Curb
- FTTB: Fibre To The Building

### 1.2.1 FTTEx – Fibre To The Exchange

Die FTTEx-Architektur sieht das Verlegen von Glasfaserinfrastruktur bis zum Central Office (Vermittlungsstelle) vor. Der Lichtwellenleiter terminiert an einer xDSL Übertragungseinrichtung (DSLAM). Die Anbindung der Endkunden erfolgt über von diesem Punkt abgehende und sich verzweigende Kupferkabel.

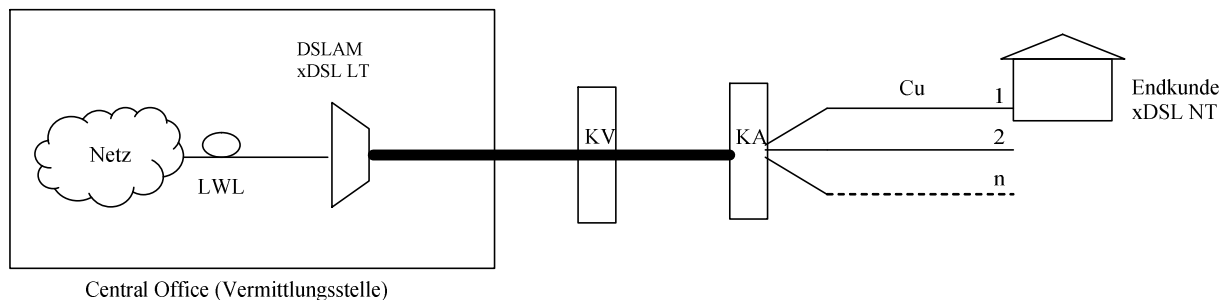


Abbildung 1 FTTEx-schematische Darstellung

### 1.2.2 FTTC- Fiber To The Curb

Die FTTC-Architektur sieht das Verlegen von Glasfaserinfrastruktur bis zu einem abgesetzten DSLAM in unmittelbarer Nähe des Endkunden vor. Der Lichtwellenleiter terminiert an einer xDSL Übertragungseinrichtung (DSLAM), die in einem so genannten Street Cabinet untergebracht ist. Die Anbindung der Endkunden erfolgt über von diesem Punkt abgehende und sich verzweigende Kupferkabel.

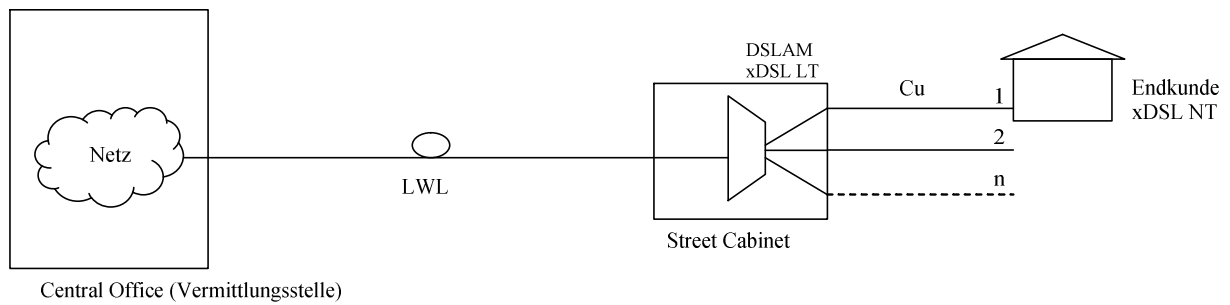


Abbildung 2 FTTC-schematische Darstellung

### 1.2.3 FTTB - Fiber To The Building

Die FTTB-Architektur ist analog zur FTTC-Architektur zu sehen, wobei die Glasfaser aber in einem Gebäude, in dem sich mehrere Wohn- oder Büroeinheiten befinden, terminiert. Die Kunden sind über eine Inhouse-Kupferverkabelung an die im Haus in einem entsprechend adaptierten Raum (z.B.: im Keller) untergebrachte DSLAM angebunden.

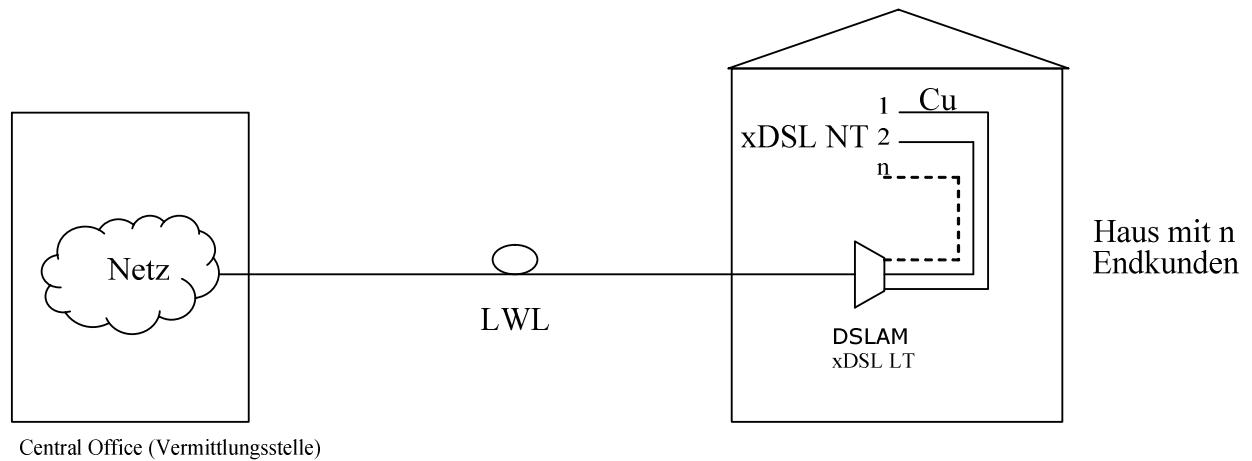


Abbildung 3 FTTB-schematische Darstellung

### 1.2.4 Hierarchische Stufen im Accessnetz

Der letzte DSLAM an einem abgesetzten Standort in Richtung Endkunde stellt die unterste hierarchische Stufe dar. Der DSLAM in der Vermittlungsstelle stellt die oberste hierarchische Stufe im Access Netz dar.

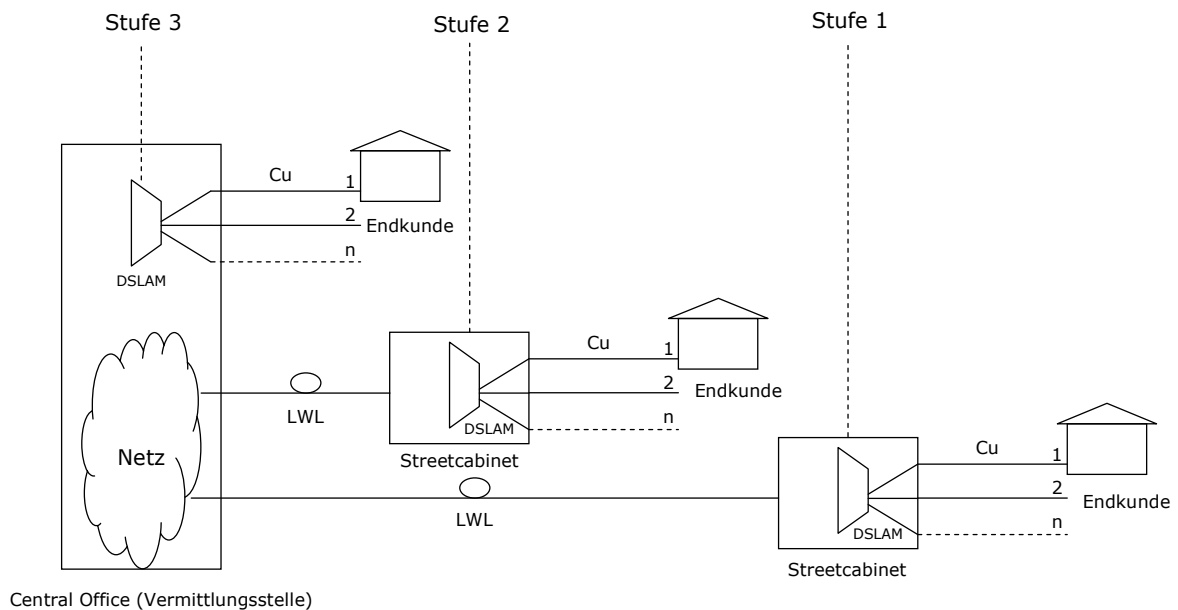


Abbildung 4 Hierarchische Stufen im Access Netz

## 2. Richtlinien zum Einsatz von VDSL2 Systemen

### 2.1 Zugelassene Technologievarianten

Die Technologie VDSL2 ist im kupferbasierenden Anschlussnetz der Telekom Austria TA AG für den Einsatz sowohl ab einer Vermittlungsstelle als auch an einem abgesetzten Standort zugelassen.

VDSL2 darf wie alle anderen asymmetrischen Übertragungstechnologien (ADSL, ADSL2, ADSL2+) innerhalb eines Kabels nur in folgender angegebener Richtung betrieben werden: Downstream in Richtung des Übertragungssignals vom HV zum Endkunden und Upstream in Richtung vom Endkunden zum HV. Im Sinne dieser Richtungsregel ist auch das Einspeisen und/oder Rückschleifen von asymmetrischen DSL-Signalen an abgesetzten Einheiten in umgekehrter Richtung als die vom HV eingespeisten DSL-Signalen im gleichen Kabelbündel unzulässig.

Es dürfen nur diejenigen VDSL2-Technologievarianten im Netz eingesetzt werden, die in Tabelle 1 explizit erwähnt sind. Die Liste ist abschließend. Technologien oder Technologievarianten, die hier nicht explizit erwähnt sind, sind nicht zugelassen.

Die eingesetzten Übertragungssysteme müssen mindestens die spezifizierten Anforderungen an das Frequenzspektrum, d.h. die PSD Maske (schmalbandig gemessene PSD) und die maximal zulässige Sendeleistung der zugelassenen VDSL2-Technologievarianten erfüllen (siehe Tabelle 1).

Die zur Verfügung gestellte Service Bitrate kann frei gewählt werden.

Tabelle 1 Zugelassene VDSL2 Technologievarianten

Technologiefamilie	Zugelassene Technologie (Leitungscode)	Spezifikation	Anmerkung
VDSL	VDSL2 (DMT) Profile: 8b, 12a, 17a, 30a Limit PSD Mask Option: 998-M2x-A 998-M2x-M *1) 998-M2x-B *1) 998ADE17-M2x-A 998ADE17-M2x-B *1) 998ADE30-M2x-NUS0-M *1)	ITU-T G.993.2 B  B8-4 B8-5 B8-6 B8-11 B8-12 B8-15	Das Notching der RFI Bänder ist defaultmäßig deaktiviert.

\*1) siehe dazu die Regeln in Kap. 2.2.3 Einsatzbereiche von VDSL2-POTS und VDSL2-ISDN/Extended Upstream

Alle anderen Varianten von VDSL(2) sind momentan für einen Einsatz nicht freigegeben

## 2.2 Regeln zum Einsatz von VDSL2 Systemen in unterschiedlichen hierarchischen Stufen

Generell ist es zulässig, VDSL2 auch bei Überschneidungen von hierarchischen Stufen zu betreiben. Dies erfordert jedoch die Einhaltung nachfolgend beschriebener Regeln in allen Stufen, um die gegenseitigen Beeinflussungsmechanismen bestmöglich zu reduzieren.

In Downstream-Richtung beeinträchtigen die Technologien der hierarchisch tieferen Stufe die Technologie der hierarchisch höheren Stufe. Deshalb muss bei Technologien der hierarchisch tieferen Stufe in Downstream-Richtung, PSD-Shaping (siehe Kap.2.3) berücksichtigt werden.

In Upstream-Richtung stört eine Technologie mit Übertragungsbändern im Frequenzbereich > 3,75 MHz aus der hierarchisch höheren Stufe die Technologie der hierarchisch tieferen Stufe mehr als letztere sich selbst. Dies ist durch das UPBO bedingt, das die Upstream-Kapazität einer Technologie schützt. Deshalb soll eine Technologie mit einem Übertragungsfrequenzbereich >3,75 MHz immer auf der hierarchisch tiefsten Stufe dieser Technologie betrieben werden bzw. es sind die Frequenzbänder > 3,75 MHz in Upstreamrichtung in der hierarchische höheren Stufe zu deaktivieren. Diese Regel gilt nur für Adernpaare im gleichen Bündel.

Hinweis:

Zur vollen Ausnutzung der mit VDSL2 erreichbaren Bandbreiten sollte jeder mit VDSL2 betriebene Anschluss vom Endkunden aus gesehen am nächstgelegenen LT Standort (DSLAM) enden.

### 2.2.1 Regeln zum Einsatz von VDSL2 Systemen ab der Vermittlungsstelle

Die in diesem Kapitel angeführten Einsatzregeln betreffen den VDSL2-Betrieb ab der hierarchisch höchsten Stufe.

Zugelassen sind alle in Tabelle 1 explizit aufgelisteten VDSL2-Technologievarianten mit den jeweiligen PSD Mask Options

PSD Shaping (Downstream Power Back-off) ist nicht erforderlich

Die Regeln für Upstream Power Back-off (UPBO) sowie die Verwendung der Upstreambänder US1 und US2 sind in Kapitel 2.5 beschrieben.

### **2.2.2 Regeln zum Einsatz von VDSL2 Systemen ab abgesetzten Standort**

Die in diesem Kapitel angeführten Einsatzregeln betreffen den VDSL2-Betrieb in allen hierarchisch tieferen Stufen

Zugelassen sind alle in Tabelle 1 explizit aufgelisteten VDSL2-Technologievarianten mit den jeweiligen PSD Mask Options

Für den Einsatz von VDSL2 ab abgesetztem Standort muss PSD Shaping (Downstream Power Back-off) eingesetzt sein. Die Details zum exakten PSD Shaping sind in Kap.2.3 beschrieben.

Die Regeln für Upstream Power Back-off (UPBO) sowie die Verwendung der Upstreambänder US1 und US2 sind in Kapitel 2.5 beschrieben.

### **2.2.3 Einsatzbereiche von VDSL2-POTS und VDSL2-ISDN/Extended Upstream**

Grundsätzlich sind alle VDSL2 U0-Upstreamvarianten in sämtlichen hierarchischen Stufen zugelassen.

Treten bei ISDN-Teilnehmern, die sich jenseits von abgesetzten Einheiten befinden, übertragungstechnische Probleme in Form eines zu geringen Signal- / Rauschverhältnisses auf, dann ist einem Einsatz von VDSL2-ISDN der Vorzug gegenüber VDSL2-POTS zu geben. Wenn ISDN-Systeme bei einer elektrischen Länge über 34,8 dB (@150 kHz) im selben physikalisch verkoppelten Kabelstrang noch betrieben werden, dann ist VDSL2-ISDN statt VDSL2-POTS jedenfalls einzusetzen.

Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass es bei gleichzeitigem Betrieb von Annex A (POTS) und Annex B/M (ISDN/Extended upstream) durch die Überlappung der Up- und Downstreambänder zu Beeinflussungen kommen kann.

Zum Schutz des derzeit noch in hohem Ausmaß betriebenen ADSL/ADSL2plus Annex A Bestandes und im Fall von diesbezüglichen Störungen müssen bei Verwendung von VDSL2 Annex B und Annex M als Entstörmaßnahme die Frequenzen 142,3125 – 276 KHz im U0 Band ausgeblendet werden. Für Annex B Betrieb ist das gleichbedeutend mit einem Deaktivieren des U0-Upstreambandes.

## **2.3 Vorgaben PSD Shaping in Downstream Richtung**

### **2.3.1 Allgemeines**

Für eine Topologie mit verschiedenen hierarchischen Stufen, muss PSD-Shaping bei denjenigen Technologien aktiviert werden, deren DSLAM in der hierarchisch niedrigeren Stufe (am nächsten zu den Endkunden, z.B. auf einem abgesetzten Standort) installiert werden. Die Details zum PSD-Shaping sind in diesem Kapitel beschrieben.

#### **Begründung:**

Das PSD-Shaping der Technologie an einer niedrigeren Stufe (z.B. abgesetzte Einheit) vermindert die Beeinträchtigung der Technologien der höheren Stufe (z.B. Vermittlungsstelle). Daher muss PSD-Shaping auf allen abgesetzten DSLAMs aktiviert werden. Das PSD Shaping wird so konfiguriert, als ob ADSL2plus/VDSL2 im HV von anderen Netzbetreibern in Verwendung ist.

Das Prinzip des PSD-Shapings ist am Beispiel von ADSL over ISDN und VDSL2 over ISDN in Abbildung 5 dargestellt. Diese zeigt oben ein ADSL PSD bei der Vermittlungsstelle. Im Downstream ist die PSD auf dem Maximum während im Upstream die PSD wegen der Dämpfung über die Strecke von der NT bis zur Vermittlungsstelle tiefer ist.

In der Mitte findet man die gleiche PSD wie beim abgesetzten Standort, d.h. der Downstream ist über die Strecke vom CO zum abgesetzten Standort gedämpft und der Upstream ist über die Strecke von der NT bis zum abgesetzten Standort gedämpft.

Unten sieht man die PSD von VDSL2 over ISDN ab dem abgesetzten Standort. Im Downstream ist die PSD auf dem Maximum, außer im ADSL-Frequenzbereich, wo das Sendespektrum reduziert wird, um ADSL zu schützen (PSD-Shaping); der Upstream von VDSL2 ist über die Strecke von der NT bis zum abgesetzten Standort gedämpft.

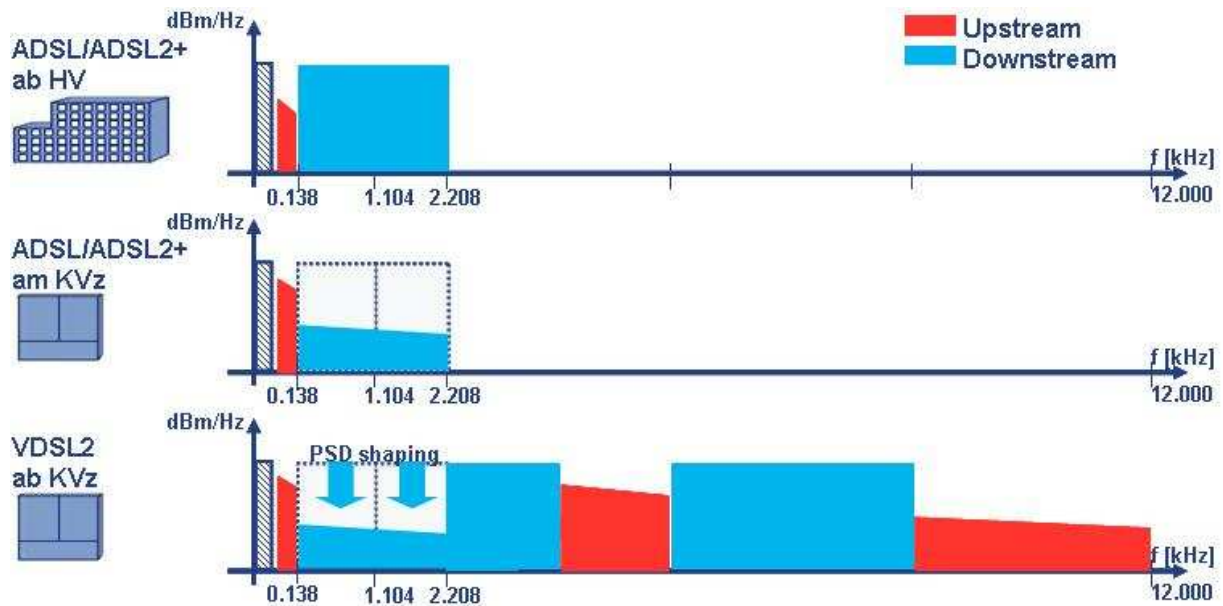


Abbildung 5 Prinzip des PSD-Shaping

Zum Schutz des Betriebes von VDSL2 ab einer hierarchisch höheren Stufe ist das PSD-Shaping entsprechend der VDSL2-Grenzfrequenz auch über 2,2 MHz, jedoch bis maximal 3,750 MHz einzurichten



### 2.3.2 Richtlinie für das PSD Shaping von VDSL2 Downstream:

Pro abgesetztem Standort ist für die Downstream Richtung eine PSD-Maske vorzusehen. Die Auswahl der PSD-Masken-Downstream erfolgt durch die Bestimmung der gemessenen Dämpfung @150kHz (EL – Elektrische Länge) zwischen Vermittlungsstelle und Standort der abgesetzten DSLAM (Shelterstandort). Durch Selbststörung von ADSL2+, ADSL, VDSL2 SHDSL, HDSL und SHDSL bis können bei dichter Beschaltung (z. B. 50-paariges Kabel voll beschaltet) ab einer bestimmten Dämpfung @ 150kHz (bzw. Leitungslänge bei einem bestimmten Doppeladerdurchmesser) keine Träger mehr mit Bits beladen werden. Daraus



resultieren unterschiedliche Grenzfrequenz-Werte bis zu welchen das PSD Shaping anzuwenden ist.

Bei mehreren verschiedenen Systemarten welche am Shelter vorbeigeführt werden, zählt der höchste GF-Wert.

Die Grenzfrequenz wird wie folgt gemessen:

- Die Bestimmung der Grenzfrequenz für das PSD-Shaping einer abgesetzten Einheit erfolgt am Ort der abgesetzten Einheit an 2-adrig durchgängigen Schaltwegen zwischen HV und AE in Richtung vom HV zur AE.
- Die Messung erfolgt im ungestörten Zustand, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass auf den zu messenden Schaltwegen zwischen HV und Messpunkt an der AE durchgehend und richtungsgleich lediglich Signale ab HV, nicht jedoch Signale von der AE einwirken können.
- Ein Modem wird für die Ermittlung der Grenzfrequenz am abgesetzten Standort angeschaltet und die Test-Leitung wird wie folgt konfiguriert:
  - Line-Code: G.993.2(Annex B) - Profile8b - PSD - mask B998-M2x-A/B/M
  - die einzustellenden Werte sind lediglich für den Downstream relevant
    - bin-loading: ist auf die maximale Anzahl einzustellen
    - Profilbitrate: maximal einstellbare Bitrate, jedenfalls größer/gleich als die sich bei 6dB Noise Margin ergebende Bitrate
    - Target Noise Margin: ist so einzustellen, dass sich im trainierten Zustand der geforderte Noise Margin von 6dB ergibt
    - Latency: interleaved mit mindestens 8 ms (2 Symbols)
  - Zum Ablesen der Messergebnisse ist nach dem Trainieren nach einer Wartezeit von mindestens 2 Minuten der eingeschwungene Zustand (steady state) abzuwarten
- Der letzte Träger, der noch mit Bits beladen ist, wird bei dieser Messung identifiziert. Die zu dem Träger korrespondierende Frequenz ist die gemessene Grenzfrequenz.
- Telekom Austria wird die Ergebnisse archivieren und auf Anfrage eines ANB zur Verfügung stellen.

Bei Änderungen der Kabelführung bzw. der Schaltwege vom Hauptverteiler in Richtung abgesetzte Einheiten ist das PSD-Shaping durch Neubestimmung der Shaping-Parameter gem. den voranstehenden Regeln nachzujustieren.

Die Vorgaben über die anzuwendenden PSD-Shaping Masken (siehe auch ITU G.993.2 Punkt 7: Transmission Medium Interface Characteristics) in Abhängigkeit der Dämpfung @150kHz zwischen Shelter und Vermittlungsstelle, wurden für elektrische Längen (EL) ab 8,8 dB @ 150kHz optimiert. Bei einer EL zwischen den aufgelisteten Werten ist immer die Maske mit dem höheren EL-Wert zu wählen. Die Werte der PSD Masken sind im Anhang A aufgelistet.

Das beschriebene Verfahren gilt sinngemäß auch zwischen zwei Stufen der hierarchisch tieferen Ebenen.

## **2.4 Ausnahmeregelung für Standorte mit einer Grenzfrequenz unter 1,1 MHz**

An bestehenden abgesetzten Standorten, bei welchen die mit ADSL2p gemessene Grenzfrequenz unter 1,1 MHz ist, kann ADSL2+ mit einer Maskierung des Frequenzbereiches bis zur Grenzfrequenz weiter betrieben werden. Alle neuen vorgelagerten DSLAM Standorte werden mit VDSL2 Technologie betrieben.

## 2.5 Anwendung von UPBO

Die beschriebenen Regeln für UPBO gelten in allen hierarchischen Ebenen.

### 2.5.1 UPBO-Parameter

In der Upstream-Richtung muss bei Upstreamfrequenzen im US1 bzw. US2 Band UPBO bis zu einer elektrischen Länge von 18,27 dB aktiviert sein. Folgende Parameter von UPBO sind einzustellen:

Upstream Bänder

US1 PSD (dBm/Hz) =  $-47,3 - 21,14 \cdot \sqrt{f \text{ in MHz}}$

US2 PSD (dBm/Hz) =  $-54,0 - 16,29 \cdot \sqrt{f \text{ in MHz}}$

#### Begründung:

Das FEXT (Fernnebensprechen) stellt den dominanten Faktor bei der gegenseitigen Beeinflussung von xDSL-Systemen dar. Unterschiede im Signalpegel auf den einzelnen Leitungen bestimmen dabei die „Richtung“ der Beeinflussung. In der Upstream-Richtung können die unterschiedlichen Entfernungen (und damit die Dämpfungswerte) zwischen den Teilnehmern und der betrachteten Stelle im Kabel zu Pegelunterschieden führen.

UPBO ist ein Verfahren, mit dem durch Absenken der Sendepiegel in Abhängigkeit von der Leitungslänge bei kurzen Leitungslängen die unterschiedlichen Dämpfungswerte kompensiert werden können (je kürzer die Entfernung desto höher die Absenkung).

Weil Technologien, wie z.B. VDSL2, Upstream-Übertragungsbänder auch bei höheren Frequenzen im US1 und US2-Band benützen, muss wegen der „Nah-Fern-Problematik“ das UPBO aktiviert sein. Nur so können vernünftige Upstream-Bitraten für alle Leitungslängen angeboten werden. Wäre UPBO nicht eingeschaltet, dann würden die Upstream-Bitraten für ganz kurze Leitungslängen sehr hoch sein, aber dies auf Kosten der Bitraten von etwas längeren Leitungen auf denen gar keine Upstream-Bitraten mehr möglich wären.

### 2.5.2 Verwendung der Upstreambänder US1 und US2

Im Fall einer nicht vermeidbaren gemeinsamen Signalführung in einem Kabelbündel unterschiedlicher hierarchischer Ebenen sind die Upstreambänder US1 und US2 in der hierarchisch höheren Ebene zu deaktivieren

#### Begründung:

UPBO ist für alle Betreiber nur auf der hierarchisch gleichen Stufe wirkungsvoll einsetzbar

## 3. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1	Zugelassene VDSL2 Technologievarianten.....	6
Abbildung 1	FTTEx-schematische Darstellung.....	3
Abbildung 2	FTTC-schematische Darstellung.....	4
Abbildung 3	FTTB-schematische Darstellung.....	4
Abbildung 4	Hierarchische Stufen im Access Netz.....	5

## 4. Abkürzungen

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANB	Alternativer Netzbetreiber
CO	Central Office
CSV	Character Separated Values
DA	Doppelader
DS	Downstream
DMT	Discrete Multi Tone
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
EL	Elektrische Länge
ETSI	European Telecommunication Standardization Institute
HV	Hauptverteiler
HDSL	High Speed Digital Subscriber Line
INP	Impulse Noise Protection
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISP	Internet Service Provider
KV	Kabelverzweiger
LT	Line Termination
LV	Linienverzweiger
NT	Network Termination
PSD	Power Spectral Density
POTS	Plain Old Telephone Service
SHDSL	Single Pair High Speed Digital Subscriber Line
UPBO	Upstream Power Back Off
VDSL	Very High Bitrate Digital Subscriber Line

## 5. Anhang A: PSD-Masken

Die von TA in der ARL Villach vorgelegten PSD-Masken sind um die jeweiligen Tabellenwerte für Grenzfrequenzen  $> 2,2$  MHz zu ergänzen.