

Anhang C-1

Technische Spezifikation L2-BSA II

zum Rahmenvertrag

**über die Bereitstellung von
NGA-Wholesale Produkten
2017**

NGA-Forum

AG Interoperabilität

Leistungsbeschreibung eines
Ebene 2-Zugangsprodukts

L2-BSA II - Technische Spezifikation

V 2.1
1.06.2014

Vorwort

Die „Leistungsbeschreibung eines Ebene 2-Zugangsprodukts“ besteht aus mehreren Dokumenten. Das Rahmendokument (vgl. [2]) gibt einen Überblick über Zweck und Inhalt der Teildokumente. Die vorliegende „L2-BSA - Technische Spezifikation“ ist Teil dieses Dokumentensatzes.

Die technische Spezifikation legt die grundsätzlichen Strukturen, Modelle, Protokolle, Parameter usw. für die technische Interoperation auf der Netzebene fest. Sie ist neutral in Bezug auf Zugangsnetz-Architekturen und -Technologien. Bei der konkreten Umsetzung sind zwischen den Vertragspartnern die Werte der Leistungsparameter festzulegen. Diese sind zum einen abhängig von der Leistungsfähigkeit der jeweils gewählten Technologie und Architektur des Zugangsnetzes sowie zum anderen von den Anforderungen der Dienste des Diensteanbieters.

Die vorliegende technische Spezifikation Version 2.0 übernimmt die auf effiziente L2-Interoperation im Privatkundenmarkt ausgelegten Spezifikationen der Version 1.0 und erweitert sie durch L2-BSA-Spezifikationen für Geschäftskundenprodukte.

Generell sind die Empfehlungen so ausgelegt, dass Kooperationsvereinbarungen mit minimalem Aufwand getroffen werden können und somit möglichst auch für Betreiber kleiner Netze organisatorisch und kommerziell tragbar sind.

Änderungsregister

Ausgabe	Datum	Änderung	Seite/ Kapitel/ Abschnitt
V 1.0	10.10.2011	Version 1.0 Spezifikation für Privatkunden-Dienste	Gesamtes Dokument
V 2.0	15.06.2012	Version 2.0 Spezifikation für Privat- und Geschäftskunden-Dienste	Gesamtes Dokument
V 2.1	01.06.2014	Version 2.1 Hinweis auf Unterstützung von Vectoring durch CPE	Kapitel 2.1.1 Kapitel 7.5.2 Kapitel 7.5.3

Teilnehmer der Themengruppe

Marc Belligoli (NetCologne)	Attila Radnai (plusnet)
Markus Bick (Keymile)	Horst Schmitz (NetCologne)
Lars Bräunig (Vodafone)	René Schulze (Kabel Deutschland)
Thomas Diehl (Alcatel-Lucent)	Volker Sypli (Bundesnetzagentur)
Walter H. Dreher (M-Net)	Marc-Thorsten Waldenmeier (Telekom Deutschland)
Michael Freudenblum (M-Net)	Andreas Weber (Colt)
Marco Gärtner (EWE TEL)	Christian Weber (Colt)
Frank Geilhardt (Deutsche Telekom)	Stefanie Weinand (QSC)
Nikolaus Gieschen (Deutsche Telekom)	Gregor Wilke (Telefónica)
Thomas Hartmann (Telefónica)	Stephan Wrona (unitymedia)
Walter Kailbach (Alcatel-Lucent) *)	
Oliver Kettig (Vodafone)	
Ralph Leppla (Telekom Deutschland)	
Heiko Liebscher (wilhelm.tel)	
Christian Lühning (Telefónica)	
Stefan Mohr (QSC)	
André Müller (Bundesnetzagentur)	
Malini Nanda (IEN)	
Matthias Noss (Versatel)	
Ole Pauschert (Telefónica)	
Uwe Pietschmann (NetCologne)	

*) Leiter Themengruppe, Koordinator AG Interoperabilität

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3	
Änderungsregister	4	
Teilnehmer der Themengruppe.....	5	
Inhaltsverzeichnis	6	
Abbildungsverzeichnis	9	
Tabellenverzeichnis	10	
1	Allgemeines	11
1.1	Grundlagen	11
1.1.1	Schnittstellen	11
1.1.2	Adressierte Kunden	13
1.2	Zugangsnetztechnologien/-Architekturen für eine L2-BSA- Vorleistung.....	15
1.2.1	Redundante Anbindung des Zugangsnetzes	17
2	Technische Beschreibung und Parameter einer L2- BSA-Vorleistung.....	18
2.1	Beschreibung der endkundenseitigen U-Schnittstelle einer L2- BSA-Vorleistung	18
2.1.1	Generell gültige Eigenschaften	18
2.1.1.1	Eigenschaften für Multicastanwendungen.....	21
2.2	Beschreibung der netzseitigen A10-NSP-Schnittstelle einer L2- BSA-Vorleistung	21
2.2.1	Generell gültige Eigenschaften	22
2.2.1.1	Eigenschaften für Multicast-Anwendungen	23
2.2.2	Eigenschaften der A10-NSP spezifisch für Geschäftskundendienste der Kategorie 1 und 2	23
2.3	Eigenschaften der Aggregations-/Transportleistung des Zugangsnetzbetreibers	23
2.3.1	VLAN-Architekturen	24
2.3.1.1	N:1 VLAN-Aggregation	24
2.3.1.2	1:1 VLAN Transport.....	25

2.3.2	Generell gültige Funktionen	26
2.3.3	Spezifische Funktionen für Privatkundendienste.....	27
2.3.4.1	Funktionen für die Implementierung von 4 symmetrischen QoS-Klassen für Geschäftskundendienste der Kategorie 1	28
2.3.4.2	Funktionen für die Implementierung von 6 symmetrischen QoS-Klassen für Geschäftskundendienste der Kategorie 1	29
2.3.5	Spezifische Funktionen für Geschäftskundendienste der Kategorie 2.....	30
2.3.5.1	Funktionen für die Implementierung von 4 symmetrischen QoS-Klassen für Geschäftskundendienste der Kategorie 2	31
2.3.5.2	Funktionen für die Implementierung von 6 symmetrischen QoS-Klassen für Geschäftskundendienste der Kategorie 2	31
2.3.6	Eigenschaften für Multicast-Anwendungen	32
2.3.7	Verkehrsübergabe an der A10-NSP	33
2.3.7.1	Generelle Eigenschaften	33
2.3.7.2	Redundante Anbindung bei Geschäftskundendiensten.....	33
2.3.7.3	Einfache Anbindung.....	34
2.3.7.3.1	Linkredundante Anbindung.....	34
2.3.7.3.2	Knotenredundante Anbindung	34
3	Qualitätsklassen und Dienstparameter	36
3.1	Multicast-Anforderungen	36
3.1.1	IGMP JOIN Delay	37
3.1.2	IGMP LEAVE Delay.....	37
3.1.3	Anzahl der IGMP-Nachrichten	37
3.2	Sicherstellung des Ethernet Switching (MAC)	37
3.2.1	Anzahl MAC-Adressen	37
3.2.2	MAC Learning Delay.....	37
4	OAM Mechanismen einer L2-BSA-Vorleistung	38
5	Line-ID	39
6	Sicherheitsfunktionen	40
6.1	Sicherheitsfunktionen in der Übersicht	41
6.2	Darstellung der Sicherheitsfunktionen	42
	Referenzen.....	44
	Verzeichnis der Abkürzungen und Kurzschreibweisen.....	46

7	Anhang.....	48
7.1	xDSL Betriebsarten	48
7.2	Differenzierung zwischen nicht-transparentem und transparentem IGMP-Proxy.....	48
7.3	Multicast Monitoring.....	49
7.4	IPV6	51
7.5	Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter	51
7.5.1	Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter für die A10-NSP.....	52
7.5.2	Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter für Privatkundendienste.....	52
7.5.3	Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter für Geschäftskundendienste (Kategorie 1 und 2).....	54
7.5.4	Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter für Geschäftskundendienste (Kategorie 2, MEF EVPL).....	55
7.5.4.1	Begriffe nach MEF	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prinzipdarstellung zur standardisierten BSA-Vorleistung.....	11
Abbildung 2: Abgrenzung Vorleistungserbringung	12
Abbildung 3: Example DSL: High Level Architectural Reference Model (Quelle: TR-101, [8][9]).....	13
Abbildung 4: Beispiele für FTTH, FTTB, und FTTC-Architekturen.....	16
Abbildung 5: U-Schnittstelle mit VDSL Übergabe vom Access Node	19
Abbildung 6: U-Schnittstelle mit Ethernet Übergabe vom Access Node	19
Abbildung 7: U-Schnittstelle mit Ethernet-Übergabe vom NID im Endkundenstandort	20
Abbildung 8: N:1 Aggregation durch den Zugangsnetzbetreiber	24
Abbildung 9: VLAN Transport bei Triple Play Anschlüssen (Beispiel)	25
Abbildung 10: 1:1 VLAN Architektur.....	26
Abbildung 11: Einfache Anbindung	34
Abbildung 12: Linkredundante Anbindung	34
Abbildung 13: Knotenredundante Anbindung mit einem Switch beim Diensteanbieter	35
Abbildung 14: Knotenredundante Anbindung mit jeweils zwei Switchen	35
Abbildung 15: Syntax der Line-ID	39
Abbildung 16: Nicht-transparenter IGMP- Proxy	49
Abbildung 17: Transparenter IGMP-Proxy	49
Abbildung 18: Prinzipdarstellung des Multicast Monitoring	50
Abbildung 19: Gegenüberstellung der MEF Schnittstellenbezeichnungen beim GK Produkt der Kategorie 2	58
Abbildung 20: Schnittstellenbezeichnungen beim FTTH-Anschluss ([9]).....	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vergleichsübersicht der L2-BSA-Produkte für Privat- und Geschäftskunden	15
Tabelle 2:	p-Bit Markierung im Upstream.....	28
Tabelle 3:	p-Bit Markierung im Upstream bei 4 symmetrischen QoS-Klassen.....	29
Tabelle 4:	p-Bit Markierung im Upstream bei 6 symmetrischen QoS-Klassen.....	30
Tabelle 5:	p-Bit Markierung im Upstream bei 4 symmetrischen QoS-Klassen.....	31
Tabelle 6:	p-Bit Markierung im Upstream bei 6 symmetrischen QoS-Klassen.....	32
Tabelle 7:	Sicherheitsfunktionen.....	41
Tabelle 8:	Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter für die Netzschnittstelle A10-NSP	52
Tabelle 9:	Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter für Privatkundendienste.....	54
Tabelle 10:	Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter für Geschäftskundendienste (Kategorie 1)	55
Tabelle 11:	Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter für Geschäftskundendienste (Kategorie 2)	57
Tabelle 12:	Schnittstellenbezeichnung nach TR101 und nach MEF	58

1 Allgemeines

1.1 Grundlagen

1.1.1 Schnittstellen

In diesem Dokument ist ausschließlich die technische Ausgestaltung der netz- und endkundenseitigen Schnittstellen eines L2-BSA beschrieben.

Die beschriebenen Schnittstellen ermöglichen es

- einem Zugangsnetzbetreiber (Vorleistungserbringer), ein Vorleistungsprodukt (Wholesale) auf Basis einer standardisierten Layer 2-Schnittstelle einem Diensteanbieter anzubieten (Wholesale BSA) bzw.
- einem Diensteanbieter (Vorleistungsnehmer), ohne eigenes Zugangsnetz durch Bezug der Vorleistung (BSA Wholebuy) seinem Endkunden einen Dienst anzubieten

Eine standardisierte Schnittstellenbeschreibung ermöglicht eine entsprechend harmonisierte Entwicklung der Netze der unterschiedlichen Netzbetreiber, die Netzinfrastrukturen ausbauen. Die Diensteanbieter können die Schnittstellen ihrer Endgeräte und Ihrer Dienstplattform entsprechend ausrichten.

Abbildung 1 zeigt die prinzipielle Realisierung der L2-BSA-Schnittstellen. In dieser vereinfachten Darstellung sind mögliche Konzentrationsnetze zwischen Zugangsnetz und den Einrichtungen des Diensteanbieters nicht aufgenommen. Entsprechende Netzmodelle sind im Grundsatzdokument beschrieben (vgl. [1]).

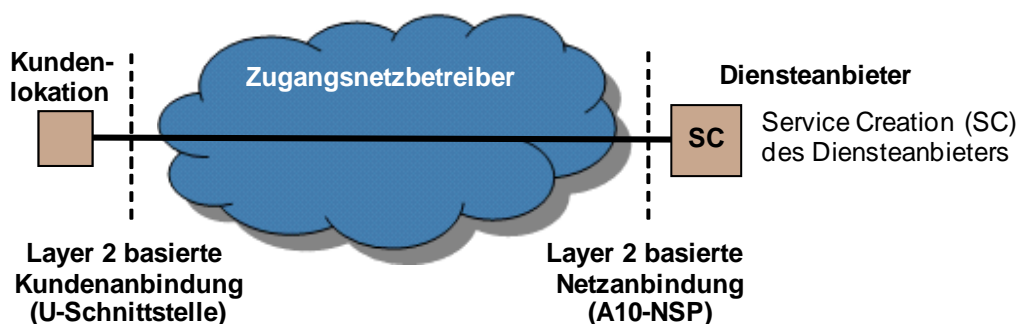


Abbildung 1: Prinzipdarstellung zur standardisierten BSA-Vorleistung

Der Diensteanbieter übernimmt für seine Endkunden die Service Creation (SC), also auch die Verantwortung für die Endkundengeräte, die über die Layer 2-Vorleistung eines Partners angebinden werden. In Anlehnung an die TR101 des Broadband Forum (vgl. [8]) wird die Netzkopplung zwischen Zugangsnetzbetreiber und Diensteanbieter in diesem Dokument als A10-NSP bezeichnet, während die Schnittstelle zur Endkundenseite als U-Schnittstelle benannt ist. Die Übergabe der Verkehre von Endkundenanschlüssen erfolgt an der A10-NSP mittels einer Ethernet-Schnittstelle.

Im Falle, dass beide Partner sowohl Zugangsnetzbetreiber als auch Diensteanbieter sind, werden die Bereitstellung der Vorleistung (Wholesale) und der Bezug der Vorleistung (Wholebuy) an der A10-NSP-Netzanbindung über physikalisch getrennte L2-Übergabeschnittstellen realisiert.

Vor der operativen Inbetriebnahme der A10-NSP-Schnittstelle ist die Durchführung eines Interoperabilitätstests zwischen Diensteanbieter und Zugangsnetzbetreiber erforderlich. Gleiches gilt für die U-Schnittstelle, hier sind Tests zur Sicherstellung der Interoperabilität zwischen Netzabschluss des Zugangsnetzbetreibers und CPE des Diensteanbieters, besonders bei den xDSL-basierten Technologien, notwendig. Weiterhin muss ein Prozess zwischen Zugangsnetzbetreiber und Diensteanbieter etabliert werden, der die Interoperabilität an der U-Schnittstelle bei Änderungen am Netzabschluss oder der CPE gewährleistet.

Über die Vorleistung sollen Single-Play, Double-Play und Triple-Play-Produkte (1P/2P/3P) für den Massenmarkt sowie Geschäftskundenprodukte realisierbar sein. Die Realisierung des Broadcast-Anteils für 3P erfolgt über IPTV.

Die hier beschriebene netzseitige Schnittstelle bezieht sich auf die Bereitstellung eines sogenannten Bitstream Access (BSA). Dabei wird angenommen, dass die Bereitstellung der einzelnen Services entweder auf der Basis von PPPoE mit IPv4/IPv6 oder auf der Basis von IpoE mit IPv4 erfolgt. Die Besonderheiten bei der Implementierung von IpoE oder Multicast mit IPv6 werden in den Kapiteln 6 (Sicherheitsfunktionen) und 7.4 (IPv6) erläutert.

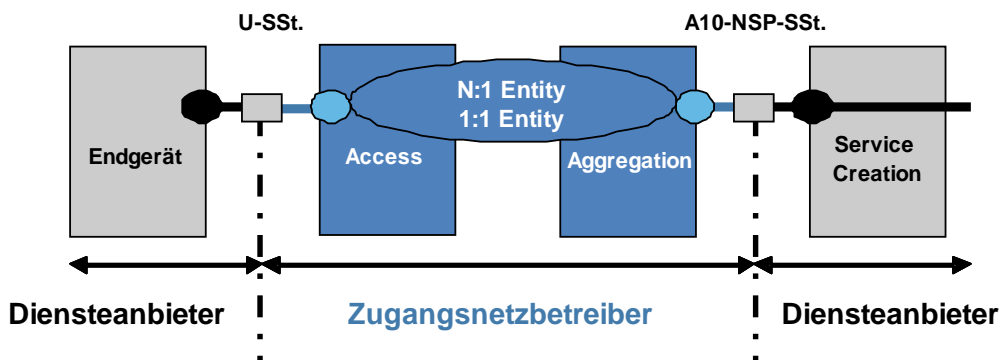


Abbildung 2: Abgrenzung Vorleistungserbringung

Abbildung 2 zeigt die Zuständigkeitsbereiche bei der Erbringung des Vorleistungsprodukts. Der Zugangsnetzbetreiber (Vorleistungserbringer) ist verantwortlich für die Bereitstellung der aktiven und passiven Access/Aggregation-Infrastruktur und den Transport des Vorleistungsprodukts vom Diensteanbieter (Vorleistungsnehmer) an der A10-NSP-Schnittstelle bis zur U-Schnittstelle in der Endkundenlokation. Abhängig vom Produkttyp kann der Transport mit einer N:1- oder einer 1:1-VLAN-Architektur realisiert werden. Der Vorleistungsnehmer ist verantwortlich für die Produktion und die Lieferung der Dienste sowie deren Übergabe an den Endkunden.

Die in diesem Dokument beschriebene Schnittstellenspezifikation beschreibt die minimalen technischen Anforderungen für die Bereitstellung einer L2-BSA-Vorleistung und stellt eine Empfehlung dar, welche die effiziente Gestaltung von Kooperationsvereinba-

rungen und den reibungslosen Betrieb im Kontext offener L2-Zugangsnetze ermöglichen soll. Darüber hinausgehende Anforderungen können im Rahmen bilateraler Absprachen zwischen Diensteanbieter und Zugangsnetzbetreiber individuell vereinbart werden.

Die Realisierung der Empfehlung setzt voraus, dass Systemlieferanten diese Spezifikation in ihren Produkten kurzfristig umsetzen, wovon man nicht uneingeschränkt ausgehen kann. Es ist demnach eine zeitliche Entwicklung zu erwarten, bis die Mehrheit der Zugangsnetze diese Empfehlung in vollem Umfang unterstützt.

Den folgenden technischen Beschreibungen dieser Schnittstellenspezifikation liegt eine Netzarchitektur gemäß des Referenzmodells der TR 101 des Broadband Forums zugrunde (Abbildung 3, vgl. [8]).

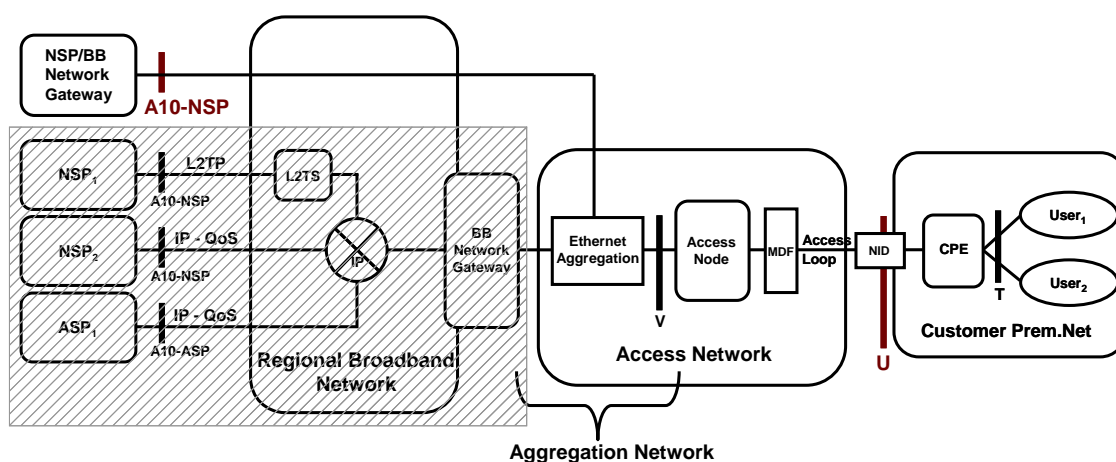


Abbildung 3: Example DSL: High Level Architectural Reference Model (Quelle: TR-101, [8][9])

1.1.2 Adressierte Kunden

Die Version 1.0 der „L2-BSA II - Technische Spezifikation“ fokussiert auf den Privatkundenmarkt. Die Spezifikation schließt den Einsatz für Geschäftskunden nicht aus, stellt jedoch keine spezifischen Anforderungen bzw. Leistungsmerkmale für diesen Anwendungsfall zur Verfügung.

Die vorliegende Version 2.0 übernimmt die Spezifikation für den Privatkundenmarkt unverändert, ergänzt diese jedoch durch Spezifikationen, die den Anforderungen für Geschäftskundenprodukte z.B. in Bezug auf QoS bzw. SLA gerecht werden.

Die Ethernet-Bitstrom-Produkte für den Geschäftskundensektor werden in drei Kategorien eingeteilt:

- Kategorie 1: Produkte für SoHo (Small Office, Home Office)
- Kategorie 2: Produkte für SMB (Small Medium Business)
- Kategorie 3: Produkte für Großkunden (Large Business)

Tabelle 1 stellt die Eigenschaften des Privatkundenprodukts den wichtigsten Eigenschaften der Geschäftskundenprodukte vergleichend gegenüber. Die Bereitstellung von Geschäftskundendiensten für SoHo-Anwendungen ist prinzipiell auch über die beschriebene Vorleistung für Privatkunden realisierbar. Da sich diese Variante jedoch technisch nicht von der Realisierung für Privatkunden unterscheidet wird sie im Dokument nicht separat beschrieben.

In dieser L2-BSA-Spezifikation werden lediglich die Geschäftskundenprodukte der Kategorien 1 und 2 ausgeführt, die – ähnlich wie Privatkundenprodukte – durch ein „shared“ Ebene-2-Zugangsnetz über die A10-NSP-Schnittstelle bereitgestellt werden. Das umfasst in Kategorie 2 optional auch die als „Virtual Private Line Service“ (EVPL) bezeichneten Geschäftskundenprodukte nach Spezifikation des Metro Ethernet Forums (MEF).

Ethernet-Bitstromprodukte sehr hoher Bandbreiten z.B. für Firmenzentralen werden über Ebene-1-Produkte (klassische Direktverbindungen, Leased Lines), z.B. durch Ethernet-über-Glas, Eth über SDH oder Eth über OTH (vgl. Kapitel 2.6 in [1],) oder durch dedizierte Ethernet-Infrastruktur bereitgestellt. In diese Kategorie fällt ebenfalls das unter der Bezeichnung „Carrier Ethernet“ bekannte Geschäftskundenprodukt, sofern es über Direktanbindungen realisiert wird. Dieses ist ebenso wie andere Kategorie 3-Produkte uneingeschränkt transparent bezüglich L2-Protokollen, VLAN-, CoS- sowie MAC-Adress-Vereinbarungen.

Eigenschaften	Privatkunden PK	Geschäftskunden GK Kat. 1	Geschäftskunden GK Kat. 2	Geschäftskunden GK Kat. 3*)
Architektur	L2 BSA	L2 BSA	L2 BSA	Dedizierte L0/L1 Leased Line
VLAN-Relationen	N:1	N:1	1:1	transparent
S-VLAN	mehrere Endkunden in einem VLAN	GK optional gemeinsam mit PK in einem VLAN	VLAN pro Endkunde	transparent
C-VLAN	VLAN pro Dienst	VLAN pro Dienst	transparent	transparent
Bandbreiten	asymmetrisch	symmetrisch oder asymmetrisch	symmetrisch	symmetrisch
Anzahl der PPPoE-Sessions pro Dienst	min. 1	idealerweise unbeschränkt	transparent	transparent
IPoE	für Multicast	optional	transparent	transparent
QoS-Klassen	4 DS, 2 US	symmetrisch min. 4, ideal 6	symmetrisch min. 4, ideal 6	transparent
Multicast Replikation	IGMPv3 (opt. IGMPv2)	n.a.	n.a.	n.a.
U-Schnittstelle	Eth oder DSL	Eth oder DSL	Eth	Eth
Doppelanbindung A10-NSP-Schnittstelle	optional	empfohlen	empfohlen	n.a.

*) Ebene 1-Produkt, nicht Bestandteil dieser L2-BSA-Spezifikation

Tabelle 1: Vergleichsübersicht der L2-BSA-Produkte für Privat- und Geschäftskunden

Es ist wichtig zu beachten, dass in dieser Spezifikation die Durchleitung durch L2-BSA-Zugangsnetze mit den zugehörigen Schnittstellen betrachtet wird. Punkt-zu-Multipunkt- oder Multipunkt-zu-Multipunkt-Dienste (außer Multicast) werden durch den Diensteanbieter realisiert, der die Endkundenanbindungen durch unterschiedliche Zugangsnetze nutzen kann.

Die in Tabelle 1 genannten und im Folgenden spezifizierten Merkmale der Geschäftskundenprodukte sind als Minimalanforderungen zu verstehen. Den beteiligten Betreibern bleibt selbstverständlich vorbehalten, auf Basis bilateraler Vereinbarungen weitere Leistungsmerkmale aufzunehmen.

Die Anforderungen und Funktionen zur Bereitstellung der L2-BSA-Produkte werden im Folgenden detailliert beschrieben. Da zahlreiche Anforderungen für Privat- und Geschäftskundenprodukte übereinstimmen sind je Hauptkapitel zunächst in einem Unterkapitel die zugehörigen allgemeingültigen Anforderungen zusammengefasst. Anschließend werden in weiteren Unterkapiteln die für Privatkunden, für Geschäftskunden Kat.1 sowie für Geschäftskunden Kat. 2 spezifischen Anforderungen ausgeführt.

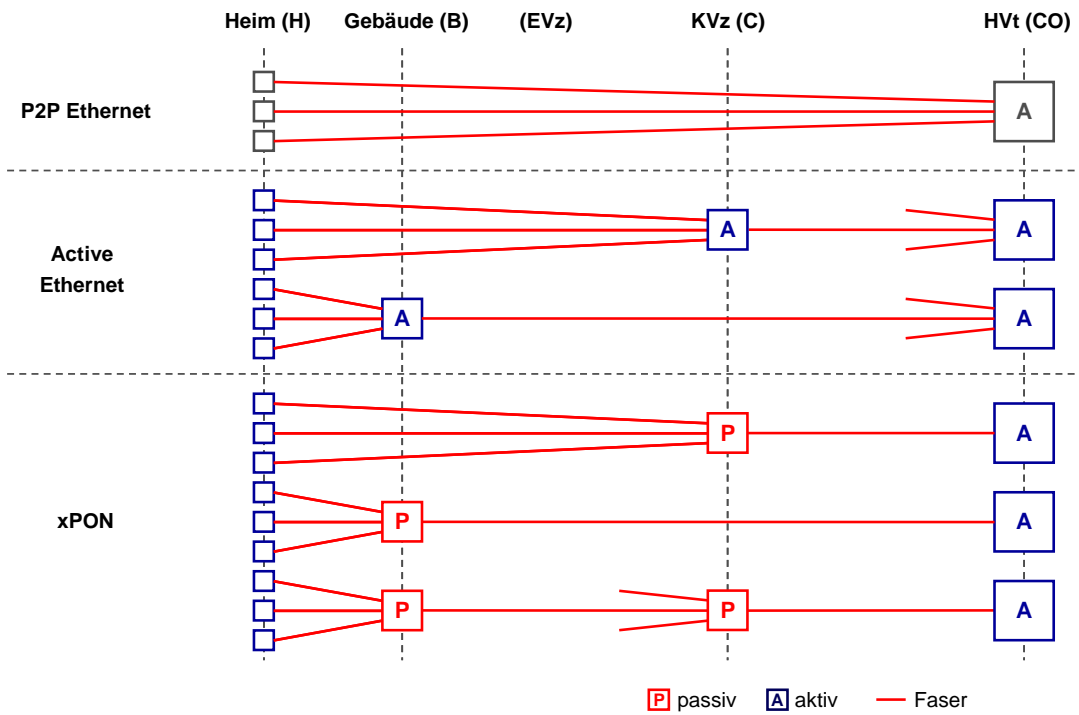
1.2 Zugangsnetztechnologien/-Architekturen für eine L2-BSA-Vorleistung

Unterschiedliche Netzstrukturen der jeweiligen Zugangsnetzbetreiber erfordern spezifische Realisierungen der Technik im eigenen Netz und der zugehörigen IT-Infrastruktur. Bei Nutzung von BSA-Vorleistungen treten somit unterschiedliche Produktionsweisen auf. Ziel ist hier die Definition einer einheitlichen abstrakten Schnittstelle unabhängig von der jeweiligen Zugangsnetztechnologie bzw. -Architektur. Die Schnittstellendefinition legt die grundsätzlichen Strukturen, Modelle, Protokolle, Parameter usw. für die Interoperation fest.

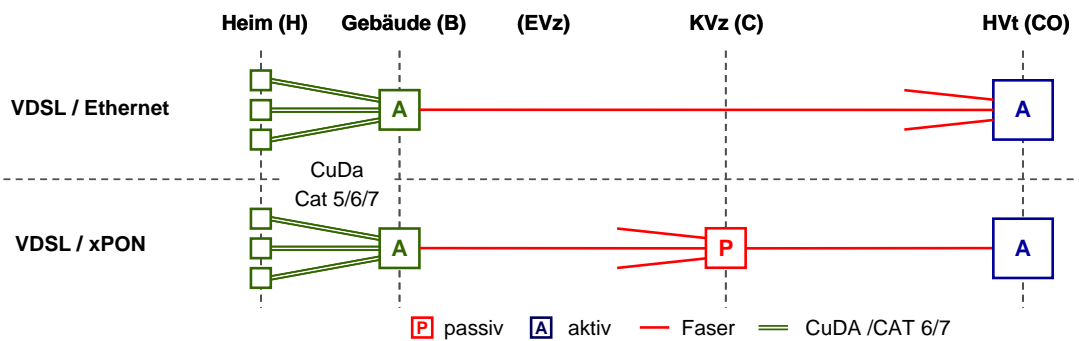
Bei der Umsetzung sind dann zwischen den Kooperationspartnern die konkreten Werte der Leistungsparameter festzulegen. Diese sind zum einen abhängig von der Leistungsfähigkeit des jeweiligen Zugangsnetzes und zum anderen von den Anforderungen der Dienste des Diensteanbieters.

Der Fokus der Beschreibungen liegt hier auf der Realisierung des Zugangsnetzes mittels FTTH, FTTB oder FTTC.

a) FTTH-Architekturen:



b) FTTB-Architekturen:



c) FTTC-Architektur:

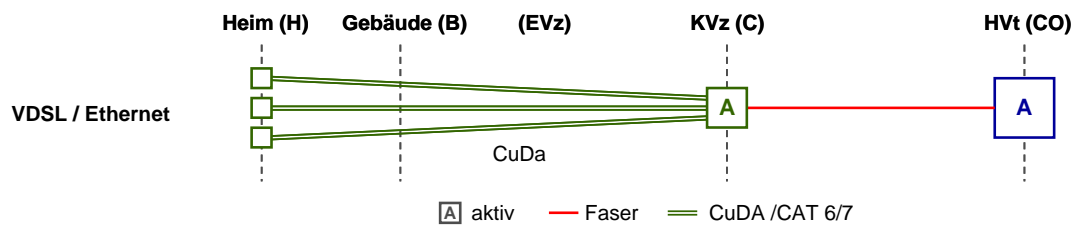


Abbildung 4: Beispiele für FTTH, FTTB, und FTTC-Architekturen

1.2.1 Redundante Anbindung des Zugangsnetzes

Eine vollredundante Anbindung des Endkunden innerhalb des Zugangsnetzes ist in der Regel wirtschaftlich nur sehr schwer abzubilden. In einigen Technologieansätzen, die auf bestehende Infrastruktur zurückgreifen, z. B. die CuDa bei FTTC, lässt die vorhandene Infrastruktur in der Regel auch keine vollredundante Anbindung im Zugangsnetz zu. Grundsätzlich sollte vom Netzdesign durch den Netzbetreiber für die Geschäftskundenprodukte die größtmögliche Redundanz, die wirtschaftlich abbildbar ist, vorgesehen werden. Dies kann z. B. eine redundante Führung ab der ersten Aggregationsstufe sein. Art und Umfang der Redundanz werden vom Netzbetreiber festgelegt und spiegeln sich in den zwischen Netzbetreiber und Serviceanbieter abzustimmenden SLA wieder. Für L2-BSA GK-Produkte der Kategorie 1 sind grundsätzlich keine redundanten Anbindungen im Zugangsnetz vorgesehen.

Unabhängig davon gibt es drei mögliche Redundanzszenarien, die das Access Netz des Netzbetreibers mit dem Dienste-Netz des Diensteanbieters verbinden. Hierbei spricht man von einfacher Anbindung, linkredundanter oder knotenredundanter Anbindung.

Mögliche Redundanzszenarien werden in Kapitel 2.3.5.2 dargestellt.

2 Technische Beschreibung und Parameter einer L2-BSA-Vorleistung

2.1 Beschreibung der endkundenseitigen U-Schnittstelle einer L2-BSA-Vorleistung

2.1.1 Generell gültige Eigenschaften

Gemäß TR-101 [8] befindet sich die U-Schnittstelle bei FTTC/B im Falle des Einsatzes von VDSL2 als Übertragungsstandard zwischen dem Access Node oder dem NID (Network Interface Device) des Zugangsnetzbetreibers und dem CPE des Diensteanbieters.

Bei einem FTTB-Zugangsnetz, das über Ethernet realisiert wird befindet sich die U-Schnittstelle zwischen dem Ethernet Access Node und dem Ethernet CPE (Customer Premises Equipment). Bei Verwendung eines FTTH-Anschlusses befindet sich die U-Schnittstelle zwischen dem Glasfaser-NID und dem CPE (siehe TR-156, [9]).

Im Fall von FTTB und FTTC kann die Zuführung zu den Netzelementen im Zugangsnetz des Netzbetreibers z.B. über GPON oder über Ethernet in unterschiedlichen Ausprägungen, z.B. als Ring oder Stich, erfolgen.

Die U-Schnittstelle liegt in den Räumen des Endkunden. Folgende Ausprägungen der U-Schnittstelle können auftreten:

Die Abbildung 5 zeigt die Ausprägung der U-Schnittstelle mit einer VDSL-Übergabe vom Access-Node. Folgende NGA Varianten können diese Ausprägung der Schnittstelle aufweisen:

- **FTTC - VDSL2 über eine CuDa vom KVz,
FTTB - VDSL2 über die Inhouse-Verkabelung.**

Die Abbildung 6 zeigt die Ausprägung der U-Schnittstelle mit einer Ethernet-Übergabe vom Access Node. Folgende NGA-Variante kann diese Ausprägung der Schnittstelle aufweisen:

- **FTTB - Eth-Übergabe an den Endkunden vom Access Node im Gebäude**

Die Abbildung 7 zeigt die Ausprägung der U-Schnittstelle mit einer Ethernet-Übergabe vom NID in der Endkundenlokation. Pro U-Schnittstelle darf nur genau eine Line-ID vergeben werden. Folgende NGA Varianten können diese Ausprägung der Schnittstelle aufweisen:

- **FTTC - Eth-Übergabe an den Endkunden vom NID in Endkundenlokation mit VDSL-Zuführung vom KVz,**
- **FTTB - Eth-Übergabe an den Endkunden vom NID in Endkundenlokation mit VDSL-Zuführung vom Access Node im Gebäude,**

- **FTTH – Eth-Übergabe** an den Endkunden vom NID in Endkundenlokation mit Glasfaserzuführung z.B. über GPON oder Ethernet. Bei FTTH entspricht das NID der Optical Network Termination (ONT).

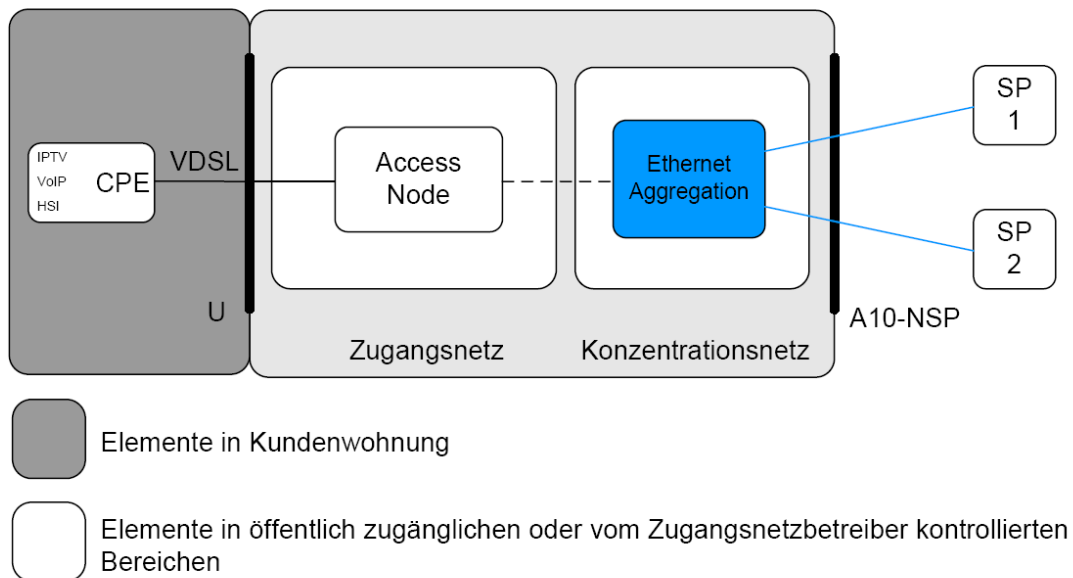


Abbildung 5: U-Schnittstelle mit VDSL-Übergabe vom Access Node

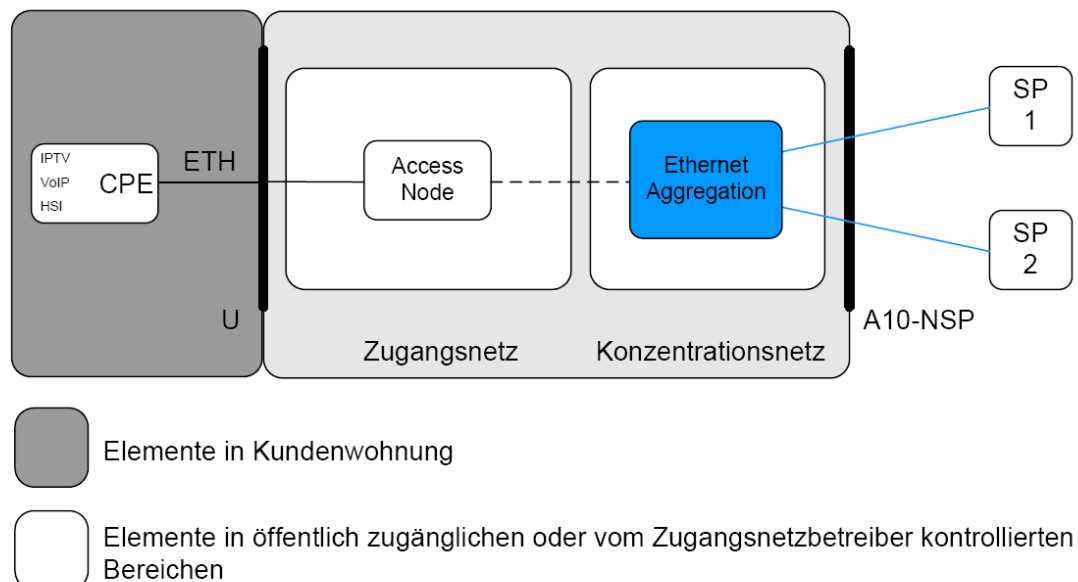


Abbildung 6: U-Schnittstelle mit Ethernet Übergabe vom Access Node

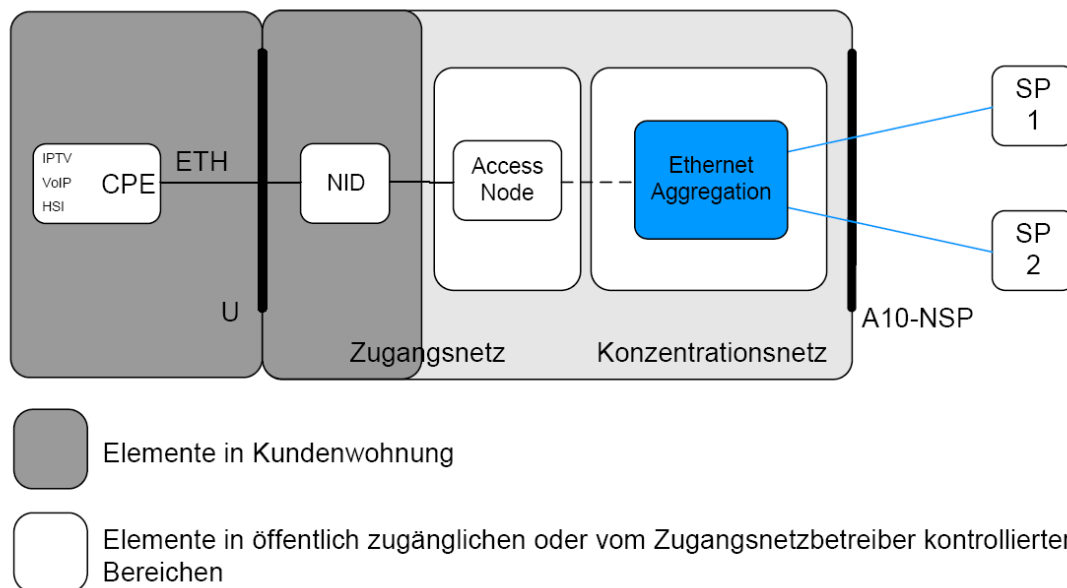


Abbildung 7: U-Schnittstelle mit Ethernet-Übergabe vom NID im Endkundenstandort

Die U-Schnittstelle soll folgende Eigenschaften bereitstellen:

1. Wie oben dargestellt, kann die U-Schnittstelle folgendermaßen realisiert werden:
 - als VDSL2-Schnittstelle (Spezifikation gemäß ITU G.993.2¹)
Hinweis: Bei VDSL2 mit Vectoring sind nur CPE zugelassen, die Vectoring gemäß ITU-T G.993.5 unterstützen.
 - als 100-BaseT- oder 1000-BaseT-Ethernet-Schnittstelle (nach IEEE 802.3)
2. Folgende Betriebsarten für xDSL-basierte Technologien können vom Zugangsnetzbetreiber eingestellt werden (siehe auch Anhang 7.1):
 - Fixed Mode
 - Rate Adaptive Mode (RAM)
 - Seamless Rate Adaption (SRA)

Für FTTC-Anschlüsse wird der Einsatz des Rate Adaptive Mode (RAM) empfohlen.

3. Die übertragbare Ethernet-Rahmenlänge beträgt mindestens 1522 Byte.
4. Es können single-tagged und bei Bedarf auch untagged Ethernet-Frames übertragen werden.
5. Es können mindestens 4 Service-VLANs (C-VLANs) simultan genutzt werden.

¹ Detailspezifikation der VDSL-Schnittstelle gemäß Vorgabe des jeweiligen Zugangsnetzbetreibers, z.B. entsprechend 1TR112 für Zugangsnetze der Deutsche Telekom (vgl. [10]).

6. Ein untagged Frame wird getaggt durch den Zugangsnetzbetreiber übertragen und auch als solches übergeben (an der A10NSP wird ausschließlich getaggtter Verkehr übergeben).
7. In einem C-VLAN kann PPPoE oder IpoE übertragen werden. In Abstimmung können auch PPPoE und IpoE im selben C-VLAN übertragen werden.
8. Für Multicast ist IpoE zu verwenden.
9. Die C-VLAN-IDs können vom Diensteanbieter im Bereich von 1 bis 4094 in Absprache mit dem Zugangsnetzbetreiber in Abhängigkeit der technologischen Möglichkeiten frei gewählt werden.
10. Im C-Tag wird der Ethertype 0x8100 verwendet.
11. Im C-Tag können alle p-Bit-Werte von 0 bis 7 genutzt werden.
12. Im C-Tag werden im Downstream die ursprünglichen, an der A10-NSP empfangenen p-Bit-Werte des C-Tags übergeben.

2.1.1.1 Eigenschaften für Multicastanwendungen

Im Falle der Verwendung von Multicast in Zugangsnetzen sind folgende Eigenschaften zu berücksichtigen:

13. Von den zur Verfügung stehenden C-VLANs kann ein VLAN für die Übertragung von Multicast genutzt werden.
14. Im Multicast fähigen C-VLAN können auch Unicast-Verkehre übertragen werden („Misch-VLAN“).
15. Es ist für Multicast die Funktion „Fast Leave“ aktiviert.
16. Am Access Node ist die IGMP Snooping oder IGMP Proxy Funktionalität zwingend zu aktivieren, um die Datenraten der benachbarten Ports nicht negativ zu beeinflussen².
17. Von Endkunden an der U-Schnittstelle initiiertes Multicast-Verkehr ist auf der Data-plane zu verwerfen.

2.2 Beschreibung der netzseitigen A10-NSP-Schnittstelle einer L2-BSA-Vorleistung

Die TR-101 (vgl. [8]) zeichnet die A10-NSP-Schnittstelle als einen Referenzpunkt zwischen dem Regio-/Zugangsnetz und den PoPs eines Network Service Providers (NSP). Der NSP stellt für die am Regio-/Zugangsnetz angeschalteten Endkunden in der Regel den Zugang zum Internet oder zu anderen Services bereit.

Diese abstrakte Beschreibung der A10-NSP lässt sich auf die netzseitige Übergabeschnittstelle zwischen Diensteanbieter und Zugangsnetzbetreiber übertragen. Im Rahmen des BSA-Wholesale stellt der Zugangsnetzbetreiber das Access-

² gilt für Multicast über IPv4. Multicast über IPv6 wird hier nicht betrachtet, siehe Kapitel 7.4

/Aggregationsnetz für die Endkunden eines Diensteanbieters bereit. Dabei wird der Zugang zu den Services vom Diensteanbieter selbst realisiert.

Damit eine angemessene Verfügbarkeit der netzseitigen Schnittstelle gewährleistet werden kann, kann die A10-NSP-Schnittstelle linkredundant ausgeführt werden. Durch den Einsatz des Link-Aggregation-Control-Protocol (LACP) werden die redundant bereitgestellten und trassendisjunkt geführten Verbindungen einer A10-NSP Übergabeschnittstelle gebündelt.

Mit der A10-NSP-Schnittstelle werden alle Eigenschaften der Netzkopplung zwischen einem Diensteanbieter und einem Zugangsnetzbetreiber beschrieben. Aufgrund der Möglichkeit, den Multicast-Verkehr unabhängig vom Unicast-Verkehr mit einem separaten Ethernet-Link zu übergeben, können die Eigenschaften der A10-NSP-Schnittstelle auf mehrere Ethernet-Links aufgeteilt werden. Die A10-NSP kann somit mehrere physische Links beinhalten.

2.2.1 Generell gültige Eigenschaften

Die A10-NSP-Schnittstelle hat folgende Eigenschaften:

1. Zur Realisierung der A10-NSP werden optische 1GE- und/oder 10GE-Schnittstellen verwendet.
2. Zur Bandbreitenerhöhung und/oder zur Realisierung von Link-Redundanz kann zwischen zwei Übergabeknoten der Partner Link Aggregation genutzt werden (LAG mit LACP-Unterstützung).
3. In einer Link Aggregation Group (LAG) können Ethernet-Links des gleichen Typs gebündelt werden. Die Anzahl der Links in einer LAG wird zwischen Zugangsnetzbetreiber und Diensteanbieter im Rahmen der konkreten Realisierung festgelegt.
4. Die übertragbare Ethernet-Rahmenlänge beträgt mindestens 1526 Byte.
5. Es werden double-tagged Ethernet-Frames ausgewertet und übertragen.
6. Auf jedem Ethernet-Link bzw. in jeder LAG kann der S-VLAN-Bereich von 1 bis 4094 verwendet werden.
7. Die S-VLAN-IDs werden vom Zugangsnetzbetreiber festgelegt.
8. Im S-Tag wird der Ethertype 0x88a8 verwendet.
9. Im S-Tag sind im Downstream die p-Bit-Werte 0, 3, 4 und 5 definiert, für die in der Vorleistung die entsprechenden SLA erbracht werden.
10. Im S-Tag sind im Upstream ausschließlich die p-Bit-Werte 0 und 5 definiert, für die in der Vorleistung die entsprechenden SLA erbracht werden.
11. Im C-Tag wird der Ethertype 0x8100 verwendet.
12. Pakete werden mit den für die U-Schnittstelle bilateral festgelegten C-VLAN-IDs vom Diensteanbieter an der A10-NSP übergeben.
13. Nutzt der Diensteanbieter untagged Verkehr an der U-Schnittstelle, dann wird dieser Verkehr mit einer zu vereinbarenden Default-C-VLAN-ID im S-VLAN der anderen Unicast-Verkehre übergeben.
14. Im C-Tag können alle p-Bit-Werte von 0 bis 7 genutzt werden.

15. Im C-Tag werden im Upstream die ursprünglichen, vom CPE gesetzten, p-Bit-Werte übergeben.

2.2.1.1 Eigenschaften für Multicast-Anwendungen

16. Der Multicast-Verkehr kann entweder auf einer separaten physikalischen Schnittstelle oder zusammen mit Unicast auf dem gleichen Interface übertragen werden. Die konkret genutzte Variante zur Übergabe des Multicast-Verkehrs wird zwischen Diensteanbieter und Zugangsnetzbetreiber im Rahmen der Realisierung festgelegt.
17. Unicast- und Multicast-Verkehre werden immer in unterschiedlichen S-VLANs übergeben, d.h. es gibt kein S-VLAN, in dem sowohl Unicast- als auch Multicast-Verkehre enthalten sind.
18. Der IGMP-Control-Verkehr wird immer mit dem Multicast-Verkehr im gleichen S- und C-VLAN des Multicast-Verkehrs übergeben³.
19. Sämtliche Multicast-Kanäle werden vom Diensteanbieter statisch an der A10-NSP übergeben (static join). Alternativ kann eine dynamische Übergabe des Multicast-Verkehrs zwischen Diensteanbieter und Zugangsnetzbetreiber unter Einhaltung der zu erfüllenden Qualitätsparameter abgestimmt werden.

2.2.2 Eigenschaften der A10-NSP spezifisch für Geschäftskundendienste der Kategorie 1 und 2

20. Zusätzlich zu den im S-Tag im Downstream definierten p-Bit-Werten 0, 3, 4 und 5 können die p-Bit-Werte 1 und 2 definiert werden.
21. Im S-Tag im Upstream sind mindestens die p-Bit-Werte 0, 3, 4 und 5 definiert. Zusätzlich können die p-Bit-Werte 1 und 2 definiert werden.

2.3 Eigenschaften der Aggregations-/Transportleistung des Zugangsnetzbetreibers

Zur Aggregations-/Transportleistung zählen alle Funktionen und Mechanismen, die von den Netzelementen des Zugangsnetzbetreibers für die zu transportierenden Verkehre des Diensteanbieters zu erbringen sind. Hierzu zählen auch Funktionen, die pro Endkundenanschluss (U-Schnittstelle) umzusetzen sind, aber keine Eigenschaft der U-Schnittstelle selbst darstellen.

Es ist grundsätzlich nicht vorgegeben, von welchen Netzelementen des Zugangsnetzbetreibers die geforderten Funktionen zu realisieren sind. Dadurch kann der Zugangsnetzbetreiber auch Funktionen, die pro U-Schnittstelle zu realisieren sind, an einem anderen Netzknoten umsetzen, wenn beispielsweise sein Access Node die geforderten Funktionen nicht unterstützt.

Im folgenden Unterabschnitt 2.3.1 werden zunächst die wesentlichen VLAN-Architekturen beschrieben. In den weiteren Abschnitten 2.3.2 bis 2.3.7 werden die Ei-

³ gilt für Multicast über IPv4. Multicast über IPv6 wird hier nicht betrachtet, siehe Kapitel 7.4

genschaften der Aggregations- bzw. Transportleistung des Zugangsnetzbetreibers dargestellt. Die unterschiedlichen Anforderungen von Privat- und Geschäftskunden sind dabei separat beschrieben.

2.3.1 VLAN-Architekturen

Es sind im Wesentlichen zwei Fälle von VLAN-Architekturen zu unterscheiden, die in den folgenden Unterabschnitten kurz beschrieben werden: N:1 VLAN-Aggregation und 1:1 VLAN-Transport.

2.3.1.1 N:1 VLAN-Aggregation

Abbildung 8 zeigt schematisch, wie die N:1 VLAN-Aggregation durch den Zugangsnetzbetreiber vorgenommen wird. Wie in Kap 2.1 ausgeführt, werden an den U-Schnittstellen verschiedener Endkunden jeweils mehrere C-VLAN-IDs unterstützt. Alle Verkehre, die zum selben Dienst, d.h. zur selben C-VLAN-ID gehören, werden aggregiert. Da es sich um die Verkehre mehrerer („N“>1) Endkunden handelt, spricht man von N:1 Aggregation. Diese Aggregation wird separat für alle C-VLAN-IDs realisiert. An der A10-NSP sind also genau dieselben C-VLAN-IDs sichtbar wie an den zugehörigen U-Schnittstellen. Zusätzlich wird an der A10-NSP ein zweiter VLAN-Header hinzugefügt, dessen S-VLAN-ID eindeutig einem Diensteanbieter zugeordnet ist. Dies erlaubt es dem Zugangsnetzbetreiber, Endkunden verschiedener Diensteanbieter an sein Netz anzuschließen.

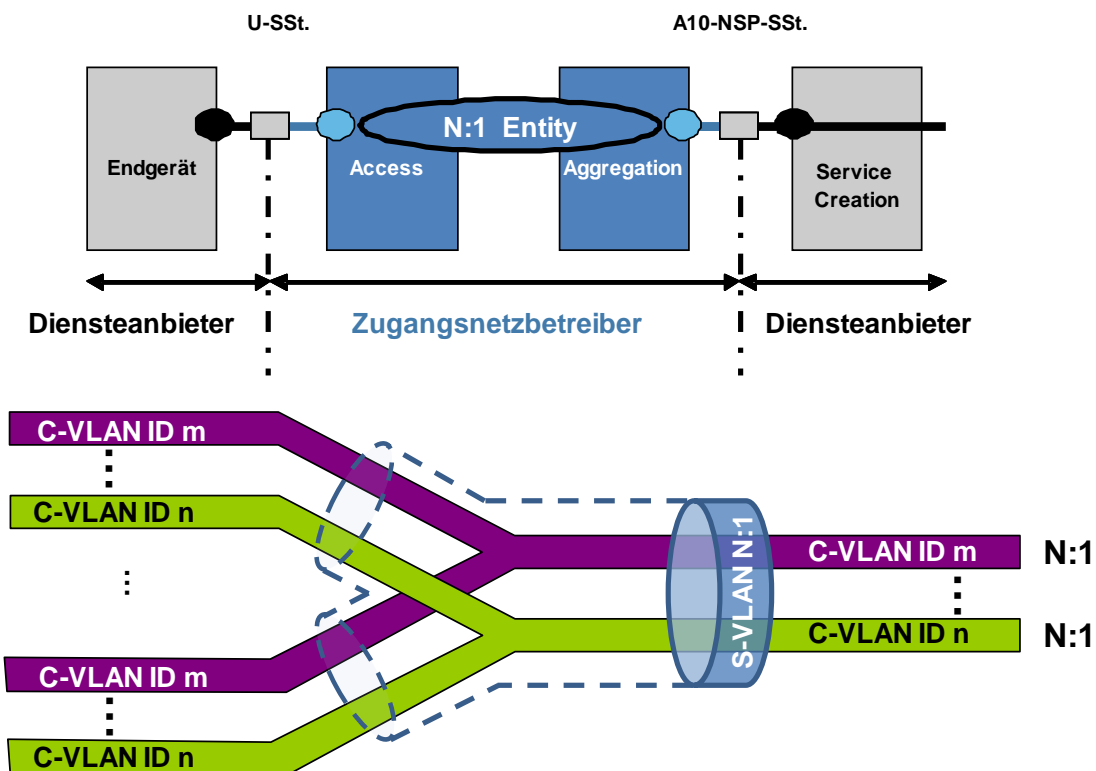


Abbildung 8: N:1-Aggregation durch den Zugangsnetzbetreiber

Abbildung 9 zeigt in einem konkreten Beispiel, wie die VLAN-IDs vom Zugangsnetzbetreiber behandelt werden. Alle genannten VLAN-IDs sind als Beispiel zu verstehen. Gezeigt ist ein Endkundenanschluss mit drei Diensten, die über drei separate C-VLAN-IDs realisiert sind.

- Sprache, C-VLAN-ID 7
- Internet, C-VLAN-ID 8
- IPTV, C-VLAN-ID 9

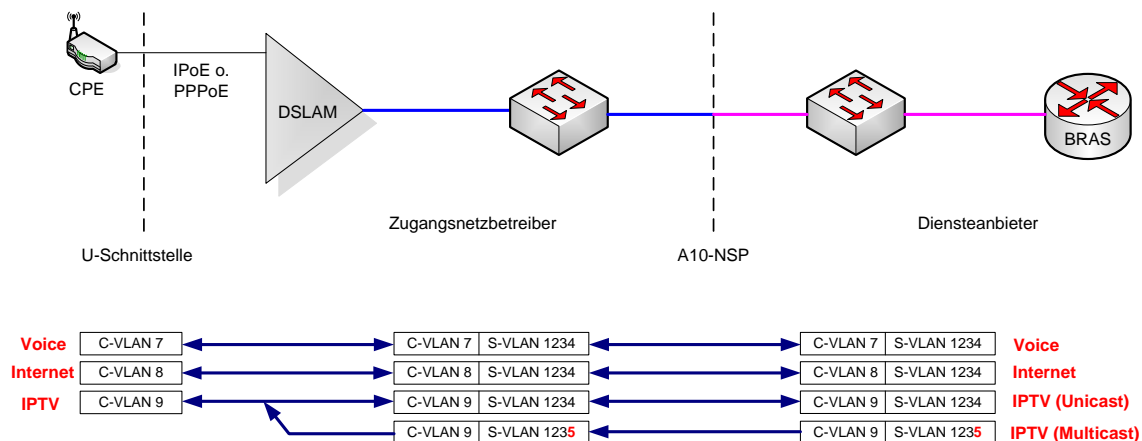


Abbildung 9: VLAN Transport bei Triple Play Anschlüssen (Beispiel)

Vom Diensteanbieter erhält der Zugangsnetzbetreiber an der A10-NSP vier separate Verkehrsströme:

- Sprache, C-VLAN-ID 7, S-VLAN-ID 1234
- Internet, C-VLAN-ID 8, S-VLAN-ID 1234
- IPTV Unicast, C-VLAN-ID 9, S-VLAN-ID 1234
- IPTV Multicast, C-VLAN-ID 9, S-VLAN-ID 1235

Für Unicast-Verkehre nutzt der Diensteanbieter also die einheitliche S-VLAN-ID 1234, die C-VLAN-IDs 7, 8 und 9 werden transparent von der A10-NSP zur U-Schnittstelle transportiert. Für IPTV Multicast wird an der A10-NSP hingegen abweichend die S-VLAN-ID 1235 verwendet. Das erlaubt dem Zugangsnetzbetreiber diesen Verkehr separat im Netz zu führen und schafft so die Voraussetzung, um den Verkehr an geeigneter Stelle replizieren zu können. Spätestens am letzten aktiven Knoten im Zugangsnetz wird der Multicast-Verkehr jedoch mit dem IPTV-Unicast-Verkehr zusammengeführt und gemeinsam in einem C-VLAN (hier: 9) an der U-Schnittstelle ausgegeben.

2.3.1.2 1:1 VLAN Transport

Abbildung 10 zeigt die für Geschäftskundenanschlüsse der Kategorie 2 realisierbare 1:1 VLAN-Architektur. An der U-Schnittstelle des Endkunden werden mehrere C-VLAN-IDs unterstützt. Verkehre in diesen C-VLANs werden vom Zugangsnetzbetreiber in seinem Netz separat geführt und an der A10-NSP an den Diensteanbieter überge-

ben. Im Gegensatz zur N:1-Aggregation findet beim 1:1 VLAN-Transport keine Aggregation mit Verkehren von anderen U-Schnittstellen statt. Hierbei ist durch den Zugangsbetreiber sicher zu stellen, dass diese VLAN-Trennung durchgängig in allen Netzelementen in seinem Netz implementiert ist, d.h. an keiner Stelle im Zugangnetz dürfen Verkehre von verschiedenen U-Schnittstellen in einem gemeinsamen VLAN geführt werden⁴. An der A10-NSP sind dieselben C-VLAN-IDs sichtbar wie an der U-Schnittstelle. Zusätzlich wird an der A10-NSP ein zweiter VLAN-Header hinzugefügt, dessen S-VLAN-ID eindeutig einem Diensteanbieter zugeordnet ist.

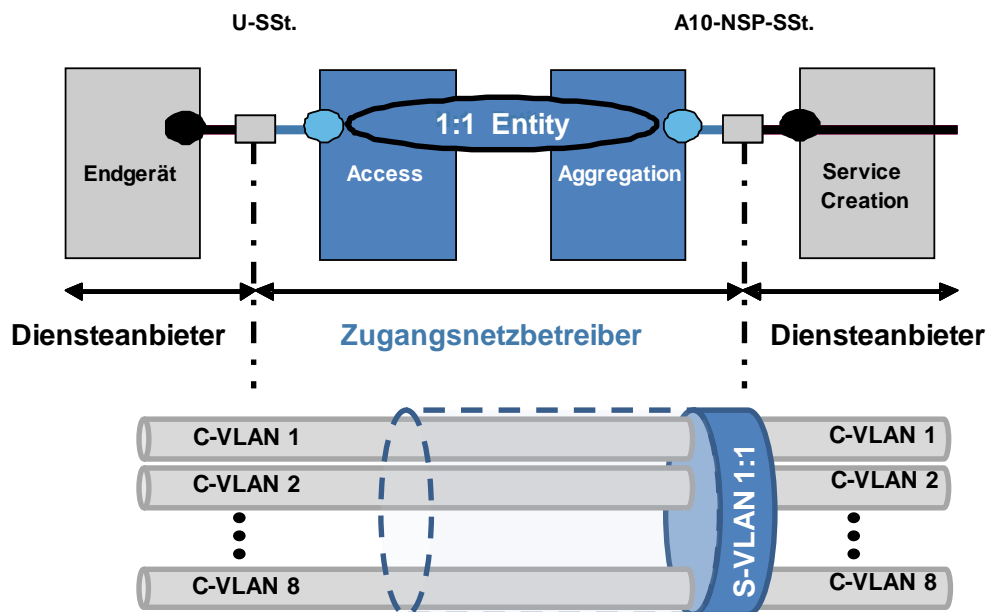


Abbildung 10: 1:1 VLAN-Architektur

2.3.2 Generell gültige Funktionen

1. Die Unicast-Verkehre von mehreren Endkundenanschlüssen werden unabhängig von C-VLAN auf Basis einer N:1 VLAN-Architektur aggregiert. Bei Geschäftskundenanschlüssen der Kategorie 2 wird eine 1:1 VLAN-Architektur genutzt. (siehe Kapitel 2.3.4).
2. Die maximale Anzahl der aggregierbaren Endkundenanschlüsse (U-Schnittstellen) in einer N:1 Instanz kann vom Diensteanbieter und vom Zugangsbetreiber sinnvoll eingeschränkt werden.
3. Der Verkehr einer N:1 Instanz wird an der A10-NSP-Schnittstelle als S-VLAN übergeben.

⁴ Gegenbeispiel wäre ein Zugangnetz, bei dem am Netzeingang und –ausgang zwar VLAN-Trennung gemäß der 1:1 VLAN-Architektur realisiert sind, wobei intern im Zugangnetz jedoch Verkehre nicht anhand der VLANs, sondern z.B. anhand von MAC-Adressen zu den betreffenden U-Schnittstellen geleitet werden.

4. Die in einem S-VLAN aggregierten Unicast-Verkehre enthalten im Upstream an der A10-NSP-Schnittstelle die ursprünglichen C-Tags.
5. In der Transportleistung des Zugangsnetzbetreibers können die erforderlichen Sicherheitsfunktionen (Ethertype-Filter, Rate Limiter für ausgewählte Rahmentypen, Anti-Spoofing-Funktionen usw., siehe Kapitel 6) pro U-Schnittstelle und C-VLAN realisiert werden. Unabhängig von den konkret genutzten C-VLANs ist eine Limitierung der Anzahl der MAC-Adressen pro U-Schnittstelle realisierbar.
6. Unknown Unicast, Multicast und Broadcast wird im Downstream (von der netzseitigen A10-NSP zur endkundenseitigen U-Schnittstelle) nicht übertragen. Hiervon ausgenommen sind GK-Produkte der Kategorie 2, sowie das multicastfähige VLAN, hier ist auch Multicast-Verkehr sowie die Verwendung von IGMP⁵ als Controlplane-Protokoll zulässig.
7. Die Übertragung von Verkehren zwischen Endkundenanschlüssen (U-Schnittstellen) wird verhindert.
8. Die Upstreambandbreite kann pro U-Schnittstelle (unabhängig von den C-VLANs und p-Bit-Werten) begrenzt werden.
9. Pro U-Schnittstelle wird in den genutzten C-VLANs mittels PPPoE Intermediate Agent oder DHCP Relay Agent Option 82⁶ eine eindeutige Line-ID im Feld der Remote-ID gesetzt (nicht relevant für GK-Produkte der Kategorie 2).
10. Bei FTTC werden mittels PPPoE Intermediate Agent oder DHCP Relay Agent6 zusätzlich die Access Line Characteristics (z.B. synchronisierte RAM-Bandbreite usw.) als Sub-Options übergeben.
11. Bei FTTB wird VDSL im „fixed mode“ gemäß Produktprofil betrieben. Die geforderte Bandbreite wird über die IT-Schnittstelle übergeben.

2.3.3 Spezifische Funktionen für Privatkundendienste

12. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 0, 1, 2, 3, 4 und 7 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit der Best-Effort-Klasse übertragen und an der A10-NSP mit dem p-Bit-Wert 0 im S-Tag übergeben. Dieses Mapping-Schema stellt die Minimal-Anforderungen dar; abweichende Regelungen sind in Absprache zwischen Zugangsnetzbetreiber und Diensteanbieter möglich.
13. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 5 und 6 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit den vereinbarten SLA der Voice-Klasse übertragen und an der A10-NSP mit den p-Bit-Wert 5 im S-Tag übergeben.

⁵ gilt für Multicast über IPv4. Multicast über IPv6 wird hier nicht betrachtet, siehe Kapitel 7.4.

⁶ gilt nur für IPv4 über IPoE. Für die Übertragung von IPv6 über IPoE siehe Kapitel 7.4.

C-Tag an U-SSt.	S-Tag an A10-NSP
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	5
6	5
7	0

Tabelle 2: p-Bit-Markierung im Upstream

14. Die Upstreambandbreite muss für Verkehre mit den definierten p-Bit-Werten 5 und 6 im C-Tag pro U-Schnittstelle (unabhängig von den C-VLANs) begrenzt sein.
15. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 3, 4 und 5 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream mit den vereinbarten SLA der jeweiligen Verkehrsklasse übertragen.
16. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 1, 2, 6 und 7 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream verworfen.

2.3.4 Spezifische Funktionen für Geschäftskundendienste der Kategorie 1

17. Die Unicast-Verkehre von Endkundenanschlüssen werden auf Basis einer N:1 VLAN-Architektur aggregiert.

2.3.4.1 Funktionen für die Implementierung von 4 symmetrischen QoS-Klassen für Geschäftskundendienste der Kategorie 1

18. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 0, 1, 2 und 7 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit der Best-Effort-Klasse übertragen und an der A10-NSP mit dem p-Bit-Wert 0 im S-Tag übergeben.
19. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 3, 4, 5 und 6 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit den vereinbarten SLA übertragen und an der A10-NSP mit den in Tabelle 3 dargestellten p-Bit-Werten im S-Tag übergeben.

C-Tag an U-SSt.	S-Tag an A10-NSP
0	0
1	0
2	0
3	3
4	4
5	5
6	5
7	0

Tabelle 3: p-Bit-Markierung im Upstream bei 4 symmetrischen QoS-Klassen

20. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 3, 4 und 5 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream mit den vereinbarten SLA der jeweiligen Verkehrsklasse übertragen.
21. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 1, 2, 6 und 7 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream verworfen.

2.3.4.2 Funktionen für die Implementierung von 6 symmetrischen QoS-Klassen für Geschäftskundendienste der Kategorie 1

22. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 0 und 7 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit der Best-Effort-Klasse übertragen und an der A10-NSP mit dem p-Bit-Wert 0 im S-Tag übergeben.
23. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 1, 2, 3, 4, 5 und 6 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit den vereinbarten SLA übertragen und an der A10-NSP mit den in
24. Tabelle 4 dargestellten p-Bit-Werten im S-Tag übergeben.

C-Tag an U-SSt.	S-Tag an A10-NSP
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	5
7	0

Tabelle 4: p-Bit-Markierung im Upstream bei 6 symmetrischen QoS-Klassen

25. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 1, 2, 3, 4 und 5 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream mit den vereinbarten SLA der jeweiligen Verkehrsklasse übertragen.
26. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 6 und 7 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream verworfen.

2.3.5 Spezifische Funktionen für Geschäftskundendienste der Kategorie 2

27. Die Verkehre von Endkundenanschlüssen werden auf Basis einer 1:1 VLAN-Architektur übertragen.
28. Das Forwarding erfolgt mit Hilfe des S-VLANs.
29. Die Transportleistung des Zugangsnetzbetreibers ermöglicht die transparente Übertragung von Ethernet Frames.
30. Ein Learning von MAC-Adressen erfolgt nicht. Wenn dies nicht möglich ist, so ist die maximale Anzahl der MAC-Adressen gesondert zu vereinbaren.
31. Unknown Unicast, Multicast und Broadcast wird in Downstream (von der netzseitigen A10-NSP zur endkundenseitigen U-Schnittstelle) und in Upstream übertragen.
32. Die Upstreambandbreite muss für Verkehre mit den definierten p-Bit-Werten 5 und 6 im C-Tag pro U-Schnittstelle (unabhängig von den C-VLANs) begrenzt sein.
33. Die MTU an der U-Schnittstelle beträgt mindestens 1526. Der Wert ist bilateral abzustimmen und kann bis zu 9600 Byte betragen.
34. Die Realisierung eines Ethernet Virtual Private Line Service (EVPL) ist optional nach bilateraler Absprache möglich (siehe Kapitel 7.5.4).
35. Weitere Parameter sind im Anhang 7.5.4 beschrieben.

2.3.5.1 Funktionen für die Implementierung von 4 symmetrischen QoS-Klassen für Geschäftskundendienste der Kategorie 2

36. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 0, 1, 2 und 7 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit der Best-Effort-Klasse übertragen und an der A10-NSP mit dem p-Bit-Wert 0 im S-Tag übergeben.
37. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 3, 4, 5 und 6 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit den vereinbarten SLA der Voice-Klasse übertragen und an der A10-NSP mit den p-Bit-Wert 5 in dargestellten p-Bit-Werten im S-Tag übergeben.

C-Tag an U-SSt.	S-Tag an A10-NSP
0	0
1	0
2	0
3	3
4	4
5	5
6	5
7	0

Tabelle 5: p-Bit-Markierung im Upstream bei 4 symmetrischen QoS-Klassen

38. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 3, 4 und 5 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream mit den vereinbarten SLA der jeweiligen Verkehrsklasse übertragen.
39. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 1, 2, 6 und 7 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream verworfen.

2.3.5.2 Funktionen für die Implementierung von 6 symmetrischen QoS-Klassen für Geschäftskundendienste der Kategorie 2

40. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 0 und 7 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit der Best-Effort-Klasse übertragen und an der A10-NSP mit dem p-Bit-Wert 0 im S-Tag übergeben.
41. Verkehre, die an der U-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 1, 2, 3, 4, 5 und 6 im C-Tag empfangen wurden, werden im Upstream mit den vereinbarten SLA übertragen und an der A10-NSP mit den in
42. Tabelle 4 dargestellten p-Bit-Werten im S-Tag übergeben.

C-Tag an U-SSt.	S-Tag an A10-NSP
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	5
7	0

Tabelle 6: p-Bit-Markierung im Upstream bei 6 symmetrischen QoS-Klassen

43. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den definierten p-Bit-Werten 0, 1, 2, 3, 4 und 5 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream mit den vereinbarten SLA der jeweiligen Verkehrsklasse übertragen.
44. Verkehre, die an der A10-NSP-Schnittstelle mit den p-Bit-Werten 6 und 7 im S-Tag empfangen wurden, werden im Downstream verworfen.

2.3.6 Eigenschaften für Multicast-Anwendungen⁷

45. Für Endkundenanschlüsse ohne IPTV muss der Empfang von Multicast und der Zugriff auf das multicast-fähige C-VLAN vollständig verhindert werden.
46. Der Zugangsnetzbetreiber muss in dem Multicast-VLAN eine IGMP-Signalisierung gem. RFC 3376 (IGMPv3) implementieren. Alternativ kann nach bilateraler Absprache auch die Signalisierung gemäß RFC 2236 (IGMPv2) bereitgestellt werden. In einem Multicast-VLAN können nicht beide Versionen simultan verwendet werden.
47. Die Multicast-IP-Adressbereiche werden bilateral zwischen Diensteanbieter und Zugangsnetzbetreiber abgestimmt.
48. Innerhalb des multicast-fähigen VLANs wird sichergestellt, dass ein logischer Endkundenport nicht als Querier auftreten kann.
49. Als Minimalanforderung wird die Multicastverteilung zwischen A10-NSP und U-Schnittstelle auf Basis eines Layer 2-Forwarding realisiert. Hierbei wird ausschließlich die MAC-Zieladresse des Frames für die Forwarding-Entscheidung verwendet. In diesem Fall müssen die IP-Multicast-Gruppenadressen vom Diensteanbieter eindeutig auf eine MAC-Adresse abgebildet werden (ASM). SSM ist hier nicht möglich.
50. Um SSM und eine höhere Flexibilität bei der Wahl der Multicast-IP-Adressen zu ermöglichen wird darüber hinaus L3-Forwarding als optionale Implementierung angesehen.

⁷ Die hier definierten Multicast-Anforderungen gelten nur bei einer Implementierung mit IPv4. Multicast mit IPv6 wird hier nicht betrachtet, siehe Kapitel 7.4.

51. Im Netz des Zugangsnetzbetreibers ist eine IGMP-Proxy-Funktion implementiert, so dass IGMP-Nachrichten nur dann über die A10-NSP übertragen werden, wenn es tatsächlich erforderlich ist. Der Proxy sollte transparent sein und sollte selbst keine IGMP-Query-Nachrichten generieren ("IGMP Snooping mit Proxy Reporting").
 - a. Funktionale Beschreibung zum transparenten Proxy: Ein transparenter Proxy arbeitet nur im Downstream transparent. Im Upstream arbeitet er als „echter“ Proxy und aggregiert IGMP-Membership-Reports.
 - b. Ist ein transparenter Proxy nicht umsetzbar oder erzeugt dieser selbst Querier-Nachrichten, dann ist eine in Absprache zwischen Diensteanbieter und Zugangsnetzbetreiber zu benennende IP-Adresse für den Proxy zu verwenden. Diese Adresse ist dann von allen Proxies in der Vorleistung zu verwenden (siehe auch Anhang Kapitel 7.2).

2.3.7 Verkehrsübergabe an der A10-NSP

2.3.7.1 Generelle Eigenschaften

1. Im Downstream übergibt der Diensteanbieter seine Verkehre, gemäß der vom Zugangsnetzbetreiber für die entsprechende Verkehrsklasse zu erfüllenden SLA, mit den entsprechenden p-Bits im S-Tag.
2. Im Upstream übergibt der Zugangsnetzbetreiber die Verkehre des Diensteanbieters gemäß der Verkehrsklasse mit den entsprechenden p-Bits im S-Tag. Hierbei wird bei Privatkunden und nur zwischen Voice sowie Best Effort unterschieden.
3. Da der Zugangsnetzbetreiber die Verkehre im Upstream mit den ursprünglichen, an der U-Schnittstelle empfangenen p-Bits im C-Tag übergibt, kann der Diensteanbieter die in einer Klasse zusammengeführten Verkehre in seiner Plattform bei Bedarf wieder auf mehrere Verkehrsklassen aufteilen.

Mit dieser Form der Verkehrsübergabe kann auf ein individuelles p-Bit-Mapping an der A10-NSP-Schnittstelle vollständig verzichtet werden. Jeder NSP, egal ob in der Rolle des Zugangsnetzbetreibers oder in der Rolle des Diensteanbieters, muss somit nur das Mapping seiner netzinternen Verkehrsklassen auf die an der A10-NSP definierten p-Bits im S-Tag unterstützen.

2.3.7.2 Redundante Anbindung bei Geschäftskundendiensten

Für die Anbindung des Zugangsnetzes an das Netz des Diensteanbieters sind drei Varianten vorgesehen, die für die Realisierung der SLAs für GK-Vorleistungsprodukte in Betracht kommen. Welche der Anbindungsvarianten gewählt wird, müssen Diensteanbieter und Netzbetreiber vor der Zusammenschaltung gemeinsam abstimmen.

Nachfolgend werden die Anbindungsvarianten beschrieben.

2.3.7.3 Einfache Anbindung

Bei der einfachen Anbindung werden der L2-Switch des Serviceanbieters und der L2-Switch des Netzbetreibers über eine Verbindung zusammen geschaltet (vgl. Abbildung 11). Hierbei handelt es sich um eine nichtredundante Anbindung. Diese Variante sollte bei Geschäftskundendiensten keine Anwendung finden und sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

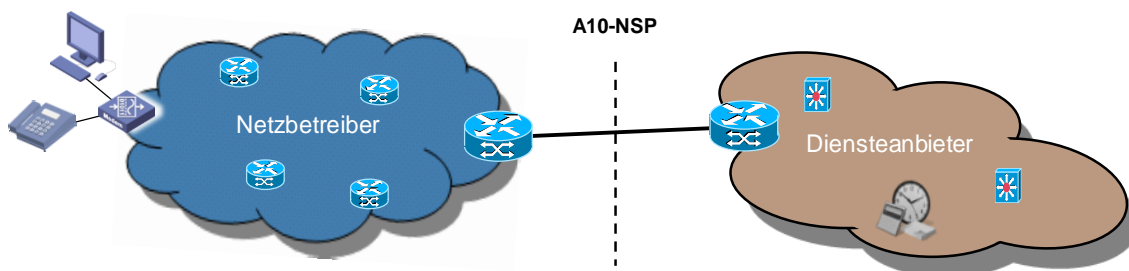


Abbildung 11: Einfache Anbindung

2.3.7.3.1 Linkredundante Anbindung

Bei der linkredundanten Anbindung werden der L2-Switch des Serviceanbieters und der L2-Switch des Netzbetreibers über zwei Übertragungswege miteinander verbunden (vgl. Abbildung 12). Die Übertragungswege werden in einer Link Aggregation Group („Single Chassis LAG“) gemäß IEEE 802.1AX zusammengefasst, so dass im Falle des Ausfalls eines Übertragungsweges der jeweils andere Link automatisch die bestehenden Verbindungen übernimmt. Im Fall von Single Chassis LAG können die Übertragungswege auch im Load Sharing betrieben werden. Idealerweise werden die zwei Übertragungswege zwischen den L2-Switchen physikalisch und geographisch getrennt geführt.

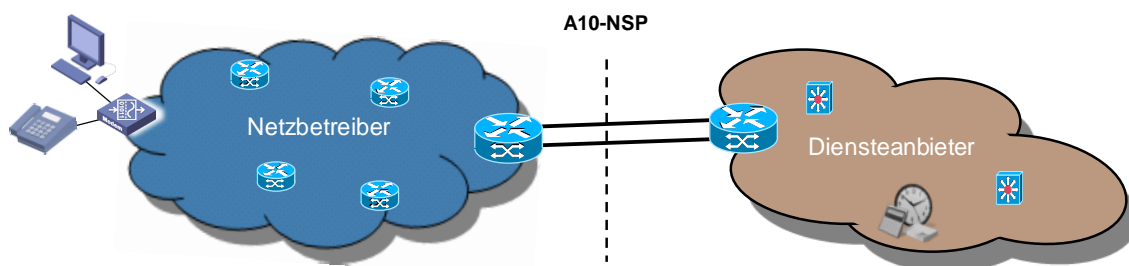


Abbildung 12: Linkredundante Anbindung

2.3.7.3.2 Knotenredundante Anbindung

Bei der knotenredundanten Anbindung verfügt der Netzbetreiber über zwei unabhängig voneinander arbeitenden L2-Switche, die idealerweise an geographisch getrennten Orten betrieben werden. Die Switche werden über getrennt geführte Übertragungswege mit dem Netz des Diensteanbieters verbunden. Hierbei sind wiederum zwei Varianten

ten zu unterscheiden. Der Serviceprovider seinerseits verfügt über einen L2-Switch oder ebenfalls über zwei L2-Switche.

Bei der Variante von nur einem L2-Switch auf der Seite des Diensteanbieters (vgl. Abbildung 13) betreibt dieser entweder Link Aggregation Group als Single Chassis LAG, wohingegen der Netzbetreiber seine L2-Switche als Multi Chassis LAG betreibt. Da MC-LAG nicht standardisiert ist wird empfohlen, die redundante Anbindung mit Ethernet-OAM zu überwachen und auf beiden Seiten Ethernet Protection Switching Standard gemäß ITU-T G.8031 / G.8032 zu vereinbaren.

Im Fall von jeweils zwei L2-Switchen auf beiden Seiten betreiben Diensteanbieter und Netzbetreiber eine redundante Ethernet Kopplung (vgl. Abbildung 14). Diese Variante setzt jedoch voraus, dass die L2-Switche auf beiden Seiten Ethernet Ring Protection Switching Standard gemäß ITU-T G.8032 unterstützen.

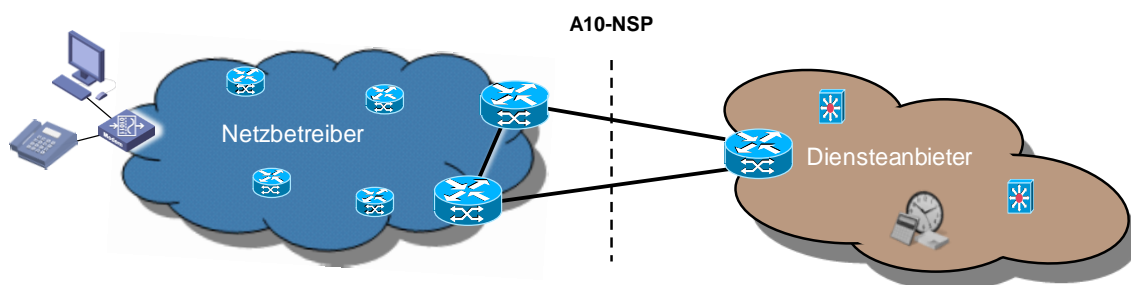


Abbildung 13: Knotenredundante Anbindung mit einem Switch beim Diensteanbieter

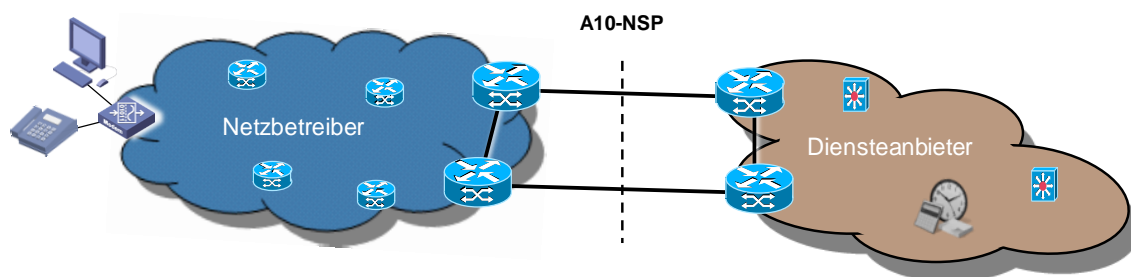


Abbildung 14: Knotenredundante Anbindung mit jeweils zwei Switchen

3 Qualitätsklassen und Dienstparameter

Um alle wesentlichen Services des Diensteanbieters abdecken zu können, werden im Privatkundenbereich jeweils vier Qualitätsklassen im Downstream und zwei Qualitätsklassen im Upstream festgelegt. Im Bereich der Geschäftskundenprodukte der Kategorie 1 und 2 werden vier, idealerweise sechs Qualitätsklassen im Downstream und im Upstream festgelegt. Dabei sind für die definierten Verkehrsklassen die festgelegten Qualitätsparameter zu erfüllen.

Im Hinblick auf zukünftige Dienste können in bilateraler Absprache weitere Klassen vereinbart werden. In diesem Fall sind zudem an anderer Stelle getroffene Festlegungen anzupassen, z.B. das P-Bit-Mapping an der U-Schnittstelle (vgl. Kapitel 0).

Basierend auf dem IEEE Std. 802.1Q, 2009 Edition, Annex G, sind im Transport die Verkehrsklassen Voice, Video, Critical Application und Best Effort vorgesehen. Dabei kann die Bezeichnung beim jeweiligen Partner variieren. Typische Qualitätsparameter für eine Verkehrsklasse sind

- a. Availability
- b. Frame Delay
- c. Frame Delay Variation (Jitter) und
- d. Frame Loss Ratio.

Darüber hinaus werden Qualitätsparameter zur Umsetzung der Multicast-Anforderungen wie IGMP JOIN Delay, IGMP LEAVE Delay und Anzahl der IGMP-Nachrichten pro Sekunde benötigt (s. hierzu Absatz 3.1).

Die konkreten Werte für die genannten Qualitäts- und Performance-Parameter werden in einem SLA zwischen Zugangnetzbetreiber und Diensteanbieter festgelegt.

Zusätzlich sollten sich Diensteanbieter und Zugangnetzbetreiber für die Sicherstellung des Ethernet Switching über die Anzahl der MAC-Adressen und des MAC-Learning Delay innerhalb der Vorleistung abstimmen (s. hierzu Absatz 3.2).

3.1 Multicast-Anforderungen

Multicast-Anforderungen sind grundsätzlich für Privatkunden definiert und für Geschäftskunden nicht vorgesehen. Das schließt jedoch nicht aus, dass nach bilateraler Absprache zwischen Diensteanbieter und Netzbetreiber auch für Geschäftskunden Multicast-Dienste angeboten werden.

Die Implementierung des Multicast hat erhebliche Auswirkung auf die Qualität des IPTV-Service. Zwischen Zugangnetzbetreiber und Diensteanbieter sind konkrete Werte zu nachfolgend definierten Multicast-Eigenschaften festzulegen.

3.1.1 IGMP JOIN Delay

Der IGMP JOIN Delay ist die Zeitdauer vom Empfang eines IGMP JOIN auf der U-Schnittstelle bis zum Anlegen des entsprechenden Multicast-Kanals auf der U-Schnittstelle. Diese Zeitdauer darf einen maximalen Wert nicht überschreiten.

3.1.2 IGMP LEAVE Delay

Der IGMP LEAVE Delay ist die Zeitdauer vom Empfang eines IGMP LEAVE auf der U-Schnittstelle bis zum Entfernen des entsprechenden Multicast-Kanals auf der U-Schnittstelle. Diese Zeitdauer darf einen maximalen Wert nicht überschreiten, um die IPTV-Qualität beim Kanalwechsel sicherzustellen.

3.1.3 Anzahl der IGMP-Nachrichten

Die Anzahl der zugelassenen IGMP-Nachrichten ist wesentlich für die Gesamtqualität des IPTV-Service auf einem Anschluss bzw. in der gesamten Plattform. Daher ist die maximale Anzahl der IGMP-Nachrichten pro Sekunde je Anschluss festzulegen.

3.2 Sicherstellung des Ethernet Switching (MAC)

3.2.1 Anzahl MAC-Adressen

Die Anzahl der akzeptierten MAC-Adressen ist eine wesentliche Skalierbarkeitsgrenze in einer Ethernet-Implementierung. Das Lernen der Source-MAC-Adresse des Endkunden ist jedoch wesentlich, um den Betrieb der Anschlüsse sicherzustellen. Daher ist die Anzahl der zu lernenden MAC-Adressen pro Endkundenanschluss festzulegen.

3.2.2 MAC Learning Delay

MAC-Learning ist eine wesentliche Funktion in der Plattform des Zugangsnetzbetreibers. Dabei ist zu beachten, dass nach Eintreffen eines MAC-Frames von der Endkundenseite auf einem System und dem Weiterleiten bis zum Abschluss des Lernprozesses in einem System, also dem Zeitpunkt, an dem die MAC-Adresse auf allen beteiligten Schnittstellen des Knoten bekannt ist, eine maximale Zeitspanne nicht überschritten werden darf, um den Betrieb sicher stellen zu können.

$$\text{MACLearningDelay} = t_1 - t_0$$

t_0 : Ein vom Endkunden eingetroffener Ethernet-Frame wurde auf dem Upstream Interface gesendet

t_1 : Die Source MAC Adresse des Ethernet-Frames wurde auf allen beteiligten Schnittstellen des Systems gelernt.

4 OAM Mechanismen einer L2-BSA-Vorleistung

Dem Diensteanbieter soll es auf Anfrage ermöglicht werden, einen Endkundenanschluss vom Zugangsnetzbetreiber prüfen zu lassen. Hierzu setzt der Zugangsnetzbetreiber Mechanismen ein, die eine zeitnahe automatisierte Prüfung der Anschlüsse zulassen. Diese Prozesskette ist in einem separaten Dokument beschrieben, welches sich mit der Architektur und der Definition der automatisierten Prüfobjekte ausführlich befasst (siehe [4]).

Die OAM-Mechanismen im Netz des Zugangsnetzbetreibers sind für den Diensteanbieter intransparent bzw. unsichtbar. Eine Signalisierung über die Netzschnittstelle wird nicht erfolgen. Der Diensteanbieter hat keinen Management-Zugriff auf Netzelemente des Zugangsnetzbetreibers.

Für die effiziente Gestaltung des Entstörprozesses müssen entsprechende Maßnahmen festgelegt werden. Sie werden in diesem Dokument nicht behandelt.

Außer ggf. der A10-NSP Ethernet-Linküberwachung (Ethernet Protection Switching Standards gemäß ITU-T G.8031 / G.8032 erfordern Ethernet-OAM) sind darüber hinausgehend keine weiteren OAM-Maßnahmen zwischen Netzbetreiber und Diensteanbieter üblich bzw. vorgesehen,

Kundenendgerät bei einer L2-BSA-Vorleistung

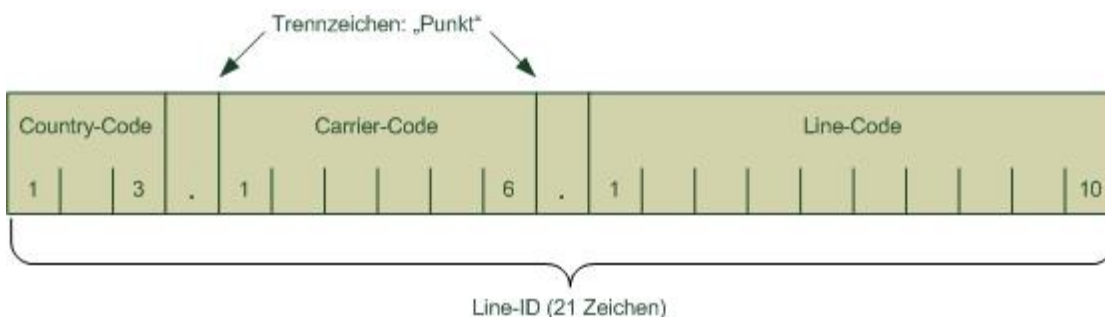
Die Kunden-Endgeräte (CPE) werden prinzipiell vom Diensteanbieter bereitgestellt. Der Kundenservice einschließlich Endgerätemontage liegt in der Verantwortung des jeweiligen Diensteanbieters für seinen Endkunden. Daher sind OAM-Funktionen zwischen Diensteanbieter und Endkunde relevant. Der Diensteanbieter hat die Möglichkeit, sein Endgerät über standardisierte Protokolle (z.B. TR-69) einzurichten und zu verwalten.

5 Line-ID

Die Line-ID ist eine Kennung, die den jeweiligen Endkundenanschluss eindeutig beschreibt. Sie wird vom Zugangsnetzbetreiber des Endkundenanschlusses vergeben und dem Diensteanbieter mitgeteilt. Die Line-ID bleibt unabhängig von etwaigen Umbaumaßnahmen im Zugangsnetz während der Betriebszeit des Endkundenanschlusses unverändert. Die Line-ID kann bis zu 21 Zeichen umfassen und setzt sich aus den 3 Teilen Country-Code, Carrier-Code und Line-Code zusammen. Hierbei wird der dritte Teil „Line-Code“ vom Zugangsnetzbetreiber festgelegt.

Zur Identifizierung des Datenverkehrs wird bei Privatkundenprodukten und bei Geschäftskundenprodukten der Kategorie 1 die jeweilige Line-ID durch den Zugangsnetzbetreiber gesetzt. Dazu wird das Feld der Remote-ID durch den PPPoE Intermediate Agent bzw. durch den DHCP Relay Agent Option 82⁸ geschrieben. Bei Geschäftskundenprodukten der Kategorie 2 wird die Line-ID vom Zugangsnetzbetreiber gebildet, da sie für die Geschäftsprozesse benötigt wird. Sie wird aber nicht in die Paketheader eingefügt, da dort der entsprechende Endkundenverkehr bereits anhand des eindeutigen S-VLAN identifiziert werden kann.

Die Line-ID ist im Dokument „Struktur_und_Semantik_der_LineID.pdf“ der S/PRI-Schnittstelle detailliert beschrieben (vgl. ^[7]).



⁸ DHCP Relay Option 82 ist eine Funktion für IP-Version 4 (IPv4). Für Dienste basierend auf IP Version 6 (IPv6) sind andere Mechanismen zum Setzen der Line-ID zu implementieren, siehe Abschnitt 7.4. Die Syntax der Line-ID ist davon allerdings unberührt..

6 Sicherheitsfunktionen

Die nachfolgend aufgeführten Funktionen zum Schutz vor Missbrauch durch Dritte und zum Schutz der Produktionsplattform des Diensteanbieters sind im Rahmen einer L2-BSA-Vorleistung im Netz des Zugangsnetzbetreibers pro Endkundenanschluss (U-Schnittstelle) erforderlich. Der Umfang der erforderlichen Funktionen ist abhängig vom gewählten Netzmodell und vom vorgesehenen Produkt (Privatkundenkundenprodukt oder Geschäftskundenprodukt der Kategorie 1 oder 2, vgl. Tabelle 1).

Insbesondere bei IPoE und N:1 VLAN-Aggregation (siehe Kapitel 2.3.1) sind auch bei L2-BSA Sicherheitsfunktionen auf Layer 3 relevant, so dass sich auch Abhängigkeiten von der geplanten IP-Version (IPv4/IPv6) ergeben. Um die Komplexität zu verringern ist es üblich, in N:1-Umgebungen mit PPPoE zu arbeiten, da der PPPoE-Tunnel zwischen Endgerät und Breitband-Server etliche der aufgeführten Sicherheitsfeatures entbehrlich macht. Für Multicast wird hingegen meist IPoE implementiert. Vorherrschend sind hier heute Implementierungen von IPv4-Multicast, während IPv6-Multicast eine untergeordnete Rolle spielt. Da für die die GK-Produkte der Kategorie 1 kein Multicast vorgesehen ist, entfallen für diese Produkte alle entsprechenden Funktionen. GK-Produkte der Kategorie 2 werden immer mit 1:1 VLAN realisiert und sind daher weitgehend transparent in Bezug auf die höheren Netzwerkschichten.

Umfang und Parameter sowie ein ggf. notwendiger Zeitplan zur Implementierung der erforderlichen Sicherheitsfunktionen werden vor erstmaliger Zusammenschaltung zwischen Zugangsnetzbetreiber und Diensteanbieter festgelegt.

6.1 Sicherheitsfunktionen in der Übersicht

	Sicherheitsfunktion	Implementierung der Funktion	PK ¹⁾	GK1 ²⁾	GK2 ³⁾
IPv4 Unicast und Multicast	Dynamic ARP Inspection	pro Anschluss	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Anti IPv4-Spoofing	pro Anschluss	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Rate Limit DHCP	je Frametyp pro Anschluss, alternativ gemeinsames Rate-Limit über alle Frametypen oder Gruppen von Frametypen	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Rate Limit ARP		ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Rate Limit IGMP		ja ⁴⁾	nein	nein
IPv6 Unicast	Dynamic "IPv6 neighbour solicitation/advertisement" inspection	pro Anschluss	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	DHCPv6 snooping	pro Anschluss	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Neighbour Unreachability Detection (NUD) filtering	pro Anschluss	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Router Advertisement (RA) filtering	pro Anschluss	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Duplicate Address Detection (DAD) snooping and filtering	pro Anschluss	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Anti-IPv6-Spoofing	pro Anschluss	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Rate Limit DHCPv6	je Frametyp pro Anschluss, alternativ gemeinsames Rate-Limit über alle Frametypen oder Gruppen von Frametypen	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
	Rate Limit ICMP Neighbor Discovery (ND)		ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	nein
not IP related	Rate Limit PPPoE Control	je Frametyp pro Anschluss, alternativ gemeinsames Rate-Limit über alle Frametypen oder Gruppen von Frametypen	ja ⁵⁾	ja ⁵⁾	nein
	Rate Limit Layer-2 Broadcast		ja	ja	nein
	MAC Anti-Spoofing	pro N:1 Instanz bzw. Broadcast Domäne	ja	ja	nein

1) PK = Privatkunden

2) GK1 = Geschäftskunden der Kategorie 1

3) GK2 = Geschäftskunden der Kategorie 2

4) nur relevant für IPoE bei N:1 VLAN, nicht für 1:1 VLAN und nicht für PPPoE

5) für PPPoE

Tabelle 7: Sicherheitsfunktionen

6.2 Darstellung der Sicherheitsfunktionen

Dieses Unterkapitel gibt Erläuterungen zu den Sicherheitsfunktionen aus Tabelle 7

Dynamic ARP Inspection (DAI):

Mit DAI soll die Manipulation der ARP-Tabelle in der IPoE Service Creation verhindert werden. Dies wird sichergestellt, indem am Access-Node die vom Endkunden eintreffenden ARP-Pakete auf Konformität bezüglich Header und IP-MAC-Zuordnung überprüft werden. Wie für Anti-IP-Spoofing dienen auch bei DAI die Einträge in der DHCP Binding Table als Basis für die Konformitätsprüfung.

Anti-IPv4-Spoofing:

Durch Anti-IPv4-Spoofing soll bei IPoE-Services das Versenden von Paketen mit falschen IP-Source-Adressen verhindert werden. Es wird sichergestellt, dass Pakete mit der korrekten Kombination aus IP- und MAC-Adresse in Richtung Upstream geforwardet werden.

Rate limits:

Für bestimmte Frames/Pakete wie Broadcast, DHCP, IGMP und ARP ist die Rate zu begrenzen. Eine Unterscheidung von verschiedenen Frametypen ist vorzusehen. Typische Werte sind 5 – 10 Frames bzw. Pakete pro Sekunde. Sofern die Begrenzung der einzelnen Frametypen nicht möglich ist, kann auch ein gemeinsamer Rate-Limiter für alle Frametypen verwendet werden. In diesem Fall sind ggf. abweichende (erhöhte) Werte für den Summen-Limiter bilateral zu vereinbaren.

DHCPv6 snooping [RFC3315]

DHCPv6 Pakete müssen verworfen werden, wenn diese zwischen Client /Host Systemen ausgetauscht werden sollen. So wird verhindert, dass ein falscher DHCPv6 Server Informationen ins Netzwerk geben kann. (zitiert nach [11])

Router Advertisement (RA) filtering [RFC4862, RFC5006]

Nur Router dürfen RA schicken. Daher müssen auf Client Ports eines Switches eingehende RA verworfen werden. (zitiert nach [11])

Dynamic "IPv6 neighbour solicitation/advertisement" inspection [RFC4861]

Es muss eine Überprüfung der IPv6 Neighbour Solicitation/Advertisements geben, vergleichbar mit der IPv4 "Dynamic ARP Inspection". Die Tabelle mit den MAC Adressen muss dynamisch aus SLAAC oder DHCPv6 Meldungen generiert werden. (zitiert nach [11])

Neighbour Unreachability Detection [NUD, RFC4861] filtering

NUD Meldungen müssen gefiltert werden können, um gefälschte NUD Meldungen zu verwerfen. (zitiert nach [11])

Duplicate Address Detection [DAD, RFC4429] snooping and filtering

Nur autorisierte Adressen dürfen als IPv6 Source Adresse in DAD Meldungen von einzelnen Ports verwendet werden. (zitiert nach [11])

Anti-IPv6-Spoofing:

Durch Anti-IPv6-Spoofing soll bei IPoE-Services das Versenden von Paketen mit falschen IP-Source-Adressen verhindert werden. Es wird sichergestellt, dass Pakete mit der korrekten Kombination aus IP- und MAC-Adresse in Richtung Upstream geforwardet werden. Bei IPv6 werden dem Kundenendgerät typischerweise mehrere Subnetze überlassen (z.B. ein Subnetz als Koppelnetz über IPv6 Router Advertisement plus ein Subnetz über DHCPv6 zur Verwendung im LAN). Daher muss zur Implementierung des Anti-IPv6-Spoofing geprüft werden, ob die verwendete Source-IP aus einem dieser Subnetze stammt.

MAC Anti-Spoofing:

Mit MAC Anti-Spoofing sollen doppelte MAC-Adressen in der Plattform verhindert bzw. das Auftreten von doppelten MAC-Adressen erkennbar gemacht werden. Im Netz des Zugangsnetzbetreibers ist innerhalb der N:1 Instanzen, die MAC-basiertes Forwarding nutzen, MAC Anti-Spoofing zu verwenden. Dabei darf MAC Anti-Spoofing, nur innerhalb einer N:1 Instanz wirken. Dadurch wird sichergestellt, dass Endkunden in unterschiedlichen N:1 Instanzen grundsätzlich mit gleichen MAC-Adressen arbeiten können, ohne dass das zu einer Servicebeeinträchtigung der Endkundenverkehre im Netz des Zugangsnetzbetreibers führt.

Referenzen

- [1] BNetzA: NGA-Forum Grundsatzdokument – Technische und operationelle Aspekte des Zugangs zu Glasfasernetzen und anderen NGA-Netzen, Bundesnetzagentur, Bonn, Mai 2011
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/NGAForum/12teSitzung/NGAForum20110506_AG_InteropGrundsatzdokument.pdf)

- [2] BNetzA: NGA-Forum - Leistungsbeschreibung eines Ebene 2-Zugangsprodukts - L2-BSA I - Rahmendokument, V1.0, Bonn, 2011
(http://www.bundesnetzagentur.de/cin_1932/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/NGAForum/Arbeitsergebnisse/L2_BSA_I_Rahmendokument_V10.html#download=1)

- [3] BNetzA: NGA-Forum - Leistungsbeschreibung eines Ebene 2-Zugangsprodukts - L2-BSA III - Beschreibung Geschäftsprozesse und Geschäftsfälle, V1.0, Bonn, 2011
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/NGAForum/Arbeitsergebnisse/L2_BSA_III_Geschaeftsprozesse_V10.pdf?__blob=publicationFile)

- [4] BNetzA: NGA-Forum - Leistungsbeschreibung eines Ebene 2-Zugangsprodukts - L2-BSA IV - Beschreibung Diagnoseschnittstelle (DIAGSS), V0.9, Bonn, 2011
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/NGAForum/Arbeitsergebnisse/L2_BSA_IV_Diagnoseschnittstelle_V09.pdf?__blob=publicationFile)

- [5] AK S/PRI: Technische Schnittstellenbeschreibung der Web Services der Supplier/Partner Requisition Interface – Schnittstelle (S/PRI), V2.0, 29.07.2011
(info@ak-spri.de)
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/NGAForum/Arbeitsergebnisse/AK_SPRI_SPRI_SST_V20.pdf?__blob=publicationFile)

- [6] AK S/SPRI: Allgemeine und technische Anforderungen an das Replikat, V1.0, 09.03.2010
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/NGAForum/Arbeitsergebnisse/AK_SPRI_Replikat_V12.pdf?__blob=publicationFile)

- [7] AK S/PRI: Struktur und Semantik der Line-ID, V1.01, 06.10.2010
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/NGAForum/Arbeitsergebnisse/AK_SPRI_LineID_V101.pdf?__blob=publicationFile)

- te/Telekommunikation/Regulierung/NGAForum/Arbeitsergebnisse/AK_SPRI_Line ID_V10.pdf?__blob=publicationFile)
- [8] DSL Forum: Migration to Ethernet-Based DSL Aggregation, Architecture and Transport Working Group, Technical Report TR-101, April 2006
 - [9] Broadband Forum: Using GPON Access in the context of TR-101, Technical Report TR-156, Issue: 1, December 2008
 - [10] Deutsche Telekom: Technical Specification of the Broadband-Access-Interfaces in the network of Deutsche Telekom - 1 TR 112, V12.2, 02.2014 (<http://hilfe.telekom.de/dlp/eki/downloads/1/1TR112.zip>)
 - [11] Deutscher IPv6 Rat: Anforderungen an IPv6 ICT Ausrüstung, Übersetzung des Dokumentes ripe-501, November 2010 (<https://ipv6council.de/fileadmin/documents/ripe-501-de-v4.pdf>)
 - [12] Broadband Forum: IPv6 in the context of TR-101, Technical Report TR-177, Issue: 1, November 2010 (<http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-177.pdf>)
 - [13] IETF: The Line Identification Destination Option, draft-ietf-6man-lineid, June 4, 2012 (<http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-6man-lineid-05>)
 - [14] MEF 6.1: Ethernet Services Definitions - Phase 2, April 2008 (http://metroethernetforum.org/PDF_Documents/technical-specifications/MEF6-1.pdf)
 - [15] MEF 30, Service OAM Fault Management Implementation Agreement, Januar 2011 (http://metroethernetforum.org/PDF_Documents/technical-specifications/MEF_30.pdf)
 - [16] MEF23.1: Carrier Ethernet Class of Service – Phase 2, Implementation Agreement, Januar 2012 (http://metroethernetforum.org/PDF_Documents/technical-specifications/MEF_23.1.pdf)
 - [17] MEF26.1: External Network Network Interface (ENNI) –Phase 2, Januar 2012 (http://metroethernetforum.org/PDF_Documents/technical-specifications/MEF_26.1.pdf)
 - [18] MR 229: Leveraging Standards for Next Generation Wholesale Access, Issue 1, December 2010 (<http://www.broadband-forum.org/marketing/download/mktgdocs/MR-229.pdf>)

Verzeichnis der Abkürzungen und Kurzschreibweisen

1P	Single-Play
2P	Double-Play
3P	Triple-Play
ARP	Address Resolution Protocol
ASM	Any Source Multicast
BRAS	Broadband Remote Access Server
BSA	Bitstream Access
CPE	Customer Premises Equipment
CuDa	Kupferdoppelader
C-VLAN	Customer VLAN
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
ETH	Ethernet
FTTB	Fiber to the Building
FTTC	Fiber to the Curb
FTTH	Fiber to the Home
Gf	Glasfaser
GPON	Gigabit Passive Optical Network
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IGMP	Internet Group Management Protocol
IP	Internet Protocol
IPoE	IP over Ethernet
IPTV	IP-Television

KVz	Kabelverzweiger
LACP	Link Aggregation Control Protocol
LAG	Link Aggregation
MAC	Media Access Control
NGA	Next Generation Access
NID	Network Interface Device
OAM	Operations, Administration, and Maintenance
OLT	Optical Line Termination
ONT	Optical Network Terminal
OTH	Optical Transport Hierarchy
PPPoE	Point-to-Point Protocol over Ethernet
RG	Residential Gateway
SC	Service Creation
SLA	Service Level Agreement
SP	Service Provider
S-VLAN	Stacked VLAN
STB	Set Top Box
TCP	Transport Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
VoD	Video on Demand

7 Anhang

7.1 xDSL Betriebsarten

Folgende Betriebsarten für xDSL-basierte Technologien können vom Zugangsnetzbetreiber eingestellt werden:

- Beim sog. Fixed Mode wird die Übertragungsrate auf einen festen Wert (Brutto-Produktbitrate) eingestellt. Die maximal überbrückbare Leitungsdämpfung wird durch diese vorgegebene Rate und die Target Noise Margin bestimmt. Wenn die vorgegebene Rate aufgrund der Leitungsbedingungen (Dämpfung, Störbeleg) nicht unter Einhaltung der Target Noise Margin erreicht werden kann, kommt es nicht zu einer erfolgreichen Synchronisation (Show Time).
- Beim Rate Adaptive Mode (RAM) passt sich die Übertragungsrate den aktuellen Leitungsgegebenheiten an. Dazu müssen die maximale und minimale Übertragungsrate jeweils für den Up- und Downstream konfiguriert werden. Die tatsächliche Rate wird vom System so gewählt, dass in jedem Fall die Target Noise Margin erreicht wird. Die maximale Rate stellt sich bei der Synchronisation ein, wenn es der Signal-Rausch-Abstand zulässt. Die Untergrenze wird durch die einstellbare minimale Rate begrenzt. Daher bestimmt dieser Parameter zusammen mit der Target Noise Margin die maximal überbrückbare Leitungsdämpfung.
- Seamless Rate Adaption (SRA): Dieser Mode arbeitet ergänzend zum RAM. Wird während der Show Time eine Unterschreitung einer konfigurierbaren Noise-Margin-Schwelle registriert, erfolgt eine schrittweise Absenkung der Rate in einem vorgegebenen Bereich bis die Noise-Margin-Schwelle wieder überschritten wird. Dieser Vorgang findet ohne Verbindungsabbruch statt (Seamless). Ursache für eine Reduzierung der Noise Margin ist z.B. ein zunehmender Beschaltungsgrad von Kabeln mit DSL-Verbindungen. SRA ist ebenso wirksam bei einer Erhöhung der Noise Margin und bewirkt hierbei eine Erhöhung der Rate.

7.2 Differenzierung zwischen nicht-transparentem und transparentem IGMP-Proxy

Im Netz des Zugangsnetzbetreibers ist eine IGMP-Proxy-Funktion implementiert. Ist der Proxy transparent, generiert er selbst keine IGMP-Query Nachrichten. In diesem Fall spricht man auch von IGMP Snooping mit Proxy Reporting.

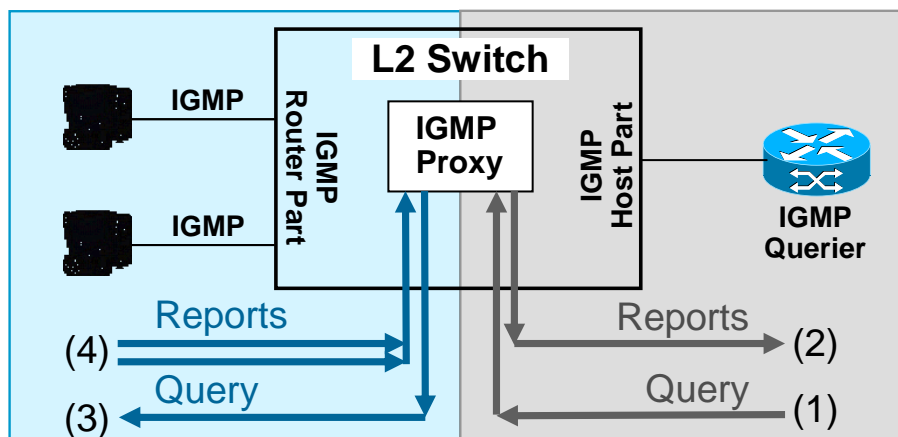


Abbildung 16: Nicht-transparenter IGMP- Proxy

IGMP-Abfragenachrichten werden durch die Abfragefunktion im IGMP Querier initiiert. Der IGMP Proxy prozessiert und beantwortet die Abfrage mit den sogenannten membership reports und leitet die Abfragenachrichten **nicht** direkt zu den Teilnehmern.

Der IGMP Proxy erstellt zuerst seine eigene IGMP Abfrage an die Clients. Die Membership reports der Teilnehmer bilden sich dann in der internen Proxydatenbank ab.

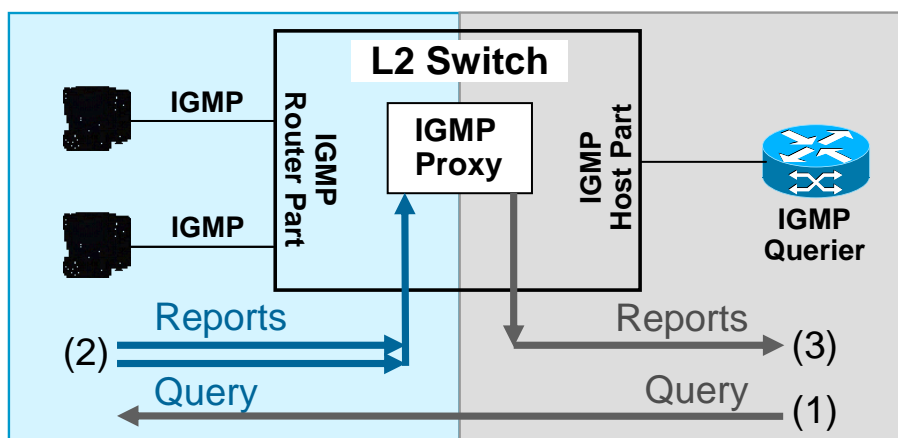


Abbildung 17: Transparenter IGMP-Proxy

IGMP Abfragenachrichten werden durch die Abfragefunktion im IGMP Querier initiiert. Der IGMP Proxy reicht dabei IGMP-Abfragenachrichten direkt zu den Teilnehmern durch. Die dort erzeugten membership reports werden im IGMP-Proxy zusammengeführt und an den IGMP Querier weitergeleitet.

7.3 Multicast Monitoring

Zur Messung der Servicequalität der vom Diensteanbieter übergebenen Multicast-Dienste kann an den Multicast Kopplungspunkten jeweils eine Multicast Probe installiert werden. Die Ausleitung erfolgt durch optische Signalteiler. Der Standort der Multi-

cast Probe und des optischen Splitters ist in Absprache zwischen den Vertragspartnern zu bestimmen. Beide Vertragspartner akzeptieren diese Kopplungspunkte als Referenzpunkte für Qualitätsmessungen des IPTV Multicast-Dienstes. Eine schematische Zeichnung mit der Übergabe von Multicast zeigt die Abbildung 18.

Die Messgeräte liefern kontinuierlich Daten hinsichtlich der "Vollständigkeit" aller anliegenden Multicast-Kanäle. Paketverluste oder Übertragungsfehler, die bereits im Netz des Diensteanbieters auftreten, werden somit registriert und aufgezeichnet. Der Netzbetreiber ist verpflichtet dafür zu sorgen, dass alle korrekt angelieferten Pakete dem jeweiligen Endkunden vollständig übermittelt werden.

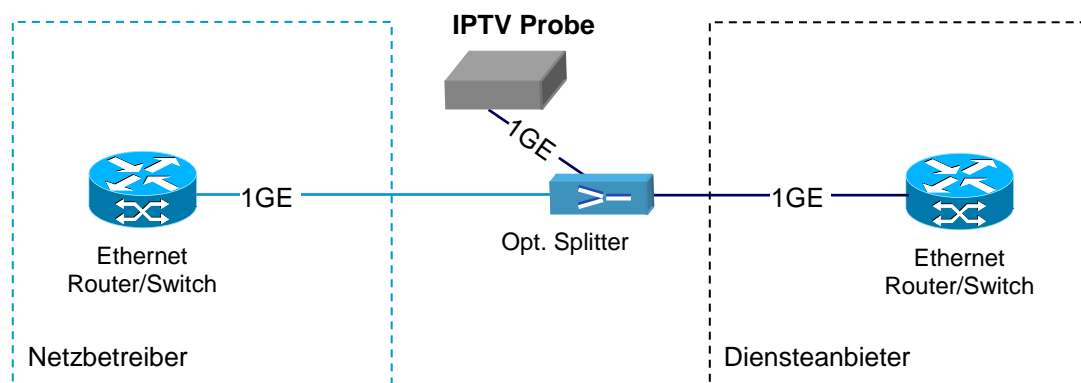


Abbildung 18: Prinzipdarstellung des Multicast Monitoring

7.4 IPV6

Gegenstand der vorliegenden technischen Spezifikation ist Layer 2 Bitstrom (L2-BSA). Das Vorleistungsprodukt sollte dem Diensteanbieter weitgehende Freiheit bei der Dienstgestaltung auf den höheren Netzwerk-Layern geben. Insbesondere sollten sowohl Dienste basierend auf IP Version 4 (IPv4, siehe RFC 791) als auch basierend auf IP Version 6 (IPv6, siehe RFC 2460) realisiert werden können. Das Broadband Forum hat im technischen Report TR-177 wesentliche Implementierungsvorgaben für IPv6-Dienste gemacht [12].

L2-BSA ist nicht in allen Fällen transparent in Bezug auf die IP-Version. Daher sind Absprachen zwischen Diensteanbieter und Zugangsbetreiber in Bezug auf die geplanten IP-Dienste zwingend erforderlich. Die von der IP-Version abhängigen Implementierungsdetails sind nachfolgend dargestellt.

Abhängigkeiten von der IP-Version gibt es in Bezug auf die Line-ID, siehe Kapitel 5. Der dort dargestellte Mechanismus zum Setzen der Line-ID ist nur für IPv4-basierte Dienste gültig, da „DHCP Relay Agent Option 82“ eine IPv4-Funktion ist. Für IPv6-basierte Dienste müssen stattdessen zwei Fälle unterschieden werden:

1. Bei Stateful Address Configuration mittels DHCPv6 muss „DHCPv6 Relay Option 37“ vom Zugangsbetreiber implementiert werden.
2. Bei Stateless Address Auto Configuration (SLAAC) sollte die LineID an die Router Solicitation gekoppelt werden. Dies kann auch gemäß der in draft-ietf-6man-lineid beschriebenen Mechanismen erfolgen. (siehe auch [13]).

In Kapitel 6 wurde bereits dargestellt, dass die Security-Features je nach IP-Version unterschiedlich gestaltet werden müssen. Es spielt vor allem eine Rolle, ob der Dienst für den Endkunden auf PPPoE basiert (dann ist L2-BSA transparent für die geplante IP-Version) oder ob der Dienst mit IPoE und N:1 VLAN umgesetzt werden soll. Im letzteren Fall sind für IPv6-Dienste spezifische Security-Features zu implementieren, wie in Kapitel 6 im Detail ausgeführt ist.

Ein Sonderfall stellen Multicast-Dienste (MCast) dar, bei denen der Zugangsbetreiber die Replikation des MCast und die Verteilung auf die zugeordneten U-Schnittstellen übernimmt. In diesem Fall wird vom Diensteanbieter meist IPoE implementiert. Vorherrschend sind hier heute Implementierungen von IPv4-Multicast, während IPv6-Multicast eine untergeordnete Rolle spielt. In diesem Dokument wird IPv6-Multicast daher nicht näher betrachtet.

7.5 Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter

Im vorliegenden Kapitel sind die zwischen Zugangsbetreiber und Diensteanbieter abzustimmenden Interoperabilitätsparameter aufgeführt. Nicht alle in den nachfolgenden Tabellen aufgeführten Parameter sind Teil einer technischen Spezifikation, daher sind nicht alle Parameter im Hauptteil dieses Dokuments detailliert beschrieben. Auch sind je nach Dienstgestaltung und Architektur des Zugangsnetzes nicht alle Punkte in jedem Fall relevant. Ziel der Tabellen ist es jedoch, den an der Interoperation beteiligten Partnern eine möglichst vollständige Liste von Fragen zur Verfügung zu stellen,

über die bei der technischen Realisierung der Interoperation ein gemeinsames Verständnis hergestellt werden muss. Welche Punkte Teil einer vertraglichen Vereinbarung werden, obliegt den beiden Interoperationspartnern.

Unterabschnitt 7.5.1 gibt zunächst einen Überblick über die in Bezug auf die Netzschnittstelle A10-NSP abzustimmenden Parameter. Hier sind Parameter aufgeführt, die nicht eindeutig einem Endkundendienst zugeordnet sind. Die daran anschließenden Unterabschnitte 7.5.2 bis 7.5.4 führen dann dienstespezifische Parameter auf. Für eine eindeutige Referenz sind die Parameter über die Abschnittsgrenzen hinweg durchnummeriert.

7.5.1 Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter für die A10-NSP

Nr.	Parameter-Name	dargestellt in Kapitel	Wertebereich	Bemerkung
1.	Lokation der A10-NSP	2.2	genaue Adresse + Port auf Verteiler	
2.	Physik. Bandbreite A10-NSP	2.2	1GE / 10GE	
3.	Physikalische Ausprägung A10-NSP	2.2	LC / SC / E2000 / singlemode, multi-mode...	Steckertyp (optisch)
4.	maximale Bandbreite A10-NSP	-		relevant, sofern Bandbreite auf dem Interface aus kommerziellen Gründen limitiert werden soll
5.	bei multiplen A10-NSP: Angabe Redundanzkonzept	2.2	LACP ja/nein	ggf. neben Linkredundanz auch Knotenredundanz möglich?
6.	Störwirksamkeit	-		
7.	maximale Ethernet Framesize auf A10-NSP	2.2	>= 1526	mind. Ethernet (1518) + 2x VLAN (je 4)
8.	auf A10-NSP genutzte S-VLANs	2.2	1-4094	Angabe aller S-VLANs auf der A10-NSP und deren Mapping auf die Services
9.	Verfügbarkeit A10-NSP	-		Verfügbarkeit pro Jahr

Tabelle 8: Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter für die Netzschnittstelle A10-NSP

7.5.2 Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter für Privatkundendienste

Nr.	Parameter-Name	dargestellt in Kapitel	Wertebereich	Bemerkung
10.	Protokoll auf U-Schnittstelle	2.1	VDSL2 / Ethernet	Vectoringfähigkeit der CPE beachten
11.	Bandbreitenprofile pro U-SSt.	2.1		jeweils downstream / upstream
12.	Erwartete mittlere BB-Nutzung pro U-SSt.	-		Peakbandbreite an der A10-NSP zur Hauptverkehrszeit, gemittelt über alle Endkunden. Evtl. separate Angabe pro BB-Profil. Ggf. wichtig für Kapazitätsplanung Zugangsnetz

13.	bei VDSL im Zugangsnetz: DSL Betriebsmodus	2.1	Fixed Mode / RAM / SRA	auch relevant bei Ethernet-Übergabe, sofern VDSL im Zugangsnetz genutzt wird, da davon die realisierbaren Endkundenprodukte abhängen
14.	maximale Ethernet Framesi- ze auf U-SSt.	2.1	>= 1522	mind. Ethernet (1518) + 1x VLAN (4)
15.	auf U-SSt. genutzte VLANs	2.1	1-4094	Angabe bis zu 4 verschiedener VLANs und deren Mapping auf die Services
16.	Pro VLAN: Angabe des verwendeten Netzwerkpro- tokolls	2.1	IPoE / PPPoE	Zitat aus Spezifikation: "In einem C-VLAN kann PPPoE oder IPoE übertragen werden. In Ab- stimmung können auch PPPoE und IPoE im selben C-VLAN übertragen werden"
17.	Default C-VLAN für untag- ged Traffic	2.2	1-4094	nur relevant, wenn untagged traffic auf U-SSt. ins Netz gesendet wird
18.	separate SSt. für Multicast vorgesehen?	2.2	ja / nein	
19.	Multicastzustellung	2.2	statisch / dynamisch	
20.	max. Anzahl U-SSt. pro N:1 Instanz	2.3		
21.	max. Upstreambandbreite auf U-SSt.	2.3		
22.	max. Upstreambandbreite mit p-Bit 5 und 6 auf U-SSt.	2.3		
23.	Mappingtabelle p-Bit C- VLAN auf U-SSt auf p-Bit S- VLAN Zugangsnetz	2.3		bei Verwendung von 2 QoS-Klassen im Up- stream gilt das Mapping 5,6 -> 5, Rest -> 0
24.	IGMP-Version	2.3.1.1	v2 oder v3	
25.	für Multicast genutzte IP- Adressbereiche	2.3.1.1		
26.	Adresse IGMP-Proxy	2.3.1.1		nur relevant bei Implementierung eines "echten" (nichttransparenten) Proxies
27.	Anzahl Multicast-Kanäle und Bandbreite	-		relevant, sofern Info wichtig für Kapazitätspla- nung Zugangsnetzbetreiber. Ggf. regelmäßiges Update notwendig! Info kann weiter detailliert werden: Anzahl SD-Kanäle, Bandbreite pro SD- Kanal, Anzahl HD-Kanäle, BB pro HD, Anzahl Radiosender, BB Radio...
28.	Take-Rate Video on De- mand	-		Prozentsatz der Endkunden, die zur Hauptver- kehrszeit gleichzeitig VoD-Dienste nutzen. Ggf. wichtig für Kapazitätsplanung Zugangsnetz
29.	Bandbreite Video on De- mand	-		BB pro HD-Video, BB pro SD-Video
30.	pro Serviceklasse: max. Delay A10-NSP bis U-SSt.	3		
31.	pro Serviceklasse: max. Jitter A10-NSP bis U-SSt.	3		
32.	pro Serviceklasse: max. Packet Loss A10-NSP bis U- SSt.	3		
33.	pro Serviceklasse: max. Bitfehlerrate A10-NSP bis U- SSt.	-		
34.	pro Serviceklasse: max. Delay A10-NSP bis Access- Node	3		
35.	pro Serviceklasse: max. Jitter A10-NSP bis Access- Node	3		
36.	pro Serviceklasse: max. Packet Loss A10-NSP bis Access-Node	3		
37.	pro Serviceklasse: max. Bitfehlerrate A10-NSP bis Access-Node	-		
38.	max. IGMP Join Delay	3.1.1		
39.	max. IGMP Leave Delay	3.1.2		

40.	max. Anzahl der gleichzeitig anliegenden Multicast-Gruppen pro U-SSt.	-		
41.	max. Rate IGMP-Nachrichten pro U-SSt.	3.1.3		
42.	max. Anzahl MAC-Adressen pro U-SSt.	3.2.1		
43.	max. MAC Learning Delay	3.2.2		
44.	Dynamic ARP Inspection auf U-SSt.	6	ja / nein	
45.	Anti IP-Spoofing auf U-SSt.	6	ja / nein	
46.	Rate Limit PPPoE Control pro U-SSt.	6		
47.	Rate Limit DHCP pro U-SSt.	6		
48.	Rate Limit ARP pro U-SSt.	6		
49.	Rate Limit Layer-2 Broadcast pro U-SSt.	6		
50.	Rate Limit IGMP pro U-SSt.	6		
51.	Rate Limit Summe Kontrollprotokolle	6		relevant, wenn nicht pro Kontrollprotokoll separate Maximalraten eingerichtet werden können
52.	Anti MAC-Spoofing auf U-SSt.	6	ja / nein	Pro N:1 Instanz bzw. Broadcast Domäne
53.	Verfügbarkeit U-SSt.	-		Verfügbarkeit pro Jahr

Tabelle 9: Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter für Privatkundendienste

7.5.3 Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter für Geschäftskundendienste (Kategorie 1 und 2)

Nr.	Parameter-Name	dargestellt in Kapitel	Wertebereich	Bemerkung
54.	Protokoll auf U-Schnittstelle	2.1	VDSL2 / Ethernet	Vectoringfähigkeit der CPE beachten
55.	Bandbreitenprofile pro U-SSt.	2.1		jeweils downstream / upstream
56.	Erwartete mittlere BB-Nutzung pro U-SSt.	-		Peakbandbreite an der A10-NSP zur Hauptverkehrszeit, gemittelt über alle Endkunden. Evtl. separate Angabe pro BB-Profil. Ggf. wichtig für Kapazitätsplanung Zugangsnetz
57.	bei VDSL im Zugangsnetz: DSL Betriebsmodus	2.1	Fixed Mode / RAM / SRA	auch relevant bei Ethernet-Übergabe, sofern VDSL im Zugangsnetz genutzt wird, da davon die realisierbaren Endkundenprodukte abhängen
58.	maximale Ethernet Framesize auf U-SSt.	2.1	>= 1522	mind. Ethernet (1518) + 1x VLAN (4)
59.	auf U-SSt. genutzte VLANs	2.1	1-4094	Angabe bis zu 4 verschiedener VLANs und deren Mapping auf die Services
60.	Pro VLAN: Angabe des verwendeten Netzwerkprotokolls	2.1	IPoE / PPPoE	Zitat aus Spezifikation: "In einem C-VLAN kann PPPoE oder IPoE übertragen werden. In Abstimmung können auch PPPoE und IPoE im selben C-VLAN übertragen werden"
61.	Default C-VLAN für untagged Traffic	2.2	1-4094	nur relevant, wenn untagged traffic auf U-SSt. ins Netz gesendet wird
62.	max. Anzahl U-SSt. pro N:1 Instanz	2.3		(gilt nicht für GK Kategorie 2)
63.	max. Upstreambandbreite auf U-SSt.	2.3		

64.	max. Upstreambandbreite mit p-Bit 5 und 6 auf U-SSt.	2.3		
65.	Mappingtabelle p-Bit C-VLAN auf U-SSt auf p-Bit S-VLAN Zugangsnetz	2.3		bei Verwendung von 2 QoS-Klassen im Upstream gilt das Mapping 5,6 -> 5, Rest -> 0
66.	pro Serviceklasse: max. Delay A10-NSP bis U-SSt.	3		
67.	pro Serviceklasse: max. Jitter A10-NSP bis U-SSt.	3		
68.	pro Serviceklasse: max. Packet Loss A10-NSP bis U-SSt.	3		
69.	pro Serviceklasse: max. Bitfehlerrate A10-NSP bis U-SSt.	-		
70.	pro Serviceklasse: max. Delay A10-NSP bis Access-Node	3		
71.	pro Serviceklasse: max. Jitter A10-NSP bis Access-Node	3		
72.	pro Serviceklasse: max. Packet Loss A10-NSP bis Access-Node	3		
73.	pro Serviceklasse: max. Bitfehlerrate A10-NSP bis Access-Node	-		

Tabelle 10: Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter für Geschäftskundendienste (Kategorie 1)

7.5.4 Zusammenfassung der potenziell abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter für Geschäftskundendienste (Kategorie 2, MEF EVPL)

Nr.	Parameter-Name	Referenz	Wertebe- reich	Bemerkung
74.	Speed UNI	MEF6/1		10 Mbps, 100 Mbps, 10/100 Mbps Auto-negotiation, 10/100/1000 Mbps Auto-negotiation, 1 Gbps, or 10 Gbps
75.	Mode Full Duplex	MEF6/1		
76.	MAC Layer IEEE 802.3-2005	MEF6/1		
77.	UNI MTU Size	MEF6/1	>=1526	
78.				
79.	Bundling	MEF6/1		mehrere VLANs werden zu einer Ethernet Virtual Virtual Connection bzw. Operator Virtual Connection zusammengefasst
80.	Maximum number of EVCs	MEF6/1		
81.	Ingress Bandwidth Profile Per EVC (für jede Bandbreite erforderlich!)	MEF6/1 MEF26/1 R109		Committed Information Rate (CIR) in bps Excess Information Rate (EIR) in bytes Excess Information Rate (EIR) in bps Excess Burst Size (EBS) in byte Coupling Flag (CF) has value 0 or 1 Color Mode (CM) "color-blind" or "color-aware" Wenn keine EIR unterstützt wird, so genügt die Angabe von Committed Information Rate (CIR) in bps Excess Information Rate (EIR) in bytes

82.	Egress Bandwidth Profile Per EVC (für jede Bandbreite erforderlich!)	MEF6/1 MEF26/1 R111		Committed Information Rate (<i>CIR</i>) in bps Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bytes Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bps Excess Burst Size (<i>EBS</i>) in byte Coupling Flag (<i>CF</i>) has value 0 or 1 Color Mode (<i>CM</i>) "color-blind" or "color-aware" Wenn keine EIR unterstützt wird, so genügt die Angabe von Committed Information Rate (<i>CIR</i>) in bps Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bytes
83.	Ingress Bandwidth Profile Per CoS ID (für jede Bandbreite erforderlich!)	MEF6/1 MEF26/1 R110		Committed Information Rate (<i>CIR</i>) in bps Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bytes Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bps Excess Burst Size (<i>EBS</i>) in byte Coupling Flag (<i>CF</i>) has value 0 or 1 Color Mode (<i>CM</i>) "color-blind" or "color-aware" Wenn keine EIR unterstützt wird, so genügt die Angabe von Committed Information Rate (<i>CIR</i>) in bps Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bytes
84.	Egress Bandwidth Profile Per CoS ID (für jede Bandbreite erforderlich!)	MEF6/1 MEF26/1 R112		Committed Information Rate (<i>CIR</i>) in bps Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bytes Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bps Excess Burst Size (<i>EBS</i>) in byte Coupling Flag (<i>CF</i>) has value 0 or 1 Color Mode (<i>CM</i>) "color-blind" or "color-aware" Wenn keine EIR unterstützt wird, so genügt die Angabe von Committed Information Rate (<i>CIR</i>) in bps Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bytes
85.	OVC MTU size (sollte >2000 byte sein)	MEF6/1 MEF26/1 R39	>=1526	
86.	CE-VLAN ID Transparenz	MEF6/1 MEF 26/1 R42		
87.	CE-VLAN CoS Transparenz	MEF6/1 MEF 26/1 R45		
88.	S-VLAN Transparenz	MEF 26/1 R46		
89.	S-VLAN CoS Transparenz	MEF 26/1 R49		
90.	Unicast Service Frame Transparenz	MEF6/1 MEF 26/1 R72		
91.	Multicast Service Frame Transparenz	MEF6/1 MEF 26/1 R74		
92.	Broadcast Service Frame Transparenz	MEF6/1 MEF 26/1 R76		

93.	Layer 2 Control Protokoll Transport 01-80-C2-00-00-00 bis 01-80-C2-00-00-0F 01-80-C2-00-00-20 bis 01-80-C2-00-00-2F 01-80-C2-00-00-10	MEF6/1 MEF 26/1 R78		
94.	Verwendung default MEG Level 2 für Zugangsnetzbetreiber (bei Bedarf)	MEF 30 [ITU-T Y.1731 IEEE 802.1ag		
95.	MAC Learning ja/nein			
96.	Anzahl der MAC Adressen pro UNI, wenn MAC Learning nicht abschaltbar			
97.	ENNI MTU> 1526 byte (sollte 2000 byte sein!)	MEF26/1 R14 MEF26/1 R124		
98.	ENNI:Maximale Anzahl der Operator virtual Channel (OVC) am ENNI.			Anzahl der logischen Verbindungen an einem ENNI
99.	ENNI Bandbreiten Profil	MEF 26/1 R113- R116		Committed Information Rate (<i>CIR</i>) in bps Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bytes Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bps Excess Burst Size (<i>EBS</i>) in byte Coupling Flag (<i>CF</i>) has value 0 or 1 Color Mode (<i>CM</i>) "color-blind" or "color-aware" Wenn keine EIR unterstützt wird, so genügt die Angabe von Committed Information Rate (<i>CIR</i>) in bps Excess Information Rate (<i>EIR</i>) in bytes
100.	Angabe der verwendeten Frame Size für Service Level Spezifikation			z.B. 200 byte
101.	Angabe von One-Way Frame Loss Performance für jedes Bandbreitenprofil gemäß MEF	MEF 26/1 R61		
102.	Angabe von Inter-Frame Delay Variation Performance für jedes Bandbreitenprofil gemäß MEF	MEF 26/1 R59		
103.	Angaben der Verfügbarkeit gemäß MEF	MEF26/1 R64		

Tabelle 11: Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter für Geschäftskundendienste (Kategorie 2)

7.5.4.1 Begriffe nach MEF

Beim Bezug auf das MEF muss beachtet werden, dass dort die Schnittstellen andere Bezeichnungen tragen als im vorliegenden Dokument. MEF definiert das UNI als eine logische L2-Schnittstelle gemäß IEEE 802.3 (mit Attributen wie Multiplexing, Bundling, Bandwidth Profile und den IEEE Mac-Layer, Speed, Anzahl der unterstützten Dienste usw.), während der in diesem Dokument definierte U-Referenzpunkt des BBF auch als DSL-Schnittstelle realisiert werden kann. Im MEF wird das UNI als logische Schnittstelle zwischen NID und CPE gesehen und entspricht damit bei FTTH der T-Schnittstelle des BBF ([18]).

Tabelle 12, Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen, wie die jeweiligen Bezeichnungen zugeordnet sind.

TR101	MEF
A10-NSP	ENNI
T-Schnittstelle	User Network Interface (UNI)

Tabelle 12: Schnittstellenbezeichnung nach TR101 und nach MEF

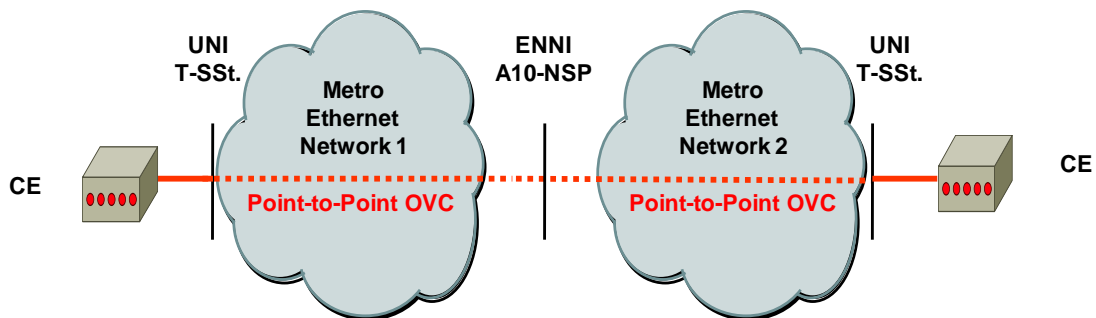


Abbildung 19: Gegenüberstellung der MEF Schnittstellenbezeichnungen beim GK Produkt der Kategorie 2

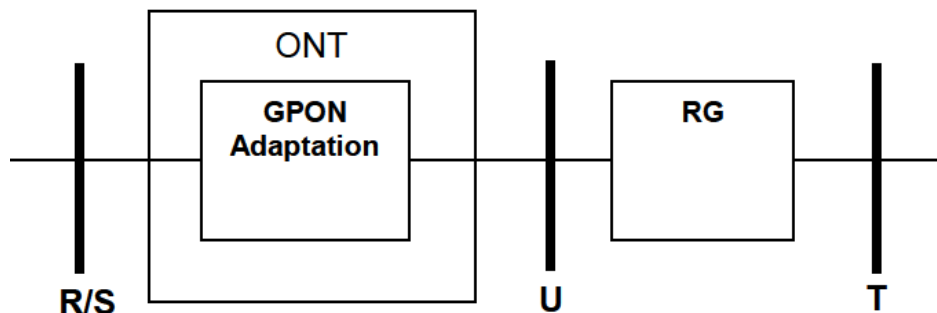


Abbildung 20: Schnittstellenbezeichnungen beim FTTH-Anschluss ([9])

- Ende des Dokuments -