

### **Kommentar 3-1**

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

Antwort:

[REDACTED]  
[REDACTED] Neben einer Diensteklasse zur Netzsteuerung und –kontrolle, die in der öffentlichen Diskussion oft nicht explizit mitgezählt wird, halten wir zwischen 3 und 5 Verkehrsklassen im Backbone für angemessen. Soll ein Backbone modelliert werden, das im Sinne eines konvergenten All-IP-Backbones verschiedenste Dienste für unterschiedliche Kunden(gruppen) transportiert, sind unseres Erachtens 5 Klassen sinnvoll, wird ein Backbone modelliert, das nur eine Teilmenge der Dienste und Kundengruppen bewältigen können muss, sind 3 Diensteklassen angemessen.

Mehr als 5 Klassen stellen für das Netzmanagement und die Konfiguration sowie für die Hardware (so sie denn überhaupt verfügbar ist) eine zu große Komplexität dar.

### **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.

Antwort:

Eine Messung von einzelnen Diensteanteilen ist in unserem (Anschluss)Netz nur für eine begrenzte Anzahl Dienste überhaupt möglich. Sonstige Dienste sind nur durch Paketinspektionsverfahren messbar. [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Grundsätzlich können wir die Anteile am Gesamtverkehr sowie verschiedene andere Daten für die von uns implementierten Verkehrsklassen liefern. Jedoch bitten wir zu beachten, dass wir nur für die von uns tatsächlich implementierte Klassensystematik liefern können. Sollte also eine Abfrage für eine abweichende Zahl von Klassen gewünscht sein, können wir diese Daten nicht bereitstellen. Ähnliches erwarten wir für alle anderen Carrier auch. Wenn BNetzA/WIK sich also beispielsweise auf 3 Klassen festlegen und für diese Daten/Werte erheben (lassen) wollen, wir aber 5 Klassen implementiert haben, ist ein „Umkodieren“ etc. nicht möglich. Versuche, die darauf abzielen zwei Klassen der einen Systematik zu einer Klasse der anderen Systematik aufzusummieren, führen die Datenabfrage ad absurdum.

Zudem bitten wir bei Datenabfragen entsprechende Vorlaufzeiten vorzusehen. Die Messungen im Backbone müssen vorbereitet und durchgeführt werden.

#### **Kommentar 4-1**

Die vorgegebene maximale Anzahl von Netzebenen je Netzsegment definiert den Rahmen innerhalb dessen Variationen und Szenarien berechnet und komparativstatistisch 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.

Antwort:

Wir halten die Beschränkung für angemessen.

#### **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.

**Antwort:**

Eine bundeseinheitliche Festlegung der Anzahl von Netzebenen ist sachgerecht. Nach unseren Erfahrungen bestehen bezogen auf den einzelnen Nutzer ohnehin kaum Nachfrageunterschiede, d.h. das Nutzungsverhalten ist bundesweit ähnlich. Nachfrageunterschiede bestehen lediglich aufgrund einer variierenden Bevölkerungsdichte und die ist - zumindest im Vergleich zu anderen Ländern – nicht so stark ausgeprägt.

#### **Kommentar 4-3**

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.

**Antwort:**

Grundsätzlich ist es sinnvoll an dieser Stelle die logische Infrastruktur sternförmig vorzusehen, da die Verkehrsströme für die Festnetzzugangsprodukte entsprechend zu erwarten sind. Eine Betrachtung von weiteren Verkehrsstrukturen ist sinnvoll. Neben den beschriebenen VLAN-Verkehren kommen evtl. noch andere Anwendungen hinzu. Bzgl. zukünftiger Realisierungen von LTE wird zurzeit diskutiert, dass schon zwischen den Masten Verkehre direkt ausgetauscht werden und nicht alle Verkehre über zentrale Punkte geführt werden. Sofern man diese Mobilfunktechnologie in das Konzentrationsnetz integrieren möchte, sind diese Strukturen mit abzubilden. [REDACTED]

**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.

**Antwort:**

Telefónica O<sub>2</sub> sieht keinen Grund, warum von der paritätischen Verkehrsverteilung abgewichen werden sollte.

#### **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.

**Antwort:**

Das Vorgehen ist angemessen, zu diskutieren wären die Schwellenwerte für die Einrichtung von Direktverbindungen. Im Core-Backbone dürften drei disjunkte Wege angemessen sein.

#### **Kommentar 4-6 (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.

**Antwort:**

Das beschriebene Vorgehen ist sachgerecht. Es ist damit zu rechnen, dass zumindest mittelfristig Servereinrichtungen auch an Standorten der unteren Ebene angebunden werden. Dies gilt vor allem dann, wenn die vom Endkunden nachgefragte Bandbreite weiter so steigt, wie das im Moment der Fall ist und gleichzeitig immer mehr regionale Dienste abgefragt werden. In diesem skizzierten Fall werden nach unseren Simulationen die Transportkosten die Standortkosten dominieren, so dass ein früheres Ausphasen des Verkehrs notwendig sein wird.

#### **Kommentar 4-7 (2-Ebenen-Kernnetz)**

Wir bitten um Stellungnahme zu der vorgeschlagenen paritätischen Verkehrsführung.

Antwort:

Die optionale Anbindung zweier geografisch unterschiedlicher LSR Standorte ist sinnvoll und [REDACTED]

#### **Kommentar 4-8 (3-Ebenen-Kernnetz)**

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

Antwort:

Wir halten das Vorgehen für sinnvoll.

#### **Kommentar 4-9 (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.

Antwort:

Die vorgeschlagene Verkehrsaufteilung ist sinnvoll. [REDACTED]  
[REDACTED]

#### **Kommentar 4-10**

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

Antwort:

Grundsätzlich ist die parametergesteuerte Abbildung des Interconnection-Verkehrs sinnvoll. In einer Abfrage bei den Unternehmen kann man sicherlich für den Punkt „Standorte“ gute Ergebnisse erzielen, inwieweit die „Anteile an der Verkehrsnachfrage“ hinreichend gut geschätzt werden können, halten wir für fraglich.

#### **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.

Antwort:

Es ist nicht auszuschließen, dass die im Peering oder Transit abgewickelten Interconnectionverkehre einer starken Volatilität unterliegen. Das vorgeschlagene Vorgehen einer Inputparameter gesteuerten Festlegung der ein- und ausgehenden Interconnectionverkehre dürfte aber u.E. sachgerecht sein. Das Modell soll ja lediglich die effiziente Anzahl von Netzelementen bzw. die Netzkosten bestimmen, es muss daher auch gar nicht immer zwingend das reale Netzdesign widerspiegeln.

**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 (wie in Anhang A3 dargestellt), um belastbare Mark-up-Faktoren abzuleiten.

**Antwort:**

Das beschriebene Vorgehen ist sachgerecht.

**Kommentar 5-1**

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

**Antwort:**

Die Verfügbarkeitswerte des SDH sollten eine zu berücksichtigende Nebenbedingung sein. Ein Wert von 99,998 % sollte nicht unterschritten werden.

**Kommentar 5-2**

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



**Antwort**

■ Nach unserem Verständnis wird diese Technologie von den Routerherstellern vorangetrieben, ■

■

■

■

■

■

**Kommentar 5-3**

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.

**Antwort:**

Es ist unwahrscheinlich, dass das Layer 2 Konzentrationsnetz jemals durch ein reines Layer 1 Netz ersetzt werden kann, insofern muss dieser Aspekt in der aktuellen Modellierung auch nicht berücksichtigt werden. Zum einen lassen sich P2MP-Technologien nicht ohne weiteres „entbündelt“ anbieten, was möglicherweise verlangt werden könnte, zum anderen sind die Kosteneinsparungen durch eine mögliche Netzknotenreduzierung u.E. überbewertet. Außerdem ist fraglich, ob die beschriebenen Technologien überhaupt eine hinreichend lange ökonomische Nutzungsdauer aufweisen werden.

**Kommentar 5-4**

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

**Antwort:**

[REDACTED]

**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 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.

**Antwort:**

Telefónica O<sub>2</sub> hält diese Auswahl für sinnvoll.

**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?

**Antwort:**

Die Anzahl sollte begrenzt werden. Eine Orientierung an der maximalen Anzahl von Kanälen eines CWDM-Systems erscheint als sinnvoll.

**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.

**Antwort:**

Die Ringtopologie ist sinnvoll, ebenso wie die optionale Berücksichtigung von Einfachführung.

**Kommentar 5-8**

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

**Antwort:**

Das beschriebene Vorgehen wurde bislang nicht untersucht, insofern können keine Aussagen getroffen werden.

**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.

**Antwort:**

Die Einführung der Multi-Ring-Topologie ist sachgerecht. Die Führung von verschiedenen geographisch benachbarten Kabelabschnitten in gemeinsamen Gräben sollte von der Verkehrsmenge, die über diese Abschnitte abgewickelt wird, abhängig sein. Bei hohen Verkehrsmengen sollte eine strikte Separierung erfolgen.

### **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.

Antwort:

Das beschriebene Vorgehen ist sachgerecht.

### **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.

Antwort:

Nach dem Verständnis der Telefónica O<sub>2</sub> ist Separierung von infrastrukturellen Elementen verschiedener Netzebenen bzw. Teilnetze keine grundsätzliche Anforderung. Die Notwendigkeit der Separierung richtet sich nach der angestrebten Netzverfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Eine gemeinsame Nutzung z.B. von Kabelkanalanlagen senkt zunächst einmal die Kosten. Jedoch dürfen durch einen solchen Kabelkanal nur die Kabel gemeinsam geführt werden, die mit Blick auf die Erreichung der angestrebten Verfügbarkeit gleichzeitig ausfallen dürfen. Auf Basis der Topologie, sowie den Ausfallwahrscheinlichkeiten der einzelnen Komponenten



bzw. Teilinfrastrukturen ist somit zu entscheiden, welche Infrastrukturen geteilt werden können, so dass die angestrebte Verfügbarkeit erreicht werden kann.

Ansonsten verweisen wir auf die Antwort zu Kommentar 5-9.

#### **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.

Antwort:

Der Vorschlag findet unsere Zustimmung.

#### **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).

#### **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).



### **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).

### **Kommentar 7-4**

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

### **Kommentar 7-5**

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

### **Kommentar 7-6**

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

Antwort zu den Kommentaren 7-1 bis 7-6

Anders als die Kosten im Anschlussnetz, sind die Kosten des Konzentrationsnetzes und der nachgelagerten Ebenen nicht überwiegend abhängig vom CAPEX, sondern es sind die Betriebskosten (insbesondere Strom, Wartung und Servicepauschalen) zu berücksichtigen. Die Betriebskosten sind jedoch unabhängig vom CAPEX, so

dass eine Abbildung über einen einfachen Betriebskostenfaktor wahrscheinlich nicht hinreichend genau ist.

Es wird daher angeregt, dass im Modell zumindest die Stromkosten genauer modelliert werden. Da die Anzahl der Netzelemente ja ohnehin im Modell bestimmt wird, sollte dies auch möglich sein. Es müssten lediglich Informationen zum Stromverbrauch der Netzelemente zusätzlich eingebaut werden.

Zudem sei darauf hingewiesen, dass bei den dargestellten teilweise recht langen Summenformeln immer ein Risiko besteht, dass die Programmierung (z.B. durch einen einfachen Tippfehler) unbemerkt fehlerhaft wird. Entsprechende Kontrollen sollten daher unbedingt durchgeführt werden.

### **Kommentar 8-1**

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

Neben den Anmerkungen zu den Punkten 7-1 bis 7-6 oben, weisen wir darauf hin, dass wir für Backbonenetze aufgrund der langen Erfahrung und Konstanz der realen Strukturen eine Zuschlagsberücksichtigung des OPEX für sinnvoller halten als im Konzentrator- oder gar Accessnetz: je komplexer und verzweigter ein Netz desto weniger sind die OPEX-Kosten über einen einheitlichen Zuschlagssatz abzuschätzen.