

Prüfbericht Nr. 3

Netzverträglichkeitsprüfung der Stufe 2 für das Übertragungsverfahren VDSL2

Einsatz (H18) am Kabelverzweiger (KVz) der Telekom Strategische Outdoor-Lokation (SOL) und Technikstandort

Version 9.0a
(Stand: 26.05.2015)

Inhalt

1 Vorwort 5

2 Geprüftes Übertragungsverfahren 5

3 Prüfungsergebnis 5

4 Technische Festlegungen 6

4.1 Bandplan 6

4.2 Upstream Power Back Off (UPBO) 7

4.3 Downstream Power back Off (DPBO) 8

4.3.1 Definition der DPBO-Parameter 8

4.3.2 DPBO-Parameter bei regulären HVt- und KVz-Einsatz 9

4.3.3 DPBO-Parameter bei abgesetzten Technikstandorten 11

4.3.4 DPBO-Parameter bei KVz-Mitversorgung (SOL mit separaten Querkabeln) 11

4.3.5 DPBO-Parameter bei Kombination Mitversorgung und mehrfache Hk-Anbindung 11

4.3.6 DPBO-Parameter bei SOL mit Hk-Schneidung 12

4.3.7 DPBO-Parameter bei Mitversorgung nur über Querkabel angebundener KVz 13

4.3.8 DPBO-Parameter bei Einspeisung an nur über Querkabel angebundene KVz 14

4.4 PSD-Shaping 15

4.4.1 PSD-Shaping bei regulären KVz-Einsatz 15

4.4.2 PSD-Shaping bei abgesetzten Technikstandorten 16

4.4.3 PSD-Shaping bei KVz-Mitversorgung (SOL mit separaten Querkabeln) 16

4.4.4 PSD-Shaping bei SOL mit Hk-Schneidung 16

4.4.5 PSD-Shaping an einem zusätzlichen KVz-auf-dem-Vzk eines vorhandenen KVz 17

4.4.6 PSD-Shaping bei Mitversorgung nur über Qk angebundener KVz 17

4.4.7 PSD-Shaping bei Einspeisung an nur über Qk angebundene KVz 18

5 Festlegungen zum Netzausbau 19

5.1 VDSL2-Betrieb innerhalb eines Vzk, Hk oder Qk (einschießlich Vectoring) 19

5.2 KVz-Einsatz (einschließlich abgesetzter Technikstandorte/SOL) 19

5.2.1 Regelungen für abgesetzte Technikstandorte 21

5.2.2 Regelungen für SOL-Standorte mit separaten Querkabeln 21

5.2.3 Regelungen für zusätzliche KVz-Standorte auf dem Vzk eines vorhandenen KVz 22

5.2.4 Regelungen für ausschließlich über Querkabel angebundene KVz 23

5.2.5 Einsatz von VDSL2 in ISIS- und OPAL-Ausbaugebieten 25

5.3 HVt-Einsatz 25

5.4 SOL-Varianten mit Hk-Schneiden/Hk-Anschneiden 25

5.4.1 Zulässige Untervarianten und Mehrfach-Anbindung 26

5.4.2 Grundlegende Vorgaben 28

5.4.3 PSD-Reduzierung zum Schutz von DSL-Systemen vom HVt 29

5.4.4 Festlegungen zum Netzausbau 29

6 Netzintegrität/Netzkonformität 30

7 Weitere Prüfberichte und Einsatzorte 31

8 Abkürzungen 32

9 Definitionen 33

10 Anhang 35

10.1 DPBO ohne automatische DELTA-FEXT-Faktor-Berücksichtigung 35

10.2 MUF für PSD-Shaping 36

Änderungshinweise

Version	Stand	Wesentliche Änderungen / Kommentare
3.0	12.03.2009	Einführung der DPBO-Konfiguration mittels variablen DPBOMUS-Werts.
4.0	25.08.2009	Berücksichtigung der Kombination aus Mehrfach-Anbindung und Mitversorgung eines KVz.
5.0	05.10.2010	Berücksichtigung der Mehrfach-Anbindung bei SOL-Standorten mit Hk-Schneidung.
		Einführung des PSD-Shaping als DPBO-Alternative mit Anpassung des 15%-Kriteriums bei Mehrfach-Anbindung.
6.0	01.12.2010	Aufnahme der Inhalte aus den Planungsregeln für VDSL2.
		VDSL2-Profil 12a als Teilmenge von 17a aufgenommen.
		KVz-im-Vzk als zulässigen Einspeisepunkt ergänzt.
		Editorielle Überarbeitung des Dokuments.
7.0	31.01.2011	Berücksichtigung von KVz, die nur über Qk angebunden sind (einfache Anbindung u. mehrfache Anbindung mit DPBO und PSD-Shaping).
		VDSL2-Profil 8d ebenfalls als Teilmenge von 17a ergänzt.
8.0	20.03.2014	VDSL2-Einspeisung am mitversorgten KVz bei SOL-Variante mit HK-Schneidung/Anschnidung ergänzt.
		DPBO-Konfigurationstabelle für KVz mit Mehrfach-Anbindung durch neue Version ersetzt (einschl. Anpassung des Begleittextes).
		Bei SOL-Variante mit Hk-Schneidung/Anschnidung Ausführungen zur geforderten Hauptbündeltrennung ergänzt.
		Vorgabe für Betrieb mit VDSL2-Vectoring in Kapitel 5.1 aufgenommen. Prüfbericht Nr. 8 zu Vectoring als Referenz in Kap. 7 eingefügt.
		Mindestdämpfung für KVz-auf-dem-Vzk-Standort von 42dB auf 24dB bei 1MHz gemäß Vorgabe der BNetzA geändert.
8.1	02.04.2015	Zur DPBO-Konfiguration bei Mehrfach-Anbindung wurden die Änderungen in der Version 8 bzgl. der DPBO-Konfigurationstabelle und des Begleittextes zurückgenommen, Warnhinweis ergänzt.
		Formulierung zum KVz-auf-dem-Vzk für Dämpfungen ab 42dB bei 1MHz zum vorgelegerten VDSL2-Einspeisepunkt präzisiert.

9. 1	26.05.2015	Aufhebung VDSL2-Nahbereich Kapitel 5.1 Keine VDSL2-Einspeisung ab HVt mehr zulässig: Kapitel 3; 4.3.2; 5.1; 5.3; 6; 7.
------	------------	--

1 Vorwort

Der Einsatz von VDSL2-Technik im Zugangsnetz der Telekom erfordert für alle Netzbetreiber (Telekom und andere Carrier) verbindliche Vorgaben für die Systemkonfiguration und den Infrastrukturausbau.

Dieser Prüfbericht gilt für das Übertragungsverfahren VDSL2 entsprechend des Standards ITU-T G.993.2 (Annex B).

2 Geprüftes Übertragungsverfahren

- xDSL-System: VDSL2
- Standard: G.993.2; Annex B
- Bandplan: 998ADE17
- Profile: 17a (incl. 12a, 8d)
- Datenrate: variabel, abhängig von Konfiguration, Leitungseigenschaften und Störgeräusch
- Anzahl erf. DA: 1 DA

3 Prüfungsergebnis

Die Prüfung hat ergeben, dass das Übertragungsverfahren VDSL2 in der beschriebenen verbindlichen Variante samt den nachfolgend genannten Festlegungen im Kupfer-Doppeladernetz der Telekom für den Einsatz am KVz freigegeben werden kann. Weiterhin sind folgende Einspeisevarianten, die in Kapitel 5 ausführlich beschrieben sind, zugelassen:

- Einspeisung von VDSL2-Signalen, die an abgesetzten Technikstandorten generiert werden und über eigene Zuführungskabel mit dem Einspeisepunkt verbunden sind.
- Mitversorgung von KVz-Standorten durch eine mit VDSL2-Technik ausgestattete sog. strategische Outdoor-Lokation (SOL). Es existieren zwei SOL-Varianten:
 1. Der SOL ist ein regulärer KVz, der über Kupfer-Hauptkabel an den HVt der Telekom angebunden ist. Die Verbindung zu den Einspeisepunkten in den mitversorgten KVz erfolgt über eigens dafür vorgesehene, separate Querkabel.
 2. Der SOL ist ein Technikstandort entlang der Hauptkabelstrecke, der mehrere nachgelagerte KVz-Standorte der Telekom mit DSL-Signalen versorgt. Für die physikalische Verbindung zwischen der SOL und den KVz-Einspeisepunkten wird das vorhandene Hauptkabel genutzt, welches dazu am SOL-Standort (an-)geschnitten wird.

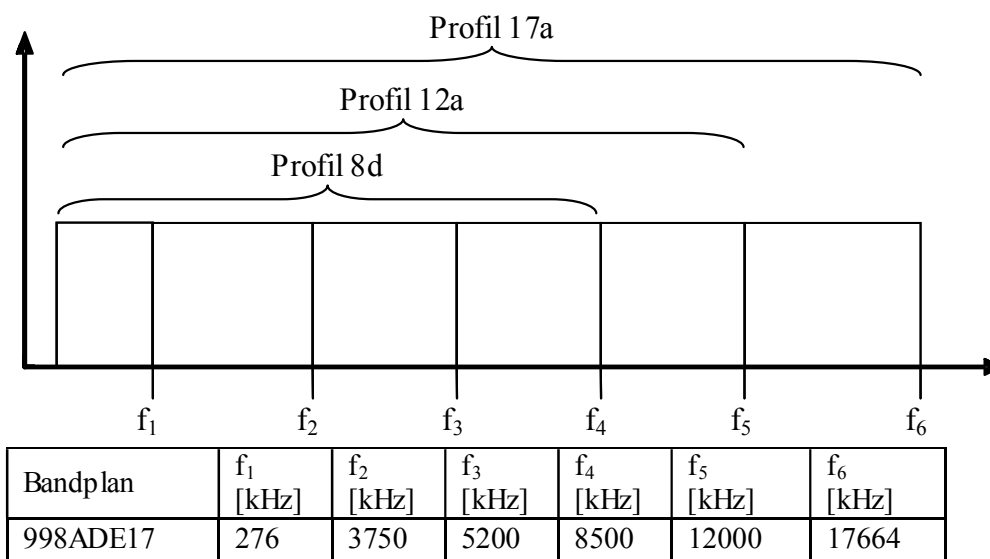
Die Profile 17a, 12a und 8d werden als H18 bezeichnet und sind für den Einsatz am KVz, Technikstandort und SOL zugelassen.

4 Technische Festlegungen

Die folgenden Forderungen an das VDSL2-System ermöglichen einen hinsichtlich der Performance optimierten Betrieb, ohne andere Übertragungssysteme im gleichen Kabel oder Funkdienste unzulässig zu beeinflussen.

4.1 Bandplan

[1] Es ist der Bandplan 998ADE17 gemäß folgender Festlegung für die Bänder des Downstream (DS) und Upstream (US) zu verwenden.



[2] Das Upstreamband US0 kann im Frequenzbereich zwischen 25 und 276 kHz verwendet werden. Die Varianten 998-M2x-M, 998ADE17-M2x-NUS0-M, 998-M2x-B, 998ADE17-M2x-B, 998ADE17-M2x-M sind zulässig.

[3] Das System muss zum Schutz wichtiger Funkdienste (siehe Tabelle unten) bei Bedarf die Leistungsdichte in bestimmten Frequenzbereichen unter -80 dBm/Hz reduzieren können („RFI-Notches“).

Nr.	Freq.-Intervall / MHz	Beschreibung
1	1,800 – 2,000	Amateur radio
2	2,173 – 2,191	GMDSS (Global Maritime Distress and Safety Service)
3	3,500 – 3,800	Amateur radio
4	4,200 – 4,215	GMDSS
5	5,900 – 6,200	(future) DRM radio (Broadcasting)
6	6,300 – 6,320	GMDSS
7	7,000 – 7,200	Amateur radio
8	7,200 – 7,450	(future) DRM radio (Broadcasting)

Nr.	Freq.-Intervall / MHz	Beschreibung
9	8,405 – 8,420	GMDSS
10	9,400 – 9,900	(future) DRM radio
11	10,100 – 10,150	Amateur radio
12	11,600 – 12,100	(future) DRM radio (Broadcasting)
13	12,570 – 12,585	GMDSS
14	13,570 – 13,870	(future) DRM radio (Broadcasting)
15	14,000 – 14,350	Amateur radio
16	15,100 – 15,800	(future) DRM radio (Broadcasting)
17	16,795 – 16,810	GMDSS
18	17,480 – 17,900	(future) DRM radio (Broadcasting)

Hinweis: Abhängig von den funk-regulatorischen Rahmenbedingungen sind Änderungen oder Ergänzungen dieser Liste möglich.

4.2 Upstream Power Back Off (UPBO)

- [1] UPBO muss unterstützt werden. Es dient zur Reduzierung der Beeinflussung von VDSL2-Verbindungen untereinander in Upstream-Richtung. Dazu wird die spektrale Sendeleistungsdichte (PSD) der VDSL2-Verbindungen auf kürzeren Leitungslängen automatisch so reduziert, dass das „Equal FEXT Prinzip“ erfüllt wird.
- [2] Die Berechnung und Einstellung der Sende-PSD $UPBOMASK$ muss individuell für jeden VDSL2-Port und jedes verwendete Upstreamband automatisch erfolgen. Das Upstreamband US0 erfordert kein UPBO.
- [3] Die Implementierung muss gemäß ITU-T G.993.2 und ITU-T G.997.1 erfolgen.
- [4] Die Dämpfung $LOSS(kl_0, f)$ bzw. die elektrische Länge kl_0 [dB/√Hz] muss vom System für jeden VDSL2-Port automatisch ermittelt werden.
- [5] Die Upstream PSD-Maske ist gemäß folgender Vorschrift zu berechnen und darf bei aktiviertem UPBO für die jeweils ermittelte Leitungslänge nicht überschritten werden:

in [dBm/Hz] mit f in [MHz].

Dabei gilt:

- $UPBOMASK$: Maximale Sende-PSD bei aktiviertem UPBO. Diese PSD darf **nie** die anwendbare Limit-PSD-Maske (998ADE17) überschreiten.
- DELTA FEXT Faktor: Dieser Faktor kann durch passende Auswahl der Parameter der Empfehlungen ITU-T G.993.2 und G.997.1 gebildet und portindividuell aktiviert werden.

$$UPBOMASK(kl_0, f) = UPBOPSD(f) + LOSS(kl_0, f) + \underbrace{10 \cdot \log_{10} \left(\frac{26,05 \cdot 2016_{\max@1MHz}}{LOSS(kl_0, 1MHz)} \right)}_{DELTA FEXT Faktor} + 3,5dB$$

- $\sqrt{\quad}$ [dB] mit f in [MHz].
- $UPBOPSD(f)$, es gilt für
 - Upstream-Band 1: $\sqrt{\quad}$ [dBm/Hz] mit f in [MHz].
 - Upstream-Band 2: $\sqrt{\quad}$ [dBm/Hz] mit f in [MHz].
- Die verwendeten Werte für die Parameter a und b der Referenz-PSD gemäß G.993.2 in der Form $\sqrt{\quad}$ dürfen nicht zu einer Überschreitung von $UPBOMASK(kl_0, f)$ führen.
- $a_{max@1MHz}$: maximal überbrückbare Dämpfung bei 1 MHz für jedes Upstream-Band. Folgende Werte sind vorgegeben:

	$a_{max@1MHz}$
Upstreamband 1 3750 kHz – 5200 kHz	23,7 dB
Upstreamband 2 8500 kHz – 12000 kHz	11,8 dB

4.3 Downstream Power back Off (DPBO)

- [1] DPBO oder als Alternative PSD-Shaping, wie es in Kapitel 4.4 beschrieben wird, müssen vom VDSL2-System unterstützt werden.
- [2] Beide Funktionen dienen dem Schutz von DSL-Verbindungen (hier insbesondere ADSL2+) von anderen Einspeiseorten (z. B. HVt), wenn diese im selben Verzweigungs- oder Querkabel mit VDSL2-Verbindungen zusammentreffen, die ab KVz, SOL oder Technikstandort betrieben werden.
- [3] Die Implementierung muss gemäß ITU-T G.993.2 und G.997.1 erfolgen.

4.3.1 Definition der DPBO-Parameter

- [4] Die reduzierte PSD-Maske $PEPSD(f)$ in Downstream-Richtung ist wie folgt zu berechnen und darf bei aktiviertem DPBO für den jeweils gegebenen Parameter $DPBOESEL$ nicht überschritten werden:

$$\sqrt{\quad}$$

in [dBm/Hz] mit f in [MHz].

Diese PSD-Maske gilt bis zu der nachfolgend definierten oberen Frequenz MUF (Maximum Usable Frequency). Sie darf nie die anwendbare Limit-PSD-Maske 998ADE17 überschreiten.

Hinweis zum „DELTA FEXT Faktor“: Dieser Faktor kann durch die passende Auswahl der Parameter der Empfehlungen ITU-T G.993.2 und G.997.1 nachgebildet und port-individuell aktiviert werden (s. Anhang 10.1). Die verwendeten Werte für die zur Kabelmodellierung in der G.997.1 vorgesehenen Parameter *DPBOESCMA*, *DPBOESCMB*, *DPBOESCMC* dürfen nicht zu einer Überschreitung von *PEPSD(f)* führen.

- [5] Die Ermittlung der oberen Frequenz MUF für die reduzierte PSD-Maske erfolgt abweichend zur zuvor definierten *PEPSD(f)* mit folgender Gleichung:

$$\sqrt{\quad}$$

in [dBm/Hz] mit f in [MHz].

- [6] Definition und Festlegung der für das DPBO relevanten Systemparameter.

- *DPBOEPSD(f)*: PSD [dBm/Hz] des zu schützenden DSL-Typs (z. B. ab HVt-Standort), hier: ADSL2+ Annex B gemäß ITU-T G.992.5.
- *DPBOESEL*: Standort- und topologie-abhängiger Konfigurationsparameter zur Einstellung der jeweils gültigen PSD-Maske. Der Wert muss individuell für jeden DSLAM-Standort von Telekom festgelegt und für jeden VDSL2-Port wirksam werden.
- *DPBOMUS*: Für die MUF-Berechnung benötigter DSLAM-Systemparameter.

Die Parameterwerte für *DPBOESEL* und *DPBOMUS* richten sich nach dem Einsatzfall.

4.3.2 DPBO-Parameter bei regulären KVz-Einsatz

[7]

- [8] Beim einfachen KVz-Einsatz entspricht *DPBOESEL* der Dämpfung des Hauptkabels a_{HK} der Telekom in [dB] bei einer Frequenz von 1 MHz. Bei Hauptkabeldämpfungen größer 120 dB bei 1 MHz kann davon ausgegangen werden, dass keine zu schützenden HVt-Signale vorhanden sind.

DPBOMUS ist auf den Wert -112 dBm/Hz (PSD-Mask) zu setzen.

- [9] Ist der KVz über mehrere Hauptkabel unterschiedlicher Dämpfung angebunden, sind der Maximal- und Minimalwert aller N Hauptkabeldämpfungen a_{HK_i} ($i = 1, \dots, N$) bei der Frequenz 1 MHz zu bestimmen, wobei nur Dämpfungen a_{HK_i} kleiner oder gleich 120 dB bei 1 MHz zu berücksichtigen sind:

$$a_{HK_1M_max} = \max(a_{HK_1}, a_{HK_2}, \dots, a_{HK_N}) \text{ bei 1 MHz,}$$

mit: $a_{HK_1}, a_{HK_2}, \dots, a_{HK_N} \leq 120\text{dB}$ bei 1 MHz.

$$a_{HK_1M_min} = \min(a_{HK_1}, a_{HK_2}, \dots, a_{HK_N}) \text{ bei 1 MHz.}$$

- [10] Nachfolgende Spezialfälle einer Mehrfach-Anbindung sind zu berücksichtigen.

1. Für $(a_{Hk_1M_max} - a_{Hk_1M_min}) \leq 2$ dB gilt:

$$DPBOESEL = a_{Hk_1M_max} \quad \text{und} \quad DPBOMUS = -112 \text{ dBm/Hz (PSD-Mask).}$$

2. Für $a_{Hk_1M_max} < 44$ dB gilt:

$$DPBOESEL = a_{Hk_1M_max} \quad \text{und} \quad DPBOMUS = -112 \text{ dBm/Hz (PSD-Mask).}$$

3. Für $a_{Hk_1M_min} \geq 120$ dB ist kein DPBO erforderlich ($DPBOESEL = 0$).

Für alle anderen Fälle ist die Tabelle „DPBO-Parameter bei Mehrfachanbindung“ zur Bestimmung von $DPBOESEL$ und $DPBOMUS$ anzuwenden, wobei Folgendes zu beachten ist:

1. Zuerst ist der zur maximalen Hauptkabeldämpfung bei 1 MHz nächstliegende Tabellenwert in der ersten Spalte („a_Hk_max“) zu bestimmen. Falls der tatsächliche Dämpfungswert genau in der Mitte zwischen zwei Tabellenwerten liegt, so ist der größere zu wählen.
2. Der zur minimalen Hauptkabeldämpfung bei 1 MHz nächstliegende Tabellenwert (zweite Spalte, „a_Hk_min“) ist zu ermitteln. Dieser ist jedoch nur gültig, wenn die Differenz zwischen dem tatsächlichen Wert und dem nächsten Tabellenwert nicht mehr als 1 dB beträgt. Im Fall, dass der tatsächliche Wert genau in der Mitte zwischen zwei Tabellenwerten liegt, ist der niedrigere zu wählen.
3. Ist $a_{Hk_1M_min} < 120$ dB und findet sich kein gültiger Tabellenwert, so ist am vorliegenden Standort der Einsatz des DSLAMs mit DPBO nicht vorgesehen.

[11] Generell sollte bei Anwendung des DPBO ein Richtwert von 15% für die Differenz zwischen minimaler und maximaler Hauptkabeldämpfung bei 1 MHz (bezogen auf den Maximalwert) nicht überschritten werden.

Bei Überschreitung des Richtwerts ist mit DPBO ein störungsfreier Betrieb des KVz-Systems nicht mehr garantiert. Stattdessen wird die Anwendung von PSD-Shaping empfohlen, wie es in Kapitel 4.4 definiert ist.

Erläuterung: Das KVz-System wird im reduzierten PSD-Bereich durch die HVt-Systeme, die über Hauptkabel mit niedriger Dämpfung geschaltet sind, übermäßig beeinflusst. Somit steigt mit zunehmender Differenz das Risiko von Performance-Einschränkungen und Instabilitäten auf den DSL-Verbindungen vom KVz. Wird die Empfehlung für Anwendung von PSD-Shaping bei einer Differenz $> 15\%$ zwischen minimaler und maximaler Hauptkabeldämpfung nicht umgesetzt, sondern DPBO verwendet, sollte bei auftretenden Performance-Einschränkungen und/oder Instabilitäten im Interesse einer zügigen Problembeseitigung umgehend auf das empfohlene PSD-Shaping umgestellt und auf eine Störungsmeldung verzichtet werden, da diese in einem solchen Fall keine Abhilfe schaffen kann.



DPBO Parameter bei Mehrfachanbindung.x

4.3.3 DPBO-Parameter bei abgesetzten Technikstandorten

- [12] Wenn die in Kapitel 5.2.1 vorgegebenen Bedingungen erfüllt sind, können DSL-Signale an einem vom KVz abgesetzten Technikstandort generiert werden, der über ein Zuführungskabel an den KVz angebunden ist.
- [13] Zuführungskabeldämpfungen kleiner 1 dB bei 1 MHz bedürfen keiner besonderen DPBO-Konfiguration.
- [14] Für Kabeldämpfungen größer 120 dB bei 1 MHz zum nächsten zu schützenden ADSL-/ADSL2plus-Einspeisepunkt ist kein DPBO erforderlich.
- [15] Ansonsten sind mit der Hauptkabeldämpfung und der Zuführungskabeldämpfung (jeweils bei 1 MHz) als Eingangsgrößen die Systemparameter *DPBOESEL* und *DPBOMUS* aus der Tabelle „DPBO-Parameter bei Technikstandorten“ zu bestimmen. Dabei sind folgende Vorgaben zu beachten:
1. Zuerst ist der zur tatsächlich vorhandenen Hauptkabeldämpfung bei 1 MHz nächstliegende Tabellenwert in der ersten Spalte („a_Hk“) zu bestimmen. Falls der tatsächliche Dämpfungswert genau in der Mitte zwischen zwei Tabellenwerten liegt, so ist der kleinere Tabellenwert zu wählen.
 2. Der zur tatsächlichen Zuführungskabeldämpfung bei 1 MHz nächstliegende Tabellenwert (zweite Spalte, „a_Zuf“) ist zu ermitteln. Dieser ist jedoch nur gültig, wenn die Differenz zwischen dem tatsächlichen Wert und dem nächsten Tabellenwert nicht mehr als 1 dB beträgt. Im Fall, dass der tatsächliche Wert genau in der Mitte zwischen zwei Tabellenwerten liegt, ist der kleinere zu wählen.
 3. Findet sich unter „a_Zuf“ kein gültiger Tabellenwert, so ist der Einsatz des DSLAMs am vorliegenden Standort nicht zulässig.



DPBO-Parameter bei
Technikstandort

4.3.4 DPBO-Parameter bei KVz-Mitversorgung (SOL mit separaten Querkabeln)

- [16] Wenn die in Kapitel 5.2.2 vorgegebenen Bedingungen erfüllt sind, können von einem KVz-Standort, der mit VDSL2-Technik ausgestattet ist, über eigens dafür vorgesehene, separate Querkabel weitere KVz mit VDSL2-Signalen versorgt werden (SOL-Variante 1). Über diese Querkabel dürfen dabei keine DSL-Verbindungen vom HVt geschaltet sein.
- [17] Es gelten prinzipiell die gleichen Vorgaben wie im vorherigen Kapitel 4.3.3 für abgesetzte Technikstandorte. Zur Bestimmung der DPBO-Parameter aus der Tabelle ist hier anstatt die Zuführungskabeldämpfung (zweite Spalte, „a_Zuf“) die Querkabeldämpfung bei 1 MHz einzusetzen.

4.3.5 DPBO-Parameter bei Kombination Mitversorgung und mehrfache Hk-Anbindung

- [18] Eine Kombination aus den Einsatzfällen, wie sie in den Kapiteln 4.3.2 unter Punkt [9] (mehrfache Hk-Anbindung) und 4.3.3 oder 4.3.4 bzgl. der Mitversorgung beschrieben sind, ist möglich.

- [19] Für die DPBO-Konfiguration ist die Tabelle „DPBO-Parameter bei Kombination aus Mehrfachanbindung und Mitversorgung“ zur Bestimmung von *DPBOESEL* und *DPBOMUS* anzuwenden, wobei die Vorgaben aus den Kapiteln 4.3.2 sowie 4.3.3 bzw. 4.3.4 sinngemäß zu beachten sind.



DPBO-Parameter bei Kombination aus Mehr

4.3.6 DPBO-Parameter bei SOL mit Hk-Schneidung

- [20] Falls die DSL-Signale an SOL-Standorten mit Hk-Schneidung generiert werden, wie sie in Kapitel 5.4 definiert werden, sind für jeden mitversorgten KVz zwei Kabelstreckenabschnitte zu unterscheiden: Das Hauptkabel bis zum SOL (1.) und das Querkabel vom SOL bis zum versorgtem KVz (2.). Die Gesamtdämpfung der Kabelanbindung eines mitversorgten KVz zum HVt ergibt sich dementsprechend aus der Summendämpfung beider Abschnitte ($a_{Hk} + a_{Qk}$).
- [21] Querkabeldämpfungen kleiner 1 dB bei 1 MHz bedürfen keiner besonderen DPBO-Konfiguration.
- [22] Wenn für einen mitversorgten KVz die Summe aus (minimaler) Haupt- und Querkabeldämpfung mehr als 120 dB bei 1 MHz beträgt, ist kein DPBO für die VDSL2-Ports erforderlich, die dem betreffenden KVz zugeordnet sind.
- [23] Ein mitversorgter KVz kann grundsätzlich auch über mehrere Haupt- und Querkabel an den HVt bzw. den SOL angebunden sein. Für Anwendung des DPBO müssen folgende Bedingungen erfüllt sein (sonst nur PSD-Shaping möglich, s. Kap. 4.4.4):
1. Die Differenz zwischen maximaler und minimaler Gesamtdämpfung **vom SOL zum HVt** ($a_{Hk_1M_max}$ bzw. $a_{Hk_1M_min}$) darf einen Wert von 15% - bezogen auf den Maximalwert - nicht überschreiten. Dabei gelten folgende Definitionen bei N Kabelanbindungen zum HVt, wobei nur Dämpfungen a_{Hk_i} kleiner oder gleich 120 dB bei 1 MHz zu berücksichtigen sind:

$$a_{Hk_1M_max} = \max(a_{Hk1}, a_{Hk2}, +, \dots, a_{HkN}) \text{ bei 1 MHz,}$$

$$a_{Hk_1M_min} = \min(a_{Hk1}, a_{Hk2}, +, \dots, a_{HkN}) \text{ bei 1 MHz.}$$
 2. Die Differenz zwischen maximaler und minimaler Querkabeldämpfung **vom mitversorgten KVz zum SOL** ($a_{Qk_1M_max}$ bzw. $a_{Qk_1M_min}$) darf einen Wert von 15% - bezogen auf den Maximalwert - nicht überschreiten. Es gelten folgende Definitionen, wobei auch hier nur Dämpfungen a_{Qk_i} kleiner oder gleich 120 dB bei 1 MHz zu berücksichtigen sind:

$$a_{Qk_1M_max} = \max(a_{Qk1}, a_{Qk2}, \dots, a_{QkN}) \text{ bei 1 MHz,}$$

$$a_{Qk_1M_min} = \min(a_{Qk1}, a_{Qk2}, \dots, a_{QkN}) \text{ bei 1 MHz.}$$
 3. Auch die Differenz zwischen maximaler und minimaler Gesamtdämpfung **vom mitversorgten KVz zum HVt** darf einen Wert von 15% - bezogen auf den Maximalwert - nicht überschreiten. Hierbei sind sowohl Verbindungen, die über Querkabel und SOL zum HVt geführt sind, als auch solche, die über ein Hauptkabel direkt vom mitversorgten KVz zum HVt führen, zu berücksichtigen.

[24] Die Systemparameter *DPBOESEL* und *DPBOMUS* sind für in Kapitel 5.4 definierte Fälle aus einer der nachfolgenden Tabellen zu bestimmen.

- Bei einfacher Querkabelanbindung des mitversorgten KVz dienen die Hauptkabeldämpfung a_{Hk_1M} und Querkabeldämpfung a_{Qk_1M} (jeweils bei 1 MHz) als Eingangsgrößen für die Tabelle „DPBO-Parameter für SOL_einf_Anbind“. Für diese Größen sind die nächstliegenden Tabellenwerte (erste Spalte „a_Hk“, zweite Spalte „a_Qk“) zu wählen. Sollte ein tatsächlicher Dämpfungswert genau in der Mitte zwischen zwei Tabellenwerten liegen, so ist der kleinere Tabellenwert zu wählen.



DPBO-Parameter
für SOL_einf_Anbind

- Mehrfache Hauptkabel- oder Querkabelanbindung des mitversorgten KVz (vgl. KVz 3 in Bild 5.8): Hier sind die minimale und maximale Hauptkabeldämpfung $a_{Hk_1M_max}$ bzw. $a_{Hk_1M_min}$ (jeweils bei 1 MHz) sowie die minimale und maximale Querkabeldämpfung $a_{Qk_1M_min}$ bzw. $a_{Qk_1M_max}$ (jeweils bei 1 MHz) Eingangsgrößen der Tabelle „DPBO-Parameter für SOL_mehrf_Anbind“. Bei Wahl der Tabellenwerte für die minimale und maximale Kabeldämpfung auf Basis der tatsächlichen Eingangsgrößen gelten die Vorgaben aus Kap. 4.3.2.



DPBO-Parameter
für SOL_mehrf_Anbi

- Gemischte Hauptkabel- und Querkabelanbindung des mitversorgten KVz (vgl. KVz 2 in Bild 5.8): Hier existiert keine DPBO-Konfigurationstabelle. An solchen Standorten muss PSD-Shaping, wie in Kapitel 4.4.4, Punkt [11] beschrieben, zum Schutz der DSL-Verbindungen von anderen Einspeiseorten verwendet werden.

4.3.7 DPBO-Parameter bei Mitversorgung nur über Querkabel angebundener KVz

[25] Werden an einem regulären KVz-Standort VDSL2-Signale für andere KVz generiert, die nur über Querkabel (Qk) an diesen regulären Standort angebunden sind, müssen die Vorgaben aus Kap. 5.2.4.1 erfüllt sein.

[26] Querkabeldämpfungen kleiner 1 dB bei 1 MHz bedürfen keiner besonderen DPBO-Konfiguration.

[27] Wenn für den über Qk angebundener KVz die Kabeldämpfung zum nächsten zu schützenden ADSL-/ADSL2plus-Einspeisepunkt mehr als 120 dB bei 1MHz beträgt, ist kein DPBO für die VDSL2-Ports erforderlich, die diesem KVz zugeordnet sind.

[28] Es können mehrere Hauptkabel zum regulären KVz und mehrere Querkabel zwischen regulären KVz und über Qk angebundener KVz vorhanden sein. Für Anwendung des DPBO müssen folgende Bedingungen erfüllt sein (sonst nur PSD-Shaping möglich, s. Kap. 4.4.6):

1. Die Differenz zwischen maximaler und minimaler Gesamtdämpfung **vom regulären KVz zum HVt** ($a_{Hk_1M_max}$ bzw. $a_{Hk_1M_min}$) darf einen Wert von 15% -

bezogen auf den Maximalwert - nicht überschreiten. Dabei gelten folgende Definitionen bei N Kabelanbindungen zum HVt, wobei nur Dämpfungen a_{Hk_i} kleiner oder gleich 120 dB bei 1 MHz zu berücksichtigen sind:

$$a_{Hk_1M_max} = \max(a_{Hk1}, a_{Hk2}, +, \dots, a_{HkN}) \text{ bei 1 MHz,}$$

$$a_{Hk_1M_min} = \min(a_{Hk1}, a_{Hk2}, +, \dots, a_{HkN}) \text{ bei 1 MHz.}$$

2. Die Differenz zwischen maximaler und minimaler Querkabeldämpfung **vom regulären KVz zum nur über Qk angebenen KVz** ($a_{Qk_1M_max}$ bzw. $a_{Qk_1M_min}$) darf einen Wert von 15% - bezogen auf den Maximalwert - nicht überschreiten. Es gelten folgende Definitionen, wobei auch hier nur Dämpfungen a_{Qk_i} kleiner oder gleich 120 dB bei 1 MHz zu berücksichtigen sind:

$$a_{Qk_1M_max} = \max(a_{Qk1}, a_{Qk2}, \dots, a_{QkN}) \text{ bei 1 MHz,}$$

$$a_{Qk_1M_min} = \min(a_{Qk1}, a_{Qk2}, \dots, a_{QkN}) \text{ bei 1 MHz.}$$

3. Auch die Differenz zwischen maximaler und minimaler Gesamtdämpfung **vom nur über Qk angebenen KVz zum HVt** darf einen Wert von 15% - bezogen auf den Maximalwert - nicht überschreiten.

[29] Für die Bestimmung der Systemparameter *DPBOESEL* und *DPBOMUS* sind die Tabellen in Kapitel 4.3.6 (entsprechend Punkt [24]) zu verwenden.

4.3.8 DPBO-Parameter bei Einspeisung an nur über Querkabel angebundene KVz

[30] VDSL2-Signale können entsprechend den Vorgaben aus Kap. 5.2.4.2 an KVz-Standorten eingespeist werden, die nur über Querkabel an reguläre KVz-Standorte angebunden sind. Für das DPBO gilt auch hier grundsätzlich das Kap. 4.3.2 für den regulären KVz-Einsatz mit folgenden Abweichungen.

[31] Liegt eine einfache Hk-Anbindung des regulären KVz vor und existiert nur ein Querkabel zum angebenen KVz, entspricht *DPBOESEL* der Dämpfungssumme aus Hauptkabel und Querkabel ($a_{Hk} + a_{Qk}$) in [dB] bei einer Frequenz von 1 MHz. *DPBOMUS* ist auf den Wert -112 dBm/Hz (PSD-Mask) zu setzen.

[32] Besteht eine mehrfache Hk-Anbindung des regulären KVz oder sind mehrere Querkabel vorhanden, so sind der Maximal- und Minimalwert aller möglichen HVt-Anbindungen mit Dämpfungen kleiner oder gleich 120 dB bei 1 MHz zu bestimmen:

$$a_{HkQk_1M_max} = \text{Maximalwert aller möglichen HVt-Anbindungen bei 1MHz mit einer Dämpfung kleiner 120dB.}$$

$$a_{HkQk_1M_min} = \text{Minimalwert aller möglichen HVt-Anbindungen bei 1 MHz.}$$

[33] Nachfolgende Spezialfälle einer Mehrfach-Anbindung sind zu berücksichtigen.

1. Für $(a_{HkQk_1M_max} - a_{HkQk_1M_min}) \leq 2$ dB gilt:

$$DPBOESEL = a_{HkQk_1M_max} \text{ und } DPBOMUS = -112 \text{ dBm/Hz (PSD-Mask).}$$

2. Für $a_{HkQk_1M_max} < 44$ dB gilt:

$$DPBOESEL = a_{HkQk_1M_max} \text{ und } DPBOMUS = -112 \text{ dBm/Hz (PSD-Mask).}$$

3. Für $a_{HkQk_1M_min} \geq 120$ dB ist kein DPBO erforderlich ($DPBOESEL = 0$).

[34] Für alle anderen Fälle ist die Tabelle „DPBO-Parameter bei Mehrfachanbindung“ aus Punkt 0 zur Bestimmung von *DPBOESEL* und *DPBOMUS* anzuwenden, wobei Folgendes zu beachten ist:

1. Zuerst ist der zu $a_{HKQk_1M_max}$ nächstliegende Tabellenwert in der ersten Spalte („a_Hk_max“) zu bestimmen. Falls der tatsächliche Dämpfungswert genau in der Mitte zwischen zwei Tabellenwerten liegt, so ist der größere zu wählen.
2. Der zu $a_{HKQk_1M_min}$ nächstliegende Tabellenwert (zweite Spalte, „a_Hk_min“) ist zu ermitteln. Dieser ist jedoch nur gültig, wenn die Differenz zwischen dem tatsächlichen Wert und dem nächsten Tabellenwert nicht mehr als 1 dB beträgt. Im Fall, dass der tatsächliche Wert genau in der Mitte zwischen zwei Tabellenwerten liegt, ist der niedrigere zu wählen.
3. Ist $a_{HKQk_1M_min} < 120$ dB und findet sich kein gültiger Tabellenwert, so ist der Einsatz des DSLAMs mit DPBO am vorliegenden Standort nicht vorgesehen.

Generell ist die Anwendung des DPBO auf Differenzen bis zu einem Richtwert von 15% zwischen minimaler und maximaler HVt-Anbindungsdämpfung bei 1 MHz (bezogen auf den Maximalwert) begrenzt. Desweiteren gelten auch hier die Ausführungen in Kapitel 4.3.2, Punkt 0.

4.4 PSD-Shaping

Alternativ zum Downstream Power Back-Off (DPBO) kann auch das PSD-Shaping in der nachfolgend definierten Form zur Anpassung der spektralen Sendeleistungsdichte (PSD) am Outdoor-DSLAM verwendet werden. Hier wird im Gegensatz zum DPBO der reduzierte Spektrumsbereich, der sich bis zur oberen Frequenz MUF erstreckt, vom Outdoor-DSLAM nicht für die Übertragung genutzt. Die Sendeleistungsdichte ist in diesem Frequenzbereich auf einen sehr niedrigen Wert abgesenkt. Oberhalb der MUF kann wie beim DPBO mit voller Leistungsdichte (Limit-PSD-Mask: 998ADE17) gesendet werden.

Generell ist bei diesem Verfahren abhängig vom Standort mit einer geringeren VDSL2-Performance (Bitrate, Reichweite) als beim DPBO zu rechnen.

4.4.1 PSD-Shaping bei regulären KVz-Einsatz

[1] Die spektrale Sendeleistungsdichte im ersten Downstream-Band (DS1) muss **mindestens** bis zur nachfolgend definierten oberen Frequenz MUF kleiner als -90 dBm/Hz (PSD-Mask) sein.

[2] Die obere Frequenz MUF ergibt sich in Abhängigkeit der Kabeldämpfung bis zum zu schützenden ADSL-/ADSL2plus-Einspeiseort bei 1 MHz (ESEL-Wert) aus der Tabelle im Anhang 10.2.

1. Im Fall, dass der KVz nur mit einem Hauptkabel angebunden ist, ist als relevanter Wert für ESEL in der Tabelle die Dämpfung des Hauptkabels a_{HK} bei 1 MHz einzusetzen ($ESEL = a_{HK}$).
2. Ist der KVz über mehrere Hauptkabel unterschiedlicher Dämpfung angebunden, ist der Minimalwert aller N Hauptkabeldämpfungen a_{HK_i} ($i = 1, \dots, N$) bei der

Frequenz 1 MHz zu bestimmen und als ESEL-Wert in die Tabelle einzusetzen:

$$\text{ESEL} = a_{\text{Hk}_{1\text{M}_{\text{min}}}} = \min(a_{\text{Hk}1}, a_{\text{Hk}2}, \dots, a_{\text{Hk}N}) \text{ bei 1 MHz.}$$

3. Für einen tatsächlich vorliegenden Dämpfungswert ist der nächstliegende Tabellenwert bzw. -bereich in der ersten Spalte („ESEL“) zu bestimmen. Falls der tatsächliche Dämpfungswert genau in der Mitte zwischen zwei Tabellenwerten liegt, so ist der kleinere Tabellenwert zu wählen.
4. Beträgt der ESEL-Wert mehr als 120 dB bei 1MHz, ist kein PSD-Shaping erforderlich.

Hinweis: Bei der Mehrfach-Anbindung eines KVz können mit PSD-Shaping - im Gegensatz zum DPBO – auch DSLAMs an solchen Standorten konfiguriert werden, bei denen die Differenz zwischen minimaler und maximaler Dämpfung der Anbindung zum HVt mehr als 15% beträgt (vgl. Kapitel 4.3.2 oder 4.3.6).

4.4.2 PSD-Shaping bei abgesetzten Technikstandorten

- [3] Bei Generierung der VDSL2-Signale an einem vom KVz abgesetzten Technikstandort und Einspeisung dieser Signale über ein Zuführungskabel müssen die in Kapitel 5.2.1 vorgegebenen Bedingungen erfüllt sein.
- [4] Für die spektrale Sendeleistungsdichte und Frequenz MUF am Technikstandort gelten die Vorgaben aus Kapitel 4.4.1. Die Zuführungskabeldämpfung geht hierbei nicht in die DSLAM-Konfiguration ein.

4.4.3 PSD-Shaping bei KVz-Mitversorgung (SOL mit separaten Querkabeln)

- [5] Wenn die in Kapitel 5.2.2 vorgegebenen Bedingungen erfüllt sind, können von einem KVz-Standort mit VDSL2-Technik über eigens dafür vorgesehene, separate Querkabel weitere KVz mit VDSL2-Signalen versorgt werden (SOL-Variante 1).
- [6] Für die spektrale Sendeleistungsdichte und Frequenz MUF am versorgenden Standort (SOL) gelten die Vorgaben aus Kapitel 4.4.1, wobei die Hauptkabeldämpfung(en) des mitversorgten KVz für die MUF relevant ist bzw. sind. Die Querkabeldämpfung geht nicht in die DSLAM-Konfiguration ein.

4.4.4 PSD-Shaping bei SOL mit Hk-Schneidung

- [7] Für die Kategorisierung des Haupt- und Querkabelbereichs gelten die Ausführungen in Kapitel 4.3.6 (Punkt [20]) auch hier.
- [8] Querkabeldämpfungen kleiner 1 dB bei 1 MHz können vernachlässigt werden, bedürfen also keines besonderen PSD-Shapings.
- [9] Wenn für einen mitversorgten KVz die Summe aus (minimaler) Haupt- und Querkabeldämpfung mehr als 120 dB bei 1MHz beträgt, ist kein PSD-Shaping für die VDSL2-Ports, die dem betreffenden KVz zugeordnet sind, erforderlich.
- [10] Für die spektrale Sendeleistungsdichte und Frequenz MUF gelten die Vorgaben aus Kapitel 4.4.1 mit nachfolgend beschriebenen Modifikationen.

- Bei einfacher Querkabelanbindung des mitversorgten KVz ist als relevanter Wert für ESEL in der Tabelle im Anhang 10.2 die Summe aus Hauptkabel- und Querkabeldämpfung bei 1 MHz einzusetzen ($ESEL = a_{Hk} + a_{Qk}$).
- Bei mehrfacher Hauptkabel- oder Querkabelanbindung des mitversorgten KVz (vgl. KVz 3 in Bild 5.8) ist die Summe aus minimaler Hauptkabel- und minimaler Querkabeldämpfung bei 1 MHz für ESEL in die Tabelle im Anhang 10.2 einzusetzen:
 $ESEL = a_{Hk_1M_min} + a_{Qk_1M_min}$.
Dabei gilt: $a_{Hk_1M_min} = \min(a_{Hk1}, a_{Hk2}, \dots, a_{HkN})$ bei 1 MHz,
 $a_{Qk_1M_min} = \min(a_{Qk1}, a_{Qk2}, \dots, a_{QkN})$ bei 1 MHz.

[11] Gemischte Hauptkabel- und Querkabelanbindung des mitversorgten KVz (vgl. KVz 2 in Bild 5.8). Dabei sind zwei Dämpfungswerte zu beachten:

- Die Summe aus Hauptkabeldämpfung zum SOL und Querkabeldämpfung ($a_{Hk_SOL_1M} + a_{Qk_1M}$).
- Dämpfung der direkten Hauptkabelanbindung des mitversorgten KVz $a_{Hk_KVz_1M}$.

Das Minimum beider Dämpfungswerte ergibt den ESEL-Wert für die Tabelle im Anhang 10.2, also:

$$ESEL = \min(a_{Hk_SOL_1M} + a_{Qk_1M}, a_{Hk_KVz_1M}).$$

Beträgt der so ermittelte ESEL-Wert mehr als 120 dB bei 1 MHz, ist kein PSD-Shaping erforderlich.

4.4.5 PSD-Shaping an einem zusätzlichen KVz-auf-dem-Vzk eines vorhandenen KVz

- [12] Bei Generierung der VDSL2-Signale an einem Standort im Verzweigungskabelabschnitt eines KVz, der regulär über Hauptkabel an den HVt angebunden ist, müssen die in Kapitel 5.2.3 vorgegebenen Bedingungen erfüllt sein.
- [13] Für die spektrale Sendeleistungsdichte an diesem Standort gelten die Vorgaben aus Kapitel 4.4.1, wobei für die MUF ein fester Wert von 2208 kHz einzustellen ist.

4.4.6 PSD-Shaping bei Mitversorgung nur über Qk angebundener KVz

- [14] Werden an einem regulären KVz-Standort VDSL2-Signale für andere KVz generiert, die nur über Querkabel (Qk) an diesen regulären Standort angebunden sind, müssen die Vorgaben aus Kap. 5.2.4.1 erfüllt sein.
- [15] Querkabeldämpfungen kleiner 1 dB bei 1 MHz können vernachlässigt werden, bedürfen also keines besonderen PSD-Shapings.
- [16] Wenn für den über Qk angebundener KVz die Kabeldämpfung zum nächsten zu schützenden ADSL-/ADSL2plus-Einspeisepunkt mehr als 120 dB bei 1 MHz beträgt, ist kein PSD-Shaping für die VDSL2-Ports erforderlich, die diesem KVz zugeordnet sind.
- [17] Für die spektrale Sendeleistungsdichte und Frequenz MUF der Ports, die den über Querkabel angebundener KVz zugeordnet sind, gelten die Vorgaben aus Kapitel 4.4.1 mit nachfolgend beschriebenen Modifikationen.

- Bei einfacher Hauptkabelanbindung des regulären KVz und einfacher Querkabelanbindung ist als relevanter Wert für ESEL in der Tabelle im Anhang 10.2 die Summe aus Hauptkabel- und Querkabelämpfung bei 1 MHz einzusetzen ($ESEL = a_{Hk} + a_{Qk}$).
- Bei mehrfacher Hauptkabelanbindung des regulären KVz oder mehrfacher Querkabelanbindung ist die Summe aus minimaler Hauptkabel- und minimaler Querkabelämpfung bei 1 MHz für ESEL in die Tabelle im Anhang 10.2 einzusetzen:
 $ESEL = a_{Hk_1M_min} + a_{Qk_1M_min}$.
Dabei gilt: $a_{Hk_1M_min} = \min(a_{Hk1}, a_{Hk2}, \dots, a_{HkN})$ bei 1 MHz,
 $a_{Qk_1M_min} = \min(a_{Qk1}, a_{Qk2}, \dots, a_{QkN})$ bei 1 MHz.

4.4.7 PSD-Shaping bei Einspeisung an nur über Qk angebundene KVz

- [18] Bei Generierung der VDSL2-Signale an einem nur über Querkabel angebundenes KVz müssen die in Kapitel 5.2.4.2 vorgegebenen Bedingungen erfüllt sein.
- [19] Querkabelämpfungen kleiner 1 dB bei 1 MHz können vernachlässigt werden.
- [20] Wenn für den über Qk angebundenes KVz die Kabelämpfung zum nächsten zu schützenden ADSL-/ADSL2plus-Einspeisepunkt mehr als 120 dB bei 1MHz beträgt, ist kein PSD-Shaping für die VDSL2-Ports erforderlich, die diesem KVz zugeordnet sind.
- [21] Für die spektrale Sendeleistungsdichte und Frequenz MUF gelten die Vorgaben aus Kapitel 4.4.1 mit nachfolgend beschriebenen Modifikationen.
 - Bei einfacher Hauptkabelanbindung des regulären KVz und einfacher Querkabelanbindung ist als relevanter Wert für ESEL in der Tabelle im Anhang 10.2 die Summe aus Hauptkabel- und Querkabelämpfung bei 1 MHz einzusetzen ($ESEL = a_{Hk} + a_{Qk}$).
 - Bei mehrfacher Hauptkabelanbindung des regulären KVz oder mehrfacher Querkabelanbindung ist die Summe aus minimaler Hauptkabel- und minimaler Querkabelämpfung bei 1 MHz für ESEL in die Tabelle im Anhang 10.2 einzusetzen:
 $ESEL = a_{Hk_1M_min} + a_{Qk_1M_min}$.
Dabei gilt: $a_{Hk_1M_min} = \min(a_{Hk1}, a_{Hk2}, \dots, a_{HkN})$ bei 1 MHz,
 $a_{Qk_1M_min} = \min(a_{Qk1}, a_{Qk2}, \dots, a_{QkN})$ bei 1 MHz.

5 Festlegungen zum Netzausbau

Alle nachfolgenden Festlegungen gelten unabhängig vom gewählten VDSL2-Profil.

Basierend auf den Planungsregeln für ADSL2plus werden für die Abstände von KVz/SOL-Standorten zum HVt folgende Zonen bzgl. der Kabeldämpfung definiert:

<u>Zone 1:</u> Dämpfungsbereich	bis	72 dB bei 1 MHz,
<i>entsprechend</i>	<i>bis</i>	<i>41 dB bei 300 kHz</i>
<u>Zone 2:</u> Dämpfungsbereich	größer	72 dB bis 120 dB bei 1 MHz,
<i>entsprechend</i>	<i>größer</i>	<i>41 dB bis 70 dB bei 300 kHz.</i>
<u>Zone 3:</u> Dämpfungsbereich	oberhalb	120 dB bei 1 MHz,
<i>entsprechend</i>	<i>oberhalb</i>	<i>70 dB bei 300 kHz.</i>

5.1 VDSL2-Betrieb innerhalb eines Vzk, Hk oder Qk (einschließlich Vectoring)

Ein gleichzeitiger Betrieb von VDSL2-Systemen vom KVz oder einem SOL-/Technik-Standort sowie vom HVt im selben Verzweigungskabel bzw. selbem Hauptkabel-Teilabschnitt oder Querkabel ist aufgrund der auftretenden Beeinflussungen in den Upstream- und Downstream-Bändern nicht zulässig.

Ein gleichzeitiger Betrieb von VDSL2-Systemen im selben Kabel/Teilabschnitt kann ausgeschlossen werden, wenn die Kabeldämpfung zwischen zwei möglichen Einspeisepunkten mindestens 42 dB bei 1 MHz beträgt. Mit dieser Dämpfungsbedingung ist für einen KVz-, SOL- oder Technik-Standort ausreichend sichergestellt, dass keine VDSL2-spezifischen Signalanteile von HVt-näheren Einspeisepunkten vorhanden sind.

VDSL2 und VDSL2-Vectoring-Betrieb innerhalb eines Vzk, Hk oder Qk:

Ein gleichzeitiger Betrieb von VDSL2-Systemen (H18) mit VDSL2-Vectoring-Systemen (H20) in einem Kabel ist nicht zulässig.

Anmerkung: Andere zugelassene Verfahren (wie z. B. ADSL2plus) sind von dieser Einschränkung nicht betroffen.

5.2 KVz-Einsatz (einschließlich abgesetzter Technikstandorte/SOL)

- [1] Zum Schutz von DSL-Verbindungen vom HVt ist die PSD-Maske $PEPSD(f)$ des KVz-Systems in Downstream-Richtung zu reduzieren, wie es in den Kapitel 4.3 für DPBO oder alternativ Kapitel 4.4 (PSD-Shaping) beschrieben ist.
- [2] Beim Aufbau einer neuen zusätzlichen VDSL2-Einspeisung (regulärer KVz, SOL-Standort etc.) sind vorhandene, mit DSLAM-Technik ausgestattete KVz-auf-dem-Vzk-Standorte zu berücksichtigen. Deren Versorgungsbereich ist von der neuen vorgelegerten DSL-Einspeisung auszunehmen.
- [3] Die Generierung der für den KVz-Zugang verwendeten VDSL2-Signale kann direkt am KVz-Standort der Telekom (Einspeisepunkt) oder abgesetzt (z. B. Technikstandort, SOL) erfolgen. Bei allen Varianten ist die nachfolgende Bedingung [4] zu beachten.
- [4] Die Differenz zwischen dem Maximum und Minimum aller Signalwegdämpfungen

a_{Zuf_i} ($i = 0, \dots, N$) von den jeweiligen DSLAM-Ports bis zum Einspeisepunkt KVZ, darf den Wert von **1,2 dB bei 4 MHz** nicht überschreiten. Dies schließt – soweit vorhanden - Signalführungen innerhalb des KVZ-Gehäuses ein (s. Bild 5.1).

$$\max(a_{Zuf_0}, a_{Zuf_1}, \dots, a_{Zuf_N}) - \min(a_{Zuf_0}, a_{Zuf_1}, \dots, a_{Zuf_N}) \leq 1,2 \text{ dB bei 4 MHz.}$$

Damit ist sichergestellt, dass zwischen den VDSL2-Verbindungen von verschiedenen DSLAM-Technik-Standorten keine unzulässigen Beeinflussungen in den Upstream-Bändern im Zusammenhang mit dem Upstream Power Back-Off (UPBO) auftreten.

- [5] Falls von Telekom keine abweichenden Vorgaben gemacht werden, ist für die Dämpfung der Signalführung innerhalb des KVZ (a_{Zuf_0}) ein Pauschalwert von 0,3 dB bei 4 MHz anzusetzen. Darin ist die typische Dämpfung der Zuleitung sowie eines Splitters im DSL-Signalweg berücksichtigt.

Beispiel: Im Fall eines von Telekom eingesetzten DSLAM innerhalb des KVZ-Gehäuses dürfen andere Technikstandorte im Umkreis von 1,5 dB Signalführungsdämpfung (bei 4 MHz) liegen.

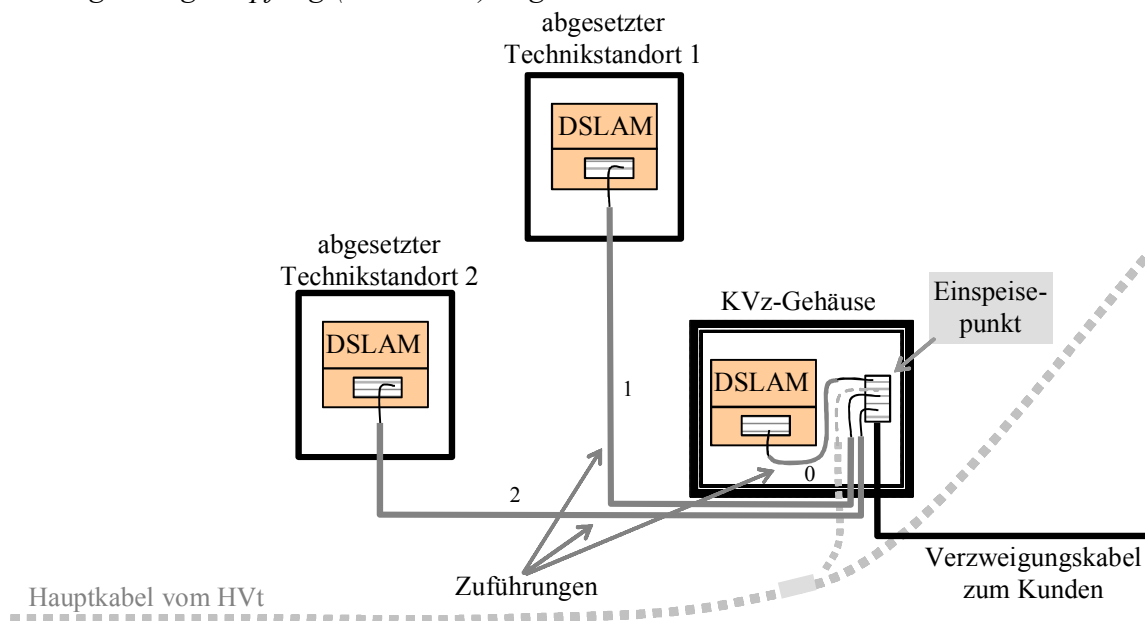


Bild 5.1: Schematische Darstellung der VDSL2-Einspeisung am KVZ von mehreren Technikstandorten (nur Breitbandpfade).

- [6] Bei üblichen Telekommunikationskabeln (Außenkabel) mit Kunststoffisolierung aus Polyethylen (PE) entspricht 1 dB Dämpfung bei 4 MHz den in der folgenden Tabelle beispielhaft aufgeführten Längen. Darüber hinaus sind bei der Ermittlung der Signalführungsdämpfungen eingesetzte Splitter zu berücksichtigen.

Aderndurchmesser des PE-Zuführungskabels	Zulässige Länge für 1 dB Dämpfung bei 4 MHz	Zulässige Länge für 1,5 dB Dämpfung bei 4 MHz
0,4 mm	24 m	36 m
0,5 mm	31 m	46 m
0,6 mm	37 m	56 m
0,8 mm	48 m	72 m

Hinweis: Diese Tabelle dient nur zur Veranschaulichung. Abhängig vom Kabeltyp können die erzielbaren Leitungslängen des Zuführungskabels von den angegebenen Werten abweichen. Maßgebend ist immer die tatsächliche Dämpfung des vor Ort verwendeten Kabels.

5.2.1 Regelungen für abgesetzte Technikstandorte

- [7] Technikstandorte als DSLAM-Einbauort, wie sie hier definiert sind, besitzen keine Kupfer-Hauptkabelanbindung zum HVt. Die DSL-Signale werden über das Zuführungskabel an den Einspeisepunkt im versorgten KVz herangeführt. Folgende Festlegungen sind zu beachten:
- [8] Die VDSL2-Einspeisung ist nur zulässig, wenn durch das Zuführungskabel die Dämpfungsbedingung [4] für alle Zuführungen des Einspeisepunktes (wie in Bild 5.1 dargestellt) nicht verletzt wird.
- [9] Durch Technikstandorte mitversorgte KVz-Standorte dürfen selbst nur mit VDSL2-Technik ausgestattet werden, wenn die zuvor genannte Bedingung [4] nicht verletzt wird.

5.2.2 Regelungen für SOL-Standorte mit separaten Querkabeln

Bei einem mit VDSL2-Technik ausgestatteten KVz, der über separate Querkabel weitere KVz-Standorte mit einer eigenen Hauptkabelanbindung zum HVt mitversorgt, handelt es sich um die erste Variante des sog. SOL-Konzeptes (vgl. Kap. 3). Es gelten folgende Vorgaben:

- [10] Die Dämpfungsbedingung [4] ist für jeden mitversorgten KVz zu beachten (s. Bild 5.2).
- [11] Wie im Fall von Technikstandorten dürfen die mitversorgten KVz-Standorte nur mit VDSL2-Technik ausgestattet werden, wenn die Bedingung [4] nicht verletzt wird.
Hinweis: Die Regelungen für eine Einspeisung von ADSL2plus-Signalen am mitversorgten KVz sind im Prüfbericht Nr. 5 enthalten.
- [12] Über die Querkabel dürfen bei dieser SOL-Variante keine DSL-Verbindungen vom HVt geschaltet sein.

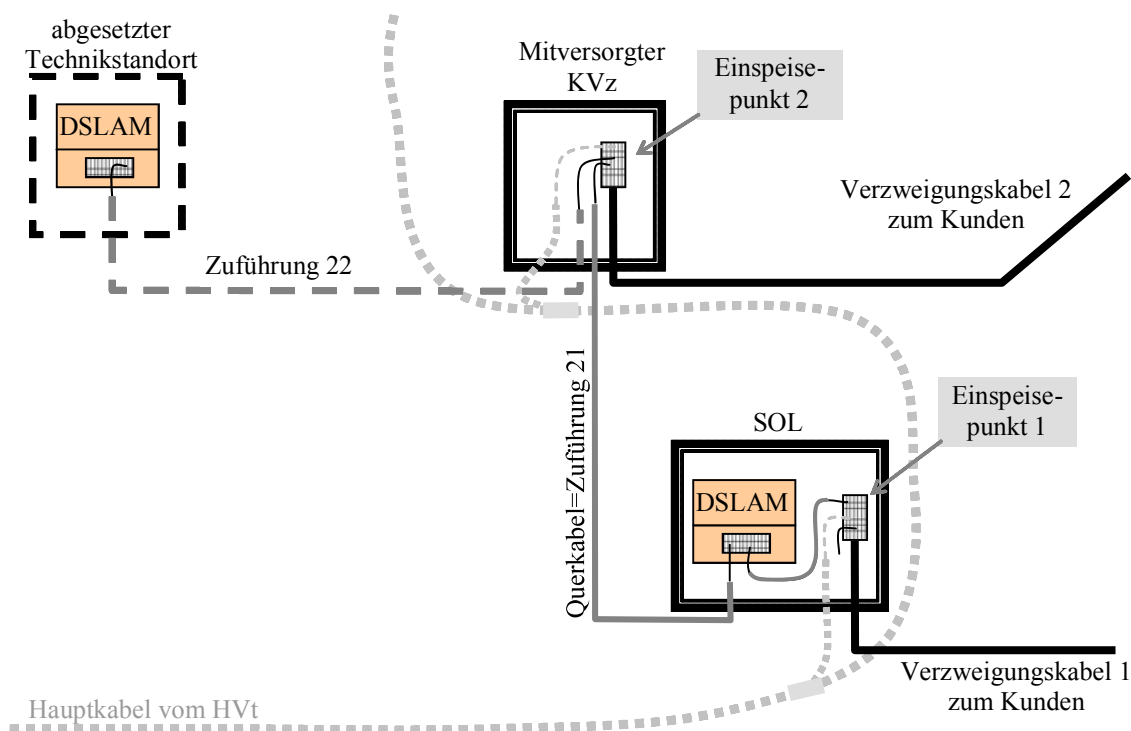


Bild 5.2: Schematische Darstellung der VDSL2-Einspeisung am KVz von einem SOL-Standort mit separatem Querkabel und einem Technikstandort (nur Breitbandpfade).

5.2.3 Regelungen für zusätzliche KVz-Standorte auf dem VzK eines vorhandenen KVz

Neben KVz, die regulär über Hauptkabel an den HVt angebunden sind, sind auch KVz-Standorte im Verzweigungskabelabschnitt eines solchen KVz zulässig (Bild 5.3). An diesen sog. KVz-auf-dem-Vzk-Standorten ist unter folgenden Bedingungen eine VDSL2-Signaleinspeisung gestattet:

- [13] Die Vorgaben aus den Kapiteln 5.1 und 5.2 sind zu beachten. Dementsprechend ist ab einer Dämpfung von 42dB bei 1MHz zu einer vorgelegerten VDSL2-Einspeisung (z. B. am regulären KVz) der VDSL2-Betrieb an beiden Einspeisepunkten möglich, ohne dass Vorkehrungen zur Separierung der VDSL2-Versorgungsbereiche getroffen werden müssen.
- [14] Eine Mindestdämpfung von 24dB bei 1MHz zwischen dem regulären KVz und dem zu errichtenden KVz-auf-dem-Vzk-Standort ist ausreichend, wenn
 - am regulären KVz-Standort keine VDSL2-Signale eingespeist werden und auch
 - keine entsprechende Mitversorgung des regulären KVz von einem SOL- oder Technikstandort besteht.
- [15] Sollte der reguläre KVz erst nach dem Aufbau eines KVz-auf-dem-Vzk mit DSL-Technik ausgestattet oder dort eine Mitversorgung von einem anderen Standort vorgenommen werden, können sich Einschränkungen der Versorgungsbereiche ergeben (vgl. Punkt [2] bzw. Kap. 5.4.4, Punkt [10]).

[16] Der Schutz vorgelagerter ADSL2plus-Einspeisepunkte erfolgt ausschließlich über PSD-Shaping, indem der gesamte ADSL2plus-Frequenzbereich bei Einspeisung am KVz-auf-dem-Vzk-Standort ausgeblendet wird (MUF=2,208 kHz, vgl. Kapitel 4.4).

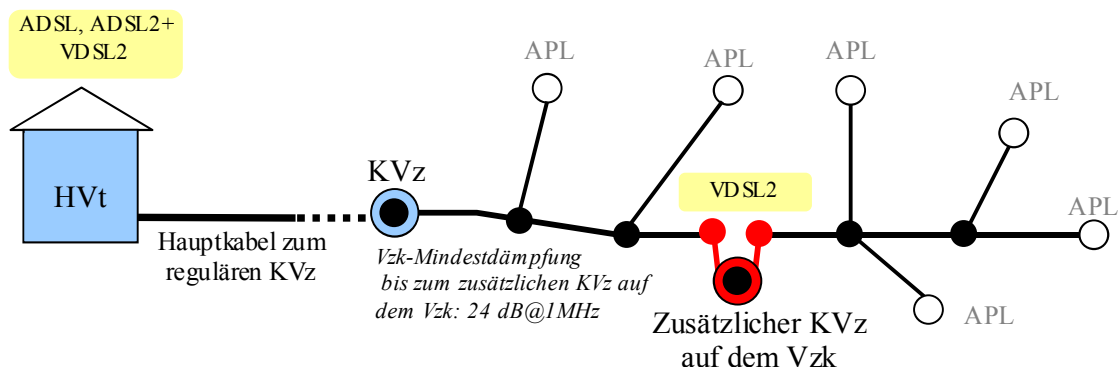


Bild 5.3: Schematische Darstellung eines zusätzlichen KVz-Standorts in einem Abschnitt des Verzweigungskabelbereichs.

5.2.4 Regelungen für ausschließlich über Querkabel angebundene KVz

Wie in Bild 5.4 skizziert, können von regulären KVz-Standorten Querkabel (Qk) zu weiteren KVz ausgehen, die im Unterschied zu regulären KVz keine eigene Hk-Anbindung zum HVt besitzen (solche Standorte dienen traditionell zur Schmalbandversorgung). Die ausschließlich über Querkabel angebundene KVz haben einen eigenen Vzk-Bereich und sind von der Netztopologie her einem regulären KVz gleichgestellt, was sie von zusätzlichen KVz-Standorten im Vzk (Kap. 5.2.3) unterscheidet. Im Allgemeinen können über Qk angebundene KVz mehrere Querkabel besitzen, ebenso wie reguläre KVz über mehrfache Hk-Anbindungen verfügen können.

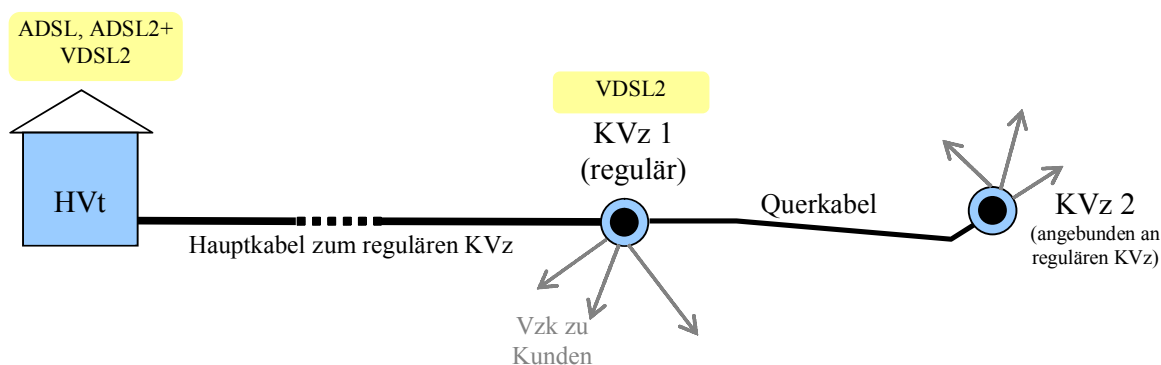


Bild 5.4: Schematische Darstellung eines KVz-Standorts (KVz 2), der nur über eine Querkabelanbindung an einen regulären KVz verfügt (Spezialfall der einfachen Hauptkabel- und Querkabel-Anbindung).

Bei der hier vorliegenden Netzkonstellation sind die beiden folgenden Möglichkeiten des KVz-Einsatzes zulässig.

5.2.4.1 Mitversorgung des über Querkabel angebandenen KVz vom regulären KVz

Es ist bei Installation eines VDSL2-DSLAMs im regulären KVz zulässig, den über Querkabel angebandenen KVz mitzuversorgen. Folgende Bedingungen sind einzuhalten.

- [17] Die Mitversorgung vom regulären KVz-Standort darf nur erfolgen, wenn am KVz, der nur über Querkabel angebanden ist, keine weitere VDSL2-Einspeisung vorhanden ist oder andernfalls die Bedingung [4] eingehalten wird.
- [18] In den Zonen 1 und 2 ist im Querkabel mit DSL-Verbindungen zu rechnen, die ab dem HVt der Telekom betrieben werden und zu schützen sind. Dies erfolgt über die in Kapitel 4.3.7 oder 4.4.6 beschriebenen Verfahren zur PSD-Absenkung für die VDSL2-Ports, die dem nur über Querkabel angebandenen KVz zugeordnet sind.
- [19] Beträgt die Gesamtdämpfung vom HVt bis zum über Querkabel angebandenen KVz mehr als 120 dB bei 1 MHz (Zone 3), kann davon ausgegangen werden, dass keine zu schützenden HVt-Signale im Querkabel vorhanden sind.

5.2.4.2 VDSL2-Einsatz an nur über Querkabel angebandenen KVz

An den nur über Querkabel angebandenen KVz ist unter folgenden Bedingungen der Einsatz von DSLAM-Technik (VDSL2-Signaleinspeisung) möglich:

- [20] Der KVz mit Querkabelanbindung darf nicht bereits von einem mit DSLAM-Technik ausgestatteten regulären KVz mit VDSL2 versorgt werden, wie es in Kap 5.2.4.1 beschrieben ist.
- [21] Wird am KVz mit Querkabelanbindung und am regulären KVz gleichzeitig DSLAM-Technik aufgebaut (Bild 5.5), ist durch schaltungstechnische Maßnahmen sicherzustellen, dass sich die DSL-Versorgungsbereiche beider Einspeisepunkte nicht überschneiden.
- [22] In den Zonen 1 und 2 ist im Querkabel mit DSL-Verbindungen zu rechnen, die ab dem HVt der Telekom betrieben werden und zu schützen sind. Dies erfolgt über die in Kapitel 4.3.8 oder 4.4.7 beschriebenen Verfahren zur PSD-Absenkung für den DSLAM im nur über Querkabel angebandenen KVz.
- [23] Beträgt die Gesamtdämpfung vom HVt bis zum über Querkabel angebandenen KVz mehr als 120 dB bei 1 MHz (Zone 3), kann davon ausgegangen werden, dass keine zu schützenden HVt-Signale im Querkabel vorhanden sind.

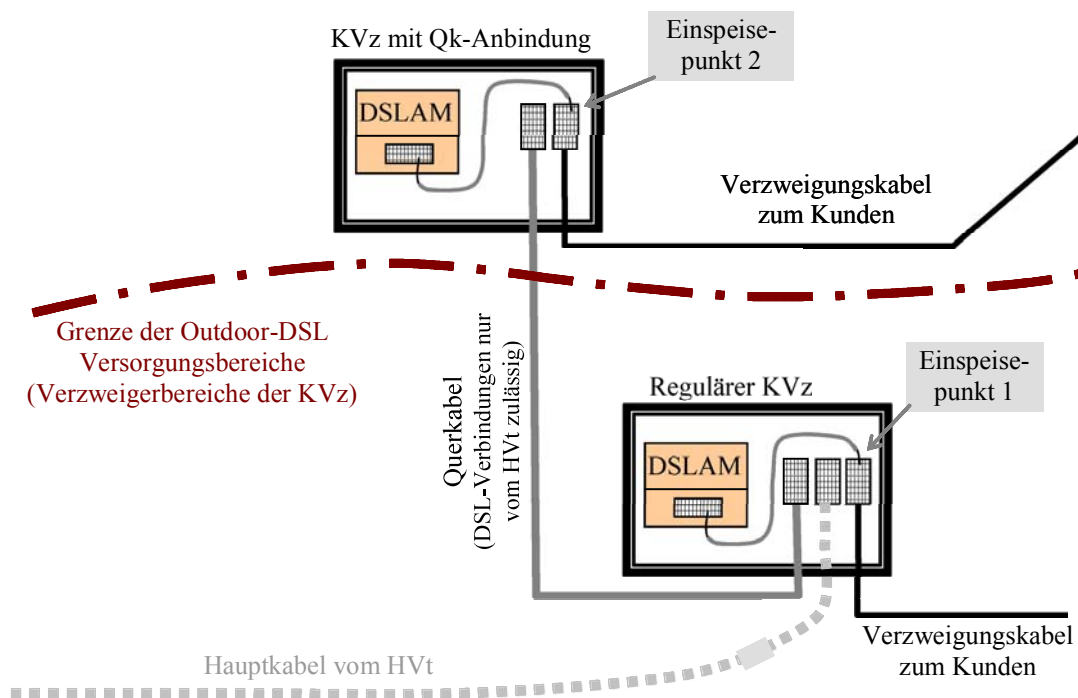


Bild 5.5: Schematische Darstellung der VDSL2-Einspeisung an einem ausschließlich über Querkabel angebindenen KVz (nur Breitbandpfade) bei gleichzeitiger VDSL2-Einspeisung am regulären KVz.

5.2.5 Einsatz von VDSL2 in ISIS- und OPAL-Ausbaugebieten

KVz-Standorte mit Optical Network Unit (ONU) in ISIS- und OPAL-Ausbaugebieten, die ausschließlich über Glasfaser an den HVt-Standort angebunden sind, werden einem HVt gleichgesetzt. An diesen KVz-Standorten darf nur das Verfahren H18 eingesetzt werden. Die Nahbereichsregelung aus Kapitel 5.1 gilt in diesen Fällen nicht.

5.3 HVt-Einsatz

Die Einspeisung von VDSL2-Signalen, wie in Kap. 2 definiert, ist ab HVt nicht zulässig.

5.4 SOL-Varianten mit Hk-Schneiden/Hk-Anschneiden

Bei den hier behandelten Einspeisevarianten können von einem zentralen Technikstandort an der Hauptkabeltrasse, der als strategische Outdoor-Lokation¹ (SOL, hier Variante 2, vgl. Kap. 3) bezeichnet wird, mehrere KVz-Standorte versorgt werden. Dabei werden aber nicht separate Quer-/Zuführungskabel verwendet, wie in Kap. 5.2.2 beschrieben, sondern **Querverbindungen innerhalb des bestehenden Hauptkabels (Hk)**, über die (weiterhin) HVt-Verbindungen geführt sein können. Dafür sind für die Einspeisung am Outdoor-Standort bestimmte Schutzmaßnahmen zu beachten (Kap. 5.4.3).

¹ Andere gängige Bezeichnungen: Schaltverteiler, Reichweiten-KVz

5.4.1 Zulässige Untervarianten und Mehrfach-Anbindung

Es sind zwei Untervarianten zugelassen. Die Untervariante 1 ist in Bild 5.6 schematisch dargestellt. Unmittelbar an der Hk-Trasse wird das Technikgehäuse für den SOL-Standort mit dem DSLAM-Equipment aufgebaut. An diesem Ort wird das Hauptkabel komplett durchgeschnitten, alle Hk-Doppeladern beider Enden in das Gehäuse eingeführt und mit Schalt Draht durchverbunden. DSL-Anschlüsse von allen angebotenen KVz können durch diese SOL bereitgestellt werden.

Das zuvor durchgängige Hauptkabel ist durch den Umbau in zwei Abschnitte geteilt. Der Abschnitt vom SOL zu versorgten KVz wird nach dem Umbau als Querkabel (Qk) bezeichnet. Die Doppeladern im Hauptkabel (Hk) zum SOL, die vor dem Umbau direkt zu den KVz führten, sind bzgl. ihrer Aufteilung identisch mit den Doppeladern im Querkabel (Qk), wie in Bild 5.6 schematisch dargestellt. Von den verschiedenen KVz führen die Verzweigungskabel (Vzk) unverändert zu den Kunden.

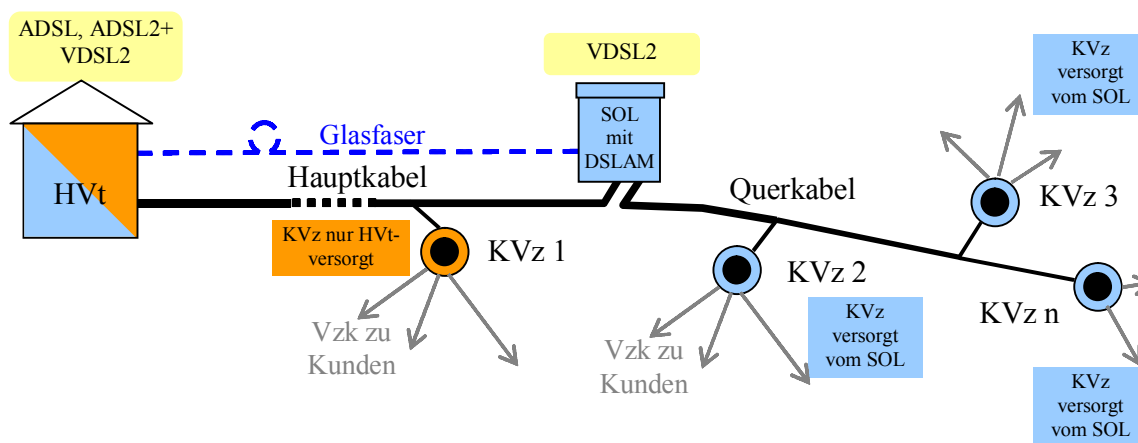


Bild 5.6: Schematische Darstellung der Untervariante 1.

Die zweite hier geprüfte Untervariante (Bild 5.7) unterscheidet sich von der ersten dadurch, dass von einem SOL-Standort nur ein Teil der nachgelagerten KVz versorgt wird. Das Hauptkabel wird am SOL-Standort nur angeschnitten. Lediglich die Doppeladern werden herausgenommen und wiedereingeführt, die zu den anzubindenden KVz führen. Somit sind auch mehrere SOL-Standorte entlang der Hauptkabel-Strecke möglich. **Vorausgesetzt wird, dass keine Überschneidungen zwischen den SOL-Bereichen auftreten, d. h. ein KVz wird – außer vom HVt - nur von einem einzigen SOL-Standort mit DSL versorgt.**

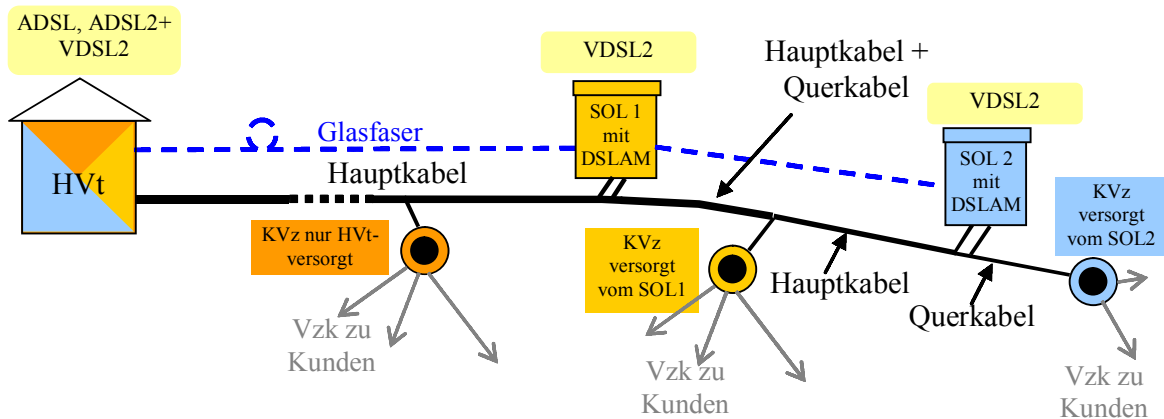


Bild 5.7: Schematische Darstellung der Untervariante 2.

Bei beiden Untervarianten ist zur Ermittlung der Zone eines SOL-Standorts die Hk-Dämpfung (Abschnitt zwischen HVt und SOL) heranzuziehen. Dagegen wird die Zone, in der sich ein versorgter KVz befindet, aus der Summe aus Hk- und Qk-Dämpfung ermittelt. Hinweis: Es ist möglich, dass sich der SOL-Standort und die versorgten KVz in verschiedenen Zonen befinden.

Mit diesem Prüfbericht sind auch zwei Konstellationen der Mehrfach-Anbindung des SOL oder des mitversorgten KVz abgedeckt, die bzgl. des DPBO oder PSD-Shaping speziell zu behandeln sind. In Bild 5.8 sind diese am Beispiel der KVz 2 und 3 schematisch dargestellt:

- KVz 2 besitzt neben der Anbindung über die SOL auch noch eine direkte Hauptkabelanbindung an den HVt („gemischte Anbindung“). Die direkte HVt-Anbindung ist nur zu berücksichtigen, wenn deren Dämpfung kleiner oder gleich 120 dB bei 1 MHz ist.
- KVz 3 ist über zwei Querkabel und zwei Hauptkabel mit dem HVt verbunden.

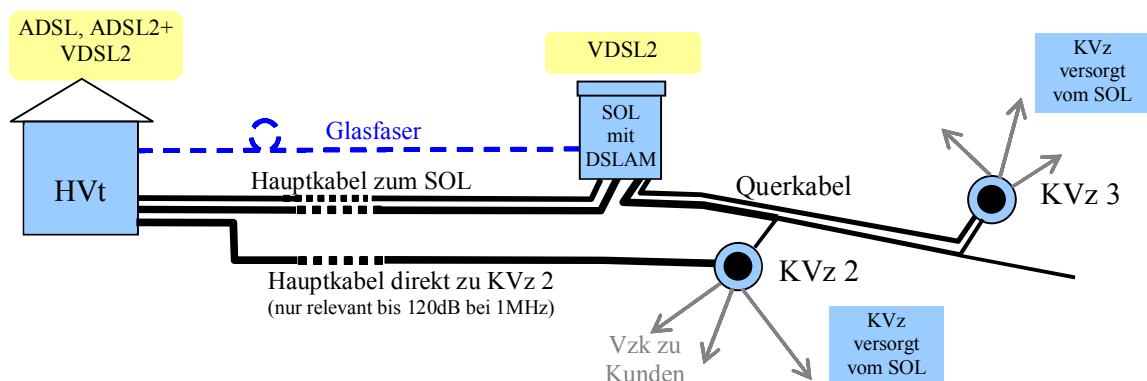


Bild 5.8: Schematische Darstellung der Mehrfachanbindung mitversorgter KVz

5.4.2 Grundlegende Vorgaben

Bei der Realisierung der hier geprüften Einsatzvarianten sind folgende grundlegende Vorgaben zu beachten.

- [1] Die Dämpfung der Stecken zwischen dem HVt und den angebotenen KVz darf sich durch den Aufbau eines SOL-Standortes nicht wesentlich ändern.
- [2] Das Hereinführen der Doppeladern vom HVt aus dem Hauptkabel in den SOL-Standort sowie das Herausführen der Doppeladern vom SOL-Standort in das Querkabel muss in getrennten Kabeln erfolgen.
- [3] Eine optimale DSL-Performance am SOL-Standort im Zusammenhang mit DPBO oder PSD-Shaping erfordert für jeden mitversorgten KVz eine eigene DSLAM-Port-Konfiguration.

1. Voraussetzung ist, dass zwischen DSL-Linien verschiedener Querverbindungen vom SOL-Standort eine Hauptbündeltrennung (HBT) besteht. Unterschiedliche Konfigurationen des DPBO oder PSD-Shaping auf DSL-Linien eines Hauptbündels würden unzulässige Beeinflussungen hervorrufen.

Ausnahmen: Auf eine Hauptbündeltrennung zwischen zwei Querverbindungen zu versorgten KVz kann immer verzichtet werden, wenn

- a) diese KVz in Zone 3 versorgen (kein DPBO oder PSD-Shaping erforderlich, s. a. Kapitel 5.4.3, Punkt [6]), oder
- b) wenn die Dämpfungsdifferenz der zugehörigen Querverbindungen höchstens 2 dB bei 1 MHz beträgt.

2. Bei lagenverseilten Querkabeln ist eine zur HBT äquivalente Entkopplung sicherzustellen. Zu vermeiden ist, dass sich DSL-Linien mit unterschiedlicher Konfiguration des DPBO oder PSD-Shaping in unmittelbar benachbarten Lagen befinden. Entsprechend des physikalischen Kabelaufbaus (Kabelspiegel) ist es erforderlich, die Trennungsbedingung „Trennlage“ einzuhalten (ggf. Entkopplung messtechnisch verifizieren).

3. Ist die unter 1. und 2. geforderte Entkopplung zwischen Querverbindungen zu verschiedenen KVz nicht realisierbar, werden die DSLAM-Ports pro Hauptbündel hinsichtlich DPBO und PSD-Shaping gleich konfiguriert – auch wenn mehrere KVz betroffen sind. Die zu wählende Konfiguration wird dabei durch den mitversorgten KVz mit der kleinsten Querkabeldämpfung vorgegeben. Bei dieser Option ist für die anderen KVz nicht die optimale DSL-Performance erzielbar.

- [4] Die Signaleinspeisung vom SOL-Standort aus ist nur in Vorwärtsrichtung (zum Kunden hin) zulässig. Eine Rückwärtseinspeisung von DSL-Signalen vom SOL-Standort in entgegengesetzter Richtung zu den vom HVt eingespeisten DSL-Signalen (bidirektionaler DSL-Betrieb in einem Kabel) ist nicht zulässig.

Begründung: Durch eine rückwärts gerichtete Einspeisung erfolgt eine Beeinflussung der Downstream-Richtung durch Nah-Nebensprechen (NEXT). Bei Führung beider Signale im selben Kabel (Hk, Qk) ist die erforderliche Mindestentkopplung von 90 dB über den relevanten Frequenzbereich selbst bei Hauptbündeltrennung nicht erreichbar.

5.4.3 PSD-Reduzierung zum Schutz von DSL-Systemen vom HVt

- [5] DSL-Verbindungen, die ab dem HVt der Telekom betrieben werden, können in den Zonen 1 und 2 im selben Kabel (Abschnitt SOL-KVz bis zu den APL der versorgten KVz) auf VDSL2-Verbindungen treffen, die über die hier geprüften SOL-Varianten bereitgestellt werden. Die HVt-Verbindungen sind zu schützen, indem über die in Kapitel 4.3.6 oder 4.4.4 beschriebenen Verfahren die Sendeleistung (PSD) der DSL-Systeme am SOL-Standort im überlappenden Frequenzbereich definiert reduziert wird.
- [6] Beträgt die Gesamtdämpfung vom HVt bis zu einem versorgten KVz mehr als 120 dB bei 1 MHz (Zone 3), kann davon ausgegangen werden, dass keine zu schützenden HVt-Signale im relevanten Kabelabschnitt vorhanden sind. Dann ist eine Absenkung der PSD bei den VDSL2-Ports am SOL-Standort, die dem betreffenden KVz zugeordnet sind, nicht erforderlich.

5.4.4 Festlegungen zum Netzausbau

Für VDSL2-Systeme gelten die folgenden Festlegungen im Zusammenhang mit der hier vorliegenden SOL-Variante.

- [7] Eine Einspeisung von VDSL2-Signalen erfolgt am SOL-Standort. An den mitversorgten KVz, die über Querkabel mit Dämpfungen bis einschließlich 42dB bei 1MHz angebunden sind, dürfen keine VDSL2-Signale eingespeist werden (gilt sowohl für die direkte VDSL2-Signaleinspeisung als auch über ein Zuführungskabel).
Ausnahme: Das Dämpfungskriterium [4] aus Kap. 5.2 wird für die Querkabelverbindung zwischen SOL-Standort und versorgtem KVz eingehalten.
- [8] Entsprechend der Vorgaben aus Kapitel 5.1 darf an mitversorgten KVz mit Querkabel-Dämpfungen größer als 42dB bei 1MHz unter folgenden Bedingungen eine VDSL2-Einspeisung vorgenommen werden:
- a) Befindet sich der mitversorgte KVz in Zone 1 oder 2 ist PSD-Shaping zum Schutz von ADSL2plus-Signalen anderer Einspeiseorte so zu konfigurieren, dass der gesamte ADSL2plus-Frequenzbereich ausgeblendet wird (MUF=2,208 kHz, vgl. Kapitel 4.4). DPBO ist nicht anwendbar.
 - b) Bei einem KVz-Standort in Zone 3 ist nicht mehr von einem Parallelbetrieb mit ADSL2plus-Signalen vom HVt auszugehen. Daher kann hier - unter Verwendung von DPBO oder PSD-Shaping zum Schutz der ab SOL-Standort eingespeisten ADSL2plus-Signale - eine Einspeisung von VDSL2 erfolgen. Für die Konfiguration des DPBO bzw. des PSD-Shaping ist die Kabeldämpfung zwischen SOL-Standort und dem VDSL2-Einspeisepunkt (KVz) relevant.
- [9] Ein bereits mit VDSL2-DSLAM-Technik ausgestatteter KVz eines Carriers darf nicht in das SOL-Konzept eines anderen Carriers einbezogen werden. Gemeinsame SOL-Standorte mehrerer Carrier, an denen die VDSL2-Signale an einem Punkt ins Kupferdoppeladernetz eingespeist werden, sind zu empfehlen.

- [10] Beim Aufbau eines neuen SOL-Standortes sind vorhandene, mit DSLAM-Technik ausgestattete KVz-auf-dem-Vzk-Standorte zu berücksichtigen, die sich im Vzk-Bereich mitversorgter KVz befinden. Der Versorgungsbereich dieser KVz-auf-dem-Vzk-Standorte ist von der DSL-Versorgung durch den SOL-Standort auszunehmen.

6 Netzintegrität/Netzkonformität

Die Profile 17a, 12a und 8d werden als H18 bezeichnet und sind für den Einsatz am KVz, Technikstandort und SOL zugelassen.

Weitere, entsprechend des Standards mögliche Bandpläne abweichend vom 998ADE17 sind für den Einsatz im Kupferdoppeladernetz der Telekom nicht freigegeben. Andere VDSL2-Profilen oder Einsatzorte bei Nutzung des Bandplans 998ADE17 erfordern eine gesonderte NVP.

7 Weitere Prüfberichte und Einsatzorte

Für VDSL2 und VDSL2-Vectoring sind für weitere Einsatzorte folgende Prüfberichte gültig:

- Prüfbericht Nr. 4: „Einsatz von VDSL2 am Abschlusspunkt der Linientechnik (APL)“.
- Prüfbericht Nr. 8: „VDSL2-Vectoring (H20): Einsatz am HVt (nur A0-Anschlüsse) und Kabelverzweiger (KVz) der Telekom, strategische Outdoor-Lokation (SOL) und Technikstandort.“

Für andere Übertragungsverfahren wie z. B. ADSL2plus oder eSDSL gelten eigene Prüfberichte.

8 Abkürzungen

Abkürzung	Erklärung
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
APL	Abschlusspunkt der Linientechnik
DPBO	Downstream Power Back Off
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
Hk	Hauptkabel
HVt	Hauptverteiler (Kupferabschlusspunkt in der Betriebsstelle)
KVz	Kabelverzweiger
MUF	Minimum Usable Frequency
MUS	Minimum Usable Signal level
ONU	Optical Network Unit
PSD	Power Spectrum Density
Qk	Querkabel
SOL	Strategische Outdoor Lokation
UPBO	Upstream Power Back Off
VDSL	Very high speed Digital Subscriber Line
Vzk	Verzweigungskabel

9 Definitionen

HVt-Einsatz:

Beim HVt-Einsatz wird ein Übertragungssignal an einem HVt-Standort der Telekom in einer Betriebsstelle eingespeist. Die Generierung der DSL-Signale kann an verschiedenen Technik-Standorten innerhalb und außerhalb des Betriebsstellen-Gebäudes erfolgen (physische und virtuelle Kollokation).

KVz-Einsatz:

Als „KVz-Einsatz“ im Sinne der vorgenannten Festlegungen wird der Betrieb von DSLAM an KVz bezeichnet, die eine Hauptkabelanbindung an den zugehörigen HVt-Standort aufweisen (reguläre KVz). Dabei wird unterstellt, dass über diesen Hauptkabelabschnitt bereits DSL-Verbindungen ab dem HVt-Standort betrieben werden. Die Signale dieser DSL-Verbindungen sind bereits mindestens um den Betrag der Hauptkabelabschnittsdämpfung reduziert und müssen z. B. durch Anwendung von DPBO bei den DSL-Systemen, die in den KVz einspeisen, geschützt werden.

KVz mit ausschließlicher Querkabel-Anbindung:

Solche KVz-Standorte verfügen über keine eigene Hauptkabelanbindung und sind nur über Querkabel an reguläre KVz angeschlossen, die eine Hauptkabel-Verbindung an den zugehörigen HVt-Standort aufweisen. Dabei wird unterstellt, dass über diesen Hauptkabelabschnitt und das Querkabel bereits DSL-Verbindungen ab dem HVt-Standort betrieben werden. Die Signale dieser DSL-Verbindungen sind bereits mindestens um den Summenbetrag der Hauptkabelabschnitts- und Querkabelämpfung reduziert und müssen z. B. durch Anwendung von DPBO bei den DSL-Systemen, die in den KVz einspeisen, geschützt werden.

Mitversorgte KVz:

Als „(mit-)versorgte KVz“ werden Kabelverzweiger der Telekom bezeichnet, die nicht mit DSL-Technik ausgestattet sind. Sie sind entweder über Hauptkabel/Querkabel an einen SOL oder regulären KVz angebunden oder aber über Zuführungskabel an einen abgesetzten Technikstandort, wo die DSL-Signale generiert werden.

Zusätzlicher KVz-auf-dem-Vzk:

KVz-auf-dem-Vzk eines regulären KVz werden zur Einspeisung von DSL-Signalen im Versorgungsbereich eines vorhandenen regulären KVz errichtet. Beim regulären KVz kann es sich auch um einen mitversorgten KVz handeln.

SOL:

Als SOL (Strategische Outdoor-Lokation) im Sinne der vorgenannten Festlegungen werden Standorte mit DSLAM-Technik außerhalb von Betriebsstellen bezeichnet, die über Hauptkabel an den HVt angebunden sind und ein oder mehrere KVz-Standorte (mit-)versorgen. Es sind mehrere Varianten möglich:

1. Von einem vorhandenen mit VDSL2-Technik ausgestatteten KVz werden über separate Querkabel weitere KVz-Standorte mitversorgt.
2. An der vorhandenen HK-Trasse wird ein zentraler Technikstandort als SOL errichtet, wobei das Hauptkabel geschnitten oder angeschnitten wird. Die Verbindung zu den mitversorgten KVz erfolgt über Querverbindungen innerhalb des vorhandenen Hauptkabels/Querkabels.

Ähnlich wie im Fall des KVz-Einsatzes ist von einem DSL-Betrieb auf der Hauptkabelstrecke vom HVt auszugehen.

Technikstandort:

Technikstandorte sind mit DSL-Technik ausgestattet und über Zuführungskabel mit dem KVz der Telekom (Einspeisepunkt) verbunden. Sie besitzen keine Kupfer-Hauptkabelanbindung an den HVt der Telekom.

VDSL2-Vectoring:

VDSL2-Vectoring ist eine Funktion, die die gegenseitigen Beeinflussungen von VDSL2-Verbindungen aufgrund des Fernnebensprechens (FEXT) im Kabel minimiert. Voraussetzung für einen effizienten Einsatz ist, dass sich alle VDSL-Leitungen im selben Kabel einer Kontrollinstanz (i. d. R. ein DSLAM mit Vectoring-Funktion) unterwerfen.

10 Anhang

10.1 DPBO ohne automatische DELTA-FEXT-Faktor-Berücksichtigung

Bei **Fehlen/Wegfall** der automatischen Berücksichtigung des DELTA-FEXT-Faktors kann folgende Berechnung der zulässigen PSD-Maske angewendet werden.

- [1] Es gelten grundsätzlich die Vorgaben des Kapitels 4.3 mit Ausnahme des folgenden Punktes.
- [2] Modifizierte Berechnung der reduzierten PSD-Maske $PEPSD(f)$ in Downstream-Richtung ohne automatische Berücksichtigung des DELTA-FEXT-Faktors:

$$PEPSD(f) = DPBOEPSD(f) - (DPBOESCMA_{DF} + 0,9140625 \cdot \sqrt{f} + 0,03125 \cdot f) \cdot DPBOESEL$$

mit

$$DPBOESCMA_{DF} = 0,0546875 - \frac{10 \cdot \log_{10} \left(1 + \frac{DPBOESEL}{6,65dB} \right)}{DPBOESEL}$$

10.2 MUF für PSD-Shaping

ESEL / dB@1 MHz	MUF / Hz (auf 10kHz gerundet)	Tonindex (letzter ausgeblendeter Ton)
0 bis 43	2208000	511
44	2160000	501
45	2070000	481
46	2000000	463
47	1920000	446
48	1850000	430
49	1790000	415
50	1730000	400
51	1660000	386
52	1620000	375
53	1580000	367
54	1550000	360
55	1520000	353
56	1490000	345
57	1460000	339
58	1430000	332
59	1410000	326
60	1380000	319
61	1350000	313
62	1330000	308
63	1300000	302
64	1280000	296
65	1250000	291
66	1230000	286
67	1210000	281
68	1190000	276
69	1170000	272
70	1150000	267
71	1130000	263
72	1110000	258
73	1080000	251
74	1050000	244
75	1030000	238
76	1000000	231
77	970000	225
78	940000	219
79	920000	214
80	900000	208
81	880000	203

ESEL / dB@1 MHz	MUF / Hz (auf 10kHz gerundet)	Tonindex (letzter ausgeblendeter Ton)
82	850000	198
83	830000	193
84	820000	189
85	790000	184
86	780000	180
87	760000	176
88	740000	172
89	720000	168
90	710000	164
91	690000	160
92	680000	157
93	660000	153
94	650000	150
95	630000	147
96	620000	143
97	600000	140
98	600000	138
99	580000	135
100	570000	132
101	560000	129
102	550000	127
103	530000	124
104	530000	122
105	510000	119
106	500000	117
107	500000	115
108	490000	113
109	470000	110
110	470000	108
111	460000	106
112	450000	104
113	440000	102
114	440000	101
115	430000	99
116	420000	97
117	410000	95
118	410000	94
119	400000	92
120	390000	90