

Broadband Connectivity Services

Version	1-12
Ausgabedatum	19.10.2023
Ersetzt Version	1-11
Gültig ab	01.02.2024
Vertrag	Vertrag betreffend Broadband Connectivity Services



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Leistungsmerkmale Anschluss	3
2.1	Profile.....	3
2.2	Anschlusstechnologien.....	5
2.3	Kupferbasierte Anschlüsse (ADSL, VDSL und G.fast).....	5
2.4	Glasfaserbasierte Anschlüsse (1000Base-BX10 und XGS-PON).....	8
3	Leistungsmerkmale Anbindung	11
3.1	Generelles.....	11
3.2	Anbindungsvarianten	12
3.3	Terminierungsarten.....	12
4	Technische Einschränkungen	16
4.1	Einschränkungen auf Anschlussleitungen	16

1 Einleitung

1. Dieses Handbuch beschreibt die technischen Details des Broadband Connectivity Services (BBCS).
2. Die technische Verantwortung von Swisscom beschränkt sich auf den Transport von Daten zwischen dem Endkunden Serviceübergabe Punkt (SAP) und dem SAP bei der FDA.
3. Swisscom ist in keiner Art und Weise für den Inhalt und den Schutz von Datenpaketen verantwortlich. Die FDA und der Endkunde sind für ausreichenden Schutz der übermittelten Daten und der angeschlossenen Anlagen zuständig.

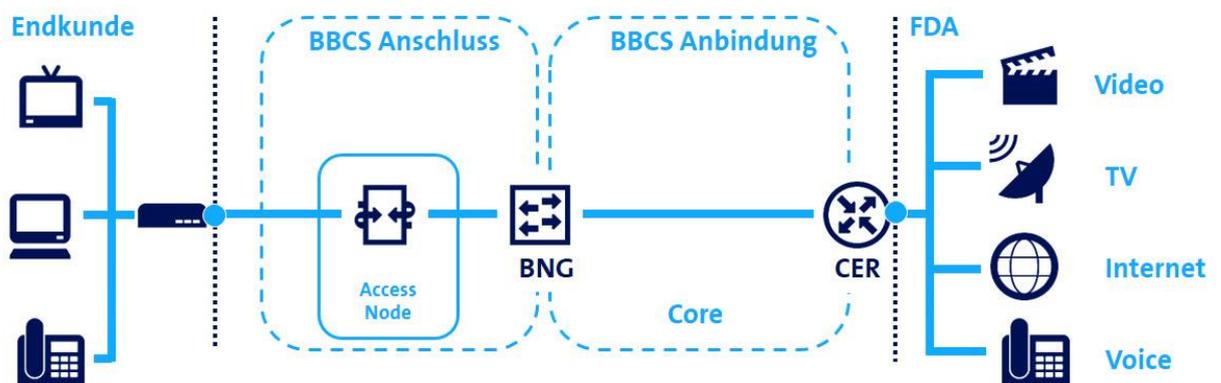


Abbildung 1: **Illustrative** Darstellung BBCS inkl. Unterteilung in BBCS Anschluss und BBCS Anbindung

2 Leistungsmerkmale Anschluss

2.1 Profile

1. Bei BBCS wird zwischen zwei Profilen unterschieden:
 - Anschluss Profil (Access Profil)
 - Service Profil
2. Das Anschluss Profil bestimmt das technische Profil, welches zwischen der Endkundenausrüstung und dem Anschlussknoten (Access Node) eingerichtet ist. Dieses Profil definiert die Verbindung und deren Geschwindigkeit für den Verkehr aller Verkehrsklassen.
3. Das Service Profil ist nur für Verkehr der Verkehrsklasse Best Effort relevant und entspricht der bestellten Bandbreite.
4. Die Bandbreite des Anschluss Profils kann von derjenigen des Service Profils abweichen. Ist das Anschluss Profil grösser als das Service Profil steht – vorbehaltlich des priorisierten Verkehrs - die volle Bandbreite des Service Profils zur Verfügung. Ist das Anschluss Profil kleiner als das Service Profil wird dadurch die maximal mögliche Bandbreite begrenzt.
5. Der Verkehr vom Endkunden zur FDA und umgekehrt ist IP basiert. Bei den Bandbreiten der Service Profile ist der IP-Durchsatz angegeben.

- Die Bandbreiten Werte der Service Profile sind TCP/IP Werte (Layer3/4), also Nettowerte. Ausnahme: Ist das Service Profil bei Glasfaser gleich wie die maximal mögliche Bandbreite der Technologie (Nennwert der Technologie), dann ist es die maximale Bandbreite, welche die jeweilige Technologie liefert.

2.1.1 Bandbreite

- Obwohl die Verbindung zwischen dem BBCS Modem/Router und dem Anschlussknoten bei der Anschlusstechnologie DSL und BX jedem Endkunden dediziert zur Verfügung steht (keine Überbuchung), ist die Geschwindigkeit des Service Profils von Modem/Router bis zum SAP der FDA nicht garantiert.
- Da die Verbindung zwischen dem ONT und dem OLT bei der Anschlusstechnologie XGS-PON nicht jedem Endkunden dediziert zur Verfügung steht (Überbuchung), ist die zur Verfügung stehende Bandbreite zwischen ONT und der Anbindung an die FDA nicht garantiert.
- Shaping**
Mit einem Shaping auf das Service Profil wird der Verkehr im Downstream (Richtung FDA zum Endkunden) der bestellten Bandbreite angepasst. Shaping bedeutet, dass kurzfristig überzählige Daten (zu hoher Datenstrom) aufgehalten werden, um anschliessend geschickt zu werden.
- Policing**
Der Verkehr im Upstream (Richtung Endkunde zur FDA) ist strikt begrenzt (Policing) und überschreitet die im Service Profil angegebene Geschwindigkeit in keinem Fall. Wird mehr Verkehr geschickt als im Access Profil bzw. Service Profil angegeben ist, wird der überzählige Verkehr verworfen.

2.1.2 Open Pipe Modell

- Jeder BBCS Anschluss wird mit der höchstmöglichen Bandbreite basierend auf Leitungsdaten und Messwerten bereitgestellt.
- Um die Verkehrsklasse Best Effort (für den Internet Verkehr) auf dem BBCS Anschluss zu modellieren, werden im Downstream Traffic Shaping und im Upstream Traffic Policing Mechanismen eingesetzt. Somit wird der BBCS Anschluss auf OSI Schicht 1/2 mit der höchstmöglichen Bandbreite eingerichtet. Das eigentliche Service Profil wird auf OSI Schicht 2/3 mit dem BNG (Broadband Network Gateway) geformt und ist so für den Endkunden nutzbar.
- Durch dieses Verfahren sind unter Umständen höhere Geschwindigkeiten auf der Benutzeroberfläche des Modems/Routers sichtbar (OSI Schicht 1/2), diese entsprechen dem realisierbaren Profil (Access Profil) und nicht dem Service Profil.

2.2 Anslusstechologien

1. Swisscom bietet die nachfolgend abschliessend aufgeführten Anslusstechologien an.
2. **ADSL** (inkl. ADSL2+) ist nur auf Kupferleitungen erhältlich.
3. **VDSL** (inkl. G.fast) ist nur auf Kupferleitungen erhältlich.
4. **1000Base-BX10** ist nur auf Glasfaser erhältlich.
5. **XGS-PON** ist nur auf Glasfaser erhältlich.

2.3 Kupferbasierte Anschlüsse (ADSL, VDSL und G.fast)

2.3.1 Anforderung an die Endgeräte von kupferbasierten Anschlüssen

1. Swisscom erlaubt nur Modem/Router/Firmware Kombinationen einzusetzen, welche auf der Liste der geprüften Geräte als freigegebene Geräte aufgeführt sind. Bei Netzoptimierungen werden nur für diese Geräte in Zusammenarbeit mit dem Service Provider und Modem/Router Lieferanten Migrationsszenarien ausgearbeitet. Anschlüsse mit nicht freigegebenen oder unbekannten Endgeräten werden im Bedarfsfall migriert, ohne die korrekte Funktion nach der Migration zu überprüfen oder sicherzustellen.
2. Unbekannte oder nicht freigegebene Modems/Router werden, wenn die Netzkonfiguration dies erfordert, auf das höchstmögliche Access Profil, welches den Netzbetrieb nicht beeinträchtigt, gedrosselt. Falls eine Beeinträchtigung mit der Verkleinerung des Access Profils nicht eliminiert werden kann, wird die störende Anschlussleitung deaktiviert.
3. Der Endkunde verbindet das Breitbandsignal durch eine Endkundenausrüstung (Modem/Router) mit dem Heimnetzwerk. Das Modem/Router liegt im Verantwortungsbereich der FDA.
4. Swisscom testet Endkundenausrüstungen, welche für BBCS eingesetzt werden können. Diese Tests können auch vom Hersteller oder der FDA in Auftrag gegeben werden. Sie werden dem Auftraggeber nach Aufwand in Rechnung gestellt und die getesteten Geräte verbleiben bei Swisscom.
5. Alle Anforderungen zur Zertifizierung der Endkundenausrüstung für kupferbasierte Anschlüsse sind im Hilfsdokument „CPE-Requirements-Library-WAN-xDSL-G.fast-&-Fibre“ beschrieben.

2.3.2 Anforderungen an die Installation im Haus

1. Um die Leistung eines Breitbandanschlusses nicht zu beeinträchtigen ist der Einsatz von paarweise verdrehtem Telefoninstallationskabel empfohlen
2. Es ist ein U72 Kabel (oder besser) als Verbindungskabel zwischen UP und Modem/Router zu verwenden. Ein CAT5 (UTP oder STP) wird empfohlen.
3. Bridge Taps (abzweigende Anschlussleitungen in der Installation) sind zu eliminieren. Siehe dazu Abbildung 2.

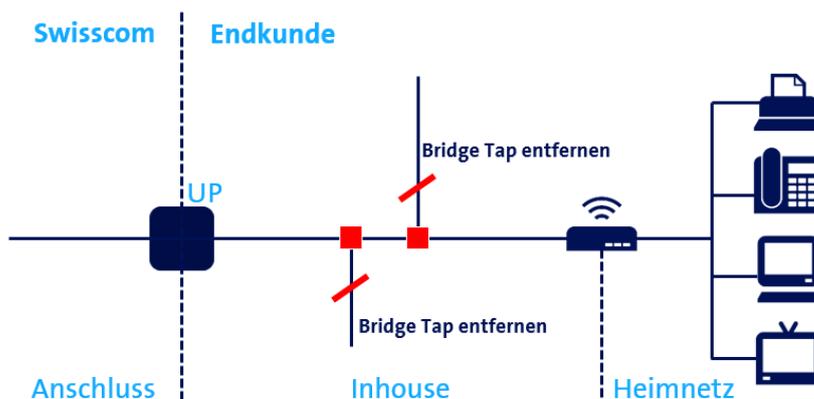


Abbildung 2: Illustrative Darstellung der Installation bei Kupferleitungen

2.3.3 Protokolle

2.3.3.1 BBCS auf Kupfer

1. Bei kupferbasierten BBCS kommt je nach Technologie
 - ADSL (Annex A/B) gemäss TS 101 388 [ITU-T G.992.1 inkl. Amendments]
 - VDSL Vectoring (Annex B/M) gemäss TS 101 271 [ITU-T G.993.5 inkl. Amendments]
 - G.fast ITU-T G.9700 & 9701

zum Einsatz. Siehe auch Handbuch "Technik Spektrummanagement" und Ergänzungen.

2. Das Modem/Router ist mit dem Anschlussknoten in der Telefonanschlusszentrale mit einer Kupferdoppelader verbunden. BBCS benutzt ein Hochfrequenzsignal über diese Doppelader.
3. Für kupferbasierte BBCS Anschlüsse sind keine Splitter oder Filter notwendig. Sind solche aber bereits installiert müssen diese nicht entfernt werden.

2.3.3.2 Fehlerkorrektur

1. Modem/Router, welche mit einem «keep alive» Mechanismus via ARP, ICMP oder anderen Protokollen ausgestattet sind, dürfen die Intervallzeit von 30 Sekunden nicht unterschreiten. Weiter muss ein sogenannter «back off» Mechanismus eingebaut sein.
2. Swisscom benutzt für BBCS auf der Kupferanschlussleitung in der OSI Schicht 1 ein Fehlerkorrekturprotokoll. Diese Fehlerkorrektur kann einen Einfluss auf die Leistung des BBCS Anschlusses haben. Es gibt je nach Technologie verschiedene Verfahren:
 - RTX (Retransmission, G.9701) für G.fast-Leitungen
 - RTX (Retransmission, G.INP=G.998.4) für vectorisierte VDSL-Leitungen
 - IFEC (Interleaved Forward Error Correction) für alle anderen ADSL- und VDSL-Leitungen.

RTX minimiert die Verzögerung und den Paketverlust gleichzeitig. Es wird nur ein Korrektur-Modus verwendet. RTX eignet sich für alle Dienste.

Mit IFEC werden verschiedene Korrektur-Modi verwendet. Der «Fastpath» Modus der Fehlerkorrektur minimiert die Verzögerung und wird für den Best Effort Service eingesetzt. Der Modus «Interleaved» ermöglicht eine in Bezug auf den Paketverlust optimierte Verbindung, dieser Modus erhöht allerdings die Verzögerung. Dieser Modus ist für Streaming und Real Time Dienste geeignet. Die Stärke der «Interleaved» Korrektur kann wie folgt angepasst werden:

3. **IFEC Korrektur Modi für ADSL**

ADSL Downstream/Upstream:

- INP=0: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 0ms (fastpath) «default»
- INP=0.5: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 4ms (medium)
- INP=2: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 16ms (high)

4. **IFEC Korrektur Modi für VDSL**

VDSL Downstream:

- INP=0: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 2ms (low)
- INP=2: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 8ms (medium) «default»
- INP=4: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 8ms (high)
- INP=4: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 16ms (high)
- INP=8: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 16ms (high)

VDSL Upstream:

- INP=0: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 2ms (low)
- INP=2: Verzögerung durch das Fehlerkorrekturprotokoll ist 8ms (medium) «default»

2.4 Glasfaserbasierte Anschlüsse (1000Base-BX10 und XGS-PON)

2.4.1 Anforderung an die Endkundenausrüstung

- ¹ Der Endkunde verbindet das Breitbandsignal durch eine Endkundenausrüstung (Konverter/Router) mit dem Heimnetzwerk. Der Konverter/Router liegt im Verantwortungsbereich der FDA. Swisscom empfiehlt die Einrichtung einer Firewall.
- ² Für die Installation von BBCS sind die in Tabelle 1 aufgeführten Komponenten erforderlich.

Anschlusstechnologie	Installationskomponenten
1000Base-BX10	- OTO - Konverter/Router
XGS-PON	- OTO - freigegebener Router (ONT)

Tabelle 1: Anforderungen Installation bei der Nutzung von Glasfaser

2.4.1.1 Anforderungen an das Endgerät für 1000Base-BX10

- ¹ Bei 1000Base BX10 reicht es, wenn das Endgerät die in diesem Dokument erwähnten Normen resp. Anforderungen berücksichtigt und die FDA für die Interoperabilität mit der von Swisscom eingesetzten Technologie besorgt ist.

2.4.1.2 Anforderungen an das Endgerät für XGS-PON

- ¹ Nur Endgeräte (ONT) mit Zertifikat einer Freigabe nach BBF.247i4 werden für die finalen Swisscom Freigabe-Tests zugelassen. Nur ONT mit finaler Freigabe von Swisscom können im Netz zugelassen werden.
- ² Folgende Eigenschaften werden für das ONT empfohlen:
 - Das ONT sollte die ITU-T Empfehlung G.9807.1 zur Energieeffizienz bei XGS-PON unterstützen
 - Das ONT sollte Jumboframes bis 9'000 Bytes unterstützen
 - Ein SC/UPC Stecker wird empfohlen
 - Eine Anzeige für Laserempfang vom OLT (Layer 1 Funktionsanzeige)
 - Möglichkeit zum Online und Offline Update der Firmware durch die FDA
- ³ Alle Anforderungen zur Zertifizierung der Endgeräte für XGS-PON sind im Hilfsdokument „CPE-Requirements-Library-WAN-xDSL-G.fast-&-Fibre“ beschrieben.

2.4.2 Anforderungen an die Installation im Haus

- ¹ Um die Leistung eines auf glasfaserbasierten Breitbandanschlusses zu nutzen, muss der OTO Plug mit dem Konverter/Router verbunden werden.

2.4.3 Glasfaser

1. 1000Base-BX 10 kommt gemäss IEEE 802.3-2008, Absatz 58 bzw. 59, (10km, 6.0 dB @ 1310nm, 5.5dB @ 1550nm) und XGS-PON kommt gemäss ITU G.9807.1 zur Anwendung.
2. Das Anschluss Profil synchronisiert mit 1000Base-BX10 Konverter/Router immer mit 1Gbit/s symmetrisch (Ethernet Daten Rate) und mit XGS-PON Konverter/Router mit max. 10Gb/s symmetrisch.
3. Der Router soll als DHCP Server funktionieren. Als DHCP Server soll der Router NAT/PAT Funktionalität anbieten, um mehrere Geräte im LAN zu bedienen, definiert in den IETF RFCs 2663, 3022 und 3027. Siehe Abbildung 3.
4. Der Router darf keinen lokalen Verkehr aus dem LAN in das WAN weiterleiten. Zu jedem Zeitpunkt ist nur eine MAC Adresse im WAN erlaubt.

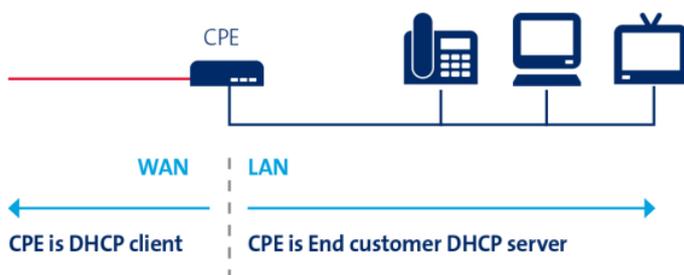


Abbildung 3: Illustrative LAN / WAN Darstellung

5. Die optische Schnittstelle der Glasfaser Dose (Optical Telecom Outlet – OTO) ist LC/APC (8° Schliff), siehe Abbildung 4 (Stecker sind grün). Die Dämpfung soll gleich oder kleiner als 0.5 dB pro Verbindung bei den entsprechenden Wellenlängen der Technologien sein.

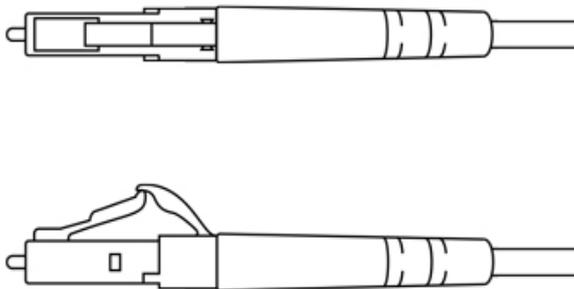


Abbildung 4: LC Stecker zum OTO (APC-8° Schliff)

6. Die optische Schnittstelle am 1000Base-BX10 Konverter/Router ist wie folgt beschrieben:
 - 1000Base-BX-U: Sendet auf 1310nm und empfängt auf 1490nm (TX@1310nm, RX@1490nm)
 - IEC 61755-3 Serie (optische Ferrule)
 - IEC 61755-1 (IL <0.5dB, RL >45dB (PC))
 - IEC 61300-3-35 (Qualität Anfertigung Ferrule)

7. Die optische Schnittstelle am XGS-PON Router/ONT ist wie folgt beschrieben:
- XGS-PON: Sendet in Wellenlängenbereich 1260-1280nm und empfängt im Wellenlängenbereich 1575-1580nm
 - IEC 61755-3 Serie (optische Ferrule)
 - IEC 61755-1 (IL <0.5dB, RL >45dB (PC))
- IEC 61300-3-35 (Qualität Anfertigung Ferrule)

8. **Eigenschaften der Schnittstelle auf OSI Schicht 2**

Unicast Verkehr, welcher an der WAN Schnittstelle des Konverters/Routers empfangen wird, beinhaltet die unveränderte Information (wie sie über die Anbindung geschickt wurden) im DSCP Feld. Somit wird das DSCP Feld im Core- wie auch im Metro-Netz nicht verändert.

In den Metro-Netzen wird anhand des P-Bit der Verkehr gesteuert. Der Router muss in der Lage sein, Verkehr gemäss den folgenden Vorgaben zu markieren:

- Der Router muss «CoS scheduling und queuing» unterstützen.
- Der Router muss «CoS scheduling und queuing» von der WAN zu der LAN Schnittstelle und umgekehrt übersetzen können.
- Der Router muss «Ethernet Link OAM» gemäss IEEE802.3ah unterstützen.
- Die MAC Adresse des Routers muss einmalig sein.

9. **VLAN Konfiguration Router**

Bei der Terminierung DHCP müssen Ethernetframes (in & out) an der WAN Schnittstelle des Routers mit der VLAN ID 10 markiert sein (gemäss IEEE802.1Q).

Bei der Terminierung PPP müssen Ethernetframes (in & out) an der WAN Schnittstelle des Routers mit der VLAN ID 11 markiert sein (gemäss IEEE802.1Q).

3 Leistungsmerkmale Anbindung

1. Die Breitbandanbindung sowie das terminierende Gerät (CER) sind Bestandteil des BBCS Produktes.
2. Die PPP Verbindungen, welche der Endkunde aufbaut und als PPPoE oder PPPoA zum BNG schickt, werden anschliessend im L2TP Tunnel zum LNS der FDA geschickt.
3. Für DHCP werden die Pakete in ein dezidiertes VPN des FDA geroutet.
4. Sobald eine PPP oder DHCP Session erfolgreich aufgebaut ist, darf nur noch das aktive Access Protokoll verwendet werden. So dürfen z.B. neben einer aktiven PPP Session keine DHCP Pakete auf die WAN Schnittstelle gesendet werden.

3.1 Generelles

1. Die Breitbandanbindung der FDA an das Swisscom BBCS Netz wird bedarfsgerecht mit $n*10$ und/oder $n*100$ Gigabit Ethernet Schnittstellen mittels Bundle Interface ausgeführt. Um die optimale Redundanz zu erreichen, benutzt die FDA 2 verschiedene PoP. Der PoP kann in einem Swisscom Gebäude sein (Telehousing) oder an einem Standort der FDA mit bereits bestehender Technologie Verfügbarkeit.
2. Der Serviceübergabe Punkt (SAP) ist immer der Ethernet Port auf dem CER. Gleichmässige Lastverteilung und dynamisches Routing für Redundanz verlangt 2 verschiedene CER und somit 2 Anbindungen. Die FDA ist verantwortlich für den Link zwischen den beiden Übergabepunkten, um die Redundanz mittels Rerouting zu gewährleisten (zum Beispiel Ausfall oder Arbeiten an PER/CER)

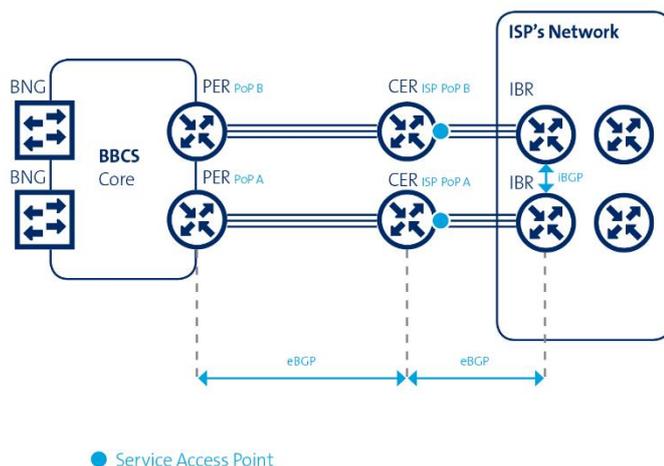


Abbildung 5: Illustrative Darstellung BBCS Anbindung

3. Es ist in der Verantwortung von Swisscom, die eingesetzten CER zu definieren.
4. Auf OSI Schicht 3 wird das Internet Protokoll gemäss RFC791 eingesetzt. Genauere Informationen sind ersichtlich unter www.ietf.org/rfc.html.
5. Die FDA kann mehrere SAP (10GBE/100GBE) auf einem CER betreiben. Um Erweiterungen der Bandbreite zu vereinfachen, werden Bundle Interfaces eingesetzt. Der eingesetzte CER gibt die

maximale Anzahl der SAP vor. Swisscom wird keine weiteren CER installieren, um die Anzahl der SAP für eine FDA zu erhöhen. Alle SAP sind von Swisscom verwaltet.

6. Die FDA kann SNMP – Leserecht auf dem CER einrichten lassen. Mit diesem Leserecht kann die FDA via SNMP – Read (maximal 5 Benutzer) den CER auswerten.

7. **Statische Routen**

Die FDA kann bis zu 8 LNS betreiben, um die L2TP Verbindungen zu terminieren.

Der «Round-Robin» Mechanismus wird unter allen LNS ohne Priorisierung eingesetzt. Alternativ können 2 verschiedene Routing Gruppen mit verschiedener Gewichtung per Domain Namen eingerichtet werden.

8. **Dynamische Routen**

Für die Übertragung der Routing Informationen wird BGP verwendet.

9. Die FDA kann bis zu 6 verschiedenen Domain Namen im Netz einrichten.

3.2 Anbindungsvarianten

3.2.1 10/100 Gigabit Ethernet Anbindung

1. Der SAP am CER ist eine 10 oder 100 Gigabit Ethernet Schnittstelle gemäss IEEE 802ae.
2. Um L2TP Fragmentierungsproblemen vorzubeugen, wird die MTU Grösse zwischen BNG und LNS auf 1552 Bytes gesetzt. Swisscom unterstützt 1552 Bytes MTU Grösse zwischen BNG und SAP auf dem CER beim FDA. Die FDA muss die MTU Grösse von 1552 Bytes zwischen dem SAP und dem LNS unterstützen. Grössere MTU Werte werden nicht unterstützt.

3.3 Terminierungsarten

3.3.1 Datenübertragungsprotokolle

1. BACS unterstützt PPPoE und DHCP auf Kupfer- und Glasbasierten Anschlüssen.
2. Während der LCP (Link Control Protocol) Phase wird die MRU (Maximum Receive Unit) Grösse auf 1492 oder 1500 Bytes eingestellt.
3. Auf der OSI Schicht 2 wird das Protokoll gemäss RFC 2661, Layer 2 Tunneling Protocol «L2TP» angewandt. PPPoE Encapsulierung wird gemäss RFC2516 mit LLC/Snap unterstützt.
4. Die IP Adresse kann statisch (**nur PPP**) oder dynamisch (**PPP und DHCP**) zugeteilt werden. PPP und DHCP haben diesbezüglich unterschiedliche Prozesse.
 - PPP ist ein OSI Schicht 2 Angebot. Die Zuweisung und Verwaltung der IP Adresse ist in der Verantwortung der FDA.
 - DHCP ist ein OSI Schicht 3 Angebot. Die von der FDA bereitgestellte IP Adresse wird von Swisscom dem Endkunden zugeteilt. Mit der WSG-Funktion IP-Poolmanagement können diese Adressbereiche verwaltet werden. **Bei IPv6 werden die Adressen durch Swisscom in ausreichend dimensionierten Ranges auf jeweiligen BNG's verteilt.**

3.3.2 PPP

1. BBCS mit Terminierungsart PPP auf dem Layer2 Network Server (LNS) der FDA wird von Swisscom auf OSI Schicht 2 geliefert. Der Transport der PPP Frames von und zu der FDA erfolgt mittels OSI Schicht 2 Protokoll.
 - PPPoE (Point to Point Protocol over Ethernet): Ethernet Paketierung wird von allen kupferbasierten Technologien und Glasfaser unterstützt.
2. Voraussetzungen, welche zwingend erfüllt sein müssen:
 - Strukturierte Benutzernamen auf OSI Schicht 2:
Um eine PPPoE Verbindung zu initiieren, werden ein Benutzername und ein Passwort vorausgesetzt. Der Benutzername muss dem Format Benutzer@DomainNamen entsprechen. Der Domain Name muss offiziell bei Switch (www.nic.ch) registriert und die FDA muss das Recht haben diesen im Rahmen von BBCS zu verwenden. Der Domain Namen ist derselbe wie auf der Breitbandanbindung eingerichtet ist.
 - PPP Verbindungsidentifizierung:
Die FDA ist in der Verantwortung, ihre Kunden zu identifizieren und auch zu authentifizieren. Die FDA richtet für Swisscom auf ihrem LNS ein Testkonto ein. Dieses Konto wird von Swisscom bei der Störungsbehebung benutzt. Zugang **zum Internet** ist notwendig (user@ispA.ch)
3. OSI Schicht 3 Pakete werden nur auf der Endkundenausrüstung respektive dem LNS bearbeitet.
4. Pro Anschluss darf maximal ein Client PPP «Message Requests» in Richtung Swisscom Netz senden. Somit ist nur eine PPP Verbindung pro Anschluss unterstützt.
5. Um Layer 2 Fragmentierungsprobleme zu vermeiden, ist die MTU (Maximum Transmission Unit) Grösse zwischen dem BNG und dem LNS der FDA auf wenigstens 1546 Bytes zu setzen. Swisscom unterstützt diese MTU Grösse zwischen BNG und SAP auf dem CER. Die FDA muss diese Paketgrösse auch unterstützen. Swisscom wird am SAP der FDA L2TP Pakete grösser als 1546 Bytes sowie fragmentierte Pakete verwerfen. Diese MTU Grösse entspricht der Standard L2TP Paketgrösse von 1540 Bytes.

3.3.3 DHCP

1. Mit der Terminierungsart DHCP bietet Swisscom der FDA für die Priorisierung und das Routing von Datenpaketen verschiedene Verkehrsklassen an. Das Swisscom Netz ermöglicht die folgenden vier Verkehrsklassen in der Richtung FDA zum Endkunden:
 - Real Time (Sprach Verkehr Unicast)
 - High Priority (Streaming Verkehr Multicast, Signalisation Sprach Verkehr Unicast)
 - Priority (Streaming Verkehr Unicast)
 - Best Effort (Internet Verkehr Unicast).
2. Pro Anschluss ist nur eine Endkundenausrüstung bzw. Instanz erlaubt, welche die DHCP Nachrichten schickt und auswertet.

3. Datenpakete ohne «source address» werden vom Anschluss Knoten nicht weitergeleitet (anti spoofing).
4. Die Zuteilung der IPv4 Adressen an die Endkunden wird durch Swisscom mit dem IP-Poolmanagement vollzogen. Für IPv6 werden die Adressen in genug grossen Ranges durch Swisscom auf die BNG verteilt. Details zu der Zuteilung von IP Adressen sind im Handbuch Betrieb beschrieben.
5. Das «hub & spoke» Design von BBCS mit Terminierung DHCP transportiert jedes Datenpaket zu der FDA. Es ist keine direkte Verbindung zwischen mehreren Endkunden möglich. Diese Technologie erlaubt der FDA Dienste wie eine «managed firewall» anzubieten.
6. OSI Schicht 3 Markierungen der Unicast IP Pakete (DSCP, IP precedence) werden durch Swisscom nicht verändert. Auch haben diese Markierungen keinen Einfluss auf die Priorisierung der Verkehrsklassen.
7. Die Zuweisung in die gewünschten Verkehrsklassen wird durch OSI Schicht 2 Markierungen auf jedem Netzelement umgesetzt. Die TOS Bits (type of service bits) werden nicht verändert.
8. Für IP Multicast muss das QoS Marking DSCP auf CS2 gesetzt sein. Auf Wunsch der FDA kann das Marking auf dem letzten Router wieder auf einen beliebigen (in der Regel den ursprünglichen) Wert gesetzt werden.
9. Jede der vier Verkehrsklassen wird in einer separaten Warteschlange zur FDA wie auch in der Richtung Endkunde zur FDA geschickt.
10. Den einzelnen Warteschlangen ist eine relative (keine statische) Bandbreite zugeteilt. Diese Zuteilung benutzt Verhältnisschlüssel, um die Bandbreite zu teilen.
11. Ein potenzieller Engpass ist die Verkehrsrichtung des Endkunden in Richtung FDA auf der Strecke (zwischen Endkundenausrüstung und Anschlussknoten). Die FDA ist verantwortlich, dass die Endkundenausrüstung die Datenpakete in der richtigen Reihenfolge schickt.
12. Falls der BBCS Anschluss mittels Glasfaser realisiert ist, muss die Markierung der Datenpakete anhand des «p» Bits gemacht werden (802.1 p bit marking).
13. Die «p» Bits 6 & 7 werden nicht unterstützt und durch Swisscom auf null gesetzt.
14. In der Verkehrsrichtung FDA zu Endkunden wird anhand der «Source Adresse» das Routing gemacht und der Verkehr in die folgenden Klassen unterteilt:

Verkehrsklasse	Warteschlange	Gewichtung
Real Time	Strikt	Strikt
High Priority	Queue 1	Maximum
Priority	Queue 2	Medium
Best Effort	Queue 3	Minimum

Tabelle 2: Datenpakete FDA in Richtung Endkunde

- ^{15.} In der Verkehrsrichtung Endkunde zu FDA bietet Swisscom die folgenden Verkehrsklassen an (üblicherweise shaped oder policed wo nötig):

Verkehrsklasse	Kupfer	Glasfaser (BX, XGS-PON)
Real Time	Ziel Adresse ist die eingerichtete Adresse des VoIP Gateways	Ziel Adresse ist die eingerichtete Adresse des VoIP Gateways und das «p-bit» auf 5
High Priority	Ziel Adresse ist die eingerichtete Adresse des Ziel Gateways sowie die Wahl des Portes	Ziel Adresse ist die eingerichtete Adresse des Ziel Gateways sowie die Wahl des Portes und das «p-bit» auf 4
Priority	Ziel Adresse ist die eingerichtete Adresse des Streaming Gateways	Ziel Adresse ist die eingerichtete Adresse des Streaming Gateways und das «p-bit» auf 3
Best Effort	Jeglicher andere Verkehr	Jeglicher andere Verkehr und das «p-bit» auf 0

Tabelle 3: Datenpakete Endkunde in Richtung FDA

3.3.4 DHCP Real Time

- ^{1.} Swisscom empfiehlt für die Nutzung des Real Time Verkehrs die Einrichtung von mindestens zwei verschiedenen Priorisierungen auf der Strecke vom Endkunden bis zur FDA. Ein Klasse für den Real Time Verkehr und mindestens eine weitere für den restlichen Verkehr.
- ^{2.} Die Real Time Verkehrsklasse hat erste Priorität und wird immer zuerst abgearbeitet. Sobald alle Real Time Datenpakete übermittelt sind, wird die nächsttiefere Verkehrsklasse abgearbeitet.

3.3.5 DHCP Streaming (Streaming Unicast & Multicast)

- ^{1.} Die FDA verpflichtet sich sämtlichen Streaming Verkehr (Multicast und Unicast Verkehr) mit ausreichenden und effektiven Mechanismen zu schützen (z.B. DRM).
- ^{2.} Weil die Menge der im BBCS-Netz verfügbaren IP Multicast Adressen beschränkt ist, kann die Verfügbarkeit im Einzelfall nicht garantiert werden und Swisscom behält sich weiter das Recht vor, kommerziell ungenutzte Adressen im Bedarfsfall **zurückzufordern**.
- ^{3.} Swisscom prüft auf Anfrage die Verfügbarkeit von Multicast Adressen. Sind Adressen verfügbar, erhält die FDA 254 Multicast IP-Adressen (in derselben C-Klasse). Benötigt die FDA weitere Multicast IP-Adressen, meldet sie dies drei Monate im Voraus an den FDA Account Manager. Als Faustregel gilt: maximal eine Multicast Adresse pro 40 aktive Streaming Kunden.
- ^{4.} Die Multicast Adressen müssen aus dem GLOP Multicast Adressen Bereich sein und auf die AS Nummer der FDA referenzieren.
- ^{5.} Die FDA ist frei in der Zuweisung von Kanälen zu ihren Multicast Adressen. Sie informiert aber Swisscom über die aktuelle Zuweisung proaktiv. Swisscom benötigt diese Informationen u.a. um Störungsbilder und -Ursachen eingrenzen zu können.



- ^{6.} Die FDA überlässt Swisscom zwei komplette Streaming Ausrüstungen (CPE & STB) pro Technologie, auf welcher der Dienst angeboten wird, zu Testzwecken.

4 Technische Einschränkungen

4.1 Einschränkungen auf Anschlussleitungen

- ^{1.} **Kupferanschlussleitung zu lang**

Die DSL Technologie hat je nach verwendetem Protokoll eine maximale Reichweite. Anschlussleitungen die diese Reichweiten in der Länge überschreiten, eignen sich nicht für BACS Dienste.

- ^{2.} **Anderes**

Wenn für Anschlussleitungen Ausrüstungen in Betrieb genommen werden, die sich der Kenntnis von Swisscom entziehen, können diese den Einsatz von BACS verhindern.