

# Analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010

## Auswertung der Stellungnahmen

Autoren:  
K. Hackbarth, Universität von Kantabrien, Santander, Spanien  
G. Kulenkampff, WIK-Consult  
T. Plückebaum, WIK-Consult

WIK-Consult GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, 27. September 2010



## Inhaltsverzeichnis

<b>Executive Summary</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Generelle Kommentare zum Referenzdokument für das analytische Kostenmodell für das Breitbandnetz</b>	<b>2</b>
2.1 Abstrakte Darstellungsform erschwert Würdigung	2
2.2 Berücksichtigung realer Netzstrukturen und Pfadabhängigkeit	3
2.3 Netzbereiche und Dienstespektrum	3
2.4 Nachfrageentwicklung, vollständige Information, Effizienz und Kapitalkostenbestimmung	4
2.5 Nachfragemodellierung	5
2.5.1 Nachfrage in der Busy Hour	5
2.5.2 Zusammenschaltungsverkehre	6
2.5.3 Casual Modell	6
2.5.4 Nomadische Nutzung	7
2.6 Dienstekategorien und Verkehrsklassen	7
2.7 Netzbetreiber-abhängige Nachfragemodellierung	8
2.8 Mark-up Faktoren	8
2.9 Netzgestaltung und Dimensionierung	9
2.10 Kontrollschichten	9
2.11 Systemzuweisung	10
2.12 Kostenbasis	10
2.13 Anwendbarkeit auf beliebige Geschäftsmodelle	10
2.14 MPoP als unterste Netzebene	11
<b>3 Kommentare zu den vorgestellten Punkten</b>	<b>13</b>
Kommentar 3-1 (Anzahl Verkehrsklassen)	13
Kommentar 3-2 (Verfügbarkeit von Inputdaten und Verkehrswerten)	16
Kommentar 4-1 (Beschränkung von Netzebenen)	18
Kommentar 4-2 (Regionale Unterschiede)	18
Kommentar 4-3 (Sternstruktur – Konzentrationsnetz)	20
Kommentar 4-4 (Redundanzen (Einwegführung) – Konzentrationsnetz)	22

Kommentar 4-5 (Paritätische Verkehrsführung 1-Ebenen Kernnetz)	23
Kommentar 4-6 (Redundanzen 2-Ebenen Kernnetz)	24
Kommentar 4-7 (Paritätische Verkehrsführung 2-Ebenen Kernnetz)	25
Kommentar 4-8 (logische Netzstruktur im 3-Ebenen-Netz)	25
Kommentar 4-9 (Verkehrsaufteilung auf vier Direktverbindungen – 3-Ebenen-Kernnetz)	26
Kommentar 4-10 (parametergesteuerte Abbildung des Interconnection-Verkehrs)	27
Kommentar 4-11 (Volatilität der Interconnection Verkehre)	28
Kommentar 4-12 (Mark-Up-Faktoren)	28
Kommentar 5-1 (SDH-Verfügbarkeit)	31
Kommentar 5-2 (Zuverlässigkeit von IPoDWDM und GMPLS)	32
Kommentar 5-3 (Substitution von Layer-2- durch Layer-1-Konzentrationsnetz)	33
Kommentar 5-4 (Anwendung von OTN und IPoDWDM)	34
Kommentar 5-5 (relevante Übertragungssysteme)	35
Kommentar 5-6 (Begrenzung der Standorte am Glasfaserring)	36
Kommentar 5-7 (Verwendung von Ringtopologien im Konzentrationsnetz)	37
Kommentar 5-8 (4-Wege-ROADM)	38
Kommentar 5-9 (multiple Verbindungen in einem Kabelschacht und Multiringtopologien)	39
Kommentar 5-10 (Topologien Kernnetz)	40
Kommentar 5-11 (Separierung von Topologien)	40
Kommentar 6-1 (Dimensionierung der Kontrollschicht)	41
Kommentar 7-1 (Auswahl Netzelemente Layer 2)	42
Kommentar 7-2 (Auswahl Netzelemente Layer 3)	43
Kommentar 7-3 (Kosten von Transit-Routern)	44
Kommentar 7-4 (Kosten physikalische Schicht - Konzentrationsnetz)	44
Kommentar 7-5 (Invest für physikalische Schicht – Kernnetz)	45
Kommentar 7-6 (Kosten Kontrollschicht)	45
Kommentar 8-1 (OPEX)	46
<b>4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen</b>	<b>48</b>

## Executive Summary

Am 19. Mai 2010 hat die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA) ein Referenzdokument mit dem Titel „Ein Analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010“ veröffentlicht und zugleich zur Kommentierung freigegeben. Die Kommentierungsfrist endete am 07. Juli 2010. Insgesamt wurden 11 Stellungnahmen eingereicht.

Von den insgesamt 11 Stellung nehmenden Parteien haben die meisten ihren Ausführungen zu den im Referenzdokument explizit angelegten Kommentaren eine allgemeine Stellungnahme vorangestellt. Dabei handelt es sich zum Teil um Aspekte, die in den einzelnen Stellungnahmen zu den Kommentaren wieder aufgegriffen werden, zum Teil aber auch um darüber hinaus gehende, themenübergreifende Aspekte. Lediglich 6 Parteien haben die Kommentaraufforderungen 3-1 bis 8-1 nahezu vollständig beantwortet.

Als zentrale Ergebnisse der Konsultation können die folgenden Forderungen der Marktteilnehmer festgehalten werden:

- Schaffung von größerer Transparenz über die Modellparameter (insb. Nachfragemodell und Verkehrsklassenbildung) und Durchführung einer entsprechenden Konsultation
- Abbildung konkreter Strukturmerkmale sowie Geschäftsmodelle
- Ergänzung der Beschreibung des methodischen Ansatzes der Kostenbestimmung für
  - die Kapitalkosten
  - indirekte Investitionen und Opex

Aus unserer Sicht sind dabei die folgenden Aspekte bei der Modellimplementierung sinnvoll

- Erweiterung auf acht Verkehrsklassen
- Netzelement-individuelle Differenzierung der Netzdimensionierung (Erweiterung des Ansatzes der Mark-Up-Faktoren-Modellierung)
- Erweiterung der Redundanzoptionen
- keine Beschränkung der Zahl und Lage der Zusammenschaltungspunkte auf die Gesamtheit der Knoten von Netzebenen

- Berücksichtigung der Führung von Diensten mit hohen Bandbreitenanforderungen in eigenen Optischen Kanälen (OCh)
- die Berücksichtigung von Redundanzen in der Kontrollschicht

In der Würdigung der Stellungnahmen wurde gezeigt, dass sich ein Großteil der Kritik aus einer verengten Anwendungsinterpretation des Modells erklärt und tatsächlich diese Kritik weitestgehend entkräftet werden konnte. Die Kehrseite dieser Medaille ist jedoch der kritisierte Umfang der Inputparameter und die Schwierigkeiten, die Bedeutung der einzelnen Parameter adäquat einschätzen zu können.

Um diese Sorgen der Marktteilnehmer aufzugreifen und den Gegenstand sowie die Wirkungsweise der verschiedenen Parameter genauer darzustellen, schlagen wir im Fall einer Modellanwendung vor, bei der Erstellung eines Fragebogens zur Inputparametererhebung eine umfassende Parametererläuterung (inkl. Darstellung des Modellbezugs) vorzusehen und diese im Rahmen einer Informationsveranstaltung für die Adressaten des Fragebogens sowie die an der Kommentierung Beteiligten zu erläutern.

Wir empfehlen darüber hinaus auf Seiten der BNetzA zu prüfen, ob Aspekte, die in Zusammenhang mit der ökonomischen Abschreibung stehen, ebenfalls genauer zu erläutern.

## 1 Einleitung

Am 19. Mai 2010 hat die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA) ein Referenzdokument mit dem Titel „Ein Analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010“ veröffentlicht und zugleich zur Kommentierung freigegeben. Die Kommentierungsfrist endete am 07. Juli 2010. Insgesamt wurden 11 Stellungnahmen eingereicht. Die nachstehende Tabelle führt diese auf und gibt zugleich an, unter welchem Titel die Kommentare in einer um Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse bereinigten Form im vorliegenden Dokument zitiert werden:

Kommentierende Partei	Zitiert als
1&1	1&1
BREKO Bundesverband Breitbandkommunikation e.V.	BREKO
Dr. Dieter Pötschke, Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten	Dr. Pötschke
Deutsche Telekom AG	DTAG
Initiative Europäischer Netzbetreiber	IEN
JUCONOMY Rechtsanwälte	JUCONOMY
M-net Telekommunikations GmbH und NetCologne GmbH	NetCologne
QSC AG	QSC
Telefonica Deutschland GmbH	Telefonica
Vodafone D2 GmbH	Vodafone
VATM Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V.	VATM

Im Folgenden werden die vorgebrachten Argumente vor allem daraufhin kritisch gewürdigt, inwieweit sie sich auf Änderungen im Rahmen der vorgeschlagenen Modellierung beziehen. Darüber hinaus werden in den Kommentaren einige allgemeine Fragen angesprochen, die sich nicht direkt auf die vorgeschlagene Modellstruktur beziehen. Diese werden im folgenden Abschnitt vorab diskutiert.

Die Stellungnahmen zu den einzelnen Kommentaraufforderungen sind im vorliegenden Dokument so behandelt, dass zunächst die vorgebrachten Argumente kurz unter der Überschrift *Stellungnahmen* zusammengefasst werden. Hieran anschließend werden diese unter der Überschrift *Würdigung* bewertet und abschließend eine *Schlussfolgerung* gezogen, inwieweit die Stellungnahmen eine Ergänzung oder Anpassung der Modellierung kurz, mittel und langfristig nahe legen. In Abschnitt 4 wird eine Zusammenfassung gegeben.

## 2 Generelle Kommentare zum Referenzdokument für das analytische Kostenmodell für das Breitbandnetz

Von den insgesamt 11 Stellung nehmenden Parteien haben die meisten ihren Ausführungen zu den im Referenzdokument explizit angelegten Kommentaren eine allgemeine Stellungnahme vorangestellt. Dabei handelt es sich zum Teil um Aspekte, die in den einzelnen Stellungnahmen zu den Kommentaren wieder aufgegriffen werden, zum Teil aber auch um darüber hinaus gehende, themenübergreifende Aspekte.

Ziel dieses Abschnitts ist es, die zentralen Aussagen der Stellung nehmenden Marktparteien an dieser Stelle zusammenfassend darzustellen und zu würdigen. Die Darstellung orientiert sich dabei an den angesprochenen Argumenten. Sofern einzelne Themen von mehreren Parteien angesprochen wurden, wurden diese Argumente hier zusammengeführt und in der Gesamtschau gewürdigt. Die Reihenfolge der nachfolgend dargestellten Aspekte ist unbedeutend.

### 2.1 Abstrakte Darstellungsform erschwert Würdigung

Von nahezu allen Marktteilnehmern wird darauf hingewiesen, dass der abstrakte Charakter der Darstellungsform die Kommentierung erschwere und dass erst unter Kenntnis der detaillierten Dokumentation sowie der umfassenden Beschreibung der Parameter eine Würdigung und auch zielkonforme Bereitstellung von Inputparametern möglich sei. Verschiedene Marktteilnehmer (1&1, BREKO, IEN, VATM, Vodafone, Juconomy) fordern explizit eine weitere Konsultationsrunde, die die Parametrisierung des Modells zum Gegenstand hat. In diesem Kontext solle dann auch deutlich werden, welche Einschränkungen in der Modellparametrisierung durch die BNetzA vorgegeben werden.

Schon an dieser Stelle sei von den Autoren darauf hingewiesen, dass das entsprechende Referenzmodell als generisches Modell entwickelt wurde, um eine Anpassung an das Marktgeschehen, Technologieentwicklung und Dienste und Verkehrsentwicklung **unter größtmöglicher Flexibilität zu gestatten**. Dies hat selbstredend den Nachteil, dass die entsprechenden Konzepte in weiten Strecken abstrakt bleiben. Daher haben die Autoren versucht, die Konzepte durch Zahlenbeispiele zu erläutern, wobei in erster Näherung Werte gewählt wurden, die die Autoren als nicht unrealistisch ansehen. Diese Werte sind allerdings nicht als ein Vorschlag zur Anwendung des Modells zu interpretieren, sondern haben lediglich illustrativen Charakter. Entsprechend haben die Autoren keine vertieften Untersuchungen zu diesen Werten und auch keine Begründung dieser Werte im Referenzmodell vorgenommen.

Die Forderung, dass das Modell durch erweiterte Beispiele vertieft erläutert werden sollte, kann aus Sicht der Autoren durchaus nachvollzogen werden. Allerdings wurden die Arbeiten und der Zeitraum für den ersten Entwurf des Referenzmodells bewusst begrenzt, um die Kommentare der Betreiber frühzeitig aufzunehmen und einzubezie-



hen. Hinzu kommt, dass die Verdeutlichung der Konzepte erst nach der Implementierung an Beispielen vertieft dargestellt werden kann.

Die Anhörung hat den Zweck, Einwände und Vorschläge zu dieser Logik frühzeitig abzufragen, um entsprechende Einwände und Verbesserungsvorschläge zu dieser Logik noch vor der eigentlichen Implementierung einzuarbeiten. **Es ist vorgesehen, berechtigte Kritik und sinnvolle Empfehlungen aufzugreifen und das Modell entsprechend zu erweitern. Auf der Basis des zu implementierenden Modells kann dann dessen Funktionsweise sowie die Bedeutung der verschiedenen Eingangsparameter detailliert erläutert werden.** Damit könnte dem Wunsch nach einer weiteren Konsultationsrunde zum Parameterverständnis Rechnung getragen werden.

## 2.2 Berücksichtigung realer Netzstrukturen und Pfadabhängigkeit

Es wird kritisiert (DTAG), dass das Kostenmodell, auf welchem das Referenzmodell fußen soll, nicht die reale Netzstruktur der DTAG abbilde, sondern ein hypothetisches Modell beschreibe.

Die Kritik des mangelnden Realitätsbezugs des Modells und damit verbundene mangelnde Berücksichtigung bestehender Netzstrukturen (DTAG) wäre richtig, wenn das Modell einen Gleitpfad beschreiben sollte, der die Entwicklung der von einem Betreiber bestehenden Netze in Richtung eines optimalen, diensteintegrierten Breitbandnetzes zum Gegenstand hätte.

Wie im Referenzdokument beschrieben, hat die Modellanwendung jedoch zum Ziel – sowohl den Effizienzmaßstab der LRIC umzusetzen (welcher gerade nicht mit der Abbildung eines Gleitpfades vereinbar ist, sondern vielmehr von dem Konstrukt eines Markteintreters ausgeht, der zu jedem Zeitpunkt durch seinen potenziellen Markteintritt etablierte Anbieter im Markt bedroht) als auch – durch die Vorgabe verschiedener Strukturparameter eine Abbildung bestehender Netzstrukturen zu erlauben.

## 2.3 Netzbereiche und Dienstespektrum

Es wird kritisiert (DTAG), dass Netzbereiche in die Betrachtung einbezogen wurden, die derzeit nicht der Entgeltregulierung unterliegen. Die Autoren sind im Referenzmodell vor allem von der Kostenregulierung der Sprachdienste in einem diensteintegrierten Netzmodell ausgegangen. D.h. allerdings, dass Verkehre bei der Netzmodellierung zu berücksichtigen sind, sofern sie die gleichen Netzelemente in Anspruch nehmen wie Sprachdienste, um daraus resultierende „economies of scale“ und „scope“ zu berücksichtigen.

## 2.4 Nachfrageentwicklung, vollständige Information, Effizienz und Kapitalkostenbestimmung

Ferner thematisiert die DTAG das „Problem von Nachfrageschwankungen“, insb. das eines Nachfragerückgangs (2.1 und 2.3.1) und dass dieses vom Modell nicht adäquat erfasst würde. Vielmehr wird kritisiert, dass das Modell von vollständiger Information ausgehe (2.1). Dazu sind folgende Aspekte anzumerken:

- Wie die DTAG selbst anmerkt, unterliegt die Entwicklung der Nachfrage einer Unsicherheit – insbesondere vor dem Hintergrund der „dynamischen Umwelt“
- Ebenso weist die DTAG darauf hin, dass die Entscheidung der Netzplanung die Dimensionierung der Netzkomponenten zum Gegenstand habe (2.3.1)
- Genau diese Aspekte sind bei der Anwendung des Kostenmodells zu berücksichtigen: Es ist eine Nachfrageschätzung über die Lebensdauer der Anlagen vorzunehmen. Zur Befriedigung der maximalen Nachfrage sind dabei die Kapazitäten der Mindestausbaustufen der Netzkomponenten zu berücksichtigen. Sofern spätere Erweiterungsinvestitionen mit zusätzlichen Kosten verbunden sind, muss eine Abschätzung (unter Unsicherheit) über das weitere Nachfragewachstum getroffen werden, um auf dieser Basis darüber entscheiden zu können, welche Ausbaustufe für die Netzdimensionierung und damit Investitionswert- und darauf aufbauend Kostenermittlung herangezogen werden soll. – Dabei stimmt die einzunehmende regulatorische Perspektive im Kostenmodell mit der eines Netzplaners überein.

Ergänzend sei angemerkt, dass die Flexibilität des Modells eine Veränderung von Nachfragedaten erlaubt, auf deren Basis dann die entsprechende Netzdimensionierung und darauf aufbauend Kostenermittlung durchgeführt werden kann.

Diese Aspekte sind auch den Einwänden der DTAG unter Punkt 2.3.2 sowie Punkt 3 entgegen zu halten: Die Modellanwendung – insbesondere in einem wachsenden Markt – verlangt das zu Grunde legen einer langfristigen Perspektive. Im Unterschied zum eingeschwungenen Zustand der Nachfrage (wie dies im PSTN/ISDN der Fall war) ist im Breitbandnetz die Berücksichtigung der Wachstumsrate von zentraler Bedeutung und muss bei der Annualisierung (Anwendung ökonomischer Abschreibung) Berücksichtigung finden. – Der vorgestellte Modellierungsansatz genügt daher den von der DTAG vorgetragenen Anforderungen.

Es wird gefordert, die methodischen Fragen der Annualisierung und Kapitalkostenbestimmung im Kontext der Modellanwendung zu diskutieren. Wie beschrieben, sind sie ein zentrales Element der Umsetzung des LRIC Maßstabs.

## 2.5 Nachfragemodellierung

Dem Einwand, dass das Nachfragemodell zur Beschreibung der von den jeweiligen Nutzer erzeugten Quellverkehren noch abstrakt ist (DTAG und Vodafone), wird von den Autoren teilweise zugestimmt, liegt aber in der Natur generischer Modelle. Es war die Intention, ein flexibles Nachfragemodell zu beschreiben, welches es gestattet, das Modell an die quantitative und qualitative Entwicklung der Dienste und deren Verkehre durch Angabe von Werten entsprechender Parameter anzupassen. Dazu wurde im Modell zunächst auf abstrakter Ebene ein generisches Nachfragemodell entwickelt und an Beispielen illustriert (vgl. Tabellen 3-1 bis 3-6). Darauf aufbauend wurde eine weitere Konkretisierung vorgenommen, die in den Tabellen 3-7 bis 3-10 dargestellt ist. Um den an dieser Stelle immer noch abstrakten Charakter des Modells näher zu erläutern, wurden auf Basis einer EXCEL-Implementierung Werte für die an einem MPoP aufkommenden Bandbreiten an Beispielen berechnet, vgl. Tabelle 3-12 und 3-13. Die Auswirkungen und die Grenzen des Nachfragemodells können allerdings erst nach der Implementierung des Modells detailliert untersucht und dargestellt werden.

Es wurde vorgeschlagen (DTAG), den Einfluss der Anschlusstypen auf die Erzeugung des Quellverkehrs abzubilden. Der im Referenzdokument dargestellte Ansatz zur Bestimmung der Quellverkehre erlaubt eine Differenzierung sowohl nach Anschlusstechnologien als auch nach Nutzertypen. Die Klassifizierung der Nutzertypen kann dabei auch auf Grundlage der angebotenen Anschlusstypen erfolgen. Eine solche Vorgehensweise hat den Vorteil, dass Netzbetreiber i.d.R. die Daten (inkl. Nachfragedaten) differenziert nach ihren Anschlusstypen aufbereiten und diese Daten dann entsprechend für die Modellparametrisierung zur Verfügung stellen können. An dieser Stelle sei jedoch noch betont, dass insbesondere die Nachfrageentwicklung für die Modellparametrisierung von zentraler Bedeutung ist.

Ferner sei die Modellierung der Mietleitungsnachfrage im Referenzdokument unzureichend behandelt. Dazu ist festzuhalten, dass die Mietleitungsnachfrage – so wie im Referenzdokument dargestellt – auf allen 3 Layern Berücksichtigung finden kann (d.h., Layer 1, Layer 2 sowie Layer 3). Die Berücksichtigung von Layer 1 Verkehr wird unter anderem auch in den Kommentaraufforderungen thematisiert (siehe Kommentar 5-8, Führung von Diensten mit hohem Bandbreitenaufkommen in separaten OCh). Im Kontext der Layer 1 Modellierung ist letztlich auch der Aspekt der Systemzuweisung zu beachten, da nicht auf allen Netzebenen die gleichen Realisierungsformen vorherrschen müssen. – Sowohl für die Mietleitungsnachfrage auf Layer 1 als auch auf Layer 2 sind Nachfragedaten zu erheben.

### 2.5.1 Nachfrage in der Busy Hour

Das Referenzmodell basiert auf den Verkehren, die in der Hauptverkehrsstunde die Spitzenlast generieren. Für die Dimensionierung wird dabei die Spitzenlast herangezogen.

gen, die durch den Quellverkehr aller Dienste erzeugt wird, da dieser Wert den Treiber für die Netzdimensionierung beschreibt. Dienste, die keine Verkehre in der busy hour aufweisen, sind bei der Netzdimensionierung entsprechend zu vernachlässigen.<sup>1</sup>

### 2.5.2 Zusammenschaltungsverkehre

Bezüglich des Verkehrs der an Zusammenschaltpunkten ein- und ausgespeist werden, sieht das Modell keine endogene Modellierung, sondern eine exogene durch Inputparameter gesteuerte Modellierung vor. Diese erlaubt eine durch den Modellanwender steuerbare Abbildung der IC-Verkehrsströme und somit beispielsweise auch der IC-Verkehrsströme von VNBs (Juconomy, VATM).

Weitere Aspekte der Modellierung der Zusammenschaltung werden in den Kommentaraufforderungen aufgegriffen.

### 2.5.3 Casual Modell

Es wird bemängelt (DTAG, 1&1), dass die Korrelationen zwischen den drei Komponenten des „Casual“ Modells nicht ausreichend erläutert und die in den Beispielen angegebenen Werte nicht ausreichend begründet seien. Der erste Punkt ergibt sich aus dem generischen Charakter des Modells und entsprechenden Korrelationen, die bei konkreten Diensten auftreten, und nur nach der Anwendung des Modells begründet werden können. Die im Dokument angegebenen Beispielwerte z.B. 50 Mbps für LE Nutzer dienen nur der Illustration des Konzepts (es wurde von den Autoren ein VDLS Anschluss unterstellt), sind aber nicht als Werte zu betrachten, die von den Autoren für die konkrete Modellanwendung vorgeschlagen werden. Dies gilt auch für die angeführten Beispiele (DTAG) für Dienste, die nicht in der Modellbeschreibung genannt werden, da das Modell durch seinen generischen Charakter die vom Modellnutzer festzulegenden Dienste flexible aufnehmen kann. Die DTAG hat dabei vorgeschlagen, das Nachfragemodell als separierten Teil zu beschreiben und zu implementieren. Diese vorgeschlagene Separierung halten auch die Autoren für sinnvoll und hatten dies bereits im Referenzdokument angedeutet. Die unter Abschnitt 3.3 im Referenzdokument dargestellte unabhängige Bestimmung der Verkehrsnachfrage stellt letztlich ein der eigentlichen Netzdimensionierung vorgelagertes Modul dar, welches durch die Vorgabe der MPoP bezogenen Verkehrsmatrizen (Abbildung 3-1 im Referenzdokument) ersetzt werden kann. Entsprechend ist dieser modulare Aspekt auch bei einer softwaretechnischen Umsetzung zu berücksichtigen. In ersten Überlegungen zur Implementierung hatten die Autoren schon geplant, die Beschreibung und Verarbeitung der Eingangsparameter

---

<sup>1</sup> Es ist aus der Literatur bekannt, dass u.a. durch Verkehrslenkungsmaßnahmen am Netzeingang Verkehr aus einzelnen Diensten aus der Hauptverkehrsstunde „verdrängt“ werden kann.

über ein separates Modul zu implementieren, das dem Netzentwurf und der Netzdimensionierung vorgeschaltet wird. Das gleiche gilt für die eigentliche Kostenberechnung und die Ableitung der Routingfaktoren aus dem Modell, welches durch ein, dem Netzentwurf und der Dimensionierung nachgeschaltetes Modul beschrieben und implementiert wird.

#### 2.5.4 Nomadische Nutzung

Es wird kritisiert, dass das Kostenmodell explizit keine nomadische Nutzung berücksichtigt (DTAG), sondern von einem Festnetz ausgeht, bei dem das Verkehrsaufkommen hauptsächlich an den Punkten aufkommt, an denen die Nutzer angeschlossen sind.

Unklar ist, worauf sich diese Kritik bezieht: Zielt sie auf die Abbildung der nomadischen Nachfrage im NGN Festnetz ab? Oder versteckt sich dahinter die Forderung nach der Umsetzung des „Long Term Evolution“ Konzepts? Unabhängig von der genauen Zielrichtung dieser Kritik kann entgegnet werden, dass das im Referenzdokument vorgeschlagene generische Nachfragemodell auch der Berücksichtigung nomadischer Nutzung gegenüber offen ist. Entscheidend sind in diesem Zusammenhang Informationen über die „Wanderung“ der Nachfrager zwischen den verschiedenen Anschlussclustern innerhalb der busy hour. Den vom WIK entwickelten Mobilfunknetzmodellen liegen differenzierte Nachfragemodelle zu Grunde, die entsprechender Strukturdaten bedürfen.<sup>2</sup> Diese Ansätze lassen sich auch zur Berücksichtigung der nomadischen Nutzung im NGN Modell für das Festnetz heranziehen.

## 2.6 Dienstekategorien und Verkehrsklassen

Die Dienste- und Verkehrsklassendefinition wird als unzureichend bezeichnet. Unter anderem fehle auch die Unterscheidung von Transportdiensten von anderen Diensten. Dem ist entgegen zu halten, dass die im Modell angegebene Zuordnung von Dienstekategorien zu Verkehrsklassen ebenfalls generisch und exogen vom Modellnutzer zu bestimmen ist. Die im Modell angegebenen Zuordnungen sind nur beispielhaft zu verstehen. Die Feststellung, dass Transportdienste keine Berücksichtigung fänden überrascht, da diese doch den Kern der Modellierung und letztlich das verbindende Element der Diensteintegration im Multiservicenetz bilden (economies of scale and scope).

Es war nicht Gegenstand des generischen Modells, Aussagen über die Festlegung der Eingangsdaten vor allem über Dienste und Verkehre vorzunehmen. Dies wird erst nach

---

<sup>2</sup> Eine Beschreibung des WIK-Modellierungsansatzes für Mobilfunknetze findet sich unter [ACCC-07]: Mobile Termination Cost Model for Australia, WIK-Consult 01,2007, <http://www.accc.gov.au/content/index.phtml/itemId/779594/fromItemId/142>.

der Implementierung und Anwendung des Modells betrachtet. Die Frage einer Netzoptimierung unter Eingabedaten, die einer großen Schwankungsbreite unterliegen, trat auch schon in früheren Referenzmodellen auf, ist allerdings in einem diensteintegrierten Breitbandmodell von stärkerer Bedeutung. Von daher ist vorgesehen bei den Verfahren zur Optimierung keine vertiefte Methoden anzuwenden, sondern parametrisierte Approximationen, die es dem Nutzer gestatten ein Spektrum von Lösungen zu berechnen und den Einfluss auf die Kosten zu untersuchen. Dies wurde auch schon in früheren Referenzmodellen vorgenommen. Ein Beispiel ist die Festlegung der Standorte der höheren Netzebenen, bei der der Modellnutzer die Anzahl der Standorte vorgibt und einen Entfernungsparameter der die Verteilung der Standorte über die Fläche bestimmt.

Die Frage nach der Anwendung von Ist- oder Prognose-Daten bei der Nachfrage beantwortet sich unter Hinweis auf die Kapitalkostenermittlung. Hierzu sei auf Abschnitt 2.4 verwiesen.

## **2.7 Netzbetreiber-abhängige Nachfragemodellierung**

Es wird eine netzbetreiberabhängige Nachfragemodellierung gefordert (DTAG). Diese sei allein schon wegen der erforderlichen Granularität der Daten notwendig. In diesem Zusammenhang wird auch die Berücksichtigung netzbetreiberspezifischer Realisierungen gefordert.

Dazu ist anzumerken, dass das Modell zahlreiche Parameter vorsieht, die die „Übernahme“ netzbetreiberspezifischer Daten erlaubt und somit der genannten Forderung nachkommt. – Der „andere“ Anwendungsfall, sich von konkreten (aktuell gemessenen/ermittelten) Betreiberdaten zu lösen, ist insbesondere zur Berücksichtigung der langen Frist von Bedeutung. Wie eingangs auch dargestellt, soll das Modell die Netzplanungsrationalität abbilden und gerade nicht die in einem wachsenden Markt aktuell gemessenen Nachfragedaten einpflegen, bzw. es sind die Strukturparameter so zu setzen, dass eine kosteneffiziente Bedienung der Nachfrage gewährleistet wird. Um die Strukturparameter entsprechend festlegen zu können, sind komparativ-statische Modellrechnungen erforderlich.

## **2.8 Mark-up Faktoren**

Mit Bezug auf die Mark-Up-Faktoren wird eingewendet (DTAG, 1&1), dass diese ungeeignet seien, um eine QoS Differenzierung für die Verkehrsströme vorzunehmen, die aus den im Netz integrierten Diensten resultiert. Die Autoren haben diese Mark-Up-Faktoren, als exogen für jede Verkehrsklasse vorzugebende Parameter, in das generische Modell eingeführt, dies wurde in Anlehnung an frühere Studien vorgenommen. Damit soll erreicht werden, dass die Verfahren zur Festlegung dieser Parameter nicht in das Modell einbezogen werden müssen, um das schon aufwändige Modell nicht noch

mehr zu komplizieren, aber auch um Veränderungen in den statistischen Verhalten der verschiedenen Verkehre nicht auch noch durch weitere Eingangsparameter abzufragen. Aus Praktikabilitätsgründen halten wir dieses Vorgehen auch unter dem Einwand der Stellungnahmen, dass das Verfahren an Eingabeparameter überlastet sei, weiterhin für gerechtfertigt. Der Einwand (DTAG), dass diese Parameter von der Verkehrsmischung und den absoluten Verkehren abhängig seien und dass eine maximale Auslastung der Netzelemente zu berücksichtigen ist, wird von den Autoren bestätigt und für die Implementierung aufgegriffen. Detailliertere Ausführungen finden sich unter Kommentar 4-12 (Mark-Up-Faktoren).

## 2.9 Netzgestaltung und Dimensionierung

Die Frage der Doppelanbindung und Doppelung von Einrichtungen wird im Modell durch entsprechende Optionen berücksichtigt, d.h. kann „ein- und ausgeschaltet“ werden, um die entsprechenden Kostenveränderungen abzuschätzen. Allerdings sei an dieser Stelle eingewandt, dass durch einfache Doppelung und Reservekapazitäten Dienste mit Priorität durch entsprechende Verkehrslenkungsverfahren auch im Störfall weiter voll bedient werden können – u.U. zu Lasten von Diensten geringerer Priorität. Dies war übrigens auch schon in traditionellen Netzen möglich, wo durch Sperrung einzelner Benutzergruppen Dienste für Notdienste aufrechterhalten wurden.

Bandbreitenausnutzung wird im Modell durch das Verhältnis aus im Netzelement aggregierter mittlerer Bandbreite und der vom Netzelement bereitgestellten Bandbreite ausgedrückt. Durch die von der Verkehrsklasse abhängigen Mark-Up-Faktoren und den daraus resultierenden globalen Mark-Up-Faktor wird eine Auslastung unter 100% erreicht. Wie schon vorgeschlagen, können in das Netzmodell maximale Auslastungswerte je Netzebenen als Eingabeparameter eingespeist werden.

Auf Basis des erweiterten Modellierungsansatzes (siehe Kommentar 4-12 (Mark-Up-Faktoren)) und hinreichender Datenverfügbarkeit für diesen Modellierungsansatz, erfolgt die Dimensionierung jedes Netzelementes nach Maßgabe des nach Verkehrsklassen differenzierten Kapazitätsbedarfs sowie der zusätzlichen Berücksichtigung eines maximalen Auslastungsgrades.

## 2.10 Kontrollschichten

Es wird eingewendet (DTAG), dass im Referenzmodell die Dimensionierung der Kontrollschicht nur reduziert beschrieben wurde. Dieser Einwand ist aus Sicht der Autoren berechtigt, resultiert allerdings aus der Tatsache, dass zu diesem Punkt die Entwicklung im Markt noch nicht klar abgeschlossen ist, z.B. Implementierung von IMS-Plattformen. Aus heutiger Sicht kann allerdings abgeleitet werden, dass die Kostentreiber durch die Anzahl der Signalisierungsnachrichten, die der Aufruf und das Monitoring eines Diens-

tes erfordert, bestimmt werden und dass die durch die Nachrichten der Kontrollschicht verursachte Bandbreite gegenüber der Bandbreite, die aus dem Transport der Nutzerinformation resultieren, vernachlässigt werden kann.

## **2.11 Systemzuweisung**

Die von der DTAG vorgeschlagenen Verbesserungen und Detaillierungen werden von den Autoren berücksichtigt z.B. Port und Portkarte. Bezüglich der Mark-Up-Faktoren gehen die Autoren davon aus, dass Systeme in der physikalischen Schicht Mark-Up-Faktoren auf der Basis der Bandbreite festzulegen sind, während für Layer 2 und Layer 3 Einrichtungen (Switches, Routers etc.) Mark-Up-Faktoren auf der Basis der Paketraten festzulegen sind. Allerdings entnehmen die Autoren aus Datenblättern dass die Kapazitäten dieser Einrichtungen oft vollständig durch die Anzahl der Portkarten, Ports und deren Bandbreiten festgelegt und damit eine Abstimmung mit den Paketraten u.U. nicht erforderlich ist. – Auch an dieser Stelle sei auf die Erweiterungen des Modellierungsansatzes für die QoS-Differenzierung hingewiesen, dass bei hinreichender Datenqualität eine Netzelement-individuelle Dimensionierung erfolgen kann (unter Verzicht auf Mark-up-Faktoren), siehe Kommentar 4-12 (Mark-Up-Faktoren).

## **2.12 Kostenbasis**

Es wird bemängelt, dass die Kostenbasis unzureichend definiert sei (DTAG).

Dazu ist anzumerken, dass die Anwendung des LRIC-Standards mit Wiederbeschaffungswerten in Verbindung steht.

Der Hinweis auf die Leistungsfähigkeit des Equipments und damit in Zusammenhang stehende Kosten ist korrekt und erfordert sowohl eine entsprechende Spezifizierung der Leistungsanforderungen für die Netzelemente als auch dessen Berücksichtigung bei der Modellparametrisierung.

## **2.13 Anwendbarkeit auf beliebige Geschäftsmodelle**

Es wird bemängelt (BREKO), dass das Modell nicht auf beliebige Geschäftsmodelle anwendbar sei, da im Konzentrationsnetz eine Vorfestlegung auf Layer 2 vorgenommen werde. Dem ist entgegenzuhalten, dass die Systemzuweisung im Rahmen der Parametrisierung erfolgt (siehe Darstellung im Kostenmodul) und das Modell daher dem Grunde nach dieser Netzrealisierungsform (Layer 3 im Konzentrationsnetz) gegenüber offen ist.



## 2.14 MPoP als unterste Netzebene

Es wird kritisiert, dass das Modell teilnehmerseitig am MPoP endet und daher nicht mit dem Verbindungsnetzmodell vergleichbar sei, welches alle Netzelemente bis zum Punkt der Dedizierung berücksichtige. – Diese Kritik erklärt sich vor dem Wunsch, eine Definition der regulatorisch relevanten Terminierungsleistung zu erhalten, die jedoch nicht von einem Kostenmodell gegeben werden kann, sondern weitere Aspekte mit berücksichtigen muss.



### 3 Kommentare zu den vorgestellten Punkten

#### Kommentar 3-1 (Anzahl Verkehrsklassen)

Wir bitten um Stellungnahme, wie viele Verkehrsklassen im Kostenmodell Breitbandnetz zur Verfügung gestellt werden sollen.

##### **Stellungnahmen:**

Die Stellungnahmen zu dieser Thematik differieren stark. Die **DTAG** und **IEN** weisen auf unzulängliche Definitionen (Verkehrsklasse bzw. Dienst) und damit bestehende Verständnisprobleme hin. Die **DTAG** ist der Ansicht, dass eine Beschränkung aufgrund der unvorhersehbaren Entwicklungen nicht erfolgen sollte. **Telefonica** hält 3 – 5 Verkehrsklassen im Backbone für angemessen. Eine höhere Anzahl erhöhe die Komplexität im Netzmanagement in unangemessener Weise. Aus Sicht der **IEN** sind 5 Klassen ausreichend. **Vodafone** hält eine feste Klassenmenge für nicht sinnvoll, da sich die Anzahl der Verkehrsklassen aus der Homogenität der Dienste ergibt. Je höher die klasseninterne Heterogenität, desto eher gehen dienstinterne Charakteristika verloren. **1&1** ist der Ansicht, dass zwei Verkehrsklassen ausreichend und praktikabel sind. Demnach gäbe es eine Verkehrsklasse für den Sprachverkehr und eine weitere für sonstigen Verkehr. Nach Ansicht von QSC sollten vier Verkehrsklassen zur Verfügung gestellt werden, die sich wie folgt zusammensetzen könnten. CBR, Voice, Business, Privat, **Netcologne** und **M-net** fordern mindestens 5 – 6 Verkehrsklassen, um jedoch mittelfristig zu erwartende Anforderungen gerecht zu werden, werden mindestens 8 Klassen gefordert.

##### **Würdigung:**

Einleitend soll auf die Kritik der unzureichenden Definitionen eingegangen werden:

- Ein Dienst ist als eine Endnutzer-Anwendung zu verstehen, die über den Breitbandanschluss realisiert wird. Er ist abzugrenzen von dem reinen IP-Transport, welcher grundsätzlich Bestandteil jedes Dienstes ist, aber in der Regel noch weitere Wertschöpfungsstufen umfasst. Klassische Beispiele für Dienste sind Anwendungen wie Voice over IP (VoIP), www, e-mail
- Die Anzahl der Dienste, die in einem Breitbandnetz abgewickelt werden kann, ist sehr umfangreich und auch beständigem Wandel unterworfen. Aus diesem Grunde werden üblicherweise Dienste mit vergleichbaren Eigenschaften zu Dienste-Klassen zusammengefasst. Beispiele ergeben sich z.B. aus verschiedenen Sprachdiensten (simple voice, high quality voice) oder Video-Diensten (low quality video, high quality video). Im Referenzdokument bezeichnen wir die Diensteklassen als Dienste-Kategorien, da wir den Begriff Klasse für Verkehr-

klassen reserviert haben. Ziel der Bildung von Dienstekategorien liegt u.a. darin, die Vielzahl der Dienste auf ein für die Abschätzung von deren Verkehren vernünftiges Maß zu reduzieren. Das Modell sieht vor, dass die Dienstekategorien, deren Charakteristiken, wie z.B. deren Bandbreite-Anforderung, vom Modellnutzer bestimmt werden können, um die Anpassung an die Dienste-Entwicklung in Breitbandnetzen nicht zu beschränken.

- Die Bildung von Verkehrsklassen hat den Zweck die Verkehre von Dienste mit gleichen Qualitätsanforderungen an den Transport im Netz zusammenzufassen und damit die Verkehre aus verschiedenen Verkehrsklassen differenziert zu behandeln. Im einfachsten Fall können bei der Zusammenfassung von Diensten zu Dienstekategorien schon die Bildung von Verkehrsklassen berücksichtigt werden, was dazu führt, dass jeder Dienstekategorie genau eine Verkehrsklasse als auch umgekehrt jeder Verkehrsklasse eine Dienstekategorie zugeordnet werden kann. Da mit zunehmender Anzahl von Verkehrsklassen die Komplexität des Netzmanagements steigt und auch entsprechende Netzprotokolle die Anzahl der Verkehrsklassen begrenzen können, wird die Zahl der Verkehrsklassen in der Regel deutlich geringer gewählt als die Zahl der Dienste-Kategorien. So können z.B. Sprachdienste in eine und Videodienste in verschiedene Dienstekategorien abgebildet, aber gleichen Verkehrsklassen (Real-Time-Dienste) zugeordnet werden. Für die Anzahl der Verkehrsklassen und deren Charakteristiken wie Verzögerung, Jitter, Paketverlust, werden in der Literatur entsprechende Klassen definiert wobei die häufigste aus vier Klassen besteht (Real-Time, Streaming, garantierter Datenverkehr und Best-Effort). Diese sind ggf. um weitere Dienstklassen zu erweitern. Aus diesem Grunde sieht das Referenzmodell eine flexible aber begrenzte Anzahl der Verkehrsklassen und deren Charakteristiken vor.

Zusammenfassend ergibt sich, dass für das in eine Software umzusetzende Kostenmodell eine Obergrenze an Verkehrsklassen festzulegen ist, die jedoch in der konkreten Anwendung nicht ausgeschöpft zu werden braucht. Diese Anzahl sollte so gewählt werden, dass alle in absehbarer Zeit zu berücksichtigenden Varianten parametrisierbar sind.

Darüber hinaus wurde eine maximale Anzahl an Verkehrsklassen von den Autoren des Referenzmodells auch deshalb vorgeschlagen, weil die Implementierung nicht unnötig kompliziert gestaltet werden sollte: Letztlich sind die Verkehre der jeweiligen Verkehrsklassen in der Modellimplementierung in allen Netzelementen getrennt zu aggregieren und auf Grund der Qualitätsanforderungen (QoS) unterschiedlich zu behandeln, was, wie im Modell gezeigt, durch sog. Mark-Up-Faktoren erreicht wird bzw. einer unter Rückgriff auf mittlere Verzögerungszeiten explizit im Modell berücksichtigt werden kann, siehe auch Kommentar 4-12 (Mark-Up-Faktoren).

In der Praxis werden in der Regel fünf bis sechs Verkehrsklassen verwendet (Emulierung von Festleitungen, Signalisierung und OAM Verkehre, Real-Time, Streaming, garantierte Datenverkehre und Best Effort). Bei den vorgeschlagenen sechs Klassen wurde zusätzlich betrachtet, dass auch Verkehr aus Signalisierung als eigene Verkehrsklasse oberhalb von Real-Time Berücksichtigung findet.

Wie schon oben erwähnt, sieht das Modell nicht vor, individuelle Dienste und ihre Verkehre pro Nutzertyp zu modellieren (dies hätte eine enorme Steigerung der Datenmenge zu folge), sondern Verkehr, Bandbreitenwerte etc. in vom Nutzer frei zu definierenden Dienstekategorien abzubilden bzw. zu aggregieren. Für eine Differenzierung von QoS Parametern wird vom Modell eine begrenzte Menge von Verkehrsklassen eingeführt, wobei diese Begrenzung sich aus zwei Gründen ergibt; erstens ist in den derzeitigen Protokollen für MPLS/Ethernet als auch DiffServ auf der Basis von IPv4/MPLS die Definition von bis zu acht Flüssen möglich, die in den Switches bzw. Routern differenziert behandelt werden können, z.B. in Form von Verkehrspriorisierung. Der zweite Grund ist die Festlegung von QoS Klassen auf der Basis der Verkehrsklassen und in der die damit in Verbindung stehende Vorgabe bzw. Berechnung von Mark-Up-Faktoren, die bei einer Implementierung des Modells in eine Software die Verkehrsflüsse aus jeder Verkehrsklasse in jedem Netzelement separiert abspeichert.

Wie schon erwähnt können im einfachsten Fall die Anzahl der Dienstkategorien und Verkehrsklassen übereinstimmen, aber das Modell gestattet es bei Bedarf die Anzahl der Dienstekategorien umfangreicher zu gestalten, z.B. unter der Verkehrsklasse Real-Time mehrere Dienstekategorien einzuführen z.B. Sprachdienste, Business-Video Konferenz Dienste, Customer Video-Kommunikation. Damit können unterschiedliche Werte für die Parameter der Verkehrsverteilung als auch in den Bandbreiten notwendig werden.

Da das Modell allerdings vor allem zur Berechnung der Kosten von zu regulierenden Diensten herangezogen werden soll, können Dienste, die nicht der Regulierung unterliegen und vergleichbare Verkehrsverteilungsfunktionen haben, in einer Dienstekategorie zusammengefasst werden, während zu regulierende Dienste jeweils in einer separierten Dienste-Kategorie abgebildet werden sollten, um die Kostenanalyse zu erleichtern. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, wie schon in der Einleitung beschrieben, dass ein umfangreicher Detaillierungsgrad des Modells nicht unbedingt zu genaueren Ergebnissen führen kann, da die „Eingangsdaten“ einer Schwankungsbreite unterliegen.

### **Schlussfolgerung:**

Das DiffServ Protokoll sieht bis zu maximal acht Klassen vor was auch für die Verkehrsdifferenzierung im Carrier Ethernet übernommen wurde. Die Modellimplementierung macht – wie bereits ausgeführt – eine Beschränkung der Anzahl der Verkehrsklassen unumgänglich. Innerhalb der implementierten Anzahl kann dann die Zahl der für die

Modellanwendung gewünschten Verkehrsklassen variiert werden. Die Anzahl bildet daher die Obergrenzen dessen, was an Verkehrsklassen angenommen werden kann, und sollte so gewählt werden, dass die in absehbarer Zeit zu berücksichtigenden Varianten parametrisierbar sind.

Wir schlagen daher vor, die Anzahl der möglichen Verkehrsklassen im Modell von sechs auf acht Klassen zu erweitern, wobei sich die Begrenzung auf acht daraus ergibt, dass wir nicht erwarten, dass in mittelfristigen Zeiträumen von den Betreibern mehr als acht Klassen im Verkehrsmanagement unterstützt werden.

Für den Fall einer notwendigen Erweiterung der Verkehrsklassen auf Werte oberhalb von acht wäre dann das Modell in seiner Implementierung, aber nicht in seiner Methodik, entsprechend zu erweitern.

### **Kommentar 3-2 (Verfügbarkeit von Inputdaten und Verkehrswerten)**

Die Berücksichtigung von Verkehrsklassen erfordert eine entsprechend differenzierte Angabe von Verkehrswerten. Zum jetzigen Zeitpunkt ist unklar, ob die beschriebene Verkehrsklassendifferenzierung relevant wird. Aufgrund der heutigen Leistungsfähigkeit der Router gehen wir davon aus, dass belastbare Informationen zu Dienstanteilen verfügbar bzw. generierbar sind.

Wir bitten um Stellungnahme, ob diese Einschätzung zur Generierbarkeit von Informationen zu Dienstanteilen geteilt wird.

#### ***Stellungnahmen:***

Die Meinungen zur Generierbarkeit der Informationen sind uneinheitlich. Die **DTAG** stellt fest, dass auch hier die Definition der Verkehrsklassen Basis zur Antwort auf die Frage sei. Daher könne keine abschließende Aussage darüber getroffen werden, ob die Informationen generierbar seien und wenn, mit welchem Aufwand dies verbunden ist. Auch **QSC** mahnt den manuellen Aufwand an, grundsätzlich sei die Auswertung jedoch möglich. **Telefonica** sowie **Vodafone** weisen darauf hin, dass eine Auswertung lediglich eingeschränkt auf Basis der implementierten Klassen möglich sei. Eine Aufsummierung zweier Klassen einer Systematik zu einer Verkehrsklasse einer anderen Systematik ist hier von Vodafone unerwünscht und würde die Abfrage ad absurdum führen. Die **IEN** hält eine Auswertung für realisierbar mit Einschränkung auf verschlüsselte Informationen (DPI, Netflow). Da die heutige Dimensionierung der Netze nach Ansicht von **1&1** hauptsächlich nach Verkehr zur Peak-Zeit pro Kunde erfolgt, bergen alle Inputdaten die darüber hinaus gehen eine Gefahr von Scheingenauigkeiten und fehlendem Realitätsbezug.

**Würdigung:**

Die Generierbarkeit der Informationen wird von der Mehrheit der Betreiber positiv beantwortet, aber auch hier zeigt sich, dass es sinnvoll ist die Anzahl der Dienst-Kategorien und der Verkehrsklassen zu beschränken. Der Modellanwender hat den Freiheitsgrad, Dienst-Kategorien frei zu definieren und diese ebenso zu Verkehrsklassen zusammenzuführen. Im einfachsten Fall können dies die Verkehrsflüsse auf die von einem Betreiber implementierten Verkehrsklassen sein und die Anzahl der Dienst-Kategorien kann identisch zu den Verkehrsklassen gestaltet werden. Damit kann eine Zusammenfassung von Diensten mit unterschiedlichen Verkehrscharakteristiken vermieden werden.

Die Autoren verstehen den Einwand von 1&1 so, dass sie vorschlagen die Verkehrswerte der einzelnen Dienste im individuellen Peak zu summieren. Dies würde allerdings aus Sicht der Autoren zu einer Überschätzung der gesamten Bandbreitenanforderungen und damit zu einer Überdimensionierung führen.

Sofern eine Verkehrsklassendifferenzierung vorgenommen wird, ist bei der Bildung von Verkehrsklassen darauf zu achten, dass Verkehre aus zu regulierenden Diensten nur mit anderen Diensten zu einer Verkehrsklasse zusammengelegt werden, die vergleichbare QoS Anforderungen hat. Daraus ergibt sich, dass im Modell mindestens zwei Verkehrsklassen gebildet werden sollten.

Hinsichtlich der Zusammenfassung von zwei Verkehrsklassen zu einer ist anzumerken, dass das Modell solchen Anwendungen gegenüber prinzipiell offen ist. Entscheidend ist dabei die Definition der jeweiligen Verkehrsklassen anhand der Qualitätsparameter. Dies hat den Vorteil, auch die Kostenimplikationen von unterschiedlichen Verkehrsklassendefinitionen mit einander vergleichbar zu machen.

**Schlussfolgerung:**

Aufgrund der im Modellierungsansatz vorgesehenen Flexibilität der Anwendung von Verkehrsklassen werden im Modell keine Änderungen oder Erweiterungen vorgenommen. Bei der Datenabfrage sind die Verkehrsklassen mit den zugrunde liegenden Qualitätsparametern festzulegen.

## Kommentar 4-1 (Beschränkung von Netzebenen)

Die vorgegebene maximale Anzahl von Netzebenen je Netzsegment definiert den Rahmen innerhalb dessen Variationen und Szenarien berechnet und komparativ-statisch analysiert werden können.

Wir bitten um Stellungnahme, ob mit der Beschränkung auf maximal 3 Netzebenen sowohl für das Konzentrationsnetz als auch das IP-Kernnetz der Analyserahmen des Modells unangemessen beschränkt wird und wenn ja, in welchem Umfang und aufgrund welcher Begründungen.

### **Stellungnahmen:**

Die Beschränkung auf maximal drei Netzebenen wird von fast allen für angemessen erachtet. 1&1 verweist darauf, dass es gerade Gegenstand des Modells sein sollte, die effiziente Netzstruktur abzuleiten.

### **Würdigung:**

Der vorgestellte Modellierungsansatz beinhaltet keine modellendogene Optimierung der Anzahl der Netzebenen, sondern kann diese Frage lediglich auf Basis komparativ-statischer Vergleichsrechnungen beantworten. Die maximale Anzahl von Netzebenen, sowohl drei für das Konzentrationsnetz als auch drei für das Kernnetz wird von den übrigen Betreibern als ausreichend angesehen, so dass wir zu diesem Zeitpunkt keine Notwendigkeit sehen, die Zahl der maximalen Netzebenen zu erweitern.

### **Schlussfolgerung:**

Es werden im Modell keine Änderungen bzw. Erweiterungen vorgenommen.

## Kommentar 4-2 (Regionale Unterschiede)

Für Modellberechnungen ist die Anzahl von Netzebenen je Netzsegment über Inputparameter bundeseinheitlich festzulegen.

Wir bitten um Stellungnahme, ob damit bei regional stark differenzierter Nachfrage eine zu starke Einschränkung für die abzuleitende Netzstruktur verbunden ist und wenn ja, warum.

### **Stellungnahmen:**

**Vodafone, 1&1** sowie **Telefonica** halten eine bundeseinheitliche Ermittlung der Inputdaten für angemessen und sachgerecht. Die unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten sollten jedoch nach Meinung von **DTAG, IEN** und **QSC** berücksichtigt werden und die Inputdaten sollten den differenzierten Strukturen und Nachfragen gerecht werden.



Die Frage der Regionalisierung wird von den Betreibern unterschiedlich beantwortet. Einige bestätigen das Prinzip einer nationalen Erfassung, während andere eine Regionalisierung für sinnvoll erachten. Das Ziel des nationalen Kostenmodells ist es, Kosten auf nationaler Ebene zu ermitteln, in den sich regionale Unterschiede statistisch ausgleichen.

### **Würdigung:**

Aus den Antworten geht zum Teil hervor, dass diese sich auf die Abbildung der regional differenzierten Nachfrage beziehen und nicht auf die in der Frage adressierte methodische Vorgehensweise, eine bundesweit einheitliche Anzahl von Netzebenen vorzugeben. Vor diesem Hintergrund sollen die Zusammenhänge hier nochmals kurz dargestellt werden:

Das Modell berücksichtigt beim Netzentwurf und der Dimensionierung regionale Unterschiede durchaus:

- So fließen MPoP-genau die Endkundenzahlen unter Berücksichtigung der lokalen Verteilung in Nutzergruppen ein. Den Nutzertypen werden im Nachfragemodell Dienstekategorien zugeordnet. Die an den jeweiligen MPoP vorherrschenden Anschlussarten beschränken dann ggf. das nachfragbare Spektrum an Diensten.
- Hinsichtlich der Anzahl der Netzebenen sieht das Modell eine bundeseinheitliche Vorgabe vor. Darüber hinaus kann z.B. bei der Berechnung der Standorte höherer Ebene, vor allem der Ebene Eins, die minimale Entfernung zwischen den Standorten verkleinert bzw. vergrößert werden. Im ersten Fall werden vor allem verkehrsstarke Standorte ausgewählt und dünn besiedelte Gebiete erhalten weniger oder überhaupt keine Standorte in der höheren Ebene. Im zweiten Fall werden die höheren Standorte gleichmäßiger über das gesamte Gebiet verteilt.  
Grundsätzlich ist anzumerken, dass in einem 3-Ebenen-Netz nicht in jeder Verzweigung des IP-PoPs (Ebene 2) auch zwei nachgelagerte Standorte realisiert werden.

### **Schlussfolgerung:**

Es sind keine Änderungen erforderlich, da der vorgeschlagene Modellierungsansatz die geforderte regionale Differenzierung in der Netzstruktur erfassen kann.

### Kommentar 4-3 (Sternstruktur – Konzentrationsnetz)

Aufgrund des Zuführungscharakters des Konzentrationsnetzes halten wir die grundsätzliche Abbildung des logischen Netzes in Form von Sternstrukturen für sinnvoll. Über den Ansatz der Schwellwerte für Direktverbindungen bei VLAN-Verkehren soll eine ökonomische Verkehrsführung im logischen Netz bei hinreichend großen Verkehrsmengen ermöglicht werden.

Wir bitten um Stellungnahme zu der vorgeschlagenen Sternstruktur sowie der zusätzlichen Berücksichtigung von VLAN-Verkehren.

#### **Stellungnahmen:**

Grundsätzlich wird die Sternstruktur sowie die Berücksichtigung von VLAN-Verkehren in allen Stellungnahmen bestätigt. Allerdings stellen einige Betreiber auf eine Doppelabstützung ab. So schlägt die **DTAG** vor, die unterschiedlichen Netzebenen untereinander abzustützen. **Telefonica** ist der Meinung, dass neben der Sternstruktur auch andere Strukturen Beachtung finden sollten. **QSC** erachtet die Bedeutung der Berücksichtigung von VLAN-Verkehren als gering ausgeprägt.

#### **Würdigung:**

Eine Doppelabstützung auf zwei verschiedene Standorte wird von den Autoren für ein hierarchisches Kernnetz vorgeschlagen, während im Konzentrationsnetz aus Sicht der Autoren nur eine Anbindung an einen Standort aus nachstehenden Gründen vorgenommen werden sollte. Eine Doppelanbindung an zwei verschiedene Standorte kommt nur in Frage, wenn die Wahrscheinlichkeit für den totalen Ausfall eines Standortes in nicht vertretbaren Grenzen liegt, weil dann je nach Dimensionierung der ganze oder zumindest Teile der Verkehre über den anderen Standort abgewickelt werden können. Aus Erfahren des PSTN/ISDN ergibt sich, dass diese Wahrscheinlichkeit des Totalausfalles eines Standortes und der darin konzentrierte Verkehrs eine Doppelanbindung nicht erforderlich machte, weshalb Doppelanbindung in den entsprechenden Referenzmodellen nicht betrachtet wurden und Verkehr im Kernnetz durch Leitwegelenkung über verschiedene Standorte verteilt wurden.

Um einen Schutz gegen Ausfälle der Einrichtungen im logischen Netz zu gewährleisten, können ggf. im oberen Standort eines Konzentratornetzes immer zwei Einrichtungen für die logische Ebene, aus heutiger Sicht Layer-2-Ethernetswitches eingerichtet werden, auch wenn dies von der Verkehrsbelastung nicht unbedingt erforderlich ist. Die Verkehre können dann auf zwei logische Verbindungen aufgeteilt werden und im Fall einer Störung kann mindestens 50% des Verkehres in der Hauptverkehrsstunde abgewickelt werden, in der Regel mehr, da durch eine generelle Überdimensionierung in paketvermittelten Netzen immer Reservekapazitäten zur Verfügung stehen und durch die Integration aller Dienste eine Differenzierung in der Verfügbarkeit vorgenommen werden

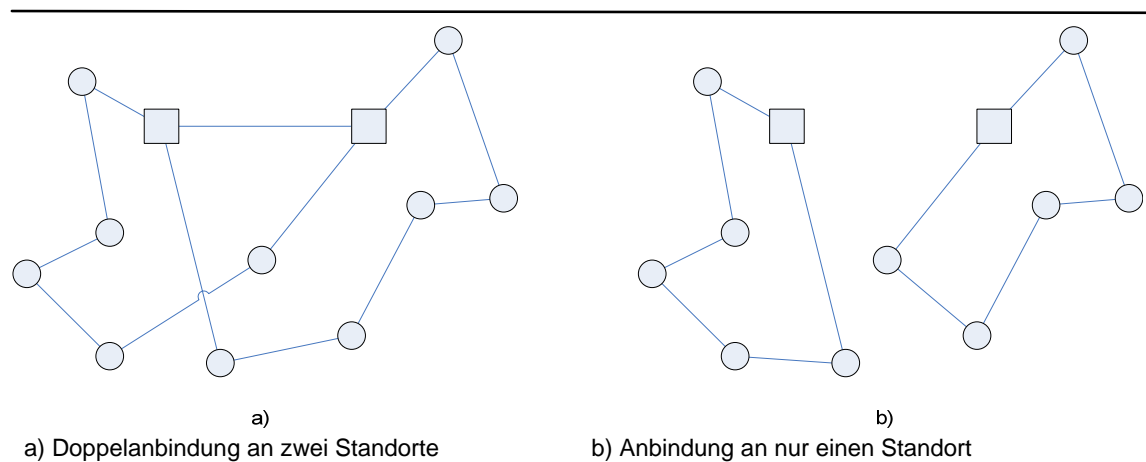
kann, z.B. mittels Verkehrspriorisierung für Sprachdienste und garantierte Datendienste zuungunsten von Best-Effort-Diensten.

Unter der Annahme, dass die Sternstruktur des logischen Netzes in der physikalischen Schicht 1 in Form eines Ringnetzes realisiert wird, ergeben sich im Falle einer Anbindung an zwei Standorte aufwändigere Ringe mit höheren Kosten, vor allem in der Infrastruktur, dies ist schematisch in der nächsten Abbildung 3-1 gezeigt.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass im Referenzmodell für das schmalbandige PSTN/ISDN im Konzentrationsnetz auch nur eine Einfachanbindung angenommen wurde, sowohl vom abgesetzten Konzentrador zum OVSt und von der OVSt zur HVSt).

Zusammenfassend schlagen wir daher vor zu diesem Punkt keine Änderungen oder Erweiterungen im Modell vorzunehmen.

Abbildung 3-1: Vergleich von Doppelstern mit Einfachsternstrukturen und deren zugehörigen physikalischen Ringen an einem Netzbeispiel



### Schlussfolgerung:

Es sind keine Änderungen erforderlich, da im Modell die Doppelanbindung der Standorte der mittleren Ebene an Standorte der oberen Ebene als Option vorgesehen ist. Da im Fall eines Drei-Ebenen-Konzentrationsnetzes sich ein Kernnetz mit reduzierter Standortzahl ergibt, dürfte gegenüber dem Fall eines zweistufigen Konzentrationsnetzes eine erhöhte Verkehrskonzentration in den obersten Knoten des dreistufigen Konzentrationsnetzes verbunden sein, was wiederum eine größere Absicherung rechtfertigt. Diese Redundanz soll – entsprechend der Darstellung im Referenzdokument – in der Modellsoftware einstellbar sein.

## Kommentar 4-4 (Redundanzen (Einwegführung) – Konzentrationsnetz)

Die Sicherung kann neben der in Tabelle 4-2 dargestellten Verkehrsverteilung auch über Ersatzschaltung und Einwegführung bzw. einer Kombination beider realisiert werden.

Wir bitten um Stellungnahme, ob von der hier für das Modell vorgeschlagenen paritätischen Verkehrsaufteilung zur Absicherung abgewichen werden soll und falls ja, aus welchen Gründen.

### **Stellungnahmen:**

**QSC, DTAG** und **Telefonica** halten eine Abweichung für nicht erforderlich und unterstützen die vorgeschlagene Systematik der paritätischen Verkehrsführung. Die DTAG betont dabei die Notwendigkeit einer 100%igen Redundanz. Die **IEN** ist der Auffassung, dass ein redundanter Netzaufbau eine paritätische Verkehrsverteilung nicht impliziert. Eine erhöhte Verfügbarkeit erfordere Ersatzkapazitäten über Zweitwege. **1&1** sieht lediglich eine Notwendigkeit in der Doppelabstützung der Netzknoten und ist der Ansicht, dass das WIK die optimale Anzahl an Netzebenen ermitteln sollte, um ein effizientes Netz zu modellieren.

### **Würdigung:**

Die paritätische Mehrwegführung wird von der Mehrheit der Betreiber befürwortet, dabei wird von der DTAG ein 100% Schutz gefordert. Das Modell unterscheidet in der Netzredundanz zwischen der logischen Schicht und der physikalischen. In der logischen Schicht in vermaschten Netzteilen (obere Ebene des Kernnetzes bzw. flaches Kernnetz) kann das Modell die Mehrwegführung vornehmen.

Im sternförmigen Konzentrationsnetz kann die Nachfrage auf zwei logische Verbindungen aufgeteilt werden, wenn bei der Dimensionierung im oberen Standort mindestens zwei Einrichtungen installiert werden (vgl. auch Antwort auf Kommentar 4-3). Auf physikalischer Ebene wird eine Zweiwegführung durch die Ringtopologie erreicht, wobei das Modell eine 50% Absicherung ohne Überdimensionierung und optional eine 100% Absicherung bei Doppelung der Bandbreite gestattet. Man beachte, dass bei Einsatz von Metro-Ethernet-Ringen der Verkehr nicht auf beide Richtungen aufgeteilt werden kann, sondern im Normalfall, wegen des Ethernetprotokolls, immer nur in einer Richtung geführt wird. Eine 100% Absicherung ist jedoch durch Doppelung der Kapazitäten möglich und wird durch das Rapid-Spanning Tree Protokoll (RTS) des Ethernetstandards sichergestellt.

### **Schlussfolgerung:**

Wir halten die beschriebenen Optionen der Sicherung für ausreichend und es werden keine Änderungen oder Erweiterungen vorgenommen.

## Kommentar 4-5 (Paritätische Verkehrsführung 1-Ebenen Kernnetz)

Wir bitten um Stellungnahme zu der vorgeschlagenen paritätischen Verkehrsführung und fragen, ob als Alternative die Schaltung über Ersatzkapazitäten im Störfall vorgenommen werden soll.

### **Stellungnahmen:**

Die Meinung der stellungnehmenden Netzbetreiber zur paritätischen Verkehrsführung im 1-Ebenen-Netz deckt sich mit oben genannten Meinungen zum Kommentar 4-4 und wird somit von den Betreibern befürwortet bzw. nicht widersprochen. **Telefonica** stellt jedoch ergänzend die Schwellwerte für die Einrichtung von Direktverbindungen zur Diskussion.

### **Würdigung:**

Im Modell wird angenommen, dass die LER durch interne Verbindungen an die am gleichen Standort installierten LSR angeschlossen und die LSR durch Ringe verbunden sind, welche ihrerseits durch zusätzlichen Vermaschungen ergänzt sind. Der Vermaschungsgrad hängt von der Größe der vorzugebenden Schwellwerte für deren Einrichtung ab. Damit kann der Benutzer des Modells zwischen einer reinen Ringstruktur (hoher Schwellwert) und einer vollvermaschten Struktur (geringer Schwellwert) den Vermaschungsgrad steuern. Auf diese Weise können bestimmte Verbindungen aber nur indirekt durch Reduktion der Schwellwerte induziert werden.

### **Schlussfolgerung:**

Es werden keine Änderungen oder Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorgenommen

## Kommentar 4-6 (Redundanzen 2-Ebenen Kernnetz)

Wir bitten um Stellungnahme, ob neben der Stern- bzw. Doppelstern-Anbindung der unteren Standorte auch nur direkte Verbindungen zwischen unteren Standorten im logischen Netz zu betrachten sind und ggf. auch „Überlaufverbindungen“ von einem unteren Standort zu einem oberen Standort, der dem unteren nicht zugeordnet ist, vgl. Abbildung 4-11. Damit ergäbe sich eine Verkehrsführung, die mit der Verkehrsführung im traditionellen, leitungsvermittelten Netzen vergleichbar ist. Eine solche Verkehrsführung ist vor allem interessant, wenn die Servereinrichtungen auch an Standorten der unteren Ebene angebunden werden, was aus heutiger Sicht nicht vorgenommen wird.<sup>3</sup>

### **Stellungnahmen:**

Die Frage nach Querverbindungen und die damit implizierte hierarchische Verkehrsführung werden von den Betreibern unterschiedlich bewertet. **QSC** ist der Ansicht, dass Überlaufverbindungen nicht unterstützt werden müssen und nennt als Begründung die in Fußnote 3 genannten Argumente. **Telefonica**, **DTAG** und **IEN** hingegen wünschen die Unterstützung des Modells von Überlaufverbindungen, da diese mittelfristig an Bedeutung gewinnen könnten.

### **Würdigung:**

Eine Verkehrslenkung wird aus Sicht der Autoren durch die Verwendungen des MPLS Protokolls erreicht, bei denen vergleichbare Verkehre über ein- und denselben Weg geführt werden, der durch das „MPLS Label“ gegeben ist. Wir schlagen vor, für Direktwege zwischen LER einen Schwellwert vorzugeben, der anzeigt, ob eine hierarchische Verkehrsverteilung vorzunehmen ist oder nicht. Weiterhin sind die Verkehrsanteile für die vier Wege (Direktweg, Überlauf aufwärts, Überlauf abwärts und hierarchischer Letztweg) vorzugeben (z.B. 0,7-0,12-0,12,-0,6). Durch Vorgabe eines hohen Schwellwertes können Direktwege limitiert bzw. gesperrt werden und damit findet eine Verkehrsführung bei schwachen Verkehren oder hohen Schwellwerten u.U. nur über den Letztweg statt. Es ist zu beachten, dass bei Einführung der hierarchischen Verkehrsführung eine Doppelanbindung der LER der unteren Ebenen an zwei Standorten der oberen Ebene sinnvoll nicht anzuwenden ist. Eine Anbindung an Standorte der oberen Ebene findet dann über die Schwellwerte statt.

---

<sup>3</sup> Die Anzahl der Server und deren Anbindung ist wiederum ein Optimierungsproblem, um ein Kostengleichgewicht zwischen den Kosten der Installation und dem Management eines Server-Standortes und dem Transport über das Kernnetz bis zum IP-PoP. Derzeit ergibt sich für den Transport eine stärkere Kostenreduzierung als für die Standortinstallation und Unterhalt.

**Schlussfolgerung:**

Es werden entsprechende Erweiterungen im Modell bezüglich der Aufteilung der Verkehrsanteile vorgenommen und zusätzliche Eingangsparameter für die Schwellwerte eingeführt, die damit den Umfang der Verkehrslenkung bestimmen.

**Kommentar 4-7 (Paritätische Verkehrsführung 2-Ebenen Kernnetz)**

Wir bitten um Stellungnahme zu der vorgeschlagenen paritätischen Verkehrsführung.

**Stellungnahmen:**

Die Netzbetreiber sehen diese Thematik bereits in den Stellungnahmen zum Kommentar 4-4 beantwortet. Die Anbindung der unteren IP-Standorte an zwei Obere im Zweiebenen-Kernnetz wird von den meisten Betreibern unterstützt. Es wird vorgeschlagen, diese durch eine Option im Modell ein- bzw. auszuschalten.

**Würdigung:**

Man beachte, dass wie schon in der Antwort zu Kommentar 4-6 beschrieben, eine hierarchische Verkehrsführung im klassischen Sinne bei Doppelanbindung an zwei Standorte nicht sinnvoll ist.

**Schlussfolgerung:**

Es sind keine Änderungen oder Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorzunehmen.

**Kommentar 4-8 (logische Netzstruktur im 3-Ebenen-Netz)**

Wir bitten um Stellungnahme zu der vorgeschlagenen logischen Netzstruktur im 3-Ebenen-Kernnetz.

**Stellungnahmen:**

Die logische Netzstruktur eines 3-Ebenen-Kernnetz wird grundsätzlich unterstützt und erscheint den Netzbetreibern sinnvoll. Die **DTAG** stellt jedoch die Frage, ob eine Ringstruktur im Kernnetz angesichts der zu erwartenden Verkehrsmengen und aus Sicht von Dienstparametern wie Signallaufzeiten adäquat ist.

**Würdigung:**

Das 3-Ebenen-Netz und die in Tabelle 4-3 dargestellten Optionen für die logische Netzstruktur werden durch die Betreiber als eine Möglichkeit unterstützt. Die DTAG schließt eine Ringtopologie in der oberen Ebene des dreistufigen Kernnetzes aus. Wir gehen ebenfalls aus praktischer Sicht von einer starken bis Vollvermaschung der oberen Ebene aus.

**Schlussfolgerung:**

Wir schlagen vor, keine Änderungen oder Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorzunehmen.

**Kommentar 4-9 (Verkehrsaufteilung auf vier Direktverbindungen – 3-Ebenen-Kernnetz)**

Wir bitten um Stellungnahme zu der vorgeschlagenen Verkehrsaufteilung auf vier Direktverbindungen und Anbindung eines unteren Standortes an einen oberen. Stellen Sie bitte dar, ob und in welcher Form Sie dies in Ihrem zukünftigem NGN/NGI planen.

**Stellungnahmen:**

Die **DTAG** realisiert die redundanten Verbindungen zweier Standorte mit je zwei anderen mit vier Verbindungsleitungen. **Telefonica** sowie **QSC** erachten dieses Vorgehen als sinnvoll. Die **IEN** sieht die Zusammenschaltung an allen Standorten kritisch, da somit möglicherweise eine hohe Zahl von nötigen Zusammenschaltungslokationen impliziert wird.

**Würdigung:**

Ein Drei-Ebenen-Kernnetz ist aus Sicht der Autoren nur sinnvoll, wenn ein hohes Verkehrsaufkommen von den Nutzern vorliegt, wodurch gegenüber einem Zwei-Ebenen-Kernnetz eine zusätzliche mittlere Ebene erforderlich wird. Eine Aufteilung auf bis zu vier verschiedenen Leitungsgruppen ist dann unter der Annahme sehr hoher Verkehre sinnvoll.

**Schlussfolgerung:**

Es ergeben sich keine Änderungen oder Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorzunehmen, da die von den Marktteilnehmern thematisierten Redundanzen über Inputparameter steuerbar sind.



## Kommentar 4-10 (parametergesteuerte Abbildung des Interconnection-Verkehrs)

Wir bitten um Stellungnahme zu dem Vorschlag der parametergesteuerten Abbildung des Interconnection-Verkehrs.

### **Stellungnahmen:**

Grundsätzlich wird die parametergestützte Abbildung von den Netzbetreibern unterstützt, jedoch sieht die **DTAG** nicht alle Szenarien als umsetzbar an. **Telefonica** stellt in Frage, ob die Anteile an der Verkehrsnachfrage "hinreichend gut" geschätzt werden können. **IEN** stellt zusätzlich die differenzierte Zusammenschaltung in Frage. In Anlehnung zum IP-Peering sei eine Zusammenschaltung auf der Ebene des Kernnetzes an nur wenigen Standorten zu bevorzugen.

### **Würdigung:**

Der Vorschlag wird von den Betreibern, die Stellung genommen haben, unterstützt. Ein Betreiber wendet ein, dass durch die Zusammenschaltung an allen Standorten einer Ebene, eine zu große Anzahl an Zusammenschaltungspunkten entstehe. Wir teilen diese Auffassung nicht, da der von uns vorgeschlagene Modellierungsansatz erlaubt, die Zusammenschaltung auf die höchste Ebene zu begrenzen.

Eine Abweichung davon entstünde im Falle eines flachen Kernnetzes. In diesem Fall erkennen wir die Kritik an und schlagen vor, die Anzahl der Zusammenschaltungspunkte für jede Netzebenen durch Parameter abzufragen. Das Modell wählt dann die Standorte mit der höchsten Verkehrsdichte aus bzw. es können im Falle einer exogenen Vorgabe der Kernnetzstandorte des flachen Kernnetzes und damit auch der exogenen Vorgabe aller Konzentratorennetzstandorte die Interconnectionstandorte (aus der Menge der Standorte der betreffenden Netzebene) vorgegeben werden.

### **Schlussfolgerung:**

Es werden entsprechende Erweiterungen im Modell vorgenommen.

## Kommentar 4-11 (Volatilität der Interconnection Verkehre)

Wir bitten um Stellungnahme, ob die im Peering oder Transit abgewickelten Interconnection-Verkehre tatsächlich einer starken Volatilität unterliegen, oder ob – zumindest mittel- bis langfristig – relativ stabile Verkehrsanteile das Netz verlassen bzw. hinzukommen.

### **Stellungnahmen:**

Die **DTAG** ist der Ansicht, dass die Volatilität grundsätzlich begrenzt sei. **Telefonica** schließt eine hohe Volatilität nicht aus, hält aber das vorgeschlagene Vorgehen für sinnvoll, da lediglich die effiziente Anzahl von Netzelementen bzw. die Netzkosten bestimmt werden sollen und daher auch nicht immer zwingend das reale Netzdesign wiedergespiegelt werden müssen. **QSC** erachtet die im Peering und Transit abgewickelten Verkehre auf mittlere Sicht stabil.

### **Würdigung:**

Die inputgesteuerte Festlegung des Zusammenschaltungsverkehrs wird von den Betreibern als sachgerecht eingeschätzt.

### **Schlussfolgerung:**

Wir stellen fest, dass keine nennenswerte Volatilität – insbesondere bei dem nationalen Netzbetreiber – erwartet wird und entsprechend stabile Verkehrswerte von dem/den Betreiber/n zur Verfügung gestellt werden können.

## Kommentar 4-12 (Mark-Up-Faktoren)

Wir bitten um Stellungnahme zu unserem Vorschlag, Mark-Up-Faktoren zur Ableitung der dimensionierungsrelevanten Bandbreite heranzuziehen und diese auf die mittlere Bandbreite des betrachteten Dienstes anzuwenden.

Ebenso bitten wir um Stellungnahme zur Anwendung eines M/M/1-Modells (wie in Anhang A3 dargestellt), um belastbare Mark-Up-Faktoren abzuleiten.

### **Stellungnahmen:**

**IEN** und **Telefonica** begrüßen grundsätzlich den Einsatz von Mark-Up-Faktoren, allerdings ist dem IEN nicht bewusst, wie diese ermittelt werden sollen. Die **DTAG** stimmt diesem Vorgehen nicht zu, da die Dimensionierung anhand des mittleren Bandbreitenbedarfs nicht adäquat und nicht „State of the Art“ sei. **QSC** fehle an dieser Stelle die ausreichende Erfahrung, um zu dieser Thematik Stellung zu beziehen. **1&1** ist der Ansicht, dass diejenigen Inputdaten, die nicht nach Verkehr von Peak-Zeit je Kunde di-

mensioniert werden, die Gefahr von Scheingenauigkeiten bürden und somit keinen Realitätsbezug haben.

**Würdigung:**

Die Verwendung von Mark-Up-Faktoren für eine QoS-Differenzierung wird von der Mehrheit der Betreiber begrüßt. Allerdings werden von der DTAG starke Bedenken gegen die Vorgehensweise geäußert. U.a. wird die Verwendung von konstanten Mark-Up-Faktoren als nicht sachgerecht eingeschätzt. Die Mark-Up-Faktoren seien entsprechend der Bandbreite der Verbindungen und der Verkehrsmischung individuell zu bestimmen. Weiterhin wird eingewandt, dass das M/M/1-Modell nicht sachgerecht sei, und unterstützend wurden Literaturhinweise angegeben, die eine Dimensionierung beschreiben, welche die genannten Kriterien der Bandbreite der Verbindungen sowie der Verkehrsmischung für die jeweiligen Kanten individuell berücksichtigt.

Beide Punkte werden von den Autoren nicht bestritten und auch in den Berechnungen in Anhang 3 des Referenzdokuments – wenn auch mit anderen Modellen als von der DTAG vorgeschlagen – betrachtet. Die Autoren haben allerdings eingeschätzt, dass die Mark-Up-Faktoren so vorzugeben sind, dass eine brauchbare Obergrenze für die Kosten des zu regulierenden Sprachdienstes ermittelt werden können. D.h., die vorgeschlagene Vereinfachung mit der Anwendung eines M/M/1-Modells führt nach ersten Abschätzungen der Autoren zu einer brauchbaren Approximation einer Obergrenze der Kosten für zu regulierende Sprachdienste.

Der Grund für das vorgeschlagene stark vereinfachte Verfahren liegt vor allem in der Tatsache, dass das Modell sowohl von seiner Flexibilität aber auch von seiner Methodik durch eine entsprechende Vielzahl von Eingabedaten und Auswahl an Alternativen für den Netzentwurf und die Dimensionierung schon ein weites Spektrum umfasst. Dies zeigt sich auch in den allgemeinen Kommentaren der Betreiber, die darin u.U. die Gefahr einer möglichen „Überfrachtung“ sehen. Die Einführung aufwändiger Verfahren erfordert mehr Inputparameter, z.B. die Standardabweichung in der Paketlänge und oder der Paketankunftsrate, was wieder eine Unschärfe mit sich bringt und die Schwankungsbreite der Ergebnisse erhöht. Diese Einschätzung ist vor allem unter dem Gesichtspunkt zu bewerten, dass die statistischen Werte für die Verkehrsströme im Best-Effort-Internet durch Einführung und Popularisierung von neuen Diensten wie P2P sich ständig verändern. Aus diesem Gründen schlagen die Autoren vor, die Berechnung der Mark-Up-Faktoren, wie auch bereits im Referenzdokument vorgeschlagen, mit den traditionellen M/M/1-Modell vorzunehmen.

Den Autoren ist weiterhin bekannt, dass Studien zum Internetverkehr dessen „Burstcharakter“ bestätigen und daher M/M/1-Modelle zur Netzplanung des Netzes eines Betreibers nur sehr eingeschränkt und zur Netzverwaltung und Kapazitätszuweisung im Betriebsfall nicht geeignet sind. Allerdings gehen die Autoren davon aus, dass für den Zweck der Kostenmodellierung ein real einsetzbares Netzplanungsverfahren, das die

Details des Netzbetreibers betrachtet, nicht erforderlich ist. Vielmehr halten wir es für ausreichend, wenn bei der Kostenermittlung eine brauchbare obere Schranke für die Kosten der zu regulierenden Dienste berechnet wird. Dabei spielt auch eine Rolle, dass das Modell nur Ergebnisse liefern kann, die im Rahmen der Genauigkeit der Eingabedaten liegen.

Weiterhin wurde von den Autoren berücksichtigt, dass in diensteintegrierten IP-Netzen die Verkehrscharakteristiken von Sprachverkehr durch ein M/M/1-Modell eine Obergrenze ergeben. Die Emulation von Festleitungen (Pseudowire) ergibt ebenfalls einen Verkehr, der stark deterministisch ist, und im Best-Effort-IP-Verkehr wird durch den wachsenden Anteil an P2P-Verkehren eine mögliche Glättung der Verkehrscharakteristiken für die Paketströme erreicht.<sup>4</sup> Damit ergibt die Abschätzung der Mark-Up-Faktoren für sprach- und leitungsvermittelte Dienste eine Obergrenze aus dem M/M/1-Modell und für Best-Effort-Verkehre eine Untergrenze. D.h., der Bandbreitenanteil aus Best-Effort-Verkehren wird ggf. leicht unterschätzt und für Sprachdienste leicht überschätzt, wodurch sich höhere Durchschnitts- und Marginalkosten für Sprachdienste ergeben.

Die Autoren sehen die Möglichkeit, das Modell zur Berechnung der Mark-Up-Faktoren dadurch zu verbessern, dass für jede Netzebene entsprechende Mark-Up-Faktoren berücksichtigt werden, und die Berechnung dieser ggf. zu verbessern, vor allem dann, wenn stabile Aussagen über die Statistik der Verkehrsströme für jede Verkehrsklasse genauer vorliegen (z. B. könnten dann M/G/1- oder sogar G/G/1-Modelle herangezogen werden). Dabei ist es auch möglich, eine individuelle Dimensionierung für jedes Netzelement vorzunehmen (diese Vorgehensweise würde den Einsatz von Mark-up-Faktoren ersetzen, statt dessen wären für jede Netzebene globale Auslastungsgrade anzusetzen (Inputparameter). Ferner ist pro Netzebene und Verkehrsklasse die jeweilige zulässige Laufzeitverzögerung festzulegen (Inputparameter).

### **Schlussfolgerung:**

Zwar halten die Autoren den im Referenzdokument vorgeschlagenen Ansatz aufgrund der oben erläuterten Zusammenhänge nach wie vor für vertretbar, erachten jedoch auch die – insbesondere von der DTAG – geforderte netzelementindividuelle Bestimmung der Kapazitäten unter Berücksichtigung der jeweiligen Verkehrsströme (differenziert nach Verkehrsklassen) für umsetzbar. Die damit verbundenen hohen Datenanforderungen und die Möglichkeit, dass diese nicht zur Verfügung stehen, erfordert aber zusätzlich die Anwendung der bisher vorgeschlagenen Mark-Up-Faktoren, wobei eine Differenzierung nach Netzebenen erfolgen soll.

---

<sup>4</sup> Beispielhaft sei auch angeführt, dass sich der Schwerpunkt der Verkehrsströme von WEB-Diensten und File Transfer auf der Basis des TCP/IP zu Diensten verschoben hat, die auf dem UDP/IPO Protokoll basieren und deren Verkehrscharakteristiken von den traditionellen TCP/IP Diensten verschieden sind.

## Kommentar 5-1 (SDH-Verfügbarkeit)

Wir bitten um Stellungnahmen, ob die Verfügbarkeitswerte des SDH eine zu berücksichtigende Nebenbedingung bei der Kostenmodellierung des Breitbandnetzes bilden sollten. Welche Mindestverfügbarkeitswerte sollten im Modell berücksichtigt werden?

### **Stellungnahmen:**

**DTAG, Telefonica, Vodafone** sowie **IEN** sehen die Verfügbarkeitswerte des SDH als eine zu berücksichtigende Nebenbedingung. (DTAG: 99,999% / Telefonica: 99,998 % / IEN: 99.5%) Vodafone stimmt den Verfügbarkeitswerten ebenfalls zu. **QSC** ist der Meinung, dass die Verfügbarkeitswerte nicht per se eine Nebenbedingung darstellen müssen.

### **Würdigung:**

Das Erfordernis hoher Verfügbarkeitswerte wird von den Betreibern unterschiedlich eingeschätzt. Dies ergibt sich aus Sicht der Autoren durch die unterschiedliche Herangehensweise der Betreiber bei der Auswahl der Technologie, aber auch im Netzbetrieb: auf der einen Seite die traditionellen Netzbetreiber, die generell eine hohe Verfügbarkeit ihrer Netze und der darin abgewickelten Verkehre gestatten, und auf der anderen Seite Netzbetreiber, die flexibel auf die erhöhte Bandbreitennachfrage mit reduzierten Investitionen reagieren wollen.

Das Modell betrachtet Verfügbarkeit im physikalischen Netz durch die Vermaschung der Topologie, z.B. in Form von Ringen, welche die einem oberen Standort zugeordneten unteren Standorte und den oberen selbst beinhalten, bei Doppelabstützung und Ringtopologien die beiden oberen Standorte, durch Steuerung über Maximalwerte für die Auslastung der Kapazitäten, aber auch durch die eingesetzte Technologie. Die Autoren sehen auf der einen Seite die Notwendigkeit hoher Verfügbarkeitswerte vor allem für die zu regulierenden Dienste, aber auch auf der anderen Seite die Tendenz zu erhöhten Kapazitätsanforderungen durch neue Dienste.

In einem diensteintegrierten Breitbandnetz lassen sich reduzierte Kapazitäten im Störfall allerdings auch durch Verfahren des Verkehrsmanagements den Diensten mit höheren Verfügbarkeitsanforderungen zuweisen, allerdings auf Kosten der Dienste, die eine geringe Verfügbarkeit erfordern. Dies war jedoch auch schon in den traditionellen PSTN/ISDN-Netzen für spezielle Dienste wie Notruf und Zivilschutz der Fall. Dahingehend mag auch der Einwand von QSC interpretiert werden, dass hohe Verfügbarkeiten für bestimmte Dienste, nicht jedoch zwingend für den gesamten Verkehr gelten müssen.

Das Modell gestattet bei sachgerechter Vorgabe entsprechender Eingabeparameter (wie in den beiden Absätzen zuvor ausgeführt) im Netzentwurf, aber auch durch Ver-

wendung unterschiedlicher Technologien (wie beispielsweise dem Einsatz von OTN) eine Vielzahl von Szenarien zu berechnen und daraus die Kosten für eine erhöhte Verfügbarkeit abzuleiten.

### **Schlussfolgerung:**

Aus den Stellungnahmen lässt sich für die Parametrisierung ableiten, dass die Verfügbarkeitswerte des SDH von zentraler Bedeutung sind. Es ergibt sich kein Änderungs- oder Erweiterungsbedarf aus diesen Kommentaren.

### **Kommentar 5-2 (Zuverlässigkeit von IPoDWDM und GMPLS)**

Wir bitten um Stellungnahmen, ob diese Einschätzung über die noch bestehende Unsicherheit hinsichtlich der Zuverlässigkeit von IPoDWDM mit GMPLS geteilt wird.

### **Stellungnahmen:**

**Telefonica** gibt an, dass die Technologie von den Routerherstellern vorangetrieben werde. **DTAG** sowie **IEN** planen aus verschiedenen Gründen keinen Einsatz der Technologie. **Vodafone**, **1&1** sowie **QSC** sind von der Technologie überzeugt. Vodafone sieht die Zuverlässigkeit von IPoDWDM als vergleichbar zu SDH an und auch QSC weist auf praktische Erfahrungen hin, die ebenfalls auf die für Carrier zufriedenstellende Zuverlässigkeit hinweisen.

### **Würdigung:**

Die Verwendung von IPoDWDM wird von den Betreibern (erwartungsgemäß) unterschiedlich eingeschätzt. Aus keiner der Stellungnahmen geht eindeutig hervor, dass die antwortenden Unternehmen IPoDWDM tatsächlich einsetzen: Aus Vodafones Aussage kann man lediglich abstrakt schließen, dass die Zuverlässigkeitswerte erreichbar seien. QSC drückt sich ebenfalls sehr „passiv“ aus: Es bleibt unklar, um wessen „praktische Erfahrungen“ es sich hier handelt. Auch der Hinweis auf den Vertrieb gibt keine belastbare Indikation, da die relative Bedeutung unklar ist.

Bei Verwendung von IPoWDM werden in der physikalischen Schicht keine Systeme eingesetzt, die in Unterschichten zur Schicht 1 elektrische Signale verwenden, wie dies vor allem in SDH, NG-SDH aber auch in OTN der Fall ist. Bei Ringen sind nur optische ADM (OADM) bzw. rekonfigurierbare OADM (ROADM) eingesetzt und bei Punkt-zu-Punkt-Systemen nur optische Mux/DMux. Ggf. kann auf die OADM und optische O-Mux/DMux verzichtet werden und die entsprechenden IP-Ports direkt mit Glasfasern verbunden werden, falls sich dadurch eine Kostenersparnis ergibt (Glasfaserkosten gegen OADM- bzw. OMux/ODMux-Kosten). Wie schon im Referenzdokument dargestellt, werden damit alle Maßnahmen zu Monitoring, Netzverfügbarkeit und Ersatzschal-

tung im Störfall in die Einrichtungen der logischen Ebene verlagert, weswegen eine Aufteilung dieser Maßnahmen zwischen der logischen und der physikalischen Schicht nicht mehr vorgenommen werden kann. Ob sich damit tatsächlich Verfügbarkeitswerte wie in klassischen Netzen erreichen lassen, wird von den Autoren nicht als unbedingt sicher angesehen. Als wesentliche Maßnahme bleibt in diesem Fall, durch Verkehrsmanagement den priorisierten Verkehrsflüssen auf Kosten weniger priorisierter Verkehrsflüsse eine ausreichende Verfügbarkeit zuzuweisen. Damit ergäben sich für nicht-priorisierte Dienste vor allem für die große Anzahl von Diensten, die in die Best-Effort-Verkehrsklasse fallen, u.U. nicht vertretbare Verfügbarkeiten im Störfall, was, ohne in die Diskussion zur Netzneutralität einzutreten, nicht vertretbar sein könnte.

### ***Schlussfolgerung:***

Wir schlagen vor, wie schon im Referenzdokument angegeben, derzeit nicht IPoDWDM zu betrachten, d.h. die Parametrisierung von IPoDWDM in diesem Stadium nicht aufzubereiten. Wie bereits im Referenzdokument ausgeführt, ist eine Ergänzung zu einem späteren Zeitpunkt möglich.

### **Kommentar 5-3 (Substitution von Layer-2- durch Layer-1-Konzentrationsnetz)**

Wir bitten um Stellungnahmen, ob die hier vorgestellte Einschätzung, dass das Layer-2-Konzentrationsnetz durch ein reines Layer-1-Netz ersetzt werden könnte, in diesem Kostenmodell für das Breitbandnetz noch nicht zu berücksichtigen ist.

### ***Stellungnahmen:***

**DTAG, Telefonica, IEN** sowie **Vodafone** stimmen der Einschätzung zu, dass das Layer-2-Konzentrationsnetz derzeit nicht durch ein reines Layer-1-Netz ersetzt werden könnte. **QSC** ist der Ansicht, dass diese Frage aus dem Modell heraus beantwortet werden können müsse.

### ***Würdigung:***

Die Einschätzung, dass ein Layer-2-Konzentrationsnetz derzeit nicht durch ein reines Layer-1-Netz ersetzt werden kann, wird von der Mehrheit der Betreiber geteilt. Ein Betreiber schlägt vor, diese Frage durch entsprechende Szenarien aus dem Modell heraus zu beantworten.

Die Autoren schlagen vor, derzeit dieses Szenario noch nicht in das Modell aufzunehmen, um die Vielzahl des schon stark durch Optionen belasteten Modells nicht noch weiter auszudehnen. Bei der Implementierung sollte allerdings berücksichtigt werden,

dass dieser Punkt zu einem späteren Zeitpunkt durch entsprechende Erweiterungen ohne umfangreiche Änderung aufgenommen werden kann.

**Schlussfolgerung:**

Wir schlagen daher vor, zum derzeitigen Zeitpunkt keine Änderungen oder Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorzunehmen.

**Kommentar 5-4 (Anwendung von OTN und IPoDWDM)**

Wir erbitten eine Stellungnahme bezüglich der kurz- und mittelfristigen Anwendung von reinem OTN bzw. IPoDWDM.

**Stellungnahmen:**

Da die beiden Konzepte sich nicht ausschließen, geht die **DTAG** von einem hybriden Einsatz aus. **1&1** sowie **QSC** sehen kurz- und mittelfristig die Möglichkeit zur Anwendung von OTN bzw. IPoDWDM. **Vodafone** setzt bisher lediglich OTN ein.

**Würdigung:**

Der kurz- bzw. mittelfristige Einsatz von OTN und IPoDWDM ist in Zusammenhang mit den Antworten aus Kommentar 5-3 zu betrachten. Danach ergibt sich, dass die Betreiber OTN derzeit einsetzen bzw. mittelfristig einsetzen wollen, um den erhöhten Bandbreitenanforderungen Rechnung zu tragen. Das Modell gestattet den Einsatz von OTN. Bezüglich des Einsatzes von IPoDWDM, vgl. auch die Antwort auf Kommentar 5-3. D.h., es werden zum derzeitigen Zeitpunkt keine Änderungen oder Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorgenommen.

**Schlussfolgerung:**

Im Modell sind keine Änderungen erforderlich.



## Kommentar 5-5 (relevante Übertragungssysteme)

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sehen wir als relevante Lösungsansätze die folgenden Übertragungssysteme unter Berücksichtigung des optischen Frequenzmultiplex an, für die entsprechende Kostenmodule zu formulieren sind:

- SDH/SONET
- NG-SDH
- OTN

IP over DWDM schließen wir aus, da noch keine herstellerübergreifenden Standards in Form von RFC existieren. Gleiches gilt für den Verzicht auf eine rein physikalische Realisierung des Konzentrationsnetzes, wie sie in Abschnitt 5.1.7 dargestellt ist.

Wir bitten um Stellungnahme zu der hier vorgeschlagenen Abgrenzung der in den Kostenmodulen zu berücksichtigenden Übertragungssysteme. – Es sei darauf hingewiesen, dass der modulare Ansatz zur Kostenermittlung eine zukünftige Erweiterung erlaubt.

### **Stellungnahmen:**

**DTAG, Telefonica, IEN** sowie **Vodafone** können die vorgenommene Abgrenzung nachvollziehen. Im Vodafone-Netz wird allerdings SDH/SONET nicht mehr eingesetzt. Ein Ausschluss von IPoDWDM wird als angemessen angesehen. **1&1** ist der Ansicht, dass das WIK effiziente Technologien verwenden soll, für die es bereits Preise im Markt gibt und **QSC** würde IPoDWDM nicht ausschließen, da es bereits vielfältig im Einsatz ist, ohne das es eines Standards bedürfe.

### **Würdigung:**

Diese Frage ist ebenfalls in Beziehung zu Kommentar 5-3 und 5-4 zu sehen. Aus den Antworten der Betreiber leiten die Autoren ab, dass die vorgeschlagene Technologiebreite von traditionellem SDH/SONET bis hin zu OTN ausreichend ist. Wie schon in Kommentar 5-2 vorgeschlagen, sollte das Modell ausreichend flexibel sein, um zu einem späteren Zeitpunkt IPoDWM ohne erheblichen Änderungsbedarf aufzunehmen.

### **Schlussfolgerung:**

Wir verweisen auf die Schlussfolgerung zu Kommentar 5-2 und die bestehende Möglichkeit einer Parametrisierung von IPoDWDM in der Zukunft auf Basis des vorgeschlagenen Modellierungsansatzes.

## Kommentar 5-6 (Begrenzung der Standorte am Glasfaserring)

Wir bitten um Stellungnahmen, ob die Anzahl der Standorte in einem Glasfaserring begrenzt werden sollte. Wenn ja, was ist die maximale Anzahl?

### **Stellungnahmen:**

Die **DTAG** ist der Ansicht, dass die Anzahl der maximalen Standorte durch das verwendete System begrenzt wird und daher das Modell an dieser Stelle flexibel sein sollte. In Abhängigkeit der eingesetzten Technologie hält **Vodafone** eine Begrenzung für sinnvoll. Ebenso zieht **Telefonica** eine Begrenzung der Standorte vor. **QSC** sowie **1&1** ist für eine modellendogene Berechnung der Standortanzahl. Aufgrund von Laufzeit-Problemen wird laut **IEN** von verschiedenen Herstellern empfohlen, Ringdurchmesser von 2.000 km nicht zu überschreiten. Dies würde eine Limitierung auf etwa 20 Knoten pro Ring bedeuten, was in den Netzwerken der IEN-Unternehmen auch zu Anwendung kommt.

### **Würdigung:**

Die Betreiber sehen die Notwendigkeit bei den Ring-Topologien, eine Begrenzung der Anzahl der Standorte im Ring vorzunehmen. Die Autoren schätzen ein, dass diese Begrenzung bei einer sachgerechten Anzahl von Standorten der unteren Ebene, die an eine obere Ebene angeschlossen werden, nur in wenigen Fällen wirksam wird und auch in den Ringtopologien zum Referenzmodell für das PSTN/ISDN nicht eingeführt wurde.

Wir streben eine Erweiterung des Modells an, mit der in Zukunft die Begrenzung der Standorte in einem Ring unterstützt werden sollte, wodurch sich Multiring-Topologien an einem oberen Standort ergeben.

### **Schlussfolgerung:**

Wir schlagen vor, derzeit keine Änderungen oder Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorzunehmen, sondern lediglich die zukünftige Implementierung von Multi-Ring-Topologien für die Anbindung von Standorten der unteren Ebene an den Standort der oberen im Modell zu ermöglichen.

## Kommentar 5-7 (Verwendung von Ringtopologien im Konzentrationsnetz)

Wir bitten um Stellungnahme zu unserem Vorschlag, im Konzentrationsnetz Ringtopologien vorzusehen, sowie auf der unteren Ebene bei sehr geringen Bandbreitenanforderungen die Führung über nur einen Glasfaserring optional zuzulassen.

### **Stellungnahmen:**

**QSC, Vodafone** sowie **Telefonica** begrüßen den Vorschlag des WIK, Ringtopologien einzusetzen. Die **IEN**-Mitgliedsunternehmen haben sogar selbst die Gebäude redundant angebunden. Insbesondere die Metro-Ringe seien als Ringe vollkommen redundant. Eine nicht redundante Lieferung bürge ein operatives Problem, da hier im Schadens- und Erweiterungsfall keine Ausweichkapazitäten zur Verfügung stehen. Das Modell sollte nach Ansicht der **DTAG** für eine unterschiedliche Anzahl von Standorten in der Ringstruktur offen sein, wobei explizit auch die Beschränkung auf 2 Standorte möglich sein sollte. Darüber hinaus bemängelt die **DTAG**, dass bei der Frage eine Vermischung von architektonischen Überlegungen hinsichtlich möglicher Schutzverfahren und topologischer Strukturen stattfindet. Diese Vermischung sei nicht sinnvoll. Das Modell sollte für die unterschiedlichen Vorgehensweisen generell offen sein.

### **Würdigung:**

Mit Ausnahme der **DTAG** befürworten die Betreiber den Einsatz von Ringtopologien im physikalischen Netz, vor allem im Konzentrationsnetz. Die **DTAG** sieht Ringtopologien als Sonderfall, allerdings interpretieren die Autoren die Antwort der **DTAG** vor allem mit Bezug auf das Kernnetz. Im PSTN/ISDN-Referenzmodell wurden ebenfalls Ringtopologien in den Zugangsnetzen (vergleichbar mit dem Konzentrationsnetz) eingesetzt.

Das Modell gestattet allerdings, im Kernnetz in der physikalischen Ebene ein flaches vermaschtes Netz abzubilden, in dem sich sog. Multiring-Topologien ergeben. Dazu werden an Standorten mit nur zwei endenden Übertragungsabschnitten ADM-Einrichtungen und in Standorten mit mehr als zwei endenden Übertragungsabschnitten CX-Einrichtungen einzusetzen sein.

### **Schlussfolgerung:**

Wir schlagen vor, keine Änderungen oder Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorzunehmen.

## Kommentar 5-8 (4-Wege-ROADM)

Ergänzend sei angemerkt, dass in der Literatur vorgeschlagen wird, hohe Bandbreiten-Anforderungen ggf. aus einigen Dienstklassen (wie z.B. IPTV) indirekt an den Metro-Switch (der am Standort des IP-PoP kolloziert ist) über einen OCh zu führen und den zwischengeschalteten Metro-Switch zwischen dem unteren und dem oberen Ring zu entlasten, vgl. [Jenkins-06], [cienna-08]. Dazu werden Vier-Wege-ROADM eingesetzt, um den OCh vom ROADM des unteren Ringes in den ROADM des oberen Ringes zu lenken.

Wir bitten um Stellungnahme, ob diese Option im Kostenmodell Breitbandnetz zu betrachten sein soll.

### **Stellungnahmen:**

**QSC** und **Vodafone** begrüßen den Vorschlag. Auch die **IEN** stimmt diesen Ausführungen zu. Allerdings stehen hier Latenzgründe im Vordergrund. Die Kunden der IEN-Mitgliedsunternehmen fordern immer häufiger latenzoptimierte Netzwerke. Dies sei mit ROADM-Netzwerken am effizientesten umsetzbar. **Telefonica** äußert sich aufgrund von mangelnden Untersuchungen nicht zu dieser Thematik. Das Kostenmodell sollte nach Ansicht von der **DTAG** die Möglichkeit zur Realisierung von unterschiedlichen Diensten über unterschiedliche Architekturen und Topologien unterstützen. Bezüglich des konkreten Beispiels „Vier-Wege-ROADM“ werden allerdings von Seiten der DTAG Zweifel angemeldet, da befürchtet wird, dass somit nicht die bestehende Netzstruktur den Kostenberechnungen zu Grunde gelegt werde.

### **Würdigung:**

Die Betreiber kommentieren positiv, die Entlastung der Metro-Switch-Einrichtungen durch direkte Führung hoher Bandbreiten auf eigenen OCh zu führen und dazu Vier-Wege-ROADM-Einrichtungen einzusetzen. Mit dem Einsatz dieser Einrichtungen des physikalischen Netzes werden die genannten bandbreitenintensiven Verkehre auf dem Layer 1 geführt und auf diesem Weg eine zusätzliche logische Verbindung auf Layer 1 realisiert, so dass die Layer 3 Einrichtungen nicht mit den weiterzuleitenden Verkehren belastet werden. Die Kritik der DTAG am Einsatz von Vier-Wege-ROADM erschließt sich nicht in seiner Motivation. Es scheint das Bestreben dahinter zu stehen, dass „im Detail die tatsächliche Netzstruktur zu betrachten“ sei. Ein Betreiber führt explizit Latenzgründe als Motivation für den Einsatz von ROADM.

Der Wunsch der Marktteilnehmer, diese Option der Verkehrsführung zu berücksichtigen, kann von den Autoren nachvollzogen werden und stellt eine sinnvolle Erweiterung dar. Dies wird insbesondere dann als sinnvoll erachtet, wenn die bandbreitenintensiven Anwendungen, wie insbesondere VoD an Bedeutung gewinnen.

### **Schlussfolgerung:**

Wir schlagen vor, entsprechende Erweiterungen zu diesem Punkt im Modell vorzunehmen.

## Kommentar 5-9 (multiple Verbindungen in einem Kabelschacht und Multi-ringtopologien)

Wir bitten um Stellungnahmen,

- (1) eine Multi-Ring-Topologie einzuführen,
- (2) eine Führung von verschiedenen geographisch benachbarten Kabelabschnitten in gemeinsamen Gräben zu realisieren.

### **Stellungnahmen:**

(1) **Vodafone** und **Telefonica** halten die Einführung einer Multi-Ring-Topologie für sachgerecht. **QSC** sieht keinen Grund für den Einsatz, es sei denn die nötigen passiven Netzbestandteile seien ohnehin vorhanden. Die **DTAG** stellt den Einsatz von Ringstrukturen im Kernnetz in Frage, da die Tendenz zu höherer physikalischer Vermaschung der Router gehe.

(2) Die **DTAG** macht hierzu keine generelle Aussage. Im Einzelfall müsste zwischen Kosteneinsparung und Verfügbarkeit abgewogen werden. Die **IEN**-Unternehmen verlegen bzw. teilen Kabelkanäle bereits heute zur Minimierung von Infrastrukturkosten. Im **Vodafone**-Netz erfolgt in den Hauptstandorten (ab Größenordnung von 500.000 angeschlossenen Kunden) eine 3-beinige Anbindung. Alle weiteren Standorte seien mit einer 2-Wege-Anbindung ausgestattet.

### **Würdigung:**

Der Einsatz von Multi-Ring-Topologien wird von der Mehrheit der Betreiber als sachgerecht angesehen. Die DTAG wendet ein, dass Multi-Ring-Topologien im Kernnetz nicht wirtschaftlich einsetzbar seien. Die Autoren vermuten, dass sich dieser Unterschied aus einem abweichenden Verständnis von Multi-Ring-Topologien ergibt. Es sei daher an dieser Stelle nochmals unterstrichen, dass in den Standorten mit mehr als zwei endenden physikalischen Übertragungssystemen Crossconnector- Einrichtungen zu installieren sind, während sich für Standorte mit nur zwei endenden Übertragungseinrichtungen OADM bzw. ROADM einsetzen lassen. Daraus ergibt sich aus Sicht der Autoren eine Kostenersparnis. Für den Sonderfall einer hohen Vermaschung, in der die Anzahl der Standorte mit nur zwei endenden Übertragungssystemen gering oder gar Null ist, ist der Einwand der DTAG gerechtfertigt.

Diese hohe Vermaschung wird im Modell dadurch erreicht, dass für die Einrichtung eines Übertragungssystems benachbarter Standorte ein genügend kleiner Schwellwert für die auf der logischen Kante aggregierte Bandbreitenachfrage vorgegeben wird.

Letztlich können mit dem vorgeschlagenen Ansatz stark und weniger stark vermaschte

Strukturen über Eingabeparameter gesteuert werden.

Hinsichtlich der gemeinsamen Führung von benachbarten Kabelabschnitten in einem Graben ist anzumerken, dass in einem Modell die von der DTAG vorgeschlagene Abwägung von Kosteneinsparung und Absicherung nicht abschnittsindividuell vorgenommen werden kann. Vergleichbar zum Verbindungsnetzmodell soll in Abhängigkeit eines Inputparameters die Entscheidung über die gemeinsame Führung in einem Graben entschieden werden. Dabei werden bestimmte Nebenbedingungen berücksichtigt.

**Schlussfolgerung:**

Wir sehen keinen Änderungs- oder Erweiterungsbedarf zu diesem Punkt im Modell.

**Kommentar 5-10 (Topologien Kernnetz)**

Wir bitten um Stellungnahme zu dem Vorschlag,

- (1) die Standorte der unteren Ebene, die logisch einem gemeinsamen Standort der höheren Ebene zugeordnet sind, über Ringtopologien anzuschließen sowie
- (2) für die obere Ebene die gleiche Topologie wie im 1-Ebenen-Kernnetz zur Anwendung kommen zu lassen.

**Stellungnahmen:**

Den Vorschlägen wird insgesamt grundsätzlich zugestimmt.

**Würdigung:**

Der Einsatz von Multi-Ring-Topologien wird von der Mehrheit der Betreiber als sachgerecht angesehen. Vergleiche dazu auch die Antwort auf Kommentar 5-7.

**Schlussfolgerung:**

Es besteht kein Änderungs- oder Erweiterungsbedarf.

**Kommentar 5-11 (Separierung von Topologien)**

Wir bitten um Stellungnahmen, in welchem Umfang und anhand welcher Kriterien eine Separierung der Topologien der mittleren und oberen Ebene im Kernnetz erfolgen soll.

**Stellungnahmen:**

Die Mehrheit der Betreiber sieht keine Notwendigkeit, separierte Topologien zwischen

der mittleren- und oberen Ebene eines drei- Ebenen Kernnetzes zu berücksichtigen.

**Würdigung:**

Eine Separierung der Kabelschächte für das physikalische Netz der oberen und mittleren Ebene rechtfertigt sich nur, wenn eine nicht akzeptierbare Wahrscheinlichkeit vorliegt, die zu einem Ausfall aller im Kabelschacht geführten Kabel führt und dies zu nicht zu vertretbaren Einschränkungen im Netzbetrieb führt. Wir gehen davon aus, dass die Wahrscheinlichkeit für einen zeitgleichen Totalausfall aller in einem Kabelschacht geführten Kabel gering ist und selbst in diesem Fall durch die vorgeschlagenen Redundanzmaßnahmen bei Kabelunterbrechung, Verkehrsmanagement und Verkehrslenkung zumindest abgemildert werden können. (siehe auch Kommentar 5-9)

**Schlussfolgerung:**

Es besteht kein Änderungs- oder Erweiterungsbedarf.

**Kommentar 6-1 (Dimensionierung der Kontrollschicht)**

Wir bitten um Stellungnahme zu unserem Vorschlag, neben der Anzahl der Verbindungsanfragen auch die Redundanzaspekte bei der Dimensionierung der Einrichtungen der Kontrollschicht zu berücksichtigen.

**Stellungnahmen:**

Alle stellungnehmenden Betreiber befürworten die Berücksichtigung von Redundanzaspekten in der Kontrollschicht.

**Würdigung:**

Wir schlagen vor, die Anzahl der Standorte, an denen solche Einrichtungen installiert werden sollen (mindestens zwei), als Parameter vorzugeben und bei der Dimensionierung einen 100%igen Schutz vorzusehen. Mit dieser Vorgehensweise können zentrale Konzepte wie Softswitch oder IMS modelliert werden, mit üblicherweise zwei Standorten, wobei jede der Einrichtungen an jedem Standort alle Anforderungen bei Ausfall des anderen bearbeiten kann. Es können aber auch NGN-Konzepte mit verteilten SIP-Servern und Bandwidth-Brockern an N-Standorten und einer Überdimensionierung abgebildet werden. Letztlich stellt die Zahl der Standorte sowie die Art und Zahl der zu berücksichtigenden Einrichtungen separate Eingabeparameter dar. Diese Vorgehensweise gestattet es, bei Ausfall einer Einheit die Anforderungen durch die anderen N-1-Einheiten uneingeschränkt abzuwickeln.

**Schlussfolgerung:**

Wir schlagen vor, die dargestellte Parameter gesteuerte Redundanz zu implementieren.

## Kommentar 7-1 (Auswahl Netzelemente Layer 2)

Wir bitten um Stellungnahme zu unserem Vorschlag, die Kosten der Layer-2-Einrichtungen auf die zuvor genannten Elemente zu reduzieren (Beschaffung und Installation).

### **Stellungnahmen:**

**DTAG** unterstützt den Vorschlag, die Kosten anhand der genannten Elemente zu modellieren, unter der Voraussetzung, dass die Elemente vom gleichen Hersteller verwendet werden. Im Sinne einer transparenten Investitionskalkulation sollten wichtige Einflussgrößen wie Leistungen für die Montage, Planung sowie Zuschläge für die Logistik in den Formeln separat dargestellt werden. Dabei sollte die Planungsleistung über einen Zuschlagsfaktor auf Material und Montage abgebildet sein. Weiterhin merkt die DTAG an, dass sie im Konzentrationsnetz keine reinen Ethernet-Komponenten einsetzt. **Telefonica** ist der Meinung, dass der vorgestellte Ansatz nicht für die Modellierung der OPEX geeignet sei. Auch die **IEN** hält die Vorgehensweise für nicht nachvollziehbar, da die Betriebskosten nicht linear zur Anzahl bzw. zu den Beschaffungskosten der Systeme.

**Vodafone** hält die Reduktion auf die Elemente prinzipiell für sachgerecht, allerdings wird angemerkt, dass eine historisch gewachsene Mischung von Line-Card-Typen berücksichtigt werden muss. Das Modell sollte nach Ansicht von Vodafone eine historisch gewachsene Mischung verschiedener Line-Card-Typen, Geräteeinschübe sowie Racks je Richtung erlauben. Ansonsten käme es zu einer relevanten Unterschätzung der Kosten eines effizienten Betreibers.

**QSC** unterstützt den Vorschlag der Reduktion im derzeitigen Modellstadium.

### **Würdigung:**

Die Kommentare von Telefonica und zum Teil IEN sind inhaltlich der Frage 8-1 zuzuordnen, da sie die Modellierung der OPEX adressieren. Wir greifen diese Argumente daher im Kontext von 8-1 wieder auf.

Die DTAG stellt u.a. auf die Kompatibilität von Einrichtungen ab, welche bei der Parametrisierung des Kostenmoduls zu berücksichtigen sei. Die Kritik richtet sich daher nicht gegen den Modellierungsansatz. Die Anforderung, dass Kosten der Planung und Montage in separaten Formeln und als Zuschlagfaktoren zum Material zum Ausdruck zu bringen seien, erklärt sich aus der bestehenden Struktur der DTAG-Kostenrechnung. Der Wunsch nach einem separaten Ausweis (und damit Parametrisierung) dieser Größe kann von den Autoren durchaus nachvollzogen werden. Allerdings ist dem entgegen zuhalten, dass mit zunehmender Differenzierung der Überprüfungsanforderung steigt. Im



Rahmen eines Kostenmodells sehen wir daher den vorgeschlagenen Ansatz einer starken Aggregation von Kostenpositionen als sinnvoll an. Dies geht selbstredend damit einher, dass die Kostenangaben für Einrichtungen immer nur auf Netzbetreiber bezogen aussagekräftig sind.

Die Kritik einer Unterschätzung der Kosten infolge der Auswahl eines optimalen Kartentyps von Vodafone kann nicht zugestimmt werden. Letztlich liegt einem LRIC-Modell die Annahme zugrunde, dass die Kosten denen eines Als-ob-Wettbewerbs entsprechen. Dies ist damit verbunden, dass angenommen wird, dass zum betrachteten Zeitpunkt ein neuer Wettbewerber in den Markt eintritt und das gesamte Spektrum an Diensten anbietet (auch in dem relevanten Umfang) wie das zu regulierende Unternehmen. Dabei wird dieser „hypothetische“ Markteintreter die kosteneffiziente „optimale“ Karte auswählen. – Darüber hinaus ist anzumerken, dass für eine Mischung der anzusetzenden Karten das Kriterium für die Auswahl fehlt. Die Forderung nach historisch gewachsenen Strukturen ist dabei wenig operabel.

**Schlussfolgerung:**

Es wird überprüft, ob eine separate Modellierung der Kosten für Planung und Montage erfolgen soll.

**Kommentar 7-2 (Auswahl Netzelemente Layer 3)**

Wir bitten um Stellungnahme zu unserem Vorschlag, die Kosten der Layer-3-Einrichtungen analog zu der Modellierung der Layer-2-Einrichtungen vorzunehmen (Schnittstellenkarten, Geräteeinheiten, Rahmen, jeweils inkl. Planung, Beschaffung und Installation).

**Stellungnahmen:**

Alle stellungnehmenden Betreiber verweisen bei der Kommentierung auf die jeweiligen Anmerkungen zum Kommentar 7-1.

**Würdigung:**

Siehe 7-1

**Schlussfolgerung:**

Siehe 7-1

### Kommentar 7-3 (Kosten von Transit-Routern)

Wir bitten um Stellungnahme zu unserem Umsetzungsvorschlag, zur Modellierung der Kosten von Transit-Router-Einrichtungen (Schnittstellenkarten, Geräteeinheiten, Rahmen, jeweils inkl. Planung, Beschaffung und Installation).

#### **Stellungnahmen:**

Alle stellungnehmenden Betreiber verweisen ebenfalls bei der Kommentierung auf die jeweiligen Anmerkungen zum Kommentar 7-1.

#### **Würdigung:**

Siehe 7-1

#### **Schlussfolgerung:**

Siehe 7-1

### Kommentar 7-4 (Kosten physikalische Schicht - Konzentrationsnetz)

Wir bitten um Stellungnahme zu unserem Vorschlag, die Kosten der physikalischen Schicht im Konzentrationsnetz zu modellieren.

#### **Stellungnahmen:**

**QSC** sowie **Vodafone** unterstützen den Vorschlag. **Telefonica** verweist auf die Anmerkungen zum Kommentar 7-1. Die **DTAG** stimmt dem Ansatz nicht zu und ist der Meinung, dass die Vielfältigkeit der Geräte hinsichtlich Funktionalität und Investitionen nicht durch ein virtuelles Einheitsgerät modelliert werden kann. Eine weitere Differenzierung sei an dieser Stelle unbedingt erforderlich. Zudem fehle die Modellierung des Layer-1-Verkehrs. Auch an dieser Stelle seien Planungs- und Montageansätze zu berücksichtigen und in den Kalkulationsformeln als separate Faktoren auszuweisen. Die **IEN** kann das Vorgehen grundsätzlich nachvollziehen, merkt jedoch an, dass eine reine Herleitung anhand der Port- und Equipmentkosten nicht die Nutzung der einzelnen Kanäle widerspiegelt. Dies führe dazu, dass Bündelungsgewinne nicht an den Markt weitergegeben werden.

#### **Würdigung:**

Dem Argument der DTAG kann nicht gefolgt werden, da der Modellierungsansatz gerade die Kostenunterschiede zwischen den verschiedenen Technologien über Eingabeparameter berücksichtigt. Der Hinweis, dass Layer-1-Verkehre zu berücksichtigen sind, ist

korrekt. Im Referenzdokument wurde darauf hingewiesen, dass diese Verkehre zukünftig über IP (Layer 3) realisiert werden bzw. auf Layer 1 zu berücksichtigen sind.

Auch dem Einwand von IEN kann nicht gefolgt werden, da im Dokument zunächst die reine Ableitung der Investitionswerte beschrieben wird. Die eigentliche Kostenermittlung ist letztlich davon abhängig, wie die zu berücksichtigende Bemessungsgrundlage definiert ist.

**Schlussfolgerung:**

Es besteht kein Änderungsbedarf. Ansonsten wird auf 7-1 verwiesen.

**Kommentar 7-5 (Invest für physikalische Schicht – Kernnetz)**

Wir bitten um Stellungnahme zu dem vorgeschlagenen Ansatz der Investitionswertbestimmung für die physikalische Schicht im Kernnetz.

**Stellungnahmen:**

**IEN** und **DTAG** verweisen jeweils auf ihre Anmerkungen im Kommentar 7-4 und DTAG ergänzt, dass als ADM Multi-Degree-ROADM anzusetzen seien. **Telefonica** verweist auf Anmerkung zu Kommentar 7-1. **Vodafone** und **QSC** stimmen dem Vorgehen grundsätzlich zu.

**Würdigung:**

Die Forderung der DTAG, ausschließlich Multi-Degree-ROADM einzusetzen, mag aus Flexibilitätsgründen nachvollziehbar sein. Da diese Frage erst im Stadium der Parametrisierung zu beantworten ist, ergibt sich hierzu kein weiterer Diskussionsbedarf.

**Schlussfolgerung:**

Es besteht kein Änderungsbedarf. Ansonsten wird auf 7-4 verwiesen.

**Kommentar 7-6 (Kosten Kontrollschicht)**

Wir bitten um Stellungnahme zu unserem Vorschlag, die Kosten der Kontrollschicht zu modellieren.

**Stellungnahmen:**

**QSC** unterstützt den Vorschlag. **Vodafone** und **Telefonica** verweisen auf Anmerkungen voriger Kommentare. **DTAG** stimmt dem Vorschlag nicht zu, da die Ansicht, dass

die Bedeutung einer Verbindung linear mit der Bandbreite wachse, nicht geteilt wird. Vielmehr seien hier die SLA insbesondere hinsichtlich der Verfügbarkeit für die verschiedenen Dienste zu beachten. Es solle weiterhin erläutert werden, wie die Anzahlen und Einheitskosten für MPoP-Standorte (S. 148), z.B. npiuMPoP und cumsoftMPoP, berechnet werden, da es sich hier um unterschiedliche Geräte handeln kann.

### ***Würdigung:***

Die von der DTAG vorgebrachte Kritik kann von den Autoren nachvollzogen werden. Dem ist jedoch entgegen zu halten, dass eine differenziertere Kostenzurechnung die Verfügbarkeit von entsprechend detaillierten Daten voraussetzt. Werden diese von den betroffenen Unternehmen bereitgestellt, können sie auch zur Kostenzurechnung verwendet werden. – Für die Investitionswertbestimmung ist der genannte Zusammenhang nicht von Bedeutung.

Es ist einsichtig, dass die genannten Parameter eindeutig definiert sein müssen. Es soll daher eine detaillierte Darstellung erfolgen.

### ***Schlussfolgerung:***

In der zu erarbeitenden neuen Fassung des Referenzdokuments ist eine detailliertere Beschreibung des Modellierungsansatzes und seiner Parameter vorzunehmen.

## **Kommentar 8-1 (OPEX)**

Wir bitten um Hinweise, welche Besonderheiten bei einer Zuschlagfaktor basierten Kostenbestimmung der OPEX in Breitbandnetzen zu berücksichtigen sind.

### ***Stellungnahmen:***

**1&1** hält die Verwendung von Zuschlagfaktoren für akzeptabel. **QSC** ist der Ansicht, dass die Differenzen in den relevanten Kosten für einen globalen Zuschlagfaktor zu schwierig abzubilden seien. Je mehr aktive Einheiten im Feld sind, desto höher seien die OPEX je Investitionssummen und umgekehrt. Insofern sollte nach Ansicht von QSC, der Parameter „Stück“ durchaus bei der Berechnung des Zuschlagsatzes Berücksichtigung finden. Vodafone macht zu diesem Kommentar keine Anmerkungen. Aus Sicht der **IEN** stellt sich die Frage, weshalb es eine Korrelation zwischen CAPEX und OPEX geben sollte. Die Berücksichtigung von OPEX als Zuschlagfaktor des CAPEX erscheint inadäquat. Vielmehr sei eine starke Abhängigkeit von der Ausprägung des Betriebsmodells gegeben (regionale/zentrale Organisation - zielmarktgetrieben). **Telefonica** weist neben den Anmerkungen zu den Punkten 7-1 bis 7-6 darauf hin, dass sie für Backbonenetze aufgrund der langen Erfahrung und Konstanz der realen Strukturen eine Zuschlagsberücksichtigung des OPEX für sinnvoller halten als im Konzentratoren- oder gar

Accessnetz: je komplexer und verzweigter ein Netz, desto weniger seien die OPEX-Kosten über einen einheitlichen Zuschlagssatz abzuschätzen. Die **DTAG** wünscht sich an dieser Stelle eine klare Definition „indirekter“ Kosten. Die Zuschlagsfaktoren für OPEX sollten laut DTAG technologieabhängig definiert sein. Zur Berechnung der Betriebskosten seien Geräte-/Standortkosten und die Betriebsprozesse zu modellieren und monetär zu bewerten. Einer Approximation des OPEX als festem Anteil des CAPEX kann von Seiten der DTAG nicht zugestimmt werden, da man mit dieser Vorgehensweise den unterschiedlichen Kostenanteilen für Geräte mit vielfältigen Funktionen, die einen hohen Invest, aber geringe Betriebskosten haben und für kostengünstige Geräte, die aber hohe Betriebskosten verursachen, nicht gerecht werde. Eine Approximation des OPEX solle zumindest die Abhängigkeit von der Anzahl und Funktion der Netzelemente, der Standardprozesse und der Kundenzahlen widerspiegeln.

***Würdigung:***

Die Aussagen von QSC und der DTAG, auf stückabhängige Zuschlagfaktoren abzustellen, sind zweckmäßig.

Eine technologieabhängige Bestimmung von Zuschlagsfaktoren für OPEX wird nur von der DTAG gefordert. Allerdings lässt der Kommentar eher darauf schließen, dass hier der Unterschied zwischen hochwertigen Einrichtungen und Einrichtungen mangelhafter Qualität abgestellt wird und weniger auf die Technologievielfalt, wie sie im Breitbandnetzmodell abbildbar sein soll.

Beachtenswert ist letztlich auch die Aussage von Telefonica, wonach der Modellierungsansatz zwar für das Kernnetz geeignet sei, für das Konzentrationsnetz jedoch nur noch begrenzt. Verantwortlich dafür sei die Heterogenität der Netze. Dieser Hinweis gibt letztlich Aufschluss für die potenziellen Schwierigkeiten bei der Datenevaluation im Zuge einer Modellparametrisierung.

***Schlussfolgerung:***

An dieser Stelle sind keine Schlussfolgerungen zu ziehen. Vielmehr dienen die Hinweise zu einer gesamtheitlichen Bewertung des Modellierungsansatzes durch die BNetzA.

## 4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Als zentrale Ergebnisse der Konsultation können die folgenden Forderungen der Marktteilnehmer festgehalten werden:

- Schaffung von größerer Transparenz über die Modellparameter (insb. Nachfragemodell und Verkehrsklassenbildung) und Durchführung einer entsprechenden Konsultation
- Abbildung konkreter Strukturmerkmale sowie Geschäftsmodelle
- Ergänzung der Beschreibung des methodischen Ansatzes der Kostenbestimmung für
  - die Kapitalkosten
  - indirekte Investitionen und Opex

Aus unserer Sicht sind dabei die folgenden Aspekte bei der Modellimplementierung sinnvoll

- Erweiterung auf acht Verkehrsklassen
- Netzelement-individuelle Differenzierung der Netzdimensionierung (Erweiterung des Ansatzes der Mark-Up-Faktoren-Modellierung)
- Erweiterung der Redundanzoptionen
- keine Beschränkung der Zahl und Lage der Zusammenschaltungspunkte auf die Gesamtheit der Knoten von Netzebenen
- Berücksichtigung der Führung von Diensten mit hohen Bandbreitenanforderungen in eigenen Optischen Kanälen (OCh)
- die Berücksichtigung von Redundanzen in der Kontrollschicht

In der Würdigung der Stellungnahmen wurde gezeigt, dass sich ein Großteil der Kritik aus einer verengten Anwendungsinterpretation des Modells erklärt und tatsächlich diese Kritik weitestgehend entkräftet werden konnte. Die Kehrseite dieser Medaille ist jedoch der kritisierte Umfang der Inputparameter und die Schwierigkeiten, die Bedeutung der einzelnen Parameter adäquat einschätzen zu können.

Um diese Sorgen der Marktteilnehmer aufzugreifen und den Gegenstand sowie die Wirkungsweise der verschiedenen Parameter genauer darzustellen, schlagen wir im

Fall einer Modellanwendung vor, bei der Erstellung eines Fragebogens zur Inputparametererhebung eine umfassende Parametererläuterung (inkl. Darstellung des Modellbezugs) vorzusehen und diese im Rahmen einer Informationsveranstaltung für die Adressaten des Fragebogens sowie die an der Kommentierung Beteiligten zu erläutern.

Wir empfehlen darüber hinaus auf Seiten der BNetzA zu prüfen, ob Aspekte, die in Zusammenhang mit der ökonomischen Abschreibung stehen, ebenfalls genauer zu erläutern.