

Anell, Patrick; Zoz, Konrad

**Working Paper**

## Die Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Kosten des leitungsvermittelten Festnetzes

WIK Diskussionsbeitrag, No. 304

**Provided in Cooperation with:**

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH, Bad Honnef

*Suggested Citation:* Anell, Patrick; Zoz, Konrad (2008) : Die Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Kosten des leitungsvermittelten Festnetzes, WIK Diskussionsbeitrag, No. 304, WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste, Bad Honnef

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/226918>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Die Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Kosten des leitungsvermittelten Festnetzes

Autoren:  
Patrick Anell  
Konrad Zoz

Bad Honnef, Februar 2008

**WIK Wissenschaftliches Institut für  
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH**

Rhöndorfer Str. 68, 53604 Bad Honnef

Postfach 20 00, 53588 Bad Honnef

Tel 02224-9225-0

Fax 02224-9225-63

Internet: <http://www.wik.org>

eMail [info@wik.org](mailto:info@wik.org)

[Impressum](#)

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.  
ISSN 1865-8997

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>VII</b>
<b>Summary</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Zielsetzung der Untersuchung	1
1.2 Methodik der Untersuchung	1
1.3 Aufbau der Arbeit	2
<b>2 Die Kosten des klassischen Festnetzes</b>	<b>4</b>
2.1 Begriff und Abgrenzung des Festnetzes	4
2.1.1 Netz- und Zusammenschaltungsstruktur („regulatorisches Netz“)	4
2.2 Zusammenschaltung in Deutschland	5
2.2.1 Kostenstandard der Long run average incremental costs (LRAIC)	6
2.2.2 Das Zusammenschaltungsregime (EBC-Regime)	7
<b>3 Mobilfunksubstitution – Abgrenzung und Quantifizierung</b>	<b>12</b>
3.1 Definition bzw. Abgrenzung der Mobilfunksubstitution	12
3.2 Festnetzmobilfunksubstitution in der Empirie	14
3.2.1 Entwicklung der Anschlusszahlen in Festnetz und Mobilfunk	15
3.2.2 Entwicklung der Anzahl der „Mobile Only“-Haushalte	16
3.2.3 Entwicklung der Verkehrsminuten	17
3.3 Einflussfaktoren auf die Festnetzmobilfunksubstitution	18
3.4 Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Verkehrsverteilung	20
<b>4 Analyse der Kostenimplikationen der FMS unter Verwendung des Analytischen Kostenmodells für das Nationale Verbindungsnetz</b>	<b>21</b>
4.1 Datengrundlage zur Anwendung des Analytischen Kostenmodells für das Nationale Verbindungsnetz	24
4.1.1 Herleitung der Hauptverteilerdatenbank	25
4.1.2 Herleitung der Verkehrsparameter für das Basisjahr 2005	31
4.2 Herleitung der modellrelevanten Verkehrsströme des Basisszenarios 2005	35
4.2.1 Im Netz verbleibender Verkehr	36
4.2.2 Ausgehender Interconnection-Verkehr	37

4.2.3	Eingehender Interconnection-Verkehr	40
4.2.4	Gesamter im Netz generierter Verkehr	42
4.3	Quantifizierung der weiteren Substitutionseffekte im PSTN/ISDN	43
4.3.1	Quantifizierung der Substitution durch Mobilfunk	44
4.3.2	Quantifizierung der Substitution von Schmalband- durch Breitbandinternet	45
4.3.3	Quantifizierung der Substitution durch Voice over IP	46
4.3.4	Quantifizierung der Substitution durch von Wettbewerberanschlüssen generiertem Verkehr	46
4.3.5	Quantifizierung der Substitution durch Telefonie über TV-Kabel	47
4.3.6	Quantifizierung des im PSTN/ISDN des Incumbents generierten zusätzlichen Kommunikationsbedarfs	48
4.4	Spezifikation der FMS-Szenarien	48
4.4.1	Szenariengruppe „Alle Substitutionseffekte“	49
4.4.2	Szenario „Alle Substitutionseffekte: Keine FMS“	53
4.4.3	Szenariengruppe „Nur FMS“	54
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>57</b>
5.1	Ergebnisse der FMS-Szenarien	57
5.2	Robustheit der Ergebnisse	61
5.3	Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen	65
<b>6</b>	<b>Resümee</b>	<b>66</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Schema der IC-Leistungen	9
Abbildung 3-1:	Darstellung der FMS im engen Sinne	13
Abbildung 3-2:	Darstellung der FMS im weiten Sinne	14
Abbildung 3-3:	Entwicklung von Kanalzahlen von Mobil- und Festnetz im Vergleich 1999 bis 2006	16
Abbildung 3-4:	„Mobile Only“-Haushalte in den EU15-Ländern (2004 und 2006)	17
Abbildung 3-5:	Entwicklung von Festnetz- und Mobilfunkverkehrsminuten (1999 – 2006)	18
Abbildung 4-1:	Netzstruktur mit drei Vermittlungsebenen (Referenzstruktur)	22
Abbildung 4-2:	Geschätzte Anzahl HVt je Ortsnetzbereich	27
Abbildung 4-3:	HVt-Standorte und Ortsnetzbereiche	28
Abbildung 4-4:	Ergebnis der Verteilung der Anschlüsse	30
Abbildung 4-5:	Schema der Verkehrsströme im Verbindungsnetzmodell	33
Abbildung 4-6:	Substitutionseffekte und -richtungen im PSTN des Incumbents	43

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1:	Anschlusszahlen für das Jahr 2005 tatsächlich und geschätzt	30
Tabelle 4-2:	Ableitung der Verkehrsparameter für das Basisjahr 2005	32
Tabelle 4-3:	Ableitung der Parameter zur Verkehrsaufteilung für das Jahr 2005	34
Tabelle 4-4:	Im Netz verbleibender Verkehr (in Mrd. Minuten pro Jahr)	37
Tabelle 4-5:	Ausgehender Interconnection-Verkehr (in Mrd. Minuten pro Jahr)	40
Tabelle 4-6:	Eingehender Interconnection-Verkehr (in Mrd. Minuten pro Jahr)	42
Tabelle 4-7:	Gesamter im Netz generierter Verkehr	42
Tabelle 4-8:	Quantifizierung der Festnetzmobilfunksubstitution	45
Tabelle 4-9:	Szenario „Moderate FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)	49
Tabelle 4-10:	Szenario „Alle Substitutionseffekte: geringe FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)	52
Tabelle 4-11:	Szenario „Alle Substitutionseffekte: Hohe FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)	53
Tabelle 4-12:	Szenario „Alle Substitutionseffekte: keine FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)	54
Tabelle 4-13:	Szenario „Nur FMS: moderate FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)	55
Tabelle 4-14:	Szenario „Nur FMS: Geringe FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)	55
Tabelle 4-15:	Szenario „Nur hohe FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)	56
Tabelle 5-1:	Prozentuale Veränderungen der Zusammenschaltungsentgelte in den drei Szenarien „Nur FMS“	57
Tabelle 5-2:	Prozentuale Veränderungen der Zusammenschaltungsentgelte in den drei Szenarien „Alle Substitutionseffekte“	58
Tabelle 5-3:	Prozentuale Veränderungen der Zusammenschaltungsentgelte im Szenario „Keine FMS - alle weiteren Substitutionseffekte“	59
Tabelle 5-4:	Elastizitäten der rel. Tarifveränderung / rel. Verkehrsmengenveränderung	60
Tabelle 5-5:	Veränderung der IC-Entgelte aufgrund einer Senkung der Investitionspreise für elektronische Bauteile um 30 %, dargestellt für den Verkehr des Basisjahres 2005	62
Tabelle 5-6:	Veränderung der IC-Entgelte aufgrund einer Senkung der Investitionspreise für elektronische Bauteile um 30 % und einem gleichzeitigen Rückgang der Nachfrage nach Verbindungsminuten im PSTN	63
Tabelle 5-7:	Veränderung der IC-Entgelte bei isolierter Betrachtung des Verkehrsmengentrückgangs im PSTN	63
Tabelle 5-8:	Veränderung der IC-Entgelte aufgrund einer Senkung der Investitionspreise für elektronische Bauteile um 30 % in beiden Szenarien und einem gleichzeitigen Verkehrsmengentrückgang im Zielszenario	64

## Abkürzungsverzeichnis

AKM	Analytisches Kostenmodell
APE	gesetzte Periphere Einheiten
ASB	Anschlussbereich
BB	Breitband
BNetzA	Bundesnetzagentur
BVSt	Bereichsvermittlungsstellen
EBC	Element Based Charging
FMS	Festnetzmobilfunksubstitution
FN	Festnetz
GEZB	Grundeinzugsbereiche
GIS	Geoinformationssystem
HVt	Hauptverteiler
IC	Interconnection
ICP	Interconnection Partner
IN	Intelligent Network
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
KEL	Kosten der effizienten Leistungserstellung
KVSt	Knotenvermittlungsstellen
LEZB	Lokale Einzugsbereiche
LRAIC	Long run average incremental costs
OdZ	Orte der Zusammenschaltung
Ötel	Öffentliche Telefonanlagen
PMX	Primärmultiplex
PSTN	Public Switched Telephone Network
SCP	Signalling Control Points
STP	Signalling Transfer Points
TMN	Telecommunication Management Networks
TVSt	Teilnehmervermittlungsstellen angebunden
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VATM	Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten
WB	Wettbewerber
WVSt	Weitverkehrsvermittlungsstellen





## Zusammenfassung

Die vorliegende Studie analysiert die Implikationen der Festnetzmobilfunksubstitution (FMS), d.h. der Substitution von Festnetztelefonie durch Mobiltelefonie, auf die Kosten des leitungsvermittelten Festnetzes. Primäres Ziel der Studie ist es, die Kostenveränderung infolge von Festnetzmobilfunksubstitution anhand der Zusammenschaltungsleistungen auf Basis des Analytischen Kostenmodells für das nationale Verbindungsnetz in Deutschland zu quantifizieren. Aufgrund der Prognoseschwierigkeiten über die zukünftig zu erwartenden Substitutionseffekte und Nachfrageveränderungen wurden Szenarien und Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um die Reagibilität der Kosten des Festnetzes auf Festnetzmobilfunksubstitution abschätzen zu können. Szenarienbildung und Kostenanalyse basieren im Wesentlichen auf öffentlich zugänglichen Daten bzw. Experteneinschätzungen.

Zur Abbildung der Nachfrage und ihrer Verteilung im Raum wurde eine Datenbank der Hauptverteilerstandorte erstellt. Dabei wurde auf folgende öffentlich verfügbare Informationen bzw. Statistiken zurückgegriffen: Zahl und Lage der Ortnetzbereiche (GIS Daten), Bevölkerungsstatistik auf Gemeindeebene und die Bevölkerungsdichte.

Kern dieser Studie bildet die Formulierung von Verkehrsmengenszenarien, die im Wesentlichen auf Basis von Verkehrsdaten der Bundesnetzagentur (BNetzA) und des Verbandes der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten (VATM) entwickelt wurden. Dabei wurden anhand einer Trichteranalyse ein Szenario „Geringe FMS“, ein Szenario „moderate FMS“ und ein Szenario „hohe FMS“ analysiert. Als ein zentrales Problem bei der Szenarienbildung stellte sich die Datenverfügbarkeit hinsichtlich der Quantifizierung der Festnetzmobilfunksubstitution heraus. Vorhanden sind lediglich Verkehrs- und Anschlussdaten für die jeweiligen Netze sowie ihre Veränderung im Zeitablauf. Aus empirischer Sicht lässt sich feststellen, dass die Entwicklung sowohl der Anschlusszahlen als auch der Verkehrsminuten in Festnetz (abnehmend) und Mobilfunk (steigend) diametral gegenläufig ist, was auf das Vorliegen von Anschluss- und Verkehrssubstitution hinweist, sich jedoch nicht darauf reduzieren lässt. Neben der FMS wirken eine Vielzahl von weiteren Substitutionseffekten auf das PSTN des Incumbents. Diese sind im Wesentlichen die Substitution durch Wettbewerberanschlüsse, die Substitution durch Voice over IP, die Substitution durch Telefonie über TV-Kabel und die Substitution von Schmalbandinternet durch Breitbandinternet. Die Studie differenziert zwischen diesen Substitutionsprozessen und prognostiziert die zukünftige Quantität jedes dieser Prozesse. Dies erfolgt auf Basis der historischen Verkehrsmengenentwicklungen seit 2003 (Quellen: Bundesnetzagentur, VATM) und absehbaren Barrieren bzw. Treibern zukünftiger Verkehrsmengenentwicklungen wie beispielsweise den sinkenden Mobilfunkpreisen, der fehlenden Breitbandfunktionalität des Mobilfunks und der ansteigenden Breitband- und Voice over IP-Nutzung.

Die Untersuchung zeigt, dass die von der FMS ausgehenden Kostenimplikationen im Kontext der Substitutionseffekte quantitativ keine herausragende Stellung einnehmen.

Der Einfluss der FMS auf die Verkehrsmengen im Festnetz des Incumbents ist sogar geringer als die Verkehrsmengeneffekte, die von der Substitution durch Voice over IP-Verkehr, die Substitution durch Anschlusswechsel zum Wettbewerber und durch Substitution von schmalbandigem Internetverkehr durch Breitbandinternet ausgehen. Anhand dreier Szenarien „moderate FMS“ (die FMS behält ihre jetzige Steigerungsrate linear bei), „hohe FMS“ (die FMS verdoppelt ihre Steigerungsrate) und „geringe FMS“ (die FMS halbiert ihre Steigerungsrate) wurde ebenfalls der isolierte Einfluss der FMS auf die Zusammenschaltungsentgelte analysiert. Die Auswertung dieser Szenarien ergab, dass die Zusammenschaltungsentgelte im Zeitraum 2006 bis 2010 aufgrund von FMS lediglich moderat steigen. Die geschätzten Änderungen liegen für die drei untersuchten Tarifstufen zwischen: 2,23 % (im Szenario geringe FMS) bis 9,16 % (im Szenario hohe FMS). Bezogen auf die jährliche Veränderung der Zusammenschaltungsentgelte liegt selbst das Szenario „Hohe FMS“ betragsmäßig (wenn auch mit anderem Vorzeichen) im Bereich der in Vergangenheit vollzogenen Änderungen der Zusammenschaltungsentgelte des Genehmigungszeitraumes 2003 bis 2006. Letztlich kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass eine Verkehrsmengenreduktion infolge von FMS ceteris paribus zu einer wesentlichen Erhöhung der Zusammenschaltungsentgelte in Deutschland führt.

## Summary

The present study focuses on implications of fixed to mobile substitution on the costs of the public switched telephone network (PSTN) operated by the incumbent in Germany. The indicators used for this purpose are the interconnection charges, which are calculated by the analytic cost model for the national core network (AKM). Because of forecasting difficulties concerning the prospective development of substitutional effects and demand shifts, a scenario analysis was carried out to approximate the correlation between fixed to mobile substitution and the costs of the PSTN. Relevant data sources for this analysis were public available data concerning traffic allocation and expert opinions.

To cover the demand for fixed line voice traffic and its allocation, a database was created estimating the geographical locations of MDFs and the number of subscribers connected to these. The estimation based on public available information like number and location of local access networks, population statistics and population density.

Main part of the study was generating possible scenarios about the prospective development of fixed to mobile substitution up until 2010. At this primarily three scenarios with different approximated values of fixed to mobile substitution were configured (scenario "low fixed to mobile substitution", scenario "moderate fixed to mobile substitution" and scenario "high substitution"). The main problem regarding the development of the scenarios was the lack of data concerning the dimension of fixed to mobile substitution. The data available only covers traffic volume and number of access lines according to technology but no quantification of substitutional effects. However empirical evidence shows that the number of access lines and the traffic volumes in the PSTN are degreasing while the number of access lines and traffic volumes in mobile phone networks is increasing. This development can be interpreted partly as the result of fixed to mobile substitution, however it is caused by other effects as well. Additional to fixed to mobile substitution a couple of other effects reduce traffic volume in the incumbent's PSTN. These effects are:

- Substitution by competitors access lines
- Substitution by voice over IP
- Substitution by voice over broadcasting cable connections
- Substitution of PSTN based narrowband internet access by broadband internet access

Our scenario analysis shows that fixed to mobile substitution hasn't an outstanding impact on the interconnection fees. The effect on the PSTN traffic volume is even lower than the effects caused by other effects like substitution of PSTN based narrowband internet access by broadband internet access and substitution by competitors access lines.

The interconnection fees show only a moderate increase because of fixed to mobile substitution up until 2010. The increase differs from 2,23 % (scenario "low FMS") and 9,16 % (scenario "high FMS"). Finally it is to assume, that a reduction of traffic volume in the incumbent's PSTN caused by fixed to mobile substitution has no massive effects on the interconnection fees in Germany.

## 1 Einleitung

### 1.1 Zielsetzung der Untersuchung

Die Festnetzmobilfunksubstitution (FMS), d.h. die Substitution von Festnetzsprachverkehr durch Mobilfunksprachverkehr steht im Mittelpunkt dieser Untersuchung. Primäres Ziel der Studie ist es, die Kostenveränderung infolge der durch die Festnetzmobilfunksubstitution bedingten Verkehrsmengenreduktion im PSTN/ISDN des Incumbents bis ins Jahr 2010 zu quantifizieren.

Die nachfolgende Untersuchung leitet, die Auswirkungen einer FMS auf Basis öffentlich zugänglicher Informationen mit Hilfe des analytischen Kostenmodells für das nationale Verbindungsnetz ab. Das analytische Kostenmodell bildet im Modell die Verkehrsströme im nationalen PSTN/ISDN ab und erlaubt somit Rückschlüsse auf die Veränderungen der Kosten infolge von Festnetzmobilfunksubstitution.

Als Indikator für die Kostenentwicklung dient die Veränderung der Höhe der Zusammenschaltungsentgelte, differenziert nach den Tarifstufen *Local Interconnection*, *Single Transit* und *Double Transit*. Diese Tarife bilden minutenbezogene Kosten der Nutzung von Netzressourcen ab, die als Indikator geeigneter erscheinen als der Vergleich der Veränderung absoluter Kostengrößen.

Ziel ist es daher weniger, eine exakte Prognose zukünftiger Interconnection-Entgelte vorzunehmen, als vielmehr anhand der berechneten Veränderung von Interconnection-Entgelten eine Indikation für die Stärke des FMS-Effektes in Deutschland abzuleiten.

Aufgrund der verwendeten Datenbasis zielt die vorliegende Studie nicht darauf ab, Veränderungen der Kosten *im Netz der Deutschen Telekom AG* zu prognostizieren. Vielmehr wird auf Basis des analytischen Kostenmodells und öffentlich verfügbaren Daten ein nationales Verbindungsnetz für Deutschland emuliert, anhand dessen Kosten für Zusammenschaltungsentgelte ermittelt werden.

Die Berechnungsmethodik der Zusammenschaltungsentgelte folgt den regulatorischen Vorgaben des EBC Regimes (Element Based Charging) in Deutschland. Entsprechend findet auch die in Deutschland geltende Zusammenschaltungsstruktur bei der Modellierung Anwendung (Netzebenen und Zahl der Zusammenschaltungspunkte), wie sie sich im regulatorischen Prozess ergeben hat.

### 1.2 Methodik der Untersuchung

In der vorliegenden Untersuchung ist zum einen der Umfang der FMS sowie zum anderen die Parametrisierung des analytischen Kostenmodells zu bestimmen. Da hinsichtlich der zukünftigen Nachfrageentwicklung Unsicherheit besteht und selbst auch die Identifizierung vergangener „reiner Substitutionsmengen“ empirisch praktisch wenig

separierbar ist, ist das exakte Ausmaß der Festnetzmobilfunksubstitution schwer zu quantifizieren. Empirisch messbar ist letztlich lediglich die Verkehrsmengenentwicklung und die Entwicklung der Anschlusszahlen in Festnetz und Mobilfunk. Die Quantität der Festnetzmobilfunksubstitution lässt sich auf Basis dieser Daten lediglich als abgeleitete Größe abschätzen.

Da im Fokus der Studie die Kostenveränderungen infolge von FMS stehen, erachten wir es als legitim, die Parametrisierung der Preis- und Strukturparameter auf Basis des WIK-Expertenwissens festzulegen und auf eine Erhebung dieser Daten aus öffentlichen Quellen zum Zweck der Kostenberechnung in dieser Studie zu verzichten.

Für die Parametrisierung der Verkehrswerte wurde auf allgemein zugängliche öffentliche Quellen zurückgegriffen. Generell wurde so verfahren, dass – sofern Daten zum Netz bzw. Verkehrswerten der Deutschen Telekom AG (die nach wie vor *den* nationalen Netzbetreiber in Deutschland konstituiert) öffentlich verfügbar waren – diese in der vorgenommenen Emulation des nationalen Verbindungsnetzes für Deutschland zum Ansatz kamen. Unter Berücksichtigung der Anforderungen von Aktualität, Vollständigkeit und Konsistenz wurde 2005 als Basisjahr ausgewählt.

Damit wird ein Basisszenario spezifiziert, welches die Referenz bildet, um die Stärke der Kosteneffekte einer FMS zu beurteilen.

Die FMS wird ihrerseits in Form von Szenarien spezifiziert. Da hinsichtlich der Stärke der FMS Unsicherheit besteht, werden im Wesentlichen drei Entwicklungstrends betrachtet: lineare Fortschreibung der bisherigen FMS (Szenario „Moderate FMS“), stärkere Zunahme der FMS (Szenario „Hohe FMS“) und abnehmende Zunahme der FMS (Szenario „Geringe FMS“).

Darüber hinaus benötigt die Kostenanalyse auf Basis des Analytischen Kostenmodells für das nationale Verbindungsnetz zur Modellierung der Verkehrsströme im PSTN/ISDN neben den Verkehrsmengendaten, die sich aus den Szenarien ergeben, zusätzlich Informationen zur Verteilung der Verkehrsströme im Raum. Hierzu dient eine Hauptverteiler (HVT)-Datenbank, aus welcher Anzahl und Standort der Hauptverteiler innerhalb der modellierten Netzstruktur hervorgehen. Diese Datenbank wird auf Basis öffentlich verfügbarer Information wie Anzahl und Lage der Ortnetzbereiche (GIS Daten), Bevölkerungsstatistik auf Gemeindeebene und der Bevölkerungsdichte erstellt.

### 1.3 Aufbau der Arbeit

Dieser Diskussionsbeitrag ist wie folgt aufgebaut: Im zweiten Kapitel steht der Begriff des klassischen Festnetzes (PSTN/ISDN) sowie das Zusammenschaltungsregime in Deutschland im Fokus der Betrachtung, um ein allgemeines Verständnis über den Aussagegehalt der späteren Zielgrößen "Entgelte für Zusammenschaltungsleistungen" zu schaffen. Hierzu erfolgt zunächst eine Abgrenzung des Begriffes „Festnetz“ und eine Erläuterung der Netzstruktur im PSTN/ISDN. Im Anschluss steht das Zusammen-

schaltungssystem in Deutschland im Fokus der Betrachtung. Das dritte Kapitel enthält eine empirische Einordnung der Festnetzmobilfunksubstitution, wobei verschiedene empirische Indikatoren eingeführt werden, denen im weiteren Verlauf der Analyse Bedeutung zukommt. Kapitel 4 bildet den Hauptteil der Untersuchung. Zunächst werden in diesem Kapitel die für die Untersuchung relevanten Inputparameter generiert, welche zur Anwendung des Analytischen Kostenmodells unerlässlich sind. In diesem Kontext erfolgt die Herleitung einer Hauptverteilerdatenbank und die Festlegung der modelendogenen Parametrisierung. Im Anschluss steht die Herleitung der im Kontext dieser Untersuchung relevanten Verkehrsströme *im Netz verbleibender Verkehr*, *ausgehender Interconnection-Verkehr*, *eingehender Interconnection-Verkehr* und *gesamter im Netz generierter Verkehr* im Fokus der Betrachtung. Die Herleitung dieser vier Verkehrsströme erfolgt auf Basis der Analyse öffentlich zugänglicher Quellen zu Verkehrsaufkommen und -verteilung im PSTN/ISDN. Hiernach schließt sich eine Schätzung der zukünftigen Verkehrsentwicklung im PSTN/ISDN im Zeitraum bis 2010 anhand von sieben verschiedenen Szenarien an, wobei neben dem Einfluss der FMS auf die Verkehrsmenge im PSTN/ISDN auch der Einfluss weiterer Substitutionseffekte wie etwa Substitution von Schmalbandverkehrsminuten durch Breitbandverkehr, durch Voice over IP oder Substitution durch Telefonie via TV-Kabel in den Szenarien Beachtung findet. Kapitel 4 endet schließlich mit der Darstellung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse. Kapitel 5 fasst die wesentlichen Erkenntnisse der Untersuchung pointiert zusammen.



## 2 Die Kosten des klassischen Festnetzes

### 2.1 Begriff und Abgrenzung des Festnetzes

Als Festnetz bezeichnet man das drahtgebundene Telefonnetz, im Gegensatz zum Mobilfunknetz, bei dem Verbindungen drahtlos, d.h. mittels Funkverbindungen erfolgen. Die Unterscheidung zwischen drahtgebundenem Netz und Funknetz gilt im Wesentlichen für den Bereich des Zugangsnetzes (letzte Meile) bei dem im Festnetz die Telefongespräche zu einem örtlich festgelegten Anschluss geleitet werden, während im Mobilfunknetz die Verbindungen zu einem mobilen, örtlich nicht festgelegten (und damit nicht leitungsgebundenen) Anschluss erfolgen. Im Bereich des Kernnetzes allerdings ist auch das Mobilfunknetz zumeist als Festnetz ausgestaltet, mit örtlich festgelegten Vermittlungsstellen, die untereinander mit Glasfaserkabeln, aber auch mit Richt- und Satellitenfunk verbunden sind.

Gegenstand der Betrachtung soll hier das klassische leitungsvermittelte Fernsprechnet in Deutschland sein, das seit 1998 durchgängig auf digitaler Vermittlungstechnik beruht<sup>1</sup>. Das ursprünglich nur für Telefongesprächsvermittlung ausgelegte PSTN-Netz ist im Zuge der Digitalisierung zu einem diensteintegrierenden Netz (ISDN) ausgebaut worden, das neben Telefongesprächsvermittlung auch das Angebot von leitungs- und paketvermittelten Datendiensten erlaubt. Neben vermittelten Diensten erlaubt das Festnetz auch das Angebot von Mietleitungen.

#### 2.1.1 Netz- und Zusammenschaltungsstruktur („regulatorisches Netz“)

Im Rahmen der Umstellung des Zusammenschaltungsregimes auf ein elementbasiertes Abrechnungssystem für Zusammenschaltungsleistungen im Jahr 2001 kam es zu einer Definition der Anzahl Zusammenschaltungsknoten und einer Bewertung der langfristig in die Kostenermittlung einzubeziehenden Knotenstandortzahlen. Demnach wurden 23 Grundeinzugsbereiche (GEZB) definiert und 475 Lokale Einzugsbereiche (LEZB) festgelegt. Diese als Zusammenschaltungspunkte definierten Netzknotenstandorte entsprechen damit den 23 Standorten der Weitverkehrsvermittlungsebene sowie der überwiegenden Zahl der 469 Standorte der Bereichs- und Knotenvermittlungsstellen des Incumbent-Netzes, die der Incumbent im Jahre 1999 noch als im Rahmen der Netzplanung langfristig als gesichert ansah.<sup>2</sup> Die dort genannten 1638 TVSt Standorte waren damals vom Incumbent in ihrem Bestand nicht als gesichert angesehen worden. Die gewählte Zusammenschaltungsstruktur war als ein Kompromiss getroffen worden zwischen den 293 Orten der Zusammenschaltung (OdZ), gemäß dem vor der Entscheidung geltenden entfernungsabhängigen Regime, und den beantragten 936 Zusammenschaltungsorten der untersten Ebene, der einer rechtlich gebotenen Interessenabwägung aller Beteiligten Rechnung tragen sollte. Zur Berechnung der Routingfaktoren, die

<sup>1</sup> Vgl. Siegmund (2002): Technik der Netze, S. 145.

<sup>2</sup> Vgl. RegTP (2001): Beschluss BK 4a-01-026 / E 03.08.01, S. 36 f.

in der Bestimmung der Zusammenschaltungsentgelte eine Rolle spielte, wurden schließlich in Anlehnung an das Netzmodell des Incumbents von 977 TVSt-Standorten ausgegangen. Die Festlegung der Anzahl von 977 Betriebsstätten mit Vermittlungsstellen die einer effizienten Leistungsbereitstellung als gerecht werdend angesehen wurden, erfolgte über die Streichung von Vermittlungsstellenstandorten mit zu geringer Beschaltung.<sup>3</sup> Die BNetzA hielt auch im jüngsten Verfahren aus dem Jahre 2006 an der Struktur von 23 GEZB und 475 (heute 474) LEZB fest. Im Rahmen der Entgeltregulierung nach Maßgabe der Kosten effizienter Leistungsbereitstellung berücksichtigte die BNetzA in ihrer jüngsten Entscheidung damit weiterhin 977 Vermittlungsstellenstandorte mit 23 Transitvermittlungsstellenstandorten, 474 Vermittlungsstellen mit Netzübergabefunktion und weiteren 503 Vermittlungsstellenstandorten ohne Netzübergabefunktion.

## 2.2 Zusammenschaltung in Deutschland

Die Möglichkeit der Zusammenschaltung (engl. Interconnection) zwischen verschiedenen Netzen ist ein Kernkriterium, um funktionierenden Wettbewerb im Telekommunikationsmarkt zu gewährleisten. Die Zusammenschaltung ist notwendig, um Festnetz-Anbietern, die über keine flächendeckend implementierte Netzinfrastruktur verfügen, dennoch das flächendeckende Angebot von Diensten zu ermöglichen. Ohne ein funktionierendes Zusammenschaltungssystem wäre es zum Beispiel für einen Wettbewerberanschlussskunden nicht möglich, Anrufe zu Anschlüssen des Incumbents zu tätigen. Die Möglichkeit der Zusammenschaltung zwischen den Netzen ist folglich für die Funktionsfähigkeit des Wettbewerbs unabdingbar und hat sich zu einer Hauptregulierungsfunktionen im Telekommunikationssektor herausgebildet<sup>4</sup>.

In Deutschland muss sich der Incumbent als marktbeherrschender Netzbetreiber die Höhe der von ihr den Wettbewerbern in Rechnung gestellten Interconnection-Entgelte durch die BNetzA genehmigen lassen. Das Zusammenschaltungssystem in Deutschland unterliegt somit einer ex-ante Regulierung durch die Bundesnetzagentur (BNetzA). Dieser regulatorische Eingriff erfolgt in Form einer kostenorientierten Preisregulierung, als Kostenmaßstab dient hierbei das Konzept der *Long run average incremental costs (LRAIC)*. Auf Basis dieses Kostenmaßstabs errechnet die Bundesnetzagentur die „Kosten der effizienten Leistungserstellung“ welche die Basis für die Festlegung der Zusammenschaltungsentgelte bilden. Aus dieser Konstellation wird deutlich, welche Relevanz eine Veränderung der Kosten für Zusammenschaltungsleistungen infolge von Festnetzmobilfunksubstitution für den Wettbewerbsprozess hat. Sie wirkt sich auf den gesamten Markt der Festnetztelefonie und auf alle hier tätigen Unternehmen aus. Nachfolgend wird daher der regulatorisch zugrunde gelegte Kostenstandard erläutert, als auch das Zusammenschaltungsregime in Deutschland definiert.

---

<sup>3</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2006a): Beschluss BK 4b-06-005 / E 02.02.06, S. 38.

<sup>4</sup> Vgl. Vogelsang (2006): Abrechnungssysteme und Zusammenschaltungsregime aus ökonomischer Sicht, S. 11.

### 2.2.1 Kostenstandard der Long run average incremental costs (LRAIC)

Ziel der Entgeltregulierung ist die Etablierung eines wettbewerblichen Maßstabes in denjenigen Bereichen, in denen kein Wettbewerb herrscht oder in denen dessen Intensität als zu gering erachtet wird. Ein Unternehmen, das in einem hoch kompetitiven Markt agiert, ist gezwungen, dasjenige Produktionsverfahren zu wählen, mit dem eine Leistung zu minimalen Kosten erbracht werden kann. Darüber hinaus muss gewährleistet sein, dass bei gegebenen Produktionsverfahren nicht mehr Ressourcen eingesetzt werden als unbedingt erforderlich. Ein monopolistischer Anbieter unterliegt in der Regel nicht dem Zwang, das effizienteste Produktionsverfahren wählen zu müssen. Hier setzt die Entgeltregulierung Anreize zu einer effizienteren Produktion durch die Anwendung des Kostenmaßstabes der Long run average incremental costs (LRAIC), der in Deutschland die Grundlage der Festlegung der Zusammenschaltungsentgelte durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) bildet.

Der Kostenmaßstab der langfristigen zusätzlichen Kosten, also der Kosten, die einem Unternehmen entstehen, wenn es eine Leistung zusätzlich zu einem Portfolio anderer Leistungen erbringt, ist der Maßstab, der im Wettbewerb bei der Entscheidung darüber angelegt wird, ob ein bestimmtes Produkt am Markt angeboten werden soll oder nicht. Ein Angebot ist dann sinnvoll, wenn die Kosten, die langfristig durch die Produktionsentscheidung insgesamt verursacht werden, durch die erzielbaren Erlöse wenigstens gedeckt werden. Der Erlös der einzelnen Produktionseinheit entspricht dann mindestens den langfristigen durchschnittlichen zusätzlichen (Stück-) Kosten. Da Gemeinkosten bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt werden, sind sie in Form angemessener Zuschläge auf die zusätzlichen Kosten zu berücksichtigen, um die Gesamtkosten des Leistungsportfolios zu decken. Die LRAIC ohne Gemeinkostenzuschlag bilden somit den niedrigsten Preis, zu dem ein Unternehmen in einem wettbewerblichen und nicht schrumpfenden Markt langfristig anbieten würde. Sie bilden daher auch eine natürliche langfristige Untergrenze für die Preise von Vorleistungen<sup>5</sup>. LRAIC mit einem „angemessenen“ Gemeinkostenzuschlag entsprechen dem im TKG geforderten Maßstab der Kosten der effizienten Leistungserstellung (KEL)<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Vgl. Vogelsang (2006): Abrechnungssysteme und Zusammenschaltungsregime aus ökonomischer Sicht, S. 33 f.

<sup>6</sup> Vgl. TKG (2004), § 30 Entgeltregulierung: „Entgelte eines Betreibers eines öffentlichen Telekommunikationsnetzes der über beträchtliche Marktmacht verfügt, für Zugangsleistungen zu bestimmten von ihm angebotenen Diensten zu Großhandelsbedingungen, die Dritten den Weitervertrieb im eigenen Namen und auf eigene Rechnung ermöglichen sollen ergeben sich ... aus einem Abschlag auf den Endnutzerpreis, der einem effizienten Anbieter von Telekommunikationsdiensten die Erzielung einer angemessenen Verzinsung des eingesetzten Kapitals auf dem Endnutzermarkt ermöglicht. Das Entgelt entspricht dabei mindestens den Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung.“

## 2.2.2 Das Zusammenschaltungsregime (EBC-Regime)

Alternative (Verbindungs-) Netzbetreiber<sup>7</sup> haben die Möglichkeit, sich mit dem Netz des Incumbents zusammenzuschalten, um sich so Verkehr aus seinem Netz zu lassen, als auch Verkehr in das Netz der Incumbents zu übergeben. Die konkrete Ausgestaltung der Zusammenschaltung hängt dabei von den jeweiligen Gegebenheiten ab, unter denen der alternative Netzbetreiber eine Zusammenschaltungsvereinbarung eingeht. Aufgrund der vorliegenden Marktmacht des Incumbents im Bereich der Zusammenschaltungsleistungen gelten für diesen die verordneten Abhilfemaßnahme der Zugangsverpflichtung und die kostenorientierte Regulierung der Vorleistungspreise. Geregelt wird ein Katalog von Basisleistungen, die im Zusammenschaltungsstandardangebot („Reference Interconnection Offer“ (RIO)) festgelegt sind und deren Preise der ex-ante Preisgenehmigung unterliegen. Ebenfalls grundlegend ist die Differenzierung einer netzübergreifenden Verbindung in einen Teil für Zuführung (Originierung, Leistung Telekom-B2), für Zustellung (Terminierung, Leistung Telekom-B1) und für Durchleitung (Transit, Leistung Telekom-O1, -O2, -O3)<sup>8</sup> als wesentliche Komponenten der Zusammenschaltung.

Was die tarifäre Ausgestaltung der Vorleistungspreise angeht, so wird für Originierung, Terminierung und Transit zwischen den drei Tarifstufen (I-III)

- Tarifstufe I: Lokale Zusammenschaltung („local“),
- Tarifstufe II: Einfachtransit-Zusammenschaltung („Single Transit“) und
- Tarifstufe III: Doppeltransit-Zusammenschaltung („Double Transit“)

unterschieden. Weiterhin kommt eine nach Verkehrslast bemessene Tarifspreizung in „Peak“ und „Offpeak“ Perioden zur Anwendung.

Für Originierung und Terminierung (Telekom-B1) gelten in Deutschland die gleichen Entgelte. Seit dem Jahre 2004 sind allerdings nicht-reziproke (asymmetrische) Terminierungsentgelte zwischen der Incumbentleistung und der Wettbewerberleistung zugelassen. Demnach ist es einem Wettbewerber erlaubt, höhere Terminierungsentgelte vom Incumbent zu verlangen als diese vom Wettbewerber je terminierter Minute verlangen darf. Beide Entgelte unterliegen der Entgeltregulierung durch die BNetzA.

---

<sup>7</sup> Mit dem Zusatz „Verbindungs-“ soll ein Netzbetreiber charakterisiert werden, der als Kerngeschäft den Transport und die Vermittlung von Telefonverkehr betreibt. Er soll damit abgegrenzt werden gegenüber dem sog. 'Anschlussnetz- bzw. Teilnehmernetzbetreiber', dessen Geschäftsfokus in der Anbindung der Endkunden durch eigene Netzinfrastruktur basiert.

<sup>8</sup> Telekom-O1 (Verbindungen über das Telefonnetz der Deutschen Telekom zu ausländischen Festnetz- und Mobilfunk-Anschlüssen sowie zu Satellitenfunk-Anschlüssen) unterliegt nicht der Entgeltregulierung, Telekom-O3 (Verbindungen über das Telefonnetz der Deutschen Telekom in die nationalen Mobilfunknetze) kennt keine Tarifzonen (dies gilt für alle optionalen und zusätzlichen Leistungen mit nicht-geographischer Zielrufnummer).

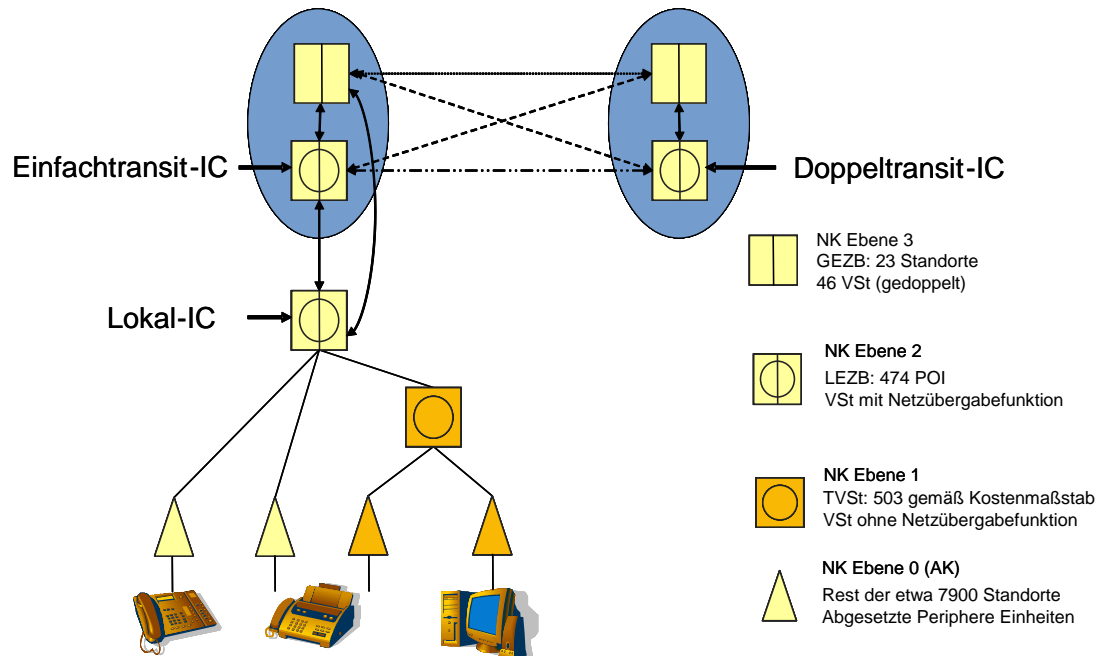
Das EBC-Regime wird in Deutschland seit dem 1. Juni 2001 angewandt. Es handelt sich dabei um eine elementbasierte Preisbestimmung, die auch als Element Based Charging (EBC) bezeichnet wird. Es löste das bis dahin geltende Entfernungsabhängige Tarifierungsmodell für Zusammenschaltungsleistungen ab. Das EBC Regime ist nach Empfehlungen der EU Kommission von der Bundesnetzagentur (BNetzA, damals die Vorgängerinstitution RegTP) in Absprache mit dem Incumbents und den Wettbewerbern entwickelt worden.

Dieses EBC-Zusammenschaltungsregime zeichnet sich dadurch aus, dass die Zusammenschaltungsentgelte nicht mehr – wie zuvor – entfernungsabhängig berechnet werden, sondern auf der Nutzung von Netzelementen beruhen. Die Verbindungen werden danach bepreist, wie viele Vermittlungseinrichtungen (des Incumbents) bei typisierender Betrachtungsweise im Rahmen einer Netzzusammenschaltung durchlaufen werden. Implizit richtet sich damit die Entgelthöhe nach den durch eine Verbindung durchschnittlich genutzten Netzelementen. Durch dieses an der (Netz-) Elementnutzung orientierte Tarifierungssystem wird grundsätzlich versucht, Verursachungs- und Kostengerechtigkeit sicherzustellen. Werden durch eine Verbindung im Durchschnitt mehr Elemente des Incumbent Netzes genutzt, fällt auch der Preis für diese Leistung höher aus. Darüber hinaus gilt, dass Wettbewerber, die mehr in eigene Infrastruktur investiert haben (Ausbau einer größeren Anzahl Zusammenschaltungspunkte), in größerem Umfang preisgünstigere Verbindungen in Anspruch nehmen können als solche Wettbewerber, die nur einen geringen Ausbau betrieben haben.

Der zur Anwendung kommende Tarif für die Zusammenschaltungsleistung bestimmt sich nach Quelle und Senke der Verkehrsnachfrage sowie nach Maßgabe der ausgebauten Zusammenschaltungspunkte gemäß der Einzugsbereichsdefinitionen des EBC-Regimes.

In Abbildung 2-1 ist eine schematische Darstellung des dem EBC-Regime zugrundeliegenden Referenznetzes wiedergegeben. Demnach sind 23 Standorte der Netzebene 3 definiert, denen je ein Grundeinzugsbereich zugeordnet ist. Dies sind die 23 Standorte der Weitverkehrsvermittlungsebene (Transitvermittlungsstellen).

Abbildung 2-1: Schema der IC-Leistungen



Quelle: WIK.

Zusammenschaltung erfolgt ausschließlich an den 474 (ursprünglich 475) Vermittlungsstellen der Ebene 2 (Vermittlungsstellen mit Netzübergabefunktion). Jeder dieser Vermittlungsstellen ist ein lokaler Einzugsbereich zugeordnet. Darüber hinaus existiert an jedem Standort der Ebene 3 auch eine separierte Vermittlungsstelle der Ebene 2, an der die Zusammenschaltung erfolgen kann.

Die Netzknoten der Ebene 1 und Ebene 0 sind für die Anwendbarkeit der Tarifstufen I bis III nicht von Bedeutung; allerdings spielen sie bei der Festlegung der Höhe der Entgelte nach den Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung eine Rolle.

Die Anwendung der Tarifstufen netzübergreifender Verbindungen ist im Folgenden beschrieben.

### 2.2.2.1 Lokale Zusammenschaltung

Lokale Zusammenschaltung (Tarifstufe I) gilt für alle Verbindungen in und aus dem lokalen Einzugsbereich, an dem das Wettbewerberunternehmen (Interconnection Partner, ICP) eine Zusammenschaltung mit dem Incumbent unterhält. Ist der ICP an allen 474 lokalen Einzugsbereichen mit dem Incumbent zusammengeschaltet, dann werden

alle Verbindungsleistungen zwischen dem Incumbent und dem ICP zum „Local“ Tarif abgerechnet. Ist der ICP an weniger als den 474 Zusammenschaltungspunkten mit dem Incumbent zusammengeschaltet, werden je nach Ausbaustufe auch Einfach- und Doppeltransit Verbindungen berechnet.

Was die Netzelemente angeht, so nutzen Lokal-Verbindungen die Funktionen der abgesetzten Konzentratoren, der Übertragungs- und linientechnischen Einrichtungen des Zugangsnetzes und der lokalen Vermittlungsstellen. Aufgrund des dreistufigen vermittelnden Netzaufbaus im Netz des Incumbents wird mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bei einer Verbindung ein zweiter Vermittlungsstellendurchlauf der unteren Vermittlungsstellenebene (Ebene 1) sowie ein zusätzlicher Transportweg zur Vermittlungsstelle der Ebene 2 hin durchlaufen.

#### 2.2.2.2 Single Transit Zusammenschaltung

Bei Einfach-Transitverbindungen handelt es sich um netzübergreifende Verbindungen, die über einen der 23 Hauptverbindungsknoten geführt werden. Ist der ICP an einer der separierten Vermittlungsstellen der Ebene 2, die sich an den 23 Transitknoten des Incumbents befinden, zusammengeschaltet, dann erhält er alle netzübergreifende Verbindungen mit dem Incumbent in und aus dem zugehörigen Grundeinzugsbereich zum Einfachtransit-Tarif. Die Verbindungen aus und zum lokalen Einzugsbereich an der separierten Vermittlungsstelle, an der die Zusammenschaltung erfolgt, werden natürlich zum Lokal-Tarif abgerechnet. Alle Verbindungen, bei denen der rufende oder gerufene Teilnehmeranschluss außerhalb des Grundeinzugsbereiches (an dem Zusammenschaltung vorliegt) liegt, wird zum Doppeltransit-Tarif abgerechnet. Ist der ICP an allen 23 Hauptverbindungsknoten zusammengeschaltet, werden die Verbindungen deutschlandweit zum Einfachtransit Tarif zugeführt und terminiert.

Im Unterschied zur Lokal-Zusammenschaltung wird bei der Einfachtransit-Zusammenschaltung auf der logischen Ebene ein weiterer Vermittlungsstellendurchlauf nötig sowie die Nutzung des Transportweges hin zur zugeordneten Vermittlungsstelle.

#### 2.2.2.3 Double Transit Zusammenschaltung

Ist ein ICP an weniger als den genannten 23 Vermittlungsstellen (VSt) der Grundeinzugsbereiche mit dem Incumbent verbunden, werden bei einem deutschlandweiten Serviceangebot des ICPs Doppeltransit-Verbindungen geschaltet. Die Doppeltransitleistung wird immer dann erbracht, wenn der ICP nicht im Einzugsbereich der Transitvermittlungsstelle, in dem sich der rufende oder gerufene Teilnehmeranschluss befindet, mit dem Incumbent-Netz zusammengeschlossen ist.



Im Vergleich zu den Leistungen für den Einfachtransit werden weitere Elemente, wie Übertragungswege und Vermittlungsstellendurchläufe, genutzt. Auf der Transitebene können für den Letztweg mitunter bis zu zwei zusätzliche Vermittlungsstellen durchlaufen werden.

#### 2.2.2.4 Transitleistungen

Bei der Transitleistung liegen sowohl Quelle als auch Senke des Verkehrs außerhalb des Festnetzes des Incumbent. Die Tarife für die unterschiedlichen Leistungen mit Transitkomponente wie beispielsweise Verbindungen über das Incumbent-Netz in andere nationale Festnetze (O2) oder zu nationalen Mobilfunknetzen (O3) orientieren sich für den Transportteil des Entgeltes an den entsprechenden Basisleistungen für Originierung und Terminierung.

#### 2.2.2.5 Sonstige (u.a. O.12, O&Z-Tarife)

Neben den Basisleistungen der Zuführung und Terminierung wird ein ganzes Portfolio an Zusammenschaltungsleistungen seitens des Incumbents angeboten und ein Großteil davon unterliegt der ex-ante Preisgenehmigung. Von diesen „Optionalen Leistungen“ (Telekom-O-Leistungen) und „Zusätzlichen Leistungen“ (Telekom-Z-Leistungen) ist für die vorliegende Untersuchung aufgrund des Anteils an den gesamten vermittelten Minuten neben den bereits genannten O2 und O3 Leistungen die Leistung O12 hervorzuheben. Dabei handelt es sich um den schmalbandigen Internetverkehr (Verbindungen mit Ursprung im nationalen Telefonnetz der Deutschen Telekom zum Online-Dienst am Telefonnetz von ICP).



### 3 Mobilfunksubstitution – Abgrenzung und Quantifizierung

Nachfolgend erfährt das Phänomen der Festnetzmobilfunksubstitution eine sachliche Abgrenzung und eine empirische Quantifizierung. Im Kontext dieser Studie steht die Verkehrsmengenreduktion infolge von FMS im Fokus der Betrachtung. Diese Verkehrsmengenreduktion lässt sich jedoch nicht endgültig quantifizieren, da nicht jede Verkehrsmengensteigerung im Mobilfunk auf Festnetzmobilfunksubstitution zurückzuführen ist, wie nachstehend erläutert wird. Nichtsdestotrotz existiert eine Reihe von Indikatoren, die sich dazu eignen, das Ausmaß der Festnetzmobilfunksubstitution näherungsweise zu bestimmen. Diese Indikatoren sind:

- die Entwicklung der Anschlusszahlen in Festnetz und Mobilfunk
- die Entwicklung der Anzahl der „Mobile Only“-Haushalte
- die Entwicklung der Verkehrsminuten (Volumen und Struktur)

#### 3.1 Definition bzw. Abgrenzung der Mobilfunksubstitution

Auf den ersten Blick ist der Begriff der Festnetzmobilfunksubstitution eindeutig: Festnetznutzung wird durch Mobilfunknutzung ersetzt. Dennoch stellt sich bei genauerer Betrachtung der Festnetzmobilfunksubstitution die Frage nach der treffsicheren Abgrenzung dieses Phänomens. Denn nicht jede Minute, die Mobil telefoniert wird, ist dem Festnetz verloren. Beispielsweise stellt die Nutzung der Mobiltelefonie an Orten, an denen kein Festnetzanschluss verfügbar ist, keine Ausprägung der Festnetzmobilfunksubstitution dar<sup>9</sup>. Demzufolge macht es für eine vertiefte Behandlung des Substitutionsphänomens Sinn, verschiedene Dimensionen der Festnetzmobilfunksubstitution zu unterscheiden. Die zwei maßgeblichen Varianten der Festnetzmobilfunksubstitution sind die *Anschluss-* und die *Verkehrssubstitution*:

##### *Anschluss-Substitution*

Eine *Anschluss-Substitution* liegt vor, wenn der Endkunde seinen Festnetzanschluss abmeldet, und stattdessen nur noch einen Mobilfunkanschluss nutzt. Folglich wird die Nachfrage sowohl nach Anschlüssen als auch Verbindungen alleine durch entsprechende Mobilfunkprodukte befriedigt. Neben dem erstgenannten Szenario ist ebenfalls vorstellbar, dass z.B. bei einer Haushaltsneugründung überhaupt kein Festnetzanschluss mehr eingerichtet wird und der Haushalt Kommunikationsbedürfnisse aus-

---

<sup>9</sup> Dies mag lediglich ein langfristiges Phänomen sein, demzufolge bei ursprünglicher Verfügbarkeit des Festnetzes in bestimmten Regionen und bei Vorliegen einer umfangreichen Substitution zu Mobilfunkdiensten, das Angebot für Festnetztelefonie von dem betreffenden Betreiber eingestellt wird.

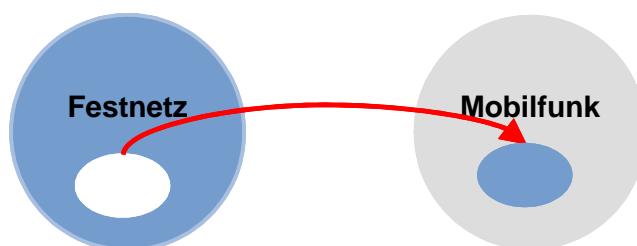
schließlich über einen Mobilfunkanschluss befriedigt. Auch in einem solchen Fall liegt Anschluss-Substitution vor<sup>10</sup>.

*Verkehrssubstitution:*

*Verkehrssubstitution* liegt vor, wenn der Endkunde einen Festnetz- und einen Mobilfunkanschluss nachfragt, seinen Verkehr aber zu einem zunehmenden Teil über seinen Mobilfunkanschluss generiert. Die Nutzungsintensität von Festnetzanschlüssen wird somit zugunsten einer stärkeren Mobilfunknutzung verringert.

Es sind im Wesentlichen zwei Varianten der *Verkehrssubstitution* zu unterscheiden: *Substitution im engen Sinne* und *Substitution im weiten Sinne*. Eine Verkehrssubstitution im engeren Sinne liegt vor, wenn Festnetzverkehr **unmittelbar** durch Mobilfunkverkehr ersetzt wird (vgl. Abbildung 3-1). Wesentliches Kennzeichen dieser Ausprägung von Festnetz-mobilfunksubstitution ist somit, dass eine im vorhinein bereits im Festnetz realisierte Nachfrage in den Mobilfunkmarkt transferiert wird<sup>11</sup>.

Abbildung 3-1: Darstellung der FMS im engen Sinne



Quelle: WIK.

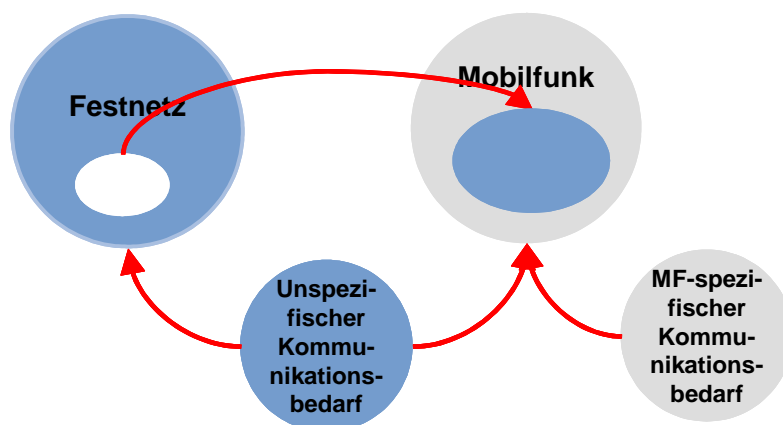
Darüber hinaus konnte in der Vergangenheit ein Wachstum an Verkehrsminuten / Verkehrsnachfrage beobachtet werden, von dem auch in Zukunft – wenn auch in verändertem Umfang - auszugehen ist. Unter der Annahme, dass diese zusätzliche Nachfrage nach Verbindungsminuten keine spezifische Mobilfunknachfrage darstellt (sondern un-spezifizierten Kommunikationsbedarf) und daher prinzipiell über das Festnetz realisiert werden könnte, soll bei diesem Verkehr von „Verkehrssubstitution im weiteren Sinne“ gesprochen werden. Unspezifizierter Kommunikationsbedarf, der prinzipiell sowohl über Festnetz- als auch über Mobilfunkprodukte gedeckt werden kann, wird dabei direkt im

<sup>10</sup> Vgl. Schäfer; Wengler (2003): Substitutionsbeziehung zwischen Festnetz und Mobilfunk – Empirische Evidenz für Deutschland und ein Survey internationaler Studien, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 249, S. 3.

<sup>11</sup> Ein typischer Fall ist der Anruf mit dem Mobiltelefon aus einem Besprechungsraum, in dem auch ein Festnetztelefon steht.

Mobilfunk realisiert. Verkehrssubstitution im weiten Sinne setzt dieser Abgrenzung zufolge somit nicht die vorherige Nutzung von Festnetzprodukten voraus (vgl. Abbildung 3-2).

Abbildung 3-2: Darstellung der FMS im weiten Sinne



Quelle: WIK.

### 3.2 Festnetzmobilfunksubstitution in der Empirie

In den letzten Jahren sind Tendenzen zu beobachten, die darauf schließen lassen, dass sich der Sprachverkehr vom Festnetz auf die Mobilfunknetze verlagert. Im Jahr 2005 wurden etwa 16% aller abgehenden Gespräche in Deutschland über die nationalen Mobilfunknetze übertragen, während der Anteil im Jahr 2000 noch bei etwa 10% lag<sup>12</sup>. Dies mag ein erster Indikator für eine Zunahme der Substitutionsbeziehung zwischen Festnetz und Mobilfunk sein.

Zur empirischen Quantifizierung des Ausmaßes der Festnetzmobilfunksubstitution, bieten sich eine Reihe von Indikatoren an, die idealerweise in einer Zeitraumbetrachtung analysiert werden sollten. Solche möglichen Indikatoren sind:

- die Entwicklung der Anschlusszahlen in Festnetz und Mobilfunk
- die Entwicklung der Anzahl der „Mobile Only“-Haushalte
- die Entwicklung der Verkehrsminuten (Volumen und Struktur)

<sup>12</sup> WIK-Schätzung.

Die Entwicklung der Anschlusszahlen in Festnetz und Mobilfunk lassen vor allem Rückschlüsse auf die Ausprägung der Anschlusssubstitution zu. Die Entwicklung der Anzahl der „Mobil Only“-Haushalte<sup>13</sup> lässt sowohl Rückschlüsse auf den Grad der Anschluss- als auch der Verkehrssubstitution zu. Die Entwicklung der Verkehrsminuten bildet vorrangig die Ausprägungen der Verkehrssubstitution ab.

### 3.2.1 Entwicklung der Anschlusszahlen in Festnetz und Mobilfunk

Indikatoren, die zur Quantifizierung der Anschluss-Substitution herangezogen werden können, sind jeweils die Anzahl der geschalteten Kanäle in Festnetz und Mobilfunk. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass diese Größen durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden und somit Änderungen der Anschlusszahlen nicht zwangsläufig auf Festnetzmobilfunksubstitution zurückzuführen sind. Seit 2002 stagniert die Anzahl der geschalteten Festnetzkanäle trotz steigender Zahl der Haushalte (vgl. Abbildung 3-3), wobei in die Berechnung der Festnetz-Kanalzahlen<sup>14</sup> ein Analog-Anschluss mit einem Telefonkanal, ein ISDN- Basisanschluss mit zwei Telefonkanälen und ein ISDN- Primärmultiplexanschluss mit 30 Telefonkanälen eingeht<sup>15</sup>. Die Anzahl der geschalteten Mobilfunkkanäle (SIM-Karten) verzeichnet seit 2002 hingegen einen Anstieg um circa 40 %. Insgesamt waren Ende 2006 ca. 84 Millionen Mobilfunkkanäle und ca. 54 Millionen Festnetzkanäle in Deutschland geschaltet. Bei diesem Wert handelt es sich um die Anzahl der aktiven SIM-Karten. Diese Zahl dürfte erheblich höher sein als die Anzahl der Mobiltelefone, die tatsächlich in Gebrauch sind.

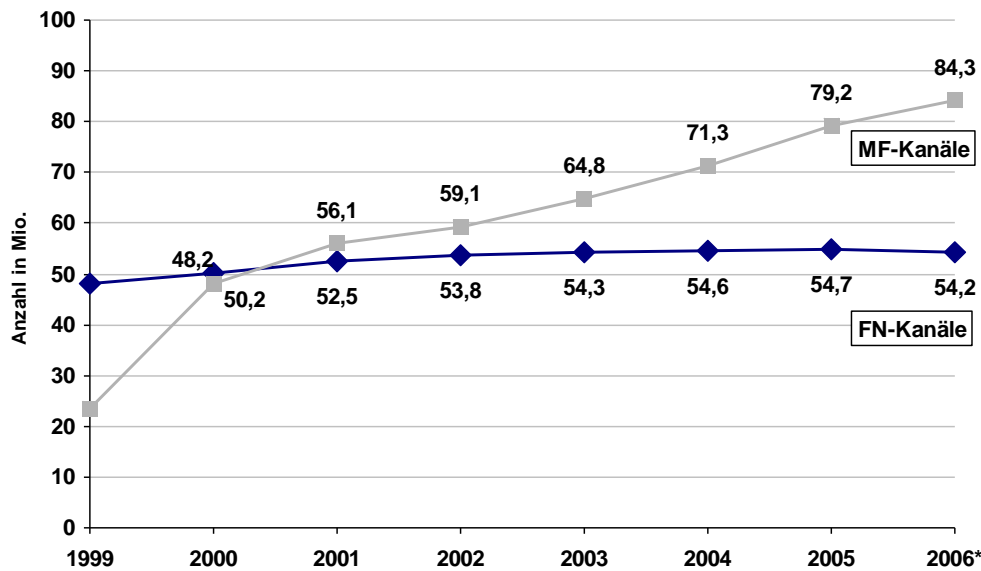
---

<sup>13</sup> Der Begriff „Mobile Only“-Haushalte bezeichnet Haushalte, die nur noch über einen Mobilfunkanschluss verfügen.

<sup>14</sup> Eine Berechnung der Kanalzahlen ist in diesem Kontext aus Gründen der Vergleichbarkeit notwendig, da die Anzahl der Festnetzanschlüsse nicht der Anzahl der Festnetzkanäle entspricht.

<sup>15</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2007): Jahresbericht 2006, S. 58.

Abbildung 3-3: Entwicklung von Kanalzahlen von Mobil- und Festnetz im Vergleich 1999 bis 2006



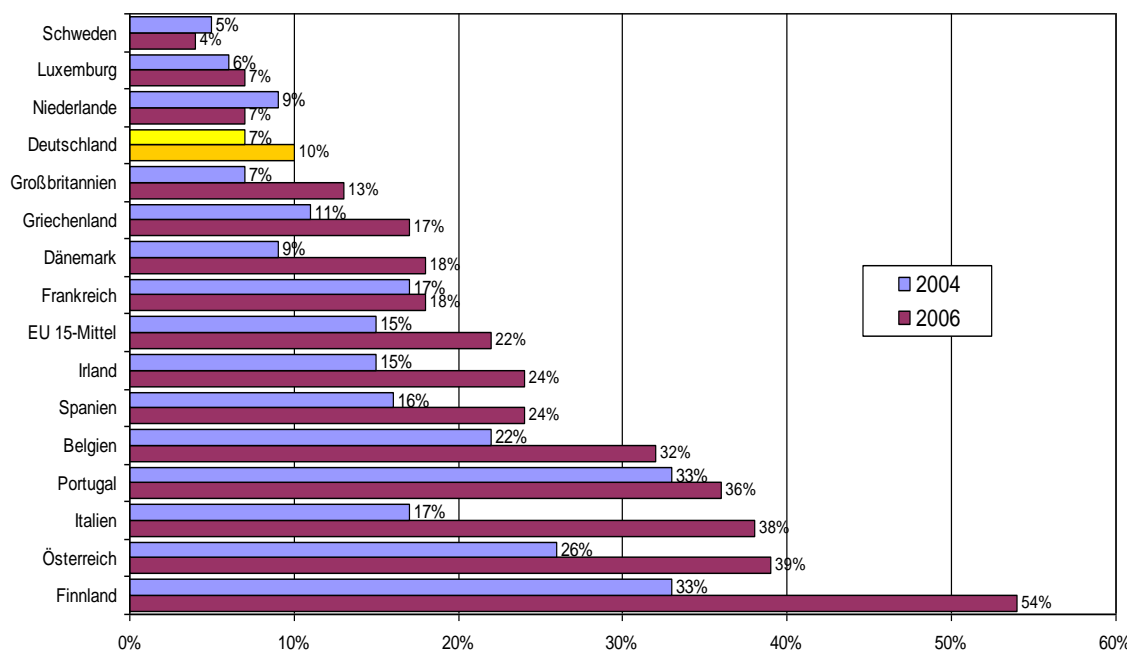
Quellen: Bundesnetzagentur (2007), WIK-Analyse. \* Schätzwert.

Zur Einordnung dieser Entwicklung der Anschlusszahlen in Festnetz und Mobilfunk ist darauf hinzuweisen, dass der überproportionale Anstieg der Anzahl der Mobilfunkkanäle nicht gänzlich als Indikator für eine Substitutionsbeziehung zwischen Festnetz und Mobilfunk gewertet werden kann, da durchaus auch eine komplementäre Beziehung zwischen beiden Anschlussarten besteht. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass im Bereich der Nachfrage nach Festnetzanschlüssen eine niedrigere Sättigungsschwelle vorliegen dürfte, als dies im Bereich der Nachfrage nach Mobilfunkanschlüssen der Fall ist. Während beispielsweise mehrere Mobiltelefone pro Haushalt durchaus vorstellbar und in der Praxis auch verbreitet sind, ist in der Regel ein Festnetzanschluss pro Haushalt ausreichend.

### 3.2.2 Entwicklung der Anzahl der „Mobile Only“-Haushalte

Der Begriff „Mobile Only“-Haushalte bezeichnet Haushalte, die ausschließlich über einen Mobilfunkanschluss verfügen. Der Anteil dieser „Mobile Only“-Haushalte an allen Haushalten variiert im europäischen Vergleich beträchtlich. Während in Finnland Ende 2006 bereits 54% aller Haushalte ausschließlich über einen Mobilfunkanschluss verfügen, beträgt in Deutschland dieser Anteil lediglich 10 % aller Haushalte (Vgl. Abbildung 3-4). Dies entspricht für Deutschland einer absoluten Zahl von ca. 2,8 Millionen Haushalten.

Abbildung 3-4: „Mobile Only“-Haushalte in den EU15-Ländern (2004 und 2006)



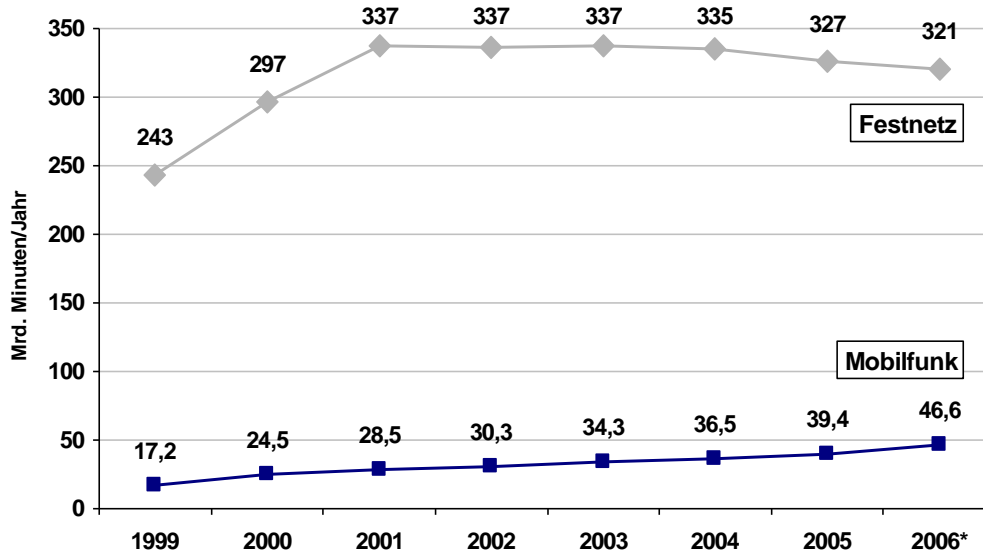
Quellen: IPSOS (2004) und E-communications household survey (2006). Angaben in % aller Haushalte.

Die Entwicklung der Anzahl von Mobile Only-Haushalten kann neben der Entwicklung der Anschlusszahlen und der Verkehrsminuten im PSTN als Indikator für die Entwicklung der Festnetzmobilfunksubstitution herangezogen werden. Es ist davon auszugehen, dass „Mobile Only“-Haushalte lediglich zu dem Teil Verkehr im Festnetz generieren, zu welchem sie Teilnehmer in diesem Netz anrufen.

### 3.2.3 Entwicklung der Verkehrsminuten

Die Verkehrsminuten im Festnetz sind rückläufig. Von 2004 bis 2006 sind sie um circa 4,2 % gesunken (vgl. Abbildung 3-5). Im Mobilfunk ist dagegen ein anhaltendes Wachstum zu verzeichnen. Im gleichen Zeitraum stieg hier das Verkehrsaufkommen um circa 21,7 %. Der weiter steigende Kommunikationsbedarf wird offenbar eher in Form von Mobilfunk- statt mit Festnetzverbindungen realisiert. Diese Verkehrsentwicklung kann als eine Zunahme der Festnetzmobilfunksubstitution interpretiert werden, lässt sich jedoch nicht auf diese reduzieren, da neben der FMS eine Vielzahl weiterer Substitutionseffekte auf die Verkehrsentwicklung im Festnetz Einfluss nimmt. Fernerhin ist anhand der Verkehrsentwicklung nicht erkennbar, ob eine Substitution im engeren oder im weiteren Sinne vorliegt (vgl. Kapitel 3.1).

Abbildung 3-5: Entwicklung von Festnetz- und Mobilfunkverkehrsminuten (1999 – 2006)



Quelle: Bundesnetzagentur (2007). \* Schätzwert.

Im Kontext dieser Studie ist das quantitative Verkehrsaufkommen gemessen in Verkehrsminuten von besonderer Relevanz, da das Aufkommen an Verkehrsminuten die Grundlage dafür bildet, die minutenbasierten Kosten des Festnetzes zu ermitteln.

### 3.3 Einflussfaktoren auf die Festnetzmobilfunksubstitution

Die empirische Analyse hat ergeben, dass Anzeichen für eine Substitution der Festnetz- durch die Mobilfunktelefonie erkennbar sind. Die Gründe für dieses Phänomen sind äußerst vielschichtig. Es existieren sowohl Treiber als auch Grenzen der Festnetzmobilfunksubstitution. Insbesondere folgende Einflussgrößen sind nach heutiger Einschätzung relevant für das Ausmaß und die Entwicklungsgeschwindigkeit einer Substitution der Festnetznutzung durch den Mobilfunk:

#### a) Preisunterschiede in Festnetz und Mobilfunk

Die ehemals erheblichen Preisunterschiede zwischen Festnetz- und Mobilfunktelefonie sind in den letzten Jahren zunehmend erodiert. Sowohl die Anschluss- als auch die Nutzungspreise haben sich in Festnetz und Mobilfunk zuletzt angeglichen. Mittlerweile vermarkten eine Vielzahl von Anbietern wie beispielsweise *Simyo.de*, *easymobile.de* und *klarmobil.de* Prepaid- und auch Postpaid-Angebote. Die tageszeit- und netzunab-

hängigen Minutenpreise dieser Anbieter liegen zum Teil 70 % unter den Tarifen der etablierten Mobilfunkanbieter<sup>16</sup>. Dennoch besteht nach wie vor ein signifikanter Preisvorteil zugunsten der Festnetztelefonie. Noch Ende 2004 lagen die durchschnittlichen Preise für eine Mobilfunkminute in Deutschland etwa fünf Mal höher als für eine Festnetzminute. In den letzten beiden Jahren hat sich diese Differenz verringert, die Mobilfunktarife sanken pro Jahr jeweils um ca. 10 %. Dennoch liegen die durchschnittlichen Preise für eine Mobilfunkminute weiterhin deutlich über den Minutenpreisen im Festnetz. Dieser Preisunterschied wird vom Kunden deutlich wahrgenommen und stellt eine der wesentlichen Barrieren für eine intensivere Mobilfunknutzung dar.

Im Falle der vollständigen Substitution des Festnetzanschlusses durch den Mobilfunkanschluss ergeben sich wiederum Einsparpotentiale aus Endkundensicht, da die Grundgebühr für den Festnetzanschluss entfällt. Ob diese Fixkostensparnis schwerer wiegt als die höheren Verbindungspreise im Mobilfunk hängt vom individuellen Nutzungsprofil des Endkunden ab.

*b) Nutzungsprofile der Nachfrager*

Maßgeblich ist in diesem Kontext die Frage: Welches Nutzerprofil substituiert vor allem den Festnetzanschluss durch den Mobilfunkanschluss? Es liegt auf der Hand, dass vor allem eine Mobilfunk-affine Klientel, d.h. Nutzer, die einen Großteil ihrer Nachfrage nach Kommunikationsdiensten via Mobilfunk befriedigen, eher dazu tendieren, den Festnetzanschluss gänzlich durch Mobilfunk zu substituieren als Personen, die ihre Nachfrage nach Kommunikationsdiensten primär via Festnetz realisieren.

Mobilfunkendgeräte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Nutzung von Festnetztelefonendgeräten. Während Mobiltelefone in der Regel nur vom Besitzer selbst verwendet werden und beispielsweise mittels Adressbuch oder SMS-Archiv personalisiert sind, werden Festnetztelefone in der Regel von allen Haushaltsmitgliedern genutzt. Folglich ist anzunehmen, dass so genannte Mobile Only-Lösungen, d.h. der gänzliche Verzicht auf einen Festnetzanschluss, vor allem für Single-Haushalte attraktiv sein dürften. Für Mehrpersonenhaushalte hingegen erscheinen Mobile Only-Lösungen als eher ungeeignet.

Ein weiterer limitierender Faktor für die Bereitschaft den Festnetzanschluss durch einen Mobilfunkanschluss gänzlich zu substituieren, ist der in der Regel an das Festnetz gebundene Internetzugang. Internet-affine Endnutzer substituieren signifikant weniger häufig ihren Festnetzanschluss durch einen reinen Mobilfunkanschluss als Haushalte ohne Internetzugang<sup>17</sup>. In der Nutzergruppe ohne Internetzugang sind die Wechselbarrieren scheinbar wesentlich geringer.

---

<sup>16</sup> Vgl. Mercer Management Consulting (2006): Festnetzsubstitution durch Mobilfunk, S. 9.

<sup>17</sup> Vgl. Mercer Management Consulting (2006): Festnetzsubstitution durch Mobilfunk, S. 13 f.



### c) *Technische Einflussfaktoren*

Differenzen in der Übertragungsqualität zwischen Mobilfunk und Festnetz können ebenfalls Einfluss auf die Intensität der Festnetzmobilfunksubstitution ausüben. So ist beispielsweise die vor allem im ländlichen Raum nicht flächendeckende Verfügbarkeit des Mobilfunks ein wichtiges limitierendes Kriterium für die Festnetzmobilfunksubstitution. Ist auf Grund mangelhafter Netzabdeckung die Zuverlässigkeit des Mobilfunks besonders in Notfällen nicht gewährleistet, wird die Bereitschaft, auf den Festnetzanschluss zu verzichten, erheblich eingeschränkt.

Ferner dürfte die im Vergleich zur Festnetztelefonie oft niedrigere Sprachqualität einen eher limitierenden Einfluss auf die Festnetzmobilfunksubstitution ausüben.

## 3.4 Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Verkehrsverteilung

Die Substitution durch den Mobilfunk hat mehrere Effekte auf die Verkehrsvolumina im Festnetz. Aus dem Festnetz gehen verschiedene Verkehrsströme ab. (vgl. hierzu Kapitel 4.1.2). Im Kontext dieser Studie ist zu klären, welche Effekte diese Verkehrsströme auf den Verkehr im Festnetz ausüben. Durch die Festnetzmobilfunksubstitution ergeben sich folgende Änderungen der Verkehrsströme:

- *Generierter Teilnehmerverkehr sinkt:* Es sinken die von den Teilnehmern generierten Minuten, so dass insgesamt weniger generierte Minuten im *Incumbent*-Netz anfallen. Dieser Verkehr entsteht nun in einem Mobilfunknetz und berührt das *Incumbent*-Netz nicht mehr.
- *Eingehender Interconnection-Verkehr sinkt:* Auf die nun in Mobilfunknetze gewechselten Teilnehmer war zuvor ein Teil der aus zusammengeschalteten Netzen einkommenden Verkehre gerichtet. Die nun aus zusammengeschalteten Netzen einkommenden Verkehre fallen deshalb entsprechend geringer aus.
- *Ausgehender Interconnection-Verkehr wächst:* Es erhöhen sich die ausgehenden Verkehre aus dem PSTN um den Teil der Verkehrsminuten, der in der Ausgangssituation netzintern auf die nun gewechselten Teilnehmer gerichtet war. Geht man von gleich bleibendem Nutzerverhalten hinsichtlich der adressierten Gesprächspartner aus, dann werden diese Verbindungen nun zu ausgehenden Minuten in Mobilfunknetze.
- *Eingehender Interconnection-Verkehr wächst:* Es erhöhen sich die eingehenden Verkehre aus Mobilfunknetzen um den Anteil der Verbindungsminuten, der von den nun gewechselten Kunden ausgeht und an die noch im PSTN verbleibenden Endkunden gerichtet ist. D.h. mit anderen Worten die zum Mobilfunk migrierten Nutzer steigern den eingehenden Interconnection-Verkehr ins PSTN durch Anrufe in dieses.

#### 4 Analyse der Kostenimplikationen der FMS unter Verwendung des Analytischen Kostenmodells für das Nationale Verbindungsnetz

Das Analytische Kostenmodell für das Verbindungsnetz ist ein Bottom-up Kostenmodell zur Bestimmung der inkrementellen Kosten schmalbandiger Verbindungsleistungen, insbesondere zur Bestimmung der langfristigen Zusatzkosten von Zusammenschaltungsleistungen. Dabei folgt die Bestimmung der Kosten der Zusammenschaltungsleistungen einem elementbasierten Ansatz insofern, dass in die Kosten der jeweiligen Leistung die Kosten der genutzten Netzelemente einfließen. Bei gemeinsamer Nutzung werden die Kosten des gemeinsam genutzten Elements in Abhängigkeit der Nutzung zugerechnet.

Das Kostenmodell stellt somit ein geeignetes Instrumentarium dar, anhand dessen die Wirkung von Verkehrsänderungen auf die Kosten der effizienten Bereitstellung schmalbandiger Verbindungsleistungen berechnet werden kann.

Unsere Zielsetzung, die Kostenänderungen im PSTN/ISDN - die aufgrund der Verkehrsmengenänderungen erzeugt werden - zu quantifizieren, nutzen wir das Analytische Kostenmodell. Die in Szenarien spezifizierten Verkehrsmengenänderungen aufgrund von FMS werden von uns hergeleitet und im Verkehrsgenerierungstool des Analytischen Kostenmodell nachgebildet. Die daraus folgenden Änderungen an den Kosten werden anhand der Veränderung der Kosten der Zusammenschaltungsleistungen einer komparativ statischen Analyse unterzogen.

Unser methodisches Vorgehen ist dergestalt, dass wir zunächst die Kosten eines deutschlandweiten Angebotes von PSTN/ISDN-Leistungen ermitteln, die sich aus einer Verkehrsbelastung ergeben, wie sie sich aus Verkehrsdaten für das Jahr 2005 aus offiziellen Quellen herleiten lässt. Anschließend werden verschiedene Verkehrsmengenänderungen sowohl der Höhe als auch der Struktur nach innerhalb einzelner Szenarien nachgebildet und in einer komparativ statischen Betrachtungsweise den Kosten für die Zusammenschaltungsleistungen für das Jahr 2005 gegenübergestellt.

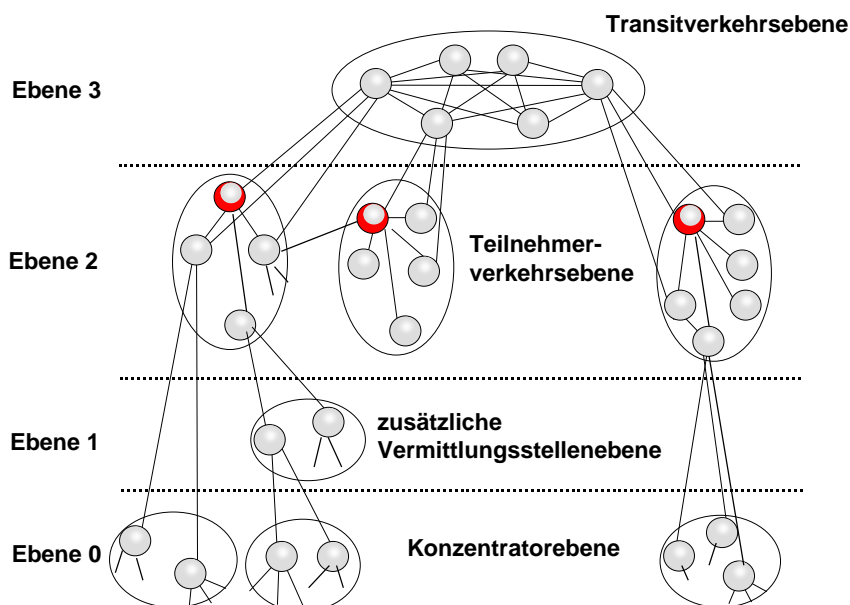
Für die Berechnungen anhand derer die Effekte veränderter Verkehrsvolumina einer quantitativen Analyse unterzogen werden, wird die Modellversion 2.0 herangezogen. Eine detaillierte Modellbeschreibung, die an dieser Stelle nicht geleistet werden soll, ist dem Referenzdokument für das Analytische Kostenmodell für das nationale Verbindungsnetz zu entnehmen.<sup>18</sup>

Die Referenzstruktur, auf der die Kostenanalyse aufbaut, ist demnach ein PSTN/ISDN Netz mit drei vermittelnden Ebenen im Backbonebereich und einer konzentrierenden Ebene im Zugangsbereich, wie in Abbildung 4-1 dargestellt.

---

<sup>18</sup> Das Dokument ist auf den Internetseiten der Bundesnetzagentur abrufbar (derzeit unter: [http://www.bundesnetzagentur.de/enid/3155606d9413d61386d1f65af33d76c6,0/Analytische\\_Kostenmodelle/Dokumente\\_9e.html#Verbindungsnetz2](http://www.bundesnetzagentur.de/enid/3155606d9413d61386d1f65af33d76c6,0/Analytische_Kostenmodelle/Dokumente_9e.html#Verbindungsnetz2)).

Abbildung 4-1: Netzstruktur mit drei Vermittlungsebenen (Referenzstruktur)



Quelle: WIK.

Der Netzübergang erfolgt im Referenznetz jeweils auf Ebene 2, also der unteren Backboneebene des nationalen Verbindungsnetzes. Die in den Berechnungen unterstellte Netzstruktur entspricht der vom Regulierer in den vergangenen Verfahren zur Zusammenschaltung unterstellten „effizienten“ Zusammenschaltungsstruktur (siehe Kapitel 2.2.2 sowie Abbildung 2-1) mit 23 Weitverkehrsvermittlungsstellenstandorten (Ebene 2), 474 Teilnehmervermittlungsstellen mit Netzübergabefunktion (Ebene 2) und 503 Vermittlungsstellen ohne Netzübergabefunktion (Ebene 1) sowie 6958 Konzentradorstandorten (APE; Ebene 0). Die Anzahl der reinen Konzentradorstandorte ergibt sich aus einer geschätzten Anzahl an Hauptverteilerstandorten von 7935 abzüglich der 977 unterstellten Vermittlungsstellenstandorte.<sup>19</sup>

Zur Kostenberechnung ist die Zerlegung des Netzes in verschiedene Elemente notwendig, um Kosten so weit zu disaggregieren, dass eine verursachungsgerechte Zuordnung zu den einzelnen Leistungen möglich wird und insbesondere eine Abgrenzung zu solchen Teilen des Netzes gewährleistet ist, die für die Erbringung von Zusammenschaltungsleistungen als nicht inkrementell zu betrachten sind. Hier ist insbesondere die Abgrenzung zum Teilnehmeranschlussnetz von Bedeutung. Da die Kosten des Teilnehmeranschlussnetzes nicht verkehrsabhängig, sondern teilnehmergetrieben sind,

<sup>19</sup> Die Herleitung der notwendigen Hauptverteilerstandorte und sowie die Bestimmung der Anschluss- und Verkehrsnachfrage ist in Kapitel 4.1.1 beschrieben.

ist das Teilnehmeranschlussnetz nicht inkrementell für die Erbringung von Verbindungsleistungen. Entsprechend werden diese Kosten modellmäßig nicht erfasst.

Ein weiteres wesentliches Merkmal der netzelementbezogenen Kostenanalyse ist darin zu sehen, dass als Inkrement im Sinne des Begriffs der langfristigen zusätzlichen Kosten das Angebot eines zusätzlichen Dienstes betrachtet wird. Der Dienst definiert sich dabei über die Summe all der Netzelemente, die für die betrachtete Dienstleistung erforderlich ist. Angewendet in Form des Total Element Ansatzes gewährleistet diese Sichtweise, dass economies of scale bzw. Kostendegressionseffekte erstens berücksichtigt und zweitens auf alle Dienste, die ein Netzelement beanspruchen, verteilt werden. Für dieses Vorgehen hat sich mittlerweile der Begriff der Total Element Forward Looking Long-Run Average Incremental Costs (TELRAIC) etabliert.

Die von uns im Rahmen des Modells berücksichtigten Netzelemente (bzw. Netzfunktionen), für die wir ausgehend von Nachfragevolumina zunächst Investitionswerte und in einem zweiten Schritt Kosten auf Jahresbasis ermitteln, sind:

- Konzentratoren,
- die Vermittlungsstellen mit Teilnehmerfunktion, die weiter zerlegt werden in verbindungsnetzseitige Leitungsanschlüsse, Koppelfeld und Zentralprozessor,
- die Transitvermittlungsstellen, die ebenfalls zerlegt werden in verbindungsnetzseitige Leitungsanschlüsse, Koppelfeld und Zentralprozessor,
- Übertragung im Zugangsnetz, d.h. zwischen abgesetzten Konzentratoren und Vermittlungsstelle mit Teilnehmerfunktion,
- Übertragung zwischen zwei direkt verbundenen Vermittlungsstellen mit Teilnehmerfunktion,
- Übertragung zwischen zwei Transitvermittlungsstellen,
- Übertragung zwischen Vermittlungsstelle mit Teilnehmerfunktion und hierarchisch zugeordneter Transitvermittlungsstelle,
- Übertragung zwischen Vermittlungsstelle mit Teilnehmerfunktion und hierarchisch nicht-zugeordneter Transitvermittlungsstelle,
- Zeichengabefunktion in den an der Verbindung beteiligten Vermittlungsstellen (SP),
- Zeichengabefunktion in Netzknoten des Zeichengabernetzes (STP).

Ausgehend von Anschlussbereichsgrenzen und Hauptverteilerstandorten, die im Rahmen dieser Studie aus öffentlich verfügbaren Daten abgeleitet werden, wird im Modell zunächst eine Aggregation zu Zugangsnetzen mit jeweils einer Vermittlungsstelle vorgenommen. Im nächsten Schritt erfolgt im Modell die Verkehrsverteilung zwischen den

Teilnehmervermittlungsstellen und die Verkehrsführung wird ermittelt. Die bei diesen Berechnungen generierten Daten bilden die Grundlage für die Investitionsrechnung.

Wie bereits angesprochen, unterscheiden wir im Bereich des Transportnetzes zwischen der Zugangsebene, also denjenigen Transporteinrichtungen in Form von Add-Drop Multiplexern, Glasfasern und Gräben, die abgesetzte Konzentratoren ringförmig mit Vermittlungsstellen verbinden, und der Backboneebene. Die Knoten des Transportnetzes in der Backboneebene bilden digitale Cross-Connectoren, die untereinander wiederum mit Glasfasern und der zugehörigen Infrastruktur in Form von Kabelkanälen, Gräben etc. verbunden sind. Ergebnis der Berechnungen sind Investitionswerte für die Bereitstellung von 2 Mbit/s Gruppen zwischen den Vermittlungsstellen (bzw. Konzentratoren) der verschiedenen Ebenen der Netzhierarchie.

Die Verkehrsmengen der Vermittlungsstellen sind Ausgangspunkte der Investitionsrechnung für die Vermittlungstechnik. Die Funktionen der Vermittlungsstellen werden dabei in Konzentration, Leitungsanschluss, Durchschaltung von Nutzkanälen und Steuerung zerlegt. Berücksichtigt werden auch anschlusspezifische Investitionen sowie Investitionen in Unterbringung und weitere Ausrüstung. Darüber hinaus werden Investitionen in den Aufbau des Zeichengabernetzes in Form von Signalisierungsendpunkten und Signalisierungstransferpunkten berücksichtigt.

Investitionen für die Durchführung des allgemeinen Netzbetriebes, die nicht direkt erfasst werden, werden als Zuschlag zur Investitionssumme berechnet. Das gleiche Verfahren wenden wir zur Ermittlung der Betriebskosten an.

Investitionen werden abschließend annualisiert und für die oben aufgeführten Netzelemente bzw. -funktionen ausgewiesen. Mit Hilfe von Jahresnachfragemengen werden die Kosten der Netzkapazität auf Minutenbasis umgerechnet (vor möglicher zeitlicher Differenzierung). Diese Werte werden in einem abschließenden Schritt mit Hilfe von Nutzungsfaktoren zu Kosten von Zusammenschaltungsleistungen im Sinne des Konzeptes der zukunftsgerichteten langfristigen zusätzlichen Kosten aggregiert.

#### **4.1 Datengrundlage zur Anwendung des Analytischen Kostenmodells für das Nationale Verbindungsnetz**

Das Analytische Kostenmodell für das Nationale Verbindungsnetz greift auf eine Reihe unterschiedlicher Daten zurück. Zum einen betrifft dies Daten zur Abbildung der Verbindungsnachfrage im Netz des Incumbent. Zum Anderen betrifft es die geographische Lage der Hauptverteilerstandorte zur Abbildung der Netzwerktopologie. Weiterhin werden eine Reihe von Informationen zur preislichen Parametrisierung des Modells benötigt. Die Herleitung der Hauptverteilerstandorte und die Verteilung der Teilnehmeranschlüsse im Raum wird im Kapitel „Herleitung der Hauptverteilerdatenbank beschrieben“. Die Abbildung der Verbindungsnachfrage im Netz des Incumbent wird über die

Parametrisierung der im Incumbent-Netz generierten Verkehre als auch der einkommenden und ausgehenden Interconnection Verkehre erzeugt. Die Ableitung der hierzu notwendigen Parameterwerte aus öffentlichen Quellen zu den Verkehrsströmen wird im Kapitel „Herleitung der Verkehrsnachfrageentwicklung“ beschrieben.

#### 4.1.1 Herleitung der Hauptverteilerdatenbank

Gegenstand der Hauptverteilerdatenbank sind die geographischen Standorte der Hauptverteiler (HVt) in Deutschland, einschließlich ihrer Anschlusszahlen. Ziel ist es, eine deutschlandweit flächendeckende Versorgung mit Telefondienstleistungen nachzubilden, wie sie sich z. Zt. in Deutschland darstellt. Die Abschätzung dieser Nachfrage soll aus öffentlich zugänglichen Quellen erfolgen.<sup>20</sup> Die Nachfrage nach auf Kupferadern basierenden Telefondienstleistungen muss dazu sowohl in geographischer, wie in mengenmäßiger Hinsicht erfasst werden.

Eine solche Approximation der Nachfrage nach Anschlüssen setzt räumlich disaggregierte Daten voraus. Da Informationen zur Anschlussnachfrage nur auf Bundesebene vorliegen, musste eine Abschätzung der räumlichen Verteilung auf der Grundlage disaggregiert vorliegender statistischer Kennzahlen erfolgen. Hierfür bieten sich in erster Linie Daten zur Gebäudezahl, zu Haushalten und Betrieben und zur Bevölkerungszahl in möglichst kleinräumiger geographischer Abgrenzung an.

Eine Verteilung der Hauptverteilerstandorte in der Fläche kann auf Basis dieser Informationen in Abhängigkeit der Nachfrage verteilt werden. Die Nachfrage spiegelt sich dann auch in der Anzahl der Anschlüsse am jeweiligen Hauptverteiler wieder.

##### *Datenbasis und Methodik*

Zur geographischen Abgrenzung liegt uns ein Datensatz zu Grenzen und Flächen der Gemeinden in Deutschland vor, darüber hinaus hält die Bundesnetzagentur auf ihrer Homepage einen Datensatz über die Grenzen aller 5204 Ortsnetzbereiche in Deutschland bereit.

Aufgrund der mangelnden Datenverfügbarkeit von Privathaushalten und Betrieben auf niedriger Aggregationsebene musste daher auf die Einwohnerzahl zurückgegriffen werden. Die Einwohnerzahl dient hier als Proxy-Variable für die unbekannte Anzahl Haushalte in der vorliegenden geographischen Abgrenzung (Kommunen). Es kann davon ausgegangen werden, dass zwischen der Einwohnerzahl und der Anzahl an Haushalten eine hohe Korrelation besteht, so dass die Einwohnerzahl einen guten Proxy für die Anzahl Haushalte darstellt. In Deutschland liegt die durchschnittliche Haushaltsgröße

---

<sup>20</sup> Geographische Daten zu den Hauptverteilerstandorten wie auch zu Haushalts- und Bevölkerungszahlen sind zwar auf dem Geo-Informationsmarkt erhältlich, der Kaufpreis für solche Daten wurde aber im Rahmen dieses Projektes als zu teuer erachtet, so dass allein die Eigenerstellung der Datenbasis in Frage kam.

bei etwa zwei Personen. Ein weiterer Vorteil ist es, dass Daten über die Bevölkerung auf Kommunalebene von den regionalen statistischen Landesämtern bereitgestellt werden. Da uns die Grenzen der Kommunen in Deutschland vorliegen, entstanden hier keine Zuordnungsprobleme.

Werden die Einwohner als Proxy-Variable für die Modellierung der Nachfrage nach auf Kupferadern basierenden Telefondienstleistungen benutzt, so wächst die Nachfrage mit der Bevölkerung. Dies ist durchaus plausibel unter der Annahme eines repräsentativen Einwohners, dessen Nachfrage nach Telefondienstleistungen als typisch angesehen werden kann. Da man annehmen kann, dass die Anzahl der Hauptverteiler mit der Nachfrage positiv korreliert ist, wächst mit Zunahme der Bevölkerung auch die Anzahl der zur Versorgung notwendigen Hauptverteiler.

In räumlich großen Ortsnetzbereichen kann es sinnvoll sein, auch unabhängig von der Höhe der Nachfrage mehrere Hauptverteiler zu platzieren, weil dadurch die Anschlussleitungen in den Anschlussbereichen kürzer ausfallen und die Kosten sinken können. Dieser Effekt soll durch die Berücksichtigung der Einwohnerdichte eingefangen werden. Die Einwohnerdichte ist die Relation von der Einwohnerzahl je Kommune zur Fläche der Kommune. Bei gegebener Bevölkerungszahl, spiegelt eine geringe Einwohnerdichte eine flächenmäßig große Kommune wieder. Je geringer die Einwohnerdichte ist, also je flächenmäßig größer die Kommune ist, desto größer ist die Anzahl der Hauptverteiler. Somit ist die Einwohnerdichte negativ mit der Anzahl der Hauptverteiler korreliert. Ein Datenproblem besteht hier nicht, da sowohl die Bevölkerung, als auch die Fläche der Kommune bekannt sind. Es finden also zwei Variablen, die Einwohnerzahl und die Einwohnerdichte je Kommune, Eingang in die Berechnung der Anzahl an Hauptverteilern.

#### 4.1.1.1 Standorte der Hauptverteiler

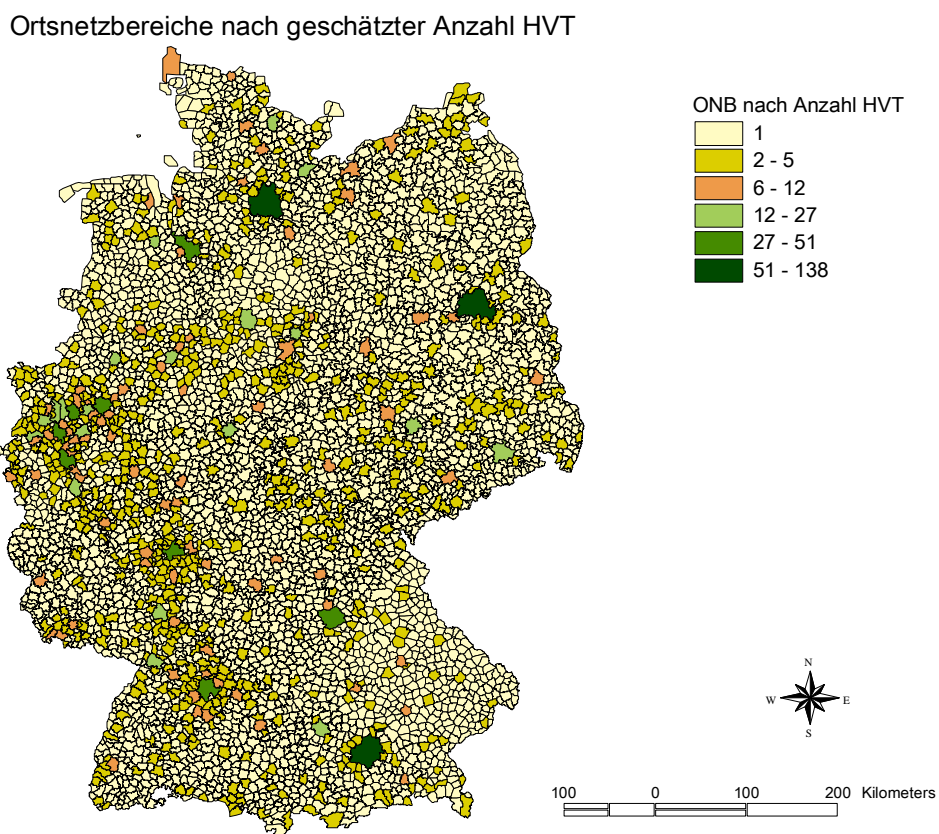
Ausgangspunkt für die Bestimmung der Anzahl Hauptverteiler war die Überlegung, dass jeder Ortsnetzbereich mindestens einen Hauptverteilerstandort aufweist. Daher erschien es vorteilhaft, die Daten über die Grenzen der Ortsnetzbereiche als Grundlage für die Berechnung der HVt-Standorte zu benutzen. Da es in Deutschland 5204 Ortsnetzbereiche gibt, werden also auch mindestens 5204 Hauptverteiler verteilt. Weitere Standorte wurden nach Einwohnerzahl und Einwohnerdichte zugeschlüsselt. Ein Problem bestand darin, dass die in die Funktion einfließenden Variablen, sprich Einwohnerzahl und Einwohnerdichte, lediglich auf der Ebene der Kommunen vorlagen. Die Daten mussten daher zunächst auf die Ortsnetzbereiche transformiert werden. Die Verteilung der Einwohnerzahl einer Gemeinde erfolgte über die Flächenanteile, die die Ortsnetzbereiche an einer Gemeinde ausmachen. Überdeckt ein Ortsnetzbereich beispielsweise die Hälfte der Fläche einer Gemeinde, dann wird diesem Ortsnetzbereich der entsprechende Anteil an den Einwohner der Gemeinde zugeordnet, hier also die Hälfte. Dazu war eine geographische Verschneidung der Kommunalgrenzen mit denen der Orts-



netzbereiche notwendig. Die Einwohnerdichte je Ortsnetzbereich ergibt sich dann aus der Division der berechneten Einwohnerzahl durch die berechnete Fläche des jeweiligen Ortsnetzbereiches. Die Einwohnerzahl und die Einwohnerdichte je Ortsnetzbereich wurden nun zur Generierung der Anzahl HVt-Standorte je Ortsnetzbereich genutzt. Der verwendete Algorithmus zur Erzeugung der Anzahl HVt-Standorte wurde so lange angepasst bis in der Summe eine befriedigende Anzahl HVt-Standorte erzielt werden konnte. In der Summe wurden auf diese Weise 7935 Hauptverteilerstandorte alloziiert.

Das Ergebnis der Schätzung der Anzahl Hauptverteiler je Ortsnetzbereich ist in Abbildung 4-2 wiedergegeben. In dünn besiedelten Gebieten weisen die Ortsnetze lediglich einen Hauptverteilerstandort auf, während die Ortsnetze städtischer Ballungsgebiete eine starke Ballung der HVt Standorte aufweisen. 3 Ortsnetzbereiche weisen 50 und mehr HVt Standorte auf, acht Ortsnetze liegen bei Zahlen zwischen 30 und 50 HVts.

Abbildung 4-2: Geschätzte Anzahl HVt je Ortsnetzbereich



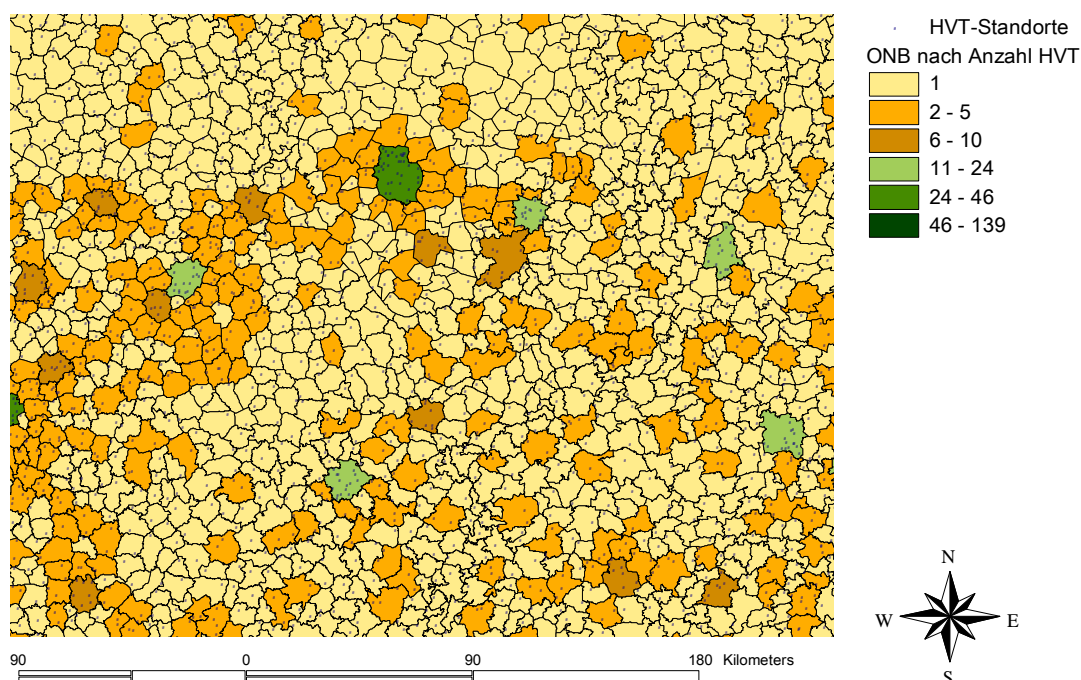


In einem nächsten Schritt mussten die Hauptverteiler innerhalb eines Ortsnetzbereiches räumlich zugeordnet werden. Aufgrund mangelnder Indikatoren für die räumliche Verteilung der Bevölkerung innerhalb der Ortsnetzbereiche wurde die Lage der Hauptverteilerstandorte innerhalb eines Ortsnetzes zufallsbestimmt gewählt.

Abbildung 4-3 zeigt für einen Ausschnitt der obigen Karte die resultierende Verteilung der Hauptverteilerstandorte je Ortsnetzbereich.

Abbildung 4-3: HVT-Standorte und Ortsnetzbereiche

Ortsnetzbereiche nach geschätzter Anzahl HVT und HVT-Standorte



Quelle: WIK.

Wie aus der Abbildung ersichtlich, enthält jeder Ortsnetzbereich mindestens einen Hauptverteiler. Die Lage der Hauptverteiler sind aufgrund der zufälligen Verortung innerhalb eines Ortsnetzpolygons selten zentral angesiedelt, was mit der Realität nicht im Widerspruch stehen muss.

#### 4.1.1.2 Herleitung der Teilnehmerzahlen je Anschlussbereich

Schließlich galt es noch die Anzahl der Anschlüsse an den Hauptverteilern zu approximieren. Dabei wird zwischen drei Anschlussstypen unterschieden: analoger Anschluss, ISDN-Anschluss und Primärmultiplexanschluss. Die Anzahl der Anschlüsse wird für jede Anschlussart gesondert geschätzt. Es wurde, ähnlich der Approximation der Anzahl an Hauptverteilern, ebenfalls davon ausgegangen, dass die Anzahl der Anschlüsse je Hauptverteiler mit der Bevölkerungszahl zunimmt. Da Primärmultiplexanschlüsse lediglich für Unternehmen interessant sind, wäre die Anzahl Betriebe je Anschlussbereich die geeignetere Größe zur Schätzung dieser Nachfragevariante gewesen. Aufgrund der Datenlage mussten wir auch hier wieder auf die Einwohnerzahl je Ortsnetzbereich zurückgreifen. Unterstellt wurde ein linearer Zusammenhang zwischen Einwohnerzahl und Anschlussnachfrage für jeden Anschlussstyp.

Da lediglich die Einwohnerzahl je Ortsnetzbereich und nicht je Anschlussbereich bekannt ist, wurde auf diese Weise die Anzahl der Anschlüsse je Anschlussart pro Ortsnetzbereich geschätzt. Von Interesse ist jedoch die Anzahl der Anschlüsse je Hauptverteiler. Wegen fehlender weiterer Indikatoren, die eine Aufteilung auf die Anschlussbereichsebene erlauben würden, wurde vereinfachend jedem Hauptverteiler je Ortsnetz die gleiche Anzahl Anschlüsse zugewiesen. Die berechnete Anzahl an Anschlüssen je Anschlussart und Ortsnetzbereich wurde zu diesem Zweck durch die zuvor berechnete Anzahl an Hauptverteilern je Ortsnetzbereich dividiert. Im Ergebnis erhalten also alle Hauptverteiler innerhalb eines Ortsnetzbereiches je Anschlussart die gleiche Anzahl an Anschlüssen.

Die geschätzte Anzahl an Anschlüssen nach Anschlussart je Hauptverteiler diente nachfolgend als Grundlage zur Aufteilung der tatsächlichen Anschlusszahlen für das Basisjahr 2005, wie sie von der Bundesnetzagentur im Jahresbericht 2006 genannt wird, auf die Hauptverteiler. Dazu wurden die geschätzten Anschlusszahlen je HVt so skaliert, dass die Summe aller Anschlusszahlen je HVt mit der vorgegebenen Anschlusszahl übereinstimmt. Da Anschlüsse nur ganzzahlig sein dürfen, wurden Rundungen vorgenommen.

Tabelle 4-1 zeigt die Anschlusszahlen nach Anschlussart, wie sie für das Jahr 2005 im Tätigkeitsbericht der BNetzA genannt wurden. Da für die Modellierung die Nachfrage im Netz des Incumbents von Interesse ist, erfolgte die Skalierung der geschätzten Nachfragen auf die Anschlusszahlen des Incumbents. Die Spalte HVt-Datenbank gibt die Summe der Anschlüsse nach erfolgter Skalierung für die drei Anschlussarten wieder. Wie ersichtlich, erfolgt lediglich im Bereich der Primärmultiplexanschlüsse eine leichte Überschätzung der Gesamtheit der Anschlüsse in der abgeleiteten HVt-Datenbank.

Tabelle 4-1: Anschlusszahlen für das Jahr 2005 tatsächlich und geschätzt

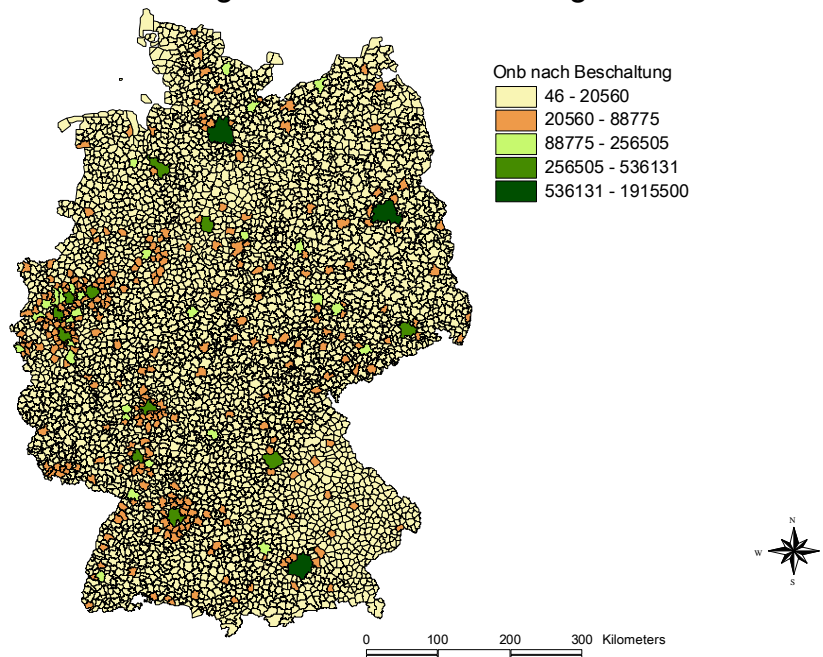
	Gesamtbestand Mio.	Wettbewerberanteil Mio.	Incumbent-Anteil Mio.	HVt-Datenbank*
Analog-Anschlüsse (ohne Ötel, ohne Anschlüsse für Kabel-TV-Telefonie)	26,32	0,742	25,578	25,579
ISDN-Basisanschlüsse	12,34	2,495	9,845	9,848
ISDN-PMX-Anschlüsse	0,120	0,0265	0,935	0,975

Quelle: BNetzA Jahresbericht 2006, S.60, \* WIK-Schätzung.

Abbildung 4-4 gibt das Ergebnis der Verteilung der Anschlüsse gemessen in Beschaltungseinheiten je Ortsnetzbereich wieder<sup>21</sup>. Die wiedergegebene Verteilung deckt sich augenscheinlich mit der Verteilung der Ballungsgebiete in Deutschland. Wie zu erwarten, befinden sich die Ortsnetze mit geringer Beschaltung in den ländlichen geprägten Räumen Deutschlands.

Abbildung 4-4: Ergebnis der Verteilung der Anschlüsse

#### Ortsnetzbereiche nach geschätzten Beschaltungseinheiten



Quelle: WIK.

<sup>21</sup> Eine Beschaltungseinheit berechnet sich wie folgt: Anzahl Analog-Anschlüsse + 2\* Anzahl ISDN-Anschlüsse + 30\* Anzahl Primärmultiplex-Anschlüsse

#### 4.1.2 Herleitung der Verkehrsparameter für das Basisjahr 2005

Die Abbildung der Verkehrsnachfrage erfolgt im Modell einerseits über die räumliche und mengenmäßige Zuordnung der Teilnehmeranschlüsse an den Hauptverteilerstandorten der einzelnen Anschlussbereiche, zusammen mit den Annahmen zu dem pro Teilnehmer generierten Verkehr im Sinne eines Quellverkehrs. Dazu wird im Modell für jede Anschlussart der durchschnittliche Verkehr in der Hauptverkehrsstunde in Erlang-Einheiten spezifiziert und mit der Anzahl Kunden des Anschlusstyps je Hauptverteiler multipliziert. Die Summe dieser Verkehre ergeben den generierten Verkehr in der Hauptverkehrsstunde. Über die Annahme des Anteils, den die Hauptverkehrsstunde am Tagesverkehr ausmacht, errechnet sich der unterstellte Tagesverkehr. Über die Multiplikation dieser Größe mit der Anzahl Tage des Jahres, die einer Lastprofilmessung typischerweise zugrunde gelegt werden, ermittelt sich der Jahresverkehr in Erlang. Die Erlangwerte lassen sich dann auch in Minuten umrechnen.

Zur Bestimmung der Verkehrsparameter des Modells, d.h. jener Parameter, die das Volumen und die Struktur der modellierten Verkehrsströme abbilden, gehen wir nun den umgekehrten Weg. Zunächst bestimmen wir aus öffentlich zugänglichen Quellen den generierten Verkehr im Incumbent-Netz und stellen dann über die Parametrisierung des Busy-Hour-Erlang (BHE) Wertes je Anschluss und Anschlusstyp sicher, dass der generierte Verkehr in der ermittelten Höhe im Modell erzeugt wird. Tabelle 4-2 zeigt das Vorgehen für das Jahr 2005, das als Vergleichsjahr den Untersuchungen zugrunde gelegt wurde<sup>22</sup>. Die zu erzielende Größe stellen die rund 271,3 Mrd. Minuten dar, die als generierter Verkehr im Incumbent-Netz aus öffentlichen Quellen<sup>23</sup> abgeleitet wurden (Tabelle 4-2 Wert unten rechts). Die Anzahl Anschlüsse, die in der Hauptverteilerdatenbank wie oben beschrieben erzeugt wurden, sind bekannt. Unterstellt man nun 10 % für den Anteil, den die Hauptverkehrsstunde am Tagesverkehr ausmacht sowie 250 Tage für das Jahr, dann stellen die gewählten BHE-Werte je Anschluss sicher, dass das Modell wie gewünscht mit einem generierten Verkehr von 271,3 Mrd. Minuten<sup>24</sup> pro Jahr arbeitet. Die Verkehrswerte des ISDN-Anschlusses (ISDN-BA) werden hier mit dem 2-fachen des Analoganschlusses (Analog), die des Primärmultiplexanschlusses (ISDN-PMX) mit dem 30-fachen des Analoganschlusses angegeben<sup>25</sup>.

---

<sup>22</sup> 2005 wurde als Basisjahr gewählt weil zum Untersuchungszeitpunkt für dieses Jahr die benötigten Zahlen vorlagen, während die Werte für das Jahr 2006 teilweise auf Schätzungen beruhten, die in den unterschiedlichen verwendeten Quellen teilweise verschieden ausfielen.

<sup>23</sup> Als Datenbasis Verwendung fanden primär folgende Publikationen: Bundesnetzagentur: Tätigkeitsbericht 2004/05, Jahresbericht 2006; Dialog Consult/ VATM: Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation.

<sup>24</sup> Eine detaillierte Herleitung des innerhalb der Modellparametrisierung geschätzten generierten Verkehrs erfolgt in Kapitel 4.2.4.

<sup>25</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2007): Jahresbericht 2006, S. 58.

Tabelle 4-2: Ableitung der Verkehrsparameter für das Basisjahr 2005

Anschlusstyp	Anzahl Anschlüsse	BHE pro Anschluss		Ausgehende Erlang je Anschlusstyp	Ausgehende Minuten je Anschlusstyp
<b>Analog</b>	25.579.195	0,03752		959.858,9	57.591.531,8
<b>ISDN-BA</b>	9.847.857	0,07505		739.081,3	44.344.880,3
<b>ISDN-PMX</b>	97.486	1,12575		109.744,8	6.584.688,9

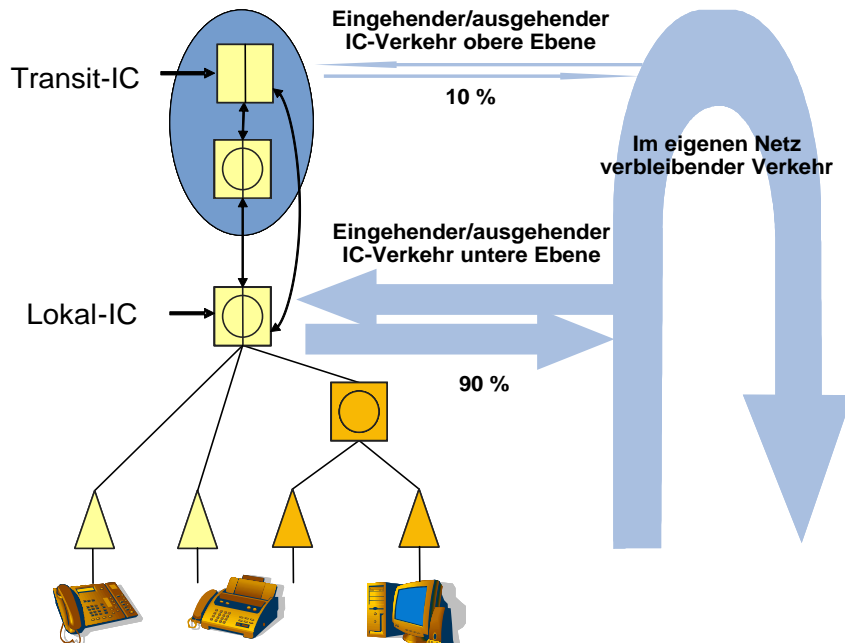
				Ausgehende Erlang, gesamt	Ausgehende Minuten, gesamt
<b>Gesamt BH *</b>				1.808.685,0	108.521.101,0
<b>Gesamt Tag</b>			10,00%	18.086.850,2	1.085.211.009,8
<b>Gesamt Jahr</b>			250	4.521.712.541,0	271.302.752.457,5

Quelle: WIK -Berechnung, Datenbasis: Dialog Consult/ VATM (2006), Bundesnetzagentur (2006). \* Busy Hour.

Abbildung 4-5 verdeutlicht die Verkehrsströme, die im Modell erfasst und bottom-up modelliert werden. Vom Verkehr, der von den Incumbent-Kunden ausgeht (generierter Verkehr) und der zu den Vermittlungsstellen hin konzentriert wird, verlässt ein gewisser Anteil das modellierte Netz als ausgehender Interconnection-Verkehr. Der andere auf die eigenen Kunden gerichtete Teil des generierten Verkehrs verbleibt im Netz. Zu diesem Verkehr kommt der eingehende Interconnection-Verkehr hinzu, der aus anderen Netzen kommend zum einen auf die Incumbent-Kunden gerichtet ist oder zum anderen als Transitverkehr in andere Netze fließt und das Incumbent-Netz lediglich zum Transport nutzt.

Die ein- und ausgehenden Interconnection-Verkehre müssen erfasst werden, um die entsprechenden Parameter im Modell bestimmen zu können. Da Interconnection-Verkehr im Modell an zwei Ebenen einfließen und abgehen kann, sind Annahmen hinsichtlich der Aufteilung der Interconnection-Verkehre nach Netzebenen zusätzlich notwendig.

Abbildung 4-5: Schema der Verkehrsströme im Verbindungsnetzmodell



Quelle: WIK.

Ein- und ausgehende Interconnection-Verkehre werden danach unterschieden, ob sie an Netzebene 2 oder Netzebene 3 das Netz betreten oder verlassen<sup>26</sup>. Da Zusammenschaltungsverkehr das Netz in unterschiedlicher Weise belastet, abhängig davon, an welcher Netzebene er zu oder abfließt, müssen für die Verkehrsführung und die richtige Netzdimensionierung die Verkehre entsprechend aufgeteilt werden. Zur Aufteilung dienen Annahmen zum Anteil des in der Tarifstufe „Local“ gegenüber dem als „Single-“ und „Double-Transit“ abgewickelten Verkehr am gesamten Zusammenschaltungsverkehr. Wie Abbildung 4-5 zu entnehmen ist unterstellen wir, dass 90 % des Zusammenschaltungsverkehrs auf der unteren Zusammenschaltungsebene abgewickelt wird und 10 % auf der oberen Ebene. Aufgrund der zu beobachtenden Tendenz zum Ausbau auf der „Lokal-Ebene“ der letzten Jahre, sind unserer Einschätzung nach 10 % eher als zu hoch denn als zu niedrig anzusehen.

<sup>26</sup> Zusammenschaltung erfolgt in Deutschland an Knoten der Netzebene 2. Double- und Single-Transit Verkehre verlassen und betreten das Netz an Netzknoten der Ebene 2, die am Standort der Netzknoten der Ebene 3 sich befinden, was hiermit gemeint sein soll.

Tabelle 4-3 verdeutlicht das Vorgehen zur Parametrisierung der Verkehrsaufteilung für das Jahr 2005. Zunächst werden aus öffentlichen Quellen<sup>27</sup> die Jahresverkehre für den im Netz verbleibenden Verkehr sowie für ein- und ausgehende Interconnection-Verkehre bestimmt. Danach werden die Interconnection-Verkehre auf die Netzebenen (90% / 10%) aufgeteilt (vgl. Spalte „Prognostizierte Werte“). Die Modellparameter für die unterschiedlichen Verkehrsströme werden schließlich ausgedrückt als Anteil vom generierten Verkehr (vgl. Spalte „resultierende Parameter“). Weiterhin ist zu beachten, dass im Netz verbleibender Verkehr und ausgehender Interconnection-Verkehr dem generierten Verkehr entsprechen muss.

Tabelle 4-3 Ableitung der Parameter zur Verkehrsaufteilung für das Jahr 2005

Parameter		Angesetzter Parameterwert	Busy Hour-Erlang	Jahres-Minuten in Mrd. *	Prognostizierte Werte in Mrd.	Berechneter Parameterwerte
aintra	Im Netz verbleibend	0,38665	699.333,3	104,900	104,900	0,38665
aoid	Ausgehend NE1	0,00000	-	-	-	
aiid	Eingehend NE1	0,00000	-	-	-	
aoig	Ausgehend NE2	0,55200	998.400,0	149,76	149,76	0,55200
aiig	Eingehend NE2	0,31349	567.000,0	85,05	85,05	0,31349
aois	Ausgehend NE2 an NE3	0,06134	110.951,7	16,64	16,64	0,06133
aiis	Eingehend NE2 an NE3	0,03483	63.000,0	9,45	9,45	0,03483

Quelle: WIK. \* laut Basisszenario.

Demnach verblieb im Jahr 2005 lediglich 38,7 % des generierten Verkehrs im Netz des Incumbents, 55,2 % des generierten Verkehrs verließ das Netz des Incumbents auf der unteren Zusammenschaltungsebene und 6,1 % des generierten Verkehrs verließ das Netz auf der oberen Zusammenschaltungsebene. Verkehr in Höhe von 31,3 % des generierten Verkehrs floss zusätzlich auf der unteren Zusammenschaltungsebene ins Netz des Incumbents und etwa 3,5 % kam auf der oberen Ebene hinzu.

Modelltechnisch gesehen betrifft die in diesem Beitrag vorgenommene ceteris-paribus Analyse die Variation der in diesem Kapitel beschriebenen Verkehrsparameter. Alle anderen Parameter des Modells sowie auch die Nachfrageverteilung bleiben im Vergleich zum Basisjahr unverändert.

Im Folgenden werden nun die benötigten Verkehrsströme bestimmt und ihre Herleitung beschrieben.

<sup>27</sup> Datenbasis waren primär folgende Publikationen: Bundesnetzagentur: Tätigkeitsbericht 2004/05, Jahresbericht 2006; Dialog Consult/ VATM: Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation.



## 4.2 Herleitung der modellrelevanten Verkehrsströme des Basisszenarios 2005

Das Analytische Kostenmodell für das Verbindungsnetz benötigt – wie bereits ausgeführt – Angaben über vier verschiedene Verkehrsströme, um eine verkehrsmengenabhängige Kostenanalyse durchzuführen. Diese vier Verkehrsströme, die im Vorfeld der Analyse zu quantifizieren sind, sind

- der *im Netz verbleibende Verkehr*,
- der *eingehende Interconnection-Verkehr*,
- der *ausgehende Interconnection-Verkehr* und
- der *gesamte im Netz generierte Verkehr*.

Um Berechnungen durchführen zu können, die für die Verkehrsnachfrage in Deutschland realistische Werte annehmen, wurde als Datenbasis für die Herleitung dieser im Kontext der Untersuchung relevanten Verkehrsströme Verkehrsdaten der Bundesnetzagentur (Jahresbericht 2006 und Tätigkeitsbericht 2004/2005) und Markt- und Verkehrsdaten des VATM bzw. Dialog Consult (Achte gemeinsame Marktanalyse zum Telekommunikationsmarkt 2006) herangezogen. Ergänzt wurde diese Datenbasis durch Experteneinschätzungen aus Industrie und Regulierung. Die verfügbare Datenbasis umfasste in der Regel die abgerechneten Verkehrsminuten separiert nach dem abgerechneten Verkehrsaufkommen des Incumbents und dem abgerechneten Verkehrsaufkommen der Wettbewerber. Im Kontext dieser Untersuchung sind jedoch nicht die **abgerechneten** Endkundenminuten<sup>28</sup> des Incumbent maßgeblich, sondern die Minuten, die im Netz des Incumbents generiert werden, beziehungsweise das Netz des Incumbents durchlaufen. Diese Größen unterscheiden sich maßgeblich von den abgerechneten Endkundenminuten des Incumbents, da auch Wettbewerberkunden Verkehrsminuten im Netz des Incumbents generieren (u.a. Call by Call und Preselection-Anbieter) bzw. ihren Verkehr durch das Netz des Incumbents führen. Demzufolge erforderte die Herleitung der relevanten Verkehrsströme eine dezidiertere Betrachtung der verfügbaren Verkehrsmengendaten bzw. auch eine Interpretation dieser.

---

<sup>28</sup> Die abgerechneten Minuten des Incumbents bezeichnen die Verkehrsminuten, die von Incumbent-Festnetzkunden generiert werden. Diese entstehen, wenn ein Incumbent-Festnetzkunde einen Anruf tätigt.



#### 4.2.1 Im Netz verbleibender Verkehr

*Im Netz verbleibender Verkehr* liegt vor, wenn sowohl der Anrufer als auch der Angerufene im PSTN des Incumbents telefonieren. Eine Vermittlung eines solchen Gespräches findet innerhalb des nationalen PSTN statt. Die generierten Verkehrsminuten tangieren keine anderen Netze, weder Mobilfunknetze noch traditionelle Festnetze alternativer Anbieter.

Der im Netz verbleibende Verkehr lässt sich für Deutschland auf Basis öffentlich zugänglicher Verkehrsmengendaten wie folgt quantifizieren (vgl. hierzu Tabelle 4-4):

- den Ausgangswert für die Berechnung des im PSTN verbleibenden Verkehrs bilden die *abgerechneten Verbindungsminuten* des Incumbents. Diese beliefen sich den Angaben der Bundesnetzagentur Jahr 2005 auf **159** Mrd. Minuten<sup>29</sup>.
- Von dieser Ausgangsgröße subtrahiert wird zunächst der aus dem PSTN des Incumbents *ausgehende Verkehr in Mobilfunknetze*. Dieser Wert entsprach laut Tätigkeitsbericht 2004/2005 der BNetzA 2005 ca. **12,9** Mrd. Minuten<sup>30</sup>.
- Ebenfalls subtrahiert wird der *abgehende Verkehr in ausländische Festnetze* den die Bundesnetzagentur (Tätigkeitsbericht 2004/2005) im Jahr 2005 auf **3,5** Mrd. Minuten pro Jahr quantifiziert<sup>31</sup>.
- Darüber hinaus subtrahiert werden die *Verbindungsminuten von PSTN-Festnetzanschlüssen des Incumbents zu Voice over IP-Nummern*. Dieser Interconnection-Verkehr beträgt analog zum BNetzA-Tätigkeitsbericht 2004/2005 im Jahr 2005 **1,5** Mrd. Minuten pro Jahr<sup>32</sup>.
- Abschließend werden die *Schmalbandinternet-Verbindungsminuten des Incumbents* in Höhe von **27,4** Mrd. Minuten pro Jahr (Stand 2005 / Achte gemeinsame Marktstudie des VATM und Dialog Consult) subtrahiert<sup>33</sup>.

Hieraus resultiert ein Wert für den *im Netz verbleibenden Verkehr* im Jahr 2005 von **104,9** Mrd. Minuten.

<sup>29</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2006b): Jahresbericht 2005, S. 34.

<sup>30</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2005). Tätigkeitsbericht 2004-2005, S. 369.

Der Wert von ca. 12,9 Mrd. Minuten errechnet sich aus dem hier angegebenen Wert (15 Mrd. Minuten) abzüglich der Verkehrsminuten die von Wettbewerber-Vollanschlüssen in Mobilfunknetze generiert werden (ca. 2,1 Mrd. Minuten/ Schätzung aufgrund der Gesamtverkehrsverteilung zwischen Incumbent- und Wettbewerber Vollanschlüssen).

<sup>31</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2005): Tätigkeitsbericht 2004/2005, S. 369.

<sup>32</sup> WIK-Schätzung auf Basis der Annahme, dass Voice over IP-Nutzer überproportional On net-Gespräche führen. Datenbasis: Bundesnetzagentur 2007): Jahresbericht 2006, S. 66.

<sup>33</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 20. (Darstellung in Millionen Minuten pro Tag).

Tabelle 4-4: Im Netz verbleibender Verkehr (in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2002	2003	2004	2005
<b>Im Netz verbleibender Verkehr</b>	<b>150,0</b>	<b>128,4</b>	<b>108,2</b>	<b>104,9</b>
Abgerechnete Minuten Incumbent (Verbindungsminuten)	211	194	172	159
– Abgehender Verkehr Incumbent in Mobilfunk	11,8	12,2	12,3	12,9
– Abgehender Verkehr Incumbent in ausl. Festnetze	4,3	3,8	3,4	3,5
– Abgehender Verkehr Incumbent zu VoIP	0	0	0,5	1,5
– Abgehender Verkehr zu Wettbewerberanschlüssen	6,1	4,6	5,8	8,9
– Internetverbindungsminuten Schmalband Incumbent	38,8	45,0	41,8	27,4

Quelle: WIK-Analyse, Datenbasis: Bundesnetzagentur, VATM.

#### 4.2.2 Ausgehender Interconnection-Verkehr

Der *ausgehende Interconnection-Verkehr* aus dem PSTN des Incumbents ergibt sich aus der Addition folgender Verkehrsströme und wird hier für Deutschland auf Basis öffentlicher Quellen abgeschätzt (vgl. hierzu Tabelle 4-5):

- Den *Schmalband-Internetverbindungsminuten* der Wettbewerber, die über Anschlüsse des Incumbents generiert werden. Dieser Wert berechnet sich aus dem Anteil der Wettbewerber an dem gesamten Aufkommen an Schmalband-Internetverbindungsminuten. Dieser Wert wird multipliziert mit dem Anteil der Schmalband-Internetverbindungsminuten die von Wettbewerber-Anschlüssen generiert werden. Hier wurde die Annahme getroffen, dass 30 % des Gesamtaufkommens an Schmalband-Internetverbindungsminuten der Wettbewerber von eigenen Anschlüssen der Wettbewerber generiert wird. Diese Annahme beruht auf der empirischen Analyse, dass Wettbewerber-Anschlusskunden überproportional hohe Verkehrsmengen generieren (z.B. generieren Wettbewerber-Anschlusskunden das 2,13-fache an Verkehr wie Call by Call-Nutzer<sup>34</sup>). Auf Basis dieser Zusammenhänge ergibt sich ein Wert von **53,4** Mrd. Minuten pro Jahr für die Schmalband-Internetverbindungsminuten.
- Die nächste Größe, die in die Berechnung des ausgehenden Interconnection-Verkehrs eingeht, sind die *Call by Call-Verbindungsminuten* der Wettbewerber, die im PSTN des Incumbents generiert werden. Diese Verbindungsminuten werden zu ausgehendem Interconnection-Verkehr, da sie – nachdem sie auf einem Anschluss des Incumbents generiert wurden – zu dem Verbindungsnetz des Call by Call-Anbieters geführt werden und das PSTN/ISDN des Incumbents

<sup>34</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 17 (Angaben in Millionen Minuten pro Tag).

somit wieder verlassen. Der aufgrund von Call by Call-Verbindungen generierte ausgehende Interconnection-Verkehr beträgt im Jahr 2005 ca. **54** Mrd. Minuten<sup>35</sup>.

- Ebenfalls eine Teilmenge des ausgehenden Interconnection-Verkehrs stellen die *Preselection-Verbindungsminuten* der Wettbewerber dar. Diese werden ebenfalls im PSTN generiert und verlassen analog zum Call by Call-Verkehr das PSTN des Incumbents. Im Jahr 2005 ergeben sich **25,4** Mrd. Minuten des ausgehenden Interconnection-Verkehrs aus diesen Preselection Verkehrsminuten<sup>36</sup>.
- Hinzu addiert werden die *Verkehrsminuten, die vom PSTN des Incumbents in Mobilfunknetze* vermittelt werden. Diese berechnen sich aus der Gesamtzahl der vom Festnetz in Mobilfunknetze vermittelten Verkehrsminuten multipliziert mit dem Anteil der Festnetzanschlüsse des Incumbents am gesamten Verkehrsaufkommen (**86,17** % des gesamten schmalbandigen Festnetzverkehrs geht von PSTN-Anschlüssen des Incumbents aus<sup>37</sup>). Hierbei wird ein gleichverteiltes Verkehrsaufkommen unterstellt, d.h. es wird die Annahme getroffen, dass von Incumbentanschlüssen im Verhältnis ebenso viele Verkehrsminuten, in Mobilfunknetze abgehen, wie von Wettbewerberanschlüssen. Auf Basis dieser Annahme ergibt sich im Jahr 2005 ein Wert für den vom PSTN/ISDN des Incumbents ausgehenden Interconnection-Verkehr in Mobilfunknetze in Höhe von **12,9** Mrd. Minuten.
- Hierzu addiert werden die *Verbindungsminuten vom Festnetz des Incumbents in ausländische Festnetze*. Im Jahr 2005 sind dies ca. **3,5** Mrd. Minuten<sup>38</sup>.
- Ebenfalls berücksichtigt werden die *Verbindungsminuten vom Festnetz des Incumbents zu Voice over IP*. Der von Voice over IP generierte Verkehr betrug im Jahr 2005 2,3 Mrd. Minuten pro Jahr<sup>39</sup>. Ausgehend von diesem Wert wurde die Annahme einer symmetrischen Verkehrsverteilung getroffen. D.h. es wird ebenso viel Verkehr von traditionellen Festnetzanschlüssen zu Voice over IP generiert wie umgekehrt. Aus dieser Annahme resultiert ein Wert von ebenfalls 2,3 Mrd. Minuten für das Verkehrsaufkommen von *allen nationalen Festnetzen zu Voice over IP*. Von diesem Wert zu subtrahieren ist der Verkehr, der nicht vom Festnetz des Incumbents ausgeht, sondern von Anschlüssen der Wettbewerber (inklusive Kabeltelefonie und Voice over IP). Dieser Wert lässt sich auf

<sup>35</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S.17 (Angaben in Millionen Minuten pro Tag).

<sup>36</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S.17 (Angaben in Millionen Minuten pro Tag).

<sup>37</sup> WIK-Schätzung auf Basis der Anzahl der durchschnittlichen Verbindungsminuten eines Wettbewerber-Komplettanschlussnutzers (vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 17) und dem Marktanteil der Wettbewerber im Komplettanschlussmarkt (Vgl. Bundesnetzagentur (2007): Jahresbericht 2006, S. 60).

<sup>38</sup> WIK-Schätzung auf Basis von Expertenbefragungen und Daten der Bundesnetzagentur (2005): Vgl. Tätigkeitsbericht 2004/2005, S. 369.

<sup>39</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2006): Jahresbericht 2006, S. 66.

ca. 0,8 Mrd<sup>40</sup>. Minuten quantifizieren. Dementsprechend ergibt sich für das Aufkommen an *Verbindungsminuten vom Festnetz des Incumbents zu Voice over IP* ca. **1,5** Mrd. Minuten.

- Die nächste in diesem Kontext zu berücksichtigende Größe ist die Anzahl der *Verkehrsminuten vom PSTN/ISDN des Incumbents zu Anschlüssen der Wettbewerber*. Unter der Annahme einer symmetrischen Verkehrsmengenverteilung errechnet sich diese Größe aus dem Anteil der Wettbewerber an den Festnetz-Hauptanschlüssen (2005: 8,31%<sup>41</sup>) multipliziert mit der Anzahl der vermittelten Verkehrsminuten in das nationale Festnetz (2005: 107,3 Mrd. Minuten pro Jahr<sup>42</sup>). 2005 entfallen auf diesen Verkehrsstrom **8,9** Mrd. Minuten.
- In diesem Kontext ebenfalls relevant ist der *Transitverkehr der Wettbewerberanschlüsse*. Dieser Verkehr wird von Wettbewerber-Anschlüssen generiert und hat ebenfalls Wettbewerberanschlüsse zum Ziel. Allerdings verfügen nicht alle Wettbewerber flächendeckend über eigene Netzinfrastrukturen auf allen Netzebenen, so dass die von Ihren Anschlüssen generierten Gesprächsminuten teilweise über das PSTN des Incumbents vermittelt werden. Der Wert für diesen Transitverkehr der Wettbewerber-Anschlüsse berechnet sich aus dem gesamten Wettbewerber-Festnetzverkehr abzüglich der Verbindungsminuten der Wettbewerber im Ortsbereich<sup>43</sup>, da hier die Wettbewerber in der Regel eigene Infrastruktur nutzen können. Für 2005 ergibt sich ein auf diese Weise errechneter Wert von **3,1** Mrd. Minuten.
- Die letzte zu berücksichtigende Größe ist der *Mobilfunktransit*. Diese Größe bezeichnet Mobilfunkverkehr, der als Transit das PSTN des Incumbents nutzt. Der Mobilfunktransit ergibt sich aus dem gesamten Verkehrsaufkommen von Mobilfunk in fremde nationale Mobilfunknetze<sup>44</sup> multipliziert mit 40%. Diesem Verfahren liegt die Annahme zu Grunde, dass 40%<sup>45</sup> des gesamten Mobilfunkverkehrs in fremde nationale Mobilfunknetze das PSTN des Incumbents als Infrastruktur für den Transitverkehr nutzen. Auf Basis dieser Annahme ergibt sich für den Mobilfunktransit im Jahr 2005 ein Wert von **3,6** Mrd. Minuten.

Die Aufsummierung dieser Teilverkehre ergibt einen Wert von ca. 166,4 Mrd. Minuten für den *ausgehenden Interconnection-Verkehr*.

---

<sup>40</sup> WIK-Schätzung auf Basis von Expertenbefragungen und der Auswertung von Marktanteilen und Anschlusszahlen.

<sup>41</sup> Herleitung auf Basis der Angaben in: VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 15.

<sup>42</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S.

<sup>43</sup> Datenbasis dieser Berechnung: VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 10 ff.

<sup>44</sup> Datenbasis: Bundesnetzagentur (2005): Tätigkeitsbericht 2004/2005, S. 41.

<sup>45</sup> Diese Annahme resultiert aus Expertengesprächen bezüglich der Verkehrsführung alternativer Mobilfunkunternehmen. Eine genaue Quantifizierung der Transitverkehrsmengen ist anhand öffentlich zugänglicher Daten nicht möglich.

Tabelle 4-5 Ausgehender Interconnection-Verkehr (in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2002	2003	2004	2005
<b>ausgehender Interconnection-Verkehr</b>	<b>133,7</b>	<b>144,2</b>	<b>158,9</b>	<b>166,4</b>
Internetverbindungsminuten Schmalband	59,9	59,3	56,2	53,4
Verbindungsminuten FN WB Call by Call	31,8	39,8	51,4	54
Verbindungsminuten FN WB Preselection	15,7	19	23,4	25,6
Von Festnetz des Inc. in Mobilfunknetze	11,8	12,2	12,3	12,9
Vom Festnetz des Inc. ins Ausländische FN	4,3	3,8	3,4	3,5
Vom Festnetz des Inc. zu VoIP	0	0	0	1,5
Vom FN des Inc. zu Festnetz WB-Anschluss	6,1	4,6	5,8	8,9
Wettbewerber Festnetz Minuten - Transit	1,9	3,0	3,4	3,1
Mobilfunktransit	2,2	2,5	3,0	3,6

Quelle: WIK-Analyse, Datenbasis: Bundesnetzagentur (Tätigkeitsbericht 2004/2005), VATM und Dialog Consult (Achte gemeinsame Marktstudie zur Telekommunikation).

#### 4.2.3 Eingehender Interconnection-Verkehr

Der *eingehende Interconnection-Verkehr* aus dem PSTN des Incumbents ergibt sich aus der Addition folgender Verkehrsströme und wird hier ebenfalls für Deutschland auf Basis öffentlicher Quellen abgeschätzt (vgl. hierzu Tabelle 4-6):

- *Eingehender Interconnection-Verkehr aus Mobilfunknetzen.* Dieser berechnet sich aus dem Gesamtwert aller Verbindungen aus Mobilfunknetzen ins das PSTN des Incumbents<sup>46</sup> in Relation zum Anteil des im PSTN des Incumbents generierten Anteils am Gesamtaufkommen im gesamten PSTN (inklusive der Anschlüsse der Wettbewerber<sup>47</sup>). Im Rahmen der Berechnung dieser Größe wird eine symmetrische Verkehrsminutenverteilung unterstellt. D.h., wer Anrufe im PSTN mit einer gewissen Intensität initiiert, wird mit gleicher Intensität aus anderen Netzen zurückgerufen. Dieser Annahme zufolge entspricht der Verkehr vom Festnetz des Incumbents in Mobilfunknetze dem von Mobilfunknetzen in das PSTN des Incumbents. Für 2005 lässt sich auf diese Weise ein Wert von **11,2** Mrd. Minuten für diese Größe berechnen.
- *Der eingehende Verkehr von Voice over IP-Anschlüssen ins PSTN des Incumbents.* Zur Schätzung dieser Größe wurde die Annahme getroffen, dass der eingehende Verkehr von Voice over IP-Anschlüssen um den Faktor 3 höher ist als der ausgehende Verkehr vom PSTN des Incumbents zu Voice over IP-Anschlüssen. Dieser Faktor ergibt sich aus der Tatsache, dass im PSTN/ISDN

<sup>46</sup> Datenbasis: Bundesnetzagentur (2005): Tätigkeitsbericht 2004/2005, S. 41.

<sup>47</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 17.

des Incumbents wesentlich mehr Teilnehmer erreichbar sind als über Voice over IP. Aus diesem Grund kann nicht von einer symmetrischen Verteilung des eingehenden Interconnection-Verkehrs in das PSTN/ISDN des Incumbents und in breitbandige Netze zur Terminierung von VoIP ausgegangen werden.

- *Eingehender Interconnection-Verkehr aus ausländischen Festnetzen.* Analog zum eingehenden Verkehr aus Mobilfunknetzen wird auch hier die Annahmen einer symmetrischen Verkehrsverteilung getroffen. Dementsprechend entfällt auf den eingehenden Interconnection-Verkehr aus ausländischen Festnetzen der selbe Wert wie auf den ausgehenden Interconnection-Verkehr in ausländische Festnetze: **3,5 Mrd. Minuten**<sup>48</sup> im Jahr 2005.
- *Der eingehende Verkehr von Wettbewerberanschlüssen in das PSTN des Incumbents.* Der Berechnung dieses Wertes liegt die Annahme zu Grunde, dass 70 % der von Wettbewerberanschlüssen generierten Verkehrsminuten an Anrufziele im PSTN des Incumbents gerichtet sind. Der Anteil des Incumbents an allen PSTN-Anschlüssen liegt mit ca. 86 % zwar deutlich höher, allerdings gibt es empirische Hinweise darauf, dass Endkunden, die Wettbewerberanschlüsse nutzen, überproportional Anschlusskunden desselben Anbieters anrufen (Netzwerk-Effekte). Unter Berücksichtigung dieser Annahmen lässt sich für 2005 ein Wert in Höhe von **16,0 Mrd. Minuten** errechnen.
- *Der eingehende Verkehr, der via Call by Call-Verbindungen wieder in das PSTN des Incumbents zurückvermittelt wird.* Dieser berechnet sich aus dem Gesamtaufkommen des Call by Call-Verkehrs multipliziert mit dem prozentualen Anteil des Verkehrs der zurück in das PSTN des Incumbents vermittelt wird. Bei der Berechnung dieses prozentualen Anteils wird die Annahme getroffen, dass 65%<sup>49</sup> des gesamten Call by Call-Verkehres an Ziele im PSTN des Incumbents gerichtet werden. Dieser Wert ergibt sich aus dem Anteil des Verkehrs, der ins PSTN des Incumbents eingeht, am gesamten eingehenden Interconnection-Verkehr. Für 2005 ergibt sich auf Basis der erläuterten Methodik ein Wert von **37,8 Mrd. Minuten**.
- *Der eingehende Verkehr von Preselection-Anschlüssen.* Es ist anzunehmen, dass Preselection-Kunden analog zu Call by Call-Kunden überproportional untereinander telefonieren. Deshalb wird auch im Bereich Preselection die Annahme getroffen, dass 65% des gesamten Preselection Verkehrs an Ziele im PSTN des Incumbents zurückvermittelt wird. Hieraus resultierend ergibt sich für 2005 ein Wert von **17,9 Mrd. Minuten**.

---

<sup>48</sup> WIK-Schätzung auf Basis von Expertenbefragungen und Daten der Bundesnetzagentur (2005): Vgl. Tätigkeitsbericht 2004/2005, S. 369.

<sup>49</sup> Dieser Wert ergibt sich zum einem aus dem Anteil des Verkehrs der in das PSTN des Incumbents eingeht am gesamten eingehenden Interconnection-Verkehr (ca. 70%: Expertenschätzung) und der Rationalität, dass Call by Call- und Preselection-Kunden überproportional untereinander telefonieren (Vgl. VATM/Dialog Consult: Achte gemeinsame Marktstudie zur Telekommunikation).



- Abschließend hinzu addiert werden die beiden Größen *Festnetz-Transit der Wettbewerber* und *Mobilfunktransit*. Auf den Festnetz-Transit der Wettbewerber entfallen 2005 **3,1** Mrd. Minuten, auf den Mobilfunktransit im gleichen Jahr **3,6** Mrd. Minuten (zur Herleitung vergleiche Kapitel 4.2.2).

Die Addition dieser Verkehrsströme ergibt für das Jahr 2005 einen *eingehenden Interconnection-Verkehr* in Höhe von ca. 94,5 Mrd. Minuten.

Tabelle 4-6: Eingehender Interconnection-Verkehr (in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2002	2003	2004	2005
<b>eingehender Interconnection-Verkehr</b>	<b>58,6</b>	<b>77,3</b>	<b>91,9</b>	<b>94,5</b>
Von Mobilfunk ins FN des Incumbents	9,0	9,2	10,0	11,2
Von VoIP ins FN des Incumbents				1,5
Von Ausland ins FN des Incumbents	4,3	3,8	3,4	3,5
Von Wettbewerberanschlüssen ins FN des Inc.	7,9	17,7	19,6	16,0
call by call ins FN des Incumbents	22,3	27,9	36,0	37,8
Preselection ins FN des Incumbents	11,0	13,3	16,4	17,9
Wettbewerber Festnetz Minuten - Transit	1,9	3,0	3,4	3,1
Mobilfunktransit	2,2	2,5	3,0	3,6

Quelle: WIK-Analyse, Datenbasis: Bundesnetzagentur, VATM.

#### 4.2.4 Gesamter im Netz generierter Verkehr

Der gesamte im Netz generierte Verkehr ergibt sich aus der Addition der im Vorfeld berechneten Größen "*im Netz verbleibender Verkehr*" und "*ausgehender Interconnection-Verkehr*". Hieraus ergibt sich 2005 ein Wert für den *gesamten generierten Verkehr* in Höhe von **271,3** Mrd. Minuten (Vergleiche Tabelle 4-7).

Tabelle 4-7: Gesamter im Netz generierter Verkehr

	2002	2003	2004	2005
<b>gesamter im Netz generierter Verkehr</b>	<b>283,7</b>	<b>272,6</b>	<b>267,1</b>	<b>271,3</b>
im Netz verbleibender Verkehr	150,0	128,4	108,2	104,9
ausgehender Interconnection-Verkehr	133,7	144,2	158,9	166,4

Quelle: WIK-Analyse, Datenbasis: Bundesnetzagentur, VATM.

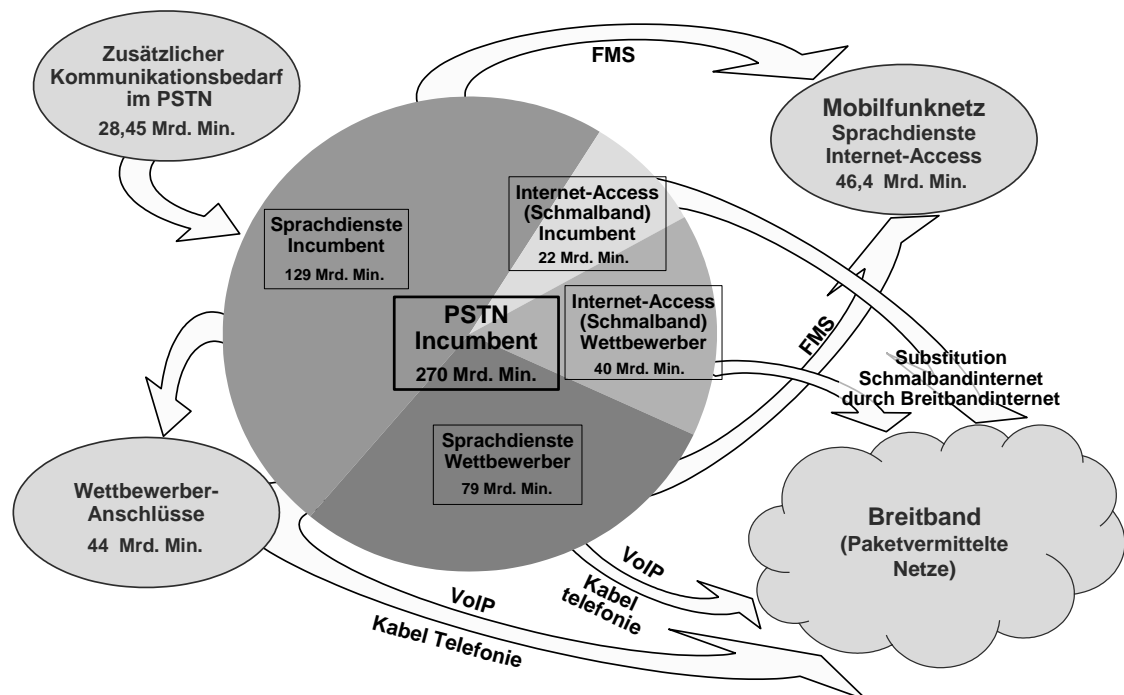
### 4.3 Quantifizierung der weiteren Substitutionseffekte im PSTN/ISDN

Neben den Substitutionswirkungen, die vom Mobilfunk auf das PSTN/ISDN des Incumbents ausgehen, existieren in der Praxis eine Reihe weiterer Substitutionseffekte. Das PSTN/ISDN des Incumbents steht zusätzlich zu der Substitutionsbeziehung zum Mobilfunk in einer Wettbewerbsbeziehung mit:

- der Telefonie über TV-Kabel
- der Telefonie für paketvermittelte Breitbandnetze (Voice over IP)
- der Telefonie, die von eigenen physischen Anschlüssen der Wettbewerber ausgeht (eigene Teilnehmeranschlussnetze oder entbündelte TAL)
- dem breitbandigen Internetverkehr, durch welchen schmalbandiger Internetverkehr im PSTN substituiert wird.

Diese Substitutionsbeziehungen und ihre Wirkungsrichtungen sind in Abbildung 4-6 dargestellt:

Abbildung 4-6: Substitutionseffekte und -richtungen im PSTN des Incumbents



Quelle: WIK.



Neben den durch Substitutionseffekte generierten Verkehrsströmen, existiert ein kompensierender Verkehrsstrom. Dieser wird in Abbildung 4-6 als *zusätzlicher Kommunikationsbedarf* bezeichnet. Dieser Verkehrsstrom resultiert aus dem generellen Anstieg des Kommunikationsbedarfes, der sich auf alle Anschlusstypen/ Realisierungsformen und damit unter anderem auf das nationale PSTN/ISDN verteilt. Er repräsentiert daher ein allgemeines Wachstum nach Verbindungsminuten.

Um eine belastbare Prognose über die Veränderung der Interconnection-Kosten infolge von Festnetzmobilfunksubstitution zu generieren ist es zunächst nötig, die einzelnen Quantitäten der Substitutionsströme, die auf die Verkehrsmengen im PSTN des Incumbents unmittelbar einwirken, zu ermitteln. Dies geschieht in den folgenden Kapiteln.

#### 4.3.1 Quantifizierung der Substitution durch Mobilfunk

Die Höhe der Festnetzmobilfunksubstitution leitet sich quantitativ aus der gegenläufigen Entwicklung der abgerechneten Verbindungsminuten in Mobilfunk und der Entwicklung der generierten Minuten im PSTN/ISDN des Incumbents ab. Die Quantität der abgerechneten Verkehrsminuten in Festnetz und Mobilfunk ist aus öffentlich zugänglichen Quellen wie beispielsweise den Jahresberichten der Bundesnetzagentur ersichtlich. Auf diesen Daten basiert die Schätzung der Quantität der Festnetzmobilfunksubstitution.

Die Substitution zwischen diesen beiden Kommunikationsplattformen kann in einem Jahr nur so hoch sein, wie entweder das Verkehrsaufkommen im Mobilfunk angestiegen, oder im Festnetz abgenommen hat. Allerdings ist die Veränderung des Verkehrsaufkommens im PSTN/ISDN von einer Vielzahl verschiedener Einflüsse abhängig (u.a. Substitution durch Voice over IP, Substitution durch Kabeltelefonie, Substitution durch Breitbandinternet, usw.). Aus diesem Grunde erscheint der Verkehrsmengenrückgang im PSTN/ISDN als Indikator für die Quantifizierung der FMS weniger aussagekräftig zu sein als der Verkehrsmengenanstieg im Mobilfunk.

Allerdings resultiert nicht die gesamte Zunahme des Verkehrsaufkommens im Mobilfunk aus der Substitutionsbeziehung zum Festnetz. Darüber hinaus resultiert ein großer Teil, des Verkehrsmengenanstieges im Mobilfunk aus zusätzlich generiertem mobilen Kommunikationsbedarf. Dieser zusätzliche Kommunikationsbedarf ist getrieben durch die fallenden Verbindungspreise im Mobilfunk und kann nicht als Ausprägung der Festnetzmobilfunksubstitution angesehen werden. Fernerhin lässt sich der Verkehrsmengenanstieg im Mobilfunk durch die gestiegene UMTS Penetration<sup>50</sup> erklären. Im Rahmen dieser Analyse wurde die Annahme getroffen, dass 50 % des im Vergleich zum Vorjahr zusätzlich generierten Verkehrsaufkommens im Mobilfunk auf Festnetzmobilfunksubstitution zurückzuführen ist<sup>51</sup>. Auf Basis dieser Annahme lässt sich die Festnetzmobilfunksubstitution auf **1,5 Mrd.** Minuten im Jahr 2005 quantifizieren (vgl. Tabelle 4-8).

<sup>50</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2007): Jahresbericht 2006, S. 72.

<sup>51</sup> WIK-Schätzung auf Basis von Experteneinschätzungen.

Tabelle 4-8: Quantifizierung der Festnetzmobilfunksubstitution

	2003	2004	2005	2006
generierter Verkehr im PSTN des Incumbents	272,6	267,1	<b>271,3</b>	262,8
Verbindungsminuten Mobilfunk	34,3	36,5	<b>39,4</b>	46,4
Verbindungsminuten Mobilfunk (+ $\Delta$ -Veränderung zum Vorjahr)	4,0	2,2	<b>2,9</b>	7,0
Quantität Festnetzmobilfunksubstitution	2,0	1,1	<b>1,5</b>	3,5

Quelle: WIK.

#### 4.3.2 Quantifizierung der Substitution von Schmalband- durch Breitbandinternet

Der Verkehrsmengen Rückgang an Schmalbandinternetverbindungsminuten im Vergleich zum Vorjahr kann durchaus gänzlich als Substitution durch Breitbandinternet interpretiert werden, da die Internetpenetration nach wie vor ansteigt, und die Abnahme der schmalbandigen Internetverbindungsminuten nicht durch eine generelle Sättigung im Bereich Internetpenetration zu erklären sind.

Die Substitution von Schmalbandinternet durch Breitband lässt sich anhand öffentlich zugänglicher Daten näherungsweise quantifizieren. Das Volumen der abgerechneten schmalbandigen Internetverbindungsminuten wird sowohl von der Bundesnetzagentur als auch vom Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten in den jeweiligen Veröffentlichungen ausgewiesen. Hierbei wird in der Regel das Volumen der abgerechneten Schmalbandminuten für Incumbent und Wettbewerber separat dargestellt. Für die Jahre 2004 und 2005 entfielen auf diese Verkehrsmenge ca. 52,6 bzw. 48,9 Mrd. Minuten pro Jahr<sup>52</sup>. Neben den abgerechneten schmalbandigen Internetverbindungsminuten des Incumbents, die gänzlich in dessen PSTN/ISDN generiert werden, wird darüber hinaus auch ein Großteil der von Wettbewerbern abgerechneten Minuten im PSTN/ISDN des Incumbents generiert (z.B. Verkehrsminuten von Internet Service Providern, die primär die Netzinfrastruktur des Incumbents nutzen). Auf diese Verkehrsmenge entfielen in den Jahren 2004 und 2005 in Deutschland Werte in Höhe von ca. 64,2 bzw. 56,2 Mrd. Minuten<sup>53</sup>. Nicht im PSTN/ISDN des Incumbents generiert wird der Schmalbandinternetverkehr, der von Wettbewerber-Komplettanschlüssen generiert wird. Komplettanschlusskunden von Wettbewerbern generieren in Deutschland deutlich überproportionale Verkehrsmengen im Vergleich zu Incumbentkunden<sup>54</sup>. Das genaue Verkehrsmengenvolumen, das von Komplettanschlüssen der Wettbewerber generiert wird, ist anhand öffentlich zugänglicher Daten nicht exakt quantifizierbar. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde deshalb die Annahme getroffen, dass im Jahr 2004 ca. 21 % des gesamten Verkehrsaufkommens im Segment Schmalbandinternet

<sup>52</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 20. Angaben in Millionen Minuten pro Tag.

<sup>53</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 20. Angaben in Millionen Minuten pro Tag.

<sup>54</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 17.

der Wettbewerber von Wettbewerber-Komplettanschlüssen generiert wurden und im Jahr 2005 ca. 36 %. Diese Prozentwerte entsprechen dem Anteil der Wettbewerber-Komplettanschlüsse an dem Gesamtverkehrsaufkommen der Wettbewerber<sup>55</sup>. Auf Basis dieses Vorgehens ergeben sich für die Jahre 2004 und 2005 folgende Werte für den im PSTN/ISDN generierten Schmalbandinternetverkehr: ca. 102,9 Mrd. Minuten pro (2004) und ca. 85,0 Mrd. Minuten pro Jahr (2005). Für den Zeitraum 2004 bis 2005 lässt sich die Substitution von Schmalband- durch Breitbandinternet in Deutschland somit auf ca. **17,9** Mrd. Minuten pro Jahr approximieren und wird entsprechend mit diesem Betrag bei der Modellparametrisierung der verschiedenen Verkehrsszenarien zur Anwendung kommen (vgl. Kapitel 4.4.1.1).

#### 4.3.3 Quantifizierung der Substitution durch Voice over IP

Das Telefonieren auf Basis des Internet Protokolls, das so genannte *Voice over IP* steht in einer direkten Substitutionsbeziehung zu den PSTN-basierten Sprachdiensten. Analog zu Quantifizierung der Festnetzmobilfunksubstitution wurde für Voice over IP die Annahme getroffen, dass 50% des gesamten generierten Verkehrs auf Substitution von ehemals im PSTN des Incumbents generierten Sprachverkehrs zurückzuführen ist, während die restlichen 50 % auf zusätzlich generierten Kommunikationsbedarf zurückzuführen ist<sup>56</sup>. Besonders so genannte „on net“- Gespräche, welche zwischen zwei Voice over IP-Nutzern geführt werden und größtenteils kostenfrei sind, dürften zu einem steigenden Kommunikationsbedarf beitragen, der nicht als Substitutionsprozess klassifiziert werden kann. Das gesamte Verkehrsaufkommen für Voice over IP beträgt in den Jahren 2005 und 2006 3 bzw. 9 Mrd. Minuten<sup>57</sup>. Somit lässt sich die Substitution durch Voice over IP in den Jahren 2005 und 2006 auf **1,5** bzw. **4,5** Mrd. Minuten quantifizieren. Dieser Wert geht ebenfalls in Kapitel 4.4.1.1 in die Parametrisierung der Verkehrsszenarien ein.

#### 4.3.4 Quantifizierung der Substitution durch von Wettbewerberanschlüssen generiertem Verkehr

In den Jahren von 2004 bis 2006 hat sich auf dem deutschen Markt die Anzahl der auf Wettbewerberanschlüsse entfallenden Verkehrsminuten stark erhöht: Lag dieser Wert im Jahr 2004 noch bei 16,4 Mrd. Minuten pro Jahr, stieg er im Jahr 2005 auf 22,3 Mrd. Minuten und im Jahr 2006 auf 44,5 Mrd. Minuten an<sup>58</sup>. Dies entspricht einem Anstieg der von Wettbewerberanschlüssen generierten Verkehrsmenge von 5,8 Mrd. Minuten von 2004 bis 2005 bzw. 22,3 Mrd. Minuten in den Jahren 2005 bis 2006. Da allerdings

---

<sup>55</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 17 und VATM, Dialog Consult (2005): Siebte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 16.

<sup>56</sup> WIK-Schätzung auf Basis von Experteneinschätzungen.

<sup>57</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2007): Jahresbericht 2006, S. 66.

<sup>58</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 16. Angaben in Millionen Minuten pro Tag.

Wettbewerberanschlusskunden im Jahr 2005 die 1,91-fache<sup>59</sup> Verkehrsmenge als beispielsweise Call by Call-Kunden generierten, ist davon auszugehen, dass nicht die gesamten 5,8 Mrd. als Substitutionsmenge des PSTN/ISDN des Incumbents verlässt, sondern eine Verkehrsmenge, die sich durch Division mit eben diesem Faktor ergibt. Diese Vorgehensweise beruht auf der Annahme, dass Call by Call-Kunden und Verbindungskunden des Incumbents quantitativ ähnliche Telefonie-Eigenschaften haben.

Die selbe Berechnungsmethode wurde für die Bestimmung der gesuchten Verkehrsminuten in 2006 angewandt. In 2006 beträgt der Anstieg der von Wettbewerberanschlüssen generierten Verkehrsmenge 22,3 Mrd. Minuten und Wettbewerberanschlusskunden generieren im Schnitt das 2,13-fache<sup>60</sup> Verkehrsaufkommen von Call by Call-Kunden. Auf diese Weise ergeben sich für die Substitution zwischen Incumbent- und Wettbewerber-Anschlüssen im PSTN/ISDN die Werte von **3,06** Mrd. Minuten für 2005 und **10,45** Mrd. Minuten für 2006. Diese Rechnung basiert auf der Annahme, dass ein Wettbewerberkunde andere Telefonie-Eigenschaften als ein Incumbentkunde hat, und die Quantität der von ihm generierten Telefonminuten um den Faktor 1,91 (im Jahr 2005) beziehungsweise 2,13 (im Jahr 2006)<sup>61</sup> höher ist als bei Incumbentkunden.

Auf diese Weise lässt sich die Substitution von Verkehrsminuten im PSTN/ISDN des Incumbents durch Wettbewerber- Komplettanschlüsse im Jahr 2005 auf **3,06** Mrd. Minuten pro Jahr und im Jahr 2006 auf **10,45** Mrd. Minuten pro Jahr quantifizieren. Wettbewerberkunden können generell als technik-affin und preissensitiv charakterisiert werden. Darüber hinaus generieren Wettbewerberanschlusskunden im Durchschnitt signifikant mehr Verkehr als andere Nutzergruppen.

#### 4.3.5 Quantifizierung der Substitution durch Telefonie über TV-Kabel

Die Substitution von Verkehr im PSTN/ISDN des Incumbents durch TV-Kabeltelefonie leitet sich aus dem gesamten Aufkommen an Verkehrsminuten ab, das via TV-Kabel realisiert wird. Dieser Wert liegt im Jahr 2005 bei ca. **0,2** Mrd. Minuten<sup>62</sup>. Analog zur Substitution von PSTN/ISDN-Verkehr durch Mobilfunk und Voice over IP ist nicht davon auszugehen, dass der gesamte im TV-Kabel generierte Sprachverkehr substituiertes PSTN/ISDN-Verkehr darstellt. Aufgrund der weiten Verbreitung von Flat- bzw. Triple Play-Angeboten im TV-Kabelbereich ist davon auszugehen, dass ein Großteil des im TV-Kabel generierten Sprachverkehrs als zusätzlich generierter Kommunikationsbedarf zu klassifizieren ist. Analog zur Substitution durch den Mobilfunk und durch Voice over IP wurde die Annahme getroffen, dass 50 % des gesamten Sprachverkehrsaufkommens im TV-Kabel als Substitution von PSTN/ISDN-Verkehr anzusehen ist<sup>63</sup>. Somit

<sup>59</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2005): Siebte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 16.

<sup>60</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 17.

<sup>61</sup> Vgl. VATM, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, S. 17.

<sup>62</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2007). Jahresbericht 2006, S. 66.

<sup>63</sup> WIK-Schätzung auf Basis von Experteneinschätzungen.

ergibt sich im Jahr 2005 für die Substitution durch TV-Kabeltelefonie ein Wert von **0,1** Mrd. Minuten pro Jahr.

Darüber hinaus substituiert der Internet-Access via TV-Kabel schmalbandigen Internetverkehr im PSTN, da der überwiegende Großteil der TV-Kabeltelefoniekunden gleichzeitig Triple Play-Kunden sind. Allerdings ist dieser Substitutionsprozess bereits im prognostizierten Rückgang der schmalbandigen Internetverbindungsminuten im PSTN/ISDN des Incumbents erfasst und muss somit an dieser Stelle nicht erneut quantifiziert werden.

#### 4.3.6 Quantifizierung des im PSTN/ISDN des Incumbents generierten zusätzlichen Kommunikationsbedarfs

Der zusätzlich generierte Kommunikationsbedarf im PSTN/ISDN des Incumbents ergibt sich als Residualgröße aus den empirischen Werten für das Verkehrsaufkommen im PSTN. Ausgehend von dem empirischen Wert für das Jahr 2005 ergibt sich nach Subtraktion der abfließenden Substitutionsprozesse eine Differenz zwischen dem empirisch gemessenen und dem anhand von Substitutionsprozessen errechneten Verkehrsmengenwertes für das Jahr 2006. Diese Differenz lässt sich erklären mit einem im Vergleich zum Vorjahr angestiegenen Kommunikationsbedarf der zusätzlich zum Vorjahreswert im PSTN/ISDN des Incumbents generiert wird.

### 4.4 Spezifikation der FMS-Szenarien

Das vorangehende Kapitel hatte die Parametrisierung des Basisszenarios für das Jahr 2005 zum Inhalt. Im Folgenden steht nun die Frage im Mittelpunkt der Betrachtung, wie sich die verschiedenen betrachteten Verkehrsströme im Zeitverlauf voraussichtlich entwickeln werden. Hierbei werden neben der Verkehrsmengenwirkung der Festnetzmobilfunksubstitution auch andere, für die Verkehrsentwicklung im PSTN ebenfalls relevante Substitutionseffekte berücksichtigt und einzeln quantifiziert.

Die in den nächsten Abschnitten vorgenommene Szenarienanalyse umfasst insgesamt sieben verschiedene Szenarien, die sich in drei verschiedene Gruppen einteilen lassen. Diese sind im Einzelnen:

- Drei Szenarien der Gruppe „Alle Substitutionseffekte“
- Drei Szenarien der Gruppe „Nur FMS“
- Ein Szenario „keine FMS“

Die Szenariengruppen „Alle Substitutionseffekte“ und „Nur FMS“ beinhalten jeweils drei verschiedene Szenarien, die sich untereinander lediglich in der Quantität der Festnetz-

mobildfunksubstitution unterscheiden. Dieses Szenarien beinhalten demzufolge in der Benennung die entsprechenden Zusätze „geringe FMS“, „moderate FMS“ bzw. „hohe FMS“.

#### 4.4.1 Szenariengruppe „Alle Substitutionseffekte“

Die Szenarien der Szenariengruppe „Alle Substitutionseffekte“ bilden das Kernstück der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Szenarienanalyse. Mittels dreier Szenarien „Moderate FMS“, „Geringe FMS“ und „Hohe FMS“ wird der Einfluss der Festnetzmobildfunksubstitution auf die Verkehrsmengen im PSTN/ISDN des Incumbents untersucht:

##### 4.4.1.1 Szenario „Alle Substitutionseffekte: Moderate FMS“

Tabelle 4-9 zeigt in Mrd. Minuten pro Jahr die prognostizierte Entwicklung der verschiedenen im Rahmen dieser Untersuchung relevanten Verkehrsströme:

Tabelle 4-9: Szenario „Moderate FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
generierter Verkehr im PSTN/ISDN des Inc.	<b>271,3</b>	262,8	244,8	222,9	197,5	168,4
im eigenen Netz verbleibender Verkehr	<b>104,9</b>	101,6	94,7	86,2	76,4	65,1
ausgehender Interconnection-Verkehr	<b>166,4</b>	161,2	150,1	136,7	121,1	103,3
eingehender Interconnection-Verkehr	<b>94,5</b>	92,6	92,6	92,6	92,6	92,6
Substitution durch VoIP	<b>1,15</b>	4,5	8	11,5	15	18,5
Verkehrsverlust SB-Internet durch BB	<b>17,9</b>	10,0	10	10	10	10
Substitution durch Anschlusswechsel zum WB	<b>3,06</b>	10,45	10	10	10	10
Substitution durch TV-Kabeltelefonie	<b>0,1</b>	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
FMS	<b>1,5</b>	3,5	4,8	5,0	5,0	5,0
Zusätzlich generierter Kommunikationsbedarf	<b>23,5</b>	20	15	15	15	15

Quelle: WIK.

Die aus Tabelle 4-9 ersichtlichen Verkehrsmengen für das Jahr 2005 ergeben sich aus den in Kapitel 4.2 hergeleiteten Verkehrsmengen und der in Kapitel 4.3.1 erläuterten Herleitung der Quantitäten der FMS und der weiteren Substitutionsströme. Die weitere Entwicklung der einzelnen Substitutionsströme im Zeitraum bis 2010, wie in Tabelle 4-9 aufgeführt, basiert auf folgenden Annahmen:

*Substitution durch Voice over IP*



- Die Verkehrsmengenentwicklung im Bereich der Voice over IP-Telefonie steigt bis ins Jahr 2010 jeweils um 7 Mrd. Minuten pro Jahr an. Dieser Anstieg wird getrieben durch die weiterhin ansteigende Breitbandpenetration. Der Wert **7,0** Mrd. Minuten entspricht dem empirischen Anstieg des Voice over IP-Verkehrs in den Jahren 2005 auf 2006<sup>64</sup>.
- 50 % dieses Verkehrsmengenanstiegs ist als Substitution zu klassifizieren (vgl. Kapitel 4.3.1.). Dies ergibt einen jährlichen Anstieg der substituierten Verkehrsmenge um **3,5** Mrd. Minuten.

#### *Substitution von Schmalbandinternet zu Breitbandinternet*

- Die Höhe der durch Breitbandinternet substituierten Schmalbandinternetverbindungsminuten (geschätzter Wert 2005: **17,9** Mrd. Minuten) sinkt im Zeitverlauf. Diese Entwicklung ergibt sich aus einer zu erwartenden Sättigung im Marktsegment Schmalbandinternet. Eine ähnlich hohe Substitution wie zwischen den Jahren 2005-2006 ist in Zukunft nicht mehr zu erwarten. Dies liegt zum einen einfach darin begründet, dass das Gesamtaufkommen an Schmalbandinternetverbindungsminuten weiter schwindet und somit auch das substituierbare Potential weiter schwindet. Zum zweiten dürfte schmalbandiger Internetverkehr nicht vollständig durch Breitbandinternet substituiert werden, da viele Gelegenheitsnutzer weiterhin von der schmalbandigen Dial-Up Internetzugangslösung gebrauch machen werden, da sie entweder nicht Zugang zu einer breitbandigen Internetzugangstechnologie haben, oder auf Grund ihres individuellen Nutzerprofils keinen Bedarf sehen.
- Auf Basis dieser Annahmen ergibt sich in der Szenarien-Analyse ab dem Jahr 2006 eine jährliche Substitution von Schmalband- durch Breitbandinternet in Höhe von **10** Mrd. Minuten.

#### *Substitution durch Wechsel zu Wettbewerberanschlüssen*

- Die Substitution von Verkehrsminuten im PSTN/ISDN des Incumbents durch Wettbewerberanschlüsse lässt sich im Jahr 2006 auf ca. **10,45** Mrd. Minuten pro Jahr quantifizieren (Vgl. Kapitel 4.3.1). In Anbetracht der Wettbewerbslage erscheint ein Wert von **10** Mrd. Minuten pro Jahr als plausibler Erwartungswert, um diesen jährlichen Substitutionseffekt für den Zeitraum bis 2010 zu quantifizieren.

#### *Substitution durch TV-Kabeltelefonie*

- Die Substitution von Verkehr im PSTN/ISDN des Incumbents durch TV-Kabeltelefonie leitet sich aus dem gesamten Aufkommen an Verkehrsminuten ab, das via TV-Kabel realisiert wird. Dieser Wert liegt im Jahr 2005 bei ca. **0,2**

---

<sup>64</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2007). Jahresbericht 2006, S. 66.

Mrd. Minuten<sup>65</sup>. Somit ergibt sich im Jahr 2005 für die Substitution durch TV-Kabeltelefonie ein Wert von **0,1** Mrd. Minuten pro Jahr (Vgl. Kapitel 4.3.1).

- Es ist zu erwarten, dass die Kabeltelefonie als Substitut zu traditionellen PSTN-Festnetztelefonie an Gewicht gewinnen wird. Der fortschreitende Ausbau einer rückkanalfähigen TV-Kabelinfrastruktur erhöht sukzessive das Marktpotenzial dieser Kommunikationstechnologie. In Folge dessen wurde die Annahme getroffen, dass das Sprachverkehrsvolumen im Zeitraum bis 2010 jährlich um **0,2** Mrd. Minuten pro Jahr ansteigen wird. Dieser Wert entspricht dem empirisch messbaren Wert des Anstieges der Sprachverkehrsmenge im TV-Kabel von 2005 (**0,2** Mrd. Minuten pro Jahr) und 2006 (**0,4** Mrd. Minuten pro Jahr). Hieraus ergibt sich ein jährlicher Anstieg der die Substitution von PSTN-ISDN Verkehr durch TV-Kabeltelefonie in Höhe von **0,1** Mrd. Minuten (vgl. Tabelle 4-10).

#### 4.4.1.2 Szenario „Alle Substitutionseffekte: Geringe FMS“

Im Szenario „Geringe FMS“ verändert sich im Vergleich mit dem vorangehenden Szenario „Moderate FMS“ nur die Quantität der Festnetzmobilfunksubstitution. Die Quantitäten der restlichen Substitutionseffekte sind im Rahmen dieser Ceteris Paribus-Analyse konstant gehalten.

Dem Szenario „*Geringe FMS*“ liegt die Annahme zugrunde, dass lediglich **25 %** der jährlichen Verkehrsmengenzunahme im Mobilfunk auf Festnetzmobilfunksubstitution zurückzuführen ist (Vgl. Tabelle 4-10).

---

<sup>65</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2007). Jahresbericht 2006, S. 66.



Tabelle 4-10: Szenario „Alle Substitutionseffekte: geringe FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
generierter Verkehr im PSTN/ISDN des Inc.	<b>271,3</b>	262,8	247,1	227,8	204,9	178,3
Im eigenen Netz verbleibender Verkehr	<b>104,9</b>	101,6	95,6	88,1	79,2	69,0
ausgehender Interconnection-Verkehr	<b>166,4</b>	161,2	151,6	139,7	125,7	109,4
eingehender Interconnection-Verkehr	<b>94,47</b>	92,6	92,6	92,6	92,6	92,6
Substitution durch VoIP	<b>1,15</b>	4,5	8	11,5	15	18,5
Verkehrsverlust SB-Internet durch BB	<b>17,9</b>	10,0	10	10	10	10
Substitution durch Anschlusswechsel zum WB	<b>3,06</b>	10,45	10	10	10	10
Substitution durch TV-Kabeltelefonie	<b>0,1</b>	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
<b>FMS</b>	<b>1,5</b>	3,5	2,4	2,5	2,5	2,5
Zusätzlich generierter Kommunikationsbedarf	<b>23,5</b>	20	15	15	15	15

Quelle: WIK.

#### 4.4.1.3 Szenario „Alle Substitutionseffekte: Hohe FMS“

Im Szenario „Hohe FMS“ verändert sich im Vergleich zu den beiden vorangehenden Szenarien „Moderate FMS“ und „geringe FMS“ nur die Quantität der Festnetzmobilfunksubstitution. Die Quantitäten der restlichen Substitutionseffekte sind im Rahmen dieser Szenarioanalyse konstant gehalten.

Dem Szenario „Hohe FMS“ liegt die Annahme zugrunde, dass **100 %** der prognostizierten jährlichen Verkehrsmengenzunahme im Mobilfunk auf Festnetzmobilfunksubstitution zurückzuführen ist (Vgl. Tabelle 4-11).

Tabelle 4-11: Szenario „Alle Substitutionseffekte: Hohe FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
generierter Verkehr im PSTN/ISDN des Inc.	<b>271,3</b>	262,8	240,0	213,1	182,7	148,6
Im eigenen Netz verbleibender Verkehr	<b>104,9</b>	101,6	92,8	82,4	70,6	57,5
ausgehender Interconnection-Verkehr	<b>166,4</b>	161,2	147,2	130,7	112,0	91,2
eingehender Interconnection-Verkehr	<b>94,5</b>	92,6	92,6	92,6	92,6	92,6
Substitution durch VoIP	<b>1,15</b>	4,5	8	11,5	15	18,5
Verkehrsverlust Dial-Up-Internet durch BB	<b>17,9</b>	10,0	10	10	10	10
Substitution durch Anschlusswechsel zum WB	<b>3,06</b>	10,45	10	10	10	10
Substitution durch TV-Kabeltelefonie	<b>0,1</b>	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
<b>FMS</b>	<b>1,5</b>	3,5	9,6	10,0	10,0	10,0
Zusätzlich generierter Kommunikationsbedarf	<b>23,5</b>	20	15	15	15	15

Quelle: WIK.

#### 4.4.2 Szenario „Alle Substitutionseffekte: Keine FMS“

Das Szenario „Keine FMS“ entspricht größtenteils den drei vorangegangenen Szenarien. Allerdings wurde der Einfluss der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Verkehrsmengenentwicklung im PSTN/ISDN des Incumbents im Rahmen dieses Szenarios nicht integriert. Auf diese Weise soll der aggregierte Einfluss der weiteren Substitutionseffekte auf die Kosten der Leistungsbereitstellung im PSTN/ISDN des Incumbents dezidiert untersucht werden (Vgl. Tabelle 4-12).

Tabelle 4-12: Szenario „Alle Substitutionseffekte: keine FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
generierter Verkehr im PSTN/ISDN des Inc.	<b>271,3</b>	262,8	249,6	232,7	212,3	188,2
Im eigenen Netz verbleibender Verkehr	<b>104,9</b>	101,6	96,5	90,0	82,0	72,8
ausgehender Interconnection-Verkehr	<b>166,4</b>	161,2	153,1	142,8	130,2	115,44
eingehender Interconnection-Verkehr	<b>94,47</b>	92,6	92,6	92,6	92,6	92,6
Substitution durch VoIP	<b>1,15</b>	4,5	8	11,5	15	18,5
Verkehrsverlust Dial-Up-Internet durch BB	<b>17,9</b>	10,0	10	10	10	10
Substitution durch Anschlusswechsel zum WB	<b>3,06</b>	10,45	10	10	10	10
Substitution durch TV-Kabeltelefonie	<b>0,1</b>	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Zusätzlich generierter Kommunikationsbedarf	<b>23,5</b>	20	15	15	15	15

Quelle: WIK.

Zur Verdeutlichung der jeweiligen Größenordnungen der FMS in den drei vorangegangenen Szenarien sollte darüber hinaus erwähnt werden, dass die Höhe der FMS im Szenario „Hohe FMS“ cirka einer Verdoppelung des Verkehrsaufkommens im Mobilfunk im Zeitraum 2005 bis 2010, bei im Zeitverlauf konstanter Rückgangsrate des PSTN-Verkehrs, entspräche. Selbst im Szenario „moderate FMS“, welches anhand der historischen Verkehrsentwicklung als das wahrscheinlichste angesehen werden kann, steigt im gleichen Zeitraum der Mobilfunkverkehr um ca. 50 % an.

#### 4.4.3 Szenariengruppe „Nur FMS“

Die drei Szenarien „Nur FMS“ dienen dem Zweck, die Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Kosten der Leistungsbereitstellung im PSTN/ISDN isoliert, d.h. ohne Einbeziehung weiterer Substitutionsprozesse zu betrachten. In den Szenarien „Nur FMS: moderate FMS“, „Nur FMS: geringe FMS“ und „nur FMS: hohe FMS“ ist die Verkehrsmengenentwicklung im PSTN/ISDN des Incumbents bis 2010 unter der Prämisse abgebildet, dass lediglich die Festnetzmobilfunksubstitution Einfluss auf die weitere Verkehrsmengenentwicklung nimmt. Die weiteren Substitutionsströme, die auf die Verkehrsverteilung im PSTN/ISDN wirken finden im Rahmen dieser Szenario-Analyse keine Berücksichtigung.

#### 4.4.3.1 Szenario „Nur FMS: Moderate FMS“

Dem Szenario „*Nur moderate FMS*“ liegt die Annahme zugrunde, dass **50 %** der jährlichen Verkehrsmengenzunahme im Mobilfunk auf Festnetzmobilfunksubstitution zurückzuführen ist (Vgl. Tabelle 4-13).

Tabelle 4-13: Szenario „Nur FMS: moderate FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
generierter Verkehr im PSTN/ISDN des Inc.	<b>271,3</b>	267,8	263,0	258,0	253,0	248,0
Im eigenen Netz verbleibender Verkehr	<b>104,9</b>	103,6	101,7	99,8	97,8	95,9
ausgehender Interconnection-Verkehr	<b>166,4</b>	164,2	161,3	158,2	155,2	152,1
eingehender Interconnection-Verkehr	<b>94,47</b>	92,6	92,6	92,6	92,6	92,6
FMS	<b>1,5</b>	3,5	4,8	5,0	5,0	5,0

Quelle: WIK.

#### 4.4.3.2 Szenario „Nur FMS: Geringe FMS“

Dem Szenario „*Nur FMS: geringe FMS*“ liegt die Annahme zugrunde, dass **25 %** der jährlichen Verkehrsmengenzunahme im Mobilfunk auf Festnetzmobilfunksubstitution zurückzuführen ist (Vgl. Tabelle 4-14).

Tabelle 4-14: Szenario „Nur FMS: Geringe FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
generierter Verkehr im PSTN/ISDN des Inc.	<b>271,3</b>	267,8	265,4	262,9	260,4	257,9
Im eigenen Netz verbleibender Verkehr	<b>104,9</b>	103,6	102,6	101,7	100,7	99,7
ausgehender Interconnection-Verkehr	<b>166,4</b>	164,2	162,8	161,2	159,7	158,2
eingehender Interconnection-Verkehr	<b>94,47</b>	92,6	92,6	92,6	92,6	92,6
FMS	<b>1,5</b>	3,5	2,4	2,5	2,5	2,5

Quelle: WIK.

#### 4.4.3.3 Szenario „Nur FMS: Hohe FMS“

Dem Szenario „Nur FMS: Hohe FMS“ liegt die Annahme zugrunde, dass **100 %** der jährlichen Verkehrsmengenzunahme im Mobilfunk auf Festnetzmobilfunksubstitution zurückzuführen ist (Vgl. Tabelle 4-15).

Tabelle 4-15: Szenario „Nur hohe FMS“ (Angaben in Mrd. Minuten pro Jahr)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
generierter Verkehr im PSTN/ISDN des Inc.	<b>271,3</b>	267,8	258,2	248,2	238,2	228,2
Im eigenen Netz verbleibender Verkehr	<b>104,9</b>	103,6	99,8	96,0	92,1	88,2
ausgehender Interconnection-Verkehr	<b>166,4</b>	164,2	158,4	152,2	146,1	140,0
eingehender Interconnection-Verkehr	<b>94,47</b>	92,6	92,6	92,6	92,6	92,6
FMS	<b>1,5</b>	3,5	9,6	10,0	10,0	10,0

Quelle: WIK:

## 5 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Szenarienanalyse, d.h. die durch FMS induzierten Veränderungen der Interconnection-Kosten, zunächst bei isolierter Betrachtung der FMS-Effekte dargestellt, dann den Veränderungen gegenübergestellt, die alle Effekte gemeinsam erwarten lassen und schließlich zum Vergleich die Auswirkungen ohne FMS thematisiert.

### 5.1 Ergebnisse der FMS-Szenarien

Der isolierte Einfluss der FMS (Szenariengruppe: „Nur FMS“) auf die Verkehrsmengenentwicklung wird explizit anhand der drei Szenarien „moderate FMS“, „hohe FMS“ und „geringe FMS“ analysiert (vgl. Tabelle 5-1). Die Tabellenkategorie „Veränderung generierter Verkehr gegenüber Basis 2005“ bezeichnet die gesamte aufsummierte Verkehrsmengenreduktion für den Zeitraum 2005 bis 2010. So beträgt beispielsweise die Verkehrsmengenreduktion zwischen dem „Szenario Basis 2005“ und dem „Szenario: Hohe FMS Verkehr 2010: Nur FMS“ 15,89 %. Die Auswertung dieser Szenarien ergibt, dass die Zusammenschaltungsentgelte im Zeitraum 2005 bis 2010 aufgrund von FMS lediglich moderat steigen. Die geschätzten Änderungen liegen für die drei untersuchten Tarifstufen zwischen: 2,23 % (im Szenario geringe FMS) bis 9,16 % (im Szenario hohe FMS). Sowohl die Verkehrsveränderungen als auch die Tarifänderungen beziehen sich auf einen 5 Jahreszeitraum. Somit kann wohl davon ausgegangen werden, dass eine Verkehrsmengenreduktion infolge von FMS ceteris paribus keine signifikante Erhöhung der Zusammenschaltungsentgelte erwarten lässt.

Tabelle 5-1: Prozentuale Veränderungen der Zusammenschaltungsentgelte in den drei Szenarien „Nur FMS“

		Local Interconnection	Single Transit	Double Transit
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005	Veränderung generierter Verkehr ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005
Szenario: Hohe FMS Verkehr 2010: Nur FMS	-15,89%	9,16%	7,00%	8,57%
Szenario: Moderate FMS Verkehr 2010: Nur FMS	-8,59%	4,76%	4,02%	4,65%
Szenario: Geringe FMS Verkehr 2010: Nur FMS	-4,94%	2,84%	1,66%	2,23%

Quelle: WIK.

Dieser Befund wird gestärkt durch die Betrachtung der Ergebnisse der Szenariengruppe „Alle Substitutionseffekte“ (vgl. Tabelle 5-2), in welche neben der FMS auch die Substitution von PSTN-Verkehrsminuten im Netz des Incumbents durch Voice over IP, durch TV-Kabeltelefonie, durch Wettbewerbernetze und durch Breitbandinternet Berücksichtigung findet. Diese Untersuchung zeigt, dass die von der FMS ausgehenden Kostenimplikationen im Kontext der Substitutionseffekte quantitativ keine herausragende Stellung einnehmen. Verglichen mit der Verkehrsmengenreduktion in den Szenarien „Nur FMS“ (vgl. Tabelle 5-1) fällt die Verkehrsmengenreduktion und infolge dessen auch der Anstieg der Interconnection-Entgelte in den drei Szenarien „Alle Substitutionseffekte“ um ein Vielfaches höher aus. So verringert sich beispielsweise der generierte Verkehr im Szenario „Hohe FMS – Nur FMS“ im Vergleich zum Basisjahr 2005 um 15,89 % (vgl. Tabelle 5-1), während im Szenario „Hohe FMS – Alle Substitutionseffekte“ der generierte Verkehr um 45,23 % niedriger ist als im Basisjahr 2005.

Tabelle 5-2: Prozentuale Veränderungen der Zusammenschaltungsentgelte in den drei Szenarien „Alle Substitutionseffekte“

		Local Interconnection	Single Transit	Double Transit
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005	Veränderung generierter Verkehr ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005
Szenario: Hohe FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte	-45,23%	34,81%	29,94%	37,10%
Szenario: Moderate FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte	-37,93%	26,95%	23,49%	28,79%
Szenario: Geringe FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte	-34,28%	23,35%	21,91%	25,81%

Quelle: WIK.

Ein weiterer Maßstab zur Einordnung der Verkehrsmengeneffekte, die auf die FMS zurückzuführen sind, ist aus Tabelle 5-3 ersichtlich. Im Szenario „Keine FMS“ bleibt der Verkehrsmengeneffekt, der von der FMS ausgeht, bewusst unbeachtet. Somit werden in diesem Szenario lediglich die Verkehrsmengeneffekte der weiteren Substitutionsprozesse betrachtet. In diesem Szenario liegt die geschätzte Verkehrsmengenreduktion mit 30,63 % annähernd doppelt so hoch wie im Szenario „Hohe FMS“ der Szenariogruppe „Nur FMS“ (15,89 %, vgl. Tabelle 5-1).

Tabelle 5-3: Prozentuale Veränderungen der Zusammenschaltungsentgelte im Szenario „Keine FMS - alle weiteren Substitutionseffekte“

		Local Interconnection	Single Transit	Double Transit
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005	Veränderung generierter Verkehr ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005
Szenario: Keine FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte	-30,63%	20,08%	18,07%	21,84%

Quelle: WIK.

Im Rahmen der Szenarienanalyse bleibt die Veränderungen der Zusammenschaltungsentgelte betragsmäßig unterproportional hinter der Veränderung der Verkehrsmengen zurück. Eine Partialanalyse der verschiedenen Tarifstufen Local Interconnection, Single Transit und Double Transit kommt zu dem Ergebnis, dass die prozentuale Veränderung der Zusammenschaltungsentgelte für die beiden Tarifstufen Local Interconnection und Double Transit weitestgehend analog ausfällt, während diese Veränderung in der Tarifstufe Single Transit im Verhältnis zu den beiden anderen Tarifstufen betragsmäßig geringer ausfällt.

Dieser unterproportionale Anstieg der Kosten der Zusammenschaltungsleistungen in der Tarifstufe Single Transit deutet darauf hin, dass die gegenüber der Tarifstufe Local zusätzlich in Anspruch genommenen Netzleistungen nicht oder nur unterproportional aufgrund der Verkehrsmengenänderungen ansteigen. Dabei handelt es sich um den Übertragungsweg zur jeweils zugeordneten Transitvermittlungsstelle des Grundeinzugsbereiches sowie den zusätzlichen Vermittlungsstellendurchlauf. Da es sich hierbei um Backbonestrecken auf Ebene der 474 Backboneknoten handelt, kann man davon ausgehen, dass das erforderliche Equipment gut ausgelastet und damit pro vermittelter Minute relativ billiger ausfällt als auf den Strecken des Zugangsnetzes, das mit einem höheren fixen Anteil der Equipmentkosten stärker Kostenprogressionen aufgrund sinkender Auslastung ausgesetzt ist. Ebenso kann man davon ausgehen, dass die Transitvermittlungsebene, deren Kosten Bestandteil des Double Transit Tarifes sind, einen größeren Anteil an nicht verkehrabhängig vermeidbaren Kosten enthält, so dass ein Sinken des Verkehrsdurchsatzes auf dieser Ebene zu einem relativ stärkeren Anstieg der Stückkosten führt.

Zur dezidierten Analyse des Einflusses der relativen Verkehrsmengenveränderung auf die relative Tarifhöhe empfiehlt sich eine Betrachtung der Elastizität zwischen diesen beiden Faktoren (vgl. Formel 5-1):



Formel 5-1: Elastizität der relativen Tarifveränderung im Verhältnis zur relativen Verkehrsmengenveränderung

$$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta \text{Tarifhöhe}}{\text{Tarifhöhe}}}{\frac{\Delta \text{Verkehrsmenge}}{\text{Verkehrsmenge}}}$$

Diese Elastizität gibt an, um wie viel Prozent sich die Tarifhöhe verändert, wenn sich die Verkehrsmenge um ein Prozent ändert

Tabelle 5-4 zeigt in einem Überblick sämtliche im Rahmen dieser Untersuchung gerechneten Szenarien. Diese sind aufsteigend nach Höhe der Verkehrsmengenreduktion im Vergleich zum Basisjahr 2005 geordnet. Durch diese Aufbereitung wird die Interpretation der Entwicklung der Interconnection-Preise in Abhängigkeit von der Verkehrsmenge transparenter.

Tabelle 5-4: Elastizitäten der rel. Tarifveränderung / rel. Verkehrsmengenveränderung

		Local Interconnection	Single Transit	Double Transit
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005	Veränderung generierter Verkehr ggü. Basis 2005	$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta \text{Tarifhöhe}}{\text{Tarifhöhe}}}{\frac{\Delta \text{Verkehrsmenge}}{\text{Verkehrsmenge}}}$	$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta \text{Tarifhöhe}}{\text{Tarifhöhe}}}{\frac{\Delta \text{Verkehrsmenge}}{\text{Verkehrsmenge}}}$	$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta \text{Tarifhöhe}}{\text{Tarifhöhe}}}{\frac{\Delta \text{Verkehrsmenge}}{\text{Verkehrsmenge}}}$
Szenario: Hohe FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte	-45,23%	- 0,77	- 0,66	- 0,82
Szenario: Moderate FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte	-37,93%	- 0,71	- 0,62	- 0,76
Szenario: Geringe FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte	-34,28%	- 0,68	- 0,64	- 0,75
Szenario: Keine FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte	-30,63%	- 0,66	- 0,59	- 0,71
Szenario: Hohe FMS Verkehr 2010: Nur FMS	-15,89%	- 0,58	- 0,44	- 0,54
Szenario: Moderate FMS Verkehr 2010: Nur FMS	-8,59%	- 0,55	- 0,47	- 0,54
Szenario: Geringe FMS Verkehr 2010: Nur FMS	-4,94%	- 0,57	- 0,34	- 0,45

Quelle: WIK.

Zunächst lässt sich aus der Tabelle nochmals das bereits festgestellte Ergebnis ablesen, dass die Tarife in allen Tarifstufen unterproportional zur Verkehrsmengenänderung reagieren. Eine 1-prozentige Senkung des Verkehrsvolumens aufgrund von FMS erhöht beispielsweise den Local Tarif lediglich um 0,57 % im Szenario „Nur FMS- Geringe FMS“.

Es wird ebenfalls deutlich, dass die Elastizität mit zunehmender Verkehrsmengenreduktion betragsmäßig ansteigt. Das Szenario „Hohe FMS – Alle Substitutionseffekte“, welches im Rahmen dieser Untersuchung das Szenario mit der höchsten Verkehrsmengenreduktion darstellt, weist für die Tarifstufe Double Transit auch die höchste Elastizität auf (vgl. Tabelle 5-4). In den Szenarien, die eine geringere Verkehrsmengenreduktion aufweisen (z.B. die Szenariengruppe „Nur FMS“) sind die Elastizitäten zwischen Tarifveränderung und Verkehrsmengenveränderung deutlich geringer. Dies bedeutet, dass sich hohe Reduktionen in der Verkehrsmenge stärker auf die Tarifhöhe auswirken, als dies in Szenarien mit geringerer Verkehrsmengenreduktion der Fall ist. Dies bedeutet auch, dass die Auswirkung der FMS auf die Netzkosten aufgrund der Verkehrsverringerung aufgrund anderer Begründungszusammenhänge verstärkt wird.

Als Beispiel sei der Local Tarif herausgegriffen, der aufgrund des weitgehenden Ausbaus der Zusammenschaltung der alternativen Carrier die größte Bedeutung hat, da er den größten Anteil an den abgerechneten Interconnectionleistungen aufweist (im Modell immerhin 90 %). Bewirkt eine einprozentige Verkehrsmengenreduktion im 5 Jahreszeitraum an der Stelle einer ca. 5%-igen Verkehrsmengenreduktion noch eine Steigerung des Local Tarifes um 0,57 %, so steigt der Tarif bei einprozentiger Verkehrsmengenreduktion an der Stelle einer rund 45%-igen Verkehrsmengenreduktion bereits um 0,77 % an. Das ist immerhin eine um ein Drittel erhöhte Reaktion.

Aus den stärkeren Reaktionen des Local und des Double Transit Tarifs gegenüber dem Single Transit Tarif lässt sich auch ablesen, dass im Wesentlichen das Zugangnetz und die obere Backbone-Ebene bei Verkehrsreduktion zu Steigerungen der Durchschnittskosten beiträgt.

## 5.2 Robustheit der Ergebnisse

Bei den bisher dargelegten Untersuchungen handelt es sich um ceteris-paribus Analysen, bei denen lediglich der im Netz geführte Verkehr im Zeitraum zwischen den Jahren 2005 und 2010 einer Änderung unterliegt. Alle anderen Veränderungen wurden dabei bewusst ausgeschlossen, um den interessierenden Effekt der Wirkung der Verkehrsmengenänderung zu isolieren. Hier stellt sich die Frage, wie sehr die dargestellten Ergebnisse einer Änderung dieser grundlegenden Annahme gegenüber Bestand haben.

Die Frage nach der Robustheit der Ergebnisse kennt zwei Facetten. Zum einen stellt sich die Frage danach, wie stabil die Ergebnisse sich darstellen, wenn der grundlegen-

de durch die Analyse ausgeblendete Parametersatz Änderungen unterliegt. Zum Anderen stellt sich die Frage nach den Auswirkungen von sich im Rahmen des Zeithorizontes der Betrachtung ergebenden Veränderungen, die aufgrund der Isolierung des Verkehrsmengeneffektes nicht erfasst sind.

Beiden Fragen gehen wir mit Hilfe einer durchaus realistischen Modellparametrisierung nach, bei der die variablen Investitionspreise für technisches Equipment (Schnittstellenkarten für Multiplexer, Crossconnectoren, Konzentratoren und Vermittlungseinrichtungen) einem Preisverfall von 30 Prozent im Zeitraum bis 2010 unterliegen.

Von vornherein ist natürlich klar, dass durch einen solchen Preisverfall bei gleichem Verkehrsaufkommen die Kosten für Interconnection-Leistungen sinken müssen, weil wesentliche Kostenbestandteil gesunken sind, wie folgende Tabelle 5-5 zeigt:

Tabelle 5-5: Veränderung der IC-Entgelte aufgrund einer Senkung der Investitionspreise für elektronische Bauteile um 30 %, dargestellt für den Verkehr des Basisjahres 2005

		Local Interconnection	Single Transit	Double Transit
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005	Veränderung generierter Verkehr ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005 (allerdings Preissenkung elektronische Bauteile um 30 %)	0,00%	-17,71%	-19,58%	-19,25%

Quelle: WIK.

Bei einem auf dem Niveau des Basisjahres 2005 festgehaltenem Verkehrsaufkommen reduzieren sich die Kosten der Interconnection-Leistungen, ausgedrückt durch eine Veränderung der IC-Entgelte, um 17,71 % bis 19,58 %, betrachtet man ausschließlich den Effekt gesunkener Equipmentpreise.

Bei einer gleichzeitigen Betrachtung der Änderung der gesamten Verkehrsmengen, die im Zeitablauf abnehmen, stehen die Kostensenkungen durch Preisverfall aufgrund technischen Fortschritts den Kostensteigerungen durch Verkehrssenkungen entgegen, wie mithilfe von Tabelle 5-6 gezeigt werden kann:

Tabelle 5-6: Veränderung der IC-Entgelte aufgrund einer Senkung der Investitionspreise für elektronische Bauteile um 30 % und einem gleichzeitigen Rückgang der Nachfrage nach Verbindungsminuten im PSTN

		Local Interconnection	Single Transit	Double Transit
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005	Veränderung generierter Verkehr ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005
Szenario: Moderate FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte (allerdings Preissenkung elektronische Bauteile um 30 %)	-37,93%	6,36%	3,88%	8,43%

Quelle: WIK.

Aufgrund der gegenläufigen Effekte einer Verkehrssenkung und einer 30 %-igen Equipmentpreissenkung fallen die Kostensteigerungen im Festnetz, im Vergleich zum reinen Verkehrsmengeneffekt mit 3,88% bis 8,4% Erhöhung der IC-Entgelte um rund 20 % niedriger aus. Zum Vergleich sind in der folgenden Tabelle 5-7 die Veränderungen resultierend aus dem isolierten Verkehrsmengeneffekt noch einmal dargestellt:

Tabelle 5-7: Veränderung der IC-Entgelte bei isolierter Betrachtung des Verkehrsmengentrückgangs im PSTN

		Local Interconnection	Single Transit	Double Transit
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005	Veränderung generierter Verkehr ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005
Szenario: Moderate FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte ( <b>Ohne</b> Preissenkung elektronische Bauteile)	-37,93%	26,95%	23,49%	28,79%

Quelle: WIK.

Natürlich schlagen die Effekte gegenläufig aus, falls die Erhöhung kostensteigernder Faktoren zu erwarten sind, wie Equipmentpreiserhöhungen oder Verkehrsmengenerhöhungen. Dies ist eine Frage der richtigen Einschätzung der wesentlichen Entwicklungen der durch die ceteris-paribus Betrachtung ausgeblendeten Faktoren. In dem vorliegenden Fall kann allerdings davon ausgegangen werden, dass die Investitionspreise für Übertragungs- und vermittlungstechnisches Equipment im Zeitablauf eher sinken als steigen werden. Die Preise für Infrastruktur in Form von Trassen und Glasfaserkabel

inklusive Verlegung werden eher konstant bleiben. Darüber hinaus zeigt die Studie, dass die im Schmalband vermittelten Verkehrsmengen rückläufig sind. Daraus lässt sich für unsere Ergebnisse ableiten, dass diese eine eher konservative, die Höhe der Kostensteigerungen überschätzende Einschätzung der Gesamtentwicklungen geben.

In die gleiche Richtung weist die Tatsache, dass in unseren Betrachtungen die Netzstruktur beibehalten wird, trotz sinkender Nachfrage. Aus dem Effizienzgedanken lässt sich ableiten, dass bei sinkender Nachfrage eine Anpassung der Netzstrukturen auf die veränderten Bedingungen stattfinden sollte. Auch verändern sich die technologischen Bedingungen, die effizientere Strukturen erlauben (Umstrukturierung des Netzes, Abschalten von Vermittlungsstellen). Diese prinzipiell kostensenkenden Effekte bleiben in unserer Analyse unberücksichtigt, was nur heißen kann, dass unsere Ergebnisse die Kosteneffekte der Verkehrsmengenänderungen auch aus diesem Grund eher überschätzen.

Wie wirkt sich nun der bisher noch nicht diskutierte Fall aus, bei dem die ins Modell einfließenden Parameter in der Ausgangslage im Niveau zu hoch oder zu niedrig eingeschätzt werden? Auch hierzu kann das Beispiel der 30 %-igen Preissenkung im Bereich der Equipmentpreise Aussagen liefern.

Hätten wir in unseren Szenarienrechnungen die Equipmentpreise in der Ausgangslage 30 % niedriger eingeschätzt, dann ergäbe die Analyse der Abweichungen der Interconnection-Entgelte aufgrund der Verkehrsmengenreduktion im angeführten Beispiel das in der Tabelle 5-8 dargestellte Bild. Hierbei werden die Ergebnisse der Modellrechnungen miteinander verglichen, die sich ergeben, wenn die Parametrisierung des Basiszenarios für 2005 und des Szenarios: „Moderate FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte“ 30 % niedrigere Equipmentpreise aufweist, als es in der vorangegangenen Szenarioanalyse der Fall ist.

Tabelle 5-8: Veränderung der IC-Entgelte aufgrund einer Senkung der Investitionspreise für elektronische Bauteile um 30 % in beiden Szenarien und einem gleichzeitigen Verkehrsmengentrückgang im Zielszenario

		Local Interconnection	Single Transit	Double Transit
Szenario Basis 2005 Verkehr 2005 (Preissenkung elektronische Bauteile um 30%)	Veränderung generierter Verkehr ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005	Veränderung IC-Entgelte ggü. Basis 2005
Szenario: Moderate FMS Verkehr 2010: Alle Substitutionseffekte (Preissenkung elektronische Bauteile um 30%)	-37,93%	29,25%	29,17%	34,27%

Quelle: WIK.

Ein Vergleich mit Tabelle 5-7 zeigt, dass die veränderte Grundparametrisierung mit 30 % niedrigeren Equipmentpreisen die Einschätzung der Auswirkung der Verkehrsmengenveränderung nahezu unverändert lässt. Erwartungsgemäß sinken die Interconnection-Entgelte im Niveau, wenn die Equipmentpreise niedriger liegen, die Veränderung der gemessenen Abweichungen aufgrund der Verkehrsmengenveränderungen sinkt hingegen nur wenig.

Der gewählte Ansatz, die Abweichungen der Kosten bzw. der Entgelte aufgrund von Verkehrsmengenänderungen zu messen, zeigt somit, dass die Ergebnisse dieser Untersuchung sich durchaus robust gegenüber Fehleinschätzungen in den zugrunde liegenden Parametern verhalten.

### **5.3 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Nimmt man die Senkung der Zusammenschaltungsentgelte des Genehmigungszeitraumes 2003 bis 2006 in Höhe von ca. 11 % -13 % als Indikator für dieses Effizienzangepassungspotential, so muss man feststellen, dass dieses betragsmäßig, bezogen auf die jährliche Veränderung der Zusammenschaltungsentgelte, die Kostensteigerungen aufgrund der FMS im ungünstigsten Fall der Trichterszenarien (9,16% Steigerung des Double Transit Tarifs im Szenario „Nur FMS-Hohe FMS“) um 76 % - 100 % übersteigt. Diese Senkung der Zusammenschaltungsentgelte in Höhe von 11 % -13 % in 3 Jahren entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Senkung in Höhe von 3,66 % bis 4,33%. Die Kostensteigerungen aufgrund von FMS im ungünstigsten Fall der Trichterszenarien (9,16%) entsprechen hingegen bezogen auf den Beobachtungszeitraum von fünf Jahren lediglich einer jährlichen Veränderung von 2,082 %.

Es bleibt somit festzuhalten, dass die zu erwartenden Verkehrsverlagerungen vom Festnetz auf die mobilen Netze in der mittleren Frist des Zeitraumes bis 2010 Kostensteigerungen mit sich bringen können, deren Größenordnung allerdings sehr moderat ausfallen dürften. Geht man von einem gewissen Effizienzangepassungspotential aus, gilt dies umso mehr.

## 6 Resümee

Die vorliegende Studie analysiert die Implikationen der Festnetzmobilfunksubstitution (FMS) auf die Kosten des leitungsvermittelten Festnetzes. Primäres Ziel der Studie ist es, die Kostenveränderung infolge von Festnetzmobilfunksubstitution anhand der Zusammenschaltungsleistungen auf Basis des Analytischen Kostenmodells für das nationale Verbindungsnetz (AKM) in Deutschland zu quantifizieren.

Die Nutzung des AKM zur Errechnung der Zusammenschaltungsleistungen erfordert zur Nachbildung der Verkehrsmengennachfrage und der Verkehrsverteilung im Raum die Erstellung einer Datenbank der HVt-Standorte. Hierfür wurde auf öffentlich verfügbare Informationen bzw. Statistiken wie Zahl und Lage der Ortnetzbereiche (GIS Daten), Bevölkerungsstatistik auf Gemeindeebene und die Bevölkerungsdichte zurückgegriffen.

Im Rahmen der Untersuchung wurden die Schwierigkeiten einer Quantifizierung der Festnetzmobilfunksubstitution (FMS) anhand des vorhandenen Datenmaterials aufgezeigt. Indikatoren, die zur Quantifizierung der FMS herangezogen werden können sind:

- Die Entwicklung der Verkehrsminuten in Festnetz- und Mobilfunk
- Die Entwicklung der Anschlusszahlen in Festnetz- und Mobilfunk
- Die Entwicklung der Anzahl der Mobile Only-Haushalte
- Die Entwicklung der Retailpreise in Festnetz und Mobilfunk

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden primär die Entwicklung der Verkehrsminuten und der Anschlusszahlen zur Quantifizierung der FMS herangezogen. Aus empirischer Sicht lässt sich hierzu feststellen, dass die Entwicklung sowohl der Anschlusszahlen als auch der Verkehrsminuten in Festnetz (abnehmend) und Mobilfunk (steigend) diametral gegenläufig ist, was auf das Vorliegen von Anschluss- und Verkehrssubstitution hinweist, sich jedoch nicht darauf reduzieren lässt, da neben der FMS eine Vielzahl weiterer Substitutionseffekte auf den Verkehr im PSTN/ISDN des Incumbents einwirken. Diese sind im Wesentlichen:

- Die Substitution durch Wettbewerberanschlüsse
- Die Substitution durch Voice over IP
- Die Substitution durch Telefonie über TV-Kabel
- Die Substitution von Schmalbandinternet durch Breitbandinternet

Kern dieser Studie bildet die Formulierung von Verkehrsmengenszenarien, die im Wesentlichen auf Basis von Verkehrsdaten der Bundesnetzagentur (BNetzA) und des Verbandes der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten (VATM) entwi-



ckelt wurden. Diese Szenarienanalyse differenziert zwischen sämtlichen oben genannten Substitutionsprozessen, die auf das PSTN/ISDN einwirken und prognostiziert die zukünftige Quantität jedes dieser Prozesse im Zeitraum bis 2010. Diese Prognose erfolgt auf Basis der historischen Verkehrsmengenentwicklung seit 2003 und aktuellen Marktentwicklungen, die zukünftig tief greifende Implikationen auf die Quantitäten der einzelnen Substitutionsprozesse haben dürften. Insgesamt umfasst diese Analyse sieben Szenarien die sich in drei Szenariengruppen unterteilen lassen.

- *Szenariengruppe „Nur FMS“*: In dieser Szenariengruppe wurde der isolierte Einfluss der FMS auf die Verkehrsmengen im PSTN/ISDN des Incumbents *ohne* Berücksichtigung weiterer Substitutionseffekte untersucht. Dies geschah anhand dreier Szenarien („moderate FMS“ (die FMS behält ihre jetzige Steigerungsrate linear bei), „geringe FMS“ (die FMS halbiert ihre Steigerungsrate) und „hohe FMS“ (die FMS verdoppelt ihre Steigerungsrate)) in welchen jeweils die prognostizierte Quantität der FMS variiert wurde.
- *Szenariengruppe „Alle Substitutionseffekte“*: In dieser Szenariengruppe wurde der Einfluss der FMS auf die Verkehrsmengen im PSTN/ISDN des Incumbents im Kontext aller relevanter Substitutionseffekte analysiert. Dies geschah ebenfalls anhand dreier Szenarien („geringe FMS“, „moderate FMS“ und „hohe FMS“).
- *Szenariengruppe „Keine FMS“*: In dieser Szenariengruppe wurde anhand eines Szenarios der Einfluss der relevanten Substitutionseffekte *mit Ausnahme* der FMS untersucht.

Die Auswertung der Szenarienanalyse zeigt, dass die von der FMS ausgehenden Kostenimplikationen im Kontext der Substitutionseffekte quantitativ keine herausragende Stellung einnehmen. Der Einfluss der FMS auf die Verkehrsmengen im Festnetz des Incumbents ist sogar geringer als die Verkehrsmengeneffekte, die von der Substitution durch Voice over IP-Verkehr, die Substitution durch Anschlusswechsel zum Wettbewerber und durch Substitution von schmalbandigem Internetverkehr durch Breitbandinternet ausgehen.

Die isolierte Auswertung der Ergebnisse der Szenariengruppe „nur FMS“ ergibt, dass die Zusammenschaltungsentgelte im Zeitraum 2006 bis 2010 aufgrund von FMS lediglich moderat steigen. Die geschätzten Änderungen liegen für die drei untersuchten Tarifstufen zwischen 2,23 % (im Szenario geringe FMS) bis 9,16 % (im Szenario hohe FMS). Bezogen auf jährliche Veränderung der Zusammenschaltungsentgelte liegt selbst das Szenario „Hohe FMS“ betragsmäßig (wenn auch mit anderem Vorzeichen) 76 %-100 % unterhalb der in Vergangenheit vollzogenen Änderungen der Zusammenschaltungsentgelte des Genehmigungszeitraumes 2003 bis 2006.

Letztlich kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass eine Verkehrsmengenreduktion infolge von FMS ceteris paribus zu einer wesentlichen Erhöhung der Zusammenschaltungsentgelte in Deutschland führen wird.





## Literaturverzeichnis

Bundesnetzagentur (2005): Tätigkeitsbericht 2004-2005, Bonn.

Bundesnetzagentur (2006a): Beschluss BK 4b-06-005 / E 02.02.06, Bonn.

Bundesnetzagentur (2006b): Jahresbericht 2005, Bonn.

Bundesnetzagentur (2007): Jahresbericht 2006, Bonn.

Mercer Management Consulting (2006): Festnetzsubstitution durch Mobilfunk, München. Download unter: [http://www.oliverwyman.com/de/pdf\\_files/Mobilfunk-Studie.pdf](http://www.oliverwyman.com/de/pdf_files/Mobilfunk-Studie.pdf).

Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation (2001): Beschluss BK 4a-01-026 / E 03.08.01, Bonn.

Schäfer, Ralf; Wengler, Martin (2003): Substitutionsbeziehung zwischen Festnetz und Mobilfunk: Empirische Evidenz für Deutschland und ein Survey internationaler Studien, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 249. Bad Honnef.

Siegmund, Gerd (2002): Technik der Netze, 5. Auflage, Heidelberg.

Telekommunikationsgesetz (TKG) vom 22.06.2004, § 30 Entgeltregulierung.

Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten, Dialog Consult (2005): Siebte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, Köln und Duisburg. Download unter <http://www.vatm.de/content/studien/inhalt/26-09-2005.pdf>.

Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten, Dialog Consult (2006): Achte gemeinsame Marktanalyse zur Telekommunikation, Köln und Duisburg. Download unter: <http://www.vatm.de/content/studien/inhalt/27-09-2006.pdf>.

Vogelsang, Ingo (2006): Abrechnungssysteme und Zusammenschaltungsregime aus ökonomischer Sicht, Boston.

WIK (2000): Analytisches Kostenmodell Nationales Verbindungsnetz, Referenzdokument 2.0, Bad Honnef. Online verfügbar unter: [http://www.bundesnetzagentur.de/enid/3155606d9413d61386d1f65af33d76c6,0/Analytische\\_Kostenmodelle/Dokumente\\_9e.html#Verbindungsnetz2](http://www.bundesnetzagentur.de/enid/3155606d9413d61386d1f65af33d76c6,0/Analytische_Kostenmodelle/Dokumente_9e.html#Verbindungsnetz2).

Wirtschaftswoche (2007): Nr. 41, Jahrgang 2007.



Als "Diskussionsbeiträge" des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste sind zuletzt erschienen:

- Nr. 224: Dieter Elixmann:  
Der Markt für Übertragungskapazität in Nordamerika und Europa, Juli 2001
- Nr. 225: Antonia Niederprüm:  
Quersubventionierung und Wettbewerb im Postmarkt, Juli 2001
- Nr. 226: Ingo Vogelsang  
unter Mitarbeit von Ralph-Georg Wöhrl  
Ermittlung der Zusammenschaltungs-entgelte auf Basis der in Anspruch genommenen Netzkapazität, August 2001
- Nr. 227: Dieter Elixmann, Ulrike Schimmel, Rolf Schwab:  
Liberalisierung, Wettbewerb und Wachstum auf europäischen TK-Märkten, Oktober 2001
- Nr. 228: Astrid Höckels:  
Internationaler Vergleich der Wettbewerbsentwicklung im Local Loop, Dezember 2001
- Nr. 229: Anette Metzler:  
Preispolitik und Möglichkeiten der Umsatzgenerierung von Internet Service Providern, Dezember 2001
- Nr. 230: Karl-Heinz Neumann:  
Volkswirtschaftliche Bedeutung von Resale, Januar 2002
- Nr. 231: Ingo Vogelsang:  
Theorie und Praxis des Resale-Prinzips in der amerikanischen Telekommunikationsregulierung, Januar 2002
- Nr. 232: Ulrich Stumpf:  
Prospects for Improving Competition in Mobile Roaming, März 2002
- Nr. 233: Wolfgang Kiesewetter:  
Mobile Virtual Network Operators – Ökonomische Perspektiven und regulatorische Probleme, März 2002
- Nr. 234: Hasan Alkas:  
Die Neue Investitionstheorie der Realoptionen und ihre Auswirkungen auf die Regulierung im Telekommunikationssektor, März 2002
- Nr. 235: Karl-Heinz Neumann:  
Resale im deutschen Festnetz, Mai 2002
- Nr. 236: Wolfgang Kiesewetter, Lorenz Nett und Ulrich Stumpf:  
Regulierung und Wettbewerb auf europäischen Mobilfunkmärkten, Juni 2002
- Nr. 237: Hilke Smit:  
Auswirkungen des e-Commerce auf den Postmarkt, Juni 2002
- Nr. 238: Hilke Smit:  
Reform des UPU-Endvergütungssystems in sich wandelnden Postmärkten, Juni 2002
- Nr. 239: Peter Stamm, Franz Büllingen:  
Kabelfernsehen im Wettbewerb der Plattformen für Rundfunkübertragung - Eine Abschätzung der Substitutionspotenziale, November 2002
- Nr. 240: Dieter Elixmann, Cornelia Stappen unter Mitarbeit von Anette Metzler:  
Regulierungs- und wettbewerbspolitische Aspekte von Billing- und Abrechnungsprozessen im Festnetz, Januar 2003
- Nr. 241: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf unter Mitarbeit von Ulrich Ellinghaus, Joachim Scherer, Sonia Strube Martins, Ingo Vogelsang:  
Eckpunkte zur Ausgestaltung eines möglichen Handels mit Frequenzen, Februar 2003
- Nr. 242: Christin-Isabel Gries:  
Die Entwicklung der Nachfrage nach breitbandigem Internet-Zugang, April 2003
- Nr. 243: Wolfgang Briglauer:  
Generisches Referenzmodell für die Analyse relevanter Kommunikationsmärkte – Wettbewerbsökonomische Grundfragen, Mai 2003
- Nr. 244: Peter Stamm, Martin Wörter:  
Mobile Portale – Merkmale, Marktstruktur und Unternehmensstrategien, Juli 2003

- Nr. 245: Franz Büllingen, Annette Hillebrand:  
Sicherstellung der Überwachbarkeit der Telekommunikation: Ein Vergleich der Regelungen in den G7-Staaten, Juli 2003
- Nr. 246: Franz Büllingen, Annette Hillebrand:  
Gesundheitliche und ökologische Aspekte mobiler Telekommunikation – Wissenschaftlicher Diskurs, Regulierung und öffentliche Debatte, Juli 2003
- Nr. 247: Anette Metzler, Cornelia Stappen unter Mitarbeit von Dieter Elixmann:  
Aktuelle Marktstruktur der Anbieter von TK-Diensten im Festnetz sowie Faktoren für den Erfolg von Geschäftsmodellen, September 2003
- Nr. 248: Dieter Elixmann, Ulrike Schimmel with contributions of Anette Metzler:  
"Next Generation Networks" and Challenges for Future Regulatory Policy, November 2003
- Nr. 249: Martin O. Wengler, Ralf G. Schäfer:  
Substitutionsbeziehungen zwischen Festnetz und Mobilfunk: Empirische Evidenz für Deutschland und ein Survey internationaler Studien, Dezember 2003
- Nr. 250: Ralf G. Schäfer:  
Das Verhalten der Nachfrager im deutschen Telekommunikationsmarkt unter wettbewerblichen Aspekten, Dezember 2003
- Nr. 251: Dieter Elixmann, Anette Metzler, Ralf G. Schäfer:  
Kapitalmarktinduzierte Veränderungen von Unternehmensstrategien und Marktstrukturen im TK-Markt, März 2004
- Nr. 252: Franz Büllingen, Christin-Isabel Gries, Peter Stamm:  
Der Markt für Public Wireless LAN in Deutschland, Mai 2004
- Nr. 253: Dieter Elixmann, Annette Hillebrand, Ralf G. Schäfer, Martin O. Wengler:  
Zusammenwachsen von Telefonie und Internet – Marktentwicklungen und Herausforderungen der Implementierung von ENUM, Juni 2004
- Nr. 254: Andreas Hense, Daniel Schäffner:  
Regulatorische Aufgaben im Energiebereich – ein europäischer Vergleich, Juni 2004
- Nr. 255: Andreas Hense:  
Qualitätsregulierung und wettbewerbspolitische Implikationen auf Postmärkten, September 2004
- Nr. 256: Peter Stamm:  
Hybridnetze im Mobilfunk – technische Konzepte, Pilotprojekte und regulatorische Fragestellungen, Oktober 2004
- Nr. 257: Christin-Isabel Gries:  
Entwicklung der DSL-Märkte im internationalen Vergleich, Oktober 2004
- Nr. 258: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Diana Rätz:  
Alternative Streitbeilegung in der aktuellen EMVU-Debatte, November 2004
- Nr. 259: Daniel Schäffner:  
Regulierungsökonomische Aspekte des informatorischen Unbundling im Energiebereich, Dezember 2004
- Nr. 260: Sonja Schölermann:  
Das Produktangebot von Universaldienstleistern und deren Vergleichbarkeit, Dezember 2004
- Nr. 261: Franz Büllingen, Aurélie Gillet, Christin-Isabel Gries, Annette Hillebrand, Peter Stamm:  
Stand und Perspektiven der Vorratsdatenspeicherung im internationalen Vergleich, Februar 2005
- Nr. 262: Oliver Franz, Marcus Stronzik:  
Benchmarking-Ansätze zum Vergleich der Effizienz von Energieunternehmen, Februar 2005
- Nr. 263: Andreas Hense:  
Gasmarktregulierung in Europa: Ansätze, Erfahrungen und mögliche Implikationen für das deutsche Regulierungsmodell, März 2005
- Nr. 264: Franz Büllingen, Diana Rätz:  
VoIP – Marktentwicklungen und regulatorische Herausforderungen, Mai 2005

- Nr. 265: Ralf G. Schäfer, Andrej Schöbel:  
Stand der Backbone-Infrastruktur in Deutschland – Eine Markt- und Wettbewerbsanalyse, Juli 2005
- Nr. 266: Annette Hillebrand, Alexander Kohlstedt, Sonia Strube Martins:  
Selbstregulierung bei Standardisierungsprozessen am Beispiel von Mobile Number Portability, Juli 2005
- Nr. 267: Oliver Franz, Daniel Schäffner, Bastian Trage:  
Grundformen der Entgeltregulierung: Vor- und Nachteile von Price-Cap, Revenue-Cap und hybriden Ansätzen, August 2005
- Nr. 268: Andreas Hense, Marcus Stronzik:  
Produktivitätsentwicklung der deutschen Strom- und Gasnetzbetreiber – Untersuchungsmethodik und empirische Ergebnisse, September 2005
- Nr. 269: Ingo Vogelsang:  
Resale und konsistente Entgeltregulierung, Oktober 2005
- Nr. 270: Nicole Angenendt, Daniel Schäffner:  
Regulierungsökonomische Aspekte des Unbundling bei Versorgungsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung von Pacht- und Dienstleistungsmodellen, November 2005
- Nr. 271: Sonja Schölermann:  
Vertikale Integration bei Postnetzbetreibern – Geschäftsstrategien und Wettbewerbsrisiken, Dezember 2005
- Nr. 272: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm:  
Transaktionskosten der Nutzung des Internet durch Missbrauch (Spamming) und Regulierungsmöglichkeiten, Januar 2006
- Nr. 273: Gernot Müller, Daniel Schäffner, Marcus Stronzik, Matthias Wissner:  
Indikatoren zur Messung von Qualität und Zuverlässigkeit in Strom- und Gasversorgungsnetzen, April 2006
- Nr. 274: J. Scott Marcus:  
Interconnection in an NGN Environment, Mai 2006
- Nr. 275: Ralf G. Schäfer, Andrej Schöbel:  
Incumbents und ihre Preisstrategien im Telefondienst – ein internationaler Vergleich, Juni 2006
- Nr. 276: Alex Kalevi Dieke, Sonja Schölermann:  
Wettbewerbspolitische Bedeutung des Postleitzahlensystems, Juni 2006
- Nr. 277: Marcus Stronzik, Oliver Franz:  
Berechnungen zum generellen X-Faktor für deutsche Strom- und Gasnetze: Produktivitäts- und Inputpreisdifferential, Juli 2006
- Nr. 278: Alexander Kohlstedt:  
Neuere Theoriebeiträge zur Netzökonomie: Zweiseitige Märkte und On-net/Off-net-Tariffdifferenzierung, August 2006
- Nr. 279: Gernot Müller:  
Zur Ökonomie von Trassenpreissystemen, August 2006
- Nr. 280: Franz Büllingen, Peter Stamm in Kooperation mit Prof. Dr.-Ing. Peter Vary, Helge E. Lüders und Marc Werner (RWTH Aachen):  
Potenziale alternativer Techniken zur bedarfsgerechten Versorgung mit Breitbandzugängen, September 2006
- Nr. 281: Michael Brinkmann, Dragan Ilic:  
Technische und ökonomische Aspekte des VDSL-Ausbaus, Glasfaser als Alternative auf der (vor-) letzten Meile, Oktober 2006
- Nr. 282: Franz Büllingen:  
Mobile Enterprise-Solutions – Stand und Perspektiven mobiler Kommunikationslösungen in kleinen und mittleren Unternehmen, November 2006
- Nr. 283: Franz Büllingen, Peter Stamm:  
Triple Play im Mobilfunk: Mobiles Fernsehen über konvergente Hybridnetze, Dezember 2006
- Nr. 284: Mark Oelmann, Sonja Schölermann:  
Die Anwendbarkeit von Vergleichsmarktanalysen bei Regulierungsentscheidungen im Postsektor, Dezember 2006

- Nr. 285: Iris Böschen:  
VoIP im Privatkundenmarkt – Marktstrukturen und Geschäftsmodelle, Dezember 2006
- Nr. 286: Franz Büllingen, Christin-Isabel Gries, Peter Stamm:  
Stand und Perspektiven der Telekommunikationsnutzung in den Breitbandkabelnetzen, Januar 2007
- Nr. 287: Konrad Zoz:  
Modellgestützte Evaluierung von Geschäftsmodellen alternativer Teilnehmernetzbetreiber in Deutschland, Januar 2007
- Nr. 288: Wolfgang Kiesewetter:  
Marktanalyse und Abhilfemaßnahmen nach dem EU-Regulierungsrahmen im Ländervergleich, Februar 2007
- Nr. 289: Dieter Elixmann, Ralf G. Schäfer, Andrej Schöbel:  
Internationaler Vergleich der Sektorperformance in der Telekommunikation und ihrer Bestimmungsgründe, Februar 2007
- Nr. 290: Ulrich Stumpf:  
Regulatory Approach to Fixed-Mobile Substitution, Bundling and Integration, März 2007
- Nr. 291: Mark Oelmann:  
Regulatorische Marktzutrittsbedingungen und ihre Auswirkungen auf den Wettbewerb: Erfahrungen aus ausgewählten Briefmärkten Europas, März 2007
- Nr. 292: Patrick Anell, Dieter Elixmann:  
"Triple Play"-Angebote von Festnetzbetreibern: Implikationen für Unternehmensstrategien, Wettbewerb(s)politik und Regulierung, März 2007
- Nr. 293: Daniel Schäffner:  
Bestimmung des Ausgangsniveaus der Kosten und des kalkulatorischen Eigenkapitalzinssatzes für eine Anreizregulierung des Energiesektors, April 2007
- Nr. 294: Alex Kalevi Dieke, Sonja Schölermann:  
Ex-ante-Preisregulierung nach vollständiger Marktöffnung der Briefmärkte, April 2007
- Nr. 295: Alex Kalevi Dieke, Martin Zauner:  
Arbeitsbedingungen im Briefmarkt, Mai 2007
- Nr. 296: Antonia Niederprüm:  
Geschäftsstrategien von Postunternehmen in Europa, Juli 2007
- Nr. 297: Nicole Angenendt, Gernot Müller, Marcus Stronzik, Matthias Wissner:  
Stromerzeugung und Stromvertrieb – eine wettbewerbsökonomische Analyse, August 2007
- Nr. 298: Christian Growitsch, Matthias Wissner:  
Die Liberalisierung des Zähl- und Messwesens, September 2007
- Nr. 299: Stephan Jay:  
Bedeutung von Bitstrom in europäischen Breitbandvorleistungsmärkten, September 2007
- Nr. 300: Christian Growitsch, Gernot Müller, Margarethe Rammerstorfer, Prof. Dr. Christoph Weber (Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Universität Duisburg-Essen):  
Determinanten der Preisentwicklung auf dem deutschen Minutenreservemarkt, Oktober 2007
- Nr. 301: Gernot Müller:  
Zur kostenbasierten Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten – Eine ökonomische Analyse von Kostenkonzepten und Kostentreibern, Dezember 2007
- Nr. 302: Patrick Anell, Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Nachfrage nach Internetdiensten – Diensteararten, Verkehrseigenschaften und Quality of Service, Dezember 2007
- Nr. 303: Christian Growitsch, Margarethe Rammerstorfer:  
Zur wettbewerblichen Wirkung des Zweivertragsmodells im deutschen Gasmarkt, Februar 2008
- Nr. 304: Patrick Anell, Konrad Zoz:  
Die Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Kosten des leitungsvermittelten Festnetzes, Februar 2008





**ISSN 1865-8997**