



Stellungnahme zum analytischen Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010

WIK-Referenzdokument

Deutsche Telekom AG

16. Juli 2010



Management Summary

Im Folgenden sind die wichtigsten Punkte unserer Stellungnahme zusammengefasst:

- **Primat bei Ex-ante Entgeltentscheidungen der BNetzA müssen die Kostenunterlagen der Deutschen Telekom sein.** Da das WIK-Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010 die realen Bedingungen wie z.B. bestehende Netzstrukturen sowie langfristige Planungsperspektiven beim Netzaufbau nicht adäquat berücksichtigt, spiegeln die damit ermittelten Kostenergebnisse und -strukturen die Realität nicht wider und eignen sich nicht zur Überprüfung oder gar Berechnung ex ante-genehmigungspflichtiger Entgelte. Das WIK-Kostenmodell leidet an zusätzlichen methodischen Mängeln und in weiten Teilen an einer mangelhaften Beschreibung. Zwingend sind den Entgeltgenehmigungen daher die Kostennachweise der Deutschen Telekom zugrunde zu legen. Im Übrigen können gemäß § 35 Abs. 1 TKG analytische Kostenmodelle zur Entgeltbestimmung nur dann herangezogen werden, wenn die vorgelegten Kostenunterlagen für die Prüfung nicht ausreichen sollten. Dafür gibt es jedoch keine Hinweise.
- **Mangelnder Realitätsbezug des Kostenmodells und dessen Ergebnisse.** Aufgrund stark vereinfachender Annahmen und Optimierungen werden mit dem vorliegenden WIK-Kostenmodell lediglich ein virtuelles Konzentratornetz sowie ein virtuelles IP-Kernnetz konstruiert. Realitätsfremd wird unterstellt, dass der regulierte Netzbetreiber jederzeit sein bestehendes Netz durch ein Netz auf neuestem technischen Stand ersetzen kann, was zum einen nicht realisierbar und zum anderen nicht wirtschaftlich ist. Auch kann die hundertprozentige Effizienz, die mit dem Kostenmodell theoretisch abgebildet werden soll, ebenfalls in der Realität auf einem durch schnelles Wachstum und rasanten Wandel geprägten Breitband(Dienste-)markt nicht erreicht werden, da dies perfekte Kenntnis über den Markt, die Nachfrageentwicklung bestehender sowie zukünftig noch entstehender Dienste, Kenntnisse über die effizienteste Technologien und Netzwerkdesigns sowie die Arbeitsprozesse erfordert und diese Informationen auch für die Zukunft antizipiert werden müssten.
- **Mangelnde Berücksichtigung bestehender Netzstrukturen durch das Kostenmodell.** Im WIK-Kostenmodell ist vorgesehen, dass lediglich die bestehenden MPoP-Standorte als unterste Ebene des Konzentratornetzes berücksichtigt werden sollen. Weitere bestehende Netzstrukturen und Netzkomponenten des Konzentratornetzes und des IP-Kernnetzes gehen jedoch nicht in die WIK-Modellierung mit ein. Zudem wird ausschließlich ein Gigabit-Ethernet-Konzentratornetz unterstellt. Allerdings wird nach derzeitiger Planung die Masse der Anschlüsse mindestens mittelfristig über ein ATM-basiertes Konzentratornetz realisiert werden. Damit besteht die Gefahr, dass wesentliche Kostenbestandteile nicht berücksichtigt werden und das Kostenmodell zu verfälschten Ergebnissen führt.
- **Pfadabhängiger Effizienzbegriff muss dem Kostenmodell zugrunde liegen und dynamische Aspekte müssen berücksichtigt werden.** Der dem Kostenmodell zugrunde liegende Effizienzbegriff muss bestehende Netzstrukturen und Netzelemente mitberücksichtigen und damit eine Pfadabhängigkeit widerspiegeln. Zudem müssen aufgrund des schnellen Wachstums im Breitbandmarkt und der erst im Entstehen befindlichen NGNs sowie der hohen Dynamik der hiermit realisierten und zukünftig erst entstehenden Dienste und deren Nachfrage dynamische Aspekte im Effizienzbegriff mit berücksichtigt werden.



- **Der Scorched Node-Ansatz ist folglich unzureichend.** Weil wesentliche Netzelemente und Kostenbestandteile teils gar nicht oder teils nicht ausreichend berücksichtigt werden, ist der Scorched Node-Ansatz des Kostenmodells als unzureichend einzustufen. Er ist insbesondere nicht geeignet, eine von der Kostenberechnung des regulierten Unternehmens unabhängige Kostenrechnung anzustellen, die in kohärenten Bezug eben mit den vorliegenden Kosteninformationen gesetzt werden könnte.
- **Die Nachfragemodellierung und die darin eingehenden Größen sind nicht hinreichend transparent.** Zwar stellt die Nachfragemodellierung eine wesentliche Basis des Kostenmodells dar, da konstitutives Element des Kostenmodells eine nachfragegetriebene Netzmodellierung ist. Die Nachfragemodellierung und die darin eingehenden Größen sind jedoch zum Teil nicht ausreichend beschrieben und weisen inhaltliche Mängel auf. Insofern bestehen schon Zweifel an der Modellierung von ganz grundsätzlicher Natur.
- **Das Kostenmodell kann nur kurzfristige Perspektive adäquat abbilden und spiegelt damit die Realität einer langfristigen Netzplanung nicht wider.** Da den durch ein analytisches Kostenmodell ermittelten Kostenergebnissen, die dann als Basis für die zu genehmigenden Entgelte herangezogen werden, lediglich eine kurzfristige Perspektive zugrunde liegt (Genehmigungszeiträume für die Entgelte von max. 2- 2 ½ Jahren), kann das Kostenmodell nur für die kurze Frist adäquate Ergebnisse liefern.

Dagegen ist die Netzplanung eines Netzbetreibers langfristig ausgerichtet, weshalb die Gefahr besteht, dass die tatsächlichen Kosten weit unterschätzt werden.
- **Das Kostenmodell muss Nachfrageschwankungen adäquat erfassen. Die Nachfragemodellierung muss Flexibilität hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen bieten.**

Da das Kostenmodell maßgeblich auf einer nachfragegetriebenen Netzdimensionierung basiert, müssen Nachfrageschwankungen sowohl nach oben als auch nach unten adäquat erfasst und transparent beschrieben werden. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass NGNs sich erst im Aufbau befinden und die damit realisierten Dienste ein hohes Wachstum, aber vor allem eine hohe Dynamik aufweisen. Zudem ist unklar, welche neuen Dienste sich zukünftig noch entwickeln werden und welche Auswirkungen diese mit ihrem jeweiligen Bandbreitenbedarf und ihren jeweiligen Eigenschaften auf die Netzdimensionierung haben werden. Dies erfordert maßgeblich eine Flexibilität des Kostenmodells hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen.
- **Netzbetreiberabhängige Nachfragemodellierung notwendig, um belastbare Ergebnisse zu ermitteln.** Aufgrund der Granularität der erforderlichen Daten sowie unterschiedlicher technologischer Realisierungen und Endkundenportfolios der verschiedenen Netz- und Diensteanbieter, stellt eine netzbetreiberunabhängige Nachfragemodellierung ein unrealistisches und nicht zielführendes Unterfangen dar. Nur durch eine netzbetreiberabhängige Nachfragemodellierung sind annähernd belastbare Ergebnisse möglich.
- **Verkehrsklassen und Dienstekategorien sind nicht transparent beschrieben und belegt. Attributwerte der Dienste müssen sich an in der Praxis gewonnen Erkenntnissen orientieren.** Hervorzuheben ist, dass insbesondere die im Dokument genannten Attributwerte für einzelne Dienste aufgrund Erfahrungen in der Praxis als zu niedrig angesehen werden mit der Gefahr der Kostenunterschätzung.



- **Vorgeschlagene Mark-Up-Faktoren sowie die Verteilung der Kosten auf die mittlere Bandbreite sind zur Erfassung verschiedener QoS-Anforderungen ungeeignet.** Aufgrund starker Schwankungen der in der Studie beschriebenen Mark-Up-Faktoren in einem gut ausgelasteten Netz können die Ressourcen in nicht vorhersehbarer Weise sowohl über- als auch unterdimensioniert werden. Diese führen somit zu ungenauen und verfälschten Ergebnissen, weshalb diese Vorgehensweise nicht geeignet und abzulehnen ist.
- **Das Referenzdokument ist zum Teil durch unvollständige, ungenaue oder wenig transparente Beschreibungen gekennzeichnet. Eine ganzheitliche Modellbeschreibung fehlt.** Im Bereich der „Netzgestaltung und Dimensionierung“ fehlt z.B. die Doppelung von Knoten und Kanten (sog. Resilience). Diese dient zur Sicherstellung der geforderten Produktverfügbarkeit und einer vertretbaren Störwirkbreite. Resilience ist jedoch ein erheblicher Kostentreiber gegenüber einer Netzstruktur ohne jegliche Dopplung für den Fehlerfall.
Des Weiteren wird Multicast in der detaillierten Betrachtung des physikalischen und logischen Netzes nicht mehr berücksichtigt. Dabei weist der Multicast-Verkehr spezielle Besonderheiten wie z.B. einen hohen Bandbreitenanteil in der Aggregation, hohe QoS-Anforderungen und die Lage des letzten Replikationspunktes auf. Da die Bedeutung von Multicast mit zunehmender Nutzung von IPTV steigen wird, sollte dies entsprechend Berücksichtigung finden.
Im Übrigen ist die Dimensionierung von Knoten und Kanten unklar, die Kontrollschichten werden nur unzureichend beschrieben und die Ausführungen zur Kostenermittlung sind zu ungenau und wenig transparent.
Insgesamt fehlt eine ganzheitliche Modellbeschreibung, anhand derer die Auswirkungen von Veränderungen bestimmter Parameter auf die Ergebnisse (also Kosten pro Dienst) nachvollziehbar werden.



0	VORBEMERKUNG	7
1	EINLEITUNG.....	7
2	GRUNDSÄTZLICHE ANMERKUNGEN ZUM REFERENZDOKUMENT	8
2.1	MANGELNDER REALITÄTSBEZUG DES MODELLS.....	8
2.2	MANGELNDE BERÜCKSICHTIGUNG BESTEHENDER NETZSTRUKTUREN.....	8
2.3	DAS WIK-MODELL ALS STATISCHES MODELL IN EINER DYNAMISCHEN UMWELT	9
2.3.1	<i>Effizienzmaßstab muss Pfadabhängigkeit und dynamische Effekte berücksichtigen.....</i>	<i>9</i>
2.3.2	<i>Das WIK-Kostenmodell kann nur kurzfristige Perspektive adäquat abbilden und spiegelt damit die Realität nicht wider.....</i>	<i>10</i>
2.3.3	<i>Zwischenfazit</i>	<i>10</i>
3	WESENTLICHER TEIL ZUM METHODISCHEN ANSATZ DES WIK-KOSTENMODELLS BREITBANDNETZ IST IM REFERENZDOKUMENT NICHT ENTHALTEN.....	11
4	NACHFRAGEMODELLIERUNG	11
4.1	DIE NACHFRAGEMODELLIERUNG UND DIE DARIN EINGEHENDEN GRÖßEN SIND NICHT HINREICHEND TRANSPARENT UND FLEXIBEL	11
4.2	NACHFRAGEMODELLIERUNG MUSS FLEXIBILITÄT HINSICHTLICH ZUKÜNFTIGER ENTWICKLUNGEN BIETEN.....	12
4.3	IST-DATEN VS. PROGNOSE-DATEN ALS GRUNDLAGE DER NETZMODELLIERUNG .	13
4.4	NETZBETREIBERABHÄNGIGE NACHFRAGEMODELLIERUNG NOTWENDIG	13
5	DIENTEKATEGORIEN UND QOS-DIFFERENZIERUNG	14
5.1	VERKEHRSKLASSEN UND DIENTEKATEGORIEN SIND NICHT TRANSPARENT BESCHRIEBEN UND ADÄQUAT BELEGT.....	14
5.2	MARK-UP-FAKTOREN SOWIE VERTEILUNG DER KOSTEN AUF MITTLERE BANDBREITE SIND ZUR ADÄQUATEN ERFASSUNG VERSCHIEDENER QUALITY OF SERVICE-ANFORDERUNGEN UNGEEIGNET	17
6	NETZGESTALTUNG UND DIMENSIONIERUNG.....	19
6.1	DAS VORGESCHLAGENE MODELL IST UNVOLLSTÄNDIG	19
6.2	DIE DIMENSIONIERUNG VON KANTEN UND KNOTEN IST UNKLAR	19
7	MULTICAST WIRD IN DER DETAILLIERTEN BETRACHTUNG DES PHYSIKALISCHEN UND LOGISCHEN NETZES NICHT MEHR BERÜCKSICHTIGT	19
8	UNZUREICHENDE BESCHREIBUNG DER KONTROLLSCHICHTEN	20
9	SYSTEMZUWEISUNG UND KOSTENERMITTLUNG.....	20
9.1	DIE AUSFÜHRUNGEN ZUR KOSTENERMITTLUNG SIND ZU UNGENAU UND WENIG TRANSPARENT	20
9.2	DIE KOSTENBASIS DES MODELLS IST UNKLAR.....	21
9.3	MODELL MUSS AUCH BEI DER KOSTENERMITTLUNG DEN ASPEKT DER PFADABHÄNGIGKEIT BERÜCKSICHTIGEN.....	22



10	ERMITTLUNG VON INDIREKTEN INVESTITIONEN UND OPEX SIND AUSFÜHRLICHER ZU BESCHREIBEN UND IM MODELL ZU BERÜCKSICHTIGEN.	22
11	SONSTIGE ANMERKUNGEN.....	23
11.1	VERWENDUNG DER „EINHEIT ERLANG“ IST NICHT ZWECKMÄßIG UND SOLLTE ERSETZT WERDEN	23
11.2	ABBILDUNG DES ROUTING FEHLT.....	23
11.3	GANZHEITLICHE MODELLBESCHREIBUNG FEHLT.....	23
12	FAZIT.....	24
13	ANMERKUNGEN ZU DEN KOMMENTAREN	25
13.1	KOMMENTARE DES DRITTEN KAPITELS	25
13.2	KOMMENTARE DES VIERTEN KAPITELS	25
13.3	KOMMENTARE DES FÜNFTEN KAPITELS	28
13.4	KOMMENTARE DES SECHSTEN KAPITELS	31
13.5	KOMMENTARE DES SIEBTEN KAPITELS	32
13.6	KOMMENTARE DES ACHTEN KAPITELS.....	33

0 Vorbemerkung

Wir danken für die uns eingeräumte Möglichkeit, das vom WIK vorgelegte „Analytische Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010“ kommentieren zu können und kommen dieser Einladung im Folgenden gerne nach.

Das Kostenmodell, auf welchem das Referenzmodell fußen soll, bildet nicht die reale Netzstruktur der Deutschen Telekom ab, sondern stellt ein hypothetisches Modell dar. Die vorliegenden Angaben und Kommentare zu dem Modell bedeuten weder eine Anerkennung des auf dem Referenzdokument basierenden Breitbandkostenmodells als geeignetes Tool zur Abbildung realer Netzstrukturen der Deutschen Telekom noch eine Anerkennung dieses Modells als geeignetes Tool für die Ermittlung von Entgeltmaßstäben im Rahmen von Ex-ante-Entgeltgenehmigungsverfahren der Bundesnetzagentur (BNetzA).

Darüber hinaus werden im Rahmen des Kostenmodells Netzbereiche in die Betrachtung einbezogen, die bislang nicht der Entgeltregulierung unterliegen und aufgrund der herrschenden Wettbewerbssituation auch nicht einer Entgeltregulierung unterliegen dürfen. Die vorliegenden Angaben und Kommentare, speziell auch zu den bislang nicht regulierten Netzbereichen, bedeutet auch hier keine Anerkennung einer möglichen Verpflichtung zur Entgeltregulierung bzw. einer möglichen Zugangsverpflichtung.

Gemäß § 35 Abs. 1 TKG können analytische Kostenmodelle nur dann zur Entgeltbestimmung herangezogen werden, wenn die vorgelegten Kostenunterlagen für die Prüfung nicht ausreichen. Entsprechend weisen wir darauf hin, dass die Kostenunterlagen der Deutschen Telekom die Basis einer möglichen Ex-ante-Entgeltbestimmung bilden müssen.

Die Deutsche Telekom behält sich darüber hinaus eine weitere Stellungnahme zum Modell für einen späteren Zeitpunkt vor, zu dem eine größere Transparenz über die tatsächliche Funktionsweise des Kostenmodells hergestellt sein sollte.

1 Einleitung

Am 19. Mai 2010 hat die BNetzA das Referenzdokument zum „Analytischen Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010“ des WIK veröffentlicht und allen interessierten Parteien die Möglichkeit eingeräumt, das vorgelegte Referenzdokument zu kommentieren. Zweck des Kostenmodells ist die Bestimmung von Anhaltspunkten für die Höhe der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung für das Breitbandnetz sowie die Ermittlung der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung für die über ein modernes Breitbandnetz erbrachten Dienste.¹

Da das Referenzdokument lediglich eine verbale Beschreibung der dem Modell zugrunde liegenden Logik enthält, eine rechentechnische Dokumentation hingegen praktisch fehlt, beschränkt sich die vorliegende Stellungnahme der Deutschen Tele-

¹ Siehe WIK Consult (2010), Analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010, Referenzdokument, Bad Honnef, 19. Mai 2010, S. 1.



kom notwendigerweise auf Anmerkungen zur verbalen Beschreibung des Kostenmodells, auf die Feststellung offensichtlicher Mängel in der Dokumentation, auf die Darstellung genereller Erwägungen zur Anwendung des Modells für den vorgesehenen Einsatzzweck sowie auf Antworten der in das Dokument integrierten Kommentare.

Quantitative und abschließende qualitative Aussagen über das Modell sind auf dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, weil bislang kein Prototyp einer Modellsoftware zur Verfügung steht. Aus Sicht der Deutschen Telekom ist es unerlässlich, die Modelllogik und Funktionsweise durch eine detailliertere Dokumentation und Bereitstellung der Modellsoftware offen zu legen.

2 Grundsätzliche Anmerkungen zum Referenzdokument

2.1 Mangelnder Realitätsbezug des Modells

Im Gegensatz zum Kostenrechnungssystem der Deutschen Telekom besitzt das WIK-Kostenmodell aufgrund seiner a priori eingeschränkten Fähigkeit zur Abbildung von komplexen, netzwerkbasieren Kostenstrukturen nur bedingt Aussagekraft. Es konstruiert unter stark vereinfachenden Annahmen ein virtuelles Konzentratornetz und ein virtuelles IP-Kernnetz, wobei nicht ausschließlich auf die Nutzung vorhandener Strukturen abgestellt wird, sondern verschiedene Netzkomponenten optimiert werden. Durch dieses Vorgehen wird unrealistischerweise davon ausgegangen, dass der regulierte Netzbetreiber jederzeit sein bestehendes Netz durch ein Netz auf neuestem technischen Stand ersetzen kann. Ein fortlaufend kompletter Neuaufbau des Netzes ist jedoch nicht wirtschaftlich, da die Effizienzvorteile eines neuen Netzes die Abschreibungen bestehender, fast neuwertiger Technik nicht aufwiegen. Vor dem Hintergrund des schnellen Technologiewandels und des schnellen technischen Fortschritts einerseits und des großen Zeitbedarfs eines großflächigen Ausbaus andererseits kann kein Unternehmen ein Netz ausschließlich basierend auf neuester, effizientester Technologie ad hoc einführen.

Außerdem soll bei der Modellierung ein hypothetisches Netz hundertprozentiger Effizienz ermittelt werden. Dies setzt allerdings voraus, dass alle Unternehmen perfekte Kenntnis über den Markt, die Nachfrageentwicklung der bestehenden Dienste sowie die Nachfrageentwicklung zukünftig noch entstehender Dienste besitzen, die besten verfügbaren Technologien und Netzwerkdesigns sowie die Arbeitsprozesse kennen und einsetzen sowie für die Zukunft antizipieren können. Speziell vor dem Hintergrund des schnellen Wachstums im Breitbandmarkt ist dies eine absolut unrealistische Annahme. Im Übrigen setzt dies einen unbegrenzten Finanzierungsspielraum voraus, was ebenfalls nicht realistisch ist.

Folglich sind auch die mit dem Kostenmodell generierten Ergebnisse mit dem Mangel behaftet, dass sie nicht die Realität widerspiegeln und diese nicht richtig erfassen. Sie eignen sich damit insbesondere nicht zur Überprüfung ex-ante genehmigungspflichtiger Entgelte.

2.2 Mangelnde Berücksichtigung bestehender Netzstrukturen

Laut Referenzdokument S. 8 und S. 48 liegt dem WIK-Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010 ein sogenannter „Scorched Node“-Ansatz zugrunde. Dieser sieht vor,



bestehende Netzstrukturen und Netzstandorte zu berücksichtigen. Damit soll gewachsenen, vom regulierten Unternehmen zum Zeitpunkt der Netzinvestition und des Netzaufbaus als effizient betrachteten Netzstrukturen Rechnung getragen werden. Allerdings werden laut Referenzdokument lediglich die bestehenden MPoP-Standorte im Kostenmodell berücksichtigt. Weitere bestehende Netzstrukturen und Netzkomponenten wie beispielsweise die Kanten zwischen den Konzentratoren und Switches, werden nicht berücksichtigt. Eine ausreichende Pfadabhängigkeit der Kostenmodellierung anhand der bestehenden Netzstruktur und damit die notwendige Abbildung gewachsener Netzstrukturen sind somit nicht gewährleistet.

Des Weiteren unterstellt das Kostenmodell Breitbandnetz 2010 ausschließlich ein Gigabit-Ethernet (GE-) basiertes Konzentratornetz und berücksichtigt nicht, dass heute die Masse der Anschlüsse der Deutschen Telekom ATM-basiert realisiert sind und dies auch mittelfristig sein werden. Im Gegensatz dazu ist derzeit nur ein kleiner Teil der Anschlüsse GE-basiert realisiert. Diese Vereinfachung des Modells ist daher äußerst kritisch, da die Masse der Kunden und damit wesentliche Kostenbestandteile nicht berücksichtigt werden und folglich das Kostenmodell zu verfälschten Ergebnissen führt.

2.3 Das WIK-Modell als statisches Modell in einer dynamischen Umwelt

2.3.1 Effizienzmaßstab muss Pfadabhängigkeit und dynamische Effekte berücksichtigen

Ziel des WIK-Referenzdokumentes ist die Beschreibung eines analytischen Kostenmodells, mit Hilfe dessen in Zukunft Anhaltspunkte der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung eines NGNs und daraus abgeleitet die Höhe der Entgelte von Vorleistungen und der darauf aufbauenden Endkundenleistungen ermittelt werden sollen. Zur Herleitung dieser Kosten ist es jedoch zwingend notwendig, den zugrunde liegenden Begriff der Effizienz zu definieren, da dieser die Basis für alle weiteren Kalkulationsschritte des Kostenmodells bildet.

Den Ausführungen der vorherigen Abschnitte 2.1 und 2.2 zur Folge kann lediglich ein pfadabhängiger Effizienzbegriff, der auch dem Kostenrechnungssystem der Deutschen Telekom zugrunde liegt, die Basis eines Kostenmodells bilden. Wenn jedoch – unzutreffenderweise – von einem anderen Effizienzmaßstab ausgegangen wird, der dem Kostenmodell zugrunde gelegt wird, so muss dieser zumindest Aspekte berücksichtigen, die die dynamischen Marktstrukturen des Breitbandmarktes widerspiegeln.

Die wesentliche Entscheidung einer Netzplanung in einem dynamischen Umfeld besteht darin, wie groß entsprechende Netzkomponenten zu dimensionieren sind. Bei diesem Planungsschritt müssen Kapitalkosten für Investitionen in zusätzliche, allerdings vom Umfang her begrenzte Reserven entsprechenden Mehrkosten von umfassenderen Erweiterungsinvestitionen gegenübergestellt werden. Dies beinhaltet damit die Entscheidung, ob lediglich Komponenten minimal und entsprechend stichtagsbezogen kostenoptimal dimensioniert werden oder ob diese vor dem Hintergrund einer frühzeitigen Erweiterungsinvestition großzügiger gebaut werden. Auch dieser Aspekt muss in den dem Kostenmodell zugrundeliegenden Effizienzbegriff einfließen.



In diesem Zusammenhang ist grundsätzlich zu bemängeln, dass mögliche Nachfrageschwankungen im Zeitablauf (insbesondere nach unten) vom WIK-Kostenmodell nicht adäquat erfasst und beschrieben werden. Insbesondere ein Kostenmodell, das auf einer nachfragegetriebenen Netzdimensionierung basiert, sollte Antworten auf den Umgang mit Nachfrageschwankungen geben.

2.3.2 Das WIK-Kostenmodell kann nur kurzfristige Perspektive adäquat abbilden und spiegelt damit die Realität nicht wider

Der Markt für Breitbandnetze ist ein Markt mit derzeit hohen Wachstumsraten. Für Next Generation Networks (NGN), in die schließlich alle Dienste integriert werden sollen, ist deshalb zukünftig mit einem stetig hohen Wachstum des Datenvolumens zu rechnen. Die im Kostenmodell modellierten Netze unterliegen in der Realität zukünftig noch deutlichen Veränderungen und sind mithin noch weit entfernt von einem „eingeschwungenen“ Zustand, da es sich noch um einen im Entstehen befindlichen Markt handelt. Hieraus erwachsen folgende Aspekte, die in dem zugrunde liegenden Effizienzmaßstab und damit im Kostenmodell bzw. dessen Anwendung Berücksichtigung finden müssen:

Wie aus der Erfahrung der bisherigen analytischen Kostenmodelle bekannt ist, werden mit diesen lediglich Kostenergebnisse ermittelt, denen eine Perspektive von zwei, höchsten drei Jahren zugrunde liegt. So wurden die Entgelte in den bisherigen Entgeltgenehmigungsverfahren lediglich für zwei, maximal zweieinhalb Jahre festgelegt. Damit ist den analytischen Kostenmodellen grundsätzlich lediglich eine kurzfristige Perspektive inhärent. Diese Ausrichtung des Effizienzbegriffs bedeutet jedoch, dass das Kostenmodell nur für die kurze Frist annähernd genaue Ergebnisse liefern kann.

Dagegen nimmt die Netzplanung eines Netzbetreibers schon allein aufgrund der hohen notwendigen Investitionssummen in den Aufbau der Next Generation Networks eine langfristige Perspektive ein. Das bedeutet, dass das Kostenmodell die Realität nicht widerspiegelt mit der Gefahr, die tatsächlichen Kosten weit zu unterschätzen. Um in einem Ex-ante-Entgeltgenehmigungsverfahren Entgelte annähernd auf Basis von am ehesten widerspiegelnder Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung ermitteln und genehmigen zu können, muss der Entgeltgenehmigung daher der Kostennachweis der Deutschen Telekom zugrunde gelegt werden.

2.3.3 Zwischenfazit

Da insbesondere die nachfragegetriebene Dimensionierung des Netzes ein konstitutives Element der Bottom-up Kostenmodellierung ist, bedarf es an dieser Stelle dringend weiterer Erörterung sowohl des vom WIK vorgeschlagenen Ansatzes, als auch der Frage, wie die BNetzA anschließend das Modell zu parametrisieren gedenkt.



3 Wesentlicher Teil zum methodischen Ansatz des WIK-Kostenmodells Breitbandnetz ist im Referenzdokument nicht enthalten

Laut Referenzdokument wird in Abbildung 2-3 auf S. 6 das dem WIK-Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010 zugrundeliegende TELRIC-Modell zur Kostenberechnung in Telekommunikationsnetzen dargestellt. Dabei beschreiben laut S. 5 die „dargestellten Funktionen zur Nachfrageeinschätzung, Annualisierung und Kapitalkostenermittlung“ zentrale Elemente für die Umsetzung des Kostenstandards der Long Run Incremental Cost (LRIC). Allerdings ist die Annualisierung der Kapitalkosten nicht Bestandteil des Referenzdokuments, weshalb sich somit zu einem scheinbar wesentlichen Teil der Kostenstandards bzw. der Kostenermittlung keine Aussagen über deren Geeignetheit und Richtigkeit vornehmen lassen. Wir fordern deshalb, die Annualisierung der Kapitalkosten in das Referenzdokument aufzunehmen und das Vorgehen transparent zu beschreiben.

4 Nachfragemodellierung

4.1 Die Nachfragemodellierung und die darin eingehenden Größen sind nicht hinreichend transparent und flexibel

Konstitutives Element des WIK-Kostenmodells für das Breitbandnetz 2010 ist laut S. 5f. eine nachfragegetriebene Netzdimensionierung. Die Nachfragemodellierung wird in Kapitel 3 aber lediglich verbal beschrieben. Ein Modell-Prototyp wäre sehr hilfreich, um auch Rechenwege und die Abbildung von Entwicklungen im zeitlichen Verlauf darzustellen, weshalb wir darum bitten, diesen zeitnah zur Verfügung zu stellen.

Zudem bleiben viele Punkte im Referenzdokument intransparent. So erfolgt die Netzdimensionierung laut S. 19 anhand der Busy Hour und nicht über eine Tagesverkehrskurve. Es stellt sich aber die Frage, wie mit Produkten umgegangen wird, die keine Verkehrsanteile in der Busy Hour haben. Des Weiteren ist die Bestimmung der Verkehrsziele auf S. 22 völlig unklar und damit intransparent, wobei diese laut Referenzdokument auf S. 19 ebenfalls eine zentrale Größe der Netzdimensionierung des Breitbandnetzes darstellen sollen.

Eine zentrale Zielgröße der Breitbandnetzmodellierung soll laut S. 22 die Bestimmung von Kosten der Zusammenschaltung sein. Hierzu sei der eingehende und ausgehende Interconnection-Verkehr zu betrachten. Allerdings soll der eingehende IC-Verkehr anteilig zum ausgehenden IC-Verkehr bestimmt werden. Völlig unklar ist, wie die im Referenzdokument genannte Abschätzung des IC-Verkehrs abgeleitet werden soll.

Im Referenzdokument werden als wesentliche Kategorien für die Nachfragemodellierung z.B. der Nutzertyp/der Haushaltstyp, Dienste und deren Inanspruchnahme sowie die Attributwerte der verschiedenen Bandbreiten genannt. Allerdings ist bei diesen die konkrete Ausgestaltung der betrachteten Dimensionen wesentlich. So ist aus Sicht der Deutschen Telekom z.B. die im Referenzdokument genannte Typologie der Anschlusstypen zu sehr technologiegetrieben. Eine Orientierung an generischen Anschlussklassen (nach Bandbreite) wäre hier geeigneter.



Zudem stellt sich die Frage, ob die Nutzertypen des genannten CASUAL-Modells veränderbar oder im Modell vorgegeben sind und wie diese mit den Nutzertypen der von den Netzbetreibern am Markt angebotenen Produkte zusammenpassen (insbesondere mit den Produkten des regulierten Unternehmens). Völlig unklar ist, ob es z.B. eine Überleitung von Nutzergruppen auf Produkte gibt. So wird z.B. in Tabelle 3-9 (S. 40) aufgeführt, dass ein Nutzer „Traditionell“ sowohl die Anschlusstechnologie „Basis“ als auch „Standard“ nutzt. Allerdings weist der Anschlusstyp „Basis“ lediglich eine Bandbreite von 0,192 Mbit/s und der Anschlusstyp „Standard“ dagegen eine Bandbreite von 5 Mbit/s auf. Interessant wären an dieser Stelle Erläuterungen, warum z.B. der Nutzertyp „Traditionell“ auf solch unterschiedliche Anschlusstypen eingeordnet wird.

Auch ist nicht transparent, warum zum Beispiel dem Nutzertyp LE (large enterprises) in Tabelle 3-8 lediglich Bandbreiten bis 50 Mbit/s zugeordnet werden.

Generell sollte sich die Ausgestaltung der Kundentypen eher an den Treibern unterschiedlicher Nutzerszenarien (sog. Use Cases) orientieren, um so die realen Marktnachfragen und -bedingungen abbilden zu können.

Im Übrigen beinhalten die Datendienste in Tabelle 3-3 keine Festanschlüsse wie z.B. CompanyConnect. Auch werden digitale Mietleitungen auf S. 31 lediglich erwähnt, wie diese in die Modellierung einfließen, ist nicht beschrieben. Unklar ist auch, wie Produkte abgebildet werden, die wie z.B. IP Transit nicht über das Konzentratornetz eingespeist werden bzw. die nur im Konzentratornetz geführt werden, wie z.B. die Vorleistungsprodukte (IP-BSA, ISP Gate oder VDSL SA).

Insgesamt scheint das WIK-Kostenmodell Breitbandnetz 2010 so ausgelegt zu sein, dass ein Netz zur Ablösung des PSTN inklusive der Migration des IP-Verkehrs sowie TV generiert werden soll.

Generell ist kritisch zu sehen, dass aus unserer Sicht das Thema Nachfragemodellierung mit der Netzkostenmodellierung vermischt wird. Zur Vermeidung von Missverständnissen sowie zur besseren Transparenz der Annahmen und Voraussetzungen sollte die Nachfragemodellierung gänzlich getrennt von der Modellierung eines Netzkostenmodells erfolgen. Dies gilt natürlich gleichermaßen für die Ableitung der Vorgehensweise bei der Modellierung eines Netzkostenmodells.

4.2 Nachfragemodellierung muss Flexibilität hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen bieten

Da sich das Kostenmodell mit dem Konzentratornetz und dem IP-Kernnetz eines Next Generation Networks befasst, muss eine flexible Anpassung des Kostenmodells an Zukunftsthemen wie z.B. die nomadische Nutzung zwingend möglich sein. Schließlich sind die NGNs erst im Aufbau und die Entwicklungen insbesondere hinsichtlich der zukünftig neu entstehenden Dienste, deren Eigenschaften und deren Nachfrageausmaß derzeit nicht absehbar.

Die Flexibilität muss sich dabei auch auf die Einordnung von Diensten in sogenannte Verkehrsklassen (bzw. QoS-Klassen) ausdehnen. Die hierzu in der WIK-Studie vorgeschlagene Zusammenfassung von Diensten mit relativ homogenen Qualitätsanfor-



derungen in jeweils eine Qualitätsklasse ist zu starr und damit zur Abbildung zukünftiger Entwicklungen nicht geeignet. Vielmehr muss die Dienstezuordnung so flexibel gestaltbar sein, dass entsprechend des jeweiligen Kundenwunsches unterschiedliche Zuordnungen einer Dienstart zu verschiedenen Verkehrsklassen/Qualitätsklassen modelliert werden können.

4.3 Ist-Daten vs. Prognose-Daten als Grundlage der Netzmodellierung

Um eine realitätsnahe Netzmodellierung zu garantieren, stellt sich vor dem Hintergrund eines dynamischen Breitbandmarktes mit einer Vielzahl neuer Dienste und einer stetig steigenden Datenmenge die generelle Frage, auf welcher Datenbasis eine Nachfragemodellierung zu erfolgen hat und wie diese zu ermitteln ist. Basiert die Nachfragemodellierung auf Ist-Daten oder sind Prognose-Daten bereit zu stellen? Werden Prognosedaten zugrunde gelegt, so stellt sich die Frage, wie zu prognostizieren ist (Methode) und in welchem Zeitrahmen. Begründet durch die einer Prognose inhärenten Unsicherheit stellt sich hier vor allem die Frage nach der Sinnhaftigkeit einer anschließenden Netzoptimierung bzw. wie entsprechende Unsicherheiten im Kostenmodell abgebildet werden. Zu all diesen Punkten liefert das Referenzdokument keine Aussagen.

Schließlich macht das Referenzdokument keine Aussagen zu der Modellierung des Nachfragerverhaltens. Die Praxis zeigt, dass im Tagesverlauf eine unterschiedliche Beanspruchung des Netzes auftritt. Dieser Sachverhalt muss bei der Nachfrage- und Verkehrsmodellierung sowie bei der Kostenallokation Berücksichtigung finden.

4.4 Netzbetreiberabhängige Nachfragemodellierung notwendig

Die im Referenzdokument in Kapitel 3, S. 17 und S. 23ff. beschriebene netzbetreiberunabhängige Nachfragemodellierung bildet aus Sicht der Deutschen Telekom ein unrealistisches Unterfangen. Zum einen bildet die Granularität der geforderten Daten ein Problem, zum anderen die Ermittlung der Daten.

Insgesamt aber birgt eine netzbetreiberunabhängige Nachfragemodellierung die Gefahr von Fehlern, die dann zu falschen Kostenergebnissen führen können, da das Kostenmodell entscheidend auf der Nachfragemodellierung basiert.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass die unterschiedlichen Netzbetreiber verschiedene technologische Realisierungen von Netzplattformen aufweisen. Als Beispiele sind Caching oder Multicastingbetrieb zu nennen, deren Realisierung einen nicht unerheblichen CAPEX/OPEX-Aufwand aufweisen. Im Kostenmodell sind daher zwingend die Netzstruktur und die Netzkomponenten des regulierten Unternehmens zu berücksichtigen.

In einer netzbetreiberunabhängigen Bestimmung der Verkehrsnachfrage wird auf S. 26 vorgeschlagen, „für jeden Nutzertyp einen prozentualen Anteil der Wholesale Nutzer an dieser Gesamtzahl dieser Nutzer anzugeben“. Zum einen ist völlig unklar, wie dieser Anteil ermittelt werden soll, zumal dies ohne Daten der Netzbetreiber (netzbetreiberunabhängig) erfolgen soll. Zum anderen spiegelt dies die Realität nicht in der erforderlichen Weise wider. So weist das Endkundenportfolio der einzelnen



Wettbewerber teilweise andere Bestandteile auf als das der Deutschen Telekom, weshalb eine Netzbetreiber-abhängige/ISP-abhängige Betrachtung notwendig ist, um die Nachfrage richtig zu modellieren.

Als Beispiel sei hier die Platzierung von günstigen Angeboten von Dritten am Markt erwähnt, die dadurch ein deutlich geändertes/erhöhtes Traffic-Aufkommen erzeugen.

Selbst das regulierte Unternehmen, das Vorleistungen für Wettbewerber bereitstellt, hat nur wenig Einblick in die über sein Netz realisierten Dienste. Wenn man dem Ansatz der QoS-Klassen/Verkehrsklassen folgt, so erhält der Netzbetreiber von Dritten lediglich Verkehr in einer bestimmten QoS-Klasse/Verkehrsklasse. Welcher Dienst letztlich dahinter steckt, ist unklar. Somit ist es bereits für einen Netzbetreiber schwierig, die erforderlichen Daten über Nutzertypen bzw. deren genutzte Dienste zu generieren. Noch viel schwieriger, wenn nicht gar unmöglich, erscheint dies im Falle einer netzbetreiberunabhängigen Nachfragemodellierung.

5 Dienstekategorien und QoS-Differenzierung

Zu begrüßen ist, dass das WIK-Kostenmodell Breitbandnetz 2010 grundsätzlich die Möglichkeit gewährleisten soll, differenzierten Qualitätsklassen Rechnung zu tragen. Allerdings weist die Umsetzung Fehler und Mängel auf, wie im Folgenden dargestellt ist.

5.1 Verkehrsklassen und Dienstekategorien sind nicht transparent beschrieben und adäquat belegt

Im Referenzdokument wird in Kapitel 3.1 auf S. 18 erläutert, dass verschiedene Verkehrsklassen gebildet werden, in die Dienste mit relativ homogenen Qualitätsanforderungen zusammengefasst werden sollen. Die Verkehrsklassen sollen anhand von festzulegenden Werten für Latenz, Jitter und Paketverlust definiert werden, wobei dem Modellanwender überlassen bleiben soll, wie viele Klassen letztlich berücksichtigt werden. Als Mindestanzahl nennt das Dokument eine Verkehrsklasse (best effort). Als maximale Anzahl werden sechs verschiedene Verkehrsklassen vorgeschlagen.

Neben der bereits erwähnten Notwendigkeit, die Dienste flexibel in die sogenannten Verkehrsklassen einzuordnen, stellt sich die Frage, wie die Autoren auf die maximale Anzahl von 6 Verkehrsklassen kommen, die mehrfach im Referenzdokument vorgeschlagen werden. Dies wird weder nachvollziehbar begründet, noch erfolgt eine qualitative Definition der Verkehrsklassen.

Auch wird hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Verkehrs- und QoS-Klassen lediglich in Fußnote 10 erwähnt, dass eine Verkehrsklasse „als Oberbegriff zu QoS-Klasse“ verwendet wird und ggf. mehrere (ähnliche) QoS-Klassen bei der Verkehrsführung zu einer Verkehrsklasse zusammengefasst werden. Völlig unklar ist jedoch, wie dies praktisch zu verstehen ist. Hier mangelt es an einer transparenten und ausführlichen Darlegung des Zusammenhangs von Verkehrsklassen zu QoS-Klassen mit Hilfe von Beispielen.



In Kapitel 3.3.3 sollen die bestehenden und zukünftigen Kommunikations- und Multi-mediadienste klassifiziert und verbal beschrieben werden. Anschließend werden die modellierungsrelevanten Eigenschaften der Dienste zusammengefasst und der Zusammenhang zwischen QoS und der Bandbreitenanforderungen sowie die dienstebezogene Verkehrsverteilung adressiert. Abschließend soll ein einfaches Dienstmodell beschrieben werden, das die Vielzahl an Kommunikations- und Multimedia-dienste zu einer begrenzten Menge von Dienstekategorien zusammenfasst.

Allerdings gelingt es den Autoren nicht, die Dienste hinreichend genau und transparent zu darzulegen. Die Dienste werden ausschließlich textlich beschrieben. Ohne die Verwendung einer Abbildung können aber z.B. die Ausführungen auf S. 36 nicht unmissverständlich nachvollzogen werden.

Überdies scheint es bei der Beschreibung der Dienste auf S. 32 zu einer Vermischung von verschiedenen Aspekten zu kommen. So wird nicht zwischen (netznahe) Transport-Diensten und (netzferne) Diensten (Services/Applikationen) unterschieden, sondern diese zusammen in Tabelle 3-4 unter „Dienstear“ genannt.

Die Tabelle 3-6 auf S. 34, in der eine numerische Beschreibung der Dienste erfolgen soll, ist ebenfalls nicht hinreichend genau erläutert. Die Attribute "Anzahl der Endpunkte pro Verbindung" und "Analytische Verkehrsverteilungs-Funktion" können nur angenommen werden. Auch stimmen die Begrifflichkeiten der Tabellen 3-7 auf S. 38 und der Tabelle 3-6 auf S. 34 nicht überein. Ob es sich bei Ursprung und Ziel in Tabelle 3-7 um die Verbindungstopologie in Tabelle 3-6 handelt, kann nur spekuliert werden.

Hervorzuheben ist, dass die in Kapitel 3 aufgeführten Attributwerte für die einzelnen Dienste (z.B. in Tabelle 3-7) zu niedrig angesetzt sind. Zudem geben die Autoren keine Quelle an, so dass nur schwer nachvollziehbar ist, woher diese Daten stammen. Da im Referenzdokument auf S. 37 erwähnt wird, dass es sich hierbei um illustrativ angesetzte Werte handelt, die hochgerechnet wurden, gehen wir davon aus, dass diese Werte bei einem Einsatz des WIK-Kostenmodells entsprechend an die in der Praxis geltenden Werte angepasst werden. Generell sollte zur Vermeidung von Fehlern bei der Einordnung der Dienste auf Angaben der Netzbetreiber zurückgegriffen werden.

Da diese Attributwerte laut Referenzdokument wiederum maßgeblich die Kostenverteilung auf die „mittlere Bandbreite“ der einzelnen Dienste und damit die Höhe der Kosten der einzelnen Dienste beeinflussen, würden diese zu niedrigen Werte zu deutlichen Kostenunterschätzungen führen. Eine Korrektur der Werte an in der Praxis gewonnene Erkenntnisse hinsichtlich der Bandbreitenerfordernisse ist daher zwingend erforderlich.

Auf S. 37f. soll die Vielzahl der bestehenden und zukünftigen Dienste auf eine begrenzte Menge an Dienstekategorien zusammengefasst werden. Für jede gemeinsame Kategorie sollen anschließend Bandbreitenwerte und QoS-Parameter angegeben werden. Hierbei sprechen die Autoren von einer „sinnvollen Zusammenfassung“ der Dienste, durch die die Anzahl der Eingabeparameter für die Beschreibung der Verkehrsnachfrage wesentlich reduziert werden kann, ohne dass das Modell an „Aussagekraft“ verlieren würde. Allerdings wird nicht transparent erläutert oder gar



belegt, dass die von den Autoren vorgeschlagenen Dienstekategorien wirklich die „sinnvollste Zusammenfassung der Dienste“ darstellt und inwiefern die „Aussagekraft“ des Modells dadurch nicht beeinflusst wird.

Auch wird behauptet, dass „die Abschätzungen auf der Basis der Dienstekategorien unter Umständen „die Streubreite“ in den Fehlern einer Feinabschätzung der individuellen Dienste ausgleichen könnte.“ Auch hierzu fehlen transparente Erläuterungen und Belege.

Ebenfalls fehlt es an Transparenz hinsichtlich des auf Seite 39 f. dargestellten Zusammenhangs zwischen Nutzertypen, Dienstekategorien, Verkehrsklassen und Anschlusstechnologien. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, wie bereits erwähnt, dass Angaben zum Nutzerverhalten ausschließlich von Netzbetreibern gemacht werden können und damit exogene Werte darstellen.

In diesem Zusammenhang halten wir es für äußerst schwierig bis nahezu unmöglich, Daten netzbetreiberunabhängig zu gewinnen, die Aussagen ermöglichen, welche Nutzer mit welchen Anschlusstechnologien welche Dienste tatsächlich nutzen. Die Autoren bleiben es schuldig, wie sie die für diese Schlüsse erforderlichen Daten ermitteln. Es werden auf S. 41f. lediglich Nachfragestudien über Internet- und Multimediasdienste erwähnt. Unklar bleibt, wie diese wiederum ohne Angaben von Netzbetreibern erstellt werden können; schließlich befasst sich Kapitel 3.3 mit einer „unabhängigen Bestimmung der Verkehrsnachfrage“.

Im Gegensatz dazu behaupten die Autoren im Weiteren auf S. 41, dass sich „die Möglichkeiten der Netzbetreiber, die von den Endkunden genutzten Dienste zu beobachten, in den letzten 5 Jahren wesentlich verbessert“ hätten und es heutzutage beim Auslesen des Type of Service (TOS) im IP-Header bei den leistungsfähigen Einrichtungen keine spürbare Beeinträchtigung der Bearbeitungsgeschwindigkeit mehr gäbe.

Dies kann aus unserer Sicht nicht bestätigt werden. Vielmehr ist das Gegenteil der Fall: die Erfassung von Daten erfolgt heute meist bereits im IP2-Backbone. Allerdings können keine individuellen Datenströme, sondern nur Summen-Verkehre erfasst werden. Darüber hinaus gehende Anforderungen, wie z.B. die Erfassung von individuellen Verkehren würde die Leistungsfähigkeit der Router dagegen spürbar beeinträchtigen. Es ist daher nicht nachvollziehbar, wie die Autoren zu ihrer Behauptung gelangen, insbesondere da sie jegliche Quellen und Belege schuldig bleiben.

Die auf S. 41 ebenfalls vorgenommene Ermittlung von Nutzerszenarien aus relativen Werten bzgl. der Gesamtanzahl der Nutzer ist ebenso wenig belastbar. Hier gilt ebenfalls, dass die Autoren die Herleitung weder transparent darlegen, noch durch Quellen belegen.

Nicht nachvollziehbar ist auch die Kategorisierung in Tabelle 3-10 hinsichtlich grundlegender Daten über Nutzerszenarien pro Standort in „Basis“, „Standard“, „Verbesserter Standard“, „Advanced“ sowie „Emergent“.

5.2 Mark-Up-Faktoren sowie Verteilung der Kosten auf mittlere Bandbreite sind zur adäquaten Erfassung verschiedener Quality of Service-Anforderungen ungeeignet

Laut Referenzdokument hängt die Einhaltung der dienstespezifischen QoS-Anforderungen von charakteristischen Parameterwerten der Verkehrsnachfrage ab. Diese seien laut S. 69 im einfachsten Fall die mittlere Paket-Ankunftsrate und die mittlere Paket-Länge und im detaillierten Fall die Varianz der Paket-Ankunftsrate und der Paket-Länge. Die vorzusehenden Bandbreitenwerte würden sich aus diesen Werten sowie der Anwendung von Modellen zur Warteschlangentheorie berechnen. Daraus werden sich laut Referenzdokument die tatsächlich vorzusehenden Bandbreiten einer Dienstklasse auf dem Übertragungssystem ergeben. Diese würden wiederum laut den Autoren i.d.R. oberhalb der mittleren Bandbreite liegen und als äquivalente Bandbreite je Dienst bezeichnet. Da die Kostentreiber in den Knoten und den Kanten unterschiedlich sind (Knoten: Anzahl der Pakete bzw. QoS-Klassen / Kanten: Bandbreite), sieht das Kostenmodell zwei Mark-Up-Faktoren vor. Mit Hilfe der Mark-Up-Faktoren soll die mittlere Bandbreite in die sogenannte „äquivalente Bandbreite“ überführt werden.

Eine Dimensionierung anhand des mittleren Bandbreitenbedarfs entspricht allerdings nicht dem state-of-the-art. Wie im Dokument ausgeführt wird, muss bei dieser Vorgehensweise mit Korrekturfaktoren (Mark-Up-Faktoren) für die einzelnen Dienste und zusätzlich mit weiteren „Zuschlagsfaktoren“ (S. 71) zur Realisierung der unterschiedlichen Auslastungsmöglichkeiten gearbeitet werden, um die tatsächlichen Verhältnisse abzubilden.

Diese Faktoren sind aber für die unterschiedlichen Links und Verkehrsmischungen nicht konstant, so dass nachzuweisen wäre, dass jeweils die „richtigen“ Werte verwendet wurden.

Zudem ist die Berechnung der Mark-Up-Faktoren mit dem M/M/1 Modell nicht adäquat, da die IP-Verkehre üblicherweise keine Poissonströme sind, sondern Heavy-Tail-Verteilungen haben.²

Anhand der im Anhang 3 beschriebenen Schwankungen der Faktoren (auch im G/G/1-Modell) zeigt sich, dass es schwierig ist, für den jeweils zu dimensionierenden Link die richtige Wahl zu treffen. Dies ist aber notwendig, da der Kapazitätsbedarf der unterschiedlichen Verkehrsklassen von den jeweils vorliegenden Verkehrsmischungen abhängt, also im Allgemeinen von Link zu Link unterschiedlich ist.

Für den Zuschlagsfaktor einen Auslastungsbereich von 75% - 90% (S. 71 des Referenzdokuments) anzunehmen, ist ebenfalls nicht korrekt. In durchaus nicht seltenen Fällen kann die mögliche Auslastung auch unter 75% liegen. In diesen Fällen würde das hier vorgeschlagene Kostenmodell für das Breitbandnetz die Netzelemente erheblich unterdimensionieren und zu geringe Kosten ausweisen.

Mit der in der Studie beschriebenen Vorgehensweise können die Ressourcen in nicht vorhersehbarer Weise sowohl überdimensioniert als auch unterdimensioniert werden, weshalb diese damit zu ungenauen Ergebnissen führt und damit nicht geeignet und abzulehnen ist.

²

Siehe z.B. The Failure of Poisson Modeling
<http://www.cs.ucsb.edu/~ravenben/classes/276/papers/pf95.pdf>



Das in Anlage 3 dargestellte Modell zeigt insbesondere, dass in einem gut ausgelasteten Netz (busy hour, 50-90% Link-Auslastung) wie dem der Deutschen Telekom die Mark Up Faktoren sehr stark schwanken und damit zu ungenauen bzw. verfälschten Ergebnissen führen würden. Im Übrigen wird angestrebt, dass auch im Best effort-Bereich keine Paketverluste auftreten

Wir empfehlen deshalb, die aus der Literatur bekannten verkehrstheoretischen Modelle für IP-Verkehr anzuwenden, z.B.

- Norros, On the use of fractional Brownian motion in the theory of connectionless networks, IEEE JSAC, 13(6), Aug. 1995.
- I. Norros, A storage model with self-similar input, Queueing Systems, 16, pp. 387-396, 1994.
- S. Bodamer and J. Charzinski, Evaluation of Effective Bandwidth Schemes for Self-Similar Traffic, ITC Specialist Seminar, 2000.
- H van den Berg, M Mandjes, R. van de Meent, A. Pras, F. Roijers, and P. Venemans, QoS-aware bandwidth provisioning for IP network links, Computer Networks, 2004.
- F. Hartleb and G. Haßlinger, Comparison of Link Dimensioning Methods for TCP/IP Networks, Global Telecommunications Conference, 2001. GLOBECOM '01. IEEE, San Antonio, TX.

Mit den für den IP-Verkehr entwickelten Modellen erspart man sich jegliche Korrekturfaktoren sowohl für die Dienste, da diese entsprechend ihrer Charakteristiken modelliert werden, als auch zur Abbildung der Gesamtauslastung. Das heißt, die Dimensionierungen lassen sich einfacher und eleganter ohne zweifache Approximation mit Faktoren vornehmen.

Mit der Anwendung eines solchen Modells ist auch eine beliebige Zahl an Verkehrsklassen einfach handhabbar (siehe unsere Antwort auf Kommentar zu 3-1).

Die Zuweisung der dienstespezifischen Kosten (Kapitel 7) ist natürlich mit Anwendung einer „effektiven Bandbreite“ (im Dokument mit äquivalenter Bandbreite bezeichnet) leicht möglich. Wir schlagen vor, die effektive Bandbreite eines Dienstes, die Link- und Verkehrsmischungs-spezifisch ist und zwischen der mittleren und der maximalen Bandbreite liegt, mit folgender Approximation zu bestimmen:

Mit dem zur Dimensionierung eingesetzten Verkehrsmodell wird für jede Verkehrsklasse separat eine dienstespezifische Funktion für die effektive Bandbreite (EB) ermittelt, die von der Zahl der Verkehrsquellen abhängt

$$EB(\text{Dienst}, \text{Verkehrsquellen}) = (\text{Dimensionierte Bandbreite}) / (\text{Anzahl der Verkehrsquellen})$$

Diese Funktion kann dann für jede Ressource verkehrsklassenindividuell eingesetzt werden.

Im Übrigen nennt das Referenzdokument in Fußnote 63, dass sich aus bisherigen Untersuchungen ergäbe, dass der Mark-Up-Faktor „mit steigenden Werten der aggregierten Bandbreite abnimmt und im Grenzfall gegen eins konvergiert“. Insbeson-



dere bei bandbreitenintensiven, qualitätssensiblen Diensten wie z.B. IPTV / HDTV würden diese damit zu verfälschten Ergebnissen führen.

Aber auch ein bandbreitenschwacher, aber qualitätssensitiver Dienst wie Voice würde durch die im Modell vorgeschlagene Herangehensweise nicht adäquat erfasst. Grund hierfür ist, dass einerseits der Haupttreiber der Kostenverteilung die Bandbreite ist, die im Falle von Voice relativ gesehen niedrig ist, und zudem laut Ausführungen im Referenzdokument zu den Mark-Up-Faktoren auch bei Voice mit nur geringen Mark-Up-Faktoren zu rechnen wäre.

Das Ziel einer adäquaten Abbildung der verschiedenen Qualitätsanforderungen der unterschiedlichen Dienste wird somit mit dieser Herangehensweise verfehlt.

6 Netzgestaltung und Dimensionierung

6.1 Das vorgeschlagene Modell ist unvollständig

Die Dopplung von Knoten und Kanten (Resilience) zur Sicherstellung der geforderten Produktverfügbarkeit und eine vertretbare Störwirkbreite werden im vorliegenden Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010 nicht berücksichtigt. Resilience ist jedoch ein erheblicher Kostentreiber gegenüber einer einfachen Netzstruktur ohne jegliche Dopplung für den Fehlerfall.

Zudem fehlen relevante Netzelemente, wie z.B. DSR (D-Server Switch Router) für IP TV. Im Übrigen sind die über das Konzentratornetz produzierten Business und Wholesale Produkte bis 1 GE in der Verkehrsmatrix nicht berücksichtigt.

6.2 Die Dimensionierung von Kanten und Knoten ist unklar

Es ist nicht transparent, welche maximale Kantenauslastung im vorliegenden WIK-Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010 unterstellt wird. Auf S. 71 des Referenzdokuments wird lediglich erwähnt, dass in paketvermittelten Netzen die Auslastung der Einrichtungen zwischen 75 - 90% liegt. Allerdings ist es, wie bereits erwähnt, nicht korrekt, für den Zuschlagsfaktor einen Auslastungsbereich zwischen 75% und 90% anzunehmen. In durchaus nicht seltenen Fällen kann die mögliche Auslastung auch unter 75% liegen. In diesen Fällen würde das vorgeschlagene Modell die Netzelemente erheblich unterdimensionieren und viel zu geringe Kosten ausweisen.

Zudem muss bei der Dimensionierung von Knoten und Kanten auch die Störwirkbreite berücksichtigt werden.

7 Multicast wird in der detaillierten Betrachtung des physikalischen und logischen Netzes nicht mehr berücksichtigt

Zwar spricht die Studie zu Beginn auch den Multicast-Verkehr an und führt aus, dass dieser separat zu betrachten ist. Allerdings bleiben die Autoren diese Betrachtung schuldig. Dabei weist der Multicast-Verkehr spezielle Besonderheiten wie z.B. einen hohen Bandbreitenanteil in der Aggregation, hohe QoS-Anforderungen und die Lage des letzten Replikationspunktes auf.



In der detaillierteren Betrachtung des logischen und physikalischen Netzes fehlen jegliche Verweise auf Multicast. Da die Bedeutung von Multicast mit zunehmender Nutzung von IPTV jedoch steigen wird, sollte dies entsprechend Berücksichtigung finden. Dabei hat die Deutsche Telekom nicht nur den eigenen Multicast-Verkehr zu berücksichtigen, sondern im Rahmen von Vorleistungsbeziehungen ggf. auch fremden Multicast-Verkehr.

In der Studie werden zudem die für die zum „Zapping“ notwendigen Unicast-Verkehre des IPTV und die notwendigen DSR nicht berücksichtigt (S. 21f.).

8 Unzureichende Beschreibung der Kontrollschichten

Die Beschreibung der unterschiedlichen Kontrollschichten (NGN versus NGI) erfolgt grundsätzlich nur verbal ohne die Darstellung einer konkreten Modellierung. Eine Bewertung des Einflusses auf die dienstespezifischen Kosten ist auf dieser Abstraktionsebene daher nicht möglich.

9 Systemzuweisung und Kostenermittlung

9.1 Die Ausführungen zur Kostenermittlung sind zu ungenau und wenig transparent

Die Ausführungen zur Systemzuweisung und Kostenermittlung in Kapitel 7 des Referenzdokuments für das Kostenmodell Breitbandnetz 2010 ist an vielen Stellen zu ungenau und wenig transparent. Anhand der nachfolgenden Punkte, die aus unserer Sicht einer detaillierten Erläuterung und Herleitung bedürfen, sollen einige der bestehenden Mängel aufgezeigt werden:

Grundsätzlich würde es das Lesen des Dokumentes sehr erleichtern, wenn alle Parameterbezeichnungen in einer Tabelle gelistet wären.

In Abbildung 7-1 auf S. 117 fehlt die Variante, dass an einem Standort mehrere Ethernet-Konzentratoren (DSLAMs) ohne weitere Konzentration auf nachfolgende AGS1 abgeleitet werden.

Unklar ist auf S. 120, wie sich B_{tot} auf die Richtungen (Hierarchie, Querkabel und IC) aufteilt und wie die Investitionen der Eingangsports der untersten Hierarchiestufe (DSLAM) berücksichtigt werden. Es stellt sich die Frage, ob nur Portkarten mit einem Port je Portkarte betrachtet werden. Ansonsten müsste der Kostenwert je Port und nicht je Portkarte abgefragt werden.

Die auf S. 121 genannte Berücksichtigung von höherwertigen Qualitätsklassen durch Mark-Up-Faktoren erscheint zweifelhaft, da so eine lineare Auswirkung einer höheren Qualität auch aller benutzten Netzelemente dargestellt würde. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, ob die Mark-up-Faktoren für die Paketrage und Bandbreite einer Verkehrsklasse identisch sind, d.h. $g^B = g^\lambda$.



Bei der Formel (7.1.2) scheinen ebenfalls Mängel in der Beschreibung und Darstellung vorzuliegen. So sollte genannt werden, dass es sich um die Maximalwerte **je Einschub** handelt. Insbesondere bei $\max \lambda$ müsste es richtigerweise heißen:

$\max \lambda$ von einem Einschub maximal verarbeitbare Paketrage

Auf S. 123f. werden die Begriffe Konvexkombination und Konkavitätsfaktoren nicht erläutert bzw. hergeleitet, gehen aber linear in die Kalkulation ein. Dies macht es zwingend erforderlich, die Parameter näher zu erläutern sowie nachvollziehbar herzuleiten. Andernfalls ist bei deren Variation durch den Regulierer deren Verwendung als Bestandteil der Kalkulation kritisch zu sehen.

Unklar ist auch, was auf S. 128f. mit einer IC-Anschaltung an den LER gemeint ist. Umfasst dies z.B. auch CompanyConnect- oder IP Transit-Anschlüsse? Auch wird auf S. 131 nicht deutlich, worin der Unterschied zwischen den Ausgängen „hj“ und „qn“ bei einem Transit-Router (Abb 7-5) besteht.

Auf S. 136 ist nicht klar, wie die Bestimmung einer mittleren Ringlänge durchzuführen ist. Im Übrigen ist die Verwendung eines Parameters "Lsec" (mittlere Länge in km eines Ringabschnitts) unter der Annahme, dass dedizierte Längen der Ringsegmente vorliegen, zu ungenau. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass Ringstrukturen im Aggregations- sowie im Transportnetz in der Praxis generell unüblich sind. Damit muss festgestellt werden, dass die Kostenmodellierung die Realität nicht widerspiegelt.

Auch führt die Verwendung von Einheitskosten im Modell auf S. 136 zu der Frage, wie diese ermittelt werden sollen. Es wird nicht begründet, warum nicht die jeweils dedizierten Kosten verwendet werden können. Im Übrigen ist es natürlich von elementarer Wichtigkeit, wie die Einheitskosten der Netzelemente (Schnittstellenkarten, Geräteeinheit, Racks etc.) bestimmt werden (siehe auch Kommentare 7-4 und 8-1). Diese Erläuterungen bleiben die Autoren jedoch schuldig, weshalb das Referenzdokument an dieser Stelle zwingend zu ergänzen ist.

Hinsichtlich des Kapitels 7.3 „Systemzuweisung und Kostenmodell für die Kontrollschicht“ kann zusammenfassend und vereinfachend festgehalten werden, dass unsere Anmerkungen zur Systemzuweisung und der Kostenmodellierung für das logische und physikalische Netz auch für die Kontrollschicht gelten. Fokussiert sind das die Aspekte: pauschale Faktoren, Verwendung von Einheitskosten und grundsätzlich pauschale Betrachtung der Netztechnik mit Vernachlässigung spezifischer Eigenschaften. Dies führt summarisch zu unabschätzbaren Einflüssen auf die Höhe der Kosten, die nur für Verkehrsklassen und nicht für spezifische Dienste ermittelt werden können, was wiederum die Geeignetheit der Vorgehensweise in Frage stellt.

9.2 Die Kostenbasis des Modells ist unklar

Zwar werden die Kostenfunktionen mathematisch sauber abgeleitet, es bleibt jedoch unklar, woher die Kosten z.B. für Kanten und Knoten im Modell kommen sollen. Es fehlen jegliche Ausführungen, auf welcher Basis die Kosten ermittelt werden, so z.B. ob aktuelle Listenpreise von Herstellern verwendet werden sollen, um Knotenkosten zu ermitteln.



Auch fehlt ein Hinweis, wie aus den Investitionswerten (unterschiedliche Einkaufspreise der Portkarten von verschiedenen Herstellern bzw. unterschiedlicher technischer Ausprägung, Investitionen für das Herstellen eines Grabens bei unterschiedlichen Oberflächen (inkl. Berücksichtigung regionaler Aspekte), etc.) Kosten abgeleitet werden. So berücksichtigt beispielsweise die Modellierung (oder besser die Dimensionierung) der Einrichtungen über Parameter (z.B. max. Anzahl von Schnittstellenkarten) auf S. 120 nicht die Vielfältigkeit der unterschiedlichen Einrichtungen verschiedener Hersteller. Hierdurch ergeben sich nicht eindeutig nachvollziehbare Auswirkungen auf die Kosten.

Im Kostenmodell werden außerdem die vorhandenen Marktgegebenheiten nicht widerspiegelt. So betragen heute die Preise einer komplexen Multi-Service Linecard ein Mehrfaches einer einfachen Linecard. Damit wird deutlich, dass das vorliegende Kostenmodell zu theoretisch ist.

Hinsichtlich Glasfaserinfrastrukturkosten ist zwar deren Berücksichtigung grundsätzlich vorgesehen, wie diese aber genau aussehen soll, wird nicht näher erläutert. Dies ist allerdings nicht unerheblich, da die Glasfaserinfrastrukturkosten einen signifikanten Kostentreiber darstellen. Grund hierfür ist, dass Glasfasern nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen.

9.3 Modell muss auch bei der Kostenermittlung den Aspekt der Pfadabhängigkeit berücksichtigen.

Bei der Ermittlung der Kosten (z.B. die der Schnittstellenkarten) werden auf S. 121 zum modellierten Verkehr (zum Referenzzeitpunkt $t=1$) kostenoptimale Karten ermittelt. Wenn man zu einem Referenzzeitpunkt $t=2$, zu dem sich der Verkehr (z.B. nach oben) weiterentwickelt hat, unter Beibehaltung aller sonstigen Inputparameter (u.a. der Standorte), eine erneute Modell-Berechnung durchführt, kann es zu kostenoptimalen Lösungen kommen, die aus technischer Sicht aber als vermeidbar sprunghaft angesehen werden können. Durch das Modell wird nicht sichergestellt, dass bei einer Veränderung des Verkehrs Lösungen bestimmt werden, die aufeinander aufbauen und so eine gewisse Pfadabhängigkeit berücksichtigen.

10 Ermittlung von indirekten Investitionen und OPEX sind ausführlicher zu beschreiben und im Modell zu berücksichtigen.

Laut Kapitel 8 des Referenzdokuments erfolgt die Modellierung von indirekten Investitionen und OPEX bei bottom-up Modellen in der Regel auf Basis von Zuschlagsfaktoren. Allerdings seien sowohl indirekte Investitionen als auch OPEX nicht Thema des zu spezifizierenden Kostenmodells. Dadurch werden jedoch wesentliche Kostenbestandteile nicht berücksichtigt, auf jeden Fall aber deren Behandlung und Ermittlung nicht näher beschrieben und erläutert.



11 Sonstige Anmerkungen

11.1 Verwendung der „Einheit Erlang“ ist nicht zweckmäßig und sollte ersetzt werden

Im Referenzdokument wird mehrfach die Einheit „Erlang“ verwendet. Allerdings ist dessen Verwendung für das vorliegende Kostenmodell für das Breitbandnetz ungeeignet, in dem zukünftig alle Dienste integriert werden.

Im PSTN als einem Ein-Dienste-Netz auf Basis von 64 kbit/s gibt der Verkehrsanteil einer Verkehrsquelle gleichzeitig den Bandbreitebedarf an, wofür die „Einheit“ Erlang verwendet wird.

Bei Netzen, in denen Dienste mit unterschiedlichem Bandbreitenbedarf realisiert werden, sollte man nicht den Begriff Erlang verwenden, sondern von Verkehrswerten sprechen. Denn eine Verkehrseinheit des Dienstes Voice hat einen völlig anderen Bandbreitenbedarf als eine Verkehrseinheit des Dienstes TV.

Ungeachtet dessen ist es zur Klarstellung notwendig zu erläutern, was in diesem Dokument mit Erlang für IP-Verkehr bezeichnet wird.

- Definition (1): Ist es der Verkehrswert, d.h. der Anteil a , mit dem eine Verkehrsquelle in der Hauptverkehrsstunde aktiv ist? oder
- Definition (2): ist der Anteil b der Anschlussbandbreite gemeint, der in der Hauptverkehrsstunde beansprucht wird,
d.h. $b = a * (\text{mittlere Bandbreite}) / (\text{Anschlussbandbreite})$?

Für die Beantwortung der im Referenzdokument gestellten Fragen wird seitens der Deutschen Telekom angenommen, dass mit Erlang der Aktivitätswert, also Definition (1) gemeint ist.

11.2 Abbildung des Routing fehlt

Unklar ist, wie das Routing abgebildet wird. Im Modell aus 2005 wurde dies in einem separaten Kapitel behandelt. Dieses fehlt im aktuellen Referenzdokument. In diesem Zusammenhang stellt sich insbesondere die Frage, wohin der Traffic, der aus einem LSR in Richtung „Hierarchie“ abfließt, abgeführt wird.

11.3 Ganzheitliche Modellbeschreibung fehlt

Die Auswirkungen von Veränderungen bestimmter Parameter auf die Ergebnisse (also Kosten pro Dienst) lassen sich nicht nachvollziehen, da eine ganzheitliche Modellbeschreibung fehlt bzw. dies nicht Ziel des Dokuments zu sein scheint.

Unklar ist zudem, inwiefern Traffic Management-Aufgaben wie Caching oder Content Delivery Networks oder auch Sicherheitsfunktionen durch das Kostenmodell erfasst und adäquat abgebildet werden.



12 Fazit

Da das WIK-Kostenmodell für das Breitbandnetz 2010 die realen Bedingungen wie z.B. bestehende Netzstrukturen sowie langfristige Planungsperspektiven beim Netzaufbau nicht adäquat berücksichtigt, spiegeln die damit zu ermittelnden Kostenergebnisse und -strukturen die Realität nicht wider und eignen sich somit nicht zur Überprüfung ex ante-genehmigungspflichtiger Entgelte. Das WIK-Kostenmodell leidet zusätzlichen an methodischen Mängeln und in weiten Teilen an einer mangelhaften Beschreibung.

Im Übrigen ist gerade in einem Markt, der hohe Wachstumsraten aufweist und durch erst im Aufbau befindliche Netze und durch sich ständig neu entwickelnde Dienste geprägt ist, die Gefahr groß, dass bei einer wie vom WIK vorgeschlagenen netzbetreiberunabhängigen Nachfragemodellierung falsche Basisdaten in das Kostenmodell eingehen und so zusätzlich die Ergebnisse verfälscht werden. Nur eine netzbetreiberabhängige Nachfragemodellierung kann hier zu belastbaren Ergebnissen beitragen.

Vor diesem Hintergrund sind im Falle von Ex ante-Entgeltgenehmigungen zwingend die Kostennachweise des regulierten Unternehmens zugrunde zu legen.



13 Anmerkungen zu den Kommentaren

13.1 Kommentare des dritten Kapitels

Kommentar 3-1

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

Diese Frage kann so nicht beantwortet werden, da die klare Definition einer Verkehrsklasse in Form der charakterisierenden Parameter im Dokument fehlt. Aus methodischer Sicht ist es unseres Erachtens aber auch nicht notwendig eine Beschränkung der Verkehrsklassen (auf mindestens 6 oder 8) vorzunehmen. Da die Entwicklungen der IP-Dienste nicht vorhergesagt werden können, sollte das Modell keine unnötigen Einschränkungen aufweisen (siehe auch bei Kommentar zu 4-12).

Kommentar 3-2

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 Diensteanteilen verfügbar bzw. generierbar sind.

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

Diese Frage kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschließend beantwortet werden. Wenn eine exakte Definition der Verkehrsklassen seitens WIK oder BNetzA vorliegt, muss geprüft werden, ob die für die Dimensionierung des Netzes notwendigen Verkehrsdaten erhoben werden können bzw. welcher Aufwand dafür notwendig ist, falls nicht alle Informationen von den Routern bereitgestellt werden können. Im Übrigen verweisen wir auch auf unsere Ausführungen in den obigen Abschnitten 4 und 5.

13.2 Kommentare des vierten Kapitels

Kommentar 4-1

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.

Die vorgeschlagene Anzahl von 3 Netzebenen je Netzsegment erscheint aus heutiger Sicht ausreichend, unter der Voraussetzung, dass keine fundamentalen Architekturänderungen umgesetzt werden müssen.



Kommentar 4-2

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.

Im Allgemeinen sind die Netzstrukturen an lokale Gegebenheiten anzupassen (städtische und ländliche Gebiete unterscheiden sich teilweise deutlich). Mit bestimmten Produkten ist die Deutsche Telekom nicht flächendeckend im Bundesgebiet vertreten. Daraus ergeben sich netztechnisch unterschiedliche Strukturen.

Kommentar 4-3

Aufgrund des Zuführungscharakters des Konzentratornetzes 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 hinreichend großen Verkehrsmengen ermöglicht werden.

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

Wir halten die grundsätzliche Abbildung von Sternstrukturen für sinnvoll, jedoch weisen wir darauf hin, dass diese mit Resilience (doppelte Abstützung der Netzebenen untereinander) aufgebaut sein sollte. Hierdurch entstehen zwar erhebliche Mehrkosten gegenüber einer einfachen Sternstruktur ohne Netzresilience, wie im Referenzdokument des WIK zum Kostenmodell Breitbandnetz 2010 dargestellt, allerdings ist die Doppelung von Knoten und Kanten (Resilience) zur Sicherstellung der geforderten Produktverfügbarkeit unerlässlich.

Siehe hierzu auch unsere Ausführungen im obigen Abschnitt 6.1.

Kommentar 4-4

Die Sicherung kann neben der in Tabelle 4-2 dargestellten Verkehrsverteilung auch über Ersatzschaltung und Einwegeführung 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.

Aus heutiger Sicht ist keine Abweichung von der vorgeschlagenen paritätischen Aufteilung der Verkehrsströme auf Erst- und Zweitweg erforderlich. Erst- und Zweitweg sind so zu dimensionieren, dass auch im Fehlerfall der gesamte Verkehr geführt werden kann. In der Studie wird implizit unterstellt, dass nur ein Schutz gegenüber Einzelfehlern umgesetzt ist.



Kommentar 4-5 (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.

Siehe Kommentar 4-4.

Kommentar 4-6 (2-Ebenen-Kernnetz)

Wir bitten um Stellungnahme, ob neben der Stern- und 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.

Der Zusammenhang zwischen „Überlaufverkehr“ und der Abbildung 4-11 wird nicht deutlich. Grundsätzlich ist von abgeschlossenen IP-Domänen auszugehen, die über das Kernnetz miteinander verbunden sind. Mittelfristig können Querverbindungen an Bedeutung gewinnen, wenn z.B. die Service-Creation weiter an den Netzrand verlagert wird. Das Modell muss dieses unterstützen.

Kommentar 4-7 (2-Ebenen-Kernnetz)

Wir bitten um Stellungnahme zu der vorgeschlagenen paritätischen Verkehrsführung.

Siehe Kommentar 4-4.

Kommentar 4-8 (3-Ebenen-Kernnetz)

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

Die logische Struktur eines 3-Ebenen-Kernnetzes ist aus heutiger Sicht in Ordnung. Allerdings stellt sich die Frage, ob eine Ringstruktur im Kernnetz angesichts der zu erwartenden Verkehrsmengen und aus Sicht von Dienstparametern wie Signallaufzeiten adäquat ist.

Kommentar 4-9

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

Zur redundanten Verbindung zweier Standorte mit je zwei anderen Standorten sind mindestens 4 Verbindungsleitungen notwendig, diese werden auch in einem solchen Fall geplant und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten realisiert.



Kommentar 4-10

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

Die vorgeschlagene Parametrisierung ist im Modell grundsätzlich möglich. Allerdings sehen wir nicht alle der aufgeführten Szenarien als umsetzbar an.

Kommentar 4-11

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.

Grundsätzlich ist die Volatilität beim Interconnection-Verkehr, der über Peering und Transit abgewickelt wird, begrenzt.

Kommentar 4-12

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, um belastbare Mark-up-Faktoren abzuleiten.

Der Vorgehensweise wird nicht zugestimmt. Für eine detaillierte Erläuterung siehe Abschnitt 5.2 oben.

13.3 Kommentare des fünften Kapitels

Kommentar 5-1

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

Ja.

Verfügbarkeit 99,999%.

Kommentar 5-2

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

Der zwingende Zusammenhang zwischen IPoDWDM und GMPLS wird nicht gesehen, wobei die angesprochenen Unsicherheiten zumindest generell geteilt werden. Mit IPoDWDM hat der Routerhersteller die Möglichkeit, sein Equipment tiefer im opti-



schen Netz zu „verwurzeln“ und der Netzbetreiber hat – zumindest oberflächlich betrachtet – die Möglichkeit, Transponder in den WDM-Systemen einzusparen und somit Kosten zu reduzieren. Auch die ITU hat dieses Thema in einer generalisierten Form unter dem Schlagwort „Black Link“ aufgegriffen.

Ob und in welcher Form sich dieser Ansatz durchsetzt, ist noch völlig offen. Auch Konferenzbeiträge anderer großer TK-Unternehmen zeigen hier keine einheitliche Linie auf.

Wir teilen die Einschätzung, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Technologie noch nicht ausgereift ist. Ferner sind wichtige betriebliche Fragen wie Interoperabilität noch offen.

Kommentar 5-3

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

Die Einschätzung, dass das Layer 2-Konzentrationsnetz nicht durch ein reines Layer 1-Netz in diesem Kostenmodell (auch nicht optional) ersetzt werden soll, teilen wir in sofern, als dass wir auch auf absehbare Zeit die Notwendigkeit zur Realisierung von ein- oder zwei-stufigen Layer 2- und/oder Layer 3 Konzentrationsnetzen sehen.

Kommentar 5-4

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

Die beiden Konzepte „reines OTN“ und „IPoDWDM“ schließen sich nicht grundsätzlich aus. Aktuell werden für das IP-Kernnetz nur DWDM-Systeme angeboten, die die Auswahl IPoDWDM versus OTN nicht einschränken. Die derzeitigen Diskussionen lassen selbst Mischlösungen auf dem gleichen DWDM-System als möglich erscheinen, so dass von einem hybriden Einsatz beider Techniken auszugehen ist.

Kommentar 5-5

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 Konzentratornetzes, 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.

Die vorgeschlagene Abgrenzung ist durchaus nachvollziehbar.



Kommentar 5-6

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

Die maximale Anzahl der Standorte in einem Ring wird durch die technischen Grenzen des zu verwendenden Systems bestimmt. Das Modell sollte deshalb in diesem Punkt flexibel sein.

Kommentar 5-7

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.

Wir betrachten den Glasfaserring letztlich nur als topologischen Sonderfall der Maschenstruktur. Es ist vom Verkehrsaufkommen abhängig, ob direkte Punkt-zu-Punkt-Beziehungen oder Ringstrukturen mit erhöhtem Transitverkehr in den zu durchlaufenden Übertragungssystemen günstiger sind. Das Modell sollte für eine unterschiedliche Anzahl von Standorten in der Ringstruktur offen sein, wobei explizit auch die Beschränkung auf 2 Standorte möglich sein muss. Die bei der Frage, ob „bei sehr geringen Bandbreitenanforderungen die Führung über nur einen Glasfaserring optional zuzulassen“ ist, stattfindende Vermischung von architektonischen Überlegungen hinsichtlich möglicher Schutzverfahren und topologischen Strukturen halten wir nicht für sinnvoll. Das Modell muss für die unterschiedlichen Vorgehensweisen generell offen sein.

Kommentar 5-8

Ergänzend sei angemerkt, dass in der Literatur vorgeschlagen wird, hohe Bandbreitenanforderungen ggf. aus einigen Dienstklassen (wie z.B. IPTV) in direkt 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.

Das Kostenmodell sollte die Möglichkeit zur Realisierung von unterschiedlichen Diensten über unterschiedliche Architekturen und Topologien unterstützen. Bezüglich des konkreten Beispiels „Vier-Wege-ROADM“ werden allerdings Zweifel angemeldet. Hier ist sicherlich im Detail die tatsächliche Netzstruktur zu betrachten.

Kommentar 5-9 (Kernnetz)

Wir bitten um Stellungnahmen,

(1) eine Multi-Ring-Topologie einzuführen,



(2) eine Führung von verschiedenen geographisch benachbarten Kabelabschnitten in gemeinsamen Gräben zu realisieren.

(1) Wenn schon im Konzentrationsnetz der generelle Einsatz von Ringstrukturen infrage gestellt wird, so wird man den wirtschaftlichen Einsatz von Ringstrukturen im Kernnetz noch skeptischer beurteilen müssen. Die Tendenz geht aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens eindeutig zu einer höheren physikalischen Vermaschung der Router.

(2) Hierzu lässt sich keine generelle Aussage machen. Im Zuge einer Einzelfallprüfung muss die Verfügbarkeit gegenüber einer Kosteneinsparung abgewogen werden.

Kommentar 5-10 (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.

Generell kann die Frage aufgeworfen werden, ob ein Zwei-Ebenen-Kernnetz noch Mittel der Wahl ist, wobei wir

(1) im Fall eines 2-Ebenen-Kernnetzes den Vorschlag unterstützen

(2) aber im 1-Ebenen-Kernnetz eindeutig die Tendenz zu einer höheren physikalischen Vermaschung der Router auf Grund des hohen Verkehrsaufkommens sehen.

Kommentar 5-11 (Kernnetz)

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

Aufgrund der formulierten Skepsis zum Zwei-Ebenen-Kernnetz sehen wir aktuell keine Notwendigkeit zur weiteren Separierung der Topologie in ein 3-Ebenen-Netz. Aus diesem Grund stellt sich die Frage nach Kriterien für die Aufteilung nicht.

13.4 Kommentare des sechsten Kapitels

Kommentar 6-1

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

Ja, die Dimensionierung muss die Redundanzanforderungen berücksichtigen.

Da die Kontrollschicht die zentralen Einheiten zur Steuerung des NGN enthält, ist es zwingend erforderlich, entsprechende Redundanzmaßnahmen vorzusehen, damit die



geforderte Dienstqualität und Verfügbarkeit eingehalten werden können. Die Maßnahmen müssen bei der Dimensionierung berücksichtigt werden.

13.5 Kommentare des siebten Kapitels

Kommentar 7-1

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

Die Investitionen können anhand der genannten Elemente modelliert werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass Karten und Geräte (plug-in-units) immer vom jeweils gleichen Hersteller verwendet werden, da diese zu einander kompatibel sein müssen. Es dürfen daher keinesfalls immer die günstigsten Einzelkomponenten unterschiedlicher Hersteller angesetzt 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 ist allgemein festzuhalten, dass die Deutsche Telekom im Konzentratornetz keine reinen Ethernet-Komponenten einsetzt.

Kommentar 7-2

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).

Siehe Stellungnahme zu 7-1.

Die Investitionen können anhand der genannten Elemente modelliert werden.

Kommentar 7-3

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

Siehe Stellungnahme zu 7-1.

Die Investitionen können anhand der genannten Elemente modelliert werden.

Kommentar 7-4

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



Die Investitionen im Transportnetz werden durch die genannten Netzelemente verursacht. Die Vielfältigkeit der Geräte, z.B. eines ROADM, hinsichtlich Funktionalität und Investitionen, lässt sich aber nicht durch ein virtuelles Einheitsgerät modellieren, die Investitionen unterscheiden sich teilweise um den Faktor 10. Es ist zwingend erforderlich, hier eine weitere Differenzierung vorzunehmen. Zudem fehlt die Modellierung des Layer 1 Verkehrs.

Auch hier sind Planungs- und Montageansätze zu berücksichtigen und in den Kalkulationsformeln als separate Faktoren auszuweisen.

Dem vorliegenden Ansatz kann so nicht zugestimmt werden.

Kommentar 7-5

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

Siehe Stellungnahme zu 7-4.

Als ADM sind Multi-Degree-ROADM anzusetzen.

Kommentar 7-6

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

Die Einschätzung, dass die Bedeutung einer Verbindung linear mit der Bandbreite wächst (Referenzdokument, S. 147), wird nicht geteilt. Vielmehr sind hier die SLA insbesondere hinsichtlich der Verfügbarkeit für die verschiedenen Dienste zu beachten.

Dem Modellierungsvorschlag wird so nicht zugestimmt.

Es sollte auch 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.

13.6 Kommentare des achten Kapitels

Kommentar 8-1

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

Der Begriff „indirekte“ Kosten ist unklar und muss definiert werden.

Die Zuschlagsfaktoren für OPEX sollten technologieabhängig definiert sein.



Zur Berechnung der Betriebskosten (OPEX) sind Geräte-/Standortkosten (u. a. Strom, Miete, Wartung, ...) und die Betriebsprozesse (v.a. Personalaufwand) zu modellieren und monetär zu bewerten.

Einer Approximation des OPEX als festem Anteil des CAPEX kann nicht zugestimmt werden. Mit dieser Vorgehensweise wird man 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.

Eine Approximation des OPEX muss zumindest die Abhängigkeit von der Anzahl und Funktion der Netzelemente, der Standardprozesse und der Kundenzahlen widerspiegeln.