

NGA-Forum

AG Interoperabilität

Leistungsbeschreibung eines
Ebene 2-Zugangsprodukts
in Kabelnetzen

L2-BSA II - Technische Spezifikation

V 1.0
01.10.2013

Vorwort

Die Dokumente zu Kabelnetzen sind im Zusammenhang mit der Leistungsbeschreibung eines Ebene 2-Zugangsprodukts zu sehen. Dort liegt der Fokus auf L2-BSA mit FTTx-Zugangsnetzen, während hier L2-BSA unter den spezifische Randbedingungen für Kabelnetze betrachtet wird¹.

Die Dokumente umfassen zwei Bereiche. Das Grundsatzdokument „Technische und Operationelle Aspekte eines Ebene 2-Zugangsproduktes in Kabelnetzen“ stellt die grundsätzlichen Besonderheiten bei der Datenübertragung in Kabelnetzen dar und fasst die wesentlichen Anforderungen zusammen. Die Standards für Kabelnetze (DOCSIS mit optionaler BSoD-Erweiterung) lassen eine Reihe von unterschiedlichen Lösungen für L2-BSA-Implementierungen zu. Diese werden in einer Übersicht dargestellt, weiterhin wird die Auswahl der Varianten zur weiteren Spezifikation anhand konkreter Bewertungskriterien begründet.

Den zweiten Teil bildet die vorliegende L2-BSA Schnittstellenspezifikation für Kabelnetze. Sie ist an die allgemeine L2-BSA-Spezifikation angelehnt und berücksichtigt die Leistungspotenziale der im Grundsatzdokument Kabel ausgewählten Realisierungsvarianten. Auch ist die Spezifikation herstellerneutral und erlaubt bei Kooperationsvereinbarungen die Festlegung der Leistungsparameter ohne weitere Anpassung der Schnittstelle.

Die vorliegende Spezifikation berührt nicht die Frage der Realisierbarkeit in tatsächlich bestehenden Kabelnetzen, die nach der DOCSIS-Spezifikation aufgebaut sind. Zur Frage der Umsetzbarkeit wird insbesondere auf Kapitel 2.3. im Grundsatzdokument Kabel verwiesen.

¹ Die aufgeführten Schnittstellenbeschreibungen beziehen sich konkret auf das Layer 2 Bitstromzugang-Vorleistungsprodukt für Diensteanbieter und berühren damit nicht die technischen Schnittstellenbeschreibungen der Netztechnologien (ETSI-Normung).

Teilnehmerliste

Lars Bräunig (Vodafone)

Thomas Diehl (Alcatel-Lucent)

Carsten Engelke (ANGA)

Nikolaus Gieschen (Deutsche Telekom)

Markus Hendrich (QSC)

Walter Erich Kailbach (Alcatel-Lucent) *)

Florian Kriegler (Vodafone)

Heiko Liebscher (wilhelm.tel)

Georg Merdian (Kabel Deutschland)

Stefan Mohr (QSC)

Andre Mueller (BNetzA)

Matthias Noss (Versatel)

Ole Pauschert (Telefónica Germany)

Uwe Pietschmann (NetCologne)

Michael Rüssel (NetCologne)

Horst Schmitz (NetCologne)

René Schulze (Kabel Deutschland)

Ulrich Stöttelder (Telefónica Germany)

Volker Sypli (BNetzA)

Marc-Torsten Waldenmeier (Telekom Deutschland)

*) Leiter Themengruppe, Koordinator AG Interoperabilität

Änderungsregister

Ausgabe	Datum	Änderung	Seite/ Kapitel/ Abschnitt
V 0.8	28.05.2013	Version 0.8	Gesamtes Do- kument
V 1.0	01.10.2013	Version 1.0	Gesamtes Do- kument

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3	
Teilnehmerliste	5	
Änderungsregister	6	
Inhaltsverzeichnis	7	
Abbildungsverzeichnis	9	
Tabellenverzeichnis	10	
1	Allgemeines	11
1.1	Grundlegende Architekturübersicht	13
1.1.1	Kabelmodem und CPE.....	16
1.2	Relevante Varianten für eine L2-BSA-Vorleistung in Kabelnetzen	17
2	Technische Beschreibung und Parameter einer L2-BSA-Vorleistung in Kabelnetzen	19
2.1	Beschreibung der kundenseitigen U-Schnittstelle einer L2-BSA-Vorleistung	19
2.2	Beschreibung der netzseitigen A10-NSP-Schnittstelle einer L2-BSA-Vorleistung von Kabelnetzen.....	19
2.3	Eigenschaften der Aggregations-/Transportleistung des Zugangsnetzbetreibers	20
2.3.1	Funktionen	21
2.3.1.1	Behandlung von Multicast-Verkehr	23
2.3.2	Verkehrsübergabe an der A10-NSP-Schnittstelle.....	23
3	Qualitätsklassen und Dienstparameter	24
3.1	Sicherstellung des Ethernet Switching (MAC).....	24
3.1.1	Anzahl MAC-Adressen.....	24
3.1.2	MAC Learning Delay	24
4	OAM Mechanismen einer L2-BSA-Vorleistung	25
4.1	Kunden-Endgerät bei einer L2-BSA-Vorleistung	25

5	Logische nutzerbezogene Anschlusskennung.....	26
6	Sicherheitsfunktionen	28
	Referenzen	30
	Verzeichnis der Abkürzungen und Kurzschreibweisen.....	32
7	Anhang.....	36
7.1	Lösungsansatz zur Nutzeridentifikation durch den Diensteanbieter	36
7.2	Zusammenfassung der abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiele für NGA-Zugangspunkte der höheren Ebenen im Gesamtnetz (aus: NGA-Grundsatzdokument V.1.0).....	11
Abbildung 2: Prinzipdarstellung zur standardisierten BSA-Vorleistung	12
Abbildung 3: DOCSIS 3.0 Referenz-Modell: Network	13
Abbildung 4: HFC Struktur (aus: NGA-Grundsatzdokument V.1.0, [1]).....	14
Abbildung 5: Data over Cable Reference Architecture (aus: CM-SP-MULPI v3.0-I17-111117)	14
Abbildung 6: CMTS Internal Forwarding	15
Abbildung 7: DOCSIS-basiertes Referenzmodell mit Kabelnetz als Zugangsnetz in Anlehnung an das DOCSIS 3.0 Referenzmodell aus [9].....	16
Abbildung 8: Relevante L2-BSA-Lösungen	18
Abbildung 9: DOCSIS (L3) hat keinen Zugriff auf DHCP/PPPoE-Protokolle im -VLAN (L2) des Diensteanbieters	36
Abbildung 10: Der Diensteanbieter korreliert die CPE-MAC-Adresse mit der Line-ID ...	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	p-Bit Markierung im Upstream.....	22
Tabelle 2:	DOCSIS-Queuing im Upstream.....	22
Tabelle 3:	DOCSIS-Queuing im Downstream	23
Tabelle 4:	Sicherheitsfunktionen	28
Tabelle 5:	Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter.....	39

1 Allgemeines

In diesem Dokument wird die technische Ausgestaltung der netz- und kundenseitigen Schnittstellen eines L2-BSA-Produktes speziell für das Zugangsnetz über Breitbandkabelnetze (koaxiale Netze mit DOCSIS-Technologie) beschrieben. Dabei ergeben sich sowohl eine Reihe von Parallelen als auch Unterschiede zur bestehenden L2-BSA-Spezifikation (vgl. [2]), so dass Textpassagen in einigen Abschnitten sehr ähnlich bzw. nur leicht modifiziert sind. Jedoch wurde innerhalb der Arbeitsgruppe TG4 des NGA-Forums entschieden, dennoch ein separates Dokument zu erstellen, um eine eigenständige Spezifikation für Kabelnetze zu erhalten. Die Verteilung von TV-Diensten wird in dem Dokument nicht behandelt.

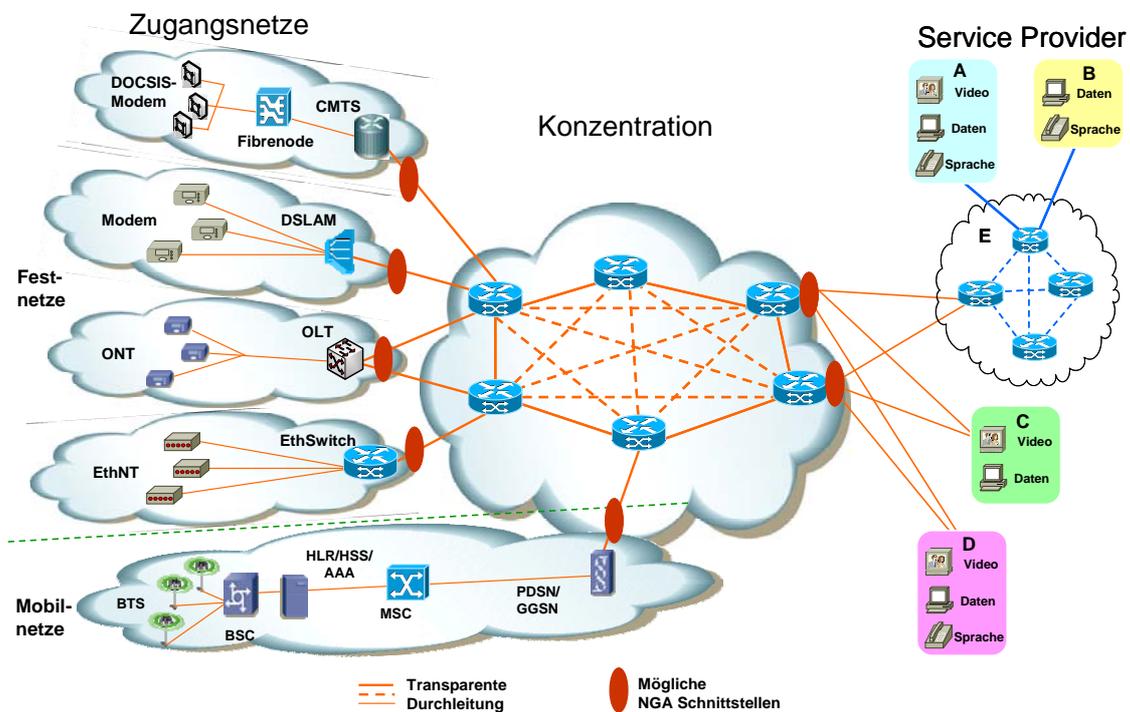


Abbildung 1: Beispiele für NGA-Zugangspunkte der höheren Ebenen im Gesamtnetz (aus: NGA-Grundsatzdokument V.1.0)

In der L2-BSA-Spezifikation (vgl. [2]) wurden FTTh-Zugangsnetze in der Form definiert, dass damit Techniken über Kupfer-Doppelader- oder über Ethernet-Access-Netze beschrieben wurden, die durch optische Komponenten, ausgehend vom Konzentrationnetz, ergänzt wurden. Als Grundlage dazu diente die Zeichnung aus dem NGA-Forum Grundsatzdokument (vgl. Technische und operationelle Aspekte des Zugangs zu Glasfasernetzen und anderen, [1]). Die Prozesskette für die Geschäftsfälle im Zusammenhang mit den Schnittstellen U² und A10-NSP ist in einem separaten Dokument (vgl. Beschreibung Geschäftsprozesse und Geschäftsfälle V1.0, [3]) beschrieben. Für den

² Der Begriff U-Schnittstelle wird hier nicht spezifisch im Sinne der TR-59/-101, sondern als allgemeiner Begriff für User-Schnittstelle verwendet und ist gleichbedeutend mit UNI (User Network Interface)

Bereich der Breitbandverteilnetze basierend auf einer DOCSIS-Infrastruktur können die Begriffe FTTx nicht entsprechend weiter verwendet werden, sondern es muss der Begriff HFC eingeführt werden.

Die beschriebenen Schnittstellen ermöglichen es, nach der Prüfung der technischen und betrieblichen Vorgaben,

- einem Breitbandzugangsnetzbetreiber (Vorleistungserbringer), ein Vorleistungsprodukt (Wholesale) auf Basis einer standardisierten Layer 2-Schnittstelle einem Diensteanbieter (Vorleistungsnehmer) anzubieten (Wholesale BSA) bzw.
- einem Diensteanbieter, 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 basierend auf dem DOCSIS-Standard ausbauen.

Abbildung 2 zeigt die prinzipielle Realisierung der L2-BSA-Schnittstellen. In dieser vereinfachten Darstellung sind mögliche Konzentrationsnetze zwischen Breitbandzugangsnetz und den Einrichtungen des L2-BSA-Vorleistungsnehmers nicht aufgenommen. Entsprechende Netzmodelle sind im NGA-Grundsatzdokument beschrieben (vgl.[1]).

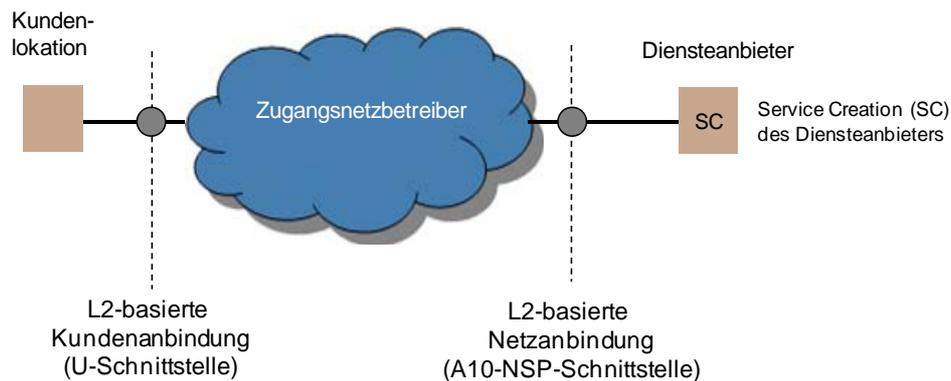


Abbildung 2: Prinzipdarstellung zur standardisierten BSA-Vorleistung

Der L2-BSA-Vorleistungsnehmer 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 TR-101 des Broadband Forum (vgl. [7]) wird die Netzkopplung zwischen Breitbandnetzbetreiber und L2-BSA-Vorleistungsnehmer 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. In der nachfolgenden Schnittstellenbeschreibung sind die im DOCSIS-Referenzmodell enthaltenen Besonderheiten (vgl. [9]) berücksichtigt.

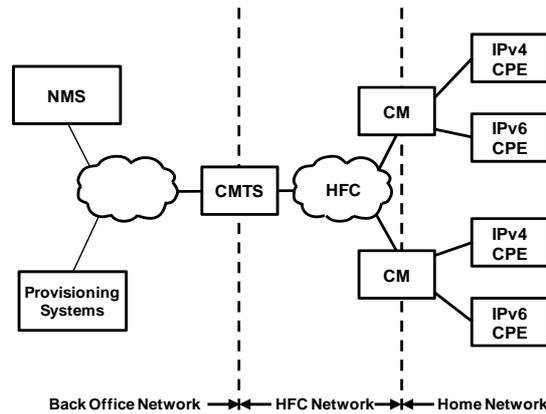


Abbildung 3: DOCSIS 3.0 Referenz-Modell: Network

Im Falle, dass beide Partner sowohl Breitbandnetzbetreiber als auch L2-BSA-Vorleistungsnehmer 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 L2-BSA-Vorleistungsnehmer und Zugangsnetzbetreiber erforderlich. Gleiches gilt für die UNI-Schnittstelle am Kabelmodem, hier sind Tests zur Sicherstellung der Interoperabilität zwischen Netzabschluss des Zugangsnetzbetreibers und CPE des L2-BSA-Vorleistungsnehmers notwendig. Weiterhin muss ein Prozess zwischen Zugangsnetzbetreiber und L2-BSA-Vorleistungsnehmer etabliert werden, der die Interoperabilität an der UNI-Schnittstelle bei Änderungen am Kabelmodem gewährleistet.

Über die Vorleistung sollen Single-Play und Double-Play (1P/2P) Produkte realisierbar sein.

Die hier beschriebene netzseitige Schnittstelle bezieht sich auf die Bereitstellung eines sogenannten Bitstream Access (BSA). Die Bereitstellung der Vorleistung findet über die CMTS und Kabelmodeminfrastruktur statt, die mit BSoD-Funktionen erweitert werden muss.

1.1 Grundlegende Architekturübersicht

In DOCSIS-Netzen ist der Endkundenanschluss durch ein „Shared Medium“ realisiert. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu DSL-Netzen. Folge davon ist, dass Down- und Upstream-Kanäle von vielen Modems gleichzeitig genutzt werden. Die Steuerung der Modemzugriffe zu den Kanälen obliegt dem CMTS.

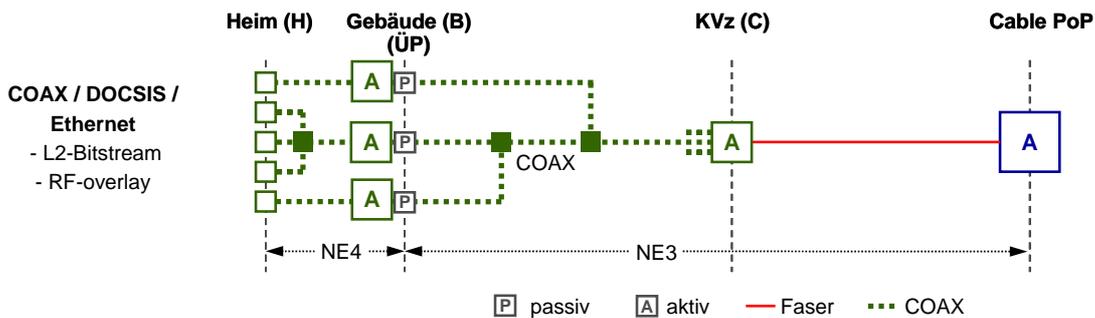


Abbildung 4: HFC Struktur (aus: NGA-Grundsatzdokument V.1.0, [1])

Die FTTx-Architektur mit Kupferdoppelader (CuDA) ist der Hybrid-Fiber-Coax-Architektur in Abbildung 4 nur bedingt ähnlich. Anders als bei einer CuDA, welche passiv nach dem P2P Prinzip vom KVz in die einzelnen Haushalte gebracht wird, kann das Signal in der HFC-Architektur nach dem KVz bis zu einem bestimmten Grad mehrmals verstärkt werden. Erfolgt die Lieferung des Signals über COAX vom KVz bis zum Gebäude noch passiv, so ist bei einer Liegenschaft mit mehreren Parteien die Verstärkung der Signale in den meisten Fällen unumgänglich. Die Referenzarchitektur eines DOCSIS-basierenden Kabelnetzwerkes mit seinen wesentlichen Komponenten ist aus Abbildung 5 ersichtlich (vgl. auch [9]).

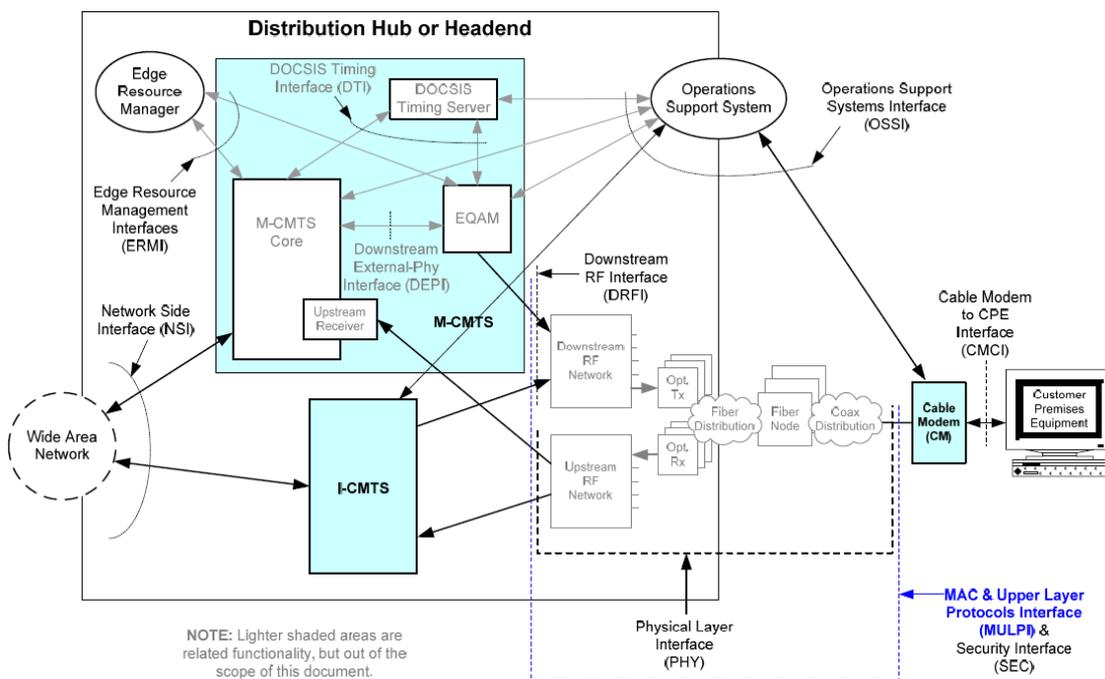


Abbildung 5: Data over Cable Reference Architecture (aus: CM-SP-MULPI v3.0-I17-111117)

Auf Grundlage der in Abbildung 5 dargestellten HFC-Architektur können neben der Verteilung des TV-Signals auch Internet- und Sprachdienste mit der DOCSIS-Technologie realisiert werden.

Neben der Realisierung DOCSIS-spezifischer Funktionen nimmt das CMTS auch weiterführende Aufgaben im Rahmen der Gesamtnetzwerkarchitektur wahr (siehe Abbildung 6, CMTS Internal Forwarding, vgl. auch[9]).

Dies sind insbesondere die Forwarder-Funktionen für IPv4- und IPv6-Traffic. Weiterführende Forwarder-Funktionen, die im Rahmen dieses Dokumentes und für die Realisierung von L2-BSA von ausschlaggebender Bedeutung sind (z.B. L2VPN-Forwarder), sind optionale Implementierung des BSoD-Standards, und stehen daher derzeit nicht zwingend bei jedem CMTS mit vergleichbarem Feature-Set zur Verfügung (vgl. Abbildung 6).

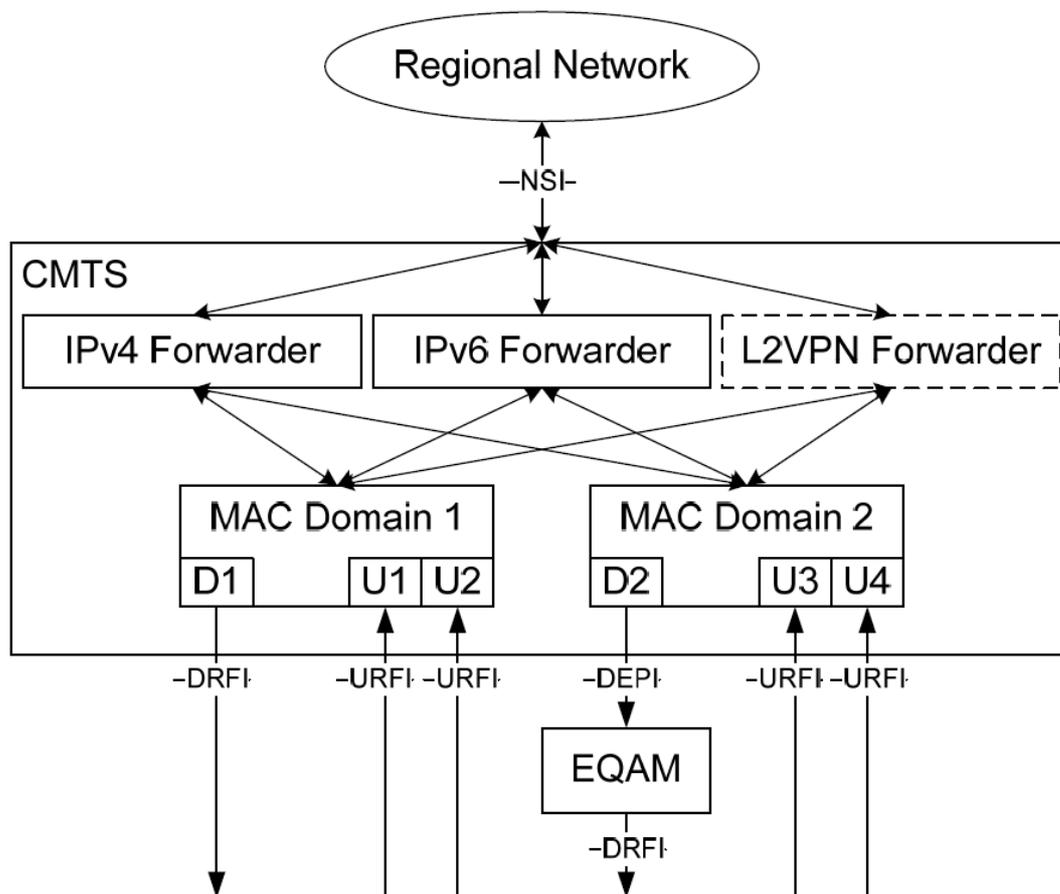


Abbildung 6: CMTS Internal Forwarding

In Anlehnung an die TR-101 des Broadband Forum (vgl. [7]) wird von der nachfolgenden DOCSIS-basierten Architektur ausgegangen (vgl. Abbildung 7). Der L2-BSA-Vorleistungsnehmer übernimmt für seine Kunden die Service Creation (SC), also auch die Verantwortung für die Endkundengeräte, die über die Layer-2-Vorleistung eines Partners angebunden werden. Die Übergabe der Verkehre von Endkundenanschlüssen erfolgt mittels einer Ethernet-Schnittstelle, die im Folgenden als A10-NSP bezeichnet wird.

Zwischen dem Endkunden und dem Zugangsnetzbetreiber wird eine UNI-Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Dabei wird der Netzabschluss des Kabelnetzbetreibers durch

1.2 Relevante Varianten für eine L2-BSA-Vorleistung in Kabelnetzen

Im DOCSIS-Standard ist das CMTS als Layer-3-Gerät definiert³. Es stellt einen Router dar, der Datenpakete zwischen den Kabelmodems und dem Backbone (Internet) des Kabelnetzbetreibers routet. Layer-2 Verbindungen sind zunächst nicht vorgesehen. Um diese Layer-2 Verbindungen trotzdem realisieren zu können, wurde DOCSIS um den optionalen BSoD-Standard (Business Services over DOCSIS) erweitert. BSoD beschreibt verschiedene technische Möglichkeiten, Layer-2-Verbindungen über die CMTS-Infrastruktur herzustellen. Die unterschiedlichen Forwarding-Funktionen innerhalb der CMTS sind in Abbildung 6 dargestellt.

Mit Hilfe des BSoD-Standards wurden 4 Möglichkeiten identifiziert, welche es den Kabelnetzbetreibern ermöglichen, einem Diensteanbieter eine A10-NSP-Schnittstelle anbieten zu können. Dabei sind die verschiedenen Lösungsansätze in zwei Klassen zu unterscheiden:

1. Mit verfügbarer Systemtechnik umsetzbare Lösungen (nur teilweise Nutzung der BSoD-Option)
2. Lösungen, die eine vollständige Implementierung der BSoD-Funktionalitäten erfordern (die Hersteller müssen hierfür auch die optionalen BSoD-Merkmale vollständig umsetzen)

Nachstehend werden die wesentlichen Eigenschaften der vier Lösungsmöglichkeiten kurz umrissen. Für eine detaillierte Beschreibung wird auf das Grundsatzdokument Kabel (vgl. [4]) verwiesen.

Zur ersten Klasse gehören die P2P-Lösungen (Point-to-Point), bei denen für jeden Service von jedem Kunden jeweils ein separater L2-Tunnel zur A10-NSP aufgebaut werden muss. Ein solcher Tunnel kann direkt durch die CMTS mittels MPLS aufgebaut werden. Eine weitere Lösung ergibt sich durch die Realisierung einer 802.1q Ethernet-Schnittstelle zu einem zusätzlich einzubringenden Gerät, welche dann diese Schnittstelle mittels MPLS-Mechanismen zur A10-NSP-Schnittstelle tunnelt. Ein Nachteil dieser Lösung liegt in der sehr hohen Anzahl an L2-Tunneln, die pro CMTS aufgebaut werden müssen. Daraus resultieren sowohl höhere Aufwände bei der Provisionierung als auch Skalierungsprobleme (siehe zu diesem Thema ebenfalls [4]).

Zur zweiten Klasse gehören die P2MP-Lösungen (Point-to-Multipoint). Hier muss nicht mehr ein separater L2-Tunnel pro Kunde pro Service zur A10-NSP-Schnittstelle aufgebaut werden, sondern nur noch pro CMTS pro Service. Dabei gibt es wie bei der ersten Klasse ebenfalls sowohl die 802.1q- als auch die MPLS-basierte Variante. Aufgrund dieser deutlichen Reduktion der aufzubauenden Tunnel liegen nicht mehr die bei der ersten Klasse beschriebenen Einschränkungen hinsichtlich der Skalierbarkeit vor.

³ Es sei bemerkt, dass die Verkehrsverteilung im Access über das Koaxialkabel ebenfalls L2-basiert ist. Insbesondere ist die Anzahl der CMTS-Systeme im Kabelnetz vergleichbar mit der der BRAS-Systeme der klassischen DSL-Netzbetreiber. Die Aufgabe der CMTS-Systeme ist eher vergleichbar mit derjenigen der BRAS-Systeme und DSLAMs zusammen, sind aber nicht identisch. Insbesondere ist die geographische Ausdehnung des L2-basierten Netzes von klassischen DSL-Netzbetreibern und Kabelnetzbetreibern als ähnlich anzusehen. Jedoch ergibt sich als wesentlicher Unterschied, dass bei einem CMTS technisch bedingt nicht in den L2-basierten Verkehr eingegriffen werden kann.

Im Folgenden ist eine kurze Übersicht der relevanten Lösungsmöglichkeiten dargestellt:

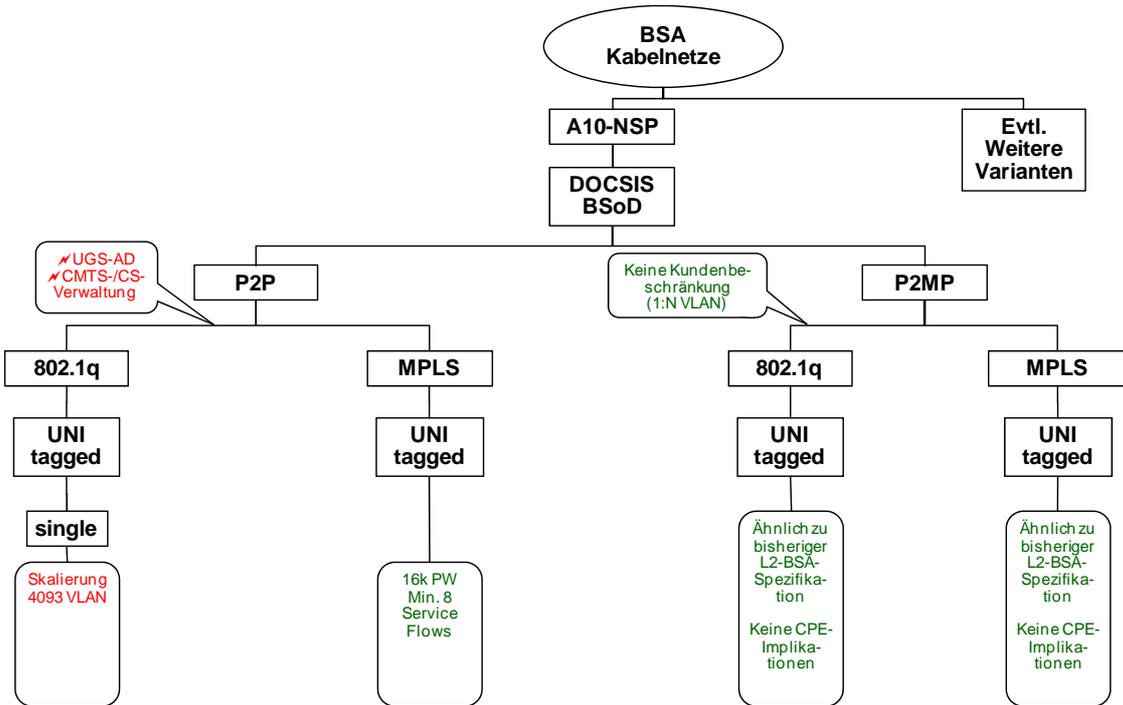


Abbildung 8: Relevante L2-BSA-Lösungen

2 Technische Beschreibung und Parameter einer L2-BSA-Vorleistung in Kabelnetzen

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

Der Netzabschluss durch den Kabelnetzbetreiber erfolgt durch das Kabelmodem, welches über eine Ethernet-Schnittstelle mit dem Endkundengerät des L2-BSA-Vorleistungsnehmers verbunden ist. Sämtliche Anforderungen an diese Nutzerschnittstelle (UNI – User Network Interface) werden nachfolgend spezifiziert (vgl. auch hierzu Grundsatzdokument Kabel [4], Kapitel 4):

1. Die UNI-Schnittstelle kann folgendermaßen realisiert werden:
 - 100-BaseT-Ethernet-Schnittstelle (nach IEEE 802.3) mit 802.1Q-Unterstützung
 - 1000-BaseT Ethernet-Schnittstelle (nach IEEE 802.3) mit 802.1Q-Unterstützung
2. Die übertragbare Ethernet-Rahmenlänge beträgt mindestens 1522 Byte.
3. Es können single-tagged und bei Bedarf auch untagged Ethernet-Frames übertragen werden.
4. Es können mindestens 2 Service-VLANs (C-VLANs) simultan genutzt werden.
5. Ein untagged Frame wird getaggt durch den Zugangsnetzbetreiber übertragen und auch als solches übergeben (an der A10-NSP wird ausschließlich getaggtter Verkehr übergeben).
6. In einem C-VLAN kann PPPoE oder IPoE übertragen werden. In Abstimmung können auch PPPoE und IPoE im selben C-VLAN übertragen werden.
7. Die C-VLAN-IDs können vom L2-BSA-Vorleistungsnehmer im Bereich von 2 bis 4094 in Absprache mit dem Zugangsnetzbetreiber in Abhängigkeit der technologischen Möglichkeiten frei gewählt werden.
8. Im C-Tag wird der Ethertype 0x8100 verwendet.
9. Im C-Tag können alle p-Bit Werte von 0 bis 7 genutzt werden.
10. Im C-Tag werden im Downstream die ursprünglichen, an der A10-NSP empfangenen p-Bit Werte des C-Tags übergeben.
11. Von Endkunden an der U-Schnittstelle initiiertes Multicast-Verkehr ist auf der Dataplane zu verwerfen.

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

Im Rahmen des BSA-Wholesale stellt der Zugangsnetzbetreiber das Access-/Aggregationsnetz für die Endkunden eines L2-BSA-Vorleistungsnehmers bereit. Dabei wird der Zugang zu den Services vom L2-BSA-Vorleistungsnehmer 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.

Die A10-NSP-Schnittstelle hat folgende Eigenschaften:

1. Zur Realisierung der A10-NSP-Schnittstelle 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 L2-BSA-Vorleistungsnehmer im Rahmen der konkreten Realisierung festgelegt.
4. Die übertragbare Ethernet-Rahmenlänge beträgt mindestens 1526 Byte. Es sei bemerkt, dass ein S-Tag nur von A10-NSP bis zur CMTS-NNI vorliegt, da auf dem DOCSIS-Layer nur Pakete bis zu einer MTU Größe von 1522 Byte transportiert werden können.
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 2 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 UNI-Schnittstelle bilateral festgelegten C-VLAN-IDs vom L2-BSA-Vorleistungsnehmer an der A10-NSP übergeben.
13. Nutzt der L2-BSA-Vorleistungsnehmer untagged Verkehr an der UNI-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.

2.3 Eigenschaften der Aggregations-/Transportleistung des Zugangsbetreibers

Zur Aggregations-/Transportleistung zählen alle Funktionen und Mechanismen, die von den Netzelementen des Zugangsbetreibers für die zu transportierenden Verkehre des L2-BSA-Vorleistungsnehmers zu erbringen sind. Hierzu zählen auch Funktionen, die pro Endkundenanschluss (UNI-Schnittstelle) umzusetzen sind, aber keine Eigenschaft der UNI-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 UNI-Schnittstelle zu realisieren sind, an einem anderen Netzelement umsetzen, wenn beispielsweise sein CMTS als Zugangspunkt die geforderten Funktionen nicht unterstützt. (Z.B.: P2P oder P2MP)

2.3.1 Funktionen

1. Die Unicast-Verkehre von mehreren Endkundenanschlüssen werden auf Basis einer N:1 Architektur an der A10-NSP-Schnittstelle zum Diensteanbieter aggregiert übergeben. Eine solche Aggregation kann an dem Netzelement, welches die A10-NSP-Schnittstelle zur Verfügung stellt, erfolgen.
2. Hierbei werden alle Unicast-Verkehre unabhängig von C-VLAN gemäß einer Layer-2 basierten N:1 Instanz aggregiert an den Diensteanbieter übergeben.
3. Die maximale Anzahl der aggregierbaren Kundenanschlüsse (U-Schnittstellen) in einer N:1 Instanz an der A10-NSP-Übergabeschnittstelle kann vom Diensteanbieter und vom Zugangsnetzbetreiber sinnvoll eingeschränkt werden.
4. Der Verkehr einer N:1 Instanz wird an der A10-NSP-Übergabeschnittstelle als S-VLAN übergeben.
5. Die in einem S-VLAN aggregierten Unicast-Verkehre enthalten im Upstream an der A10-NSP-Schnittstelle die ursprünglichen C-Tags.
6. In der Transportleistung des Zugangsnetzbetreibers können die erforderlichen Sicherheitsfunktionen (Ethertype-Filter, Rate Limiter für ausgewählte Rahmentypen, Anti-Spoofing-Funktionen usw.) pro U-Schnittstelle und C-VLAN realisiert werden. Unabhängig von den konkret genutzten C-VLANs ist eine Limitierung der Anzahl der MAC-Adressen pro UNI-Schnittstelle realisierbar.
7. Unknown Unicast, Multicast und Broadcast wird im Downstream (von der netzseitigen A10-NSP zur kundenseitigen UNI-Schnittstelle) nicht übertragen. Die Übertragung von Verkehren zwischen Kundenanschlüssen (UNI-Schnittstellen) wird verhindert.
8. 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. Dabei sei bemerkt, dass das S-Tag nur zwischen A10-NSP und CMTS-NNI vorhanden ist. Aufgrund der MTU-Begrenzung auf dem DOCSIS-Layer von 1522 Byte wird das S-Tag an der CMTS-NNI entfernt. Das Scheduling auf dem DOCSIS-Layer wird jedoch gemäß den vereinbarten SLAs ausgeführt.
9. 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.
10. Die Upstreambandbreite kann pro UNI-Schnittstelle (unabhängig von den C-VLANs und p-Bit Werten) begrenzt werden.
11. Die Upstreambandbreite muss für Verkehre mit den definierten p-Bit Werten 5 und 6 im C-Tag pro UNI-Schnittstelle (unabhängig von den C-VLANs) begrenzt sein.
12. Verkehre, die an der UNI-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. Das zugehörige S-Tag mit p-Bit 5 wird allerdings erst an der CMTS-NNI hinzugefügt und an der A10-NSP mit diesem p-Bit Wert 5 im S-Tag übergeben.

13. Verkehre, die an der UNI-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. Wiederum wird das zugehörige S-Tag erst an der CMTS-NNI hinzugefügt. Dieses Mapping-Schema stellt die Minimal-Anforderungen dar; abweichende Regelungen sind in Absprache zwischen Zugangsbetreiber und Diensteanbieter möglich.
14. Die geforderte Bandbreite in Uplink- und Downlink-Richtung wird über eine IT-Schnittstelle übergeben.

C-Tag von UNI bis CMTS-NNI	S-Tag von CMTS-NNI bis A10-NSP
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	5
6	5
7	0

Tabelle 1: p-Bit Markierung im Upstream

C-Tag von UNI bis CMTS-NNI	Queuing im Service Flow von UNI bis CMTS-NNI
0	BE (Queue 2)
1	BE (Queue 2)
2	BE (Queue 2)
3	BE (Queue 2)
4	BE (Queue 2)
5	EF (Queue 1)
6	EF (Queue 1)
7	BE (Queue 2)

Tabelle 2: DOCSIS-Queuing im Upstream

C-Tag von UNI bis CMTS-NNI	Queuing im Service Flow von UNI bis CMTS-NNI
0	Def SLA (Queue 4)
1	-
2	-
3	Def SLA (Queue 3)
4	Def SLA (Queue 2)
5	Def SLA (Queue 1)
6	-
7	-

Tabelle 3: DOCSIS-Queuing im Downstream

2.3.1.1 Behandlung von Multicast-Verkehr

15. Für Kundenanschlüsse ohne IPTV muss der Empfang von Multicast und der Zugriff auf das Multicast-fähige C-VLAN vollständig verhindert werden.

2.3.2 Verkehrsübergabe an der A10-NSP-Schnittstelle

1. Im Downstream übergibt der Diensteanbieter seine Verkehre, gemäß der vom Zugangsbetreiber für die entsprechende Verkehrsklasse zu erfüllenden SLA, mit den entsprechenden p-Bits im S-Tag.
2. Im Upstream übergibt der Zugangsbetreiber die Verkehre des Diensteanbieters gemäß der Verkehrsklasse mit den entsprechenden p-Bits im S-Tag. Hierbei wird nur zwischen Voice sowie Best Effort unterschieden.
3. Da der Zugangsbetreiber die Verkehre im Upstream mit den ursprünglichen, an der UNI-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 Zugangsbetreibers 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.

3 Qualitätsklassen und Dienstparameter

Um alle wesentlichen Services des Diensteanbieters abdecken zu können, werden vier Qualitätsklassen im Downstream und zwei Qualitätsklassen im Upstream festgelegt. Dabei sind für die definierten Verkehrsklassen die festgelegten Qualitätsparameter zu erfüllen.

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

- Packet Delay
- Packet Delay Variation (Jitter) und
- Packet Loss Ratio.

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 3.1).

3.1 Sicherstellung des Ethernet Switching (MAC)

3.1.1 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.

3.1.2 MAC Learning Delay

MAC Learning ist eine wesentliche Funktion in der Plattform des Zugangnetzbetreibers. Dabei ist zu beachten, dass nach Eintreffen eines MAC Frames von der Kundenseite 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.

Für FTTx-Zugangsnetze ist diese Prozesskette im Rahmen der Diagnoseschnittstelle (DIAGSS) in einem separaten Dokument beschrieben, welches sich mit der Architektur und der Definition der automatisierten Prüfobjekte ausführlich befasst (siehe [5]).

Für Kabelnetze ist diese Diagnoseschnittstelle vermutlich nicht unverändert einsetzbar. Eine angepasste Spezifikation müsste ggf. erarbeitet werden.

Die OAM-Mechanismen innerhalb des Zugangsnetzes sind für den Diensteanbieter nicht sichtbar. Eine Signalisierung wird über die Netzschnittstelle 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.

4.1 Kunden-Endgerät 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 Kunden. Der Diensteanbieter hat die Möglichkeit, sein Endgerät über standardisierte Protokolle (z.B. TR-69) einzurichten und zu verwalten (vgl. Kap. 1.1.1, Kap. 2).

5 Logische nutzerbezogene Anschlusskennung

Zur Realisierung der Geschäftsprozesse zwischen dem Zugangsnetzbetreiber und dem Diensteanbieter ist eine eindeutige⁴ Identifikation des Anschlusses notwendig. Hierzu dient die Line-ID, welche durch den WS S/PRI definiert wurde (vgl. [10]).

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 besitzt folgende Eigenschaften:

- Die Line-ID ist eine logische nutzerbezogene Anschlusskennung
- Die Line-ID bleibt unabhängig von etwaigen Umbaumaßnahmen im Zugangsnetz während der Betriebszeit des Endkundenanschlusses unverändert
- Eine Zuordnung zum physischen Endkundenstandort kann bestehen, ist aber nicht zwingend erforderlich
- Die Line-ID muss eindeutig sein. Sie darf während ihres gesamten Lebenszyklus (Vertragslaufzeit des Endkundenanschlusses) nur einmal existieren. Eine Eindeutigkeit auch über die Grenzen des Zugangsnetzbetreibers wird dadurch erreicht, dass die Line-ID, neben einem frei definierbaren Teil, dem Line-Code, auch einen Country-Code und Carrier-Code verwendet (vgl. [10])

Um die bestehenden Anforderungen zu erfüllen, können technische Parameter zur Bildung der Line-ID, wie z.B. die MAC-Adresse des eingesetzten Kabelmodems, nicht direkt herangezogen werden. Die MAC-Adresse und damit auch die Line-ID würden sich bei einem Austausch des Modems, z.B. wegen eines Defektes, ändern. Ein weiterer Grund, der gegen die Nutzung der MAC-Adresse spricht, ist die Nummerierungskonvention der Line-ID. Diese sieht einen zehnstelligen Line-Code vor, der vom Zugangsnetzbetreiber gesetzt wird. Die MAC Adresse besitzt jedoch 24 Zeichen. Die Eindeutigkeit wäre damit nicht mehr gewährleistet.

Die Line-ID muss daher eine logische Kennung sein, die mit dem Endkundenanschluss verknüpft ist. Diese Kennung darf sich auch bei technischen Änderungen am Endkundenanschluss, wie z.B. einem Tausch des Kabelmodems, nicht ändern.

Da der Zugangsnetzbetreiber für die Vergabe der Line-ID verantwortlich ist, muss er diese logische Zuordnung in seinen Systemen implementieren. Da das Kabelnetz in Bezug auf ein L2-BSA Vorleistungsprodukt als Black Box angesehen werden kann und die Netze von den einzelnen Kabelnetzbetreibern technisch unterschiedlich aufgebaut sein können, ist die Generierung der Line-ID und die Zuordnung zum Endkundenanschluss individuell durch den Zugangsnetzbetreiber abzubilden.

⁴ „eindeutig“ ist hier im mathematischen und allgemeinsprachlichen Sinne von „eineindeutig“ zu verstehen (bijektiv). D.h., die Line-ID ist zwischen Zugangsnetzbetreiber und Diensteanbieter eindeutig und auch in der Umkehrung eindeutig.

Die Nutzeridentifikation liegt in der Verantwortung des Diensteanbieters, siehe Anhang 7.1.

6 Sicherheitsfunktionen

Die nachfolgend aufgeführten Funktionen zum Schutz vor Missbrauch durch Dritte und zum Schutz der Produktionsplattform des Diensteanbieters werden üblicherweise im Rahmen einer L2-BSA-Vorleistung im Netz des Zugangsnetzbetreibers pro Endkundenanschluss (U-Schnittstelle) berücksichtigt. Umfang und Parameter zur Implementierung der erforderlichen Sicherheitsfunktionen werden zwischen Zugangsnetzbetreiber und Diensteanbieter abgestimmt. Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft Funktionen, ist aber weder verpflichtend noch abschließend.

PPPoE	MAC Anti-Spoofing
IPoE (Ipv4 only)	Anti Ipv4-Spoofing
	Rate Limit DHCP
	Rate Limit ARP
IPoE (Ipv6 only)	Anti-IPv6-Spoofing
	Rate Limit DHCPv6
	Rate Limit ICMP ND
IPoE (DualStack)	Anti Ipv4-Spoofing
	Rate Limit DHCP
	Rate Limit ARP
	Anti-IPv6-Spoofing
	Rate Limit DHCPv6
	Rate Limit ICMP ND

Tabelle 4: Sicherheitsfunktionen

Erläuterungen zu Tabelle 4:

MAC Anti-Spoofing:

Mit MAC Anti-Spoofing sollen doppelte MAC-Adressen der Endkundengeräte in der Plattform verhindert bzw. das Auftreten von doppelten MAC-Adressen erkennbar gemacht werden.

Anti-IP-Spoofing:

Durch Anti-IP-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.

Anmerkung: die Sicherheitsanforderungen sind nicht mit der Line-ID verknüpft.

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/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/NGA_NGN/NGA-Forum/sitzungen/12teSitzung/NGAForum20110506_AG_InteropGrundsatzdokument.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [2] BNetzA: NGA-Forum - Leistungsbeschreibung eines Ebene 2-Zugangsprodukts - L2-BSA II - Technische Spezifikation, V2.0, Bonn, Juni 2012
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/NGA_NGN/NGA-Forum/aktuelledokumente/L2_BSA_II_TechSpezifikation_V20_120615.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [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/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/NGA_NGN/NGA-Forum/aktuelledokumente/L2_BSA_III_Geschaeftsprozesse_V10.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [4] BNetzA: NGA-Forum - BSA-Konzept Kabelnetze - Grundsatzdokument, V 1.0, Bonn, November 2012
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/NGA_NGN/NGA-Forum/aktuelledokumente/L2_BSA_II_Grundsatzdokument_Kabel_V10.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [5] BNetzA: NGA-Forum - Leistungsbeschreibung eines Ebene 2-Zugangsprodukts - L2-BSA IV - Beschreibung Diagnoseschnittstelle (DIAGSS), V1.0, Bonn, Juni 2012
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/NGA_NGN/NGA-Forum/aktuelledokumente/NGA_AG_L2_BSA_DIAGSS_10_120606.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [6] Broadband Forum: CPE WAN Management Protocol v1.2, Technical Report TR-69, Version: Issue 1 Amendment 3, November 2010
- [7] Broadband Forum: Migration to Ethernet-Based DSL Aggregation, Technical Report TR-101, April 2006
- [8] Broadband Forum: Using GPON Access in the context of TR-101, Technical Report TR-156, Issue: 1, December 2008
- [9] Cable Television Laboratories, Inc.: Data-Over-Cable Service Interface Specifications DOCSIS 3.0 - MAC and Upper Layer Protocols Interface Specification, CM-SP-MULPIv3.0-I17-111117, November 2011

- [10] AK S/PRI: Struktur und Semantik der Line-ID, V1.01, 06.12.20102 (info@ak-spri.de), (<http://www.ak-spri.de/entwickeln-und-vereinbaren-spri.html>)

Verzeichnis der Abkürzungen und Kurzschreibweisen

1P	Single-Play
2P	Double-Play
ARP	Address Resolution Protocol
BSA	Bitstream Access
BSC	Base Station Controller
BSoD	Business Services over DOCSIS
BTS	Base Transceiver Station
CM	Cable Modem
CMCI	Cable Modem to CPE Interface
CMTS	Cable Modem Termination System
COAX	Koaxial-Breitbandkabel
CPE	Customer Premises Equipment
CuDa	Kupferdoppelader
C-VLAN	Customer VLAN
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSID	Downstream Service ID
DSL	Digital Subscriber Line
DSL	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
EQAM	Edge Quadrature Amplitude Modulator
ERMI	Edge Resource Management Interface
ETH	Ethernet
FTTx	Fiber to the x
GGSN	Gateway GPRS Support Node

HFC	Hybrid Fiber Coax
HLR	Home Location Register
HSS	Home Subscriber Server
HÜP	Hausübergabepunkt
HVt	Hauptverteiler
ICMP	Internet Control Messaging Protocol
ID	Identifier
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IGMP	Internet Group Management Protocol
IP	Internet Protocol
IPoE	IP over Ethernet
IPTV	IP-Television
KVz	Kabelverzweiger
L2	Layer 2
L3	Layer 3
LACP	Link Aggregation Control Protocol
LAG	Link Aggregation
MAC	Media Access Control
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MSC	Mobile Switching Centre
MTU	Maximum Transmission Unit
ND	Neighbour Discovery
NE x	Netzebene x
NGA	Next Generation Access
NMS	Network Management System

NNI	Network to Network Interface
NSI	Network Side Interface
NSP	Network Service Provider
NT	Network Terminal
OAM	Operations, Administration, and Maintenance
OLT	Optical Line Termination
OSSI	Operations Support System Interface
P2MP	Point-to-Multipoint
P2P	Point-to-Point
PC	Personal Computer
PDSN	Packet Data Serving Node
PHY	Physical Layer
PoP	Point of Presence
PPPoE	Point-to-Point Protocol over Ethernet
PW	Pseudowire
QoS	Quality of Service
RF	Radio Frequency
Rx	Receiver
SC	Service Creation
SEC	Security Interface
SLA	Service Level Agreement
TV	Television
Tx	Transceiver
U / UNI	User Network Interface
UGS	Unsolicited Grant Service-Flow

UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
ÜP	Übergabepunkt
URFI	Universal Radio-Frequency Interface
VLAN	Virtual Local Area Network

7 Anhang

7.1 Lösungsansatz zur Nutzeridentifikation durch den Diensteanbieter

In Kapitel 5 ist die logische nutzerbezogene Anschlusskennung beschrieben. Sie dient der Identifikation des Endkundenanschlusses sowohl für den Zugangsnetzbetreiber als auch für den Diensteanbieter.

In xDSL- und FTTx-basierten L2-BSA-Zugangsnetzen wird diese Nutzeridentifikation als Line-ID innerhalb des Datenstroms vom Endkunden zum Diensteanbieter übertragen. Dies wird durch Funktionen im Access Node, an dem der Endkunde angeschlossen ist, gewährleistet. Die CPE des Endkunden ist direkt mit einem Port des Access-Node verbunden. Im Access-Node ist zu jedem Endkunden eine Line-ID konfiguriert. Bei der Anmeldung der CPE an die Dienstplattform schreibt der Access-Node die Line-ID in die Datenpakete. Hierfür wird der PPPoE Intermediate Agent bzw. die DHCP Relay Agent Option 82 genutzt.

Die vom Kabelnetzbetreiber gemäß Kapitel 5 erzeugte Line-ID kann in L2-BSA-Kabelnetzen nicht auf diese Weise zum Diensteanbieter übertragen werden. Dies hat unterschiedliche Ursachen:

- Da die Datenpakete zwischen Kabelmodem und CMTS in einem Layer-2 Tunnel übertragen werden, kann das CMTS auf diese Pakete nicht zugreifen (vgl. Abbildung 9)
- Es gibt keine Eins-zu-Eins Beziehung zwischen dem Kabelmodem des Endkunden und dem Port des CMTS. An jedem CMTS Port sind mehrere Kabelmodems angeschlossen. Die Zuordnung einer Line-ID zu einem Port und somit zu einem Endkunden ist nicht möglich.
- Prinzipiell bestände die Möglichkeit, dass das Kabelmodem die Line-ID in die Datenpakete schreibt. Jedoch ist diese Funktion von den Herstellern nicht implementiert.

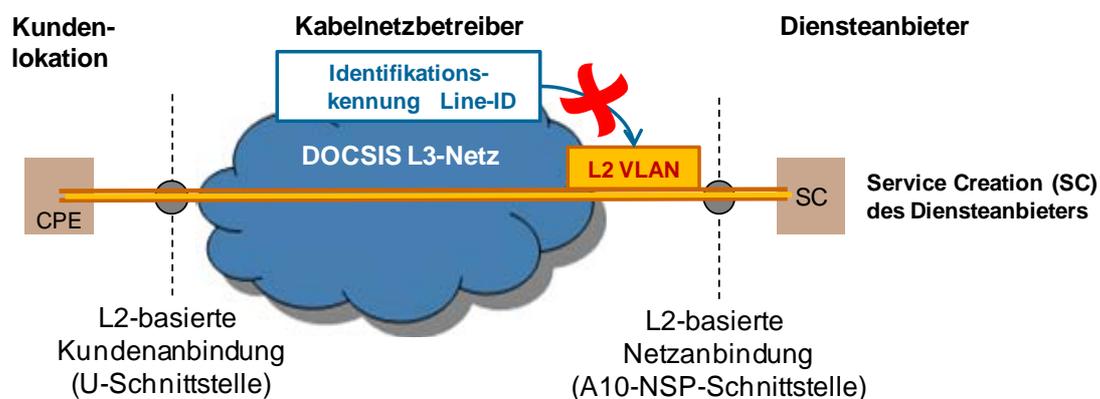


Abbildung 9: DOCSIS (L3) hat keinen Zugriff auf DHCP/PPPoE-Protokolle im VLAN (L2) des Diensteanbieters

Soll die Line-ID bei der Anmeldung des CPE, das nach dem Kabelmodem angeschlossen ist, zu den Systemen der Dienstplattform übertragen werden (z.B. DHCP- oder RADIUS-Server), so muss der Diensteanbieter diese Funktion selbst implementieren. Ein Lösungsansatz könnte folgendermaßen aussehen.

Nach der Beauftragung des Anschlusses vergibt der Zugangsbetreiber die Line-ID und nennt sie dem Diensteanbieter. Der Diensteanbieter ordnet dem Anschluss ein CPE zu. Die MAC-Adresse dieses CPE ist das lokale Identifikationsmerkmal für den Diensteanbieter.

In der Datenbank des Diensteanbieters werden zu jedem Anschluss sowohl die Line-ID als auch die dazugehörige MAC-Adresse des CPE gespeichert. Damit ist im Datensatz des Endkunden die eindeutige Korrelation zwischen der Line-ID und dem Endkundenanschluss gegeben.

Bei der Anmeldung an den Authentifizierungsserver (z.B. DHCP- oder RADIUS-Server) überträgt die CPE ihre MAC-Adresse. Durch eine Datenbankabfrage ermittelt die Service Creation die zugehörige Line-ID zur weiteren Verwendung in der BSA-Session (vgl. Abbildung 10).

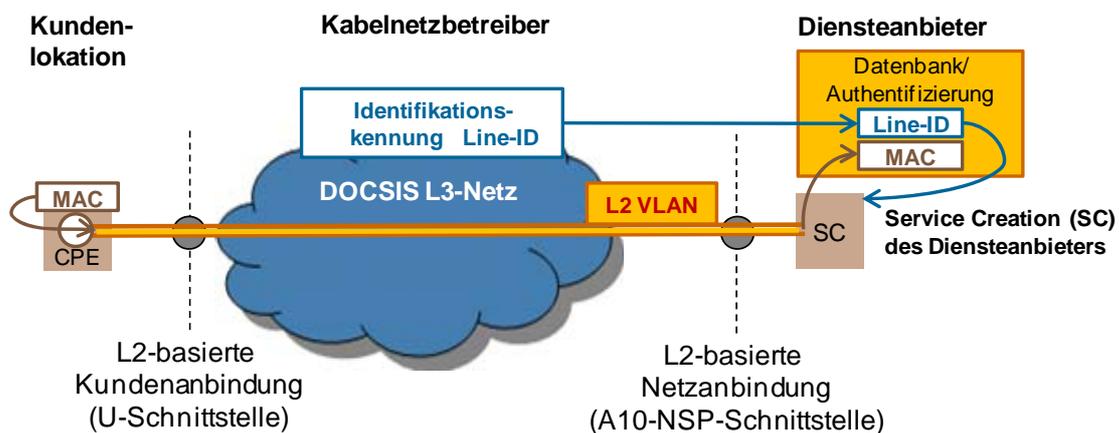


Abbildung 10: Der Diensteanbieter korreliert die CPE-MAC-Adresse mit der Line-ID

7.2 Zusammenfassung der abzustimmenden technischen Interoperabilitätsparameter

In Tabelle 5 sind die zwischen Zugangsbetreiber und Diensteanbieter abzustimmenden Interoperabilitätsparameter aufgeführt. Nicht alle in der Tabelle aufgeführten Parameter sind Teil dieser technischen Spezifikation. Daher sind nicht alle Parameter im Hauptteil dieses Dokuments detailliert beschrieben. Auch sind je nach Dienstgestaltung und Architektur des Zugangsbetreibers nicht alle Tabelleneinträge in jedem Fall relevant. Ziel der Tabelle ist es jedoch, den an dem Geschäftsprozess beteiligten Partnern eine möglichst vollständige Liste von Fragen zur Verfügung zu stellen. Für die technische Realisierung der Zusammenschaltung muss bei diesen Fragen Einvernehmen hergestellt werden. Welche Punkte Teil einer vertraglichen Vereinbarung werden, obliegt den beiden Zusammenschaltungspartnern.

Nr.	Parameter-Name	dargestellt in Kapitel	Wertebereich	Bemerkung
1.	Realisierung der U-Schnittstelle	2.1	100-BaseT/ 1000-BaseT	Nach IEEE 802.3 mit 1Q-Unterstützung
2.	Erwartete mittlere BB-Nutzung pro U-Schnittstelle .	-		Peakbandbreite an der A10-NSP zur Hauptverkehrszeit, gemittelt über alle Endkunden. Evtl. separate Angabe pro BB-Profil. Ggf. wichtig für Kapazitätsplanung Zugangsnetz
3.	PPPoE und/oder IpoE in einem C-VLAN	2.1	nur PPPoE / nur IpoE / PPPoE und IpoE	Pro VLAN: Angabe des verwendeten Netzwerkprotokolls
4.	C-VLAN-IDs	2.1	2 bis 4094	Absprache im Rahmen der technischen Möglichkeiten des Zugangsnetzes
5.	C-Tag p-Bit-Werte	2.1	0 bis 7	Angabe der genutzten VLANs und deren Mapping auf die Services
6.	Lokation der A10-NSP	2.2	genaue Adresse + Port auf Verteiler	Ort der Zusammenschaltung
7.	Realisierung der A10-NSP-Schnittstelle	2.2	z.B. Optische 1GE und oder 10GE	Muss der technologischen Entwicklung angepasst werden
8.	Physikalische Ausprägung A10-NSP	2.2	z.B. LC / SC / E2000 / singlemode, multimode...	Steckertyp (optisch) gemäß jeweils aktuellem technischen Stand
9.	maximale Bandbreite A10-NSP	-		relevant, sofern Bandbreite auf dem Interface aus kommerziellen Gründen limitiert werden soll
10.	Link-Redundanz (LAG)	2.2	kann	Zur Bandbreitenerhöhung und/oder Link-Redundanz (LAG mit LACP-Unterstützung)
11.	Anzahl der Links in einer LAG	2.2	ab 2	Abhängig von Punkt 10
12.	auf A10-NSP genutzte S-VLANs	2.2	2-4094	S-VLAN-IDs werden vom Zugangsnetzbetreiber festgelegt. Angabe aller S-VLANs auf der A10-NSP und deren Mapping auf die Services
13.	S-Tag p-Bit-Werte Downstream	2.2	0, 3, 4, 5	Nutzung der p-Bit-Werte und Mapping auf QoS-Klassen
14.	S-Tag p-Bit-Werte Upstream	2.2	0, 5	Nutzung der p-Bit-Werte und Mapping auf QoS-Klassen
15.	Maximale Anzahl der aggregierbaren Kundenanschlüsse (U-Schnittstellen) in einer N:1-Instanz	2.3.1		die Anzahl kann eingeschränkt werden, hängt von der technischen Realisierung (vgl. Abschnitt 1.2) ab.
16.	Maximale Anzahl der MAC-Adressen pro UNI-Schnittstelle	2.3.1		kann limitiert werden
17.	max. Upstreambandbreite auf U- Schnittstelle .	2.3.1		
18.	max. Upstreambandbreite mit p-Bit 5 und 6 auf U- Schnittstelle	2.3.1		
19.	Mappingtabelle p-Bit C-VLAN auf U- Schnittstelle auf p-Bit S-VLAN Zugangsnetz	2.3.1		
20.	pro Serviceklasse: max. Delay A10-NSP bis U- Schnittstelle .	3		

Nr.	Parameter-Name	dargestellt in Kapitel	Wertebereich	Bemerkung
21.	pro Serviceklasse: max. Jitter A10-NSP bis U- Schnittstelle .	3		
22.	pro Serviceklasse: max. Packet Loss A10-NSP bis U- Schnittstelle	3		
23.	pro Serviceklasse: max. Bitfehlerrate A10-NSP bis U- Schnittstelle	-		
24.	pro Serviceklasse: max. Delay A10-NSP bis Access-Node	3		
25.	pro Serviceklasse: max. Jitter A10-NSP bis Access-Node	3		
26.	pro Serviceklasse: max. Packet Loss A10-NSP bis Access-Node	3		
27.	pro Serviceklasse: max. Bitfehlerrate A10-NSP bis Access-Node	-		
28.	max. MAC Learning Delay	3.1.2		
29.	Anti MAC-Spoofing auf U-Schnittstelle	6	ja / nein	pro N:1 Instanz bzw. Broadcast Domäne
30.	Anti IPv4-Spoofing auf U-Schnittstelle	6	ja / nein	bei IPv4 und IPoE (DualStack)
31.	Rate Limit DHCP pro U-Schnittstelle	6		bei IPv4 und IPoE (DualStack)
32.	Rate Limit ARP pro U-Schnittstelle	6		bei IPv4 und IPoE (DualStack)
33.	Anti IPv6-Spoofing auf U-Schnittstelle	6	ja / nein	bei IPv6 und IPoE (DualStack)
34.	Rate Limit DHCPv6 pro U-Schnittstelle	6		bei IPv6 und IPoE (DualStack)
35.	Rate Limit ICMP ND pro U-Schnittstelle	6		bei IPv6 und IPoE (DualStack)

Tabelle 5: Zusammenfassung der technischen Interoperabilitätsparameter

- Ende des Dokuments -