

Carrier Ethernet Service

Version	3-4
Ausgabedatum	21.01.2026
Ersetzt Version	3-3
Gültig ab	01.05.2026
Vertrag	Vertrag betreffend Data Services Vertrag betreffend Mietleitungen FMG

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Referenzierte Dokumente	3
1.2	Definitionen	3
2	Technische Service-Attribute	4
2.1	Implementation und Architektur	4
2.2	Konfigurationsempfehlung Swisscom	4
2.3	Übergabe des Dienstes	4
2.4	Service-Typ und Port-Typ	5
2.5	Weitere wichtige Übertragungseigenschaften	11
2.6	Class of Service (CoS)	12
2.7	Performance-Zielwerte	15
2.8	Performance-Berichte	15
2.9	Customer Premise Equipment (CPE) und Schnittstellen	15
2.10	Physikalisches Ethernet-Interface	17
2.11	Port Overbooking	18
2.12	Aktualisierung von Hardware und Software	18
2.13	Anforderungen an die Infrastruktur der FDA	18
3	Technische Referenz	18
3.1	Verkehrsparameter	18
3.2	Nutzbarer Ethernet Payload	19

1 Einleitung

- Dieses Handbuch beschreibt die technischen Details für die Planung und Realisierung der Fernmeldedienstanbieterin (FDA) im Zusammenhang mit Carrier Ethernet Service und Carrier Ethernet Service FMG (nachfolgend beide CES genannt).

1.1 Referenzierte Dokumente

- [1] EN 300 386: «Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements»
- [2] EN 302 099: «Environmental Engineering (EE); Powering of equipment in access network»
- [3] IEEE Standard 802.3 (2002 Edition), IEEE Standard for information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications, SECTION THREE: This section includes Clauses 34 through 43 and Annexes 36A through 43C.
- [4] IEEE Standard 802.1Q (1998), IEEE Standard for information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Common specification – Virtual Bridged Local Area Networks.

1.2 Definitionen

- Der CES Access ist die physikalische Verbindung vom Kundenstandort zum Swisscom Netzwerk bzw. Metro Access Element (MAE). Die maximale Bandbreite beträgt 10 Gbit/s.

CES Access

Ein CES Access wird definiert durch die Access ID: *COL:ACC:xxxxxxxxxx*, und bildet stets die physikalische Basis für die Erbringung eines Carrier Ethernet Service an einem Kundenstandort.

CES Connectivity

Die CES Connectivity wird definiert durch die folgende ID: *CES:CON:xxxxxxxxxx*, sie bildet die logische Komponente und definiert die Bandbreite, die Class of Service, das Service Level Agreement usw.

CES Service

Ein CES Service wird definiert durch die folgende ID: *CES:SRV:xxxxxxxxxx*, dies ist die Ende-zu-Ende-Verbindung zwischen zwei oder mehr CES Connectivity-Punkten. Verschiedene CES Connectivity-Punkte können nur dann miteinander kommunizieren, wenn sie derselben CES Service ID zugeordnet sind.

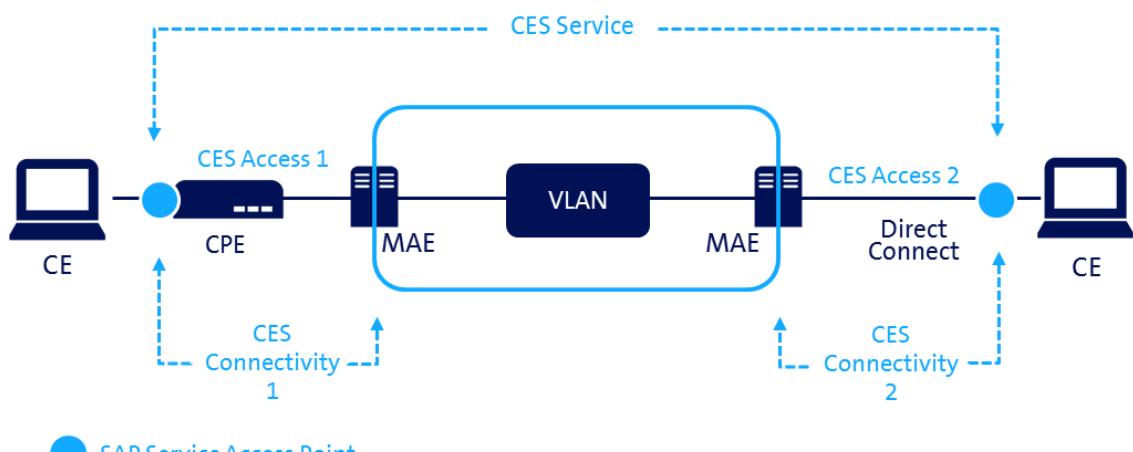


Abbildung 1: Dienstüberblick

2 Technische Service-Attribute

2.1 Implementation und Architektur

1. CES basiert auf Ethernet over MPLS-VPLS **oder EVPN** und unterstützt Punkt-zu-Punkt-, Multipunkt-zu-Multipunkt- und Rooted-Multipunkt-Topologien.
2. Die Netzwerkarchitektur von CES beruht auf dem hoch zuverlässigen Swisscom Netzwerk, bei dem jedes Metro Access Element (MAE) vollständig redundant ist.

2.2 Konfigurationsempfehlung Swisscom

1. Zur Vermeidung von unnötigen Umschaltungen auf redundante Verbindungen, z.B. auf die secondary Verbindung eines Premium Platinum Services, empfiehlt Swisscom, nach frühestens 150ms auf die redundante Verbindung umzuschalten.

2.3 Übergabe des Dienstes

1. Die Übergabe des Dienstes CES an den Endkunden erfolgt am Service Access Point (SAP), entweder direkt über Glasfasern als Direct Connect (DC) oder mit einem Customer Premise Equipment (CPE).
2. Das CPE wird über eine optische Anschlussleitung mit der Anschlusszentrale von Swisscom (PoP) verbunden. Falls die Übergabe in verschiedenen Anschlusszentralen stattfindet, werden diese mit dem hochredundanten Backbone (Swisscom Netz) verbunden.
3. Die in den Abbildungen gezeigten technischen Lösungen sind nicht abschliessend.

2.3.1 Übergabe des Dienstes ausserhalb der Swisscom Anschlusszentrale

1. Bei der Übergabe ausserhalb der Swisscom Anschlusszentrale wird der Dienst an einem Kundenstandort oder im Point-of-Presence (PoP) der FDA übergeben.
2. Die FDA ist für die elektrische Stromversorgung (inkl. Installation) sowie für das Bereitstellen eines entsprechenden Standplatzes (19"-Rack oder Tischversion) für das CPE selber verantwortlich.
3. Die Installation innerhalb des Gebäudes zwischen CPE und der Ausrüstung der FDA bzw. der Kundenausrüstung (CE) ist ebenfalls in der Verantwortung der FDA und muss durch diese bereitgestellt werden.
4. Swisscom liefert keine Fernspeisung.

2.3.2 Übergabe des Dienstes innerhalb der Swisscom Anschlusszentrale

1. Die Übergabe findet an der Kundenschnittstelle in einem durch die FDA oder deren Endkunden gemieteten Raum innerhalb der Anschlusszentrale statt.
2. Die FDA ist für die elektrische Stromversorgung (inkl. Installation) sowie für das Bereitstellen eines entsprechenden Standplatzes (19"-Rack oder Tischversion) für das CPE selber verantwortlich.
3. Für die Realisierung des CES-Dienstes innerhalb der Anschlusszentrale baut Swisscom Kablagen¹ für die FDA zwischen dem Verteiler von Swisscom und dem gemieteten Raum der FDA oder deren Endkunden. Einzelheiten sind im Flächenvertrag geregelt.

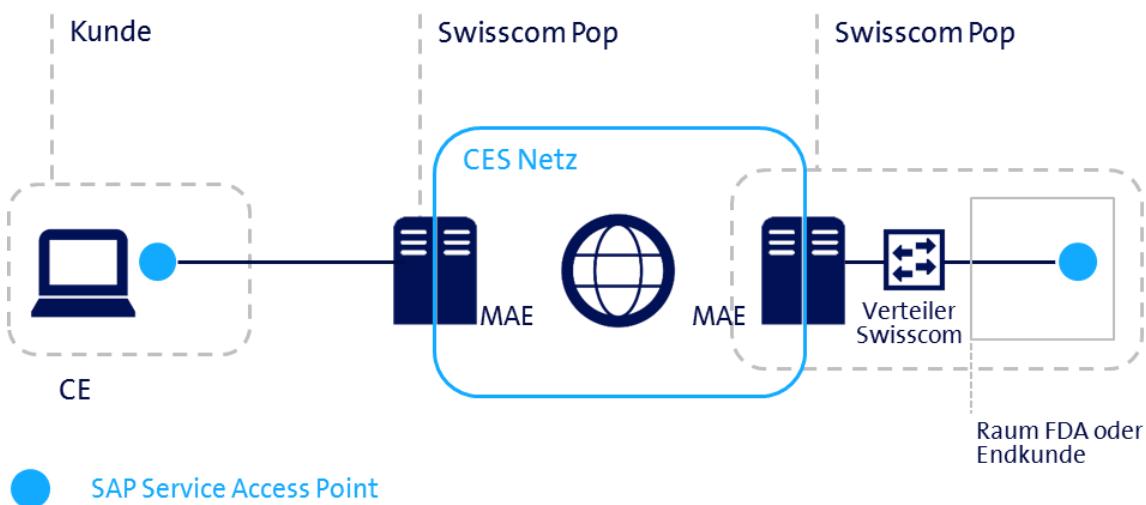


Abbildung 2: Übergabevarianten

2.4 Service-Typ und Port-Typ

2.4.1 EPL/EP-LAN/EP-Tree Service-Typen mit «Tunnel – Tunnel» Konfiguration

Service-Typ	Beschreibung	Port-Typ
EPL, EP-LAN, EP-Tree ²	«Tunnel – Tunnel» Konfiguration besteht aus portbasierten Services und benutzt dedizierte physikalische Ports an den SAP. Alle SAP müssen mit dem Port-Typ «Tunnel» konfiguriert werden. Pro Port-Typ «Tunnel» kann nur ein portbasierter Service-Typ zugeordnet werden.	«Tunnel – Tunnel»

¹ Die Kablagen innerhalb der Anschlusszentrale sind nicht im Dienst enthalten.

² Für EP-Tree kann der Tunnel-Root-Port nur über eine 10-Gbit/s-Ethernet-Schnittstelle mit einem gemanagten Swisscom High-End CPE (H-CPE) konfiguriert werden.

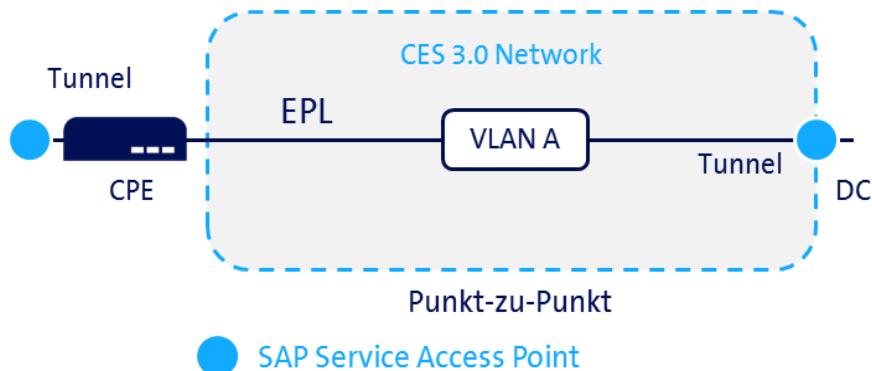


Abbildung 3: EPL mit «Tunnel – Tunnel»-Konfiguration

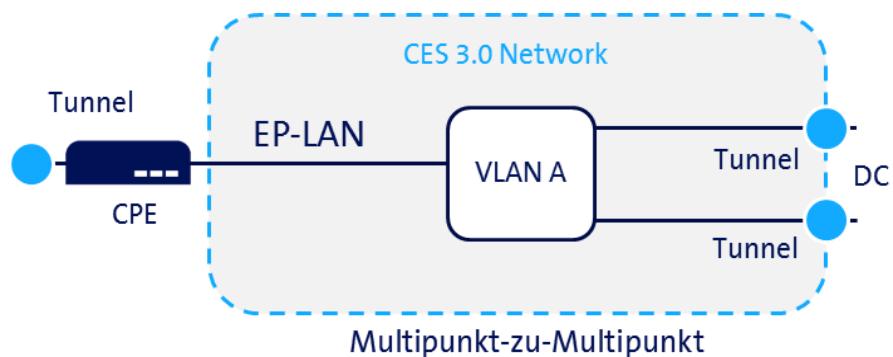


Abbildung 4: EP-LAN mit «Tunnel – Tunnel»-Konfiguration

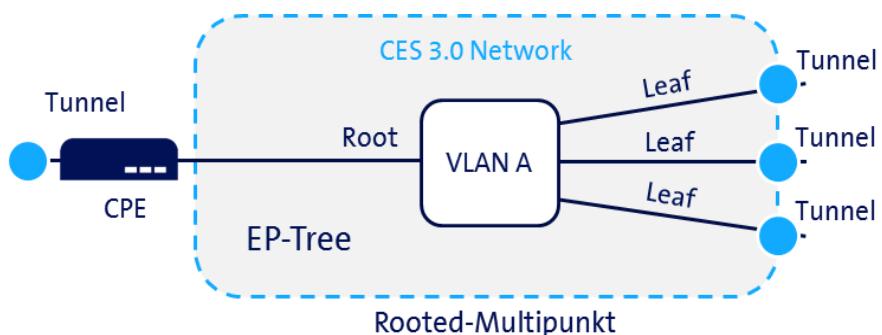


Abbildung 5: EP-Tree mit «Tunnel – Tunnel»-Konfiguration

2.4.2 Access-EPL/Access-EP-LAN Service-Typen mit «Tunnel – ENNI»-Konfiguration

Service-Typ	Beschreibung	Port-Typ
Access-EPL, Access-EP-LAN	Diese Service-Konfiguration erlaubt die effiziente Aggregation von Tunnelservices an mehreren Zugangsstandorten. Der Aggregationsport wird mit dem Port-Typ «ENNI» konfiguriert. Ein ENNI verwendet ein S-Tag, welches das C-Tag ergänzen kann. Beide werden von der FDA zugeordnet, und jedes S-Tag bezeichnet den Zugangsstandort für jeden Tunnelservice (z.B. EPL oder EP-LAN). Der Port-Typ «ENNI» ist mit Direct Connect oder mit dem von Swisscom verwalteten High-End CPE (H-CPE) verfügbar (siehe Abschnitt 2.10).	«Tunnel – ENNI»

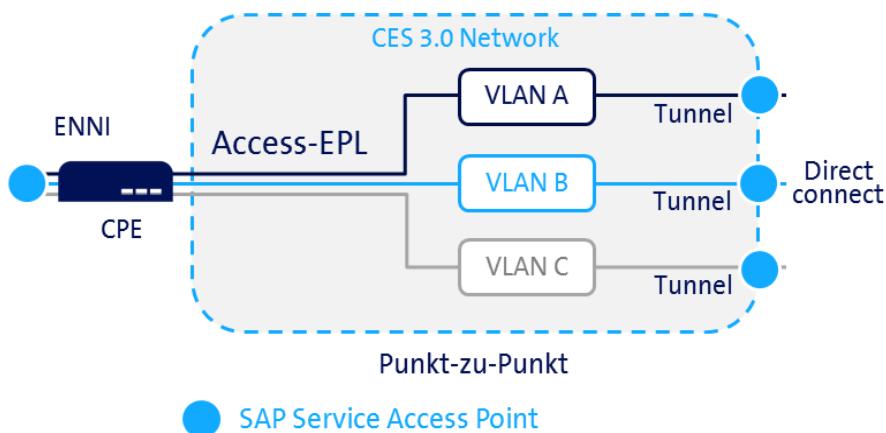


Abbildung 6: Access-EPL mit «Tunnel – ENNI»-Konfiguration

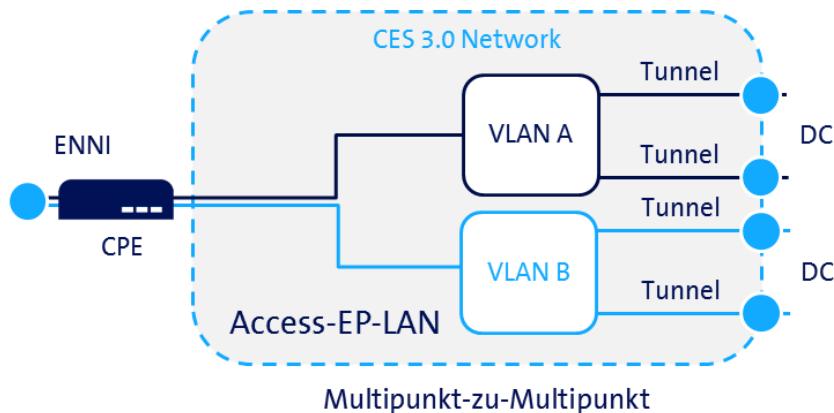


Abbildung 7: Access-EP-LAN mit «Tunnel – ENNI»-Konfiguration

2.4.3 EVPL/EVP-LAN/EVP-Tree Service-Typen

Service-Typ	Beschreibung	Port-Typ
EVPL, EVP-LAN, EVP-Tree³	Diese Konfiguration erlaubt die Terminierung von mehreren VLAN-fähigen Service-Typen auf einem SAP (z.B. auf einem CES Access Port). Diese Variante nutzt für jeden CES Connectivity VLAN IDs mit C-Tags, die von der FDA zugeordnet werden.	«Trunking» (empfohlen)
	Diese Konfiguration erlaubt das Senden und Empfangen von ungetagged Ethernet-Frames auf dem SAP. Die Ethernet-Frames sollten kein C-Tag im Ethernet-Header haben.	«Untagged» (kein Trunking)

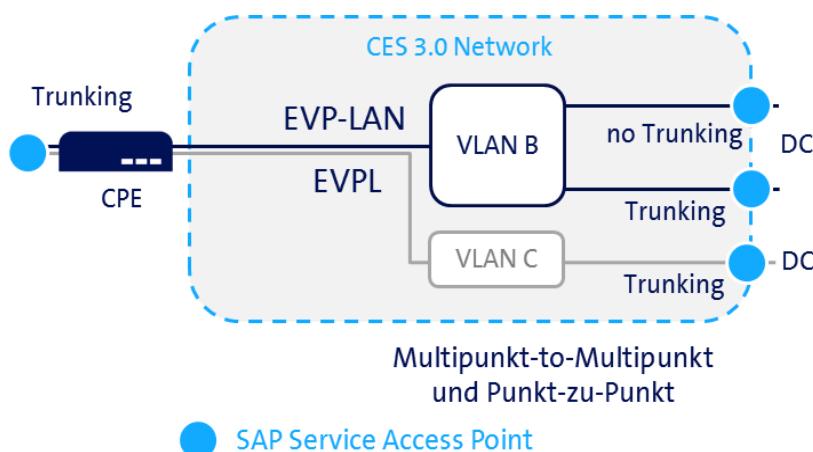


Abbildung 8: EVPL/EVP-LAN mit/ohne Trunking

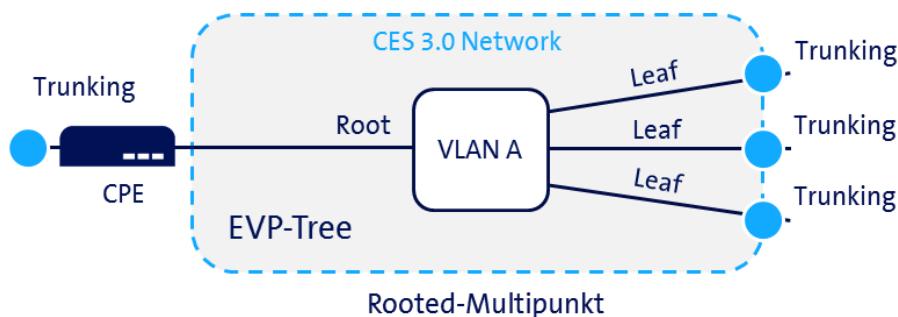


Abbildung 9: EVP-Tree mit/ohne Trunking

2.4.4 EVPL/EVP-LAN/EVP-Tree Service-Übertragung

1. Ethernet-Frame-Transparenz

CES EVPL/EVP-LAN/EVP-Tree eignen sich besonders für FDA, die ein Layer-3-Endgerät am SAP anschliessen. CES behandelt Layer-2-Kontrollprotokolle gemäss nachfolgender Tabelle 1.

³ Für EVP-Tree kann der Trunking/Untagged-Root-Port nur über eine 10-Gbit/s-Ethernet-Schnittstelle mit einem gemanagten Swisscom High-End CPE (H-CPE) konfiguriert werden.

Protokoll	Beschreibung	Aktion
CDP/VTP	Cisco Discovery Protocol, Virtual Trunking Protocol, mit Destination MAC-Adresse 0100.0ccc.cccc	verwerfen
UDLD/DTP/ Pagg etc.	Alle anderen Protokolle mit Destination MAC-Adresse 0100.0ccc.cccc	verwerfen
SSTP	Shared Spanning Tree Protocol Destination MAC-Adresse 0100.0ccc.cccd	verwerfen
STP/MSTP/ RSTP	Spanning Tree-Protokollfamilie mit Destination MAC-Adresse 0180.c200.0000 bis 0180.c200.000f	verwerfen
802.3x Pause (Flow Control), 802.3ad LACP, Dot1x, All Bridges Protocol etc.	Alle anderen Protokolle mit Destination MAC-Adresse 0180.c200.0000 bis 0180.c200.000f	verwerfen
GARP etc.	Block von Protokollen mit Destination MAC-Adresse 0180.c200.0020 bis 0180.c200.002f	verwerfen
CGMP etc.	Protokolle mit Destination MAC-Adresse 0100.0cdd.dddd	verwerfen

Tabelle 1: EVPL/EVP-LAN/EVP-Tree Ethernet-Frame-Transparenz

2. Der FDA wird empfohlen, nur Layer-3-Endgeräte (Router) am SAP anzuschliessen. Falls die FDA einen Layer-2-Switch anschliesst, muss am SAP speziell beachtet werden, dass alle Layer-2-Kontrollprotokolle abgeschaltet sind. Falls die FDA dennoch solche Kontrollprotokolle schickt, kann Swisscom ohne vorhergehende Ankündigung solche SAP ausschalten.
3. **Port-Typ**
Bei den Port-Typen «Untagged» ist kein CoS .1p-Bit vorhanden. Daher wird der Datenverkehr für alle ungetaggen SAP-Ports als Best Effort behandelt.
Bei den Port-Typen «Trunking» konfiguriert Swisscom IEEE 802.1Q-Kapselung (dot1Q) für alle Trunking-SAP-Ports.
4. **VLAN ID**
 - VLAN ID-Zuweisung: Die FDA weist die VLAN ID (C-Tag) pro CES Connectivity zu. Pro CES Connectivity kann nur 1 VLAN-ID vergeben werden (Vergabe von VLAN-ID Range nicht möglich).
 - VLAN ID-Bereich: Die FDA kann den gesamten VLAN ID-Bereich [2-4096]⁴ für ihre CES Connectivity nutzen.
 - VLAN ID-Erhaltung: Die VLAN ID am Eintrittspunkt kann sich von der VLAN ID am Austrittspunkt unterscheiden.

⁴ Die folgenden VLAN IDs sind für die FDA ausgeschlossen (netzwerkrelevant): 1, 1002–1005, 4021–4022.

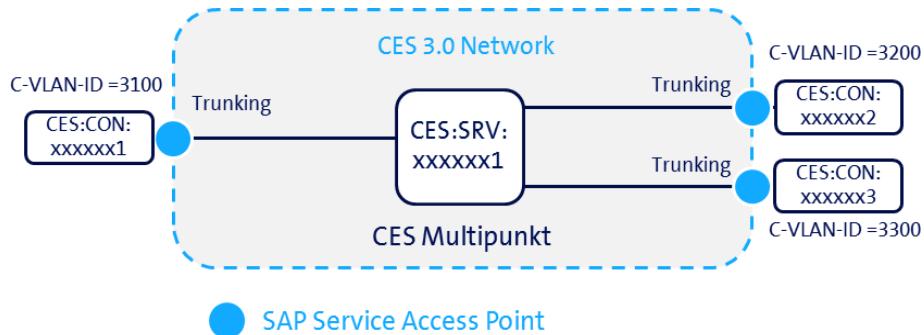


Abbildung 10: VLAN ID-Verwaltung mit EVPx

2.4.5 EPL/EP-LAN/EP-Tree/Access-EPL/Access-EP-LAN Service-Übertragung

1. Ethernet-Frame-Transparenz

Für EPL/EP-LAN/EP-Tree/Access-EPL/Access-EP-LAN wird der MEF-Transparenzstandard EPL Option 1 unterstützt. Die MEF-Transparenzoption ist besonders für FDA geeignet, die einen transparenten Layer-2-Service benötigen. Die folgenden Layer-2-Kontrollprotokolle (L2CP) werden getunnelt:

Protokoll	Beschreibung	Aktion
CDP/VTP	Cisco Discovery Protocol, Virtual Trunking Protocol, mit Destination MAC-Adresse 0100.0ccc.cccc	tunneln*
UDLD/DTP/ Pagg etc.	Alle anderen Protokolle mit Destination MAC-Adresse 0100.0ccc.cccc	verwerfen
SSTP	Shared Spanning Tree Protocol, Destination MAC-Adresse 0100.0ccc.cccd	tunneln*
STP/MSTP/ RSTP	Spanning Tree-Protokollfamilie mit Destination MAC-Adresse 0180.c200.0000 bis 0180.c200.000f	tunneln*
802.3x Pause (Flow control), 802.3ad LACP, Dot1x, All Bridges Protocol etc.	Alle anderen Protokolle mit Destination MAC-Adresse 0180.c200.0000 bis 0180.c200.000f	verwerfen
01-80-C2-00-00-0B	Für künftige Standardisierung reserviert	tunneln*
01-80-C2-00-00-0C	Für künftige Standardisierung reserviert	tunneln*
01-80-C2-00-00-0D	Provider Bridge für MVRP	tunneln*
01-80-C2-00-00-0F	Für künftige Standardisierung reserviert	tunneln*
GARP etc.	Block von Protokollen mit Destination MAC-Adresse 0180.c200.0020 bis 0180.c200.002f	tunneln*
CGMP etc.	Protokolle mit Destination MAC-Adresse 0100.0cdd.dddd	verwerfen
L2TP	Layer 2 Tunnelling Protocol mit Destination MAC-Adresse 0100.0cdd.cdd0	verwerfen

Tabelle 2: EPL/EP-LAN/EP-Tree/Access-EPL/Access-EP-LAN Ethernet-Frame-Transparenz

2. (*) Beim ENNI-Austrittsport wird ein Anbieter-VLAN (S-Tag) nach der MAC-Quelladresse eingefügt und die Destinations-MAC-Adresse für proprietäre Cisco-Protokolle (CDP/VTP) wird zu 01-00-0c-cd-cd-d0 geändert. Beim Accesstyp «LE» werden nur die Protokolle CDP/VTP/STP/MSTP/RSTP getunnelt.
3. **Port-Typ**

Für Direct Connect sind nur QinQ-getaggte Frames für die Port-Typen «ENNI» erlaubt. Beim von Swisscom verwalteten High-End CPE sind sowohl 802.1ad- als auch QinQ-getaggte Frames erlaubt. Services mit 802.1ad- und QinQ-getaggten Frames können nicht am selben ENNI-Port gemischt werden. Bei LE-Accesstypen sind Root-Tunneling und «ENNI»-Port-Typen nicht erlaubt.

4. VLAN ID

- VLAN ID-Zuweisung: Die FDA kann jeder CES Connectivity individuelle Kunden-VLAN IDs (C-Tags) zuweisen. Bei ENNI-Ports weist die FDA die Anbieter-VLAN IDs (S-Tags) zu.
- VLAN ID-Bereich: Die FDA kann den gesamten Kunden/Anbieter-VLAN ID-Bereich [2-4096]⁵ für ihre CES Connectivity nutzen.
- VLAN ID-Erhaltung: Die C-Tags am Tunnel-Eintrittsport (Ingress Port) sind identisch mit den C-Tags am Tunnel-Austrittsport (Egress Port). Am ENNI-Port werden die S-Tags ebenfalls erhalten (siehe Abbildung 11).
- Für ENNI-Ports: CES unterstützt maximal 1000 S-Tags pro CPE. Die FDA kann entweder nach 802.1ad oder Stacked C-Tags (QinQ) getaggte Frames nutzen.
- Für Tunnelports: Es gibt keine Beschränkung in Bezug auf die Anzahl von Kunden-VLAN IDs. Die FDA kann entweder dot1Q-getaggte oder ungetaggte Frames nutzen.

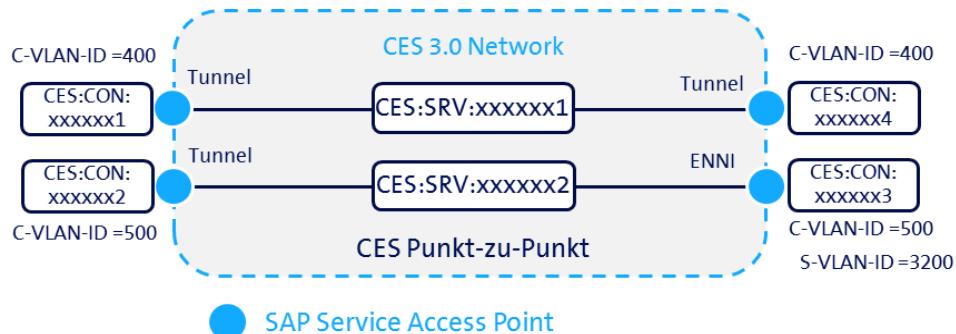


Abbildung 11: VLAN ID-Verwaltung mit EPx

2.5 Weitere wichtige Übertragungseigenschaften

1. Broadcast, Unknown Unicast und Multicast (BUM) Datenverkehr werden im Swisscom CES Netzwerk (WARP) repliziert. Die Zustellung von Multicast-Frames erfolgt uneingeschränkt an alle CES Access innerhalb des gleichen CES Services. Broadcast- und Unknown-Unicast-Frames werden je mit bis zu 10'000 pps (Pakete pro Sekunde) an alle CES-Access im gleichen CES-Service zugestellt. Der überschrittene Broadcast- und Unknown Unicast-Verkehr wird verworfen⁶.

⁵ Die folgenden VLAN IDs sind von der FDA ausgeschlossen (netzwerkrelevant): 1, 10, 1002–1005, 4021–4022.

⁶ Unter CES Netzwerk (EAP) wird Multicast und Unknown Unicast Verkehr uneingeschränkt zugestellt. Broadcast-Frames werden auf dem optischen CES Access (physischen 1 Gbit/s Port) bis zu 30 Mbit/s limitiert. Der überschrittene Broadcast-Verkehr wird verworfen.

2. Wird die max. Anzahl MAC Adressen je CES Service (Default 4'000/optional 10'000) erreicht (Unicast-, Multicast- und Broadcast-Frames), wird an alle Ports der zusätzlichen MAC Adressen der Datenverkehr repliziert (flooded).
3. CES lernt die MAC-Adressen der Source-MAC vom Ethernet-Frame. Standardmäßig werden 4000 MAC-Adressen pro CES-Service akzeptiert. Jeder Ethernet-Frame mit einer zusätzlichen MAC-Adresse wird geflutet. Ein Block von 6000 zusätzlichen MAC-Adressen ist optional erhältlich (total 10'000 MAC-Adressen). Bei LE-Accessstypen ist die maximale Zahl von MAC-Adressen (für Upstream-Datenverkehr) pro CES Connectivity auf 50 beschränkt.
4. CES unterstützt die Ethernet MTU Frame Size gemäss Definition in IEEE 802.1Q und 802.3 Standards. Die minimale Ethernet Frame Size beträgt 64 Bytes für alle SAP-Typen; die maximale Ethernet Frame Size ist 9000 Bytes für 1000BASE-T-/1000BASE-SX-/1000BASE-LX-/LH-/1000BASE-BX10-/1000BASE-ZX-/10GBASE-SR-/10GBASE-LR-/10GBASE-ER-SAP-Schnittstellen und 1568 Bytes für 100BASE-TX-SAP-Schnittstellen. Für einen LE-Access ist die MTU Size 1794 Bytes an der SAP-Schnittstelle.

2.6 Class of Service (CoS)

1. CES bietet sieben Verkehrsklassen (Class of Service, CoS) an: Best Effort, General, Priority, High Priority, Critical, Real-Time und Control. Jede CoS des Kunden wird transparent durch das Swisscom Netzwerk transportiert und dafür genutzt, die Committed Access Rate (CAR) durchzusetzen. Das Tag für die Verkehrsklasse muss vom CoS-Feld (CoS .1p-Bit) im Ethernet-Frame des Kunden bereitgestellt werden. CES erhält das CoS .1p-Bit, und die Frames werden entsprechend dem CoS-Feld des C-Tags oder des S-Tags übertragen.
2. Pro CPE werden max. 300 CES Connectivity mit COS7 unterstützt.

2.6.1 Verkehrsklassifizierung

1. Eine FDA muss den Ethernet-Verkehr gemäss den folgenden Richtlinien klassifizieren: Sämtlicher Kundenverkehr (z.B. Ethernet, dot1Q, QinQ, 802.1ad, MPLS, IPv4, IPv6) wird gemäss dem Priority Code Point (CoS .1p-Bit) im Ethernet-Header klassifiziert. Eine Übersicht zur Verkehrsklassifizierung findet sich in nachstehender Tabelle 3.

Verkehrsklassifizierung			
Verkehrsklasse	Ethernet CoS .1p-Bit	Priorität der Klasse	Gewichtung (garantiertes Minimum)
Control	[6, 7]	Kontrolle und Routing durch den Kunden	5%
Real-Time	[5]	Höchste Weiterleitungsriorität	50% strikte Priorität
Critical	[4]	Zweithöchste Weiterleitungsriorität	40%
High Priority	[3]	Dritthöchste Weiterleitungsriorität	30%
Priority	[2]	Vierthöchste Weiterleitungsriorität	15%
General	[0]	Fünfhöchste Weiterleitungsriorität	9%
Best Effort	[1]	Niedrigste Weiterleitungsriorität	1%

Tabelle 3: Verkehrsklassifizierung

1. Wenn zum Beispiel ein CES mit einer Committed Access Rate (CAR) von 100 Mbit/s 50 Mbit/s Real-Time-Verkehr überträgt, wird der garantierte minimale Verkehr für die restliche Bandbreite (50 Mbit/s) folgendermassen aufgeteilt: 0.5 Mbit/s für Best Effort-, 4.5 Mbit/s für General-, 7.5 Mbit/s für Priority-, 15 Mbit/s für High Priority-, 20 Mbit/s für Critical- und 2.5 Mbit/s für Control-Verkehr.
2. Die CES-Verkehrsklassifizierung beruht auf einem CoS-«Trust Modell». Dies ist ein native-Layer-2-Modell, bei dem die Klassifizierung und die Durchsetzung von Richtlinien auf Basis der CoS .1p-Bits des C-Tags oder des S-Tags des Ethernet-Frames erfolgen. Die CoS ist vollkommen transparent, und das CoS .1p-Bit wird innerhalb des Swisscom Netzwerks nicht neu geschrieben. Bei ungetagged Ethernet-Frames, bei denen kein CoS .1p-Bit vorhanden ist, wird der Verkehr innerhalb des Swisscom Netzwerks als Best Effort-Verkehr behandelt.

2.6.2 Profil ohne CoS-Support

1. Sämtlicher FDA-Verkehr wird unabhängig von seiner ursprünglichen .1p-Bit-Einstellung als «Best Effort» gemapped und gemäss Tabelle 4 kontrolliert.

Committed Access Rate (Mbit/s)	Best Effort CIR (Mbit/s)	General CIR (Mbit/s)	Priority CIR (Mbit/s)	High Priority CIR (Mbit/s)	Critical CIR (Mbit/s)	Real Time CIR (Mbit/s)	Control CIR (Mbit/s)
2	2	--	--	--	--	--	--
4	4	--	--	--	--	--	--
6	6	--	--	--	--	--	--
8	8	--	--	--	--	--	--
10	10	--	--	--	--	--	--
20	20	--	--	--	--	--	--
30	30	--	--	--	--	--	--
50	50	--	--	--	--	--	--
70	70	--	--	--	--	--	--
100	100	--	--	--	--	--	--
200	200	--	--	--	--	--	--
300	300	--	--	--	--	--	--
500	500	--	--	--	--	--	--
700	700	--	--	--	--	--	--
1000	1000	--	--	--	--	--	--
2000	2000	--	--	--	--	--	--
3000	3000	--	--	--	--	--	--
5000	5000	--	--	--	--	--	--
10000	10000	--	--	--	--	--	--

Tabelle 4: EVPL-/EVP-LAN-/EVP-Tree-Verkehrsprofile ohne CoS-Support

2. Die Summe der Best Effort Committed Information Rate (CIR) entspricht der Committed Access Rate (CAR) vom Bandbreitenprofil der CES Connectivity.

2.6.3 Profil mit CoS-Support

3. Der Kundenverkehr wird gemäss Tabelle 3 klassifiziert und gemäss Tabelle 3 kontrolliert und gemäss Tabelle 5 kontrolliert.

CES Connectivity CAR (Mbit/s)	Best Effort CIR (Mbit/s)	General CIR (Mbit/s)	Priority CIR (Mbit/s)	High Priority CIR (Mbit/s)	Critical CIR (Mbit/s)	Real Time CIR (Mbit/s)	Control CIR (Mbit/s)
2	2	2	2	2	2	1	2
4	4	4	4	4	4	2	4
6	6	6	6	6	6	3	6
8	8	8	8	8	8	4	8
10	10	10	10	10	10	5	10
20	20	20	20	20	20	10	20
30	30	30	30	30	30	15	30
50	50	50	50	50	50	25	50
70	70	70	70	70	70	35	70
100	100	100	100	100	100	50	100
200	200	200	200	200	200	100	200
300	300	300	300	300	300	150	300
500	500	500	500	500	500	250	500
700	700	700	700	700	700	350	700
1000	1000	1000	1000	1000	1000	500	1000
2000	2000	2000	2000	2000	2000	1000	2000
3000	3000	3000	3000	3000	3000	1500	3000
5000	5000	5000	5000	5000	5000	2500	5000
10000	10000	10000	10000	10000	10000	5000	10000

Tabelle 5: ELAN-/EVPL-Verkehrsprofile mit CoS-Support

4. Die Summe von Best Effort, General, Priority, High Priority, Critical, Real Time und Control CIRs kann nicht höher sein als die Committed Access Rate (CAR) vom Bandbreitenprofil der CES Connectivity.

2.7 Performance-Zielwerte

- Mit den Performance-Zielwerten wird die Leistungsfähigkeit des Swisscom Netzes ausgewiesen. Folgende Zielwerte werden für die Performance pro Verkehrsklasse typischerweise eingehalten:

Verkehrsklasse	Frame Delay Zielwert	Frame Delay Variation Zielwert	Frame Loss Ratio Zielwert
Best Effort	15 ms	3 ms	0.1%
General, Priority, High Priority, Critical, Control	10 ms	2 ms	0.01%
Real Time	5 ms	1 ms	0.01%

Tabelle 6: Performance-Zielwerte pro Verkehrsklasse

- Die FDA muss den eigenen Datenverkehr am CES SAP begrenzen. Falls die FDA eine höhere Bandbreite als die CAR verwendet, werden die nicht konformen Frames verworfen. Swisscom ist für nicht konforme Frames nicht verantwortlich. In diesem Fall sind die Performance-Zielwerte der Verkehrsklassen nicht anwendbar.

2.8 Performance-Berichte

- Für **Services mit CoS-Support** sind Performance-Berichte auf Anfrage verfügbar und bieten der FDA die Möglichkeit, den Packet Verlust (Loss), die Verzögerung (Delay) und die Variation der Verzögerung (Jitter) von Best Effort und Real Time Verkehr im CES-Netzwerk zu überwachen.
- Die FDA muss den eigenen Datenverkehr an der CES Connectivity begrenzen. Falls die FDA mehr Bandbreite als die CAR verwendet, werden die nicht konformen Frames verworfen. Swisscom ist für nicht konforme Frames, die die Performance-Werte (Loss, Delay, Jitter) der jeweiligen Verkehrsklassen eventuell beeinflussen, nicht verantwortlich.

2.9 Customer Premise Equipment (CPE) und Schnittstellen

- Für den CES Access kann die FDA zwischen den folgenden Varianten von Verbindungstypen wählen: Direct Connect (DC) oder Swisscom Customer Premises Equipment (CPE), wobei Letzteres eine Low-End CPE (L-CPE)-, eine Mid-Range CPE (M-CPE)- oder eine High-End CPE (H-CPE)-Option umfasst.

Verbindungstyp	Schnittstellenbandbreite	Schnittstellentyp
Direct Connect (DC)	Gigabit Ethernet	1000Base-SX, 1000Base-LX/LH, 1000Base-ZX, 1000Base-BX ⁷
	10 Gigabit Ethernet	10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-ER
L-CPE	Gigabit Ethernet	10/100/1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX/LH oder 1000Base-ZX
M-CPE		
H-CPE	10 Gigabit Ethernet	10/100/1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX/LH oder 1000Base-ZX 10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-ER

Tabelle 7: Überblick über CPE- und Schnittstellentyp

2. CES Essential ist nur als Variante Direct Connect (DC) und mit der Schnittstelle 1000Base-BX⁷ erhältlich.
3. Pro CES Access werden 1'000 CES Connectivity unterstützt (davon max. 300 mit CoS Option).
4. Die FDA muss bei Bestellung den genauen Schnittstellentyp angeben.
5. Die Swisscom CPE-Typen legt Swisscom anhand der Schnittstellen und Service-/Port-Typen fest, die von der FDA gewünscht werden.
6. Die FDA verpflichtet sich, jedes CPE an dem Standort zu belassen, an dem es installiert wurde. Für jegliches Verbringen von CPE an einen anderen Standort ist die vorherige schriftliche Zustimmung von Swisscom erforderlich. Es dürfen keine Änderungen am CPE vorgenommen werden. Reparaturen, Wartungsarbeiten oder andere Eingriffe am CPE müssen durch einen autorisierten Vertreter von Swisscom vorgenommen werden. Die FDA stellt sicher, dass nur qualifizierte Mitarbeiter Zugang zum CPE haben.

7. Direct Connect (DC) (ohne Swisscom CPE)

Die FDA installiert ihre eigene Ausrüstung und ist für deren Management verantwortlich.

Der SAP befindet sich auf dem Patch Panel, das die ankommende Glasfaser-Verbindung am Standort terminiert. Im Fall von Dual Homing/Dual Homing Light erfolgt die Übergabe an die FDA mit zwei SAP auf dem Patch Panel (der Stecker hängt vom Patch Panel am Kundenstandort ab).

8. Low-Range CPE (L-CPE)

Der SAP befindet sich auf der physikalischen, LAN-seitigen Ethernet-Schnittstelle vom CPE, wo der Service zur Verfügung gestellt wird:

2 x 1 Gigabit Ethernet LAN	10/100/1000Base-T (Cat-5 UTP RJ-45-Stecker), 1000Base-SX (MMF LC-Stecker), 1000Base-LX/LH (SMF LC-Stecker), 1000Base-ZX (SMF LC-Stecker)
AC Power 230 VAC	Einfach
Netz Anbindung (WAN)	1 x 1 Gigabit Ethernet
Montage	19"-Rack/Gestell/Wand
CPE-Höhe	1 Höheneinheit

⁷ Seite Swisscom SFP 1000Base-BX 10km (immer Tx1490nm/Rx1310nm), Seite CPE/Kundenstandort SFP 1000Base-BX (Tx1310nm/Rx1490nm)

9. **Mid-Range (M-CPE)**

Der SAP befindet sich auf der physikalischen, LAN-seitigen Ethernet-Schnittstelle vom CPE, wo der Service zur Verfügung gestellt wird:

8 x 1 Gigabit Ethernet LAN	10/100/1000Base-T (Cat-5 UTP RJ-45-Stecker), 1000Base-SX (MMF LC-Stecker), 1000Base-LX/LH (SMF LC-Stecker), 1000Base-ZX (SMF LC-Stecker)
5 x 1 Gigabit Ethernet LAN	1000Base-SX (MMF LC-Stecker), 1000Base-LX/LH (SMF LC-Stecker), 1000Base-ZX (SMF LC-Stecker)
AC Power 230 VAC	Doppel (redundant)
DC Power 48 VDC	Doppel (redundant) (optional erhältlich)
Netz Anbindung	1 x 1 Gigabit Ethernet
Montage	19"-Rack/Gestell/Wand
Höhe	1 Höheneinheit

10. **High-Range CPE (H-CPE)**

Der SAP befindet sich auf der physikalischen, LAN-seitigen Ethernet-Schnittstelle vom CPE, wo der Service zur Verfügung gestellt wird:

8 x 1 Gigabit Ethernet LAN	10/100/1000Base-T (Cat-5 UTP RJ-45-Stecker), 1000Base-SX (MMF LC-Stecker), 1000Base-LX/LH (SMF LC-Stecker), 1000Base-ZX (SMF LC-Stecker)
4 x 1 Gigabit Ethernet LAN	1000Base-SX (MMF LC-Stecker), 1000Base-LX/LH (SMF LC-Stecker), 1000Base-ZX (SMF LC-Stecker)
1 x 10 Gigabit Ethernet LAN	10GBase-SR (MMF LC-Stecker), 10GBase-LR (SMF LC-Stecker), 10GBase-ER (SMF LC-Stecker)
AC Power 230 VAC	Doppel (redundant)
DC Power 48 VDC	Doppel (redundant) (optional erhältlich)
Netz Anbindung	1 x 10 Gigabit Ethernet
Montage	19"-Rack/Gestell/Wand
Höhe	1 Höheneinheit

2.10 Physikalisches Ethernet-Interface

Physikalisches Medium	LAN Port Auto-negotiation	LAN-Port-Geschwindigkeit	LAN-Port-Duplex
10/100BASE-TX	Ja	Auto	Auto
	Nein	100 Mbit/s	Voll
10/100/1000BASE-T	Ja	Auto	Auto
	Nein	100 Mbit/s oder 1000 Mbit/s	Voll
1000BASE-SX	Ja	Entfällt	Entfällt
1000BASE-LX/LH	Nein	Entfällt	Entfällt
1000BASE-ZX			
10GBASE-SR	Entfällt	Entfällt	Entfällt
10GBASE-LR			
10GBASE-ER			

Tabelle 9: Physikalisches Ethernet-Interface

1. Bei CES wird kein physikalisches Medium mit 10Base-T- und Halbduplex-LAN-Ports angeboten.
2. Falls die Ursache eines Problems auf eine falsche Konfiguration einer physikalischen Ethernet-Schnittstelle zurückzuführen ist, ist die FDA definitiv für einen gestörten Dienst (degraded service) verantwortlich.

2.11 Port Overbooking

1. Die FDA kann den SAP bis zum vierfachen physikalischen Port Speed überbuchen (Port Overbooking). Die gesamte provisionierte CAR ist damit bis viermal grösser als der physikalische SAP. Port Overbooking ist nur bei High-End Access mit Access-Medium Glasfaser möglich.
2. Frame Loss oder Delay durch überlastete SAP (SAP Congestion) ist nicht in der Verantwortung von Swisscom.

2.12 Aktualisierung von Hardware und Software

1. Eine Aktualisierung von Hardware und Software kann einen Unterbruch bedingen. Die FDA wird entsprechend informiert.

2.13 Anforderungen an die Infrastruktur der FDA

1. Die FDA ist verpflichtet, nur Ausrüstungen an die Schnittstellen anzuschliessen, welche mindestens die Standards und Normen EN 300 386 [1] und EN 302 099 [2] erfüllen.
2. Falls diese Normen nicht erfüllt sind und dadurch Schäden an Ausrüstungen von Swisscom entstehen, muss die FDA entsprechende Kompensationszahlungen leisten.
3. Falls diese Normen nicht erfüllt sind und dadurch Unterbrüche provoziert werden, darf Swisscom die Verbindung umgehend ausser Betrieb nehmen.
4. Die FDA muss sicherstellen, dass kein MAC-Flapping auftritt. Bei Überschreitung einer Limite wird die verursachende Source-MAC-Adresse von Swisscom auf einem der betroffenen Anschlüsse vorübergehend gesperrt. Die Limite sowie die Dauer der Sperrung werden von Swisscom aufgrund von Betriebserfahrungen optimiert. Die jeweils aktuellen Werte werden auf Wunsch mitgeteilt.

3 Technische Referenz

3.1 Verkehrsparameter

1. Am SAP wird der ankommende Kundenverkehr einer Zugangskontrolle nach den folgenden Parametern unterzogen:
 - Committed Information Rate (CIR) = bis zu dieser durchschnittlichen Rate werden die Service-Frames gemäss den Performance-Zielen übertragen
 - Committed Burst Size (CBS) = bis zu dieser maximalen Anzahl Bytes werden die Service-Frames in einem Burst gemäss den Performance-Zielen übertragen
 - Excess Information Rate (EIR) = bis zu dieser durchschnittlichen Rate, die grösser oder gleich CIR ist, werden die Service-Frames übertragen, ohne die Performance-Ziele einzuhalten
 - Excess Burst Size (EBS) = bis zu dieser maximalen Anzahl Bytes werden die Service-Frames in einem Burst übertragen, ohne die Performance-Ziele einzuhalten
2. Bis zur zugelassenen CIR-Rate können Service-Frames ins CES Netz geschickt werden. Service-Frames, die nicht mit dem Bandbreitenprofil übereinstimmen, werden verworfen (kein EIR und EBS verfügbar).

CIR Mbit/s	CBS MBytes	EIR Mbit/s	EBS MBytes
1	0.1	0	0
2	0.2	0	0
3	0.3	0	0
4	0.4	0	0
5	0.5	0	0
6	0.6	0	0
8	0.8	0	0
10	1	0	0
15	1.5	0	0
25	2.5	0	0
30	3	0	0
35	3.5	0	0
50	5	0	0
70	7	0	0
100	10	0	0
300	30	0	0
500	50	0	0
700	70	0	0
1000	100	0	0
2000	200	0	0
3000	300	0	0
5000	500	0	0
10000	900	0	0

Tabelle 10: Verkehrsparameter (CIR, CBS, EIR, EBS)

3.2 Nutzbarer Ethernet Payload

1. CES stellt an einem Standort pro CES Connectivity-Punkt eine Bandbreite zur Verfügung, die der symmetrischen Access-Bandbreite gemäss OSI-Modell Layer 2 entspricht. Die CAR ist auf OSI-Modell Layer 2 spezifiziert und umfasst den gesamten Ethernet-Overhead.
 - Frame Header (H)
 - Frame Trailer (T)
 - Preamble
 - minimale Inter-Frame Gap (IFG)
2. Der Netto-Ethernet-Overhead wie auch die nutzbare Ethernet-Payload-Bandbreite sind abhängig von der Frame Size. Tabelle 11 zeigt die theoretisch nutzbaren Ethernet-Payload-Bandbreiten in Abhängigkeit von der Frame Size und der CAR im Swisscom Netzwerk.

CES Connectivity CAR (Mbit/s)	Frame Size (einschliesslich Header/Trailer) [Bytes]								
	64	128	256	1024	1522	1794	2048	4400	9000
	Nutzbare Ethernet-Payload-Bandbreiten [Mbit/s]								
2	1.05	1.47	1.72	1.86	1.93	1.95	1.96	1.96	1.98
4	2.1	2.94	3.44	3.71	3.85	3.9	3.92	3.93	3.97
6	3.15	4.42	5.16	5.57	5.78	5.85	5.87	5.89	5.95
8	4.2	5.89	6.88	7.42	7.71	7.8	7.83	7.85	7.93
10	5.25	7.36	8.6	9.28	9.63	9.75	9.79	9.82	9.91
20	10.5	14.72	17.21	18.56	19.27	19.51	19.58	19.63	19.83
30	15.75	22.08	25.81	27.84	28.9	29.26	29.37	29.45	29.74
50	26.25	36.81	43.01	46.4	48.17	48.76	48.95	49.08	49.57
70	36.75	51.53	60.22	64.96	67.44	68.27	68.53	68.71	69.4
100	52.5	73.61	86.03	92.8	96.35	97.53	97.9	98.16	99.14
200	105	147.22	172.06	185.61	192.69	195.06	195.8	196.32	198.28
300	157.5	220.83	258.09	278.41	289.04	292.59	293.7	294.48	297.42
500	262.5	368.06	430.15	464.02	481.73	487.65	489.5	490.79	495.7
700	367.5	515.28	602.21	649.62	674.42	682.7	685.3	687.11	693.98
1000	525	736.11	860.29	928.03	963.46	975.29	979.01	981.59	991.39
2000	1090.91	1503.55	1739.78	1866.67	1932.5	1954.4	1961.26	1966.04	1984.14
3000	1636.36	2255.32	2609.67	2800	2898.75	2931.6	2941.89	2949.05	2976.21
5000	2727.27	3758.87	4349.44	4666.67	4831.24	4885.99	4903.15	4915.09	4960.34
10000	5454.55	7517.73	8698.88	9333.33	9662.49	9771.99	9806.31	9830.18	9920.69

Tabelle 11: Beispiel für nutzbare Ethernet-Payload-Bandbreiten in Mbit/s für EVPL-Service mit Port-Typ «Trunking» (C-Tagged).

3. Wenn wie in der Tabelle oben ein EVPL-Service mit einer CAR von 50 Mbit/s Ethernet-Frames (C-Tagged) mit einer durchschnittlichen Länge von 1024 Bytes überträgt, ist eine durchschnittliche Bandbreite von 48.17 Mbit/s für den Payload (z.B. IP-Pakete) nutzbar.