

Berechnung der  
Kosten für den Bitstromzugang  
Analytisches Kostenmodell für  
das Breitbandnetz

**Anlage 2 zum Referenzdokument  
Version 2.3**

Autoren:  
Klaus Hackbarth  
Gabriele Kulenkampff  
Thomas Plückebaum  
Desislava Sabeva

WIK-Consult GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, 4. Oktober 2017

Die aktuelle Anlage 2 (zum Referenzdokument Version 2.3) berücksichtigt Änderungen, die sich durch die Einführung der BNG-Architektur und neue Vorleistungsprodukte für die Bestimmung der Kosten für den Bitstrom ergeben haben.

Mit der nun vorliegenden Fassung des Hauptdokuments (Referenzdokument Version 2.3) wurde die Dokumentation der produktspezifischen Kostenberechnungen für Sprachzusammenschaltung, Bitstromzugang und Mietleitungen in die Anlagen 1 bis 3 ausgelagert. Das Hauptdokument – jetzt Version 2.3 des Referenzdokuments – fokussiert auf die Bestimmung der Transportkosten und enthält die Beschreibung der Umsetzung der BNG-Architektur im „Analytischen Kostenmodell für das Breitbandnetz“.

## **Impressum**

WIK-Consult GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef  
Deutschland  
Tel.: +49 2224 9225-0  
Fax: +49 2224 9225-63  
eMail: info(at)wik-consult.com  
www.wik-consult.com

### **Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen**

Geschäftsführer und Direktor	Dr. Iris Henseler-Unger
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Prokurist Leiter Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Winfried Ulmen
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7043
Steuer Nr.	222/5751/0926
Umsatzsteueridentifikations Nr.	DE 123 383 795

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>1 Vorbemerkung</b>	<b>1</b>
<b>2 Bitstromzugang – Definition und Leistungsmerkmale</b>	<b>1</b>
<b>3 Methodische Vorgehensweise</b>	<b>3</b>
3.1 Bitstromzugang und BNG-Netzarchitektur im NGN	3
3.2 Zielgrößen der Kostenmodellierung von Bitstromzugang	5
3.3 Kostenmodul und Abbildung netzelementorientierter Kosten	7
3.4 Tarifbezogene Kostenzurechnung	7
<b>4 Anschlusskomponente für KVz-VULA, L2 BSA und IP BSA</b>	<b>8</b>
4.1 Kosten der Linientechnik –erste Aggregationsstufe Verzweigerbereich (KVz-VULA)	10
4.2 Kosten des MFG –erste Aggregationsstufe Verzweigerbereich (KVz-VULA)	10
4.3 Kosten der Linientechnik – zweite Aggregationsstufe am HVt/MPoP (L2 und IP BSA)	10
4.4 Kosten des MSAN – erste Aggregationsstufe (KVz-VULA)	11
4.4.1 Methodik und Datenanforderungen	11
4.4.2 Dimensionierung Vectoring MSAN – Outdoor (KVz-VULA)	12
4.5 Kosten der Non-Vectoring MSAN (Indoor) – zweite Aggregationsstufe (L2 und IP BSA)	13
<b>5 Transportkomponente für L2 BSA und IP BSA</b>	<b>14</b>
5.1 Netzstruktur und Transportsegment	14
5.2 Netzelementbezogene Kosten – Wertschöpfungsstufen von L2 und IP BSA dargestellt in Form eines Baukastenprinzips	15
5.3 Hinweis zu IP BSA – Gate und Classic	17
5.4 Inkludierter Verkehr und Transport	17
<b>6 Tarifbezogene Zusammenführung der Kostenberechnung</b>	<b>18</b>

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 2-1:	Bitstromzugang auf unterschiedlichen Netzebenen	2
Abbildung 3-1:	Anschluss- und Konzentrationsnetz in der BNG-Architektur	4
Abbildung 3-2:	Varianten des Bitstromzugangs in der BNG-Architektur	6
Tabelle 5-1:	Netzelementbezogene Darstellung der Transportkomponente für L2 BSA und IP BSA	16
Tabelle 6-1:	Netzelementbezogene Kosten der BSA Produkte pro Anschluss bzw. Mbit/s	18

## Abkürzungsverzeichnis

ADM	Add Drop Multiplexer
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
BH	Busy Hour
BNetzA	Bundesnetzagentur
BNG	Broadband Network Gateway
CAPEX	Capital Expenditure
CC	Cross Connector
CFV	Carrier-Festverbindung
CPE	Customer Premises Equipment
CuDA	Kupfer Doppelader
DCN	Data Control Network
D.h.	Das heisst
DLL	Digital Leased Line
DMUX	Digitaler Multiplexer
DS3	Amerikanischer Standard für E3
DTAG	Deutsche Telekom Aktien Gesellschaft
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplex
DXC	Digitaler Cross Connector
FE	Fast Ethernet
FICON	Fibre Connectivity Schnittstelle
GB	Gigabyte
Gbps	Gigabit per second
GE	Gigabit Ethernet
Ggf.	Gegebenenfalls
Hk	Hauptkabel
HLS	High Level Specification
HPS	High Performance Solution
HVt	Hauptverteiler
IC	Interconnection
ID	Identifikationsnummer
I.d.R.	In der Regel
IP	Internet Protocol
IP BSA	IP Bitstream Access
IZF	Investitions Zuschlags Faktor

kbps	Kilobit per second
KKA	Kabel Kanal Anlage
Km	Kilometer
KVz	Kabelverzweiger
KVz VULA	Virtual Unbundled Local Access am Kabelverzweiger
L2 BSA	Layer 2 Bitstream Access
m.a.W.	mit anderen Worten
Mbps	Megabit per second
MFG	Multifunktionsgehäuse
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MPLS-TP	Multiprotocol Label Switching Transport Profile
MPoP	Metropolitan Point of Presence
MSAN	Multi Service Access Node
MUF	Mark-up Faktor
MUX	Multiplexer
NGN	Next Generation Network
NG-SDH	Next Generation SDH
OADM	Optical Add-Drop-Multiplexer
OLT	Optical Line Terminal
ONKZ	Ortsnetzkennziffer
OPEX	Operational Expenditure
OTM	Optische Transportnetz Schnittstelle / Optical Transport Network Module
OTN	Optisches Transportnetz / Optical Transport Network
OXC	optischer Cross Connector
P2P	Peer to Peer
PIU	Plug in Unit
PMX	Primär Multiplex
R	Regenerator
RF	Routingfaktor
ROADM	Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SE	Standard Ethernet
SFV	Standard-Festverbindung
STM	Synchrones Transportmodul
TAL	Teilnehmeranschlussleitung

U.a.	Unter anderem
vgl.	vergleiche
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
Vzk	Verzweigerkabel
WIK	Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur- und Kommunikationsdienste
z.B.	zum Beispiel





## 1 Vorbemerkung

Die aktuelle Anlage 2 „Berechnung der Kosten für Bitstromzugang“ zum Referenzdokument Version 2.3, „Analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz, Version 2.3“ (nachfolgend NGN-Modell bzw. NGN-Kostenmodell) berücksichtigt Änderungen, die sich durch die Einführung der BNG-Architektur und neue Vorleistungsprodukte für die Bestimmung der Kosten für den Bitstrom ergeben haben. Die Dokumentation der produktspezifischen Kostenberechnungen für Sprachzusammenschaltung, Bitstromzugang und Mietleitungen ist in die Anlagen 1 bis 3 ausgelagert. Das Hauptdokument, – Version 2.3 des Referenzdokuments – fokussiert auf die Bestimmung der Transportkosten und enthält die Beschreibung der Umsetzung der BNG-Architektur im „Analytischen Kostenmodell für das Breitbandnetz“.

Die Anlage 2 zum Referenzdokument beschreibt die methodische Vorgehensweise der Berechnung der Kosten für die auf Bitstromzugang (BSA) basierenden Vorleistungen im Breitbandnetz (NGN). Weiterhin werden die für den Bitstromzugang noch vorzunehmenden Ergänzungen von Kostenkomponenten, die über das bisher modellierte Transportnetz mit der zu Grunde liegenden BNG Architektur in der Modellversion 2.3 hinausgehen, beschrieben.

Die Darstellung basiert auf einem sogenannten Baukastenprinzip wonach die einzelnen Kostenkomponenten nach Maßgabe der Wertschöpfungskette dargestellt und den verschiedenen Bitstromzugangsvorleistungsprodukten zugeordnet werden können. Die Kosten der effizienter Leistungsbereitstellung (KeL) können damit für die einzelnen Vorleistungsprodukte unter Rückgriff auf das Kostenmodell in der Version 2.3 berechnet werden .

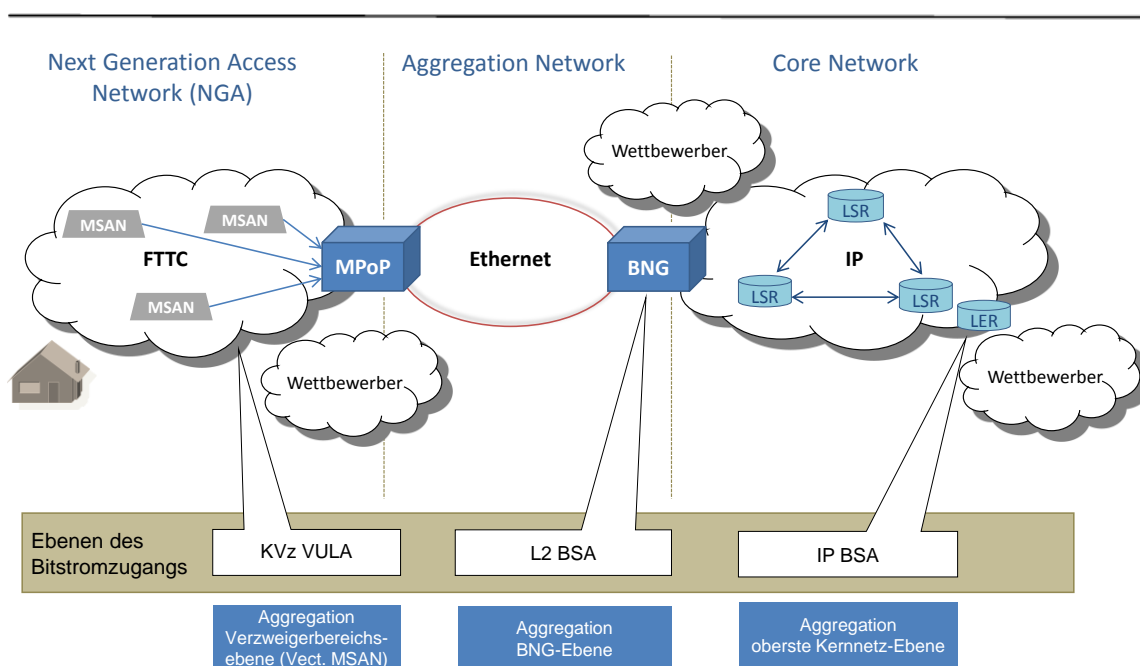
## 2 Bitstromzugang – Definition und Leistungsmerkmale

Bitstromzugänge sind Vorleistungsprodukte in paketorientiert arbeitenden Netzen, die es infrastrukturbasierten Wettbewerbern erlauben sollen, auf einer Anschluss- und ggf. Transportkomponente des Vorleistungserbringers mit ihrer eigenen Wertschöpfung aufzusetzen. Der Bitstromzugang fügt sich dabei in das Konzept der Investitionsleiter des infrastrukturbasierten Wettbewerbs ein. Bitstromzugang kann auf verschiedenen Netzebenen auf Basis des Ethernet- oder Internet Protokolls (IP) gewährt werden. In Abhängigkeit der vom Vorleistungsnachfrager bereits realisierten Größenvorteile soll es für ihn möglich sein, die Endkundenverkehre auf einer höheren oder niedrigeren Aggregationsstufe im Netz zu übernehmen, je nachdem wie es für ihn ökonomisch sinnvoll ist. Die Vorleistung umfasst daher ausgehend vom Endkundenanschluss (Anschlusslinie) eine Teilnehmeraggregation und den Transport bis hin zur Übergabeschnittstelle. Von dort „aufwärts“ erbringt der Bitstromzugangsnachfrager eine eigene Realisierung der Wertschöpfung seiner Endkundenbreitbanddienste.

In den meisten europäischen Ländern besteht eine Verpflichtung des marktbeherrschenden Unternehmens Bitstromzugang zu gewähren und anzubieten, wobei sich die Art oder der Umfang der Bitstromzugangsgewährung unterscheiden kann. In Deutschland ist seit mehreren Jahren ein IP-Bitstromzugang verfügbar, der im Jahr 2016 durch einen Ethernet-Bitstromzugang ergänzt wurde. In 2017 wurde nun ein weiterer Bitstromzugang am KVz eingeführt, der eine Verkehrsübergabe ebenfalls auf Basis einer Ethernet-Schnittstelle vorsieht. Dieser Bitstromzugang, der neben der (verkürzten) Anschlusslinie lediglich eine Aggregation, jedoch keinen Transport beinhaltet, wird auch als virtual unbundled local access (VULA) bezeichnet.

In der nachfolgenden Abbildung sind die verschiedenen Ebenen des Bitstromzugangs grafisch illustriert. Dabei nimmt vom Endkunden ausgehend von links nach rechts die vom Vorleister realisierte Wertschöpfung in Form von Aggregation und Transport mit jeder Netzebene zu, je weiter man sich mit dem Übergabepunkt in Richtung Kernnetz bewegt. .

Abbildung 2-1: Bitstromzugang auf unterschiedlichen Netzebenen



Für die hier im Fokus stehende Kostenmodellierung können folgende Varianten des Bitstromzugangs (BSA) unterschieden werden:

- (1) KVz-VULA: Ethernet-Bitstromzugang „ohne Transportleistung“ – d.h. bereits am ersten Aggregationspunkt **im Anschlussnetz** erfolgt eine Übergabe der gebündelten Verkehrsströme an den Vorleistungsnachfrager

- (2) L2 BSA: Ethernet-Bitstromzugang mit Anschluss- und Transportleistung – beinhaltet eine weiterreichende Aggregation und Transportleistung; die Verkehrsübergabe erfolgt noch vor dem Übergang in das IP-Kernnetz
- (3) IP-Bitstromzugang mit Anschluss- und Transportleistung – beinhaltet immer Aggregation und Transportleistung, wobei eine Differenzierung der Zugangsleistung nach Maßgabe des geleisteten Transports im IP-Kernnetz (und damit auch Aggregation) erfolgen kann.

Mit dem Analytischen Kostenmodell für das Breitbandnetz können die Kosten für die verschiedenen Varianten von Bitstromzugang berechnet werden. Dies erfolgt durch die bottom-up Kostenmodellierung für die im NGN-Modell berücksichtigten Netzkomponenten. Die Kosten der anschlussnetzbezogenen linientechnischen Komponenten<sup>1</sup> stellen für das hier beschriebene Modell Eingangsparameter dar. Im Breitbandkostenmodell erfolgt keine eigenständige bottom-up Kostenmodellierung für diese anschlussnetzbezogenen Komponenten. Als Kostenkomponenten werden die regulierten Entgelte, die zum Teil aus einer eigenständigen Anschlussnetzmodellierung abgeleitet sind, herangezogen. Die Zusammenführung der Kostenkomponenten für die gesamten Kosten des Bitstromzugangs ist Bestandteil des Kostenmoduls Bitstromzugang. Um diese Modellergebnisse für regulatorische Zwecke nutzbar zu machen, findet die geltende Tarifstruktur der Bitstromzugangsprodukte bei der Kostenberechnung Berücksichtigung.

### 3 Methodische Vorgehensweise

Die Wertschöpfungskette eines Bitstromzugangs reicht vom Endkundenanschluss bis zum Übergabepunkt an den Wettbewerber bzw. Vorleistungsnachfrager. Die methodische Basis für die bottom-up Kostenberechnung von Bitstromzugang bildet das mit dem NGN-Modell spezifizierte Transportnetz, welches im Hauptdokument „Analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz, Version 2.3“ beschrieben ist.

Die für die Kostenmodellierung gewählte Parametrisierung bestimmt die Netzstruktur und –hierarchie, welche ihrerseits die Basis für eine stufenweise Aggregation mit zugehörigem Transport konstituiert. Je nach Variante des Bitstromzugangs muss die im Modell gewählte Netzhierarchie angepasst werden.

#### 3.1 Bitstromzugang und BNG-Netzarchitektur im NGN

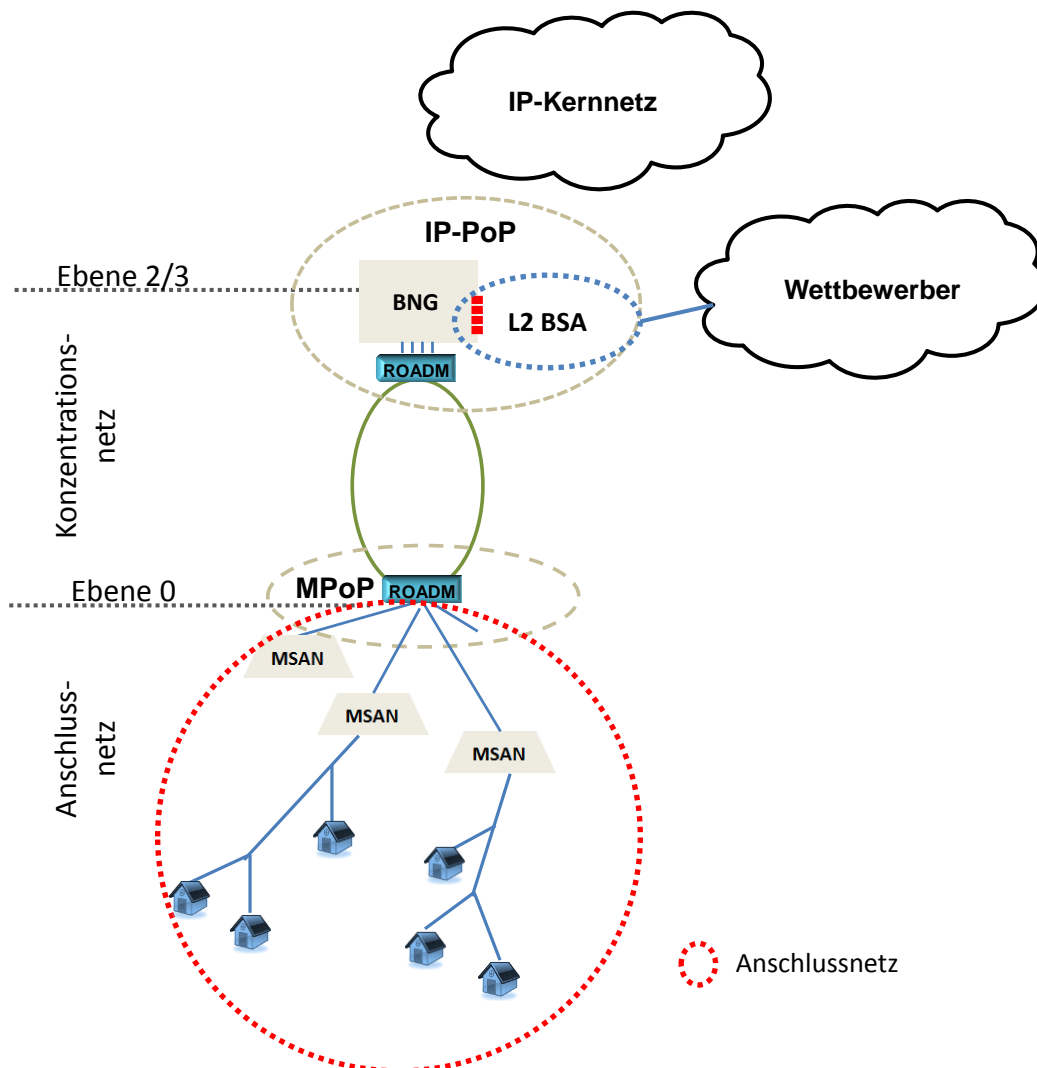
In der Version 2.3 des NGN-Kostenmodells wird mit der BNG-Netzarchitektur eine Netzarchitektur zu Grunde gelegt, die sich insofern an der des regulierten nationalen Netzbetreibers orientiert. Die als BNG-Architektur bezeichnete Realisierungsform wird

---

<sup>1</sup> Die Kosten der TAL, KVz-TAL, der unbeschalteten Glasfaser sowie des Multifunktionsgehäuses (MFG) fließen unter Rückgriff auf die genehmigten Vorleistungsentgelte in die Kostenmodellierung von Bitstromzugang ein.

ausgehend vom MSAN-Equipment nachfragegetrieben dimensioniert. Der MSAN bildet somit die erste Einrichtung des logischen Netzes, die kostenmäßig im NGN-Modell bestimmt wird. Der unterste Transportring mit seinen ROADM Einrichtungen an den MPoP-Standorten, die zur Anbindung der MSAN über Glasfaser oder Wellenlänge an die BNG-Standorte dienen, bildet das erste bottom-up modellierte physikalische (linientechnische) Netzelement im NGN. Ausgehend von diesen Netzelementen wird im Modell eine Netzhierarchie parametergesteuert abgeleitet, die es erlaubt, die darüber liegenden Netzelemente auf logischer und physikalischer Schicht nachfragegetrieben zu dimensionieren. Auf dieser Grundlage kann in Form eines „Baukastensystems“ die zunehmende Wertschöpfung von Bitstromzugangsleistungen netzelementbezogen kostenmäßig abgebildet werden.

Abbildung 3-1: Anschluss- und Konzentrationsnetz in der BNG-Architektur



Die über Bitstromzugang realisierte Anschlussnachfrage findet im NGN-Modell in der Ausgangsparametrisierung Berücksichtigung. Dazu ist die Anschlussnachfrage danach zu differenzieren, auf welcher Netzebene der anschlussbezogene Verkehr an ein Wettbewerbersnetz übergeben wird. Die Angaben dazu erfolgen verzweigerbereichsgenau. Die MPoP Zuordnung der Verzweigerbereiche wird für die Modellparametrisierung übernommen.<sup>2</sup>

Das NGN-Kostenmodell stellt auf die Bestimmung der Long Run Incremental Average Costs für das nationale Breitbandnetz ab, wie sie dem Kostenmaßstab der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung entsprechen.<sup>3</sup>

### 3.2 Zielgrößen der Kostenmodellierung von Bitstromzugang

Die Zielgrößen der Kostenmodellierung für Bitstromzugang in Deutschland leiten sich aus den regulierten Vorleistungen ab. Bezugnehmend auf die zunehmende Wertschöpfung vom Endkunden ausgehend sind dies zur Zeit die folgenden Bitstrom-Zugangsleistungen:

- KVz-VULA
- Layer 2 Bitstromzugang (L2 BSA)
- IP-Bitstromzugang (IP BSA)<sup>4</sup>

Referenziert auf die im Modell gewählte Netzarchitektur stellen sich die Bitstromzugangsvarianten wie folgt dar:

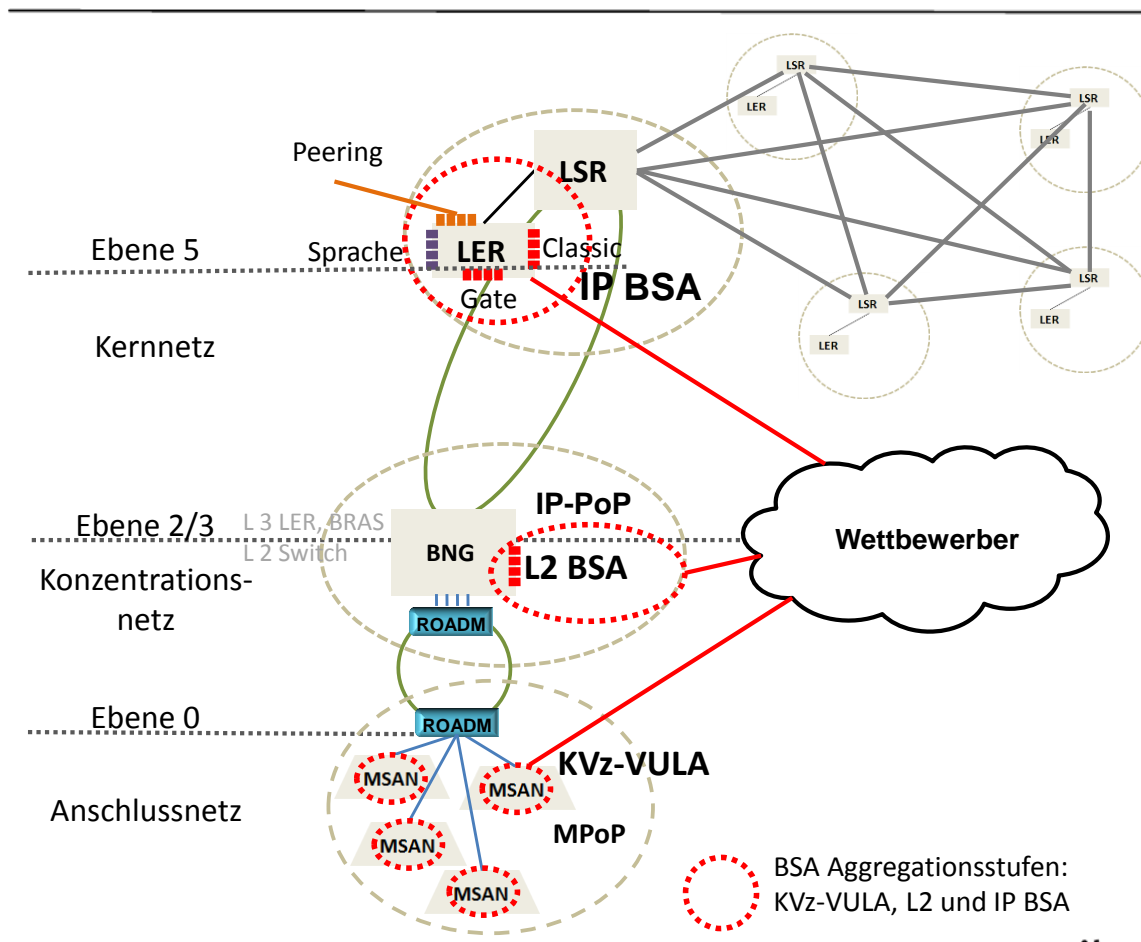
---

<sup>2</sup> Mit der Einführung der BNG-Architektur in der Modellversion 2.3 wurde die Anzahl implementierter Netzebenen von sechs auf drei reduziert: Die Netzebenen eins und vier sind entfallen. Ferner wurden mit der Einführung der BNG-Architektur die zweite und dritte Netzebene zusammengelegt (in den Vorversionen konstituierte die Netzebene 0 die unterste und die Netzebene 5 die oberste. In der Nomenklatur der Software wurden diese Ebenenbezeichnungen beibehalten.

<sup>3</sup> Fragen der Regionalisierung lassen sich in Abhängigkeit der konkreten Fragestellung über eine zugehörige Grundbefüllung des Modells adressieren bzw. benötigen zusätzliche Modelloutputs, welche zwar algorithmisch bereits berechnet, jedoch nicht ausgegeben werden und somit für die Kostenberechnung nicht differenziert zur Verfügung stehen.

<sup>4</sup> Auf die Differenzierung des IP-BSA in die Produktvarianten Classic und Gate wird an späterer Stelle eingegangen. Siehe hierzu Abschnitt 5.3.

Abbildung 3-2: Varianten des Bitstromzugangs in der BNG-Architektur



Das KVz-VULA Vorleistungsprodukt stellt anders als die anderen Vorleistungen keinen Netzzugang dar, der den Wettbewerbern auf dieser Netzebene (KVz) flächendeckend zur Verfügung steht. Derzeit regeln die Vectoring I (ausgewählte Verzweigerbereiche, an denen alternative Netzbetreiber bereits KVz-TAL entbündelt nachgefragt hatten) und Vectoring II Entscheidung (sog. Nahbereichsanschlüsse) die Zugangsverpflichtung.

Um dem Anspruch der Umsetzung eines Baukastenprinzips nachzukommen, ist das Modell in einem ersten Schritt auf die Bestimmung nationaler Durchschnittskosten ausgerichtet. Eine Beschränkung der Kostenberechnung auf eine Teilmenge von MSAN Standorten, die für KVz-VULA in Anspruch genommen werden können, erfordert eine entsprechende Aufbereitung der Eingangsdaten.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Die Eingangsdaten müssen dann auf die zu betrachtenden Verzweigerbereiche beschränkt werden, um die Kosten für KVz-VULA beispielsweise auf den Nahbereich zu beschränken.

### 3.3 Kostenmodul und Abbildung netzelementorientierter Kosten

Das NGN-Kostenmodell setzt sich in der softwaretechnischen Umsetzung aus einem Netzplanungsmodul und einem Kostenmodul zusammen (siehe Hauptteil des Referenzdokuments, Version 2.3). Im Netzplanungstool erfolgt eine nachfragegetriebene Dimensionierung der Netzelemente des Transportnetzes und damit die Bestimmung eines Mengengerüsts zur Berechnung der netzelementbezogenen Investitionen.

Die netzelementorientierte Kostenberechnung hat zur Folge, dass sämtliche Kosten zunächst auf die Netzelemente zugerechnet werden, bevor es zu einer dienstebezogenen Kostenzurechnung kommt. Die bottom-up Kostenmodellierung ist dabei auf die Kapitalkostenberechnung ausgerichtet. Investitionen in netzunterstützende Anlagen (sog. Indirekte Investitionen) sowie Miet- und Betriebskosten (OPEX) werden im NGN-Modell unter Rückgriff auf eine Zuschlagskalkulation ermittelt und zu den direkten Kosten (Kosten der im Modell nachfragegetrieben dimensionierten Netzelemente) hinzuaddiert.

Für die Berechnung der indirekten Investitionen und den OPEX greift die aus dem NGN-Hauptteil des Referenzdokuments bekannte Methodik. Somit ist eine vorleistungsübergreifende konsistente Parametrisierung möglich.

Kosten der Kollokation, die ggf. am Standort der Verkehrsübergabe entstehen, werden nicht durch das Modell berechnet.

### 3.4 Tarifbezogene Kostenzurechnung

Das Netzplanungsmodul des NGN-Kostenmodells hat die Bestimmung der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung zum Gegenstand. Im Kostenmodul wird im Wesentlichen eine Transformation der Investitionen in Kosten pro Netzelement vollzogen. Darüber hinaus werden im Kostenmodul, die netzelementbezogenen Kosten dem Tarif der betrachteten Vorleistung zugerechnet.

Tariflich setzt sich der Bitstromzugang aus mehreren Komponenten zusammen.

1. Überlassung des Anschlusses (Anschlusslinie und inkludierte Übertragungskapazität)
2. Transport (Überlaufverkehr)
3. Übergabeport

Mit Blick auf die Kostenmodellierung umfasst die erste Tarifkomponente zwei Leistungsbereiche, die bei der Kostenmodellierung separat zu bestimmen sind:

- die Anschlusslinie und
- die inkludierte Übertragungskapazität

Die Kosten für die inkludierte Übertragungskapazität sind inhaltlich mit der zweiten Tarifkomponente „Transport“ zusammenzufassen. Beide stellen auf die Kosten des Transports im NGN bis zum Übergabepunkt ab.

In die zweite Tarifkomponente „Transport“ fließen Netzelemente ein, die bereits Grundlage für die Kostenbestimmung für den inkludierten Verkehr sind. Letztlich handelt es sich hierbei um ein spezifisches Tarifmerkmal, das auf eine überschießende Nachfrage abstellt und somit als ein Instrument des peak-load pricings charakterisiert werden kann.

Die dritte Tarifkomponente „Übergabeport“ umfasst die Kosten für die Schnittstelle des Netzzugangs. Über diese Schnittstelle werden dem Bitstromzugangsnachfrager die Verkehre gebündelt übergeben. Die Kostenberechnung für diese Komponente ist nicht Gegenstand der Modellierung.

Sämtlichen Bitstromzugangsangeboten ist gemein, dass sie die Anschlusslinie und einen Übergabeport umfassen. Wie umfangreich die Aggregations- und Transportleistung<sup>6</sup> ist, hängt von dem spezifischen Bitstromzugangsprodukt ab, wie bereits in Abbildung 2-1 illustriert.

Entsprechend ist für die Transportkomponente, die (auch) Bestandteil der Überlassungsleistung ist, die zugehörige Kapazität zu definieren. Das Kostenmodell geht in der Grundstruktur davon aus, dass

- ein Layer 2 Bitstromzugang (L2 BSA) an jedem BNG übergeben wird und daher nicht mehr im Kernnetz geführt wird,
- ein Layer 3 Bitstromzugang (IP BSA) über einen LER (Label Edge Router) im Kernnetz ausgeführt wird.

#### **4 Anschlusskomponente für KVz-VULA, L2 BSA und IP BSA**

Der im Hauptteil des Referenzdokuments 2.3 gewählten Definition zufolge findet die Grenzziehung zwischen Anschluss- und Breitbandnetz am MPoP statt. Diese Grenzziehung dient der Entscheidung über die anzuwendende Form der Kostenzurechnung (Anschluss- bzw. Mbit/s-bezogen<sup>7</sup>).

Mit dem KVz-VULA wird der Netzzugang auf die Ebene der Kabelverzweigerbereiche heruntergebrochen. Bis zum MPoP, welcher den Übergang zum Breitbandnetz konstituiert, erfolgt die linientechnische Führung der Glasfaseranbindungen vom MSAN (am Standort des Kabelverzweigers) bis zum ROADM (am Standort des MPoP/HVt) im

---

<sup>6</sup> Neben dem Transport beinhaltet der BSA auch eine relevante Aggregationsleistung für den Bitstrom-Nachfrager.

<sup>7</sup> Mit anderen Worten: Kosten der Übertragungskapazität (auf den Schichten 1 bis 3) werden auf die in Anspruch genommene Bandbreite umgelegt.



Hauptkabelsegment des Anschlussnetzes. Der gewählten Abgrenzung zufolge befindet sich der Übergang zum Breitbandnetz erst am MPoP.

Beim KVz-VULA sind die Kosten des Anschlussnetzes vom Endkunden bis zum Aggregationspunkt, der gleichzeitig Standort des MSAN ist, zu berücksichtigen.

Der Layer 2 BSA bildet die nächst höhere Stufe des Netzzugangs, der oberhalb des Anschlussnetzes im Breitbandnetz angesiedelt ist. Entsprechend sind beim L2 BSA für sämtliche Anschlüsse die durchschnittlichen Kosten des Anschlussnetzes zu berücksichtigen (im Sinne der Wertschöpfung vom Endkunden bis zum MPoP).<sup>8</sup>

Für einen IP BSA, der in seiner Wertschöpfung im Vergleich zum L2 BSA noch umfassender ist, findet das Anschlussnetz ebenfalls wie bei L2 BSA vollständig Eingang in die Kostenberechnung.

Bei der Bestimmung der Kosten des Anschlussnetzes für die verschiedenen BSA Vorleistungen ist somit dem Umstand Rechnung zu tragen, dass der KVz-VULA nur die Kosten der Linientechnik des Verzweigerbereichs abzudecken hat.<sup>9</sup> Die Vorleistungen L2 BSA und IP BSA umfassen im Anschlussbereich die Aggregation bis auf HVt/MPoP-Ebene und damit die Kosten der gesamten Anschlusskomponente.<sup>10</sup>

Nachfolgend wird im Einzelnen die gewählte Methodik zur Bestimmung der Kosten für das Anschlusssegment für die Modellierung beschrieben. Dort, wo keine modellendogene Dimensionierung und Kostenermittlung erfolgt, wird auf Kostengrößen abgestellt, die als Eingangsparameter exogen zur Kostenberechnung in das Kostenmodul eingehen. Die Diskussion über die zu wählenden Eingangsgrößen ist im Zuge von Kostenstudien zu führen. Methodisch erlaubt diese Vorgehensweise, Kostengrößen aus anschlussnetzbezogenen Entgeltregulierungsentscheidungen heranzuziehen und somit auch der Forderung nach Konsistenz in der Entgeltregulierung nachzukommen.

Eine Dimensionierung von Netzelementen im Anschlusssegment ist lediglich für die konzentrierenden Einrichtungen vorgesehen. Es handelt sich dabei um den MSAN und

---

<sup>8</sup> In Abgrenzung zu den über einen Vectoring-fähigen MSAN realisierten Anschlüssen, nehmen die NICHT Vectoring Anschlüsse bis zum MSAN immer das gesamte Anschlussnetz bis zum MPoP in Anspruch. Diese Anschlüsse können mittels BSA nicht am MPoP übernommen werden, sondern erst am BNG über den L2 BSA.

<sup>9</sup> Der KVz-AP Entgeltentscheidung der Beschlusskammer 3 der BNetzA (BK 3c-17-006 vom 31.07.2017) zufolge bezeichnet der KVz-VULA den lokalen virtuell entbündelten Zugang zum Teilnehmeranschluss am Kabelverzweiger. Die A0 Anschlüsse werden über den VULA realisiert, der in der Nomenklatur des Beschlusses den lokalen virtuell entbündelten Zugang zur TAL am HVt bezeichnet. Der Beschlusskammerentscheidung liegt für die A0 Anschlüsse der Preis für die HVt-TAL zu Grunde.

<sup>10</sup> Diese Zusammenhänge werden in der Systematik der Kostenberechnung in Form des Baukastenprinzips berücksichtigt. Im Sinne der ladder of investment werden die Wertschöpfungsstufen, wie sie sich aus der Netzstruktur und der damit verbundenen Aggregation ergeben, für die Darstellung der Kostenkomponenten (netzelementbezogene Kosten) aufgegriffen.

die damit in Verbindung stehenden Glasfasern sowie die sich daraus ergebenden Schnittstellen am DWDM-ROADM im MPoP<sup>11</sup> zur netzseitigen Anbindung.

#### **4.1 Kosten der Linientechnik –erste Aggregationsstufe Verzweigerbereich (KVz-VULA)**

Die linientechnische Aggregation im Verzweigerbereich ist Leistungsbestandteil sämtlicher BSA-Vorleistungsprodukte. Sie beschränkt sich auf die Linientechnik bis zum Standort des ersten Aggregationspunktes am KVz. Kostenmäßig sind daher Trassen- und Kabelinvestitionen der Verzweigerbereiche umfasst.

Die Anschlussnetzkosten **der ersten Aggregationsstufe** bis zum KVz sind mit den **genehmigten KVz-TAL Entgelten** gleichzusetzen und bedürfen daher keiner eigenständigen Berechnung auf Basis des NGN Modells.

Der gewählten Abgrenzung von Anschlussnetz und Breitbandnetz zufolge ist der MSAN ebenfalls Bestandteil des Anschlussnetzes und wird unter Berücksichtigung der Kostentreiber nachfragegetrieben dimensioniert.

#### **4.2 Kosten des MFG –erste Aggregationsstufe Verzweigerbereich (KVz-VULA)**

Mit der Outdoor-Realisierung sind Kosten für ein Multifunktionsgehäuse verbunden. Diese entstehen pro Outdoor-MSAN. Analog zu den Kosten der Linientechnik kann auch hier auf eine eigenständige Kostenermittlung verzichtet und stattdessen auf **genehmigte Entgelte aus dem PIA-Verfahren (genehmigte Kosten pro MFG)** zurückgegriffen werden.

Unter Rückgriff auf die nachfragegetriebene Bestimmung der Outdoor-MSAN (bottom-up Modellierung, siehe Abschnitt 4.4.2) bzw. die zu Grund liegenden Outdoor-Standorte ergibt sich die benötigte Anzahl von MFG und damit die zugehörigen Kosten.<sup>12</sup>

#### **4.3 Kosten der Linientechnik – zweite Aggregationsstufe am HVt/MPoP (L2 und IP BSA)**

Für die BSA-Vorleistungen auf Basis von Layer 2 oder IP ist die erbrachte Aggregationsleistung im Anschlussnetz umfassender als im Fall von KVz-VULA: Sie umfasst das gesamte Anschlussnetz und erweitert die Aggregation von Verzweigerbereichsebene auf HVt/MPoP-Ebene. Entsprechend entstehen (zusätzliche) Kosten des Anschlussnet-

---

<sup>11</sup> Siehe hierzu die Ausführungen im Referenzdokument (Hauptdokument).

<sup>12</sup> Die Anzahl der MFG ist durch die Anzahl der Outdoor-Standorte bestimmt. Diese ergibt sich aus den Eingabedaten.

zes, die für das traditionell als Hauptkabel bezeichnete Netzsegment mit den zugehörigen Trassen und Kabelkosten anfallen.

Auch für diese zweite Aggregationsstufe ist eine Verwendung der genehmigten TAL-Entgelte möglich. Allerdings gilt das uneingeschränkt nur für die durchschnittlichen Trassenkosten. In Bezug auf die Kabelkosten ist zu berücksichtigen, dass

- Indoor-realisierte Endkundenanschlüsse, **die nicht über die Vectoring-Technologie realisiert werden**, weiterhin die herkömmliche TAL in Anspruch nehmen. D.h., für diese Anschlüsse ist das **genehmigte HVt-TAL Entgelt** in die Kostenberechnung einzubeziehen.
- über Vectoring realisierte Endkundenanschlüsse anstelle der Kupferkabel die Glasfaseranbindung der MSAN bis zum MPoP zu berücksichtigen ist. Es fallen daher Glasfaserinvestitionen für die Anbindung eines jeden Outdoor-MSAN an den MPoP an.

Für die Berechnung der Glasfaserkabelkosten für die KVz-HVt-Relation wird auf die Kabelkomponente der **regulierten Vorleistung „unbeschaltete Glasfaser“** zurückgegriffen. Dazu ist es erforderlich,

- a) die Anzahl der benötigten Glasfaseranbindungen (Outdoor-MSAN – MPoP) zu bestimmen sowie die zugehörigen Kosten
- b) durch die Anzahl der über Vectoring realisierten Kunden zu dividieren.

Die Anzahl benötigter Glasfaseranbindungen ergibt sich aus der Anzahl der bottom-up berechneten Outdoor-MSAN (siehe unten).

#### 4.4 Kosten des MSAN – erste Aggregationsstufe (KVz-VULA)

##### 4.4.1 Methodik und Datenanforderungen

Mit dem MSAN wird die erste Aggregationsstufe abgeschlossen. Vom Endkundenanschluss aus betrachtet, stellt er das erste aktive Equipment dar, welches die einzelnen kupferbasierten Anschlüsse auf einer Glasfaser aggregiert.

Bei der Modellierung der MSAN wird zwischen Vectoring-fähigem Equipment und herkömmlichen DSLAM für die Realisierung von ADSL Anschlüssen (ausschließlich Indoor-realisiert) unterschieden. Die Anschlussnachfrage für die herkömmlichen DSLAM ist nach Maßgabe des projektierten Vectoring Ausbaus (und die sich daraus ergebende Restmenge) abzuleiten. Dies sind sämtliche Anschlüsse derjenigen Verzweigerbereiche, die nicht über Outdoor-Equipment versorgt werden.

Um eine nachfragegetriebene Dimensionierung der verschiedenen MSAN Typen zu vollziehen, ist eine entsprechende Differenzierung der Nachfragedaten erforderlich:

- Verzweigerbereichsgenaue Datenlieferung zu den Endkundenanschlüssen
- Standortliste für das Outdoor-Equipment, Ausbau mit Multifunktionsgehäusen und die Information darüber, welche Kabelverzweigerbereiche durch welche MFG versorgt werden (projektierter Ausbau).

#### 4.4.2 Dimensionierung Vectoring MSAN – Outdoor (KVz-VULA)<sup>13</sup>

Bei der Modellierung des Outdoor-Equipments können im Modell bis zu 3 unterschiedliche MSAN-Typen unterstellt werden. Alle 3 Typen können mit einheitlichen V-VDSL/ADSL-Schnittstellenkarten bestückt werden (die Anzahl der Ports je Schnittstellenkarte ist über die Ausprägung des generischen Equipments veränderbar). Die MSAN-Typen unterscheiden sich durch die Anzahl der maximal verfügbaren Steckplätze und somit die Anzahl der maximal anschließbaren Endkunden.

Über diese Vectoring-fähigen Schnittstellenkarten werden sämtliche in diesem Versorgungsbereich realisierten xDSL -Anschlüsse bedient.<sup>14</sup> Diese Vorgehensweise basiert auf der Annahme, dass ein neu in den Markt eintretender Anbieter sämtliche Breitband-Endkundenanschlüsse auf seine (neue) Technologie vereint und keine Anschlusstechnologien standortbezogen dupliziert.

- Bei der Dimensionierung des Equipments kann eine Portreserve je Schnittstellenkarte angesetzt werden.
- Der Modellierungsansatz erlaubt des Weiteren die Berücksichtigung einer Uplink-Beschränkung des MSAN in Form eines Auslastungsgrades.
- Bei der Dimensionierung der MSAN wird dabei zunächst eine Bestückung der Ports vorgenommen, die dazu erforderliche Größe des MSAN gewählt und – sofern die Summe der busy-hour-Nachfragen über sämtliche Anschlüsse multipliziert mit einem globalen Mark-up Faktor (Kehrwert des Auslastungsgrades) größer als die verfügbare Uplink Bandbreite ist, wird anstelle der standardmäßigen 1G-Schnittstelle eine 10G-Schnittstelle gewählt.

---

<sup>13</sup> Die Modellierung der Vectoring-fähigen Indoor MSAN zur VULA Realisierung der A0 Anschlüsse ist identisch mit der Modellierung der Outdoor MSAN.

<sup>14</sup> Der KVz-AP Entscheidung der Beschlusskammer 3 liegt für den Indoor-Bereich die Annahme zu Grunde, dass 30% der A0 Anschlüsse über eine Länge verfügen, die kein Vectoring erlaubt. Diese Anschlüsse müssen aufgrund der Längenrestriktion über ADSL versorgt werden und sind entsprechend über einen Non-Vectoring Indoor MSAN zu realisieren (siehe Abschnitt 4.5).

#### 4.5 Kosten der Non-Vectoring MSAN (Indoor) – zweite Aggregationsstufe (L2 und IP BSA)

Die Non-Vectoring MSAN aggregieren die übrigen Nachfragen der nicht über Vectoring realisierten Anschlüsse am HVt/MPoP. Die Aggregation reicht daher bis zum Übergang vom Anschluss- zum Konzentrationsnetz. Da diese Anschlüsse erst über das am BNG oder LER verfügbare BSA Vorleistungsprodukt erreichbar sind, fließen diese Kosten nur in den L2 oder IP BSA ein und nicht in die anschlussnetzbezogenen Kosten der ersten Aggregationsstufe für den KVz-VULA.

Für die Modellierung der NICHT Vectoring-fähigen MSAN sind 2 verschiedene MSAN-Typen vorgesehen, die sich in der Zahl der Steckplätze unterscheiden. Anders als beim Outdoor-MSAN werden im Indoor-Bereich verschiedene Schnittstellenkarten berücksichtigt:

- ADSL<sup>15</sup>
- SDSL
- POTS

In Analogie zur Modellierung der Outdoor-MSAN wird auch für die herkömmlichen Anschlüsse im Indoor-Bereich eine Portreserve angewendet. Diese wird ebenfalls pro Schnittstellenkarte berücksichtigt.

Bezüglich der kapazitiven Beschränkung auf dem Uplink wird auch am Indoor-DSLAM ein globaler Mark-up-Faktor angewendet, mit dem die Summe des busy-hour-Verkehrs des DSLAM beaufschlagt wird.

Indoor stehen ebenfalls 1G bzw. 10G -Schnittstellen als Uplink zur Verfügung.

Die Dimensionierung erfolgt analog zum Outdoor-MSAN im ersten Schritt über die Port- und Schnittstellennachfrage und im zweiten Schritt unter Berücksichtigung der Uplink-Schnittstelle.

Abschließend wird für die Anzahl der berechneten Indoor-DSLAM eine zugehörige Anzahl von Racks bestimmt.

---

<sup>15</sup> Die Möglichkeit, herkömmliche VDSL Anschlüsse zu realisieren, läuft 30 Monate nach dem 09.08.2017, also im Februar 2020 aus. Diese Befristung ergibt sich aus dem Standardangebot (Vectoring Nahbereich) BK3d-16/117; hier aus der Korrektur der Zusatzvereinbarung „TAL-ÄV-N“. Die Fristigkeiten sind Ergebnis der abgegebenen Ausbaus Zusagen, die innerhalb von 30 Monaten nach der Veröffentlichung [des Standardangebots BK3d-16-117] im Amtsblatt [Nr. 15, v. 09.08.2017] zu realisieren sind.

Vor dem Hintergrund des hier gewählten methodischen Ansatzes, die Kosten eines effizienten, heute investierenden Betreibers zu modellieren, wird aufgrund des Auslaufens der Technologie kein herkömmlicher VDSL Ausbau mehr vorgesehen. xDSL Anschlüsse, die nicht über Vectoring realisiert werden können, werden bei der Kostenmodellierung als ADSL Anschlüsse behandelt.

Unter Rückgriff auf die berechneten Investitionen sowie die Anzahl der mit dieser Infrastruktur realisierten Anschlüsse lassen sich durchschnittliche Kosten pro Anschluss ermitteln.

## 5 Transportkomponente für L2 BSA und IP BSA

### 5.1 Netzstruktur und Transportsegment

Die Kosten des Transportnetzes stellen weitestgehend gemeinsame Kosten der Breitbanddienste dar und sind Gegenstand der Kostenmodellierung des NGN, wie es im Hauptteil des Referenzdokuments Version 2.3 für die BNG Architektur dargestellt ist. Entsprechend ist der Transport von Bitstromverkehr dabei berücksichtigt.

Tariflich finden die Kosten des Transportnetzes in zwei Tarifkomponenten Eingang:

- das Überlassungsentgelt, welches für den inkludierten Verkehr auf die Transportleistung entfällt (zusätzlich zur Anschlussleistung),
- das Entgelt für den Überlaufverkehr.

Der Umfang der tarifierten Transportleistung lässt sich wieder unter Rückgriff auf die Wertschöpfungskette und die in diesem Kontext stehende Leiter der Infrastrukturinvestitionen beschreiben:

- Ausgehend vom MPoP beinhaltet der L2 BSA eine Transportkomponente bis hin zum BNG Standort, an dem sich der Übergabeport zum Wettbewerber befindet (dieser ist Bestandteil einer eigenen Tarifkomponente). Im Modell ist diese Aggregationsstufe durch die BNG-Standorte auf der Netzebene 2/3 abgebildet. Im Einzelnen umfasst sie:
  - Kosten der Linien- und Übertragungstechnik Ring 0-2
  - Level 2 Equipment: BNG user sided ports und PIU).
- Auf der Aggregationsstufe des L2 BSA aufsetzend, erfolgt eine weitere Wertschöpfung auf Basis von Transport und Aggregation für den IP BSA von Netzebene 2/3 hoch auf Netzebene 5
  - Level 2 Equipment: BNG network sided ports,
  - Kosten der Linien- und Übertragungstechnik Ring 3-5
  - Level 5 Equipment (LSR, LER ohne Übergabeport).
  - Linien- und Übertragungstechnik 5-5 links

- Das Vorleistungsprodukt IP BSA Gate beinhaltet eine Konzentration der BSA Verkehre auf 2 der derzeit 12 Standorte der obersten Kernnetzebene, so dass neben der hierarchischen Verkehrsführung auch noch Querwege verwendet werden, die bei der Kostenberechnung zu berücksichtigen sind. In 10 von 12 Fällen werden sie, gemeinsam mit einer zusätzlichen Einrichtung auf Ebene 5 in Anspruch genommen.

Ergänzend kann hier auf Abbildung 3-2 verwiesen werden, aus der bereits deutlich wird, dass auf Netzebene 5 für den IP BSA ein zusätzliches Netzelement für den Netzzugang erforderlich wird, da der IP BSA nicht wie der Layer 2 BSA am BNG, sondern zusätzlich über einen LER geführt und dort übergeben wird. Bei der Modellierung wird davon ausgegangen, dass der LER von den verschiedenen IC-Verkehren (Peering, IP-Interconnection, Voice IC und IP BSA) gemeinschaftlich genutzt wird und entsprechend eine Kostenteilung erfolgt. Der wettbewerberseitige Port am LER wird dabei der Tarifkomponente Überlassung „Übergabeport“ zugeordnet.

## **5.2 Netzelementbezogene Kosten – Wertschöpfungsstufen von L2 und IP BSA dargestellt in Form eines Baukastenprinzips**

Da die Modellierung auf einem Total Element Ansatz basiert, werden die Netzelemente nach Maßgabe aller sie beanspruchenden Dienste dimensioniert (siehe auch Abschnitt 3.3). Daher liegen bezüglich aller modellierten Netzelemente Informationen vor, in welchem Umfang diese Dienste die jeweiligen Netzelemente in Anspruch nehmen. Dabei konstituieren die Bitstromverkehre, differenziert nach Ebenen der Netzübergabe (IP-BSA sowie der Layer 2 Bitstrom), eigene Dienste. Dieser methodische Ansatz schafft damit die Grundlage für eine verursachungsgerechte Kostenzurechnung: Zunächst werden die Kosten eines Netzelementes auf die gesamte Bandbreite der sie in Anspruch nehmenden Dienste verteilt und können den Diensten anteilig zugeordnet werden. Macht der IP BSA-Verkehr beispielsweise 5 % des gesamten Verkehrs (in der Hauptverkehrsstunde Busy Hour) in einem BNG aus, so sind auch 5 % der Kosten von diesem Dienst zu tragen. Diese Informationen werden für die Netzelemente auf jeder Netzebene generiert, so dass es möglich ist, modellendogen die Routingfaktoren, welche die Gewichtungsfaktoren für die Kostenzurechnung bilden, abzuleiten. Die Kostenzurechnung erfolgt grundsätzlich nach Maßgabe der Inanspruchnahme der Netzelemente in der Netz-Busy Hour.

Die Kosten eines Dienstes bzw. Vorleistungsprodukts setzen sich nach Maßgabe der Wertschöpfung aus der Menge der in Anspruch genommenen Netzelemente zusammen. Den Umfang der Inanspruchnahme messen die Routingfaktoren.

In Bezug auf IP BSA und L2 BSA sind die tariflichen Bemessungsgrundlagen in Bandbreite bzw. Datenvolumen ausgedrückt – entweder in Form des inkludierten Verkehrs

oder zusätzlich in Anspruch genommenen Übertragungskapazität bzw. Datenvolumina für den Überlaufverkehr. Nach Maßgabe des im Tarif festgelegten inkludierten Verkehrs werden die Kosten pro Mbit/s mit dieser Übertragungsgeschwindigkeit multipliziert. In einem weiteren Schritt erfolgt eine Gewichtung mit dem Routingfaktor für das betrachtete Vorleistungsprodukt. Sofern die tarifliche Bemessungsgrundlage nicht auf die Übertragungsgeschwindigkeit, sondern auf das im Monat zugestandene Übertragungsvolumen abstellt, ist eine Transformation vorzunehmen. Die Umrechnung der monatsbezogenen Angaben in GByte kann unter Rückgriff auf die Parameter „Anteil des Busy Hour Verkehrs am Tagesverkehr“ sowie „Anzahl Tage im Monat“ in Busy Hour Werte erfolgen.

Die Transformation von Investitionswerten in Kosten erfolgt wie für die sonstigen Netzelemente im Breitbandkostenmodell unter Rückgriff auf die ökonomische Nutzungsdauer der Netzelemente, die Anwendung von Miet- und Betriebskostenfaktoren sowie den WACC.

Die nachstehende Übersicht listet die Transportnetz-bezogenen netzelementspezifischen Kosten sowie ihre Zuordnung zu den BSA Produkten. Sie verdeutlicht nochmals das Baukastenprinzip und die zunehmende Wertschöpfung ausgehend von L2 BSA hin zu IP BSA. Ebenso verdeutlicht sie die Demarkationslinie für die Kostenzurechnung der einzelnen Netzelemente zu den Aggregationsstufen. So wird deutlich, dass die Ports am BNG für die kernnetzseitige Anbindung („network sided ports“) nicht mehr Bestandteil der L2 BSA Wertschöpfung sind und für dieses Vorleistungsprodukt kostenmäßig nicht zu berücksichtigen sind. Vergleichbares gilt für den Transport IP BSA, dem nicht mehr der Wettbewerber-seitige Port zugeordnet ist, da dieser der Tarifkomponente „Übergabeport“ zugerechnet wird.

Tabelle 5-1: Netzelementbezogene Darstellung der Transportkomponente für L2 BSA und IP BSA

Transport L2 BSA		Kosten der Linien- und Übertragungstechnik Ring 0-2	Transport
		Level 2 Equipment: BNG (PIU inkl. user sided ports)	Transport
	Transport IP BSA	Level 2 Equipment: BNG (network sided ports)	Transport
		Kosten der Linien- und Übertragungstechnik Ring 3-5	Transport
		Level 5 Equipment (LSR-PIU, BNG-sided ports, LER-sided ports)	Transport
		Level 5 Equipment (LER-PIU, LSR sided ports)	Transport
		Kosten der Linien- und Übertragungstechnik Ring 5-5	Transport



### 5.3 Hinweis zu IP BSA – Gate und Classic

Die Darstellung von IP BSA und seine Integration in das Baukastenprinzip ist aufgrund der zu Grunde liegenden BNG Netzstruktur auf das Vorleistungsprodukt IP BSA Gate fokussiert und vernachlässigt IP BSA Classic, welches tariflich einen Netzzugang an bis zu 73 Standorten vorsieht, welche ursprünglich die unterste Kernnetzebene konstituierten. Mit der Einführung der BNG Architektur wurde diese Netzebene jedoch obsolet und netzstrukturell erfolgt ausgehend von den 899 BNG Standorten eine Aggregation auf die Standorte der obersten Kernnetzebene, die lediglich eine kleine Teilmenge der ursprünglich insgesamt 73 IP PoP darstellt.

Für das Vorleistungsprodukt IP BSA Gate ist gegenüber dem L2 BSA der hierarchische Link auf die Netzebene 5 sowie die weitere Inanspruchnahme von Querwegen für die weitere Aggregation auf lediglich 2 Kernnetzstandorten (Querwege 5-5) wertschöpfungsmäßig zu berücksichtigen. Sofern Kosten für IP BSA Classic zu berechnen sind, entfallen die Kosten für die Querwege auf der obersten Netzebene. Stattdessen sind Kosten für den backhaul<sup>16</sup> von zusätzlichen 61 IP-Kernnetzstandorten (73 abzüglich von derzeit 12 Kernnetzstandorten der obersten Netzebene) zu berücksichtigen.<sup>17</sup> Diese Zusammenhänge machen deutlich, dass die frühere generische Ausweitung der Wertschöpfung von einem IP BSA Classic hin zu einem IP BSA Gate mit der BNG Netzarchitektur ihre Gültigkeit verliert.

### 5.4 Inkludierter Verkehr und Transport

Die Kostenberechnung basiert auf durchschnittlichen Kosten pro Netzelement und Mbit/s Übertragungskapazität. Dabei wird für die Netzdimensionierung bei den BSA Anschlüssen eine Nachfrage nach Maßgabe des tariflich inkludierten Verkehrs unterstellt. Die mit der Netzdimensionierung verbundene busy hour Verkehrsnachfrage beinhaltet daher keinen Überlaufverkehr. Letztlich handelt es sich bei dem Überlaufverkehr um einen „nicht prognostizierten“ Verkehr, da er sonst in den inkludierten Verkehr bereits mit einbezogen werden könnte. Es ist letztlich davon auszugehen, dass für das gesamte Netz betrachtet, der Umfang des Überlaufverkehrs tendenziell zu vernachlässigen ist und die Anwendung der durchschnittlichen Kosten pro Mbit/s, die auf Basis des inkludierten Verkehrs ermittelt wurden, vertretbar ist.

---

<sup>16</sup> Siehe dazu auch den Hauptteil des Referenzdokuments, Kapitel 4.2.3, Seite 66.

<sup>17</sup> Zu diesem Zweck kann auf die mit dem Modell ermittelten durchschnittlichen Kosten pro Netzelement zurückgegriffen werden. Generell ist davon auszugehen, dass die durchschnittlichen Kosten eines 3-5 Übertragungsweges in der Regel teurer sind als die durchschnittlichen Kosten eines 5-5 Querweges.

## 6 Tarifbezogene Zusammenführung der Kostenberechnung

Unter Rückgriff auf die Netzelement-bezogenen Ergebnisse und unter Rückgriff auf die konkrete Produktdefinition und den Tarif für die verschiedenen Bitstrom-Produkte wurde eine Kostenzurechnung umgesetzt. In diesem Zuge wurden verschiedene Kostenzurechnungsformen implementiert. Diese umfassen

- eine pauschale Zurechnung pro Endkundenanschluss für die Anschlussnetzkomponente
- eine Zurechnung (gemäß Kosten) pro Mbit/s für die Transportkomponente

Die Kosten für die Anschlusskomponente und den inkludierten Verkehr (ggf. differenziert nach Geschwindigkeiten) werden für den Überlassungstarif zusammengefasst.

Die Kosten für den überschießenden Verkehr werden ebenfalls aus den Transportkosten (Kosten pro Mbit/s) abgeleitet.

Die Modellierung umfasst keine Berechnung der Kosten für den Übergabeport.

Die nachfolgende Tabelle fasst die netzelementbezogene Kostenberechnung zusammen.

Tabelle 6-1: Netzelementbezogene Kosten der BSA Produkte pro Anschluss bzw. Mbit/s

		Netzelement	Netzsegment	Monthly cost per access line, in €		
KVz-VUJA	L2 BSA	IP-BSA	Trassenkosten EVz-KVz	Anschluss		
			Kabelkosten EVz-KVz	Anschluss		
			MFG / Rack for A0-MSAN	Anschluss		
			MSAN Vectoring (PIU, user ports)	Anschluss		
Trassenkosten KVz-MPoP			Anschluss			
Kabelkosten KVz-MPoP vectoring			Anschluss			
Kabelkosten KVz-MPoP non vectoring			Anschluss			
MSAN indoor NON VECTORING (PIU, user ports)			Anschluss			
OLT (PIU, user ports)			Anschluss			
MSAN VECTORING (network sided ports)			Anschluss			
MSAN indoor NON-VECTORING (network sided ports)			Anschluss			
OLT (network sided ports)			Anschluss			
				Monthly cost per Mbps, in €		
				Kosten der Linien- und Übertragungstechnik Ring 0-2	Transport	
				Level 2 Equipment: BNG (PIU inkl. user sided ports)	Transport	
				Level 2 Equipment: BNG (network sided ports)	Transport	
		Kosten der Linien- und Übertragungstechnik Ring 3-5	Transport			
		Level 5 Equipment (LSR-PIU, BNG-sided ports, LER-sided ports):	Transport			
		Level 5 Equipment (LER-PIU, LSR sided ports)	Transport			
		Kosten der Linien- und Übertragungstechnik Ring 5-5	Transport			