

Stand der Backbone-Infrastruktur in Deutschland – Eine Markt- und Wettbewerbsanalyse

Ralf G. Schäfer

Andrej Schöbel

Nr. 265

Juli 2005

**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

[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

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Zusammenfassung	IX
Summary	X
1 Einleitung	1
2 Begriffliche Abgrenzungen und technologische Grundlagen	4
2.1 Abgrenzung des Begriffs Backbone	4
2.2 Übertragungsmedien	12
2.3 Glasfasertechnologie	14
2.4 Glasfaserverlegung und -beschaltung	18
2.5 Wegerechte	22
2.6 Produktgruppen für Glasfaser basierte Backbone-Infrastruktur	24
3 Angebotsanalyse	27
3.1 Potenzielle Verleger von Backbone-Infrastruktur in Deutschland und ihre tatsächliche Relevanz für das Marktangebot	27
3.1.1 Unternehmen im Bereich Strom- und Gasleitungsnetze	27
3.1.2 Betreiber von Straßen und Schifffahrtswegen	28
3.1.3 Die Deutsche Bahn AG	28
3.1.4 Betreiber von Kommunikationsnetzen	29
3.1.5 Kategorisierung von Anbietertypen	31
3.2 Lokale und regionale Energieversorger	33
3.3 City Carrier	35
3.4 Nationale bzw. überregionale Energie- und Gasversorger	40
3.4.1 GasLINE	40
3.4.2 Überregionale EVU und Gasversorger	42
3.5 Überregionale ISP und TK-Netzbetreiber	47
3.6 Einordnung der Anbietertypen	58

3.7	Strukturmerkmale der Kosten- und Einnahmenseite bei Vermarktern von Backbone-Infrastruktur	59
3.7.1	Kosten für Backbone-Infrastruktur	60
3.7.2	Einnahmenseite	64
3.7.3	Quintessenz aus Kosten und Einnahmen	66
3.8	Backbone-Übertragungsinfrastruktur: Marktangebot in regionaler Sicht	67
4	Nachfrageanalyse	75
4.1	Klassifizierung von Nachfragern	75
4.2	Nachfrageentwicklung im Zeitablauf	79
4.3	Regionale Verteilung der Nachfrage	83
4.4	Entscheidungsverhalten der Nachfrager	85
5	Markt- und Wettbewerbsanalyse	89
6	Ergebniszusammenfassung	99
	Quellenverzeichnis	103
	Anhang	109
Anhang A1:	Das Glasfasernetz der HEAG Medianet GmbH	109
Anhang A2:	Tabellen und Grafiken	111

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Stilisierte Netzarchitektur des Telefonnetzes	5
Abbildung 2-2:	Backbone-Infrastruktur von ISPs mit eigener Übertragungsinfrastruktur	8
Abbildung 2-3:	Stilisierter Grundaufbau eines Mobilfunknetzes	9
Abbildung 2-4:	Grundlegender Aufbau des deutschen Kabelnetzes	10
Abbildung 2-5:	Prinzipieller Aufbau einer Glasfaserleitung	14
Abbildung 2-6:	Single- und Multimodefasern	16
Abbildung 2-7:	Stilisierte Darstellung einer mit DWDM beschalteten Glasfaserleitung	20
Abbildung 2-8:	Vermarktungsstufen für Backbone-Übertragungsinfrastruktur und Übertragungskapazitäten	26
Abbildung 3-1:	Stilisierte Kategorisierung der Anbietertypen im deutschen Markt für Breitband-Infrastruktur	32
Abbildung 3-2:	Insolvenzen internationaler Carrier und deren Wiederinbetriebnahmen (2001 bis 1. Quartal 2004)	55
Abbildung 3-3:	Vorhandensein von Glasfaserinfrastruktur nach Anbietertypen und Vermarktungsintensität	59
Abbildung 3-4:	Preisentwicklung für dark fiber in Westeuropa	65
Abbildung 3-5:	dark fiber-Netz von GasLINE	69
Abbildung 3-6:	Höchstspannungsnetze in der Bundesrepublik Deutschland	71
Abbildung 3-7:	Stilisierte Darstellung der Verteilung der Regionen ohne Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich	73
Abbildung 4-1:	Besitz von Glasfaserinfrastruktur bei Festnetzbetreibern und ISP in Deutschland (Stand: 03/2004)	77
Abbildung 4-2:	Mietleitungsumsätze in Deutschland nach Bandbreiten (in Mio. €)	80
Abbildung 4-3:	Prognose zur Entwicklung der Breitbandpenetration in Deutschland	82
Abbildung 5-1:	Anbieterstruktur im deutschen Markt für Infrastruktur	90
Abbildung 5-2:	Nachfragerstruktur im deutschen Markt für Infrastruktur	91
Abbildung A1– 1:	LWL Netz HEAG MediaNet	110
Abbildung A2– 1:	Gasnetz der GasLINE-Gesellschafter	114
Abbildung A2– 1:	Netzkarte Colt Telecom	115
Abbildung A2– 2:	Netzkarte LambdaNet (3U Telecom AG)	116
Abbildung A2– 3:	Netzkarte Arcor	117
Abbildung A2– 4:	Netzkarte Level3	118

Abbildung A2– 5:	Netzkarte Cable & Wireless (IP Backbone)	119
Abbildung A2– 6:	Netzkarte Carrier24	120
Abbildung A2– 7:	Netzkarte Tropolys	121
Abbildung A2– 8:	Netzkarte Versatel	122
Abbildung A2– 9:	Netzkarte EWE Tel Backbone	123
Abbildung A2– 10:	Netzkarte M³net	124
Abbildung A2– 11:	Netzkarte envia TEL	125
Abbildung A2– 12:	Netzkarte Telemaxx	126
Abbildung A2– 13:	Netzkarte e.discom Telekommunikation GmbH (Hochgeschwindigkeitsnetz)	127
Abbildung A2– 14:	Netzkarte TEAG Netkom GmbH (SDH-Netz)	128
Abbildung A2– 15:	Netzkarte BT Germany network	129
Abbildung A2– 16:	Netzkarte MCI Worldcom in Deutschland	130
Abbildung A2– 17:	Regelzonen der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (Hochspannungsnetz)	131
Abbildung A2– 18:	Netzkarte Vattenfall (Höchstspannungsnetz)	132
Abbildung A2– 19:	Netzkarte E.On (Hochspannungsnetz)	133
Abbildung A2– 20:	RWE (Höchstspannungsnetz)	134
Abbildung A2– 21:	EnBW (Höchstspannungsnetz)	135
Abbildung A2– 22:	Glasfasernetz der WINGAS	136
Abbildung A2– 23:	Glasfasernetz der Gasversorgung Süddeutschland (GVS)	137

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Vergleich von charakteristischen Eigenschaften der Übertragungsmedien	13
Tabelle 3-1:	Netzgröße und regionales Einzugsgebiet ausgewählter City Carrier bzw. regionaler TK-Carrier	38
Tabelle 3-2:	Überblick über überregional tätige ISP und TK-Netzbetreiber mit Blick auf das Angebot von dark fiber in Deutschland	48
Tabelle 3-3:	Präsenz internationaler Backbone-Carrier in Deutschland (Access PoP's, Multiple PoP's, Stand Juli 2004)	50
Tabelle 3-4:	Nutzung der Infrastruktur insolventer Carrier	57
Tabelle 5-1:	Zeitdimensionen bei der Vermarktung von Übertragungsleitungen und Übertragungskapazitäten	93
Tabelle 5-2:	Intensität von Angebot und Nachfrage in geografischer Differenzierung	94
Tabelle A2– 1:	Ausgewählte Anbieter von Festnetz-Übertragungswegen auf Basis selbst betriebener Übertragungswege und ihre Lizenzgebiete	111
Tabelle A2– 2:	Netzwerkkosten einer 160 Gb/s Verbindung und Übertragung auf einer 500 km Strecke	113
Tabelle A2– 3:	Netzwerkkosten einer 4 x 10 Gb/s Verbindung und Übertragung auf einer 225 km Strecke	113

Abkürzungsverzeichnis

ATM	Asynchronous Transfer Mode
BS	Base Station
BT	British Telecom
BVSt	Bereichsvermittlungsstelle
CATV	Kabelfernsehen
DB	Deutsche Bahn
DFN	Deutsches Forschungsnetz
DIN	Deutsches Institut für Normung (DIN Norm)
DSF	Dispersion Shifted Fiber
DTAG	Deutsche Telekom AG
DWDM	Dense Wave Division Multiplexing
EnWG	Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GVS	Gasversorgung Süddeutschland
Gbps	Gigabit pro Sekunde
HVt	Hauptverteiler
IP	Internet Protocol
IRU	Indefeasible Rights of Use
ISP	Internet Service Provider
ITK	Informations- und Telekommunikationstechnologie
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
Mbps	Megabit pro Sekunde (teilweise auch Mb/s)
MFN	Metromedia Fiber Networks

MSC	Mobile Switching Centre
N-DSF	Non Dispersion Shifted Fiber
NZ-DSF	Non Zero Dispersion Shifted Fiber
POI	Point of Interconnection
PoP	Point of Presence
PSTN	Public Switched Telephone Network
RegTP	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
TK	Telekommunikation
TKG	Telekommunikationsgesetz
TVSt	Teilnehmervermittlungsstelle
VST	Verstärkerstelle (im Kabelnetz)
WDM	Wave Division Multiplexing
WVSt	Weitvermittlungsstelle
ZISP	Zuführung des Online-Verkehrs von T-DSL-Nutzern für ISPs mit eigener Plattform

Zusammenfassung

Die Studie fokussiert auf Glasfaser basierte Übertragungsinfrastruktur auf Weitverkehrsstrecken in Deutschland, d.h. Trassen jenseits örtlicher, lokaler Verteilnetze. Diese Backbone-Infrastruktur wird in den Vermarktungsstufen Leerrohrkapazitäten, dark fiber, managed fiber, Wellenlängen und Mietleitungen angeboten. Unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur (dark fiber, managed fiber) bzw. Leerrohrkapazitäten stellen essentielle Vorleistungen für alle auf Datenübertragung basierenden Dienste dar und bilden den Schwerpunkt der Studie.

Auf der nationalen Ebene sind weniger als 20 Anbieter aktiv (Gasnetzbetreiber, nationale TK-Carrier, Energieversorgungsunternehmen). Eine größere Anzahl an Anbietern findet man auf der regionalen Ebene (Stadtwerke und City Carrier), welche für den Backbone-Markt aufgrund des geografisch beschränkten Fokus von geringerer Bedeutung sind. Anbieter stellen dem Markt die Nutzung ihrer Infrastruktur in Form von langfristigen Nutzungsrechten zur Verfügung. Die Nachfrage wird durch zahlreiche, unterschiedliche Carrier (Festnetz, Mobilfunk, ISP, Kabelnetz) dominiert. Aus dem Endkundenbereich treten Großunternehmen und Wissenschaftseinrichtungen als Nachfrager auf, deren Bedeutung für die gesamte Nachfrage jedoch noch gering ist.

Die Wettbewerbsintensität im Markt für unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur fällt regional sehr unterschiedlich aus. Innerhalb von Ballungsräumen bzw. entlang der dazwischen liegenden „Rennstrecken“ herrscht bei intensiver Nachfrage tendenziell starker Wettbewerb mit hohen Überkapazitäten. Die Intensität von Angebot und Nachfrage verringert sich hin zu den Strecken in die kleineren Mittelzentren und weiter in die ländlichen Räume. In ländlichen Regionen abseits von Leitungstrassen kommt es trotz punktueller, allerdings geringer Nachfrage mitunter zu Angebotslücken. Wir schätzen den Anteil dieser „weißen Flecken“ auf 10% bis 20% der Bundesfläche. Die Zahl der POI und ZISP-Übergabepunkte innerhalb der „weißen Flecken“ liegt nach unserer Einschätzung bei unter 10%.

Der Netzausbau wird heute bei den EVU vorwiegend durch den Eigenbedarf an Kommunikationsinfrastruktur getrieben. Bei den Gasnetzbetreibern und Carriern erfolgt der Ausbau streng nachfrageorientiert. Nachfrageseitig liegt allerdings nur noch punktuell Bedarf nach dark fiber vor. Daher erscheint selbst mittelfristig ein Ausbau von Backbone-Infrastruktur in allen Regionen als unwahrscheinlich.

Bei einer aggregierten Betrachtung über alle Regionen sind keine wesentlichen Marktungleichgewichte vorzufinden, d.h. da wo ausreichend Nachfrage nach unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur auftaucht, kann sie in der Regel auch bedient werden. Eine proaktive Erschließung von „weißen Flecken“ ist kurz- bis mittelfristig nicht zu erwarten. Wachstumsimpulse für einen weiteren, generellen Ausbau von Backbone-Infrastruktur gehen eher mittelfristig von einem Anstieg der Breitbandpenetration aus. Insgesamt stellt die Verfügbarkeit von unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich aus Sicht der Marktteilnehmer derzeit keinen kritischen Engpass dar.

Summary

The study deals with fiber optic backbone infrastructure in Germany and focuses on long distance lines beyond local access networks (e.g. the local loop). Backbone infrastructure is supplied within following different value added marketing levels: duct capacities, dark fiber, managed fiber, wavelengths, leased lines. Unlighted fiber optic infrastructure (dark fiber, managed fiber) and duct capacities, respectively, are the essential input products for all kind of services based on data transmission and therefore represent the focus of the study.

Less than 20 suppliers are active on the national level, namely gas suppliers, nationally active telecommunication providers, energy suppliers and utilities. Suppliers with a regionally limited focus (utilities, city carrier) prevail the number of suppliers but have less impact on the whole supply side. The suppliers don't sell the property rights of physical infrastructure but market the right of use for a limited period of time. The demand side is dominated by many different types of carriers (fixed network, mobile operators, ISP, cable network). Additionally to very limited extent, yet, a small number of end customers in form of large trusts or scientific institutions demand backbone infrastructure.

The intensity of competition for unlighted fiber optic infrastructure differs regionally and has a broad range from strong competition to monopolistic market structures. Within and between the biggest congested urban areas along the "racetracks" appears strong competition with excess capacities in combination with most intense demand, compared to other lines. The intensity of demand and supply decreases for routes to smaller or middle large cities and shrinks further on routes which connect rural areas. Some rural or provincial regions are not supplied at all ("white spots"). But these regions exhibit only a very limited demand, too. We estimate the fraction of "white spots" on roughly 10% to 20% of the German area. Moreover less than 10% of all POI and ZISP-transfer-points are presumably located within "white spots".

Further extension of backbone routes of energy suppliers is driven by the own needs of communication infrastructure. The important gas providers and supplying carriers extend their fiber optic networks strictly on the basis of demand driven business cases. But carriers and other network operators only sporadically demand selected routes. Therefore the extension of backbone infrastructure to all regions seems to be unlikely on a middle-term schedule.

On an aggregated view over all regions we don't find substantial market imbalances. The connection of areas with sufficient demand mostly can be met by supply side. We don't expect pro active extensions of backbone infrastructure to the "white spots" in short- or middle-term. Stimulus for further, general extension of backbone infrastructure emanates from increasing broadband penetration over the next years. Overall, from the point of view of market players the availability of unlighted fiber optic infrastructure on the backbone level does not exhibit a critical bottleneck.

1 Einleitung

Die vollständige Liberalisierung des TK-Marktes im Jahre 1998 hat dazu geführt, dass ein breites Spektrum an unterschiedlichen Anbietertypen am Markt aktiv geworden ist. Hierzu gehören insbesondere Unternehmen, die auf Basis eigener Übertragungsinfrastruktur Dienste anbieten. Mit Blick auf diese Infrastruktur ist es sinnvoll, sowohl wegen technischer Merkmale (Architektur) als auch wegen ökonomischer Merkmale (Kosten, Wettbewerb) zwischen Infrastruktur im kundennahen Bereich („local loop“, Ortsnetz) und im Weitverkehrsbereich (Backbone) zu unterscheiden.

Zurückliegende Untersuchungen des WIK legen die Hypothese nahe, dass mit Blick auf Verfügbarkeit in regionaler Sicht das Angebot an Backbone-Infrastruktur in Deutschland deutliche Unterschiede aufweist¹. Vor allem in der Boomphase des TK-Marktes wurden auf den „Rennstrecken“ oder „main lines“, d.h. den Verbindungen zwischen den bedeutenden Metropolen, durch eine Reihe von Anbietern parallele Übertragungswege auf Basis eigener Infrastrukturen aufgebaut. Es ist jedoch auch anzunehmen, dass das Angebot an Backbone-Infrastruktur umso „dünner“ wird, je weiter man sich von den Metropolen entfernt. Diese Hypothese bildet die Arbeitsgrundlage für die vorliegende Studie.

Die vorliegende Studie soll dazu dienen, die Verhältnisse im Markt für Übertragungsinfrastruktur in Deutschland zu erhellen. Sie konzentriert sich dabei vor dem Hintergrund der zugrunde liegenden Hypothese auf den Backbone-Bereich, d.h. insbesondere Stadtnetze und der Anschlussbereich bleiben außerhalb der Betrachtung. Die primäre Zielsetzung der Studie liegt in der empirischen Analyse des Marktes aus der Perspektive von Anbietern und Nachfragern und in der Erstellung einer strukturierten qualitativen Marktbeschreibung. Darüber hinaus werden Einschätzungen zu Entwicklungstendenzen im Markt für Backbone-Infrastruktur getroffen. Die Studie geht dabei insbesondere auf geografische Merkmale der Marktstruktur ein.

Unternehmen, die Kommunikationsdienste anbieten wollen, benötigen Infrastruktur. Anders gesagt, das Vorhandensein von Übertragungsinfrastruktur bildet die Grundlage für die Erbringung von darauf aufsetzenden Diensten. Für einen Diensteanbieter, der neu in den Markt eintreten will bzw. für solche, die ihr Produkt- und Dienstportfolio regional erweitern wollen, gibt es damit zwei Alternativen: Neuverlegung von eigener Infrastruktur oder Rückgriff auf bereits verlegte Infrastruktur. Das Neuverlegen von Übertragungsinfrastruktur ist sehr kostenintensiv. Viele Marktspieler bevorzugen es daher, auf bereits verlegte Infrastruktur zurück zu greifen. Diese Überlegung macht deutlich, dass die ubiquitäre Verfügbarkeit von Übertragungsinfrastruktur eine wichtige Komponente für den Dienstewettbewerb ist.

¹ Vgl. Elixmann (2001).

Um einen Einstieg in die Beurteilung der nationalen Marktverhältnisse zu bekommen, lohnt sich ein Blick über die Grenzen. Auf internationaler Ebene wird der Markt für Übertragungskapazität z. B. im Rahmen des International Bandwidth Report von PriMetrica Inc. betrachtet². Zwei Kernergebnisse der aktuellen Ausgabe sind mit Blick auf das Angebot an Backbone-Infrastruktur interessant. Erstens wird festgestellt, dass die Preise für Übertragungsinfrastruktur im Zeitablauf sinken. Allerdings ist dieser Rückgang mittlerweile nur noch in kleinem Umfang zu beobachten. Zweitens zeigen die Daten, dass derzeit nur 11% aller verlegten Glasfaserkabel belichtet sind, während der Anteil in 1996 noch bei 64% lag. Primäre Ursache für diese Entwicklungen ist nach unserer Einschätzung ein starker Anstieg der Menge verlegter Glasfaser in Verbindung mit verbesserten Technologien zur Erhöhung der Übertragungskapazitäten. Auf der Nachfragerseite rechnet der Report mit einem steigenden Bandbreitenbedarf durch wachsende Nutzerzahlen und komplexere Anwendungen. Dies wird z.B. auch durch Prognosen des amerikanischen Marktforschungsinstituts IDC gestützt, das von 2002 bis 2007 nahezu mit einer jährlichen Verdopplung des weltweiten Datenverkehrs im Internet auf 5175 Petabits/Tag rechnet³.

Bezogen auf Deutschland liefert der Tätigkeitsbericht der RegTP einige grundlegende Informationen⁴. Danach besitzen die berichtspflichtigen TK-Unternehmen insgesamt 278.000 km Glasfaserstrecken in Deutschland (Stand Dezember 2002). Der Anteil der DTAG beträgt 63%. Er hat sich im Vergleich zum Jahr 2000 um 2 %-Punkte reduziert. Diese Zahlen vermitteln mit Blick auf den Fokus der vorliegenden Studie aus folgenden Gründen allerdings nur ein eingeschränktes Bild von der Realität:

- Die Bestandsangabe bezieht sich nur auf TK-Anbieter, während Infrastrukturanbieter aus anderen Branchen nicht berücksichtigt werden.
- Die Glasfaserstrecken sind nur zum Teil im Backbone-Bereich anzusiedeln. Wesentliche Teile betreffen auch den Anschlussbereich bzw. City-Ringe⁵, die außerhalb des Scope der Studie liegen.

Der Tätigkeitsbericht der RegTP enthält außer den Angaben zur Glasfaserinfrastruktur auch Aussagen über Richtfunkinfrastruktur in Deutschland. Danach setzen im Juni 2003 die TK-Anbieter ca. 51.000 Richtfunkstrecken mit einer Gesamtlänge von mehr als 500.000 km ein. Die durchschnittliche Länge einer Richtfunkstrecke in Deutschland liegt somit unter 10 km. Dieser Wert deutet aus unserer Sicht darauf hin, dass die Relevanz für den Untersuchungsgegenstand der Studie – den Bereich der Backbone-Infrastruktur – eher als gering anzusehen ist.

² Vgl. PriMetrica (2004).

³ Vgl. <http://www.webwork-magazin.net/news/artikel/990/> 02.03.2003 – „Datenverkehr im Internet steigt weiter“, Website vom 13.08.2004.

⁴ Vgl. RegTP (2003).

⁵ Der Tätigkeitsbericht der RegTP weist 8 Großstädte aus, die über Metropolitan Area Networks verfügen (Berlin, Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Köln, München, Stuttgart).

Untersuchungen zum konkreten Themenfokus der vorliegenden Studie gibt es kaum. Einzig eine Studie des Zentrums für Telekommunikations- und Medienwirtschaft adressiert Kosten- und Einnahmen relevante Aspekte des Marktes für Übertragungsinfrastruktur in Deutschland.⁶

„Harte“ und umfassende quantitative empirische Daten über den Markt für Backbone-Infrastruktur in Deutschland liegen kaum vor. Die Studie fokussiert sich daher in erster Linie auf eine qualitative Analyse. Sie basiert zum einen auf Deskresearch. Hierbei sind im Rahmen von Internetrecherchen insbesondere die Websites von Anbietern und einschlägige Fachpublikationen untersucht worden. Zum anderen spielen Experteninterviews mit den relevanten Playern im Markt für Backbone-Infrastruktur eine zentrale Rolle.

Die Studie setzt sich aus fünf Teilen zusammen. Kapitel 2 stellt eine inhaltliche Einführung in die Thematik dar. Zum einen werden der Untersuchungsgegenstand abgegrenzt und wesentliche damit zusammenhängende Begrifflichkeiten eingeführt. Zum anderen werden grundlegende technologische Aspekte beleuchtet. Kapitel 3 enthält die Ergebnisse der angebotsorientierten Analyse. Es wird eine Anbietertypisierung vorgenommen und deren Positionierung im Markt erläutert. Darüber hinaus werden Kosten- und Einnahmenaspekte bei der Bereitstellung und regionale Aspekte des Angebots an ungeschalteter Glasfaserinfrastruktur betrachtet. In Kapitel 4 finden sich die Ergebnisse der Marktanalyse aus der komplementären Nachfrageperspektive. Hier erfolgt eine Charakterisierung von Nachfragern und ihrem Entscheidungsverhalten. Daneben werden wiederum regionale Besonderheiten analysiert. In Kapitel 5 erfolgt eine Markt- und Wettbewerbsanalyse, innerhalb derer die Interaktion von Angebots- und Nachfrageseiten bei der Vermarktung von Backbone-Infrastruktur untersucht wird. Die Studie endet mit einer Zusammenfassung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse.

⁶ Vgl. Gerpott, Winzer (2002).

2 Begriffliche Abgrenzungen und technologische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die für den weiteren Verlauf der Studie notwendigen Grundlagen und Abgrenzungen erläutert. Dabei stehen vorrangig technologische aber auch juristische Aspekte im Zentrum der Betrachtung.

2.1 Abgrenzung des Begriffs Backbone

Folgt man der Definition diverser Lexika, so handelt es sich beim „Backbone“ um ein Netzsegment, dass entweder die höchste Netzebene innerhalb der Netzhierarchie oder das Netzsegment der Fernverbindungen bildet. Über ein Backbone werden nachgeordnete Netze miteinander verbunden. Ein Backbone ist im Wesentlichen durch hohe Übertragungsraten, geringe Ausfallzeiten und fehlende Teilnehmeranschlüsse gekennzeichnet.⁷ Eine genauere, allgemein gültige Definition des Begriffes Backbone (zu deutsch: Rückgrat) existiert jedoch nicht, da sich der konkrete Netzabschnitt, der das Backbone darstellt, faktisch aus der Perspektive des Netzbetreibers her definiert.

In der Tat kommt es bei der Definition von Backbone auf die nachgeordneten Netze an. So können mehrere Local Area Networks (LAN) innerhalb eines Unternehmens durch eine leistungsfähige Ringleitung verbunden sein, welche dann als firmeninternes Backbone fungiert. „City-Ringe“ von Telekommunikationsnetzbetreibern, welche die Hauptverteiler innerhalb einer Stadt miteinander verbinden, bilden das Backbone von lokal bis regional agierenden Carriern. Bei Betreibern von überregional verlaufenden Netzen befindet sich das „Rückgrat“ der Übertragungsinfrastruktur hingegen auf der Ebene von Fernverbindungen.

In der vorliegenden Studie wird der Markt für Übertragungsinfrastruktur auf der Ebene der Fernverbindungen untersucht.

Im Folgenden wird in einer stilisierten Betrachtung das Backbone aus der Perspektive verschiedener Netzarchitekturen verdeutlicht und abgegrenzt. Wir konzentrieren uns dabei auf Festnetztelefonie, Mobilfunk, Internet und Kabelfernsehen (CATV).

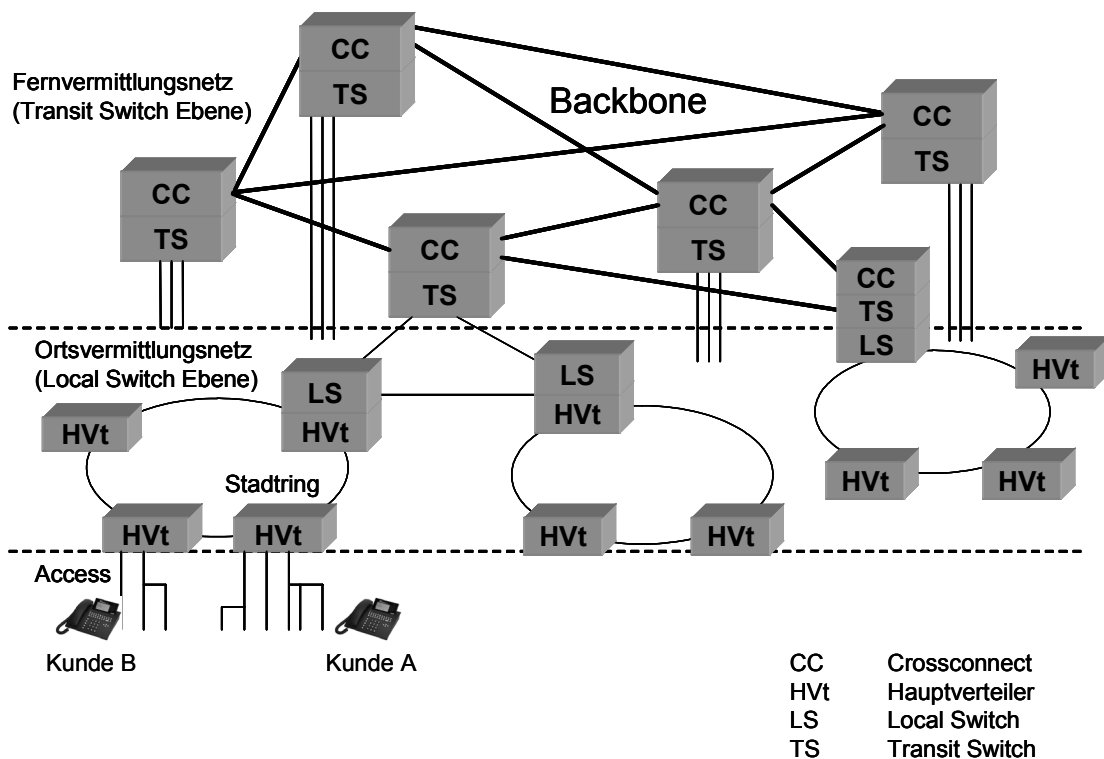
Telefonnetz

Beim leitungsvermittelnden Telefonnetz (Public Switched Telephone Network (PSTN)) wird für die Signalübertragung zwischen zwei Anschlüssen eine dauerhafte Verbindung innerhalb des Netzes aufgebaut. Man kann das Telefonnetz nach Funktionen in Zugangs-, Ortsvermittlungs- und Fernvermittlungsnetz aufteilen (siehe Abbildung 2-1).⁸

⁷ Klußmann (2000), S. 61; DTAG, Online-Fachlexikon, Suchbegriff backbone.

⁸ Für eine vollständige Darstellung des PSTN-Netzes notwendige technische Einheiten, wie bspw. weitere Kabelverzweiger vor dem HVt oder Multiplexing-Einheiten an den Hauptverteilern, Orts- und Fernvermittlungsstellen, sind nicht in der Grafik visualisiert, da sie für die grundlegende Beschreibung des Telefonnetzes und die Definition des Backbone innerhalb des Telefonnetzes nicht notwendig sind.

Abbildung 2-1: Stilisierte Netzarchitektur des Telefonnetzes



Quelle: in Anlehnung an Bez, Thomas, Telekommunikationsnetze, 1997,
www.bez.tedesca.net/telecomm/tknetz.htm

So läuft bspw. ein Ferngespräch in der Regel von der Anschlussleitung des Kunden A über den nächsten Kabelverzweiger zum entsprechenden Hauptverteiler (HVt). Bis zu dieser Stelle befindet sich das Gespräch im Anschlussnetz, welches in der Regel auf Kupferleitungen basiert. Vom Hauptverteiler wird das Gespräch auf den nächsten Stadtring geleitet und damit in das Ortsvermittlungsnetz geführt. Diese Stadtringe bestehen in der Regel aus Glasfaserleitungen. Jeder Ring wird durch eine Teilnehmervermittlungsstelle bzw. einen Local Switch (LS) gesteuert. Vom Local Switch wird das Gespräch zur nächsten Fernvermittlungsebene bzw. zum nächsten Transit Switch (TS) und damit in das Fernvermittlungsnetz mit seinen Backbone-Leitungen weitergeleitet. Hier durchlaufen die Gesprächssignale je nach gewünschter Verbindung und Netztopologie unterschiedlich viele Vermittlungseinheiten (TS) bis sie zum Local Switch des entsprechenden Ortsvermittlungsnetzes des Kunden B gelenkt werden, von wo aus das Ferngespräch über einen Hauptverteiler in den Anschlussnetzbereich zur Teilnehmeranschlussleitung des Kunden B terminiert wird.⁹

9 Vgl. auch Elixmann, Schimmel (2003), S. 3 ff.

Innerhalb des Fernübertragungsnetzes existieren keine Direktanschlüsse. Die Gesprächssignale gelangen in bereits gebündelter Form (Multiplexing-Verfahren) zur Fernvermittlungsebene. Die Transit-Switches können in Ringform und/oder in vermaschter Form miteinander verbunden sein. Für die Übertragung auf den Backbone-Leitungen der Fernvermittlungsebene wird weiteres Multiplexing vorgenommen. Die Organisation des Verkehrs auf dem Backbone bzw. die Intelligenz der Backbone-Ebene befindet sich bei den Transit-Switches und den Crossconnects (CC).¹⁰

Momentan geht bei der Festnetztelefonie der Trend in Richtung einer schrittweisen Ersetzung von PSTN-Technologie durch Paket vermittelnde Technologie. Auf der Ebene der Fernübertragung wird jedoch bereits seit Jahren Paket vermittelnde Technologie eingesetzt.¹¹ Als Übertragungsmedium kommen meistens Glasfaserleitungen, teilweise auch Richtfunk zum Einsatz.

Wie in der Grafik am rechts abgebildeten Stradtring dargestellt, kann in einer Ortsvermittlungsstelle auch eine Fernvermittlungsstelle untergebracht sein. Im deutschen Telefonnetz ergibt sich darüber hinaus die Besonderheit, dass zwischen dem Ortsvermittlungsnetz und dem Fernvermittlungsnetz häufig eine weitere Vermittlungsebene durchlaufen wird. In der Tat existiert zwischen den Teilnehmervermittlungsstellen (TVSt) und den Weitvermittlungsstellen (WVSt) oft noch die Zwischenebene der Bereichsvermittlungsstellen (BVSt), welche sich in weitere Subebenen unterteilen lassen.

Internet

Das Internet ist im Grunde eine unkoordinierte Zusammenschaltung von vielen lokalen und überregionalen Netzen.¹² Der Datenverkehr erfolgt bei all diesen physischen Teilnetzen unter der Verwendung der TCP/IP Protokolle (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).¹³ Durch die massenhafte Verbreitung von Internetzugängen und das damit stark ansteigende Datenvolumen ist bei der überregionalen Infrastruktur mittlerweile eine übergeordnete, Internet-spezifische Netzstruktur entstanden. Allerdings existiert kein einheitliches, zentral geleitetes Netz für das Internet.

¹⁰ Crossconnects sind vermascht miteinander verbunden, so dass eine Verbindung immer über mehrere, verschieden verlegte Leitungen aufgebaut werden kann. Crossconnects werten keine Signalisierungsinformationen aus (Routing). Sie führen Befehle eines Steuerprogramms oder eines Operators aus. Bei Störungen oder Überlastungen gewährleisten sie den störungsfreien Datenfluss innerhalb des Backbone. (Quelle: Klußmann (2000), S.156).

¹¹ Bei Telefonnetzen kommt in Deutschland meistens das Verfahren Asynchronous Transfermode (ATM) zum Einsatz, bei dem bereits Eigenschaften Paket vermittelnder Übertragung implementiert sind. So werden die Informationen in kleinen Paketen (53 Bytes), auch „Zellen“ genannt, transportiert und zwischen gespeichert. Es ist, anders als bei der reinen Leitungsvermittlung, eine hohe Skalierbarkeit möglich. Anders als bei reiner Paketvermittlung wird jedoch die Übertragung bei ATM immer über den gleichen physischen Kanal gewährleistet, was wiederum, ähnlich der Leitungsvermittlung, eine sehr zeitnahe Übertragung ermöglicht.

¹² Vgl. Siegmund (2002), S.333ff.

¹³ Eine kurze Beschreibung für TCP/IP findet der Leser bspw. unter <http://www.techweb.com/encyclopedia/>.

Viele private wie öffentliche Körperschaften, bspw. aus dem Bereich Forschung, betreiben eigene physische Netze auf denen sie den Datenverkehr abwickeln. Als Beispiel für ein Netz aus dem Forschungsbereich sei das Deutsche Forschungsnetz (DFN) genannt. Es besitzt eine eigene physische Netzstruktur, das Gigabit-Wissenschaftsnetz G-Win.¹⁴

Die physischen IP-Netze bestehen dabei grob beschrieben aus:

- a) Servern (S), welche mittels spezieller Software, häufig auch spezieller Hardware verschiedene, Internet basierte, Dienste gewährleisten, wie bspw. das Betreiben von HTTP basierten Internetseiten,
- b) Routern (R), welche ähnlich den Switches im Telefonnetz, den Datenverkehr organisieren und die Intelligenz des Netzes darstellen,
- c) Datenübergabepunkten zwischen den IP-Netzen der unterschiedlichen Netzbetreiber (Internet Exchange (IX)),¹⁵
- d) Datenübergabepunkten zu anderen Zugangsnetzen, wie dem PSTN oder dem Kabelnetz (Points of Presence (PoP)), und
- e) den Übertragungsleitungen selbst.¹⁶

Der grobe funktionale Aufbau eines aus verschiedenen Teilnetzen bestehenden IP-Netzes ist in Abbildung 2-2 dargestellt. Ein „IP-Backbone“ verfügt in der Regel nicht über Teilnehmeranschlüsse. Es kann jedoch vorkommen, dass Unternehmen mit hohem Datenverkehrsaufkommen direkt an das IP-Backbone eines Netzbetreibers angeschlossen sind. In Deutschland erfolgt die Internet-Datenübertragung auf der Anschlussebene meistens über das PSTN. Dabei erfolgt die Übertragung zwischen dem Kunden und seinem Internetprovider physisch über das Ortsvermittlungsnetz bis zum Point of Presence, an dem die Übergabe in das IP basierte Übertragungsnetz eines Internetproviders erfolgt, bspw. in das Netz des regional fokussierten IP-Netzbetreibers X (siehe Abbildung 2-2). In noch geringem Umfang werden Internetanschlüsse auch über CATV-Netze realisiert.¹⁷

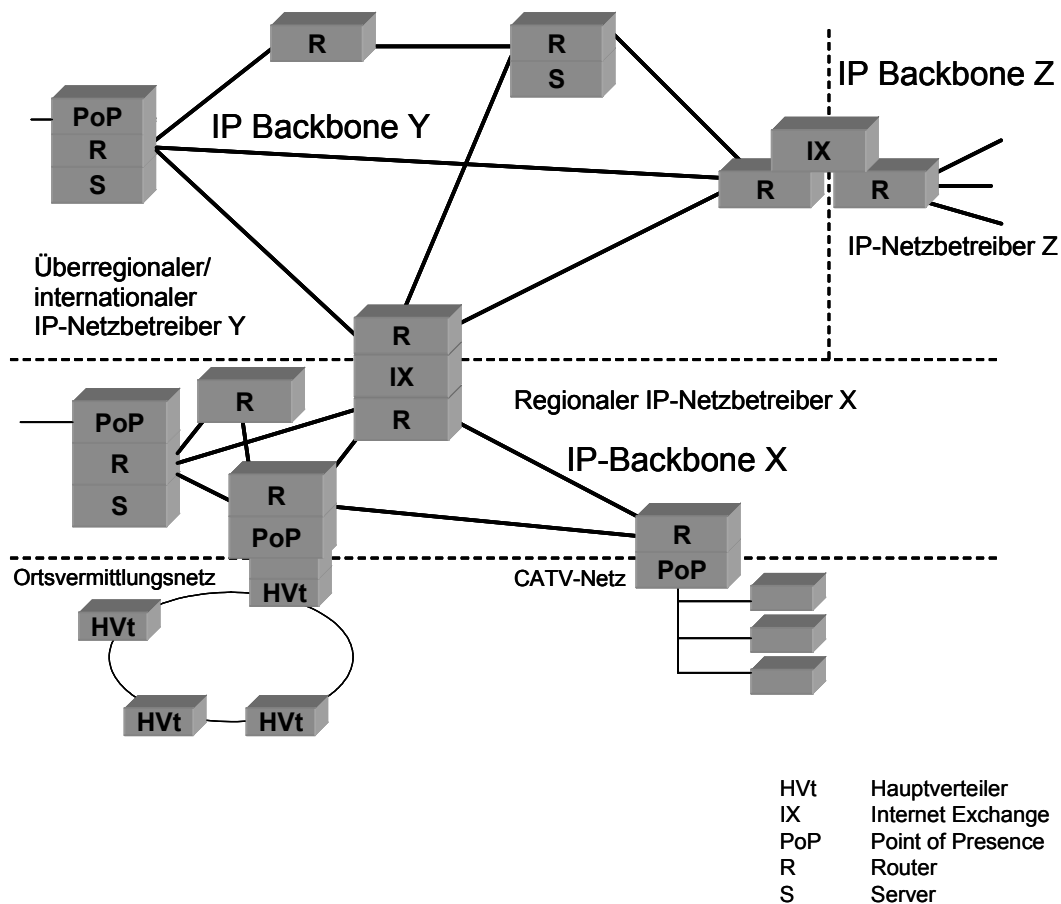
¹⁴ Vgl. Elixmann, Schäfer (2003); vgl. <http://www.dfn.de/>.

¹⁵ DE-CIX (DE Domainname-Anhang für deutsche Internetseiten, CIX Commercial Internet Exchange) in Frankfurt am Main stellt den größten internationalen Datenaustauschpunkt in Deutschland dar. Ein großer Teil des internationalen Verkehrs wird über das DE-CIX geleitet. Zu Spitzenzeiten werden beim eingehenden Datenverkehr und beim ausgehenden Datenverkehr jeweils über 24.000 Gbps transportiert. (Quelle: <http://www.de-cix.net/>).

¹⁶ Vgl. Elixmann, Scanlan (2002), S.9 ff.

¹⁷ Internetzugänge über CATV-Netze oder über die Steckdose (Power Line Communication (PLC)) sind am Markt nicht sehr präsent, wobei CATV-Provider derzeit in die Rückkanalfähigkeit Ihrer Netze investieren und mit einer Zunahme an Internetzugängen über CATV-Netze gerechnet werden kann. Derzeit (3. Quartal 2004) werden von deutschlandweit etwa 4,6 Mio. Breitbandanschlüssen etwa 60.000 über das Kabelnetz betrieben. (Quelle: Haag (2004), S.34).

Abbildung 2-2: Backbone-Infrastruktur von ISPs mit eigener Übertragungsinfrastruktur



Quelle: WIK, eigene Darstellung

wik

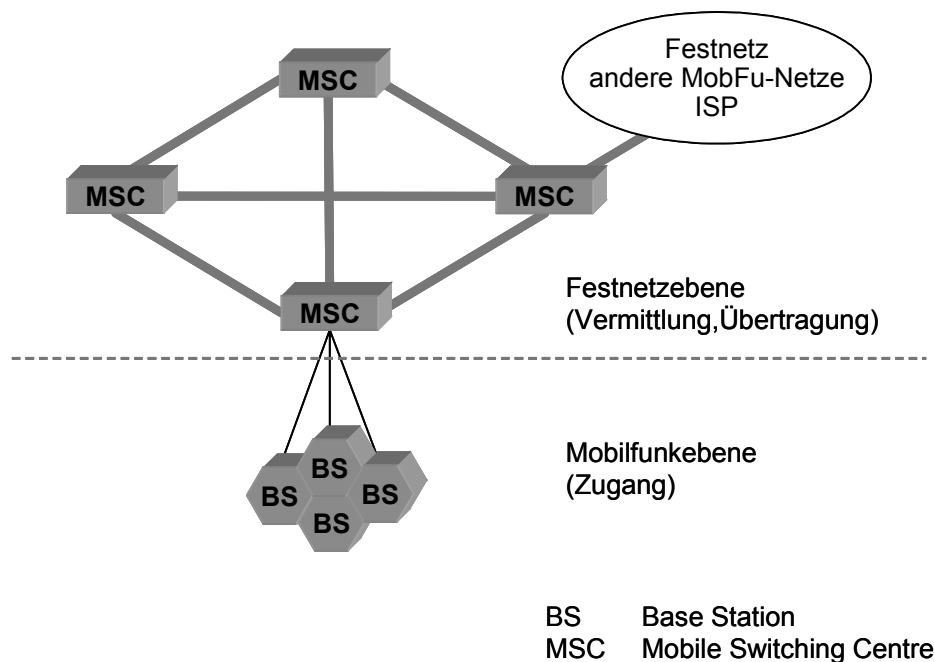
Innerhalb des IP basierten Netzes des IP-Netzbetreibers X wird der Datenverkehr über einen oder mehrere Router bspw. zu einem Server innerhalb des IP-Netzes gelenkt, auf dem die gewünschte Funktion ausgeführt wird, oder die Daten werden zu einem Router eines anderen IP-Netzbetreibers gesandt, bspw. zum international tätigen IP-Netzbetreiber Y (siehe Abbildung 2-2). Verschiedene Datenpakete können dabei auf physisch unterschiedlichen Wegen transportiert werden.

Als Übertragungsmedium wird insbesondere bei den hier betrachteten überregionalen IP-Backbones Glasfaser eingesetzt.

Mobilfunk

Das Mobilfunknetz lässt sich in das auf Funkwellen als Übertragungsmedium basierende Zugangsnetz und in ein Vermittlungs- und Fernübertragungsnetz einteilen (Abbildung 2-3). Zugang zum Mobilfunknetz wird durch Funk-Basisstationen gewährleistet. Die Basisstationen (Base Station ((BS)), welche die Verbindung zum Kunden herstellen, sind mit spezifischen Vermittlungsstellen (Mobile Switching Centre (MSC)) verbunden.¹⁸ Diese Vermittlungsstellen sind wiederum untereinander verbunden und besitzen Übergabepunkte zum PSTN, zu anderen Mobilfunknetzen und zunehmend auch zur Netzinfrastruktur des Internet.

Abbildung 2-3: Stilisierter Grundaufbau eines Mobilfunknetzes



Quelle: Collins, Smith (2002), S. 14)

Die Funk-Basisstationen stellen das charakteristische Netzelement beim Mobilfunk dar.¹⁹ Auf den Netzebenen „hinter“ dem aus Funkzellen bestehendem Zugangsnetz existieren Gemeinsamkeiten zwischen dem Mobilfunknetz und dem Telefonnetz.²⁰ Die Datenübertragung erfolgt in ähnlicher Weise und basiert nicht mehr auf Mobilfunktech-

¹⁸ Kiesewetter (2002), S. 13ff.

¹⁹ Auf die gesamte Netzintelligenz, die für ein Mobilfunk-Netz nötig ist, muss im Rahmen dieser Studie nicht eingegangen werden. Eine detaillierte Beschreibung von Mobilfunknetzen mit Fokus auf 3 G Netze unternehmen Collins, Smith (2002).

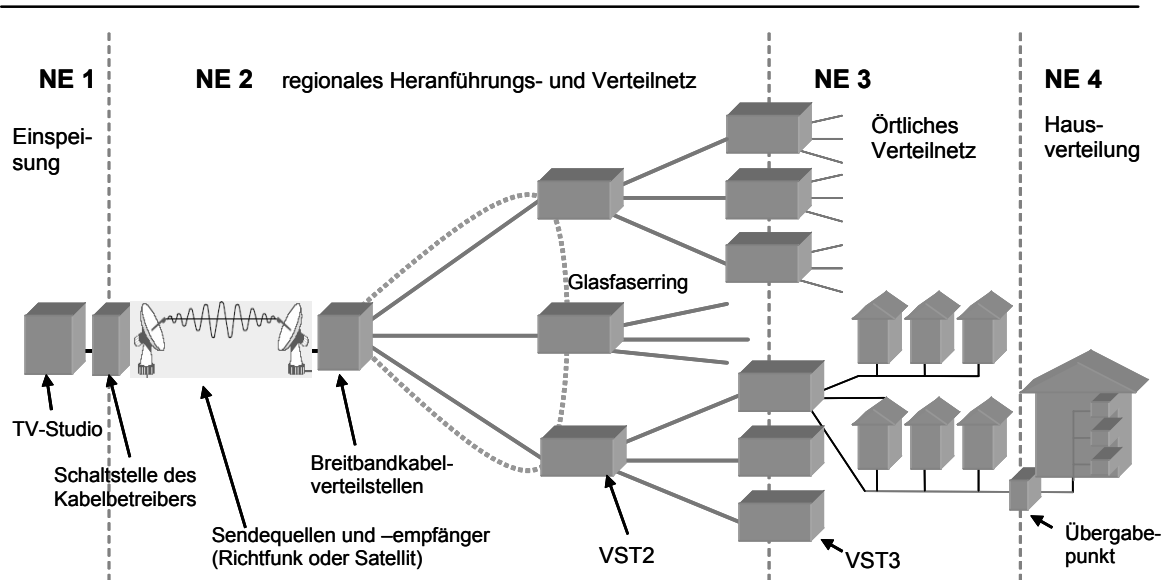
²⁰ RegTP (2003), S. 43.

nik, sondern spiegelt Festnetzübertragung wider. Die Verbindungen zwischen den Vermittlungsstellen (MSC) stellen in der Mobilfunk-Kommunikation das Backbone der Mobilfunk-Netzbetreiber dar. Neben Richtfunk und Kupfer basierten Leitungen werden auch hier Glasfaserleitungen eingesetzt.²¹

Kabelfernsehen

Das Kabelnetz wird in Deutschland in vier Ebenen untergliedert (siehe Abbildung 2-4). Auf Netzebene 1, der „Einspeisungsebene“ (NE 1) erfolgt die Übertragung vom Fernseh- oder Hörfunkstudio zur nächsten Schaltstelle des Kabelnetzbetreibers. Die Netzebene 2 (NE 2), das „regionale Heranführungs- und Verteilnetz“, kann man als das „Fernverbindungsnetz“ innerhalb des Kabelnetzes bezeichnen. Auf der Netzebene 2 erfolgt die Signalübertragung von den Schaltstellen zu den terrestrisch oder per Satellit übertragenden Sendequellen. Die Signale der Sendequellen werden von Empfangsstellen und den meist direkt daran angeschlossenen Breitbandkabelverteilstellen entgegengenommen. Die Daten werden verzweigt und an mehrere Signal verstärkende Stellen (VST2)²² weitergeleitet. Hier kommen vermehrt Glasfaserleitungen zum Einsatz und anstatt der alten astförmigen Verzweigungen sind die Glasfaserleitungen in Ringstruktur angeordnet.

Abbildung 2-4: Grundlegender Aufbau des deutschen Kabelnetzes



Quelle: in Anlehnung an Price Waterhouse Coopers (2000), S.22

²¹ Brauner (2003).

²² Die hier mit VST2 abgekürzten Verstärkerstellen werden als übergeordnete Verstärkerstellen (üBKVrSt) bezeichnet.

An den Signalverstärkerstellen erfolgt eine weitere Verzweigung und die Signale werden an die Verstärkerstellen (VST3)²³ der Netzebene 3 (NE 3) übermittelt. Die Strecke zwischen VST 2 und VST 3 wird in der Regel mittels Koaxialkabel betrieben, welche pro Streckenkilometer an weitere Signalverstärker angeschlossen sind. Das Signal kann maximal 20-mal verstärkt werden, was die maximale Übertragungsdistanz zwischen VST 2 und VST 3 auf etwa 20 km beschränkt.²⁴ Auch hier nimmt im Zuge der Erweiterung des Übertragungsfrequenzspektrums des CATV der Einsatz von Glasfaserleitungen zu.

Die Netzebene 3 (NE 3) bildet das örtliche Verteilnetz, wo Entfernungen von bis zu 5 km überbrückt werden. Die Hausverteilanlagen stellen schließlich die Netzebene 4 (NE 4) dar, wo das Signal vom Übergabepunkt bis zur Anschlussdose des Kunden übertragen wird.²⁵

Auf den Kunden nahen Netzebenen 3 und 4 wird vorwiegend Koaxialkabel eingesetzt. Auf Netzebene 2, dem „Backbone des CATV-Netzes“, erfolgt die Signalübertragung über Richtfunk, Satellit, Koaxialkabel und zunehmend auch über Glasfaserleitungen.

Zusammenfassung

Telefonnetze, Mobilfunknetze und CATV-Netze besitzen ihr eigenes, spezifisches Zugangs- bzw. Verteilnetz. Ausnahme bildet das Internet, welches kein spezifisches Zugangsnetz aufweist. Die Backbone-Netze aller vier Netztypen können jedoch physikalisch gesehen auf ein und dem gleichen Fernübertragungsnetz basieren. Dies gilt vor allem für Glasfaser basierte Übertragungsinfrastruktur. So können entlang einer gegebenen Trasse prinzipiell Betreiber verschiedener Netze, bspw. CATV-Netzbetreiber und Telefonnetzbetreiber, aus ein und demselben Glasfaserkabel einzelne Glasfaserstränge in ihre Netze integrieren, und greifen damit auf dieselbe Übertragungsinfrastruktur zurück.²⁶ Eine strikte physische Trennung der verschiedenen Netze muss demnach mit Blick auf die Trassen der Fernübertragungsleitungen (Kabel) nicht vorliegen. Das Vorhandensein von Backbone-Übertragungsinfrastruktur stellt daher eine wesentliche Voraussetzung für den Betrieb von allen beschriebenen Kommunikations- und Datenübertragungsnetzen dar.

²³ Die hier mit VST3 abgekürzten Verstärkerstellen werden als benutzerseitige Breitbandkabel-Verstärkerstellen (bBKVrSt) bezeichnet.

²⁴ Schmoll in Froberg (2001), S.23ff.

²⁵ Vgl. Price Waterhouse Coopers (2000), S.20ff.

²⁶ Bei der Verwendung entsprechender Multiplexing-Technologie ist auch eine Aufteilung einer einzelnen Glasfaser in mehrere Übertragungsbereiche möglich, die mit unterschiedlichen Übertragungsprotokollen funktionieren (siehe Abschnitt 2.4).

2.2 Übertragungsmedien

Als Übertragungsmedien werden im Wesentlichen verdrehte Kupferleitungen, Koaxialkabel, Leitungen auf Glasfaserbasis, Richtfunk und die Datenübertragung per Satellit verwendet.

Verdrehte Kupferleitungen und Koaxialkabel besitzen verhältnismäßig geringe Übertragungreichweiten. So können bspw. bei DSL die Signale maximal nur bis zu etwas über vier Kilometer ohne zu hohe Signalverluste über verdrehte Kupferleitungen übertragen werden. Zusätzlich sinkt mit steigender Übertragungskapazität die mögliche Reichweite rapide ab. Kupferkabel dominieren im Ortsvermittlungsnetz. Sie spielen, abgesehen vom Einsatz von Koaxialkabeln im CATV-Netz, bei der Fernübertragung kaum noch eine Rolle.²⁷

Glasfaser besitzt von allen Übertragungsmedien die besten Eigenschaften hinsichtlich der Übertragungskapazität, der Übertragungreichweite und der Störanfälligkeit. In Abhängigkeit von der Beschaltungstechnik können mittlerweile Datenvolumina im Terrabit-Bereich pro Sekunde über eine einzelne Glasfaser transportiert werden. Die Signale können dabei knapp 100 km lang ohne Verstärkung übertragen werden. Des Weiteren ist die Übertragung bei Glasfasern im Vergleich zu anderen Medien komplett unempfindlich gegen mögliche externe Störungen, wie elektromagnetische Felder. Bei all den hervorragenden Eigenschaften als Medium zur Datenübertragung gilt Glasfaser jedoch als die kostenintensivste Lösung.

Richtfunk wird häufig dann eingesetzt, wenn aufgrund natürlicher und/oder wegerechtlicher Umstände die Verlegung von Glasfaserleitungen zu kompliziert und kostenintensiv wird. Ein klassisches Beispiel bildet dabei die Überquerung eines großen Flusses, für den keine Wegerechte vorliegen und daher entweder eine ausreichend tiefe Untergrabung des Flusses oder die Überbrückung per Richtfunk in Frage kommen. Richtfunk besitzt jedoch nur Übertragungskapazitäten von bis zu einem Gigabit pro Sekunde und Reichweiten von etwa 50 km. Ein wesentlicher Nachteil gegenüber kabelbasierter Übertragung liegt darüber hinaus in der Beschränkung, dass der Einsatz nur dann möglich ist, wenn zwischen den Sende- und Empfangsstellen eine Sichtverbindung besteht. Sobald hohe Gebäude, Bäume oder Hügel zwischen den Stationen liegen, wird der Empfang gestört. Auch starke Niederschläge können die Übertragung beeinträchtigen.²⁸ Richtfunk reagiert des Weiteren auf elektromagnetische Störungen empfindlicher als Glasfaser und ist somit in allen relevanten Übertragungseigenschaften der Glasfaserleitung unterlegen.

²⁷ Mit Hilfe von DSL-Verfahren und der Bündelung mehrerer Kupferdoppeladern ist es technisch möglich, auch mit kupferbasierten Leitungen Datenübertragungsraten von über 60 Mbps zu erreichen und dabei Distanzen von etwa 12 km ohne erheblichen Datenverlust zu überbrücken. Für spezifische Anforderungen, insbesondere bei unternehmensinternen Netzwerken, mögen derartige, kostengünstigere Lösungen ausreichend sein. Eine echte Alternative für längere Backbone-Leitungen stellen diese kupferbasierten Lösungen jedoch nicht dar. (Quelle: Mengeling (2004), S.18f).

²⁸ vgl. Irmischer (2003).

In Tabelle 2-1 sind die wesentlichen Unterschiede der in der Datenübertragung zum Einsatz kommenden Übertragungsmedien noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 2-1: Vergleich von charakteristischen Eigenschaften der Übertragungsmedien

	Übertragungskapazität	Übertragungsreichweite (ohne Signalverstärkung)	Externe Störanfälligkeit
Verdrillte Kupferleitungen (im TK-Netz)	Je nach Typ, eingesetzter Technologie und Entfernung <1Mb/s - ca. 50 Mb/s	Signalneugenerierung bei kupferbasierten Kabeln ca. alle 5 km ²⁹ , ab 2 km meist stark abnehmende Übertragungskapazität (eindeutig unter 50 Mb/s)	Hoch bis mittel
Koaxialkabel	Bei einem Frequenzband von 47 bis 446 MHz im CATV, 8 MHz/Kanal, auf kurzen Distanzen in Abhängigkeit von der Modulation bis max. 50 Mb/s/Kanal (Digitalübertragung) möglich, d.h. kumuliert im 2 Gb-Bereich	Geringer als Richtfunk und Glasfaser, im CATV Netz erfolgt durchschnittlich auf jedem km eine Signalverstärkung ³⁰	Eher gering
Richtfunk	2 Mb/s bis max. 622 Mb/s ³¹	Bis max. 100km (nur mit stark eingeschränkter Übertragungskapazität)	Mittel bis relativ hoch, Sichtverbindung nötig
Glasfaser	In Abhängigkeit von der Beschaltungstechnologie bis in den Terrabit-Bereich (pro Faser), auf Kabelebene nahezu unbeschränkt	70 bis 100 km ³²	Minimal

Quelle: WIK, eigene Recherche

Aufgrund der wesentlich besseren Übertragungseigenschaften der Glasfaser überrascht es nicht, dass auf dem Gebiet der Fernübertragung, also auf Leitungen mit hohem und ständig wachsenden Datenvolumen, häufig Glasfaserleitungen zum Einsatz kommen.

²⁹ Sasaki (2003).

³⁰ Schmoll in Froberg (2001), S.23ff.

³¹ Siemens Online Lexikon, Begriff Richtfunk.

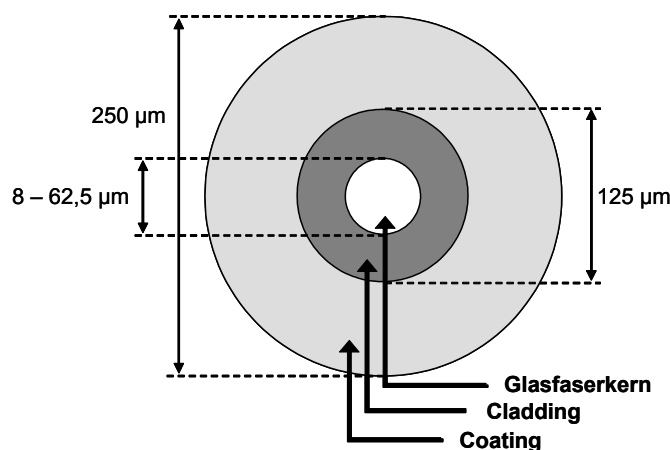
³² Bei der Verwendung von speziellem Beschaltungsequipment und dem Einsatz von zwei Signalverstärkern an den Enden der Leitung kann die Signalreichweite auf bis zu 280 km erweitert werden.

2.3 Glasfasertechnologie

Glasfaserleitungen werden nach der DIN 47002 als Leiter aus Glasfaser oder Kunststoff bezeichnet, welche modulierte Licht mit extrem hoher Übertragungsrate weiterleiten, unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen sind, weitestgehend abhörsicher sind und extrem niedrige Dämpfungswerte³³ aufweisen.

Der prinzipielle Aufbau einer Glasfaser ist wie folgt: sie besteht aus zwei ineinander geschachtelten Glaszylindern, dem Glasfaserkern und dem Glasfasermantel (Cladding) (siehe Abbildung 2-5). Beide Glasfaserelemente besitzen unterschiedliche Lichtbrechungsindizes. Die Glaszylinder sind von diversen Schutzmänteln aus von innen nach außen härter werdenden Materialien umgeben.

Abbildung 2-5: Prinzipieller Aufbau einer Glasfaserleitung



Quelle: vgl. Mityko (2004), S. 18

wik

Die Signalübertragung erfolgt über Lichtwellen, also hochfrequente, elektromagnetische Wellen in der Nähe des Infrarotbereichs, welche ein hohes Übertragungsvolumen ermöglichen. Doch auch bei der Nutzung von Lichtwellen als Informationsträger wirken verschiedene physikalische Phänomene in beeinträchtigender Weise auf die Übertragung ein. Zum Beispiel tritt bei Glasfasern, bei denen die Lichtwellen innerhalb des Glasfaserkerns verschiedene Wege mit unterschiedlich vielen Reflektionen an der Kernwand nehmen können, eine mit dem Übertragungsweg zunehmende zeitliche Verzögerung auf (modale Dispersion). Dies kann zu Problemen bei der Signalinterpretation führen. Des Weiteren bewirken leichte Inhomogenitäten und Verunreinigungen der

³³ Dämpfung: Der Energieverlust der elektromagnetischen Wellen auf dem Übertragungsweg, (vgl. Siemens Online Lexikon, Begriff Dämpfung).

Glasfaser eine geringfügige, über die Entfernung zunehmende Streuung der Lichtenergie (Rayleigh Scattering). Dieses Phänomen wirkt bei kürzeren Wellenlängen, also Lichtwellen mit hoher Frequenz, intensiver. Bei hohen Wellenlängen tritt wiederum der Effekt der Infrarotabsorption verstärkt auf.³⁴ Im Bereich von 1200 bis 1700 nm weisen Wellenlängen die niedrigsten, kumulierten Dispersionseffekte auf. Daher wurden von der ITU in diesem Spektrum sechs „Frequenzbänder definiert:

- das O-Band (old) mit 1260 bis 1360 nm, zweites Fenster,
- das E-Band (extended) mit 1360 bis 1460 nm, fünftes Fenster,
- das S-Band (short) mit 1460 bis 1530 nm, fünftes Fenster,
- das C-Band (conventional) mit 1530 bis 1565 nm, drittes Fenster,
- das L-Band (long) mit 1565 bis 1625 nm, viertes Fenster und
- das U-Band (ultralong) mit 1625 bis 1675 nm, sechstes Fenster.³⁵

Die technischen Maßnahmen zur Reduktion möglicher Störeinflüsse bewirken eine Kostenintensivierung bei Glasfaserkabeln zur Fernübertragung und vor allem bei dem gesamten, darauf aufsetzenden technischen Equipment.

Glasfaserleitungen werden in Singlemode- und Multimode-Glasfaser unterschieden. Dabei ist der Durchmesser des Glasfaserkerns, innerhalb dessen sich das Lichtsignal ausbreitet, das wesentliche Unterscheidungsmerkmal. Bei einem Glasfaserkern von 50 oder 62,5 µm handelt es sich um Multimodefaser. Hierbei bewegen sich die Lichtsignale unterschiedlich durch den Glasfaserkern und stoßen dabei wiederholt auf den Glasfasermantel, welcher das Signal wieder reflektiert (siehe Abbildung 2-6). Dabei unterliegt das Lichtsignal verstärkt der modalen Dispersion, weshalb Multimode-Glasfasern nur über kürzere Entfernungen eingesetzt werden.

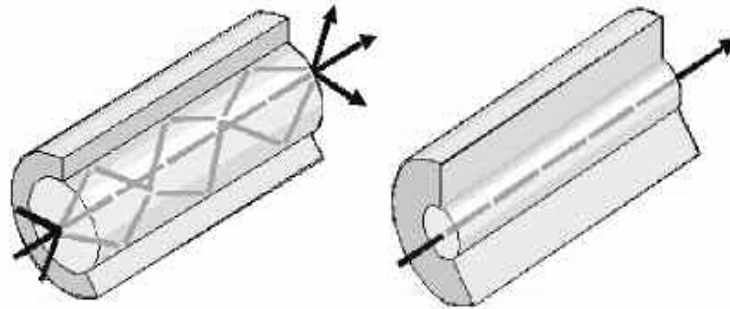
³⁴ Mityko (2004).

Bemerkung: Es werden drei Formen der Dispersion unterschieden, welche bspw. unter fiber-optics.info, Fiber Dispersion beschrieben werden.

³⁵ Mityko (2004), S.19, und Greenfield (2001).

Bemerkung: ein weiteres Übertragungsband bei 850nm (erstes Fenster) liegt außerhalb des optimalen Bereiches. Es weist Dämpfungswerte von 2dB/km auf und wird hauptsächlich bei kurzen Strecken mit kostengünstiger Lasertechnik eingesetzt.

Abbildung 2-6: Single- und Multimodefasern



Quelle: Mityko (2004)

wik

Bei einem Glasfaserkern von 8 bis 10 μm handelt es sich um eine Singlemodefaser. In diesem Fall ist der Glasfaserkern derartig klein, dass der induzierte Lichtstrahl nur einen Weg entlang des Glasfaserkerns nehmen kann, ohne dabei vom Glasfasermantel reflektiert zu werden. Singlemode-Glasfasern sind technologisch aufwendiger in der Herstellung, besitzen jedoch bessere Übertragungseigenschaften. Sie werden daher vorwiegend auf langen Übertragungswegen, also insbesondere auf Backbone-Strecken, eingesetzt.

Auch bei den Singlemode-Fasern hat die technologische Weiterentwicklung zu einer Kostenintensivierung und einer Vielzahl unterschiedlicher Fasertypen geführt. Die International Telecommunication Union (ITU) hat für Singlemode-Glasfasertypen verschiedene Standards festgelegt. Die wichtigsten Standards bilden:

- G.652, „Non Dispersion Shifted Fibre“ (N-DSF),
- G.653, „Dispersion Shifted Fibre“ (DSF),
- G.655, „Non Zero Dispersion Shifted Fibre“ (NZ-DSF).

„Non Dispersion Shifted Fibre“ (N-DSF; G.652) ist der momentan am häufigsten im Einsatz befindliche Singlemode-Glasfasertyp, da er am längsten am Markt angeboten wird und was die Kompatibilität zur Beschaltungstechnik betrifft, ausgereift ist. Das G.652 bildet heute den de facto Standard. Es besitzt seinen optimalen Dispersionsgrad bei Wellenlängen von 1310 nm. Bei größeren Wellenlängen, welche immer häufiger als Datenkanäle genutzt werden, weist N-DSF relativ hohe Dispersionswerte auf, welche heute immer besser über die Beschaltungstechnik ausgeglichen werden können.

Dispersion Shifted Fibre (DSF; G.653) ist ein Singlemode-Glasfasertyp, bei dem der Glasfaserkern aus mehreren, parallel verlaufenden Schichten mit unterschiedlichen Lichtbrechungsindizes besteht, was zu niedrigeren Dispersionswerten führt, die bei 1550 bis 1600 nm im Optimum liegen. Allerdings treten bei DSF nicht-lineare Effekte

auf, bei denen mehrere Wellenlängen innerhalb einer Glasfaser Veränderungen in den Frequenzen erzeugen. Deshalb ist DSF nicht für den Einsatz mit den leistungsfähigen Multiplexing-Technologien Wave Division Multiplexing (WDM) und Dense Wave Division Multiplexing (DWDM) geeignet.³⁶

Non Zero Dispersion Shifted Fibre (NZ-DSF; G.655) besitzt optimale Dispersionswerte bei etwa 1500 nm und bei über 1600 nm. NZ-DSF wurde speziell für den Einsatz mit der DWDM-Technologie entwickelt. Es weist vor allem im C-Band bessere Dispersioneigenschaften auf als N-DSF. Trotzdem, so haben unsere Recherchen ergeben, kommt heute NZ-DSF in Deutschland kaum zum Einsatz. Ein wesentlicher Grund besteht dabei in der mangelnden Kompatibilität von verschiedenen NZ-DSF Versionen der einzelnen Anbieter sowie in dem breiteren, standardisierten Angebot an G.652 und entsprechender Technik. Ein weiteres Argument für den ausbleibenden Durchbruch trotz überlegener Übertragungseigenschaften liegt im etwa doppelt so hohen Preis im Vergleich zum G.652.

Die heute verlegten Glasfaserkabel beinhalten bis zu 288 Glasfasern,³⁷ und eine weitere Erhöhung der Faserzahl pro Kabel ist technisch durchaus möglich. Die verwendete Beschaltungstechnologie bildet hinsichtlich der Übertragungskapazität pro Glasfaser die limitierende Größe. In Abhängigkeit der eingesetzten Multiplexing-Verfahren können mit einem einzigen Glasfaserkabel sehr weit auseinander liegende Übertragungskapazitäten erzielt werden. Bspw. bietet ein Kabel mit 192 Glasfasern bei einem Einsatz von DWDM mit 32 Wellenlängen zu 10 Gbps eine gesamte Übertragungskapazität von etwa 61 Tbps. Bei einem Einsatz von DWDM mit 80 Wellenlängen zu je 40 Gbps erreicht das gleiche Kabel bereits eine Übertragungskapazität von ca. 614 Tbps.³⁸ In Forschungslabors wird bereits an der Übertragung von 50 Tbps pro Glasfaser gearbeitet.³⁹

Die Übertragungskapazitäten von Glasfaserleitungen wachsen stetig. Damit steigen auch die technischen Anforderungen an die Glasfaser und das darauf aufsetzende Equipment. Aufgrund des technologischen Fortschritts und der unterschiedlichen Entwicklungsziele der Hersteller von Glasfaserleitungen sind mittlerweile sehr viele unterschiedliche Glasfasertypen auf dem Markt, und insbesondere die Planung von Netzen im Terrabit-Bereich ist aufgrund der hohen technischen Anforderungen und diverser Lösungen zu einem sehr komplexen Gebiet geworden.⁴⁰

³⁶ Cisco Consultant News (2000).

³⁷ Falch et al. (2003), S.19.

³⁸ In Testversuchen wurden bereits bis zu 170 Gbps pro DWDM Wellenlänge erreicht. (Quelle: Heise Online (2004)).

³⁹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2002), S.44.

⁴⁰ vgl. Kiefer, Winterling (2003), S.152ff.

2.4 Glasfaserverlegung und -beschaltung

Bis die Datenübertragung über eine Glasfaserleitung möglich wird, sind mehrere Arbeitsschritte nötig. Zunächst muss für die gewünschte Verbindung zwischen zwei oder mehreren Punkten eine geeignete Trasse gefunden werden. Um eine möglichst kostengünstige Trasse zu finden, müssen topografischen Faktoren beachtet werden. So stellt die Verlegung von Glasfaserleitungen innerhalb einer bergigen oder mit dichter Vegetation versehenen Umgebung andere technische Anforderungen als die Verlegung auf offenem Feld oder die Verlegung innerhalb urbaner Räume. Je nach Umgebung verursacht die Verlegung zum Teil sehr unterschiedliche Kosten (siehe Abschnitt 3.7.1). Zusätzlich müssen juristische Faktoren im Zusammenhang mit Wegerechten berücksichtigt werden, welche im folgenden Abschnitt weitergehend behandelt werden. Wenn der Streckenverlauf optimiert ist, folgen die Verlegearbeiten, wobei mitunter bereits existierende Strecken anderer Netze mitgenutzt werden können.

Verlegung

Die Verlegung von Übertragungsleitungen stellt die mit Abstand kostenintensivste Position beim Aufbau von Backbone-Infrastruktur dar. Glasfaserleitungen können, grob untergliedert,

- unter Wasser,
- überirdisch und
- unterirdisch

verlegt werden. Diese drei Arten der Verlegung werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Die Verlegung nationaler Backbone-Leitungen unter Wasser geschieht innerhalb von Binnengewässern⁴¹, wie Seen, Flüssen und Kanälen, und stellt keine hohen Anforderungen an die Verlegetechnik. Das Kabel wird von Schiffen mit großen Kabeltrommeln während der Fahrt ins Wasser gelassen. Es ist eine verhältnismäßig günstige Verlegeform.

Überirdisch werden Glasfaserleitungen häufig entlang bereits existierender Überlandleitungen von Strom- oder Telefonnetzbetreibern verlegt. Diese Methode gilt als relativ kostengünstige und schnell zu bewerkstelligende Variante der Verlegung.⁴² Im Vergleich zur unterirdischen Leitungsverlegung kann die überirdische Verlegung bis zu zehnmal kostengünstiger ausfallen,⁴³ insbesondere innerhalb von Ortschaften. In

⁴¹ Transkontinentale Glasfaserverlegungen durch Meere oder Ozeane werden hier aus der Betrachtung ausgeschlossen.

⁴² Innerhalb von Städten werden mitunter auch die Stromführungen des Straßenbahnnetzes genutzt.

⁴³ Deuringer (2002 b), S. 463.

Deutschland werden Glasfaserleitungen bspw. entlang der Überland-Höchstspannungsmasten der Energieversorgungsunternehmen (EVU) verlegt. Sie sind in den Erdseilluftkabeln (optical ground wire), welche als Blitzschutz dienen, an den Mastspitzen untergebracht und können bis zu 100 Glasfasern umfassen. In den neuen Bundesländern wurde für neue Kommunikationsleitungen der DTAG verstärkt die überirdische Bauweise eingesetzt, allerdings im Accessbereich, wo 100.000 Streckenkilometer überirdisch verlegt sind.⁴⁴ In anderen Ländern, bspw. in Japan und den USA, kommt die überirdische Verlegung mitunter noch häufiger zum Einsatz. In Japan werden die Leitungen im Gegensatz zu Deutschland auch innerhalb großer Metropolen überirdisch verlegt.

Die unterirdische Verlegung ist in der Regel die kostenintensivste Methode. Sie bietet jedoch einen besseren Schutz vor äußeren, klimatischen und sonstigen Einflüssen und erzeugt keine visuellen Beeinträchtigungen. Unter Umständen kann auf bereits verlegte Infrastruktur in Form von Leerrohren zurückgegriffen werden. Häufig wird unterirdisch verlegte Glasfaserinfrastruktur zusammen mit anderen Leitungen verlegt, bspw. parallel zu Gasleitungen. Es existieren verschiedene Verfahren der unterirdischen Verlegung von Glasfaserleitungen, insbesondere bei der Verlegung innerhalb von Städten. So können die Glasfaserleitungen bspw. innerhalb des Kanalisationssystems verlegt, in einer Nut in der Betonschicht von Straßen eingefügt oder unterhalb der Bürgersteige und Straßen verlegt werden. Bei unterirdisch verlegten Fernverbindungsleitungen wird häufig ein kostengünstiges Verfahren eingesetzt, bei dem mittels eines Baufahrzeuges mit einem Pflug ähnlichen Gerät und einer Kabeltrommel der Boden zunächst ca. 80 cm tief aufgerissen, direkt dahinter die Glasfaserleitung in den Boden gelegt und anschließend der schmale Graben wieder verschlossen wird. Bei Hindernissen, wie bspw. zu unterführenden Straßen, werden die Leitungen häufig mit Hilfe von Druckbohrern verlegt.⁴⁵ Auf Fernübertragungsstrecken innerhalb Deutschlands dominieren unterirdisch verlegte Glasfaserleitungen. Das neue TKG schreibt vor, dass in der Regel die unterirdische Verlegung bei zeitlich zusammenhängenden Baumaßnahmen vorzunehmen ist (§ 68, Abs. 3, Satz 3 TKG, 2004).

Beschaltung

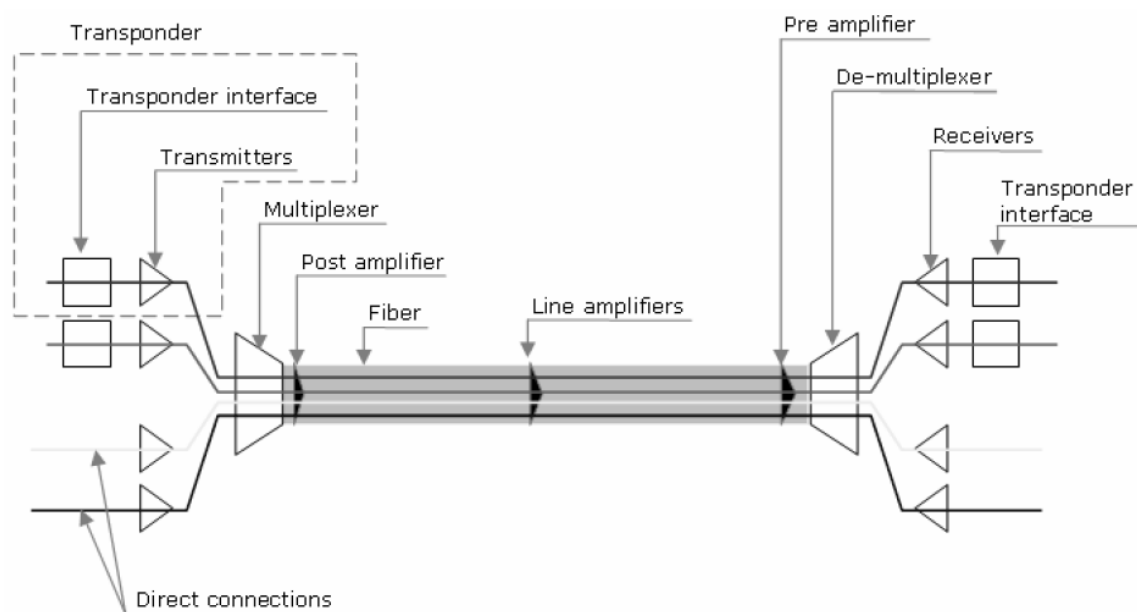
Zunächst stellen die direkt verlegten oder durch Leerrohre „geschossenen“ Glasfaserstränge „unbeschaltete“, noch nicht einsatzfähige Glasfaserleitungen dar, welche im Folgenden, wie allgemein üblich, als „dark fiber“ bezeichnet werden. Dark fiber müssen demnach noch „beschaltet“ werden, d. h. mit entsprechendem technischen Equipment ausgerüstet werden, welches eingehende Signale in optische Signale umwandelt, diese verschickt und am Leitungsende richtig interpretiert, gegebenenfalls wieder in andere Signale umwandelt und weiterleitet. Die Signale müssen über Schnittstellen mit anderen Netzen verbunden werden. Mitunter müssen die optischen Signale wieder in elektri-

⁴⁴ Deuringer (2002 a), S. 385, 392, 397f.

⁴⁵ Lewellyn (2004).

sche Signale umgewandelt werden. Des Weiteren ist technisches Equipment zur Überwachung und Lenkung der Datenübertragung sowie zur Signalverstärkung oder Regenerierung notwendig. Es existieren verschiedene Technologien der Beschaltung von Glasfasern. In Abbildung 2-7 ist eine stilisierte Darstellung einer beschalteten Glasfaserstrecke am Beispiel der DWDM⁴⁶-Technologie abgebildet.

Abbildung 2-7: Stilisierte Darstellung einer mit DWDM beschalteten Glasfaserleitung



Quelle: Falch et al (2003), S.21

wik

Abbildung 2-7 macht deutlich, dass das Beschaltungsequipment im Wesentlichen aus Transpondern, Multiplexern und Signalverstärkern (amplifier) besteht.

Über die Schnittstellen des Transponders (Transponder interface) wird das entsprechende Netzwerkequipment, bspw. SDH-Terminals, ATM-Switches oder Router angeschlossen. Der Transponder nimmt über die Schnittstellen bereits optische Signale entgegen. Die Konvertierung von elektrischen zu optischen Signalen geschieht bereits im davor angeschlossenen Equipment. Innerhalb von Backbone-Netzen dürfte eine Zuführung von optischen Signalen den Regelfall darstellen. Im Transponder werden die von anderen Übertragungsmedien unter Verwendung verschiedener Protokolle eingehenden

⁴⁶ Das Grundprinzip der DWDM-Technologie wird am Ende dieses Abschnittes im „Exkurs Multiplexing-Verfahren“ kurz vorgestellt.

den Daten in die für die Weiterleitung benötigte Wellenlänge umgewandelt und weitergeleitet (Transmitter).⁴⁷ Am anderen Ende der Glasfaserleitung werden die Wellenlängen wieder in die benötigten Ausgangssignale umgewandelt (Receiver).⁴⁸ Jeder Transponder generiert eine spezifische Wellenlänge, welche sich untereinander unterscheiden.

Multiplexer und De-Multiplexer sorgen für eine optische Bündelung der Wellenlängen zu einem Signalstrang bzw. am Ende der Glasfaserstrecke wieder für deren Entbündelung.⁴⁹

Exkurs Multiplexing-Verfahren

Die derzeit gängigen Übertragungstechnologien zur Maximierung der Übertragungskapazitäten von Glasfasern sind das Time Division Multiplexing (TDM), das Wave Division Multiplexing (WDM) und das Dense Wave Division Multiplexing (DWDM). Bei TDM werden die Signale mehrerer Eingangskanäle in kleine Datenpakete getrennt und nacheinander zu einem Signalfluss zusammengefasst und über einen Datenkanal transportiert. Am Zielort werden die verschiedenen Datenpakete wieder den ursprünglichen Datenkanälen zugeordnet.⁵⁰

⁴⁷ Innerhalb des Transponders werden die optischen Eingangssignale zu Steuerungszwecken temporär in elektrische Signale umgewandelt, welche den Laser ansteuern, der die weiterzuleitende Wellenlänge generiert.

⁴⁸ Vgl. Cisco Systems, Fundamentals of DWDM Technology.

⁴⁹ Auf eine konkretere Betrachtung technischer Aspekte bei der Beschaltung von Glasfasern wird innerhalb dieser Studie verzichtet, da der Fokus der Studie auf der Betrachtung des Marktes für Backbone-Übertragungsleitungen liegt und den Fragen nach einem ausreichenden Angebot und funktionierendem Markt für weitestgehend „rohe“ Übertragungsinfrastruktur nachgeht. Eine weitere Möglichkeit zur Verdeutlichung der Abgrenzung des in dieser Studie behandelten Themas bietet das OSI-Schichtenmodell (Open Systems Interconnection) der International Standards Organization (ISO). Es dient zur funktionalen Beschreibung von Kommunikationsnetzen. Dabei wird eine Klassifizierung und Festlegung der einzelnen Funktionen der Datenübertragung innerhalb der verschiedenen Systemebenen in einem Netzwerk unternommen. Es ist in sieben Schichten untergliedert: physikalische Schicht, Leitungsschicht, Netzwerkschicht, Sitzungsschicht, Transportschicht, Darstellungsschicht und Anwendungsschicht. Das Medium selbst wird bei der Betrachtung des OSI-Modells bereits vorausgesetzt. So wird beim Übertragungsmedium selbst auch von der Schicht Null gesprochen. In der physikalischen Schicht, der Schicht 1, werden die unmittelbar mit dem physischen Medium zusammenhängenden Protokolle und Normen, also elektrische und mechanische Charakteristika der Datenübertragung definiert. Es wird bspw. festgelegt, mit welcher Modulationsform die Daten auf das Übertragungsmedium transferiert werden, welche Übertragungsmedien verwendet werden können, welche Abschlusswiderstände oder Signalspannungen nötig sind. Auch die zu verwendenden Multiplexverfahren (Time Division Multiplexing (TDM), Frequency DM (FDM), Wave DM (WDM)) werden auf der physikalischen Schicht bestimmt. Auf Glasfaserleitungen bezogen, wird auf der physikalischen Schicht bspw. die Art der Beschaltung definiert (SDH und TDM, und/oder WDM bzw. Dense WDM (DWDM)). Die vorliegende Analyse befasst sich aus technisch-funktionaler Sicht im Wesentlichen mit dem Gegenstand der Schicht Null des OSI-Referenzmodells. Die darauf aufsetzende Beschaltungs- und Übertragungstechnik ist hauptsächlich den Schichten Eins bis Drei zuzuordnen. (Quellen zum OSI-Modell: Klußmann (2000), S. 564ff; Siegmund (1999) S. 278ff; oder Techweb.com, TechEncyclopedia).

⁵⁰ Techweb.com, TechEncyclopedia, Suchbegriff: TDM. TDM wird innerhalb der Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Technologie eingesetzt. Weiterführende Informationen zu SDH findet der Leser bspw. in Bergmann, Gerhardt, Froberg (2003), S.133ff.

WDM und DWDM sind Verfahren, bei denen die in einer Glasfaser zur Verfügung stehenden Lichtspektren noch einmal in Subkanäle unterteilt werden. Hierbei werden unterschiedliche Lichtwellen mehrerer Sender optisch zu einem Kanal zusammen multipliziert und auf der Empfangsseite durch Farbfilter wieder getrennt. Bei den kostengünstigeren WDM-Versionen wird bei den verschiedenen Trägersignalen mit Wellenlängenunterschieden bis zu 20nm gearbeitet.⁵¹ Bei DWDM betragen die Unterschiede zwischen den Wellenlängen der Trägersignale minimal nur 0,8 nm, was extrem hohe Anforderungen an Laser, Material und selektive Farbfilter stellt.⁵² Dafür können mittels DWDM bis zu 160 Wellenlängen (Farben) mit etwa 10 Gbps pro Farbe übertragen werden. Bei geringerer Wellenunterteilung sind höhere Übertragungskapazitäten pro Farbe möglich.⁵³ Insgesamt sind heute Übertragungsraten im Terabit-Bereich auf einem Glasfaserpaar möglich, wobei TDM und WDM/DWDM miteinander kombinierbar sind. Die Forschung arbeitet daran, in unmittelbarer Zukunft eine Übertragungsrate von 50 Terabit pro Sekunde auf einer Glasfaser zu erreichen.⁵⁴

2.5 Wegerechte

Zum Betreiben von Übertragungswegen, welche die Grenze eines Grundstücks überschreiten und für Telekommunikationsdienstleistungen für die Öffentlichkeit genutzt werden, benötigte man nach dem alten Telekommunikationsgesetz (TKG (1996)) eine Lizenz (TKG (1996), § 6). Diese Lizenzpflicht ist mit dem am 22. Juni 2004 in Kraft getretenen neuen TKG entfallen. Es bleibt jedoch eine Meldepflicht für jeden erhalten, der Übertragungswege für Telekommunikationsdienstleistungen für die Öffentlichkeit betreiben oder Sprachtelefondienst auf der Basis selbst betriebener Netze anbieten möchte. Betreiber gewerblicher, öffentlicher Telekommunikationsnetze sind verpflichtet, die Aufnahme, Änderung und Beendigung ihrer Tätigkeit bei der RegTP zu melden (TKG (2004) § 6).

Der Begriff „Telekommunikationsnetz“ wird im TKG unabhängig von Übertragungstechnologien und Signaltypen definiert. Es bildet „die Gesamtheit von Übertragungssystemen und gegebenenfalls Vermittlungs- und Leitwegeinrichtungen ..., die die Übertragung von Signalen über Kabel, Funk, optische und andere elektromagnetische Einrichtungen ermöglichen, einschließlich Satellitennetzen, festen und mobilen terrestrischen Netzen, Stromleitungssystemen, soweit sie zur Signalübertragung genutzt werden, Netzen für Hör- und Fernsehfunk sowie Kabelfernsehtnetzen, unabhängig von der Art der

⁵¹ Bergmann et al. (2003), S.133ff.

⁵² vgl. Kiefer, Winterling (2003), S. 152 ff; Bei der modernen DWDM-Technologie (Dense Wave Division Multiplexing) stellen Nichtlinearitäten bei der Übertragung von elektrischen zu optischen Signalen die neue, begrenzende Größe dar. DSF besitzt bezüglich der Linearität bei 1550 nm relativ schlechte Eigenschaften. Mehr Informationen zu Nichtlinearität im Speziellen und zu physikalischen Eigenschaften und auftretenden Problemen bei Glasfasern im Allgemeinen findet man unter fiber-optics.info, Fiber Nonlinearities.

⁵³ Bleich, Kuri, Vogt (2003), S.21ff.

⁵⁴ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2002).

übertragenen Information;“(TKG (2004) § 3, Nr. 27). Demnach fallen sowohl TK-spezifische, IP-spezifische, Mobilfunk-spezifische Netzelemente und das CATV-Netz unter den übergeordneten Begriff „Telekommunikationsnetz“ und damit unter die Meldepflicht bezüglich der Verlegung von Übertragungsinfrastruktur. Allerdings fällt das bloße Verlegen von unbeschalteten Glasfaserkabeln nicht unter die Meldepflicht, solange damit kein Telekommunikationsnetz betrieben wird.

Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze benötigen Wegerechte für das Verlegen von Kommunikationsleitungen entlang von Verkehrswegen, das sind öffentliche Wege, Brücken, Plätze und Gewässer.⁵⁵ Der Bund überträgt seine Befugnis, „Verkehrswege für die öffentlichen Zwecken dienenden Telekommunikationslinien unentgeltlich zu benutzen, soweit dadurch nicht der Widmungszweck der Verkehrswege dauernd beschränkt wird“ auf Betreiber⁵⁶ öffentlicher Telekommunikationsnetze (TKG (2004), § 69). Die RegTP erteilt die Nutzungsberechtigung für die Dauer der öffentlichen Tätigkeit des Antragstellers innerhalb von sechs Wochen, wenn der Antragsteller „nachweislich fachkundig, zuverlässig und leistungsfähig ist, Telekommunikationslinien zu errichten“, (TKG (2004) § 69, Abs. 2).⁵⁷ Weiterhin bedarf es bei der Verlegung neuer Leitungen der Zustimmung aller Wegebausträger entlang der geplanten Strecke (TKG (2004) § 68, Abs. 3).

Bei der Verlegung auf privaten wie öffentlichen Grundstücken benötigt der Verleger von Kommunikationsleitungen die Genehmigung des Grundstückbesitzers. Körperschaften, welche auf dem Grundstück bereits über durch ein Recht gesicherte Leitungen verfügen, können diese Leitungen auch für zusätzliche Neuverlegungen verwenden, ohne dass der Grundstückbesitzer die Verlegung der Leitungen verhindern kann (TKG (2004) § 76 Abs. 1, Nr. 1). Allerdings darf durch die Verlegung keine dauerhafte zusätzliche Einschränkung getroffen werden. Das Leitungen verlegende Unternehmen kann jedoch, unter bestimmten, hier nicht näher zu erläuternden Bedingungen zur Zahlung von Ausgleichsgeldern verpflichtet werden.

Die in § 76, Abs. 1, Nr. 1 (TKG 2004) genannten „durch ein Recht gesicherten Leitungen“ stammen in der Regel von Gas- und Energieversorgern. Diese beziehen ihre Wegerechte aus dem Gesetz über die Elektrizitäts- und Energieversorgung (EnWG, 1998), § 13 EnWG.⁵⁸ Nach § 12 EnWG, 1998 ist eine Beschränkung oder gar eine Entziehung von Rechten am Grundeigentum zulässig, wenn dies im nötigen Planfeststellungsverfahren genehmigt wurde. Dies gilt zwar im Zusammenhang mit Baumaßnahmen zur

⁵⁵ Schienenwege gehören demnach nicht zu öffentlichen Verkehrswegen.

⁵⁶ Im alten TKG wurde anstatt allen Betreibern öffentlicher Telekommunikationsnetze allen TK-Lizenznehmern das Recht auf Mitbenutzung von Verkehrswegen gewährt.

⁵⁷ Eine weitere Bedingung für das Erlangen der Nutzungsberechtigung besteht darin, dass das Verlegen von Telekommunikationsleitungen mit den Regulierungszielen nach TKG, §2, Abs. 2 vereinbar ist, (TKG (2004), §69, Abs. 2). Ob und wann das Verlegen von Telekommunikationsleitungen nicht mit den Regulierungszielen des TKG vereinbar ist, kann im Rahmen dieser Studie nicht geklärt werden.

⁵⁸ Zum Zeitpunkt der Bearbeitung befindet sich das neue EnWG im Abstimmungsprozess. Eine Neufassung wurde noch nicht verabschiedet.

Versorgung von Elektrizität und Gas. Trotzdem weisen Unternehmen, die sich auf § 76, Abs.1, Nr.1 des TKG und auf das EnWG beziehen können, i. d. R. „stärkere“ Rechte beim juristischen Durchsetzen ihrer Interessen auf, als Unternehmen, die sich nicht auf § 76, Abs.1, Nr.1 des TKG beziehen können. Das in § 76, Abs.1, Nr.1 (TKG 2004) beschriebene Recht wird im weiteren Verlauf als „starkes“ Wegerecht bezeichnet.

Wenn allerdings Unternehmen, die keine Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze sind, Glasfaserleitungen außerhalb ihrer durch anderes Recht gesicherten Leitungen verlegen möchten, erhalten sie über das TKG keine Wegerechte.

Unternehmen, die nicht über durch ein Recht gesicherte Leitungen auf Grundstücken verfügen und sich weiterhin nicht auf das EnWG berufen können, verfügen jedoch mit § 76, Abs.1, Nr.2 des TKG ebenfalls über die Möglichkeit, ihre Interessen gegenüber Grundstückseigentümern durchzusetzen. So können laut § 76, Abs.1, Nr.2 des TKG die Grundstückseigentümer die Errichtung, den Betrieb und die Erneuerung von Telekommunikationslinien insoweit nicht verbieten, als dass „das Grundstück durch die Benutzung nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt wird“. Das heißt jedoch nach der Interpretation von Hoeren⁵⁹, dass im Umkehrschluss nach § 76, Abs.1, Nr.1, dem „starken“ Wegerecht, durchaus wesentliche Beeinträchtigungen bei der Errichtung vom Grundstückseigentümer zu dulden sind.

Im Rahmen dieser Studie kann nicht umfassend auf die juristische Materie im Zusammenhang mit Wegerechten eingegangen werden. Allerdings kann folgendes festgehalten werden. Die Erlangung der Baugenehmigungen aller Wegebausträger, welche sich auf einer Strecke befinden und die Einigungen mit Besitzern von auf der Strecke liegenden Grundstücken bei der Planung der Errichtung von Übertragungsinfrastruktur stellen eine sowohl von den Kosten als auch vom zeitlichen Aufwand schwer kalkulierbare Komponente dar.

2.6 Produktgruppen für Glasfaser basierte Backbone-Infrastruktur

Am Markt für Fernübertragungsleitungen sind mehrere Produktgruppen vorzufinden. Sie werden im Folgenden als Vermarktungsstufen in der Reihenfolge ihrer technologischen Abhängigkeit voneinander vorgestellt (siehe Abbildung 2-8).

Die technologisch gesehen erste Ebene und damit die niedrigste Vermarktungsstufe bilden Leerrohre. Sie stellen ein Vorleistungsprodukt für die eigentliche Übertragungsleitung dar. Neben der Tatsache, dass dem Nachfrager bei der Anmietung oder dem Kauf von Leerrohren geringere Verlegekosten entstehen, ist auch das Problem der We-

⁵⁹ Für eine genauere juristische Auseinandersetzung mit dem Thema Wegerechte vgl. Hoeren (1998); Bemerkung: Der Aufsatz bezieht sich zwar auf § 57 des alten TKG (1996), dieser entspricht jedoch dem §76 des aktuellen TKG (2004).

gerechte bereits geklärt (siehe Abschnitt 2.5). Der Nachfrager muss jedoch die Glasfaserstränge durch die Leerrohre „schießen“ und die Beschaltung in Eigenregie durchführen.

Die nächst höhere Vermarktungsstufe bilden unbeschaltete Glasfaserleitungen. Häufig werden auch die Gebäude für die Unterbringung der Systemtechnik bei der Vermarktung von dark fiber mit angeboten. Ebenso wird in der Regel der Service für die Überwachung und Wartung der Strecke und der verlegten Kabel vom Anbieter übernommen. Für den Nachfrager fallen weder Kosten im Zusammenhang mit Wegerechten noch Verlegekosten an. Die Glasfaserleitungen müssen jedoch vom Nachfrager beschaltet werden.

So genannte „managed fiber“ stellen die nächste Vermarktungsstufe von Backbone-Infrastruktur dar. Der Anbieter übernimmt dabei in Vereinbarung mit dem Nachfrager einen Teil der Beschaltung, vornehmlich die Signalverstärkung etwa alle 70 bis 100 km oder Signalneugenerierung, und gewährleistet den Betrieb der durch den Anbieter vorgenommenen Beschaltungsmaßnahmen. Meistens trägt der Nachfrager jedoch die Kosten für die Beschaltung und den Betrieb von Routing- und Switching Funktionen. Konkrete Ausgestaltungen der Produktgruppe managed fiber hängen von den Vertragsgestaltungen ab und variieren von Fall zu Fall.

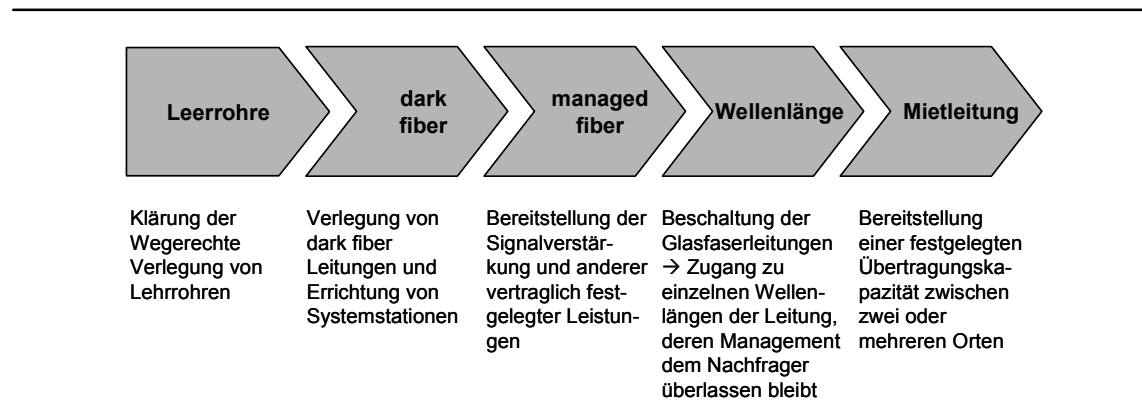
Bei der Vermarktung von „Wellenlängen“ wird der Zugang zu existenter, funktionsfähiger, beschalteter Übertragungsinfrastruktur, so genannter „Lit Fiber“, angeboten. Dabei werden bestimmte Wellenlängenbereiche innerhalb einer Glasfaser einzeln vermarktet. Der Nachfrager kann über die von ihm erworbenen Wellenlängen verfügen und die Übertragung von Daten nach seinen Vorstellungen gestalten.⁶⁰ Der Anbieter gibt i. d. R. jedoch bestimmte Schnittstellen zur Datenübergabe am Anfang und Ende der Wellenlängen vor.⁶¹ Die Verantwortung für die Beschaltung (Wellenlängen-Multiplexing) und den Betrieb der Übertragungsinfrastruktur trägt der Anbieter. Der Nachfrager trägt den technischen Aufwand für die Implementierung der Übertragungssysteme, welche über dem Wellenlängen-Multiplexing liegen und muss die Wellenlänge in sein Netz integrieren. Die Integration der Wellenlänge in das Netz des Nachfragers und das Bereitstellen von Routing- und Switching Funktionen bei der Zusammenschaltung obliegt ebenfalls dem Nachfrager.⁶²

⁶⁰ Williams et al. (2003), S. 27ff.

⁶¹ Zum Beispiel bietet LambdaNet Wellenlängen mit maximalen Übertragungskapazitäten von 2,5 GBit/s oder 10 GBit/s und 16-STM bzw. STM-64 Schnittstellen an (vgl. LambdaNet, I-Net-Wavelength-Link).

⁶² Falch et al. (2003), S. 10, 19ff.

Abbildung 2-8 Vermarktungsstufen für Backbone-Übertragungsinfrastruktur und Übertragungskapazitäten



Quelle: WIK, eigene Darstellung

wik 

Die höchste Stufe beim Vermarkten von Übertragungsinfrastruktur stellen so genannte „Mietleitungen“, „Festverbindungen“ bzw. „leased lines“ dar, wobei dabei im Wesentlichen festgelegte Übertragungskapazitäten vermarktet werden. Hierbei handelt es sich um die Vermarktung einer logischen Verknüpfung. Es wird die Bereitstellung einer gewissen Übertragungskapazität zwischen zwei Punkten sichergestellt. Welchen Weg physikalisch gesehen die Signalübertragung nimmt, ist dabei im Unterschied zu Wellenlängen nicht definiert. Bei mehrfach vermaschten oder ringförmig aufgebauten Netzstrukturen wird für die Übertragung zwischen den Punkten nicht nur ein Weg genutzt. Für den Nachfrager von Festverbindungen fällt keinerlei technischer oder betriebsbedingter Aufwand an. Sämtliche Verantwortung für die Gewährleistung der Übertragung auf der festgelegten Entfernung zwischen zwei oder mehreren Punkten liegt beim Anbieter. Allerdings wird auch hier keine über die festgelegte Verbindung hinaus reichende Vermittlungsfunktionalität bereitgestellt, d. h. an der Schnittstelle zum Nutzer werden keine Verbindungsinformationen ausgewertet. Mietleitungen stellen die am stärksten vordefinierte Produktgruppe innerhalb der Vermarktungsmöglichkeiten von Backbone-Übertragungsinfrastruktur dar.

Die zuletzt genannten Produktgruppen Wellenlängen und Mietleitungen bilden auf bestehender physischer Übertragungsinfrastruktur aufsetzende Vermarktungsformen. Sie stellen den auf der Wertschöpfungskette nächst höher gelegenen Komplementärmarkt zu Leerrohren, dark fiber und managed fiber dar. So können Nachfrager von dark fiber ihre erworbene oder gemietete Glasfaserleitung komplett beschalten und als Mietleitungen oder Wellenlängen mehrfach weiter vermarkten.

Da unbeschaltete physische Übertragungsinfrastruktur ein essenzielles Vorleistungsprodukt für die Internet-, Mobilfunk- und CATV-Märkte darstellt, bildet die Vermarktung von Lehrrohren, dark fiber und managed fiber den Hauptuntersuchungsgegenstand der vorliegenden Studie.

3 Angebotsanalyse

In diesem Kapitel werden im ersten Abschnitt potenzielle Anbieter von Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich beschrieben und die tatsächlich am Markt zu findenden Spieler in Anbietertypen unterteilt. In den nachfolgenden Abschnitten 3.2 bis 3.5 werden Charakteristika dieser Anbietertypen analysiert. In Abschnitt 3.6 wird eine Einordnung der beschriebenen Anbietertypen als Besitzer und Vermarkter von dark fiber basierter Backbone-Infrastruktur vorgenommen und in Abschnitt 3.7 erfolgt eine Beschreibung der Kosten- und der Einnahmenseite bei der Errichtung und Vermarktung von Glasfaserinfrastruktur. Schließlich wird in Abschnitt 3.8 ein Wechsel der Betrachtungsebene von der *Anbieter*-Analyse hin zur *Angebots*-Analyse vorgenommen. Dabei steht die regionale Verteilung des Marktangebots für Glasfaser basierte Backbone-Übertragungsinfrastruktur (dark fiber, managed fiber) und Leerrohre in Deutschland im Mittelpunkt der Betrachtungen.

3.1 Potenzielle Verleger von Backbone-Infrastruktur in Deutschland und ihre tatsächliche Relevanz für das Marktangebot

Um zu einer belastbaren Antwort auf die Frage zu kommen, welche Unternehmen in Deutschland überhaupt Glasfaser basierte Backbone-Übertragungsinfrastruktur errichten bzw. vermarkten, haben wir unsere Betrachtung zunächst auf Bereiche der Volkswirtschaft insgesamt gerichtet, die auf physischen Netzwerken basieren. Dazu zählen u. E. vornehmlich

- die Gas- und Stromnetze,
- die Straßennetze und Wasserwege,
- das Schienennetz sowie
- Kommunikationsnetze.

Die Hypothese, die diesem Vorgehen zugrunde liegt ist, dass Unternehmen aus diesen Bereichen a-priori als besonders prädestiniert angesehen werden können, Glasfaser-Infrastruktur zu verlegen, z.B. weil sie über Wegerechte verfügen, Erfahrung in der Planung und dem Aufbau von Netzen haben und selbst Kommunikations-Infrastrukturen nutzen.

3.1.1 Unternehmen im Bereich Strom- und Gasleitungsnetze

Energieversorgungsunternehmen (EVU) und Gasversorgungsunternehmen verlegen in Deutschland in der Regel beim Bau ihrer Hochspannungsnetze bzw. Gastrassen Leitungen zur Datenübertragung im „Erdseil“ der Stromleitungen bzw. parallel zu den

Gastrassen mit. Diese selbst verlegte Infrastruktur wird von den Unternehmen zu internen Kommunikations- und Steuerungszwecken verwendet.

Unsere Recherchen haben ergeben, dass in Deutschland sowohl EVU als auch Gasversorger im Markt für Backbone-Übertragungsinfrastruktur als Anbieter aktiv sind. Sie können unter dem Aspekt der regionalen Verteilung des Angebots unterteilt werden in regional fokussierte Anbieter sowie überregionale bzw. nationale Anbieter, deren Netze sich über mehrere Bundesländer erstrecken bzw. ganz Deutschland abdecken.

3.1.2 Betreiber von Straßen und Schifffahrtswegen

Wir halten es a-priori für plausibel zu unterstellen, dass beim Bau von Fernstraßen oder Autobahnen über eine gleichzeitige, parallele Verlegung von Glasfaserleitungen Verbundvorteile (economies of scope) auf der Kostenseite realisiert werden könnten. Aus dieser Überlegung heraus wäre es prinzipiell denkbar, dass Errichter von Straßenwegen auch Glasfaserleitungen errichten (wie das in anderen Ländern der Fall ist, z.B. in der Schweiz und in Italien).

Aus unseren Interviews mit den wesentlichen Anbietern von Dark bzw. managed fiber hat sich jedoch ergeben, dass es in Deutschland unüblich ist, beim Bau von Straßen parallele Leerrohre oder dark fiber zu verlegen. In Deutschland scheiden damit Errichter bzw. Betreiber der Straßen als Anbieter von Backbone-Infrastruktur aus.

Ähnliches gilt auch für Betreiber von Wasserstraßen. Die Glasfaserverlegung innerhalb von Binnengewässern stellt zwar prinzipiell eine relativ kostengünstige Verlegeform dar. Trotzdem zeigen unsere Interviews, dass Binnenwasserwege in Deutschland nicht oder nur in sehr geringem Umfang zur Verlegung von Glasfaserleitungen genutzt werden.

3.1.3 Die Deutsche Bahn AG

Die Deutsche Bahn AG hatte schon in den 90-er Jahren des letzten Jahrhunderts entlang der Schienentrassen bundesweit Glasfaserleitungen verlegt. Dieses Netz gehörte damit a-priori zu den größten Glasfaser-Backbonenetzen in Deutschland. Aus dem Zusammenschluss der DBKom Gesellschaft für Telekommunikation mbH & Co. KG, der TK-Tochtergesellschaft der Deutschen Bahn AG und der CNI Communications Network International, einer Tochtergesellschaft von Mannesmann, ging die heutige Arcor AG & Co KG⁶³ hervor. Der weitaus größte Teil des Glasfasernetzes der Deutschen Bahn AG ist heute im Besitz von Arcor, so dass die Deutsche Bahn AG selbst nur noch relativ wenig eigene Glasfaserinfrastruktur besitzt.

⁶³ Mannesmann Arcor ist im Januar 1997 gegründet worden. Die Deutsche Bahn AG ist heute mit noch etwas über 18% an Arcor beteiligt.

Das noch im Besitz der Deutschen Bahn befindliche Glasfasernetz wird von der DB-Netz AG verwaltet und bei ihr bilanziert. Der Ausbau dieses Netzes richtet sich praktisch ausschließlich an den internen Interessen der Deutschen Bahn aus.⁶⁴ Die Deutsche Bahn vermarktet nur in sehr geringem Umfang dark fiber an unternehmensexterne Kunden. Die Vermarktung von dark fiber wird dabei nicht als aktives Geschäftsmodell verfolgt. Insgesamt hat daher die Vermarktung von Glasfaserkapazität im Gesamtkonzept der DB Telematik GmbH nur eine untergeordnete Bedeutung inne und die Deutsche Bahn hat somit nur sehr geringe Bedeutung als Anbieter im Markt für unbelichtete Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich. Sie wird deshalb als eigenständige Anbietergruppe im weiteren Verlauf der Studie nicht behandelt.

3.1.4 Betreiber von Kommunikationsnetzen

Deutsche Telekom AG (DTAG)

Die DTAG ist als incumbent mit einem rd. 176.000 km umfassenden Glasfaserstreckennetz der TK-Carrier und Netzbetreiber mit dem deutschlandweit größten und engmaschigsten Netz. Die DTAG tritt auf dem deutschen Markt für Übertragungskapazitäten als Anbieter auf. Sie vermarktet jedoch keine physische Übertragungsinfrastruktur (Kabelschächte, dark-und managed fiber) an Dritte.

Andere TK-Carrier, ISPs

Die Spieler im deutschen TK- und Internet Markt lassen sich in Abhängigkeit ihres Umfangs an eigener Übertragungsinfrastruktur grob in zwei Klassen einteilen:

- Carrier mit mittelmäßig bis verhältnismäßig hohem Anteil an selbst verlegter oder langfristig angemieteter Übertragungsinfrastruktur. Beispiele im supranationalen Bereich sind KPN Eurorings und Colt Telecom. In nationalen und regionalen Bereichen sind z.B. Arcor, EWE Tel oder NetCologne zu nennen.
- Carrier, ISP mit nur geringem Umfang an selbst verlegter oder langfristig angemieteter Übertragungsinfrastruktur und einem hohen Anteil von (relativ kurzfristig) gemieteten Mietleitungen oder Wellenlängen, oder virtuelle Netzbetreiber, welche Übertragungsinfrastruktur und Netzwerkmanagement komplett einkaufen und ausschließlich auf der Dienstebene aktiv sind; Beispiele sind AOL, Telefonica oder United Internet.

⁶⁴ Der Hauptteil des unternehmensinternen Kommunikationsbetriebes der Deutschen Bahn AG wurde in das TK-Tochterunternehmen, die DB Telematik GmbH, ausgegliedert. Bei der Bereitstellung der Dienste greift die DB Telematik GmbH zum einen auf die Infrastruktur der DB-Netz AG zu. Zum anderen werden Vorleistungen bei Arcor und anderen Tk-Unternehmen bezogen. Die DB Telematik GmbH ist hauptsächlich für die Erbringung des Sprachverkehrs zuständig und leistet Dienste in den Bereichen Beratung, Realisierung und Service von Telematik-Lösungen und –Anlagen der verschiedenen Gesellschaften der Deutschen Bahn AG. Die Bahn interne Geschäftsausrichtung soll zunehmend durch Angebote am offenen TK-Markt erweitert werden. Vgl. hierzu DB Telematik GmbH.

Die Carrier und ISP mit vorwiegend angemieteter Infrastruktur und die Anbieter ohne eigenen Netzbetrieb scheiden als Errichter und Vermarkter von Dark und managed fiber aus. Nur die Gruppe der Anbieter, die selbst Glasfaserleitungen errichten bzw. über relativ viele Leitungen verfügen, vermarktet in Deutschland Dark bzw. managed fiber. Innerhalb dieser Gruppe lassen sich die Carrier weiter nach geographischem Fokus segmentieren:

- Lokal bis regional ausgerichtete City Carrier und
- national bis international ausgerichtete Carrier.

In Bezug auf die Vermarktung von dark fiber finden sich in beiden Gruppen aktive Carrier. Diese Unterteilung ist unter dem Aspekt der geographischen Verteilung der Backbone-Infrastruktur in Deutschland sachgerecht und wird daher im weiteren Verlauf beibehalten.

Zusätzlich könnte man eine weitere Segmentierung der Carrier nach Geschäftsausrichtung vornehmen. So sind grob Carrier und Geschäftskunden orientierte Carrier von Vollsormentern zu unterscheiden. Vollsormenter bedienen sowohl Privatkunden als auch Geschäftskunden, treten jedoch weniger als Carrier auf. Unsere Recherchen zeigen, dass tendenziell Carrier und Geschäftskunden orientierte Carrier die Vermarktung von dark fiber häufiger betreiben. Eine eindeutige Unterteilung nach Geschäftsmodellen ist indes nicht möglich, weswegen die Unterteilung nach Geschäftsmodellen nicht fortgeführt wird.

An dieser Stelle sei der zweitgrößte TK-Carrier in Deutschland erwähnt, die Arcor AG & Co KG. Das ehemalige Mannesmann-Tochterunternehmen, jetzt im Mehrheitsbesitz von Vodafone, betreibt hinter dem Netz der DTAG das mit 22.000 km Gesamtlänge größte und am weitesten vermaschte Glasfasernetz in Deutschland (vgl. Abbildung A2–3). Der größte Teil der Backbone-Infrastruktur stammt dabei von der DBKom, vgl. den vorhergehenden Abschnitt. Arcor nutzt sein Netz vorrangig für das Angebot eigener TK- und Internet-Servicedienstleistungen für Endkunden. Unsere Recherchen haben ergeben, dass Arcor nicht als Anbieter von dark-bzw. managed fiber einzuordnen ist.

CATV-Betreiber

CATV-Netzbetreiber wie die Kabel Deutschland Vertrieb und Service GmbH & Co. KG (KDG) errichten zum Teil Glasfaserstrecken selbst, meistens jedoch im innerstädtischen Bereich. Es ist offenkundig, dass CATV-Netzbetreiber in Deutschland im Zuge der Ausweitung des Kabelfrequenzbandes auf 862 MHz vorwiegend auf den Netzebenen 2 und 3 zunehmend Glasfaserleitungen verwenden, d.h. sie nutzen sie für den Eigenbedarf. Als Anbieter von Übertragungsleitungen sind die CATV-Betreiber jedoch nicht einzustufen.

Mobilfunknetzbetreiber

Bis auf Vodafone sind alle Mobilfunknetzbetreiber in Deutschland zum großen Teil im Besitz von incumbents:

- e-Plus gehört hauptsächlich zu KPN, dem niederländischen incumbent.
- D1 ist das Netz der T-Mobile, welche eine Tochtergesellschaft der DTAG ist.
- O₂ ist aus Viag Interkom hervorgegangen, woran E.ON wesentlich beteiligt war. Viag Interkom wurde von British Telecom (BT) übernommen und ist mittlerweile, nach der Ausgliederung der Mobilfunkaktivitäten aus BT in das Unternehmen mmo2, Teil des Unternehmens O₂.

Mobilfunknetzbetreiber in Deutschland greifen für ihren Fernnetzverkehr auch auf Glasfaserleitungen zurück. Unsere Recherchen haben jedoch ergeben, dass Mobilfunknetzbetreiber wenn überhaupt, dann nur in geringem Maße Glasfaserleitungen selbst errichten bzw. errichten lassen. Vielmehr beziehen sie diese über ihnen nahe stehende Backbone-Betreiber oder sie treten als Nachfrager für dark fiber und Übertragungskapazitäten auf. Als Anbieter von dark fiber-Leitungen sind Mobilfunknetzbetreiber in Deutschland zu vernachlässigen.

Anbieter ohne bestehende Netze?

Anbieter, die ein auf der Vermarktung von Leerrohren, dark fiber und managed fiber beruhendes Geschäftsmodell verfolgen, eigens dafür neue Übertragungsinfrastruktur errichten, ohne dabei über Vorleistungen oder Synergien aus anderen Netzen verfügen, existieren nicht. Dies ist aus den in Abschnitt 3.7 angestellten Überlegungen über die Kosten- und Einnahmenstruktur bei der Errichtung und Vermarktung von Dark und managed fiber kein überraschendes Ergebnis.

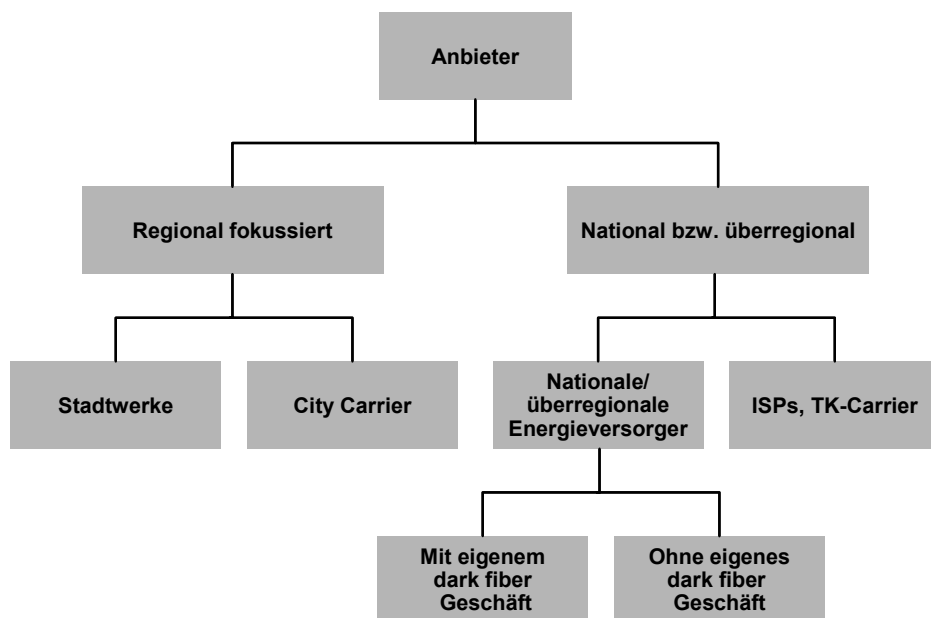
3.1.5 Kategorisierung von Anbietertypen

Unsere bisherige Analyse zeigt, dass im Wesentlichen folgende Anbieter in Deutschland im Markt für Backbone-Übertragungsinfrastruktur tatsächlich übrig bleiben:

- Betreiber von Strom- bzw. Gasnetzen,
- Carrier im Internet- und TK-Bereich.

Die Anbieter lassen sich dabei in regional fokussierte Anbieter und in überregional bis national ausgerichtete Anbieter aufteilen. Insgesamt kommt man so zu der folgenden Unterteilung der Anbieter im deutschen Markt für Glasfaserinfrastruktur (vgl. Abbildung 3-1).

Abbildung 3-1: Stilisierte Kategorisierung der Anbietertypen im deutschen Markt für Breitband-Infrastruktur



Quelle: WIK, eigene Darstellung

wik

Abbildung 3-1 zeigt, dass man letztlich in Abhängigkeit der regionalen Ausrichtung und des Geschäftsmodells vier Anbietertypen identifizieren kann:

- Stadtwerke (lokale und regionale Energieversorger),
- City Carrier,
- überregionale Energieanbieter,
- national agierende ISP und TK-Carrier, die vornehmlich auf den Individualmarkt spezialisierte Anbieter sind.

Diese vier Anbietertypen werden im Folgenden genauer analysiert.

3.2 Lokale und regionale Energieversorger

Von den etwa 930 EVU in Deutschland sind bis auf vier überregionale EVU, welche Höchstspannungsnetze⁶⁵ betreiben, alle Energieversorger lokal oder regional tätig.⁶⁶ Unter den lokalen bis regionalen EVU zählen etwa 700-800 Unternehmen zur Gruppe der Stadtwerke, welche Ortschaften neben elektrischem Strom häufig auch mit Gas und Wasser versorgen und eher lokal fokussiert sind. Entlang der Netzebenen der EVU stellen sie die kundennächsten Energieversorger dar. Die restlichen EVU sind in der Regel Zusammenschlüsse aus Stadtwerken, oder EVU, welche ein etwas größeres, regionales Einzugsgebiet aufweisen. Eine scharfe Trennung für die Bezeichnung Stadtwerk kann jedoch nicht getroffen werden, daher subsumieren wir im Folgenden vereinfachend alle lokalen und regionalen EVU unter dem Begriff Stadtwerk.

Stadtwerke decken das gesamte Gebiet der Bundesrepublik flächendeckend ab. Bei 13.148 Gemeinden zuzüglich 116 kreisfreien Städten in Deutschland⁶⁷ versorgt ein Stadtwerk im Durchschnitt über 15 Gemeinden. Das Einzugsgebiet eines Stadtwerks kann dabei allerdings sehr unterschiedlich ausfallen, insbesondere bei durch Übernahmen und Fusionen vergrößerten Stadtwerken. So bietet die E.DIS ein Beispiel für einen Zusammenschluss aus vier Stadtwerken im nordostdeutschen Raum.⁶⁸ Die E.DIS AG versorgt auf einer Fläche von etwas über 36.400 km² etwa 1,3 Mio. Kunden mit Strom und über weitere Tochterunternehmen auch mit Fernwärme und Gas. Die Versorgungsbetriebe Seesen/ Harz GmbH stellen hingegen ein Beispiel für die vielen kleinen Stadtwerke dar. Das Versorgungsgebiet umfasst etwa 100 km² mit über 22.000 Einwohnern.⁶⁹

Einige Stadtwerke, grob geschätzt zwischen 60 und 100, sind in Antizipation der vollständigen Liberalisierung des TK-Marktes in der Mitte der 90-er Jahre des letzten Jahrhunderts über Ausgründungen bzw. Beteiligungen an City Carriern im TK-Markt aktiv geworden. Hierauf gehen wir im nachfolgenden Abschnitt 3.3 ein. In diesem Abschnitt konzentrieren wir uns auf den weitaus größten Teil der Stadtwerke in Deutschland, die nicht an City Carriern beteiligt sind.

Stadtwerke sind aufgrund ihrer Versorgungsfunktion für Elektrizität im Besitz von „starken“ Wegerechten (siehe Abschnitt 2.5). Sie verfügen damit a-priori dort, wo sie bereits

⁶⁵ Bei den Netzen der EVU unterscheidet man nach der elektrischen Spannung in Hoch- und Höchstspannungsnetze, welche auf den Fernstrecken zum Einsatz kommen, in Mittelspannungsnetze für kürzere Fernstrecken und in Niederspannungsnetze, welche im Zuführungsbereich eingesetzt werden.

⁶⁶ Commission of the European Communities (2004), S. 21.

⁶⁷ Statistisches Bundesamt (2003), S. 46.

⁶⁸ Die E.DIS Aktiengesellschaft ist 1999 aus dem Zusammenschluss folgender Stadtwerke hervorgegangen: Energieversorgung Müritz-Oderhaff AG (EMO) in Neubrandenburg, Hanseatische Energieversorgung AG Rostock (HEVAG), Märkische Energieversorgung AG (MEVAG) in Potsdam, Oder-Spree-Energieversorgung AG (OSE) in Fürstenwalde/Spree. Quelle: E.DIS AG.

⁶⁹ Versorgungsbetriebe Seesen/Harz GmbH, <http://www.versorgungsbetriebe-seesen.de/seiten/wir.html>.

anderweitige Netzinfrastruktur verlegt haben bzw. neue verlegen, über günstige Voraussetzungen hinsichtlich der Wegerechte, um auch Glasfaserleitungen zu verlegen.

Stadtwerke benötigen für den Betrieb und die Überwachung der eigenen Stromnetze Kommunikationsinfrastruktur. Bei der gleichzeitigen Verlegung der Kommunikationsinfrastruktur mit Strom- bzw. Gasnetzen entstehen auf der Kostenseite Verbundvorteile. Die Errichtungskosten der Kommunikationsinfrastruktur sind Teil der Errichtungskosten für das Strom- oder Gasnetz. Insbesondere fallen die Kosten für die Verlegung zusätzlicher, über den Eigenbedarf hinausgehender Leitungen im Vergleich zu den Errichtungskosten der gesamten Netzinfrastruktur sehr gering aus.

Unsere Recherchen haben ergeben, dass der Eigenbedarf an Kommunikationsinfrastruktur insbesondere bei kleineren Stadtwerken eher gering ausfällt und keine Übertragungskapazitäten benötigt, die den Einsatz von Glasfaserleitungen erfordern. Hier ist die Verwendung metallischer Leitungen in der Regel ausreichend. Kleinere Stadtwerke wiesen in der Regel auch keine Ambitionen hinsichtlich des Einstiegs in den liberalisierten TK-Markt auf. Daher ergibt sich heute das Bild, dass tendenziell mit abnehmender Größe der Stadtwerke auch der Einsatz von Glasfaserinfrastruktur abnimmt. Dies legt den Schluss nahe, dass vor allem kleine, lokale Stadtwerke auf dem Markt für Glasfaserinfrastruktur in Deutschland gar nicht in Erscheinung treten.

Bei manchen, i. d. R. größeren Stadtwerken wird auf manchen Strecken Glasfaser für den Eigenbedarf eingesetzt. Wir konnten im Rahmen der Studie jedoch keine Beispiele für eine aktive Vermarktung von Glasfaserinfrastruktur seitens derjenigen Stadtwerke finden, welche nicht über City Carrier in den TK-Markt eingestiegen sind. Auf Anfrage wird jedoch vereinzelt dark fiber vermarktet. Als ein Beispiel ist die Stadtwerke Bonn GmbH zu nennen.

Einige Stadtwerke verlegen auf potenziell zur Vermarktung geeigneten Strecken parallel zu anderer Infrastruktur Leerrohrkapazitäten, um sie Dritten anbieten zu können. Teilweise übernehmen dann die Stadtwerke auf Anfrage auch das Einschließen der Glasfaserleitungen in den Leerrohren, was zu einer wesentlichen Kostenentlastung und höheren Flexibilität bei der Errichtung von Glasfaserinfrastruktur auf Seiten der Betreiber von Kommunikationsnetzen führt. Bei diesem Angebot handelt es sich jedoch eher um Ausnahmeerscheinungen, welche darüber hinaus vorwiegend im Citybereich, also nicht im Backbone-Bereich, anzutreffen sind.

Mit Blick auf künftige Netzausbaustrategien lässt sich konstatieren, dass seitens der Stadtwerke nicht mit einem wesentlichen, selbst getriebenen Ausbau von Backbone-Glasfaserleitungen zu rechnen ist, die erheblich über ihren Eigenbedarf hinausgehen. Von dieser Seite erwarten wir daher im Markt für Übertragungsinfrastruktur in Deutschland kein zusätzliches Angebot.

3.3 City Carrier

City Carrier sind von ihrer Ausrichtung her ISP und/oder TK-Carrier. In der Regel spielen bei diesen Unternehmen (zumindest in den Anfängen) Stadtwerke eine bedeutende Rolle als Anteilseigner.

Deutschlandweit existieren etwa 70 City Carrier. Zu den großen City Carriern gehören bspw. EWE TEL GmbH, HanseNet Telekommunikation GmbH, ISIS Multimedia Net GmbH & Co. KG, M^{net} Telekommunikations GmbH und die NetCologne Gesellschaft für Telekommunikation mbH. Es existieren jedoch noch zahlreiche weitere City Carrier mit kleineren Versorgungsgebieten bzw. geringeren Kundenzahlen, wie bspw. 3T Telekommunikationsgesellschaft mbH, AugustaKom Telekommunikation GmbH & Telekommunikationsgesellschaft mbH, BCC - Business Communication Company GmbH, BITel Gesellschaft für Telekommunikation mbH, envia tel GmbH, HEAG MediaNet GmbH, MVV Manet GmbH, Pfalzkom Gesellschaft für Telekommunikation mbH, TEAG Netkom GmbH oder Telemaxx Telekommunikation GmbH.

Geschäftsmodell

Das Geschäftsmodell eines City Carriers⁷⁰ beruht auf der Übertragungsinfrastruktur, welche von den beteiligten Stadtwerken verlegt und den City Carriern bereitgestellt wird. Vor allem diejenigen Stadtwerke, welche mit der Liberalisierung in den TK-Markt einsteigen wollten, haben vorrangig dafür Glasfaserinfrastruktur errichtet bzw. errichten und betreiben diese auch heute. In der Regel mieten oder pachten die City Carrier die Glasfaserleitungen auf Kostenbasis langfristig bei den Stadtwerken an. Die Glasfaserleitungen selbst werden dann bei den Stadtwerken bilanziert. Es gibt jedoch auch Gegenbeispiele, wie 3T, welche selbst Glasfaserinfrastruktur besitzen. Andere Carrier gehen dazu über, Teile der Übertragungsinfrastruktur von ihren Stadtwerken und regionalen EVU zu kaufen, bzw. geben den Ausbau des Glasfasernetzes als Auftrag an die Stadtwerke weiter. Auf der Übertragungsinfrastruktur basierend werden sowohl endkundennahe TK- und Internetdienste als auch Carriers Carrier typische Dienste angeboten.

Ursprüngliche Netzausbaustrategien

City Carrier sind zum Zeitpunkt der TK-Marktiliberalisierung zumeist aus Stadtwerken und häufig unter der Beteiligung der jeweiligen lokalen bzw. regionalen Sparkassen oder Landesbanken hervorgegangen. Da viele City Carrier nicht die Vermarktung von Glasfaserleitungen sondern das Angebot von TK- und ISP-Servicediensten als Geschäftsmodell umsetzen wollten, verfolgten sie zunächst eine andere Investitionsstruk-

⁷⁰ Vgl. zu Entstehungsgeschichte der City Carrier in Deutschland und vertieften Fallstudien für die Unternehmen ISIS, Multimedia (Düsseldorf), 3T (Offenbach) und Tropolys Rhein-Main (Frankfurt) auch Elixmann (2005).

tur als andere TK-Carrier und ISP kurz nach der Marktliberalisierung 1998 (siehe Abschnitt 3.5). Dabei wurde vorrangig in TK-Serviceleistungen investiert. Übertragungsinfrastruktur wurde von den Anteilseignern mit eingebracht. Zwar wurde der Ausbau der Glasfasernetze während der dot-com-Boomphase zum Ende des letzten Jahrtausends ebenfalls vorangetrieben, stand jedoch vergleichsweise nicht so zentral im Mittelpunkt wie bei anderen Carriern, welche nicht auf vorhandene Übertragungsinfrastruktur zugreifen konnten (siehe Abschnitt 3.5).

Regionaler Fokus/Schwerpunkt der Verlegeaktivitäten

Das Netz eines City Carriers wird im Wesentlichen durch das vorhandene Glasfasernetz des beteiligten Stadtwerks bestimmt und kann damit regional sehr unterschiedlich ausfallen. In der Regel findet man City Carrier in größeren Städten und deren Umland vor. Von den Anbietern Ewe Tel, M-net, envia TEL, Telemaxx sind in den Anhängen Abbildung A2– 9 bis Abbildung A2– 12 und von HEAG Medianet in Abbildung A1– 1 Netzkarten abgebildet. Die Größe ihrer Glasfasernetze und die Region, in der diese City Carrier tätig sind, ist in Tabelle 3-1 dargestellt. Bei der Länge der Netze ist jedoch zu beachten, dass bei vielen Carriern City-Ringe einen wesentlichen Teil der Netze ausmachen. Diese sind jedoch nicht zum eigentlichen Backbone-Netz zu zählen. Des Weiteren muss die Einschränkung getroffen werden, dass ein gewisser Anteil der aufgeführten Kilometerlängen von Dritten angemietete Glasfaserinfrastruktur darstellt. Insbesondere bei der Kilometerzahl der in der Tabelle 3-1 aufgeführten BCC scheint ein sehr hoher Anteil des Netzes aus angemieteter Infrastruktur bzw. Übertragungskapazität zu bestehen. Trotzdem stammt bei den meisten Carriern der Großteil des angegebenen Netzes von den beteiligten Stadtwerken. Somit liefert die Länge der Glasfasernetze einen ersten Anhaltspunkt über die Versorgung einzelner Regionen in Deutschland mit Glasfaserinfrastruktur.

Aufgrund der Überlegung, dass schätzungsweise 70 City Carrier bzw. regionale ISP und TK-Carrier aus über 700 Stadtwerken hervorgegangen sind, lässt sich ableiten, dass die Bundesrepublik Deutschland in den Regionen nicht flächendeckend durch City Carrier abgedeckt wird. Dies gilt trotz der Tatsache, dass an manchen City Carriern mehrere Stadtwerke beteiligt sein können und damit durch manche City Carrier größere Regionen versorgt werden und im Schnitt pro City Carrier mehr als das Versorgungsgebiet eines Stadtwerks zu zählen ist. Ein Beispiel bildet die Telemaxx Telekommunikation GmbH, an der gleich acht Stadtwerke und eine Stadt beteiligt sind.⁷¹ City Carrier sind vorwiegend in größeren deutschen Städten ab schätzungsweise etwa 100.000 Einwohnern zu finden. Ausnahmen bestätigen jedoch auch hier die Regel, bspw. die R-KOM GmbH & Co. KG in Rosenheim, einer Stadt mit ca. 60.000 Einwohnern.

⁷¹ Telemaxx Telekommunikation GmbH, Gesellschafter,
<http://www.telemaxx.de/?%5BUnternehmen%5D:%5BGesellschafter%5D>.

Die in Tabelle 3-1 aufgezählten Anbieter sind mitunter aufgrund der Größe ihres Einzugsgebietes kaum noch als „City“ Carrier zu bezeichnen. Insbesondere EWE Tel bildet hier mit ca. 10.000 km Glasfaserleitungen und einem ursprünglichen Einzugsgebiet von Hamburg bis zur niederländischen Grenze sowie neuen Einzugsgebieten im Raum Magdeburg und auf Rügen (siehe Abbildung A2– 9) das auffälligste Beispiel.⁷²

Vermarktung von Glasfaserinfrastruktur

Unsere empirischen Recherchen ergaben, dass keiner der in Tabelle 3-1 genannten regional fokussierten Anbieter unbeschaltete Glasfaserleitungen im Fernvermittlungsbereich aktiv vermarktet, d.h. die City Carrier treten nicht aktiv nach außen als dark fiber-Anbieter auf. Allerdings bieten einige Carrier auf direkte Anfrage durchaus dark fiber an. Doch auch bei diesen Carriern stellt die Vermarktung von dark fiber kein eigenständiges Geschäftsfeld dar. Auch für die anderen City Carrier gehen wir auf Grundlage von Experteninterviews von einer ähnlichen Ausrichtung hinsichtlich der Vermarktung von dark fiber und managed fiber aus.

Die Mütter der City Carrier, also insbesondere die Stadtwerke und regionalen Versorger, treten im Übrigen auch nicht als eigenständige Vermarkter von Dark oder managed fiber für Dritte auf.

Praktisch alle City Carrier in Deutschland vermarkten jedoch Übertragungskapazitäten in Form von Festverbindungen oder Wellenlängen. Häufig stellt ein City Carrier seine Übertragungsinfrastruktur in Form von Netznutzungsabkommen anderen Carriern zur Verfügung. Letztere können z.B. angrenzende City Carrier sein oder überregional agierende Spieler. Im Gegenzug bezieht ein solcher City Carrier von seinen Partnern ebenfalls Kapazität für das eigene Netz - es kommt zu so genannten „Swaps“⁷³ - und vergrößert damit die eigene Basis an zur Verfügung stehender Übertragungsinfrastruktur. Beispielsweise kooperieren NetCologne und ISIS miteinander, oder envia tel und TEAG Netkom. Im Rhein-Main Gebiet kooperieren mehrere City Carrier innerhalb einer Gesellschaft, der RMN Telekommunikationsnetzgesellschaft mbH⁷⁴, welche mittlerweile, wie drei der sechs Partner City Carrier zu Tropolys⁷⁵ gehört.

⁷² EWE Tel wird trotz seiner Größe hier hinzugezählt, da es aus seiner Entstehungsgeschichte und von seinem Geschäftsmodell zu den City Carriern passt.

⁷³ Auch international agierende Carrier kooperieren mitunter bei der Erweiterung der Infrastruktur, auf die sie zurückgreifen können. Ein Beispiel auf internationaler Ebene geben Colt Telecom und Telia International Carrier. Beide Unternehmen einigten sich auf die gegenseitige Verwendung von Leerrohren. So konnte Telia International Carrier Leerrohre von Colt Telecom in Deutschland verwenden und umgekehrt erhielt Colt Telecom das Recht, Leerrohre in Österreich und Skandinavien zu nutzen. (Quelle: Funkschau (2000), S.10). Vgl. hierzu auch Elixmann (2001).

⁷⁴ RMN Telekommunikationsnetzgesellschaft mbH, Netz und Kooperationspartner, <http://www.rmn-tk.de/de/partner.htm>.

⁷⁵ Weitere Informationen zu Tropolys befinden sich in Abschnitt 3.5.

Tabelle 3-1: Netzgröße und regionales Einzugsgebiet ausgewählter City Carrier bzw. regionaler TK-Carrier

Anbieter	Umfang der Glasfaserstrecke	Regionale Verteilung des Netzes
3T	800 km (300km im Fernbereich)	Region Offenbach
BITel	ca.240 km	Region Bielefeld und Gütersloh
BCC	14.000 km (inklusive angemieteter Übertragungsinfrastruktur und Übertragungskapazität)	Teile Niedersachsens, Sachsen-Anhalts, Hessens Braunschweig, Halle, Mitteldeutschland
BITEL	240 km (1850 km Kupfer)	Stadtgebiet Bielefeld, Kreisgebiet Gütersloh, Halle, Werther, Steinhagen
envia tel	ca. 1.500 km	Südbrandenburg, Sachsen
EWE Tel	ca. 10.000 km	Weser Ems Land (Hamburg bis zur niederländischen Grenze), Region Magdeburg, Rügen
Hansenet	1000 km	„Wirtschaftsraum“ Hamburg
HEAG MediaNet GmbH (Partner von GasLINE)	1200 km (1400 km Kupfer)	Südhessen (Region Darmstadt, Frankfurt M.)
ISIS	ca. 1.300 km	Raum Düsseldorf, Duisburg, Dinslaken, Dormagen, Essen, Krefeld, Mönchengladbach
M“Net (+NEF Kom)	ca. 1300 km	Raum München, Dachau, Starnberg, Ingolstadt, Nürnberg, Erlangen, Fürth, Ansbach, Lauf, Feucht, Roth,
Manet	ca. 320 km	Region Mannheim, Rhein-Neckar
NetCologne	ca. 2.000 km (2.200 km Kupfer)	Region Köln/ Bonn
Pfalzkom	ca. 600 km	Pfalz, Rheinhessen, Saarland
TEAG Netkom GmbH	ca. 3000 km	Region Thüringen
Telemaxx	500 km	Freiburg, Offenburg, Baden-Baden, Karlsruhe, Walldorf

Quelle: WIK, eigene Recherche

Zukünftige Netzausbaustrategien

Mit Blick auf künftige Netzausbaustrategien gilt für City Carrier, was im Moment für die gesamte Branche der Netzbetreiber gilt: business case getriebener, d.h. an konkreter Nachfrage orientierter Ausbau.

Da City Carrier ihre Übertragungsinfrastruktur im Wesentlichen von den Anteile haltenden EVU beziehen, spielt beim künftigen Ausbau des Backbone-Netzes die Stromnetz-Planung der Stadtwerke eine gewisse Rolle. Die Stadtwerke koppeln den Ausbau der Glasfaserinfrastruktur an den Ausbau der anderen Netze, die sie betreiben. Ein von den Plänen der City Carrier zunächst unabhängig betriebener Glasfaserausbau ist für die meisten Fälle auszuschließen. Häufig werden jedoch bei Bauarbeiten der Stadtwerke Leerrohre mitverlegt, welche das spätere Verlegen von Glasfasern erleichtern.

Beim von uns wahrgenommenen Regelfall werden Glasfaserstrecken in Abstimmung mit den City Carriern verlegt. Der konkrete Bedarf an zusätzlicher Glasfaserinfrastruktur wird letztlich durch die Nachfrage determiniert, so dass bei den Netzausbaustrategien der City Carrier unter gewissen praktischen Einschränkungen seitens der Stadtwerke von Nachfrage getriebenem Ausbau gesprochen werden kann. Die Rechercheergebnisse zeigen jedoch auch, dass manche City Carrier den Ausbau des Glasfasernetzes beim Stadtwerk in Auftrag geben und die Glasfaserleitungen unabhängig von anderen Netzarbeiten verlegt werden. Die Ausbaustrategien dieser City Carrier entsprechen weitgehend den in Abschnitt 3.5 dargestellten Ausbaustrategien der national tätigen Carrier und ISP.

In Bezug auf die geografische Ausweitung der Geschäftstätigkeit führten Hansmann et al. 2002 eine Befragung unter Carriern durch. Demzufolge planten 2002 nur etwa knapp die Hälfte (48,1 %) der antwortenden regionalen TK-Unternehmen eine geografische Ausweitung beim Betreiben von überregionalen Übertragungswegen.⁷⁶ Zusätzlich plante der überwiegende Teil (ca. 60 %) derjenigen Unternehmen, die in den Ausbau investieren wollten, dies in Form von Kooperationen.

Mit Blick auf künftige Netzausbaustrategien lässt sich weiterhin konstatieren, dass einige City Carrier die Konsolidierungsphase am TK-Markt nicht als eigenständiges Unternehmen überstanden haben, sondern in anderen Carriern aufgegangen sind. Versatel und Tropolys sind hier als Carrier zu nennen, die jeweils eine bedeutende Zahl kleiner City Carriern erworben haben.⁷⁷ Andere City Carrier expandieren aus eigener Kraft, z.B. NetCologne und Hansenet, oder kaufen benachbarte City Carrier auf, bspw. hat EWE Tel einige City Carrier übernommen. Diese Konsolidierung im Bereich der City

⁷⁶ Hansmann et al. (2002), S.13ff; Auf die Befragung antworteten 39 regional ausgerichtete Carrier. Die Aussagen geben damit einen zwar zeitbezogenen, jedoch durchaus repräsentativen Eindruck von den Investitionsstrategien der regionalen Wettbewerber wieder.

⁷⁷ Vgl. hierzu auch Abschnitt 3.6.

Carrier spiegelt damit auch wider, dass sich eine Reihe von Stadtwerken aus ihren Beteiligungen an City Carriern zurückgezogen hat. Z. B. hat Stadtwerke Düsseldorf AG als Gründungsgesellschaft der ISIS Multimedia Net GmbH & Co. KG im Zuge der verstärkten Konzentration auf das Kerngeschäft ihre Anteile an dem City Carrier veräußert.⁷⁸ Der Konsolidierungsprozess im Bereich der City Carrier erscheint in Deutschland noch nicht abgeschlossen.

Aufgrund der wachsenden Zahl der Breitbandanschlüsse und der vielfach positiven Geschäftsentwicklung in 2004 planen City Carrier zunehmend den Ausbau ihrer Kundenbasis und mitunter die Ausdehnung ihrer Einzugsgebiete. In diesem Zusammenhang erhöhen diese Carrier auch ihre Investitionen in ihre Netze.⁷⁹ Ein großer Teil der Netzinvestitionen wird bei den City Carriern naturgemäß in die städtischen Netze fließen.

Insgesamt ist daher in Deutschland seitens der City Carrier und der beteiligten Stadtwerke nur noch vereinzelt mit einem Ausbau von Backbone-Glasfaserleitungen zu rechnen.

3.4 Nationale bzw. überregionale Energie- und Gasversorger

In der Gruppe der überregional anbietenden Energie- und Gasversorger unterscheidet sich das Geschäftsmodell des Unternehmens GasLINE erheblich von dem der anderen EVU und Gasversorger. GasLINE wird daher gesondert analysiert.

3.4.1 GasLINE

Die GasLINE Telekommunikationsnetzgesellschaft deutscher Gasversorgungsunternehmen mbH & Co. KG ist ein 1996 gegründeter Zusammenschluss aus 15 überregionalen und regionalen Gasnetzbetreibern: Avacon, Bayerngas, Erdgas Südsachsen, Ergas Münster, EVG Erdgas Thüringen-Sachsen, EWE, Ferngas Nordbayern, Gas-Union, E.ON Hanse, E.ON Ruhrgas, Saar Ferngas, HEAG Südheissische Energie AG, Thyssen Gas, VNG - Verbundnetz Gas und RWE Gas AG.

GasLINE kann gegenwärtig auf ein über 8.000 km langes, Deutschland weites dark fiber-Netz zurückgreifen. Es verbindet die Ballungsräume des Landes und geht zusätzlich bis zu einem gewissen Grad in die Fläche (siehe Abbildung 3-5 in Abschnitt 3.8). Entlang des gesamten GasLINE Glasfasernetzes sind ca. alle 80 km Systemtechnik-Stationen errichtet, in denen die Kunden, die Leistungen von GasLINE nachfragen, technisches Equipment zur Verstärkung der Lichtsignale installieren können.

⁷⁸ Stadtwerke Düsseldorf AG (2004).

⁷⁹ Nonnast, Slodczyk (2004).

Geschäftsmodell

GasLINE besitzt durch seine Gesellschafter umfangreiches Know How bei der Errichtung und dem Betrieb von Glasfaserinfrastrukturen sowie „starke Wegerechte“ und kann auf bestehende Infrastruktur seiner Gesellschafter zurückgreifen. Dabei handelt es sich um vorhandene Gasnetze, neben denen häufig bereits Leerrohre vergraben liegen bzw. relativ einfach zusätzliche, parallel verlaufende dark fiber-Leitungen verlegt werden können. Economies of scope bei paralleler Verlegung von dark fiber zu den Gasnetzen verschaffen GasLINE einen zusätzlichen Wettbewerbsvorteil gegenüber reinen Kommunikationsnetzbetreibern.

GasLINE agiert ausschließlich auf der Ebene der „rohen“ Übertragungsinfrastruktur, d.h. es werden ausschließlich dark fiber-Leitungen sowie Leerrohre oder Kapazitäten innerhalb der Leerrohre vermarktet. In den Leerrohren können dann kundeneigene Glasfaserkabel installiert werden.

GasLINE tritt nicht als Anbieter von Telekommunikations-, Internet- oder CATV-Diensten auf und ist ebenso wenig am Markt für Wellenlängen und Mietleitungen aktiv.

GasLINE vermietet seine dark fiber-Leitungen auch an Carriers Carrier, welche ihrerseits wiederum als Anbieter von Übertragungsleitungen auftreten können. Das Unternehmen nimmt damit offenbar bewusst potenzielle Konkurrenz in Kauf.

GasLINE agiert wirtschaftlich unabhängig von seinen Müttern auf der Basis eines eigenen Geschäftsmodells. Insbesondere werden die errichteten Übertragungsleitungen bei GasLINE und nicht bei den Anteilseignern bilanziert.

Netzausbaustrategien

GasLINE verfolgt eine streng Nachfrage orientierte Netzausbaustrategie. Wenn es seitens der Nachfrager erforderlich ist, werden auch außerhalb des Strom- bzw. Energienetzes Glasfaserleitungen verlegt, was vorwiegend innerhalb von Städten vorkommt. Nachfrage getriebener Projektausbau bedeutet auch, dass bei zu geringer Nachfrage der Ausbau von Streckenabschnitten, die von der Netztopologie her wünschenswert erscheinen, zunächst verschoben wird. Diese streng Nachfrage orientierte Ausbaustrategie wurde von Beginn an verfolgt.

Das Netz von GasLINE verbindet heute die marktrelevanten Zentren und Gebiete in Deutschland mit guter Redundanzstruktur. Aufgrund des erreichten Ausbaustandes und der zusätzlich verminderten Nachfrage im Zuge der Konsolidierungsphase am TK- und ISP Markt hat sich in den letzten Jahren der weitere Ausbau des Netzes verlangsamt. Eine Änderung am Ausbauprinzip, etwa in Form eines groß angelegten, strategisch ausgelegten Ausbaus des Netzes, ist für die absehbare Zukunft nicht geplant, d. h. kurz- und mittelfristig ist kein verstärkter Netzausbau zu erwarten. Gleichwohl sorgt die

vorhandene Nachfrage für einen moderaten Netzausbau und die kontinuierliche Inbetriebnahme neuer Streckenabschnitte.

3.4.2 Überregionale EVU und Gasversorger

Die vier großen überregional in Deutschland tätigen EVU und Betreiber von Hoch- und Höchstspannungsnetzen sind die EnBW Energie Baden-Württemberg AG, die E.ON AG, die RWE AG, und die Vattenfall Europe AG. Bei den überregionalen Gasversorgern mit einer gewissen Relevanz für das Angebot an Backbone-Übertragungsinfrastruktur sind WINGAS GmbH und die Gasversorgung Süddeutschland GmbH (GVS) zu nennen.

Geschäftsmodell

Energieversorger benötigen für den Eigenbedarf Kommunikationsinfrastruktur, bspw. zur Steuerung der Energieversorgung, für die Überwachung von Schutzsystemen und für interne Telekommunikation. Die meisten EVU verwenden dafür auch Glasfaserleitungen und nutzen dabei die economies of scope bei der gleichzeitigen Verlegung der Kommunikationsinfrastruktur mit Strom- bzw. Gasnetzen. Sie besitzen umfangreiches Know How bei der Netzplanung, „starke Wegerechte“ und bereits verlegte Netze, neben denen in der Regel relativ einfach zusätzliche, parallel verlaufende Glasfaserleitungen verlegt werden können. Die Grenzkosten, welche für die Verlegung von mehr Leitungen als für den eigenen Bedarf nötig sind, bilden im Verhältnis zu den gesamten Verlegekosten nur einen kleinen Teil. Die Glasfaserleitungen werden in der Regel gleich bei der Errichtung der Gas- oder Stromtrassen mitverlegt. Bei Gasnetzbetreibern werden mitunter Leerrohre mitverlegt, welche für spätere Nachrüstungen genügend Kapazitäten bieten. Die Verlegungsarbeiten können somit auf zwei Netze, das Gas- bzw. Stromnetz zum einen und das Glasfasernetz zum anderen aufgeteilt werden. Diese Synergieeffekte aus der gleichzeitigen Errichtung und dem teilweise gemeinsamen Betrieb verschiedener Netzarten zusätzlich mit den starken Wegerechten stellen wie bei den Stadtwerken auch bei den EVU sowie den Gasnetzbetreibern einen beachtlichen Kosten- und Strategievorteil gegenüber den im noch folgenden Abschnitt 3.5 behandelten national und international agierenden TK- und ISP-Carriern dar.

Zusätzlich ergeben sich beim gleichzeitigen Betreiben verschiedener Netze Synergien im Bereich Trassenüberwachung und Wartung.

Eine einschränkende Besonderheit besteht bei den EVU. Der Großteil der durch die EVU verlegten Glasfaserinfrastruktur befindet sich auf der Spitze der Hoch- und Höchstspannungsleitungen. Hier müssen Sicherheitsbestimmungen für den Betrieb bzw. für den Zutritt zu den Stromnetzen eingehalten werden. Ein Zugriff auf die an den Stromleitungen verlegten Glasfaserleitungen gestaltet sich schwieriger als bei Glasfaserleitungen, welche in geringer Distanz parallel zu Gasleitungen verlaufen. Aus diesem

Grund weisen Anbieter aus dem Gassegment in der Regel auch engere, leitungsspezifischere Service Level Agreements (SLA) auf, als es EVU können. Aus dem gleichen Grund scheuen sich dark fiber vermarktende EVU vor dem Angebot an Leerrohren. Sie sehen im Installieren von Glasfaserleitungen entlang der Hochspannungsleitungen durch Dritte Sicherheitsrisiken für den Betrieb der Energienetze. Zusätzlich beschränkt bei EVU der Durchmesser des für die Verlegung von Glasfaserkabeln verwendeten Erdseils an der Spitze der Höchstspannungsleitungen die Kapazität für Glasfaserkabel. Daher kann das dark fiber-Angebot der EVU schon aus technischen Gründen nicht in dem Umfang wie bei Gasnetzbetreibern ausfallen, welche die Leitungen parallel zu den Gastrassen im Boden verlegen.

Alle in dieser Gruppe zusammengefassten Anbieter betreiben in Deutschland die Vermarktung von Dark und managed fiber nicht als primäres Geschäftsmodell. Die Anbieter verlegen zwar über den Eigenbedarf hinausgehende Übertragungsinfrastruktur entlang ihrer Strom- bzw. Gasnetze. Unsere Interviews haben jedoch ergeben, dass die Vermarktung von dark fiber-Leitungen vom EVU bzw. Gasnetzbetreiber im Grunde als reines Deckungsbeitragsgeschäft zusätzlich zum eigentlichen Geschäftsmodell des Unternehmens betrachtet wird. Innerhalb der Unternehmen bestehen in der Regel keine eigenständigen, auf Übertragungsinfrastruktur spezialisierten Wirtschaftseinheiten. Die Vermarktung wird vielmehr von den Netzabteilungen mitgetragen.

Trotz prinzipieller Gemeinsamkeiten existieren Unterschiede zwischen den Anbietern dieser Gruppe bei der Intensität der Vermarktung. Es fällt auf, dass vorrangig die beiden Gasnetzbetreiber WINGAS und GVS sowie in kleinerem Umfang auch die MITGAS (Mitteldeutsche Gasversorgung GmbH) im Raum Halle/Leipzig ihre nicht selbst genutzten Übertragungsleitungen aktiv am Markt anbieten. Darüber hinaus vermarkten einige Gasnetzanbieter ihre Infrastruktur als eher reaktiver Anbieter auf gezielte Anfrage, bspw. die EMB Brandenburg.

Die großen nationalen EVU sind hingegen fast alle nicht als aktive Anbieter am heutigen Markt für Übertragungsleitungen präsent. Eine Ursache dafür kann in den oben erläuterten technischen und sicherheitsbedingten Spezifikationen des Stromnetzes liegen. Ein weiterer und wahrscheinlich der gewichtigere Grund liegt in der heute vorzufindenden Tendenz zur Konzentration auf das ursprüngliche Kerngeschäft und dem damit erfolgten Rückzug aus der TK-Branche. Dies stellt zum einen eine Reaktion auf den zunehmenden Wettbewerbsdruck im TK-Markt dar. Zum anderen steht der Kernmarkt im Zuge der Liberalisierung des Energiemarktes und dem geplanten Unbundling⁸⁰ in diesem Sektor vor neuen Umstrukturierungen und Unsicherheiten. Unabhängig davon stehen der Energiebranche in Deutschland hohe langfristige Investitionen bevor.

Eine Ausnahme hinsichtlich der aktiven Vermarktung von Übertragungsinfrastruktur bildet die Vattenfall Europe AG, welche aktiv Glasfaserinfrastruktur vermarktet. Bis

⁸⁰ Vgl. hierzu z.B. Hense, Schäffner (2004).

2004 führte die für den Stromnetzbetrieb zuständige Vattenfall Europe Transmission GmbH auch die Vermarktung der Glasfaserinfrastruktur durch. Seit April 2004 übernimmt diese Aufgabe eine eigene 100%-ige Tochter der Vattenfall Europe Transmission GmbH, die Vattenfall Europe Netcom, welche aus der VEAGCOM Telekommunikationsgesellschaft hervorgegangen ist. Im Mittelpunkt der Aktivität der Vattenfall Europe Netcom steht die Vermarktung von Übertragungskapazitäten. Vattenfall versucht im Gegensatz zu den anderen großen EVU sich auch am TK-Markt mit typischen Diensten eines Carriers Carrier zu etablieren und geht damit über die bloße Vermarktung von dark fiber-Leitungen hinaus. Die Übertragungsleitungen bzw. die Übertragungskapazität wird bei der Muttergesellschaft eingekauft und anschließend weiter vermarktet. Die Netzinfrastruktur wird dabei bei der Muttergesellschaft bilanziert.

Insbesondere die beiden größten EVU in Deutschland, E.On und RWE, sind häufig indirekt an ISP und TK-Gesellschaften beteiligt. Sie besitzen Beteiligungen an zahlreichen kleineren, lokalen bis regionalen EVU, welche wiederum häufig an regionalen ISP und TK Gesellschaften beteiligt sind und diese mit Backbone-Infrastruktur versorgen. So wird die Übertragungsinfrastruktur der überregionalen EVU auch zur Versorgung dieser Carrier verwendet. Vorrangig die zwei größeren überregionalen EVU verfügen indirekt über mehrere solcher Beteiligungen.

Das Netz der E.On unterteilt sich bspw. in 7 Regionen: E.ON Hanse AG, Avacon AG, E.ON Westfalen-Weser AG, EAM Energie AG, E.DIS AG, Thüringer Energie AG (TEAG) und E.ON Bayern AG. Dabei ist Avacon Gesellschafter bei BCC. Die E.ON Westfalen-Weser AG trägt Beteiligungen an der Tele OS und der Eggenet. E.DIS und TEAG sind Hauptgesellschafter bei e.discom bzw. TEAG Netkom. Diese Carrier beziehen somit teilweise ihre Kommunikationsinfrastruktur indirekt von E.ON. Des Weiteren sind die E.ON Ruhrgas, E.ON Hanse AG und Avacon-Gesellschafter bei GasLINE. Somit ist es nicht verwunderlich, dass E.ON selbst kaum als Vermarkter von Dark bzw. managed fiber für Dritte auftritt.

Ähnliche Gegebenheiten der Konzernstruktur wie bei E.ON liegen auch bei der RWE AG vor. Zur RWE Energy Gruppe, welche für den Netzbetrieb zuständig ist, gehören die RWE Westfalen-Weser Ems, die ELE, rhenag, die Pfalzwerke und die KEVAG. Damit gehören die KEVAG Telekom oder die Pfalzkom zu den potenziellen dark fiber-Kunden bei der RWE.

Sowohl E.On als auch RWE planen in der Anfangsphase des liberalisierten TK-Marktes über Tochterfirmen, wie Viag Interkom oder RWE Telliance (o.tel.o) den Einstieg als TK-Carrier. Ein großer Teil der zu diesem Zweck aufgebauten Netze wurde an die Käufer der abgestoßenen TK-Töchter vermarktet. Aus dieser Zeit stammen langfristige Versorgungsverträge, bei denen bspw. E.On heute noch als Anbieter von dark fiber-Strecken für die Käufer der ehemals eigenen Tochterunternehmen auftritt.

Regionaler Fokus/ Schwerpunkt der Verlegeaktivitäten der überregionalen EVU und Gasversorger

Die EVU haben traditionell regionale Schwerpunkte bei der Verteilung ihrer Hoch- und Höchstspannungsnetze. Die Verteilung der Verantwortung für den Netzbetrieb ist in Regelzonen (siehe Abbildung A2– 18) beschrieben. Die RWE ist in den westlichen Regionen in Nordrhein Westfalen, Rheinland Pfalz, im Saarland und zusätzlich in Schwaben im Südwesten Bayerns das zuständige EVU. Die Regelzone der EnBW erstreckt sich im Wesentlichen auf Baden Württemberg, Vattenfall stellt die Hoch- und Höchstspannungsnetze in den neuen Bundesländern und in Hamburg. Der restliche, große, mittige Streifen von Schleswig Holstein über Niedersachsen, Hessen und Bayern wird durch E.ON versorgt. An dieser Aufteilung der Hoch- und Höchstspannungsnetze orientiert sich auch das Vermarktungsgebiet für dark fiber (siehe Karten der Hochspannungsnetze in den Anhängen Abbildung A2– 18 bis Abbildung A2– 21).

Die Netze der Gasversorger WINGAS und GVS fallen in der Tendenz weitläufiger als die der EVU aus.

Das Glasfasernetz der WINGAS umfasst hauptsächlich einen Ring um Bielefeld, Dortmund, Wuppertal, Köln, Frankfurt a. M., Ludwigshafen, Darmstadt, Offenbach und Kassel. Weitere Strecken gehen davon ab in Richtung Hamburg, Berlin, Chemnitz und in Richtung Niederlande und Belgien (siehe Netzkarte in Anhang Abbildung A2– 22). Durch Baden-Württemberg und Bayern verlaufen hingegen keine Strecken von WINGAS.

Das Versorgungsgebiet der GVS konzentriert sich auf das Bundesland Baden-Württemberg und besteht im Wesentlichen aus einer Strecke entlang des Rheintals von Mannheim über Karlsruhe, Freiburg bis an die Grenze zur Schweiz (Basel). Von dieser Achse führt eine Strecke nördlich von Karlsruhe nach Stuttgart, verästelt sich dort und führt über Tübingen zum Bodensee bzw. nach Ulm (siehe Karte in Abbildung A2– 23).

Die Gesamtlänge der Glasfasernetze der großen EVU dürfte schätzungsweise zwischen 18.000 km und 23.000 km betragen.⁸¹

Wir gehen davon aus, dass die Länge des Glasfasernetzes der WINGAS geringer ausfällt, als dessen Gasnetz, welches bundesweit etwa 2.000 km lang ist. Die Länge des Glasfasernetzes der GVS beträgt ca. 1.700 km. Die anderen regional aktiven Gasnetzbetreiber betreiben eindeutig kleinere Glasfasernetze.

⁸¹ Die Schätzungen basieren auf konkreten Zahlen von zwei der vier EVU und Abschätzungen für die anderen beiden EVU, wobei die Länge der Hoch- und Höchstspannungsnetze als Vergleichsbasis verwendet wurde.

Entwicklung der Netzausbaustrategien

Ein gewisser Anteil der Glasfaserinfrastruktur der EVU wurde bereits in den 1980er Jahren verlegt. Diese Leitungen wurden – die Perspektive eines breiten Einstiegs in den TK-Markt und die rasante Entwicklung des Internet fehlte damals noch – mit einer relativ geringen Anzahl an Glasfasern versehen, welche an dem zu erwartenden Eigenbedarf an Übertragungskapazität ausgerichtet war.

Mit der TK-Marktiliberalisierung fingen die Gas- und Energienetzbetreiber an, sich bei der Bestimmung der Kabelkapazitäten auf neuen Strecken mehr an den damals prognostizierten Marktwachstumszahlen zu orientieren. Vorwiegend aufgrund ehrgeiziger Pläne, mit eigenen Tochterunternehmen in den TK-Markt einzusteigen, bauten die EVU in der Mitte der 1990er Jahre stark ihre Glasfaserkapazitäten aus. Die damals gegründeten TK-Unternehmen wie RWE Telliance AG, Veba.com oder Viag Interkom wurden jedoch im Zuge der Konsolidierungsphase verkauft.

Für die zukünftige Errichtung von Glasfaserinfrastruktur bedeutet der Kurswechsel der EVU, dass sich der Ausbau in erster Linie wieder am Eigenbedarf an TK-Infrastruktur orientiert. Nachgeordnet wird die Nachfrage der TK-Carrier, an denen die EVU Beteiligungen tragen, mit einbezogen. Bei Vattenfall erfolgt der Ausbau der Glasfaserinfrastruktur in Abstimmung mit Vattenfall Netcom. Hier werden entlang neuer Höchstspannungsleitungen Glasfaserleitungen mitverlegt. Ansonsten erfolgt bei den EVUs kein Ausbau für externe Nachfrage. Mitunter, wenn auch selten, kommt es sogar vor, dass EVU bei auftretenden Engpässen auf einzelnen Streckenabschnitten selbst als Nachfrager für dark fiber auftreten.

Da der Glasfaserausbau in der Regel parallel mit dem Ausbau des Höchstspannungsnetzes betrieben wird, ist bei allen vier EVU für die konkrete Streckenwahl der Ausbauplan des Stromnetzes maßgebend.

Für die Gasversorger gilt im Wesentlichen die gleiche Ausbaustrategie für Glasfaserinfrastruktur, wie für die EVU. Sie hängt von den Ausbauplänen der Gasnetze ab. Allerdings wird die parallel verlegte Glasfaserinfrastruktur primär dem Markt für Übertragungsinfrastruktur zugeführt.

Obwohl die EVU in Deutschland zu den wichtigsten Errichtern von Glasfaserinfrastruktur zählen, ist zukünftig nicht mit einem verstärkten oder mehr regionalisierten Angebot an Glasfaserinfrastruktur am offenen Markt seitens der EVU zu rechnen. Hier bildet nur im ostdeutschen Raum Vattenfall hinsichtlich der Vermarktung von Glasfaserinfrastruktur eine gewisse Ausnahme. Doch auch für Vattenfall gilt, ebenso wie für die aktiv vermarktenden Gasversorger, dass der Ausbau an Glasfaserinfrastruktur primär von den Ausbauplänen für die jeweiligen Höchstspannungs- bzw. Gasnetze abhängt und daher nur ein sehr begrenzter Ausbau zu erwarten ist.

3.5 Überregionale ISP und TK-Netzbetreiber

Die fünfte Anbietergruppe bilden aus dem Internet- und TK-Sektor stammende Carrier mit eigenen Netzen. Wichtige mögliche Repräsentanten dieser Gruppe sind 3U Telecom, Abovet, BT Ignite, Cable & Wireless, Cogent, Carrier24, Colt Telecom, Interoute, Global Crossing, KPN Eurorings, Level 3, MCI-Worldcom, Tropolys und Versatel.

Die Untersuchungen zu dieser Gruppe basieren vor allem auf Internetrecherche und der Befragung einzelner Carrier.

Geschäftsmodell

Die Geschäftsmodelle der einzelnen Carrier dieser Gruppe variieren. Allen Carriern gemeinsam ist jedoch, dass sie landesweit ausgebaute Glasfasernetze betreiben. Dabei errichten sie teilweise selbst Strecken, zum Teil greifen sie jedoch auch auf Leerrohre von Dritten zurück. Neben der kostengünstigeren Verlegung bei der Verwendung von Leerrohren, ist die Problematik der Wegerechte größtenteils bereits geklärt. Dies ist für ISP und TK-Carrier durchaus von Bedeutung, da sie bei der Neuverlegung von Leitungen keine bereits existierenden Energie- oder Gasleitungen verwenden können und sich nicht auf das Energieversorgungsgesetz berufen können und damit über weniger intensive Wegerechte als die EVU und Gasnetzbetreiber verfügen.

Die meisten der o. g. Carrier sind als transnational ausgerichtete Carrier Individualmarkt orientierte Anbieter, welche vorwiegend im Geschäftskundenbereich oder als Carriers Carrier auftreten. Anbieter wie Tropolys, Versatel und Arcor treten hingegen als Vollsor-timenter auf und bedienen auch Privatkunden.⁸²

In Tabelle 3-2 sind wichtige überregionale ISP und TK-Netzbetreiber in Deutschland aufgenommen. Es wurden Netzgröße und Fokus des Geschäftsmodells untersucht. Das Ergebnis dieser Recherche ist eindeutig. Alle haben eine mehr oder weniger bedeutende Netzgröße, bspw. verfügt BT Ignite über ein ca. 11.000 km langes Glasfasernetz. Dagegen fällt z. B. das Glasfasernetz von Level 3 mit etwa 3.000 km vergleichsweise klein aus.

Zwei Anbieter können jedoch nur als aktive Anbieter von dark fiber identifiziert werden: Abovet und Level 3. Bei diesen Anbietern mit vergleichsweise kleinen Netzen taucht dark fiber im regulären Produktportfolio auf. Bei einigen weiteren Carriern wurde auf Anfrage bestätigt, dass in geringem Umfang fallweise ebenfalls dark fiber angeboten wird.

⁸² Eine Sonderstellung hinsichtlich des allgemeinen Geschäftsmodells bilden Tropolys und Versatel. Diese Carrier sind aus der Zusammenlegung einzelner Regionalcarrier entstanden und bedienen auch private Haushalte. Tropolys befindet sich dabei im Mehrheitsbesitz der internationalen Investorengruppe APAX Europe IV und ist mehrheitlich an deutschlandweit 14 City Carriern beteiligt. Versatel ist ein niederländischer Carrier, der in Deutschland fünf City Carrier aufgekauft hat.

Tabelle 3-2: Überblick über überregional tätige ISP und TK-Netzbetreiber mit Blick auf das Angebot von dark fiber in Deutschland

Anbieter	Glasfaser-Netzgröße Deutschland / international	Fokus des Geschäftsmodells
3U	Netz von LambdaNet (ca. 4000km in Deutschland ⁸³ , ca. 22.000 km in Europa)	früher eher call by call und nicht infrastrukturbasierter VNB – Massenmarkt orientiert; offen, ob aus erworbener Infrastruktur Strategieänderung in Richtung Infrastrukturangebot resultieren wird (bisher nicht erkennbar) - LambdaNet bietet in seiner offiziellen Produktbeschreibung keine dark fiber an, tritt jedoch als Geschäftskunden orientierter Anbieter von Festverbindungen und von Wellenlängen auf.
Arcor	22.000 km	Keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Vollsortimenter: Angebot für Carrier, Geschäfts- und Privatkunden
MFN/Abovenet	ursprünglich geplant ca. 1.500 km ⁸⁴	aktiver dark fiber-Anbieter, Fokus auf Geschäftskunden
BT Ignite	deutschlandweit ca. 11.000 km	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Fokus auf Geschäftskunden
Cable & Wireless	ca. 2400 km ⁸⁵ , europaweit ca. 50.000km	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, ausschließliche Bedienung von Geschäftskunden
Carrier24	5.150 km	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Fokus auf Geschäftskunden, Carriers Carrier
Cogent	k. A.	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Fokus auf Geschäftskunden
Colt Telecom	deutschlandweit ca. 5.300 km (davon 70% im Backbone)	keine aktive Vermarktung, in Einzelfällen Angebot auf Nachfrage, Fokus auf Geschäftskunden
Equant	k. A.	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Fokus auf Geschäftskunden
Interoute	k. A. (21.000 km in Europa)	aktiver dark fiber-Anbieter, Fokus auf Geschäftskunden
Global Crossing	ca. 2400 km ⁸⁶ , weltweit ca. 160.000 km	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Fokus auf Geschäftskunden
KPN Eurorings	3.000 km ⁸⁷ , (europaweit fast 25.000 km)	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Fokus auf Geschäftskunden

⁸³ Die Zahl bezieht sich auf das Jahr 2000. Aktuelle Zahlen liegen derzeit nicht vor. Quelle: Elixmann (2001).

⁸⁴ ebd.

⁸⁵ ebd.

⁸⁶ ebd.

Anbieter	Glasfaser-Netzgröße Deutschland / international	Fokus des Geschäftsmodells
Level 3	ca. 3000 km, International 36.000 km	aktiver dark fiber-Anbieter, Fokus auf Geschäftskunden
MCI Worldcom	14.000 km ⁸⁸ , International 98.000 Meilen	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Fokus auf Geschäftskunden
Tropolys	ca. 11.000 km	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, es wird jedoch auch dark fiber vermarktet, Vollsortimenter
Versatel	17.000 km in Deutschland (davon ca. 4.400 km Backbone)	keine aktive dark fiber-Vermarktung erkennbar, Vollsortimenter

Quelle: Websites der einzelnen Unternehmen, eigene Recherchen

Man kann dieses Ergebnis auch so werten, dass in der Regel die Hauptgeschäftsmodelle und Kernkompetenzen der Carrier innerhalb dieser Gruppe auf höheren Wertschöpfungsstufen als der Vermarktung von mehr oder weniger roher Glasfaserinfrastruktur zum Tragen kommen. Die meisten der genannten Carrier bieten vorrangig Lit Fiber-Produkte, also Mietleitungen, oder Endkunden spezifische Dienste an.

Auch innerhalb dieser Anbietergruppe nimmt die Vermarktung von dark fiber nur eine untergeordnete Rolle in den strategischen Ausrichtungen der Carrier ein und dürfte in erster Linie nur als Nebengeschäft (Deckungsbeitrag) betrieben werden. Zusätzlich muss bei einer Entscheidung über die Vermarktung von dark fiber entschieden werden, inwiefern dadurch für das eigene Geschäftsmodell mit den entsprechenden Hauptumsatzfeldern auf höheren Vermarktungsstufen zusätzliche Konkurrenz erzeugt würde.

Regionaler Fokus/ Schwerpunkt der Verlegeaktivitäten

Die vorwiegend international ausgerichteten Carrier dieser Gruppe sind mit ihrer Infrastruktur hauptsächlich in deutschen Großstädten und Ballungsräumen vorzufinden. Tabelle 3-3 gibt einen Überblick über die Präsenz ausgewählter Carrier in deutschen Städten. Hieraus lässt sich schließen, dass die Backbone-Routen hauptsächlich zwischen den Großstädten verlaufen.

⁸⁷ Die Zahl bezieht sich auf das Jahr 2000 und auf das damalige Unternehmen KPN Qwest. Aktuelle Zahlen liegen derzeit nicht vor. Quelle: Elixmann (2001).

⁸⁸ Die Zahl bezieht sich auf das Jahr 2000. Aktuelle Zahlen liegen derzeit nicht vor. Quelle: Elixmann (2001).

Tabelle 3-3: Präsenz internationaler Backbone-Carrier in Deutschland (Access PoP's, Multiple PoP's, Stand Juli 2004)

Standort	Unternehmen				
	BT Ignite	Cable & Wireless	Cogent	Colt	Global Crossing
Aachen	x				
Berlin	x	x	x	x	X
Bonn	x				
Braunschweig	x				
Bremen	x		x		
Dortmund			x		
Dresden	x		x		X
Düren					
Düsseldorf	x	x	x	x	X
Essen	x		x	x	
Frankfurt	x	x	x	x	X
Gera	x				
Hamburg	x	x	x	x	X
Hannover	x	x		x	X
Ingolstadt					
Karlsruhe	x			x	
Köln	x	x		x	X
Leipzig	x			x	X
Lübeck	x				
Magdeburg	x				
Mannheim	x		x	x	
München	x	x	x	x	x
Münster					
Nürnberg	x		x	x	x
Regensburg	x				
Stuttgart	x	x	x	x	x

Standort	Unternehmen				
	Interroute	KPN Euro-rings	Lambda-Net	Level 3	MCI
Aachen			x		
Berlin	x	x	x	x	x
Bonn	x		x		
Braunschweig			x		
Bremen		x	x		
Dortmund			x		x
Dresden	x		x		
Düren			x		
Düsseldorf	x	x	x	x	x
Essen	x		x		
Frankfurt	x	x	x	x	x
Gera					

Standort	Unternehmen				
	Interroute	KPN Euro-rings	Lambda-Net	Level 3	MCI
Hamburg	x	x	x	x	x
Hannover	x	x	x		x
Ingolstadt			x	x	
Karlsruhe		x	x	x	
Köln	x	x	x	x	
Leipzig	x	x	x	x	
Lübeck					
Magdeburg		x	x		
Mannheim		x			
München	x	x	x	x	x
Münster			x		
Nürnberg	x	x	x	x	
Regensburg					
Stuttgart	x	x	x	x	

Quelle: Websites der Unternehmen, eigene Recherche

Im Anhang sind für die Netzbetreiber BT Ignite, Cable & Wireless, Carrier24, Colt, 3U Telecom (LambdaNet), Level3, MCI Worldcom, Tropolys, Versatel Netzkarten abgebildet. Deren Betrachtung bestätigt die Erkenntnis aus der Tabelle. Bei Betrachtung der meisten Netze kann man eine Ringstruktur erkennen, die im Wesentlichen Hamburg, das Ruhrgebiet/Köln, Frankfurt M., Karlsruhe/Strassburg, Stuttgart, München, Nürnberg, Leipzig oder Dresden und Berlin miteinander verbindet. Weitere von fast allen Carriern versorgte Trassen liegen zwischen Berlin, Magdeburg, Hannover und Düsseldorf oder Frankfurt/Main. Einige Carrier besitzen jedoch noch weiterführende Netzausdehnungen. So sind vor allem Versatel und Tropolys zu nennen, die aufgrund des Aufkaufs vieler City Carrier vereinzelt über regional dichtere Netzstrukturen verfügen.⁸⁹ Auch BT Ignite verfügt in Bayern über ein vergleichsweise dichtes Netz (Abbildung A2–15).

Dark fiber-Leitungen entlang der beschriebenen Hauptstrecken zwischen den Ballungszentren werden typischerweise von allen Carriern angeboten. Die meisten ISP und TK Carrier besitzen darüber hinaus kaum noch weitere Fernverbindungen. Kleinere Städte

⁸⁹ Eine Sonderposition auch in Bezug auf die Verteilung der Übertragungsinfrastruktur nehmen wieder Versatel und Tropolys ein. Ihre Netze bestehen zu großen Teilen aus der Infrastruktur der aufgekauften City Carrier. Sie weisen demnach in diesen Regionen enger vermaschte Netze auf. So besteht das Netz der Versatel im Wesentlichen aus dem der VEW TELNET (Dortmund), der KomTel (Flensburg), CompleTel (München) der Tesion GmbH (Raum Stuttgart) und seit kurzem aus dem Netz der Berlikomm (Berlin). Tropolys ist über die von ihr kontrollierten Carrier in folgenden Städten vertreten: chemtel (Chemnitz), citykom (Münster), cne (Essen), ddkom (Dresden), hlkomm (Halle, Leipzig), hukom (Hanau), jetz (Jena), mainovatk (Frankfurt), mainzkom (Mainz), meocom (Oberhausen), pulsaar (Saarbrücken), telebel (Wuppertal), telelev (Leverkusen) und tnp (Potsdam). Beide Carrier betreiben auf den Strecken zwischen den regionalen Netzen Deutschland weitere Backbone-Verbindungen.

mit weniger als 100.000 Einwohnern sind in der Regel nur dann an die Backbone-Netze der Carrier angeschlossen, wenn sie auf den Strecken zwischen den großen Ballungszentren liegen.

Bei der Bewertung der Frage des Vorhandenseins und der Verteilung der Backbone-Übertragungsinfrastruktur in Deutschland ist zu beachten, dass nicht alle Netzabschnitte durch die Carrier selbst verlegt werden. Vielmehr gehören auch Carrier Carrier zu der Gruppe der Unternehmen die nicht nur Übertragungsinfrastruktur errichten und vermarkten sondern bereits vorhandene Infrastruktur nutzen. Häufig binden die Carrier dabei langfristig angemietete dark fiber-Strecken oder lit fiber wie Mietleitungen in ihre Netze ein. Insofern bieten die Netzkarten ein Bild, das über die selbst errichtete Übertragungsinfrastruktur der Carrier hinausgeht. Der Anteil der selbst errichteten Infrastruktur weist dabei über die einzelnen Carrier gesehen hohe Divergenzen auf. So gibt es einerseits Anbieter mit relativ geringem Anteil an eigens errichteten Glasfaserstrecken, wie bspw. Carrier 24, deren Netz fast ausschließlich aus angemieteter Infrastruktur besteht. Andererseits existieren Anbieter, die im Fernverbindungsbereich fast alle Strecken selbst errichtet haben. Bspw. weisen Colt Telecom oder Level 3 darauf hin, dass es sich bei ihren Netzen um selbst errichtete Übertragungsinfrastruktur handelt.

Des Weiteren steht zu beachten, dass nur ein begrenzter Anteil der Infrastruktur als dark fiber vermarktet wird. Häufiger ist vielmehr das Angebot von lit fiber. Somit gehen wir davon aus, dass von ISP und TK-Carriern errichtete Glasfaserstrecken existieren, die zwar nicht als dark fiber vermarktet werden, jedoch, ähnlich wie bei der DTAG, in Form von lit fiber die Nachfrage bedienen.

Ein interessantes Detail im Zusammenhang mit der Errichtung der Backbone-Netze durch ISP und Carrier besteht darin, dass ISP und TK-Carrier nicht nur auf der Anbieterseite sondern ebenfalls auf der Nachfrageseite für Dark und managed fiber auftreten. Mitunter verlangen daher die nicht aus der TK-Branche stammenden Anbieter von den Infrastruktur anmietenden Carriern, dass letztere die bei ihnen angemieteten dark fiber-Leitungen nicht als dark fiber weiter vermarkten dürfen.

Wandel der Netzausbaustrategien

Betrachtet man die Ausbaustrategien der Carrier in der Vergangenheit und vergleicht sie mit den heute vorzufindenden Strategien und Plänen für den Netzausbau findet man erhebliche Unterschiede.

Im Zuge der Liberalisierung des TK-Marktes begannen national und international agierende Carrier mit der Errichtung eigener Übertragungsinfrastruktur. Während dieser Zeit der dot-com Boomphase bis etwa Mitte 2000 wurden hohe Investitionen in den Ausbau bzw. Aufbau von Glasfaser basierten Backbone-Leitungen vorgenommen. In dieser Zeit wurden ausreichend finanzielle Ressourcen für den kapitalintensiven Aufbau und Ausbau von Glasfasernetzen bereitgestellt. So betrieben die Carrier in dieser Periode hauptsächlich einen gesamtstrategisch und längerfristig ausgelegten Netzausbau. Sie

orientierten sich weniger am Umfang der damals tatsächlich vorhandenen Nachfrage, sondern mehr an - aus heutiger Sicht zu hohen - Wachstumserwartungen bezüglich des Datenverkehrsaufkommens. Gleichzeitig errichteten die Wettbewerber ihre Glasfasernetze hauptsächlich entlang der lukrativen Strecken mit dem größten Verkehrsaufkommen und dem größten Umsatzpotenzial. Häufig wurden die möglichen Übertragungskapazitäten dieser Strecken jedoch nur zu 10 bis 30% ausgeschöpft.

Im Jahre 2000 platzte die „dot-com-Blase“ und mit dem Aktiencrash, insbesondere für ICT-Werte, begann die bis heute anhaltende Konsolidierungsphase am TK-Markt.⁹⁰ Das Volumen der Sachinvestitionen des deutschen TK-Marktes betrug noch 2001 ca. 11,5 Mrd. EUR, während sich die Sachinvestitionen im Jahr 2002 nur noch auf etwas über 7 Mrd. EUR beliefen. Die Festnetzkonglomerate der DTAG investierten, einschließlich der Kabelnetzbetreiber, 2001 rd. 2,7 Mrd. EUR und 2002 nur noch 1,7 Mrd. EUR.⁹¹ Diese Zahlen verdeutlichen den enormen Rückgang der Investitionen im gesamten Sektor, der sich auch auf die Investitionen im Bereich Backbone-Infrastruktur auswirkte.

Mit dem Einsetzen der Konsolidierungsphase vollführten die Carrier insbesondere einen Strategiewandel beim Ausbau ihrer Netze. Der Ausbau erfolgte zumeist nur noch nach rein business case getriebenen Ausbaustrategien und wurde durch konkrete Geschäftsmodelle abgesichert. Dieser vorsichtige Netzausbau dominiert bis heute die Strategien der meisten ISPs und Carrier. Ein langfristig ausgerichteter Netzausbau wie zu Ende des vorigen Jahrtausends findet nicht mehr statt. Vielfach werden geplante Investitionen ausgesetzt oder nur noch die wichtigsten Strecken zur Vervollständigung der Netzstruktur ausgebaut. Auf bestehenden Strecken reicht meistens eine Aufrüstung der Beschaltungstechnik für die Erhöhung der Übertragungskapazität. Alternativ mieten die Carrier häufig dark fiber oder Wellenlängen und Festverbindungen an.⁹²

Zukünftige Netzausbaustrategien

Unsere Recherchen haben ergeben, dass ISP und TK Carrier auch in mittelfristiger Sicht an den rein business case getriebenen Ausbaustrategien festhalten werden. Solange also keine Zunahme an konkreter Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur oder Übertragungskapazität zu verzeichnen ist, erfolgt auch kein Netzausbau.

⁹⁰ Vgl. hierzu auch Elixmann, Metzler, Schäfer (2004).

⁹¹ RegTP (2003), S. 6

⁹² Es sei noch einmal die Befragung von Hansmann et al. angeführt. Zum Zeitpunkt der Befragung in der ersten Hälfte des Jahres 2002, also inmitten der Konsolidierungsphase, planten trotzdem noch etwa zwei Drittel der antwortenden national ausgerichteten TK-Unternehmen einen Ausbau beim Betrieb von überregionalen Übertragungswegen. Allerdings wurde nicht nach dem Umfang und dem Zeithorizont der geplanten Investitionen gefragt, so dass auch äußerst vorsichtig agierende Carrier mit nur minimalen Investitionen trotzdem zu denjenigen zählen, welche in den Ausbau investieren. So betrachtet, passt es in das Bild der Konsolidierungsphase, dass selbst unter der offenen Fragestellung immer noch ein Drittel der national ausgerichteten TK-Unternehmen angaben, überhaupt keinen Ausbau im Betrieb überregionaler Übertragungswege zu planen. Gleichzeitig floss der Hauptteil der Investitionen der national agierenden TK-Unternehmen in die Infrastruktur. Quelle: Hansmann et al (2002), S.13ff; Auf die Befragung antworteten immerhin neun national ausgerichtete Carrier

Die Betrachtung der Nachfrageentwicklung erfolgt im nächsten Kapitel. Es sei jedoch an dieser Stelle vorweggenommen, dass viele der befragten dark fiber-Anbieter, so auch national agierende ISP und TK-Carrier, positive Erwartungen bezüglich der zukünftigen Marktentwicklung aufweisen. Die meisten Unternehmen gehen von einem baldigen Ende der Konsolidierungsphase und einem Anstieg der Nachfrage auf der Infrastrukturebene aus, was mittel- bis langfristig auch zu einem Anstieg auf der Angebotsseite führen wird. Tatsächlich planten einige Netzbetreiber bereits im letzten Jahr leicht erhöhte Investitionen in den Netzausbau. So kündigte bspw. Tropolys im Vergleich zum Vorjahr 10% höhere Investitionen in Übertragungsinfrastruktur an.⁹³

Bei der Einschätzung der Frage, inwiefern seitens national und international agierender ISP und Carrier mit einem Ausbau in den Regionen zu rechnen ist, muss bedacht werden, dass, abgesehen von Arcor, eine landesweite und flächendeckende Versorgung mit eigener Infrastruktur außerhalb der wirtschaftlichen Erwägungen dieser Anbietergruppe liegt. Da zusätzlich auf den meisten Hauptverbindungen Überkapazitäten vorherrschen und nur vereinzelt Investitionsbedarf herrscht, ist von Seiten der national und international agierender ISP und Carrier nur sehr bedingt mit einem Ausbau von Glasfaserinfrastruktur im Backbone zu rechnen.

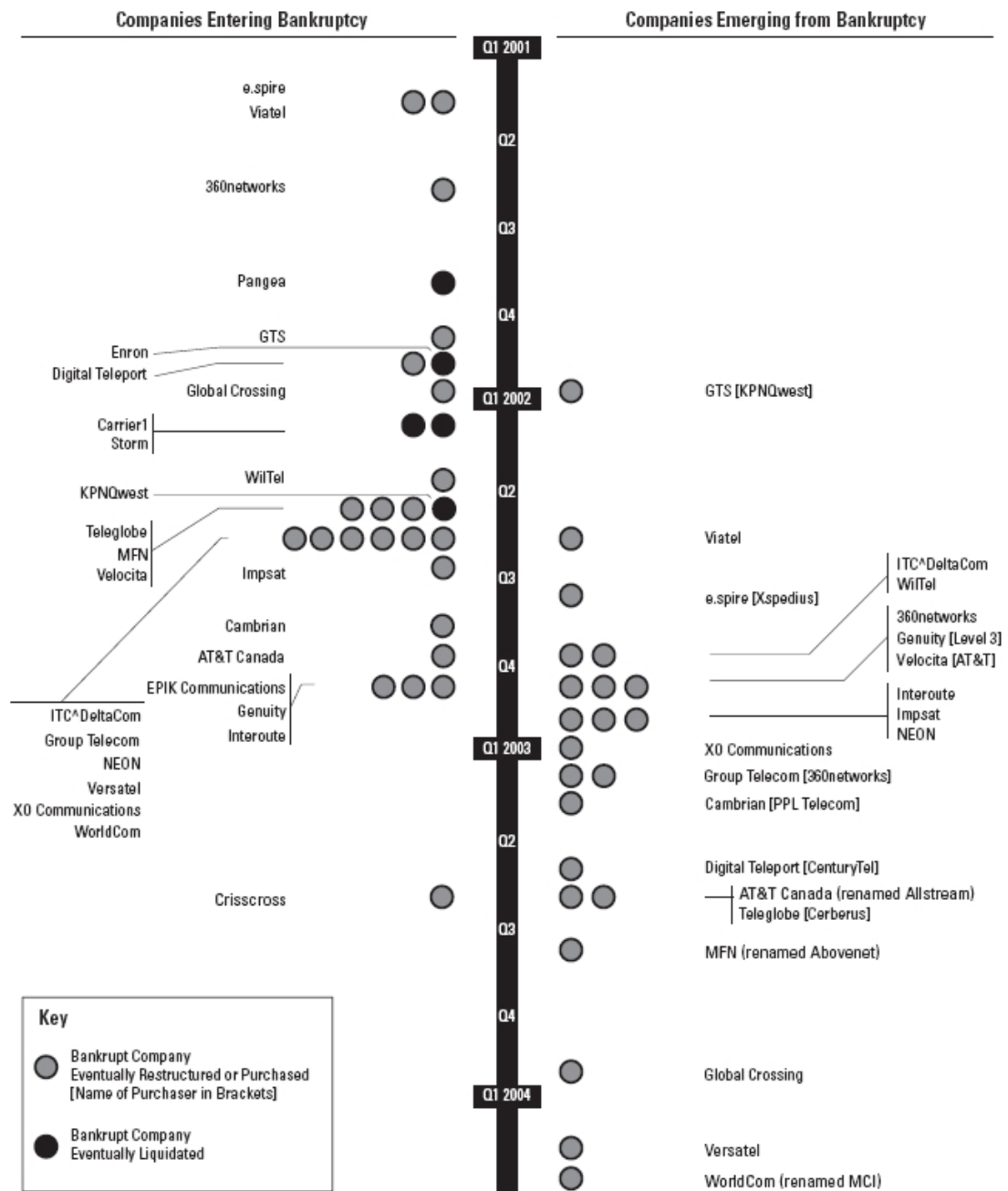
Die Übertragungsinfrastruktur insolventer Carrier

Das Eindringen vieler neuer Spieler in den TK-Markt unmittelbar nach der Öffnung des TK-Marktes führte zu hohem Wettbewerbsdruck, welcher wiederum einen starken Preisverfall bei Festnetzdiensten zur Folge hatte. Viele national agierende Carrier, welche sich hauptsächlich im lukrativen Segment für Geschäftskunden zu etablieren versuchten und dazu eigene Übertragungsinfrastruktur aufbauten, unterlagen einem starken Preiswettbewerb und mussten Insolvenz anmelden.

Abbildung 3-2 liefert einen Überblick über die Insolvenzentwicklung unter den international tätigen Carriern, von denen viele auch in Deutschland aktiv waren. So sind seit 2001 Anbieter wie 360 Networks, Carrier 1, Global Crossing, Interoute, Metromedia Fiber Networks (MFN), KPN Qwest, Teleglobe, Pangea, Worldcom, Versatel und zuletzt auch Crisscross Communications, die ebenfalls auf dem deutschen Markt aktiv waren, in Insolvenzverfahren geraten. Die meisten Insolvenzen waren im Jahr 2002 zu verzeichnen.

⁹³ Nonnast, Slodczyk (2004).

Abbildung 3-2: Insolvenzen internationaler Carrier und deren Wiederinbetriebnahmen (2001 bis 1. Quartal 2004)



Quelle: PriMetrica (2004)

Viele insolvente Carrier wurden jedoch nicht endgültig abgewickelt. Abbildung 3-2 ist vielmehr zu entnehmen, dass einige Carrier das Insolvenzverfahren überstanden haben.⁹⁴ So sind insbesondere größere Player, wie bspw. Worldcom als MCI-Worldcom, Metromedia Fiber als Abovenet, Global Crossing, Interoute oder Versatel wieder am Markt aktiv geworden. Dabei weisen sie heute i. d. R. die gleiche und mitunter sogar eine größere geographische Abdeckung mit ihren Netzen auf, als vor den Insolvenzverfahren.

Die Infrastruktur anderer insolventer Carrier wurde zum großen Teil durch andere Carrier übernommen. In der folgenden Tabelle 3-4 sind prominente Beispiele für die vermehrte Nachfrage nach nicht genutzter Infrastruktur insolventer Netzbetreiber dargestellt. Ein prominentes Beispiel stellte die Insolvenz von KPN Qwest im Jahre 2002 dar. Das gesamte europäische Backbone-Netz von KPN Qwest wurde zunächst abgeschaltet. Schließlich übernahm KPN, der niederländische incumbent, als einer der ehemaligen Gesellschafter der KPN Qwest, Teile der Insolvenzmasse, welche heute bei KPN Eurorings eingesetzt werden.

Im noch relativ jungen Beispiel der Übernahme des Netzes von LambdaNet durch die 3U Telecom AG konnte beobachtet werden, dass mehrere Unternehmen an der Übernahme des Netzes Interesse aufwiesen. Neben 3U bekundeten auch GasLINE⁹⁵, Cogent, Interoute und Carrier 24 Interesse an der Insolvenzmasse. Das kann als weiteres Indiz gewertet werden, dass sich der TK-Markt wieder leicht erholt. Es wird mehr Übertragungsinfrastruktur am Markt aktiviert, welche durch die neuen Betreiber zum einen für die Erbringung eigener Dienste genutzt wird und zum anderen der Angebotsseite für Übertragungsinfrastruktur als unbeschaltete oder beschaltete Glasfaser zurückgeführt wird.

Vor allem für neue Carrier oder für Diensteanbieter, die eigene Infrastruktur aufbauen wollen, dürfte der Einkauf von Übertragungsinfrastruktur insolventer Carrier interessant sein, wie der Fall der 3U belegt. Auf diese Weise kann der TK- bzw. ISP-Markt mit eigener Netzinfrastruktur sowohl Kosten minimierend als auch sehr schnell betreten und die größte Markteintrittsbarriere überbrückt werden.

Wieviel von der reaktivierten Übertragungsinfrastruktur am Markt für dark fiber bzw. managed fiber angeboten wird, hängt zum einen davon ab, ob die übernommenen Glasfaserleitungen bereits beschaltet waren oder nicht. Zum anderen entscheidet die strategische Geschäftsausrichtung der neuen Betreiber über die Vermarktungsform. Die

⁹⁴ Insolvente Carrier verfügten als Netzbetreiber über assets, welche weiterhin einsatzfähig waren. Nach dem Insolvenzverfahren wiesen die Carrier häufig bessere Kostenstrukturen auf, da sie nach Entschuldungsverfahren geringere Verbindlichkeiten bedienen mussten und meistens im Laufe von Umstrukturierungen effizientere Arbeitsabläufe implementiert haben. Quelle: vgl. Elixmann, Metzler, Schäfer (2004), S.61ff.

⁹⁵ GasLINE ist Infrastrukturlieferant für LambdaNet und hat offenbar noch ausstehende Forderungen gegenüber LambdaNet. Gegenwärtig (Mai 2005) laufen Verhandlungen zwischen den Unternehmen mit dem Ziel, dass GasLINE auf einen Teil seiner Forderungen gegenüber der 3U-Tochter verzichtet.

in Tabelle 3-4 betrachteten Carrier wurden während unserer Recherchen bis auf Global Voice Network bspw. nicht als aktive Anbieter von dark fiber wahrgenommen.

Tabelle 3-4: Nutzung der Infrastruktur insolventer Carrier

Insolventer Carrier	Neuer Nutzer der Infrastruktur
Energis 24	Carrier 24 (Juli 2002)
KPN Qwest	KPN Eurorings (April 2003) (Neugründung)
Carrier 1	Cogent (März 2004)
LambdaNet	3U Telecom AG (April 2004)
Metromedia Fiber Networks (MFN, Abovetnet)	Global Voice Networks (Mehrheitsbesitzer, November 2003)
Netsgroup	Tiscali (1999)
Pangea	Linxtelecom (März 2004)
360 networks	Lizenz wird vom Rechtsanwalt verwaltet

Quelle: WIK-Analyse

Das Beispiel von 360networks zeigt jedoch, dass nach wie vor Übertragungsinfrastruktur insolventer Carrier brachliegt. Wir halten jedoch den Anteil der von Insolvenzverwaltern übernommenen Infrastruktur für relativ gering. Anders gesagt, eine wesentliche Erhöhung der Wettbewerbsintensität für die Vermarktung von dark fiber im Backbone-Bereich durch die Infrastruktur von noch in Insolvenzverfahren befindlichen Unternehmen kann nicht bestätigt werden. Der Grund dafür liegt darin, dass der größte Teil der dark fiber-Leitungen bereits im Besitz von Marktspielern ist, d.h. die größten international tätigen Carrier haben ihre Geschäfte nach der Insolvenz weiter betrieben bzw. wieder aufgenommen, oder sie sind von anderen Carriern übernommen worden.⁹⁶ Gleichwohl ist auch festzuhalten, dass ein erheblicher Teil der dark fiber-Leitungen von den neuen Eigentümern (noch) nicht genutzt wird. Dies verursacht wiederum einen tendenziellen Preisdruck für die Vermarktung von dark fiber-Leitungen.

⁹⁶ Das Thema „Markteintrittsbarrieren“ wird in Kapitel 5 noch einmal aufgegriffen.

3.6 Einordnung der Anbietertypen

In Abbildung 3-3 sind in stilisierter Form die einzelnen Anbieter bzw. Anbietertypen abgebildet. Entlang der vertikalen Achse werden sie nach Verfügbarkeit von Glasfaserinfrastruktur und entlang der horizontalen Achse nach der Intensität der Vermarktung von dark fiber-Backbone-Infrastruktur eingeordnet. Dabei wird für den typischen Spieler jedes Anbietertypen seine Positionierung innerhalb des 4-Felder Schemas abgeschätzt. Bei beiden Merkmalen wird jeweils eine (ordinale) Skalierung von „gar nicht“ bis „hoch“ unterstellt.

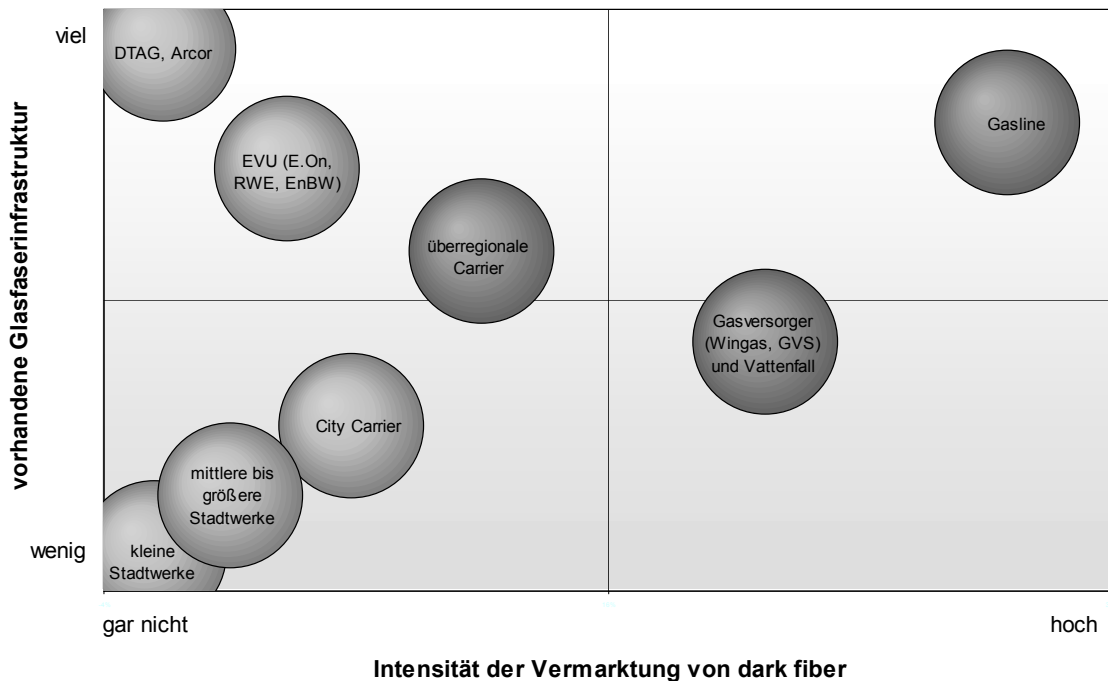
Die meisten Anbieter sind in der linken Grafikhälfte zu finden und vermarkten heute eher im geringen Umfang dark fiber-Leitungen. Im oberen linken Viertel der Grafik befinden sich dabei die Anbieter, die über relativ viel Übertragungsinfrastruktur verfügen. DTAG und Arcor verfügen zwar über viel Glasfaserinfrastruktur, vermarkten diese aber auf der dark fiber-Ebene nicht. Auch die Deutsche Bahn und die großen EVU verfügen über relativ große Glasfasernetze, vermarkten diese jedoch eher im geringen Umfang. Die Deutsche Bahn und die EVU haben sich, bis auf Vattenfall, aus dem TK-Geschäft, inklusive der aktiven Vermarktung von Backbone-Infrastruktur, zurückgezogen.

Auch die national und international tätigen TK-Carrier und ISP sind im oberen linken Quadranten zu finden, wobei die Glasfasernetze der einzelnen Carrier sich in der Größe stark unterscheiden. Das Intervall liegt, grob geschätzt, zwischen 1.000 km und 10.000 km Streckenlänge. Bis auf zwei aktiv dark fiber vermarktende Carrier treten die national bzw. international agierenden TK-Carrier und ISP nur vereinzelt auf konkrete Anfrage als Vermarkter von dark fiber auf.

Im unteren, linken Quadranten sind die regional agierenden Anbietertypen zu finden, Stadtwerke und City Carrier. Regional fokussierte Player verfügen zusammen genommen über relativ viel Glasfaser. Dabei verfügt ein durchschnittlicher City Carrier oder ein durchschnittliches Stadtwerk aufgrund der regionalen Begrenzung natürlich über weniger Glasfaserstreckenkilometer als überregional agierende Anbieter. Eine zusätzliche Einschränkung besteht bei diesen Unternehmen darin, dass ein erheblicher Teil der Glasfasernetze innerhalb des Ortsvermittlungsbereichs liegt. Auch die regional agierenden Anbietertypen vermarkten eher in geringem Umfang und i. d. R. nur auf direkte Anfrage dark fiber-Leitungen bzw. Leerrohrkapazitäten.

In der rechten Hälfte sind die vergleichsweise aktiven Vermarkter von dark fiber-Infrastruktur zu finden. Dies sind im rechten oberen Quadranten GasLINE und links darunter, also mit weniger Glasfaser basierter Backbone-Infrastruktur und einer weniger auf die Vermarktung von dark fiber ausgerichteten Geschäftsstrategie andere überregionale Gasnetzbetreiber sowie die Vattenfall Netcom.

Abbildung 3-3: Vorhandensein von Glasfaserinfrastruktur nach Anbietertypen und Vermarktungsintensität



Quelle: WIK, eigene Recherche

Zusammengefasst zeigt Abbildung 3-3 auf, dass auf der Anbieterseite der Markt durch viele unterschiedlich positionierte Spieler aus verschiedenen Infrastruktur-Branchen gekennzeichnet ist. Bei der Vermarktung von unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur zählen vorrangig TK-fremde Unternehmen, insbesondere Gasnetzbetreiber bzw. GasLINE zu den herausragenden Akteuren. Die Großzahl der anderen Anbieter tritt nur fallweise und reaktiv am Markt auf und bedient nur konkret an sie gerichtete Nachfrage.

3.7 Strukturmerkmale der Kosten- und Einnahmenseite bei Vermarktern von Backbone-Infrastruktur

Aus den bisherigen Ausführungen wurde bereits deutlich, dass die Errichtung von Übertragungsinfrastruktur sehr kostenintensiv ist. Im Folgenden werden die Merkmale der Kostenstruktur für die Verlegung von Übertragungsinfrastruktur näher beleuchtet. Daran schließt eine Darstellung der Einnahmenseite und eine Gegenüberstellung von Kosten und Umsatzpotenzial an.

3.7.1 Kosten für Backbone-Infrastruktur

Empirische Angaben über die ungefähre Höhe der Kosten – selbst wenn sie auf eine bestimmte Längeneinheit normiert sind – sind nur mit Einschränkungen zu treffen, da jede zu verlegende Strecke ihre spezifischen topografischen und wegerechtlichen Besonderheiten aufweist.

Die anfallenden Kosten für die Errichtung und Inbetriebnahme eines Glasfaser basierten Übertragungsnetzes lassen sich in mehrere Blöcke aufteilen:

- Streckenplanung, Klärung der Wegerechte
- Verlegung der Glasfaserleitungen (inkl. Tiefbauleistungen)
- Errichtung der Systemstationen und Signalverstärker bzw. Signalregeneratoren
- Beschaltung der Glasfaserleitungen
- Installation des Routing- und Switching Equipments.

Bereits bei der Netzplanung sind kostenrelevante Faktoren wie die topografische Situation auf der Wunschstrecke von Bedeutung. Des Weiteren müssen die Genehmigungen der Baulasträger eingeholt werden. Es kann zu zeit- und kostspieligen Verhandlungen mit Grundstückseigentümern kommen. Ist diese nur schwer zu beziffernde und fallweise höchst unterschiedlich ausfallende Kosten verursachende Aufgabe bewerkstelligt, können die Verlegearbeiten beginnen. Wenn für die Verlegung bereits vorhandene Leerrohre genutzt werden können, entfallen die Verhandlungskosten.

Bei der Verlegung kann in die Kosten für das Glasfaserkabel selbst und die Verlegearbeiten unterteilt werden. Die Verlege- und Grabungsarbeiten bzw. die Tiefbaukosten bilden bei der Errichtung eines Streckenabschnittes den entscheidenden Kostenfaktor.⁹⁷ Die Höhe der Tiefbaukosten hängt dabei entscheidend von den topografischen Besonderheiten der Umgebung und der in Abhängigkeit davon anzuwendenden Verlegeverfahren ab. Die größten Kostenunterschiede sind zwischen der Verlegung in Citylagen von Städten einerseits und der Verlegung auf dem Land andererseits auszumachen. Die Kosten der Verlegung in zentraler Stadtlage können etwa bis zu 200 EUR pro Meter betragen. In weniger dicht bebauter Stadtrandlage liegen die Kosten für die Verlegung deutlich niedriger. Das Verlegen von Glasfaserkabeln auf Fernverbindungen außerhalb der Städte, bspw. auf offenem Feld, ist nochmals günstiger. Die Kosten hierfür liegen etwa in einem Intervall von 50 bis 70 EUR pro Meter.⁹⁸ Die Kosten einer Verlegung von Glasfaserleitungen im Erdseil von Strommasten liegen gar nur bei ca.

⁹⁷ vgl. Puissochet (2005), S. 187ff.

⁹⁸ Die Schätzwerte beruhen auf den Ergebnissen der durchgeführten Interviews und decken sich mit Gerpott, Winzer (2002), S. 9. Bei Mengeling (2004) sind ebenfalls Durchschnittswerte nachzulesen (Mengeling (2004), S. 18).

10 EUR pro Meter. Auch die Verwendung von bereits verlegten Leerrohren senkt die Kosten der Verlegung erheblich, da ein Großteil des Tiefbaus wegfällt.

Die reinen Kabelkosten betragen bei der Verlegung im Boden nur bis zu 15% der gesamten Anlagekosten bei der Installation von Glasfasernetzen. Im Durchschnitt betragen die Kosten für Standardkabel etwa 5 EUR pro Meter.⁹⁹ Die Verlege- bzw. Tiefbaukosten und Montagekosten bilden demgemäß die weitaus größte Kostenposition und können je nach Umgebung etwa 85% der gesamten Anlagekosten betragen.¹⁰⁰

Diese Verteilung von extrem hohen Kosten der Verlegung und relativ niedrigem Kostenanteil bei den Glasfaserkabeln erklärt zum Teil auch, weshalb so viele ungenutzte Kapazitäten im Boden liegen. Um ein erneutes Graben nach nur wenigen Jahren zu vermeiden, müssen die getätigten Investitionen auch für die Bewältigung zukünftiger Erfordernisse eingestellt sein. Daher handelten viele Netzbetreiber oder reine dark fiber-Anbieter nach dem Prinzip „lieber zu viel als zu wenig“, was ökonomisch durchaus plausibel erscheint. Die Grenzkosten für die Hinzunahme einer weiteren Glasfaser in das Kabelrohr sind verglichen mit den Gesamtkosten der Errichtung einer dark fiber-Strecke gering. Auch wenn das Verhältnis aus den Kosten der einzelnen Glasfasern und den Gesamtkosten der Errichtung auf den meisten Fernverbindungen aufgrund niedrigerer Verlegekosten nicht so drastisch ausfallen dürfte wie bei der Verlegung in der Stadt, bleibt der Anreiz, eine auf lange Sicht ausreichende Anzahl an Glasfasern mitzuverlegen, auch hier bestehen.

Für den Betrieb der Glasfaserleitungen sind zusätzlich zur eigentlichen Beschaltung Systemtechnik-Stationen entlang der Trasse zu errichten, in denen die Benutzer der Leitungen ihr zur Datenübertragung notwendiges technisches Equipment unterbringen können. Diese Gebäude müssen zur Sicherung der Datenübertragung rund um die Uhr über Notstromaggregate und spezielle Klimatisierungsanlagen verfügen und generieren somit zusätzliche Kosten. Der dark fiber-Anbieter GasLINE errichtet entlang seiner Strecke bspw. ca. alle 80 km Systemstationen. Das entspricht etwa dem Intervall in dem die optischen Signale bei der Übertragung verstärkt werden müssen.¹⁰¹ Die Kosten für die Bereitstellung der Systeme zur Signalverstärkung können insbesondere auf längeren Strecken mehr als die Hälfte der Kosten für die gesamte Systemtechnik zur Datenübertragung via Glasfaser betragen.¹⁰² Im hinteren Teil dieses Abschnitts erfolgt eine genauere Beschreibung anhand von vorgenommenen Beispielen.

⁹⁹ Bspw. beziffern Iatropoulos et al. die Kosten für einen Meter Backbone-Glasfaserkabel mit 96 Fasern mit ca. 8,50EUR.; Vgl. Iatropoulos et al. (2004), S.96.

¹⁰⁰ Vgl. bspw. Gregor (2004), S. 44f; Bemerkung: Aufgrund des hohen Kostenanteils der Tiefbauarbeiten ist die in Abschnitt 2.2 diskutierte Entscheidung für Kupfer- oder Glasfaserleitungen als Übertragungsmedium vom Aspekt der Kosten her im Fall einer Neuerrichtung etwas relativiert. Ein wesentlicher Unterschied bei den Kosten besteht jedoch auch bei Neuerrichtungen auf der Ebene des auf den Leitungen aufbauenden technischen Equipments.

¹⁰¹ Alle 700 bis 1500 km ist zusätzlich eine Neugenerierung der Signale nötig.

¹⁰² Falch et al. (2003), S.5; Auf Strecken, bei denen eine Signalneugenerierung nötig ist, steigen die Kosten für die Verstärkung bzw. Neugenerierung zusätzlich an.

Für die Beschaltung müssen Signalsende- und Signalempfangeinheiten und Multiplexer bzw. Demultiplexer an den Enden der Leitungen installiert werden (siehe Abschnitt 2.4). Damit ein Carrier die Signale in seine oder wiederum andere Netze übergeben kann, müssen zusätzlich Schnittstellen bereitgestellt werden.¹⁰³ Die Kosten für die Beschaltung variieren mit der eingesetzten Technik und wachsen mit der zu installierenden Übertragungskapazität. Zusätzlich fallen Wartungskosten und Überwachungskosten für die Glasfaserstrecken an, die ein Anbieter von dark fiber-Leitungen trägt.¹⁰⁴ Um tatsächlich Übertragungsdienste über die Infrastruktur abwickeln zu können, muss noch zusätzlich die Intelligenz zur Steuerung des Datenverkehrs im Netz in Form von Routern und/oder Switches bereitgestellt werden.¹⁰⁵

Die Preise für die Systemtechnik und die Kabel sind im Zuge der in den letzten Jahren zurückgegangenen Nachfrage sehr stark gesunken. So beträgt bspw. das Preisniveau für Glasfaserkabel heute nur noch 20 bis 25% gegenüber dem in der Boomphase. Damit haben die Preise teilweise die Höhe der Herstellungskosten erreicht. Eine weitere Preissenkung ist daher kaum noch realisierbar.

Bei der Betrachtung der jährlichen Kosten für verlegte Glasfaserleitungen ist zu beachten, dass die Systemtechnik über wesentlich kürzere Zeiträume abgeschrieben werden, als die verlegten Kabelschächte. Zusätzlich fällt ein gewisser Aufwand für die Vermarktung und die Verwaltung an. Dieser Aufwand ist jedoch als vergleichsweise gering einzuordnen, da es sich bei der Vermarktung von dark fiber nicht um einen Massenmarkt, sondern um einen Vorleistungsmarkt mit einer begrenzten Zahl von Spielern handelt. Viele Anbieter betreiben, wie bereits dargelegt, praktisch gar kein aktives Marketing und agieren nur auf Anfrage.

Zur Verdeutlichung wesentlicher Kostenstrukturmerkmale für die Verlegung von Übertragungsinfrastruktur seien nachfolgend Beispiele zur Errichtung einer hypothetischen 500 km langen und einer 225 km langen Glasfaserverbindung vorgestellt.¹⁰⁶ Die ausführlichen Daten sind im Anhang in Tabelle A2– 2 und Tabelle A2– 3 dargestellt.

Für die Verlegung der dark fiber-Leitung wird ein Durchschnittswert von 50.000 EUR/km veranschlagt. Die Signalverstärkung variiert mit der Entfernung, der Beschaltungstechnik und der Anzahl der geschalteten Fasern bzw. Wellenlängen. Die Betriebs- und War-

103 Auf Streckenabschnitten, wo zwischen den Sende- und Empfangseinheiten einzelne Wellenlängen ab- oder zugehen, sind zusätzlich Optical Add and Drop Multiplexer (OADM) zu installieren.

104 Gerpott und Winzer schätzen die Betriebskosten auf 0,10 EUR/m/Jahr und die Überwachungskosten auf 0,35 EUR/m/Jahr.

105 Routing- und Switchingsysteme lenken den Datenverkehr innerhalb des Netzes. Sie legen die Wege der Datenpakete fest und schalten die Verbindung. Ein Router der 10 Datenkanäle (Wellenlängen) mit je 40 Gbps bearbeiten kann, kostet etwa 3,3 Mio. EUR in der Beschaffung. Bei einem Knotenpunkt mit bspw. 100 Datenkanälen müssten bereits über 30 Mio. EUR in die Intelligenz des Netzes investiert werden. (Quelle: Falch et al. (2003), S.38) Genauere Informationen zu Switches und Routern findet man bspw. in Klußmann (2000).

106 Falch et al. (2003), S.29f, 38; Von den Vorbereitungskosten für Streckenfestlegung und der Klärung der Wegerechte wird hierbei abstrahiert.

tungskosten der Glasfaserleitung werden mit durchschnittlich 1000 EUR/km und Jahr angesetzt.

Die 225 km lange Strecke besteht aus N-DSF (G.652) Glasfasern. Zusätzlich werden zwei Signalverstärker installiert. Die Leitung wird mit DWDM und vier aktiven Wellenlängen zu je 10 Gbps belegt. Die Kosten der Verlegung werden mit 11,25 Mio. EUR beziffert. Die Kosten für die Verstärker betragen 40.000 EUR.

Für die 500 km lange Strecke werden ebenfalls N-DSF Leitungen verwendet und sechs Signalverstärker eingesetzt. Die Leitung wird mit DWDM beschaltet, wobei 16 von 128 möglichen Wellenlängen mit 10 Gbps aktiviert werden. Die Verlegung der Strecke kostet 25 Mio. EUR und die Installation der Signalverstärker kostet 0,9 Mio. EUR.

Im Beispiel der 500 km langen Strecke wird das Beschaltungsequipment für 16 mal 10 Gbps mit Kosten in Höhe von 2,6 Mio. EUR beziffert. Gemessen an den Gesamtkosten der Errichtung der übertragungsfähigen Leitung von 28,5 Mio. EUR beträgt der Kostenanteil der Beschaltung ohne Signalverstärkung nur etwas über 9%. Addiert man die Investitionen für die Signalverstärkung noch hinzu ergibt das einen Investitionsanteil von etwas über 12%.

Auf der 225 km langen Strecke betragen die Kosten der Beschaltung für 4 mal 10 Gbps Übertragungskapazität nur 0,41 Mio. EUR. In diesem Beispiel der 225 km langen Glasfaserstrecke bilden die Verlegekosten exklusive Signalverstärkung etwa 95% der gesamten Errichtungskosten für die übertragungsfähige Leitung.

Insgesamt kann man nach unserer Einschätzung davon ausgehen, dass die Investitionen in Beschaltung und Signalverstärkung in einem Intervall von 15 bis 30% der gesamten Errichtungsinvestitionen liegen und damit meistens etwas höher liegen als im dargestellten Beispiel. Der Investitionsanteil für die Errichtung der dark fiber- Strecke liegt damit im Intervall von 70 bis 85%. Die relativ hohe Spanne bei der möglichen Kostenaufteilung erklärt sich mit den für jede Strecke unterschiedlichen Bedingungen und den unterschiedlich teuren Beschaltungstechnologien. Im laufenden Betrieb fallen die Kostenverhältnisse eher mit umgekehrter Proportion aus.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass bei einem Netzbetreiber der Netzaufbau einen sehr kostenintensiven Posten darstellt. Die Kosten für den Tiefbau bilden dabei den mit Abstand gewichtigsten Kostenfaktor. Zusätzlich ist zu beachten, dass die Investitionen in vergrabene Glasfaserleitungen über einen sehr langen Zeitraum von über 10 Jahren abgeschrieben werden. Dabei unterliegen sie einem gewissen Risiko. Es basiert zum einen auf schwieriger Prognostizierbarkeit der Entwicklung des steigenden Datenverkehrs. Zum anderen existiert bei langen Amortisationszeiten ein technologisches Risiko. Die Entwicklung neuer Übertragungstechnologien mag veränderte Anforderungen an die Glasfaserkabel schaffen und zur vorzeitigen Obsoleszenz der Leitungen führen (siehe Abschnitt 2.3). Die schwierige Prognostizierbarkeit des zukünftigen Datenverkehrs, welche gewisser Maßen ebenfalls von der technologischen Entwicklung

abhängt, dürfte jedoch den Hauptunsicherheitsfaktor für langfristige Investitionen in eigene Übertragungsinfrastruktur darstellen. Für viele Carrier stellt sich damit die „make or buy“-Frage, welche in Kapitel 4 weiterführend diskutiert wird.

3.7.2 Einnahmenseite

Es existiert in Deutschland weder ein einheitlicher Markt mit einheitlichen Preisen für dark fiber-Leitungen noch für Leerrohre. Die Preise variieren vielmehr von Strecke zu Strecke sehr stark und die Generierung allgemeingültiger Umsatzzahlen ist kaum möglich.¹⁰⁷ Daher wird wieder auf das Beispiel der 225 km- und 500 km-Strecken zurück gegriffen.

Schätzungen für durchschnittliche Preise innerhalb der EU für das Leasing eines dark fiber-Paares liegen bei 500 EUR/km und Jahr. Managed fiber wird in Abhängigkeit davon, ob es sich um eine Strecke mit einfacher Signalverstärkung oder zusätzlicher Signalneugenerierung handelt, mit 750 EUR/km im Jahr oder 1.000 EUR/km im Jahr vermarktet. Andere, für den deutschen Markt erhobene Schätzungen beziffern den Preis für eine dark fiber-Leitung mit zwei bis vier Glasfaserpaaren auf einer Fernstrecke auf 1.300 EUR bis 1.500 EUR pro Kilometer und Jahr.¹⁰⁸ Wir gehen davon aus, dass diese Preise zumindest als grobe Annäherung auch für Deutschland gelten. So vermarktete bspw. die GVS im Jahr 2004 dark fiber-Paare für knapp 600 EUR/km und Jahr.¹⁰⁹ Bei einer angenommenen Preisspanne von 500 EUR/km bis 700 EUR/km pro Glasfaserpaar kann auf der 225 km langen Strecke pro unbeschaltetem Glasfaserpaar ein Umsatz von ca. 100.000 EUR bis etwa 160.000 EUR pro Jahr generiert werden. Auf der 500 km langen Strecke, bei der noch keine Signalneugenerierung nötig ist, können jährliche Umsätze von ca. 250.000 EUR bis etwa 350.000 EUR im Jahr pro Faserpaar erzielt werden.¹¹⁰ Legt man den Preis für eine managed fiber inklusive Signalverstärkung von 750 EUR/km zugrunde, ergibt das für die 225 km langen Strecke einen Preis von etwa 169.000 EUR und für die 500 km lange Strecke von etwa 375.000 EUR. Dabei ist zu beachten, dass aufgrund der sehr heterogenen Preisbildung von Strecke zu Strecke sehr große Preisspannen auftreten können.

Zusätzlich muss festgehalten werden, dass seit dem Platzen der „dot-com“-Blase ein deutlicher Preistrückgang zu verzeichnen ist. So sind bspw. in Westeuropa von 1998 bis 2002 die Preise für ein dark fiber-Glasfaserpaar um ca. 80% gesunken.¹¹¹ Während 1998 der Preis für ein dark fiber-Glasfaserpaar noch durchschnittlich 8,70 US \$ pro Me-

¹⁰⁷ Eine genauere Erläuterung der Preisbildung erfolgt in Kapitel 5.

¹⁰⁸ Gerpott, Winzer (2002), S. 4, 8; Ergänzung: Die Preise beziehen sich auf den Zeitraum Ende 2001. Bei Falch et al. (2003) wird in einem Szenario mit einem Preistrückgang von etwa 10% p. a. gerechnet. Bei einem Preis von 650.000 EUR für ein Faserpaar entlang der 500 km-Strecke würde das für Ende 2005 einem Preis von etwa 445.000 EUR entsprechen.

¹⁰⁹ Kabel Baden-Württemberg Holdings GmbH (2005), S. 49f.

¹¹⁰ Falch et al. (2003), S.27.

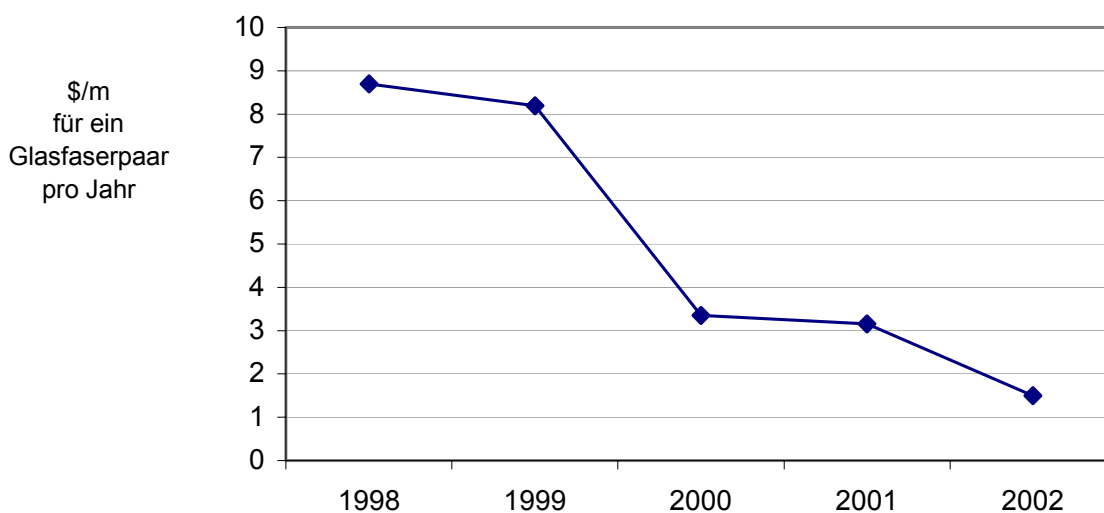
¹¹¹ Falch et al. (2003), S.14f.

ter und Jahr beträgt, so liegt er 2002 nur noch bei etwa 1,50 US \$ pro Meter und Jahr.¹¹² Wir gehen davon aus, dass in Deutschland im benannten Zeitraum aufgrund der damals weltweit parallel verlaufenden Marktentwicklungen im ICT-Sektor eine ähnliche Preisentwicklung stattfand. Die untenstehende Abbildung zeigt, dass der Preisrückgang für dark fiber-Leitungen bereits vor dem Einsetzen der TK-Krise einsetzte.

Somit kann der Preisindex für die Vorleistung dark fiber als Frühindikator für den gesamten TK-Markt betrachtet werden. Viele Netzbetreiber befanden sich bereits vor dem eigentlichen Beginn der Krise auf den ICT-Märkten im Jahr 2000 in finanziellen Schwierigkeiten und mussten gerade bei den hohen Investitionen auf der Ebene der Infrastruktur massive Kürzungen vornehmen. Das äußerte sich auf den Vorleistungsmärkten in einem Preisverfall.

In Experteninterviews wurde uns bestätigt, dass aufgrund der Marktentwicklung mit keinem weiteren Verfall der Preise von unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur zu rechnen ist. Wenn man bedenkt, dass allein ein Standard-Glasfaserkabel etwa 5.000 EUR/km kostet, kann man erwarten, dass die Preise von häufig unter 1.000 EUR/km Glasfaserpaar und Jahr nicht mehr wesentlich sinken können, wenn damit eine Kostendeckung gegeben sein soll.

Abbildung 3-4: Preisentwicklung für dark fiber in Westeuropa



Quelle: Band-X (2002)

¹¹² Band-X (2002), S.6ff.

Wir schätzen, dass die meisten größeren Anbieter in Deutschland mit der Vermarktung von Leerrohren, dark- und managed fiber-Leitungen Umsätze in einstelliger bis relativ niedriger zweistelliger Millionenhöhe (EUR) erwirtschaften. Falls die Anbieter nur selten vereinzelte dark fiber-Streckenabschnitte vermarkten, dürften die jährlichen Einnahmen in der Regel unter einer Million EUR bleiben.

3.7.3 Quintessenz aus Kosten und Einnahmen

Bei Verlegekosten von relativ niedrigen 50.000 EUR/km und einem dark fiber-Preis von nur etwa 500 EUR/km pro Jahr würde es bei nur einem Kunden auf der Strecke bereits ohne Wartungskosten und Kapitalkosten 100 Jahre dauern, bis sich die Investition amortisiert hätte. Selbst wenn der Anbieter ein übliches Kabel mit über 50 Glasfaserpaaren verlegt und davon 10 bis 20% vermarkten kann, was in Anbetracht der Rechercheergebnisse eine realistische benchmark bildet, liegt der Amortisationszeitraum immer noch bei bis zu 20 Jahren. Unterstellt man eine vollständige Fremdfinanzierung und rechnet man Kapitalkosten von 5% bis 10% p. a.¹¹³ hinzu, dann würde eine 100 km lange Leitung bis zu 500.000 EUR Zinskosten im ersten Jahr verursachen.. Selbst bei einem Zinssatz von 5% und anfallenden Zinskosten von 250.000 EUR p. a. müsste der Anbieter zu gegebenen Preisen mindestens 5 Faserpaare seiner Leitung vermarkten, um auch nur die Kreditzinsen bedienen zu können.

Die angeführten Beispielzahlen verdeutlichen sehr drastisch, dass vor allem Unternehmen als Anbieter von dark fiber oder managed fiber-Leitungen prädestiniert sind, die zu deutlich niedrigeren Kosten als oben aufgeführt in der Lage sind dark fiber-Strecken zu errichten, und hohe finanzielle Ressourcen aufweisen, selbst, wenn der Preis für dark fiber erheblich über 500 EUR/km ausfällt. Dies sind vorrangig Unternehmen, welche bereits in der Vergangenheit für den Eigenbedarf Glasfaserleitungen verlegt haben oder vorhandene andersartige Netzstrukturen zur Errichtung von dark fiber-Strecken mitbenutzen können.

113 Die Zinsen für Projektfinanzierung bestimmen sich nach diversen Faktoren und fallen je nach konkreter Projektplanung, geschätztem Amortisationszeitraum undzeitigem Zinsniveau sehr unterschiedlich aus. Die hier verwendeten Zahlen stellen grobe Näherungswerte dar.

3.8 Backbone-Übertragungsinfrastruktur: Marktangebot in regionaler Sicht

Im Folgenden wird das Marktangebot der Spieler unter dem Aspekt der regionalen Verteilung bzw. dem Grad der regionalen Versorgung des Landes mit zur DTAG alternativen Backbone-Infrastruktur diskutiert.

EVU und Gasprovider vermarkten dark fiber-Strecken nicht nur entlang der Hauptstrecken zwischen den Ballungsräumen. Da der dark fiber-Netzausbau hauptsächlich vom Ausbau der jeweiligen Energie- oder Gasnetze und nicht nur von der Nachfrage nach potenziellem Übertragungsvolumen abhängig ist, bieten diese Anbieter auch Strecken zwischen kleineren Zentren an. Bei der Betrachtung der Karte des Anbieters GasLINE ist bspw. erkennbar, dass neben der Erschließung der Hauptzentren, also der Großstädte ab ca. 200.000 bis 300.000 Einwohnern, auch Verbindungen zu kleineren Ballungszentren bzw. Mittelzentren mit etwa 100.000 bis maximal 200.000 Einwohnern vorhanden sind (siehe Abbildung 3-5). Allerdings ist das Netz als wesentlich weitläufiger einzustufen, als das bundesweit eng vermaschte Netz der DTAG, bei dem wir davon ausgehen, dass alle der ca. 7.900 HVt mit Glasfaser angeschlossen sind. Auch die vergleichende Betrachtung der dark fiber-Karte von GasLINE und der Gasnetz-Karte der GasLINE-Gesellschafter (siehe Anhang, Abbildung A2– 1) verdeutlicht, dass zwar relativ viele Mittelzentren in Deutschland mit dark fiber-Strecken erschlossen sind, dass allerdings auch im ländlichen Bereich nicht angeschlossene „weiße Flecken“ existieren.

Das dark fiber-Netz der GasLINE ist im Übrigen umfangreicher und feinmaschiger als die Netze der anderen Gasnetzbetreiber, wie WINGAS oder der in Baden-Württemberg tätigen GVS (Abbildung A2– 22, Abbildung A2– 23).

Auch die Netze der national und international agierenden Carrier weisen eine großmaschige Struktur auf und verbinden nur die größten Ballungsgebiete und Großstädte miteinander. Ende 2002 sind 26 Städte in Deutschland in paneuropäische Glasfasernetze eingebunden.¹¹⁴ Die meldepflichtigen Wettbewerber konnten jedoch zum Ende des Jahres 2002 ihren Anteil an Glasfaserstrecken mit 102.000 km um 2% auf 37% leicht ausbauen.¹¹⁵ Die potenziellen und tatsächlich angebotenen dark fiber-Strecken der EVU und Gasnetzbetreiber sind dabei nicht eingerechnet.

Es existieren größere Regionen in Deutschland, welche nicht über die Netze der national agierenden Carrier, Gasnetzprovider und der GasLINE angeschlossen werden können. Diese „weißen Flecken“ können durch die häufig redundant verlaufenden Backbone-Netze der ISP und TK-Carrier nur bedingt reduziert werden, da diese zumeist die Hauptballungszentren miteinander verbinden und keine flächendeckende Versorgung

¹¹⁴ RegTP (2003), S. 6.

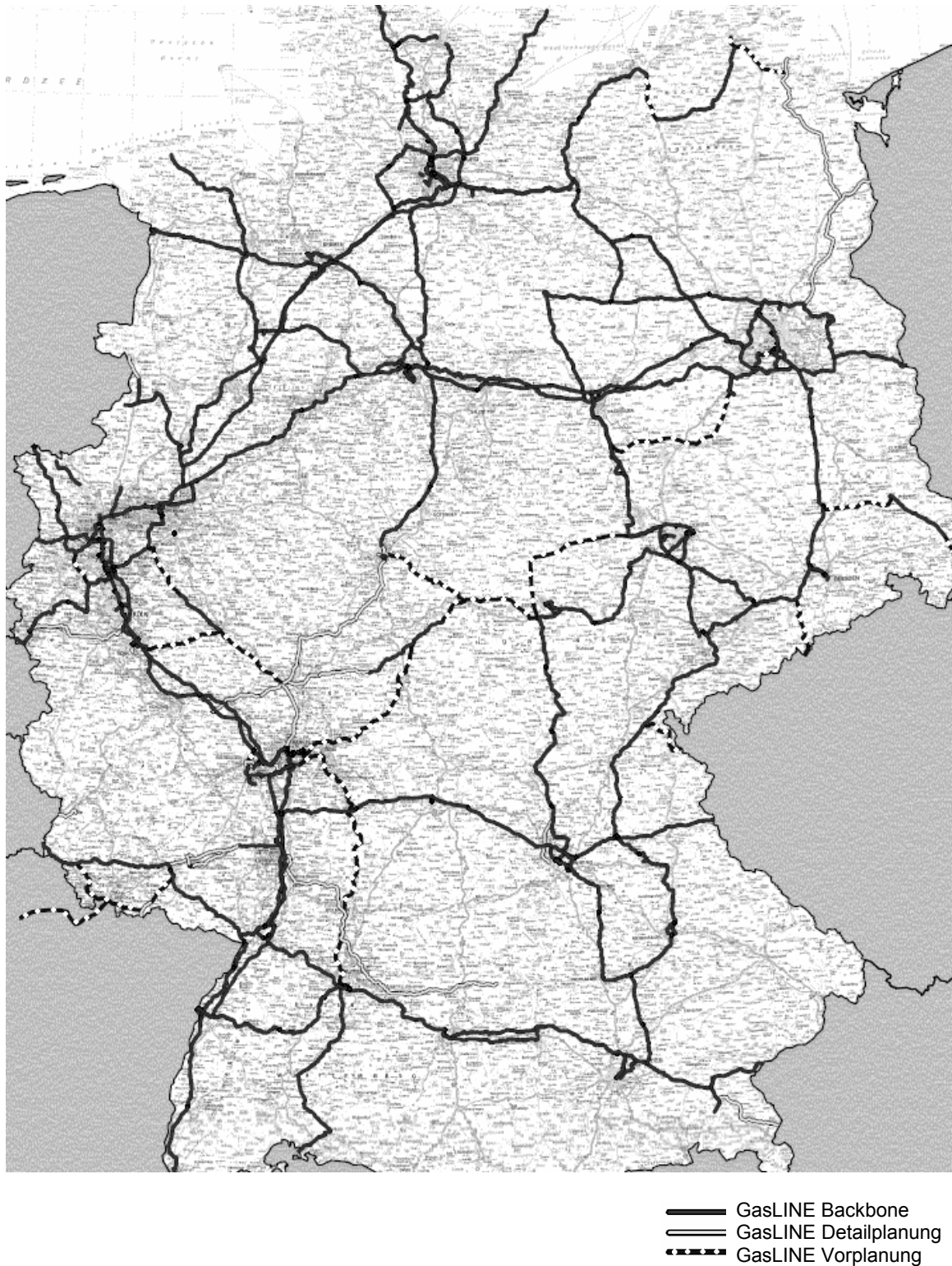
¹¹⁵ Für die meisten beschriebenen Anbieter sind im Anhang Netzkarten abgebildet.

gewährleisten. Zusätzlich basieren die Netze der Carrier häufig im erheblichen Maße auf der angebotenen Infrastruktur der Gas- und Stromnetzbetreiber.

So sind die Hoch- und Höchstspannungsnetze der EVU zusätzliche potenzielle Lieferanten für Glasfaserinfrastruktur. Die Hoch- und Höchstspannungsnetze sind dabei als bedeutend dichter verlegt einzustufen, als die Netze der meisten international agierenden TK-Carrier. Die Betrachtung der Höchstspannungsnetze (siehe Abbildung 3-6) liefert einen groben Anhaltspunkt über die Verteilung der Glasfaserinfrastruktur der EVU. Dabei die Verteilung der Hochspannungsnetze nicht mit einbezogen, welche ebenfalls häufig mit Glasfaserinfrastruktur ausgestattet sind.¹¹⁶

116 Im Rahmen dieser Studie war es nicht möglich, zur Verteilung der Hochspannungsnetze einen detaillierteren Informationsstand zu erreichen. Auf einigen Trassenabschnitten verlaufen Hoch- und Höchstspannungsleitungen jedoch parallel. Zusätzlich wird die Hochspannungsebene zunehmend auch innerhalb der Verteilnetzebene der Stromnetze der EVU eingesetzt. Daher ist davon auszugehen, dass nur ein begrenzter Anteil der Hochspannungsnetze als zusätzliche dark fiber Backbone-Trassen in Betracht kommen.

Abbildung 3-5: dark fiber-Netz von GasLINE



Quelle: GasLINE, <http://www.gasline.de/home.htm>

Die Einbindung der Backbone-Infrastruktur der EVU in den offenen Markt für dark fiber oder beschaltete Übertragungskapazitäten erfolgt jedoch nur bedingt. Vattenfall tritt, wie beschrieben, in stärkerem Maße als Anbieter von dark fiber oder auch Lit Fiber auf. Damit verbessert Vattenfall das Glasfaserangebot in den tendenziell schlechter versorgten neuen Bundesländern.

Umso weiter man sich von den Backbone-Haupttrassen entfernt, desto geringer wird das Angebot an Übertragungsleitungen der überregional agierenden Anbieter. In diesen, zumeist eher ländlichen Regionen sind in geringem Umfang Stadtwerke als Anbieter von dark fiber aktiv. Vor allem jedoch die City Carrier sind bei der Einbindung der Kommunikationsinfrastruktur der regionalen Energieversorger und Stadtwerke in den regionalen Internet- und TK-Markt zu nennen, welche jedoch zusammengenommen bei weitem nicht flächendeckend agieren.

Allerdings bieten auch City Carrier ihre Übertragungsinfrastruktur nur bedingt am freien Markt an. Trotzdem sorgen sie im Vergleich zu Regionen ohne City Carrier Aktivitäten für eine tendenziell bessere Versorgung mit Übertragungsinfrastruktur und bewirken ein höheres Maß an Wettbewerb auf der Ebene der Dienste.¹¹⁷

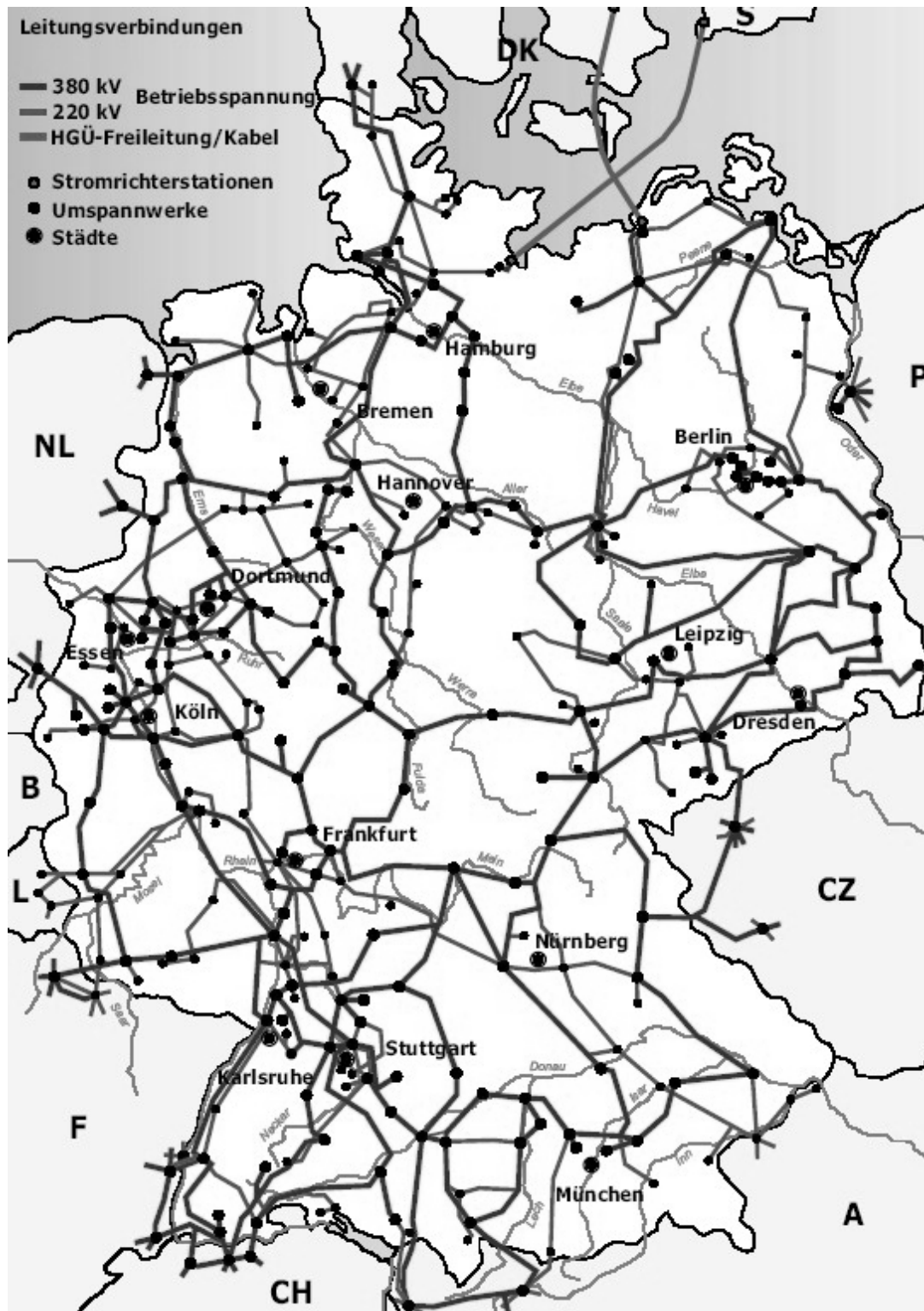
Im Anhang A2 (Abbildung A1– 1) wird beispielhaft die Versorgungstiefe des Glasfaserbasierten Backbone-Netzes des City Carriers HEAG Medianet GmbH vorgestellt. Als prominentes Beispiel sei zusätzlich NetCologne aufgeführt. NetCologne hat mit Hilfe der Muttergesellschaft Rheinenergie in der Region Köln-Bonn ein Glasfaserbasiertes Übertragungsnetz errichtet und baut es weiter aus. Dabei werden auch kleinere Ortschaften wie Siegburg oder Königswinter an das Glasfasernetz angeschlossen, über das NetCologne sowohl Privathaushalte als auch Geschäftskunden bedient.

In eher ländlichen Regionen, in denen keiner der ca. 70 bis 80 City Carrier aktiv ist, muss man erwarten, dass das Angebot an alternativer Backbone-Infrastruktur einschließlich dark fiber sehr viel niedriger ausfällt.

Fasst man die Netze der diskutierten potenziellen Vermarkter von dark fiber-Infrastruktur zusammen, lässt sich mittels dieses Top-down-Ansatzes eine stilisierte Darstellung entwerfen, in der näherungsweise die Regionen abgebildet sind, in welchen die Wahrscheinlichkeit für das Angebot an alternativer dark fiber-Infrastruktur am niedrigsten ausfällt.

¹¹⁷ Regionale Anbieter setzten im Jahr 2003 etwa 1,13 Mrd. Euro um, und steigerten sich damit um 50%. Die Zahl der Telefonanschlüsse stieg von ca. 1,1 Mio. auf etwa 1,4 Mio. an. Der Marktanteil der regionalen Netzbetreiber liegt, gemessen an den Telefonminuten, bei etwa 14%. (Quelle: Nonnast, Slodczyk (2004)).

Abbildung 3-6: Höchstspannungsnetze in der Bundesrepublik Deutschland



Quelle: Verband der Netzbetreiber – VDN – e.V. beim VDEW,
<http://www.vdn-berlin.de/regelzonen.asp>

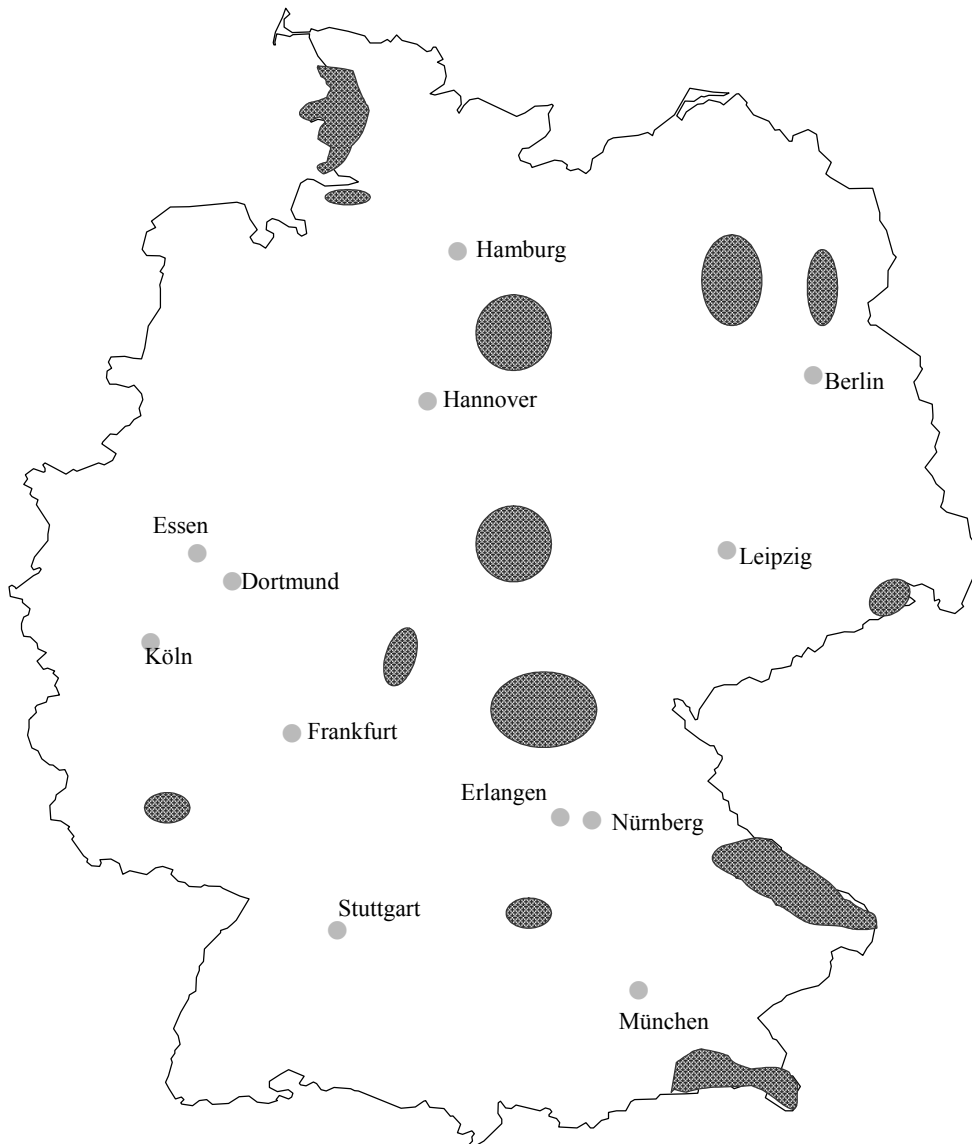
In Abbildung 3-7 sind die von uns als „weiße Flecken“ identifizierten Gebiete abgebildet, in denen die höchste Wahrscheinlichkeit für das Fehlen eines potenziellen Angebots an dark fiber-Infrastruktur auf der Backbone-Ebene zu erwarten ist. Es sind stilisiert diejenigen Regionen hervorgehoben, welche mindestens 20 km von einer dark fiber-Strecke der Gasnetzbetreiber WINGAS und GVS oder der GasLINE oder einer Höchstspannungsleitung entfernt sind. Die Netze der DTAG und von Arcor wurden nicht berücksichtigt, weil sie nach unserer Einschätzung ihre Infrastruktur grundsätzlich nicht auf der dark fiber-Ebene anbieten. Die Karte bildet daher einen Anhaltspunkt über das mögliche Vorhandensein von dark fiber-Infrastruktur. Die tatsächliche Vermarktung der einzelnen Strecken durch die Errichter der Leitungen bleibt dabei offen.

So sind „weiße Flecken“ entlang der Nordseeküste, in der Lüneburger Heide, in Teilen Mecklenburg-Vorpommerns, im Harz, im Erzgebirge in Sachsen, in Teilen des Thüringer Walds und der Rhön, im nördlichen Teil Hessens, im nordwestlichen Rand der Pfalz, im Böhmer Wald in Bayern sowie auch in den Voralpen und Alpen zu finden. Auch zwischen Nürnberg und Augsburg ist ein „weißer Fleck“ zu finden, in dessen Nähe jedoch WINGAS eine Glasfaserleitung plant, womit in dieser Region zukünftig ein Angebot an dark fiber zu finden sein wird.

Die identifizierten „weißen Flecken“ wurden nicht explizit auf zusätzliche lokale Anbieter hin überprüft, obgleich keiner der prominenten, größeren City Carrier innerhalb der „weißen Flecken“ aktiv ist.¹¹⁸ Zusätzliche Unsicherheiten bezüglich der Größe der „weißen Flecken“ oder weiterer „weißer Flecken“ sind durch die Netze der EVU gegeben. Nicht entlang aller Höchstspannungsleitungen sind auch Glasfaserleitungen verlegt; so gesehen stellt die Karte eine Minimalausbreitung der weißen Flecken dar. Andererseits können entlang von Hochspannungsleitungen zusätzliche, hier nicht mit einbezogene Glasfaserleitungen verlegt sein, was wiederum zu einer Verringerung einzelner weißer Flecken führen kann.

118 Da es sich um einen Top-down-Ansatz bei der Ermittlung der „weißen Flecken“ handelt, ist es möglich, dass in einzelnen Regionen bspw. Tochterunternehmen von lokalen Energieversorgern tätig sind, und in begrenztem Maße über zusätzliche Glasfaserinfrastruktur verfügen. So ist bspw. in den beiden „weißen Flecken“ in Mecklenburg Vorpommern die e.discom Telekommunikation GmbH (siehe Abbildung A2– 13), eine Tochtergesellschaft des Energieversorgers E.DIS AG, aktiv und vermarktet Mietleitungen, welche jedoch nicht nur auf der Basis von Glasfaserleitungen realisiert werden, sondern auch entlang von Kupferleitungen angeboten werden und vergleichsweise geringe Übertragungskapazitäten ermöglichen.

Abbildung 3-7: Stilisierte Darstellung der Verteilung der Regionen ohne Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich



Quelle: WIK, eigene Recherchen

Unter der Beachtung der aufgeführten Restriktionen und Unsicherheiten gehen wir davon aus, dass der Anteil der „weißen Flecken“ an der Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland etwa 10% bis 20% beträgt. Wir vermuten, dass darüber hinaus weitere, kleinere „weiße Flecken“ mit einer Entfernung von etwa 10 km bis 15 km zum nächsten Netz mit potenzieller dark fiber-Infrastruktur im Hunsrück, der Eifel, dem Westerwald, im Schwarzwald und im östlichen Teil der schwäbischen Alb zu finden sind, wobei die Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Hierbei handelt es sich um kleine

Gebiete, welche relativ eng von der nächsten potentiellen dark fiber-Infrastruktur eingegrenzt sind. Auch diese Gebiete weisen eine eher geringe Bevölkerungsdichte auf. Der Anteil der „weißen Flecken“ an der Gesamtfläche der Bundesrepublik würde sich addiert um die kleineren weißen Flecken, nur geringfügig um geschätzt weniger als 10% erhöhen.

Ideale Anfangs- und Endpunkte für Backbone-Trassen bilden für den Teil der Nachfrager von Backbone-Leistungen aus dem TK-Segment die 475 Points of Interconnection (POI) und die 74 ZISP-Übergabepunkte der DTAG. An diesen Stellen können Nachfrager ihren Verkehr in das Verteilnetz der DTAG übergeben. Da die identifizierten Regionen zu den gering besiedelten Gebieten in der Bundesrepublik zu zählen sind und gleichzeitig von einer positiven Korrelation mit der Bevölkerungsverteilung auszugehen ist, schätzen wir die Zahl der POI und ZISP-Übergabepunkte, welche innerhalb der „weißen Flecken“ liegen, auf unter 10% ein.

Es bleibt festzuhalten, dass die Übertragungsinfrastruktur der Backbone-Netzebene in Deutschland sehr unterschiedlich verteilt ist. Während auf den Haupttrassen zwischen den Ballungsräumen die national und international ausgerichteten Anbieter zum Teil hohe Überkapazitäten geschaffen haben, sind viele geringer besiedelte Regionen nur durch die DTAG angeschlossen.

4 Nachfrageanalyse

Komplementär zur Analyse der Angebotsseite im Markt für Backbone-Infrastruktur in Deutschland wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung auch die Nachfrageseite betrachtet. In diesem Kapitel wird eine Charakterisierung wesentlicher Nachfrager und des Nachfrageverhaltens mit Blick auf Übertragungsinfrastruktur dargestellt. Im Mittelpunkt steht dabei die Nachfrage nach dark fiber-Leitungsstrecken. Die Nachfrage nach Kabelschächten hat dagegen in Deutschland nur relativ geringe Marktrelevanz und wird im Folgenden nicht näher betrachtet.

4.1 Klassifizierung von Nachfragern

Die potenziellen Nachfrager nach Backbone-Infrastruktur setzen sich in Deutschland aus zwei großen Teilsegmenten zusammen:

- primäre Nachfrager: Carrier,
- sekundäre Nachfrager: Endkunden.

Eine gleichzeitige Nachfrage unterschiedlicher Nachfrager (mit möglicherweise unterschiedlichen Anwendungen) auf derselben Leitungsstrecke ist dabei grundsätzlich möglich. Nicht für jede Nachfrager-/Anwendungsart muss ein eigener physischer Lichtwellenleiter vorhanden sein. Es ist vielmehr durchaus üblich, dass Glasfaserstrecken gleichzeitig von mehreren Anwendungsarten genutzt werden. Auf den einzelnen separierten Wellenlängenbereichen eines Lichtwellenleiters können so z.B. parallel Daten transportiert werden, die zu unterschiedlichen Anwendungsarten gehören. Eine physische Leitungsstrecke kann daher von verschiedenen Nachfragertypen gleichzeitig genutzt werden.

Primäre Nachfrager

Der weitaus größte Teil der Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur geht von der Gruppe der Carrier aus. Diese Feststellung gilt sowohl im Hinblick auf die Anzahl der Nachfrager als auch auf die nachgefragte Menge an Übertragungsinfrastruktur.

In Abschnitt 2.1 werden die grundsätzlichen Strukturen der Übertragungsnetze für die vier Kommunikationsarten Festnetz, Mobilfunk, Internet und Kabelfernsehen erläutert. Als eine wesentliche Gemeinsamkeit dieser Netze zeigt sich dabei, dass die Übertragung auf der Ebene ihrer jeweiligen Backbones in bedeutendem Maße auf Glasfaserleitungen basiert. Potenziell stellen daher Carrier aller vier unterschiedlichen Netze Nachfrager nach Backbone-Infrastruktur dar:

- Festnetzbetreiber,
- Mobilfunkbetreiber,
- IP-Netzbetreiber und
- Kabelnetzbetreiber.

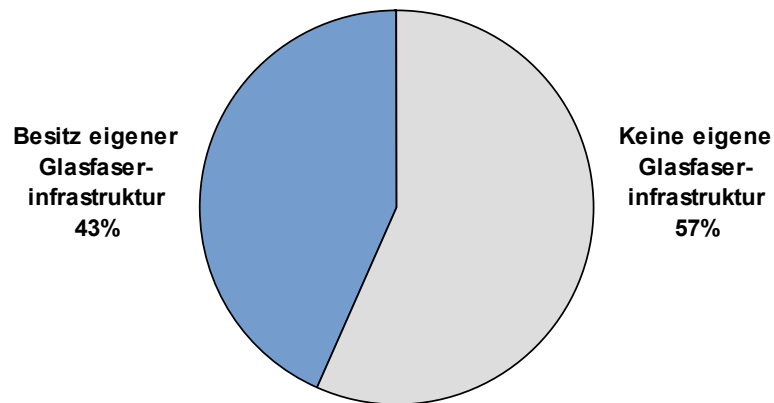
Da prinzipiell alle am deutschen Markt tätigen Carrier, unabhängig von ihrem konkreten Produkt-/Dienstportfolio, auf Backbone-Übertragungsleistungen angewiesen sind, ist zunächst von einer sehr großen Anzahl potenzieller Nachfrager auszugehen.¹¹⁹ Aus dieser Notwendigkeit heraus kann jedoch noch nicht auf eine gleichermaßen hohe Nachfrage nach Glasfaserinfrastruktur geschlossen werden. In der Praxis ist nämlich festzustellen, dass der Erwerb bzw. die langfristige Anmietung von Infrastrukturen, die dann in eigener Verantwortung gemanagt und belichtet werden, aus Nachfragersicht in einer stark substitutiven Beziehung zum Kauf von Übertragungskapazität (in Form von Wellenlängen oder Mietleitungen) stehen kann¹²⁰. Die Menge aller am Markt aktiven Carrier stellt somit nur eine Obergrenze für die Größe des Segments der primären Nachfrager im Markt für Backbone Infrastruktur dar.

In der Praxis liegt die Anzahl der wirklichen Nachfrager nach Backbone-Infrastruktur deutlich unter diesem Maximalwert. Auf Basis einer Anfang 2004 vom AWI-Verlag durchgeführten Befragung von 53 Festnetzbetreibern und ISP zeigt sich sehr deutlich der Unterschied zwischen potenziellen und tatsächlichen Nachfragern (vgl. Abbildung 4-1). Danach hat mehr als die Hälfte der Unternehmen ihre Netzinfrastuktur ohne eigene Glasfaserinfrastruktur errichtet. Diese Unternehmen stellen folglich keine Nachfrager im Markt für Glasfaserinfrastruktur dar. Nur etwa 4 von 10 Unternehmen verfügen in ihren Netzen über eigene Glasfaserinfrastruktur. Diese Tatsache bedeutet allerdings nicht zwangsläufig, dass die Unternehmen ihr gesamtes Netz über eine eigene Glasfaserinfrastruktur betreiben. Es ist durchaus möglich, dass die Unternehmen eigene Übertragungsinfrastruktur und gekaufte Übertragungskapazität kombinieren, um ihre Netze optimal aufbauen zu können.

119 Die Anzahl und Verschiedenartigkeit der Nachfrager wird z.B. deutlich, wenn man die Unternehmen betrachtet, die laut eigener Anzeige bei der RegTP Festnetz-Übertragungswege für öffentliche Kommunikationszwecke auf Basis selbst betriebener Übertragungswege anbieten. Tabelle A2– 1 im Anhang gibt einen Überblick der wichtigsten relevanten Anbieter. Darüber hinaus ist in der Darstellung zu jedem Unternehmen angegeben, auf welches geographische Gebiet sich die zugehörige Lizenz der Klasse 3 bezieht. Man erkennt daran, dass sich sehr unterschiedliche Unternehmen in dieser Gruppe befinden.

120 Neben der substitutiven Beziehung können die Produkte in Einzelfällen auch in einer komplementären Beziehung zueinander stehen. Diese ist z.B. dann gegeben, wenn ein Carrier von Dritten bezogene Übertragungskapazität auf einzelnen Teilstrecken zur Vervollständigung bereits vorhandener eigener Übertragungsinfrastruktur einsetzt. Ursache könnte z.B. ein fehlendes Angebot an Übertragungsinfrastruktur auf den betroffenen Strecken sein.

Abbildung 4-1: Besitz von Glasfaserinfrastruktur bei Festnetzbetreibern und ISP in Deutschland (Stand: 03/2004)



Quelle: WIK-Analyse/AWI-Verlag, Unternehmensangaben

wik

Aus der Befragung lässt sich als weiteres Ergebnis ableiten, dass Festnetzbetreiber im Regelfall in bedeutendem Umfang über eigene Glasfaser basierte Backbone-Infrastruktur verfügen. Bei ISP hingegen stellen eigene Glasfasernetze eher die Ausnahme dar. Es zeigt sich vielmehr, dass es eine Reihe von ISP gibt, die nahezu komplett ohne eigene Glasfaserinfrastruktur auskommen. Nach eigenen Angaben gehören hierzu prominente Beispiele wie Broadnet, QSC und Telefónica Deutschland. Aber auch bei ISP, die wie z.B. Easynet, teuto.net oder WebArt über eigene Glasfaserinfrastruktur verfügen, wird nur selten das ganze Backbone darüber realisiert. Meist kommen bei diesen Unternehmen eigene Glasfaserleitungen nur für einige bedeutende Strecken zum Einsatz. Für den Rest des Netzes wird auf höherwertige Vorleistungen von Dritten, d.h. Übertragungskapazität anstelle Infrastruktur, zurückgegriffen.

Sekundäre Nachfrager

Auch das Segment der sekundären Nachfrager stellt eine eher heterogene Gruppe dar. Es ist zahlenmäßig deutlich kleiner als das Segment der primären Nachfrager und bildet tendenziell noch einen Nischenmarkt. Hauptsächlich setzt es sich zusammen aus

- Unternehmen und
- Wissenschaftseinrichtungen.

Im Bereich der Unternehmen sind insbesondere Konzerne mit mehreren Standorten in Deutschland und einem intensiven sowie komplexen Datenaustausch zwischen diesen Lokalitäten als potenzielle Nachfrager relevant. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang vor allem die Branchen Banken, Automotive, Medien, Medizin und Energie-

versorgung. Allerdings ist festzustellen, dass sich die Aktivitäten meist auf die Beschaffung eigener Kommunikationsinfrastrukturen fokussieren. Der Betrieb wird hingegen im Rahmen von Outsourcing-Verträgen an spezielle Dienstleister ausgelagert. Insgesamt stellt die Beschaffung eigener Übertragungsinfrastruktur durch Unternehmen in der Praxis wohl eher einen Ausnahmefall nicht jedoch ein Massenphänomen dar. Im Regelfall wird ihr Bedarf nach Übertragungskapazität durch den Einsatz von Wellenlängen oder Mietleitungen gedeckt¹²¹.

Ansätze, eigene Übertragungsinfrastruktur zu beschaffen, sind auch im Bereich wissenschaftlicher Einrichtungen bzw. des deutschen Wissenschaftsnetzes DFN zu beobachten. Aufgrund der besonderen Anforderungsprofile wissenschaftlicher Nutzer gibt es Wissenschaftsnetze in anderen Ländern, die bereits vor längerer Zeit den Erwerb eigener Glasfaserstrecken in die Realität umgesetzt haben. Exemplarisch ist hier das Schweizer Wissenschaftsnetz SWITCH zu nennen¹²². In Deutschland wurden vom DFN-Verein als Betreiber des G-WiN bisher jedoch nur SDH-Verbindungen eingesetzt. In einer für das BMBF durchgeführten Studie hat WIK-Consult bereits Anfang 2003 darauf hingewiesen, dass auch in Deutschland der Einsatz von dark fiber für das Wissenschaftsnetz eine realistische Handlungsoption darstellt¹²³. Diese Option wurde im Juni 2004 auf einer ersten Strecke des G-WiN zwischen den Universitäten Münster und Essen auch tatsächlich umgesetzt¹²⁴.

Der DFN-Verein verfolgt dabei die Zielsetzung, mit dieser Leitungsstrecke erste Betriebserfahrungen im Einsatz von dark fiber zu sammeln und unterschiedliche Beleuchtungsvarianten testen zu können¹²⁵. Die technischen und wirtschaftlichen Erfahrungen sollen später in die Nachfolgeneration des deutschen Wissenschaftsnetzes einfließen, die im Jahre 2006 das heutige G-WiN ablösen soll. Dieses als X-WiN bezeichnete Netz soll vollständig als optisches Netzwerk aufgebaut werden. Bei einer Realisierung des X-WiN mit Hilfe von dark fiber wäre ein deutlicher Anstieg der Nachfrage nach Glasfaserinfrastruktur zu verzeichnen.

Auch einzelne Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen treten als Nachfrager nach Übertragungsinfrastruktur auf. Dabei handelt es sich im Regelfall um Leitungen für die interne Vernetzung unterschiedlicher Standorte über WAN. Infolgedessen handelt es sich bei diesen Nachfragern um Einrichtungen, die nicht auf einem zentralen Campus angesiedelt sind sondern über eine starke Flächenverteilung verfügen¹²⁶.

¹²¹ Vgl. Mengeling (2004), S.18f.

¹²² Vgl. Serenate (2002).

¹²³ Vgl. Elixmann, Schäfer (2003).

¹²⁴ Vgl. DFN-Verein (2004 a), S. 12.

¹²⁵ Vgl. DFN-Verein (2004 b).

¹²⁶ Ein Beispiel für diesen Nachfragertyp stellt die RWTH Aachen dar.

4.2 Nachfrageentwicklung im Zeitablauf

Vergangenheitsbetrachtung

Die Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur hat mit dem Ende des ITK-Booms im Jahr 2000 einen Wandel erfahren. Bis zu diesem Zeitpunkt war eine rege Investitionstätigkeit zahlreicher Carrier und Energieversorger in eigene Glasfaserinfrastruktur zu beobachten.¹²⁷ Diese Aktivitäten erfolgten vielfach vor dem Hintergrund risikofreudiger Unternehmensstrategien, gestützt durch die gute Verfügbarkeit des hierfür notwendigen Kapitals.¹²⁸ Der Ausbau von Netzinfrastrukturen orientierte sich nur zum Teil an aktuellen Erfordernissen. Die in kurz- bis mittelfristiger Zukunft erwartete Nachfrage im TK-Markt und die Nutzung von Synergien mit anderen TK-Aktivitäten der Unternehmen¹²⁹ spielten eine zentrale Rolle bei der Investition in eigene Übertragungsinfrastruktur.

Unsere Analyse zeigt, dass im Zusammenhang mit der TK-Branchenkrise die Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur deutlich zurückgegangen ist. Gestützt wird diese Feststellung zum einen durch Angaben der von uns untersuchten Anbieter. Zum anderen finden sich in der Fachpresse Informationen, die einen Rückgang der nachgefragten Faserkilometer um mehr als 50% im Zeitraum von 2001 bis 2003 zeigen.¹³⁰

Parallel dazu hat die Nachfrage nach Übertragungskapazität z.B. in Form von Mietleitungen kontinuierlich zugenommen. In der zeitlichen Entwicklung hat bei der Nachfrage nach Übertragungsleistung somit in zunehmendem Maße eine Substitution von Glasfaserinfrastruktur durch Übertragungskapazität stattgefunden. Bedingt durch sinkende Preise für Übertragungskapazität sind allerdings auch bei Mietleitungen trotz eines Anstiegs der Nachfragemenge seit 2001 zwischenzeitlich Umsatzrückgänge zu verzeichnen (vgl. Abbildung 4-2).

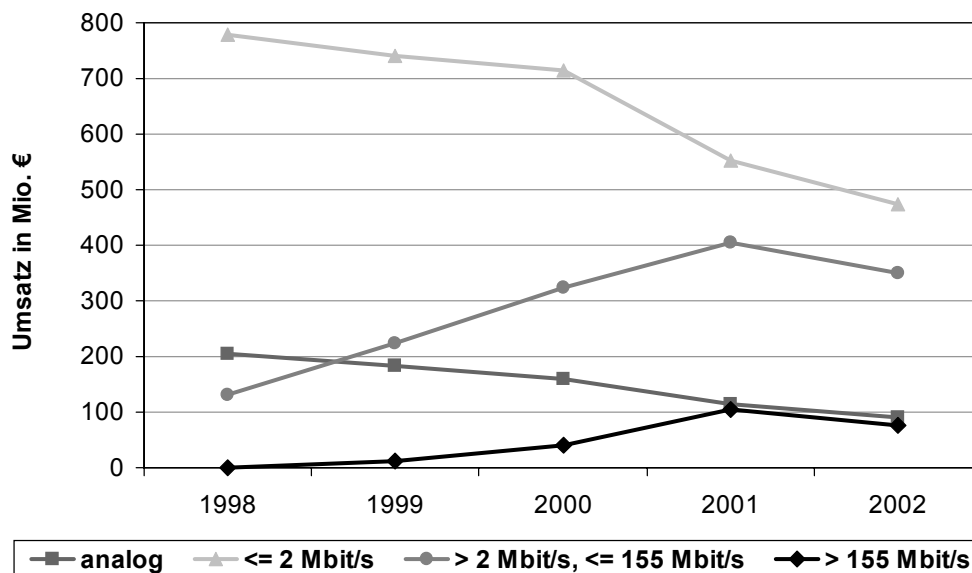
¹²⁷ Siehe Abschnitt 3.5.

¹²⁸ Vgl. Elixmann, Metzler, Schäfer (2004).

¹²⁹ Kapitel 3 belegt, dass hier exemplarisch die Aktivitäten von Energieversorgern zu nennen sind. Der Ausbau der Leitungsinfrastruktur erfolgte zum einen für den Eigenbedarf im Zusammenhang mit dem Betrieb von Stromnetzen. Zum anderen wurden im Rahmen der dafür notwendigen Bauvorhaben aber in bedeutendem Maße auch Glasfaserleitungen verlegt, für die (noch) kein konkreter Bedarf vorhanden war.

¹³⁰ Vgl. Gregor (2004), S. 44f.

Abbildung 4-2: Mietleitungsumsätze in Deutschland nach Bandbreiten (in Mio. €)



Quelle: RegTP

wik

Kurzfristige Zukunftsbetrachtung

Die Entwicklung der Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur verläuft in der nahen Zukunft bei den einzelnen Nachfragergruppen nicht einheitlich. Es ist vielmehr eine Unterscheidung möglich in

- Gruppen mit negativer Entwicklungsperspektive und
- Gruppen mit positiver Entwicklungsperspektive.

Im Rahmen der Analyse konnten gestützt durch Experteninterviews sowohl bei Festnetzanbietern als auch bei Kabelnetzbetreibern Anzeichen identifiziert werden, die auf eine eher stagnierende oder gar rückläufige Nachfrage hindeuten. Festnetzanbieter führen heute vor dem Hintergrund bereits erfolgter Investitionen in Übertragungsinfrastruktur, ihrer derzeitigen Auslastung und der Verfügbarkeit finanzieller Mittel nur solche Netzausbaumaßnahmen durch, die einen bedeutenden Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsposition erwarten lassen. Besonders ausgeprägt ist dieses Verhalten bei kleineren Carriern. Diese nehmen in starkem Maße eine abwartende Position ein. Auch im Fall der Kabelnetzbetreiber ist der Bedarf an zusätzlicher Übertragungsinfrastruktur im Backbone-Bereich auf einem geringen Niveau, da die dort vorhandene Infrastruktur für die über Breitbandkabel abgewickelten Kommunikationsdienste von den befragten Ex-

perten als hinreichend eingeschätzt wird. Bedeutende Investitionen in neue Glasfaserstrecken sind hier frühestens nach Herstellung der Rückkanalfähigkeit in den Kabelnetzen zu erwarten.

In den anderen Nachfragersegmenten zeigt sich auf Basis der Analyse hingegen eine anhaltende und z. T. auch noch wachsende Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur. Bei Mobilfunkbetreibern beruht diese Entwicklung im Wesentlichen auf dem noch zu leistenden Auf- und Ausbau der UMTS-Netze in Deutschland. Allerdings bleibt deren Nachfrage unter dem von Experten zunächst erwarteten Ausmaß. Die Netzbetreiber setzen nach deren Einschätzung zur Verbindung der Mobilfunk-Basisstationen (MSC) oft Richtfunkstrecken anstelle von Lichtwellenleitern ein. Neben Kosten- und Zeitvorteilen wird ein weiterer Grund für dieses Verhalten darin gesehen, dass der Kapazitätsbedarf in den UMTS-Netzen wegen zurückhaltender Nutzungsprognosen zunächst auf einem Niveau liegt, das keinen Einsatz von Glasfaserinfrastruktur erfordert.¹³¹

Die Nachfrage bei IP-Netzbetreibern wird durch den weiterhin erwarteten Anstieg des Internet-Datenverkehrs¹³², der in der Konsequenz zu einem Rückgang der noch vorhandenen Kapazitätsreserven führt, positiv beeinflusst.

Außer auf der Carrierseite lässt die Analyse auch bei den sekundären Nachfragern einen wachsenden Bedarf nach Übertragungsinfrastruktur erkennen. Bei Unternehmen mit komplexen Anforderungen an die Datenübertragung in den internen Netzen hat die Option „Besitz und Betrieb von eigener Übertragungsinfrastruktur“ mittlerweile einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht. Sie wird dort zunehmend in die unternehmerische Entscheidungsfindung mit einbezogen. Dennoch wird bei der Masse der Unternehmen nach unserer Einschätzung die Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur aus wirtschaftlichen Gründen weiterhin gering bleiben. Bei einzelnen Unternehmen wird abhängig vom Anforderungsprofil und den individuell relevanten Entscheidungskriterien allerdings ein Wachstum entstehen. Im Bereich der Wissenschaftseinrichtungen zeigen laufende Forschungsprojekte¹³³, dass im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Anwendungen (z.B. in den Bereichen GRID-Computing und Virtual Reality) eine Zunahme der Anforderungen an die Datenübertragung verbunden ist. Für die Erfüllung dieser Anforderungen werden in erster Linie vollständig optische Netze in Betracht gezogen. Verbunden damit ist eine Zunahme der Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur, da die Forschungsprojekte auch Aktivitäten auf Ebene von Netzkomponenten und Netzarchitekturen umfassen.

¹³¹ Die in den Experteninterviews gewonnenen Informationen lassen die Schlussfolgerung zu, dass für Diffusion und Nutzungsintensität von UMTS-Anwendungen mit hohem Datenbedarf von einem zunächst sehr langsamen Wachstum auszugehen ist.

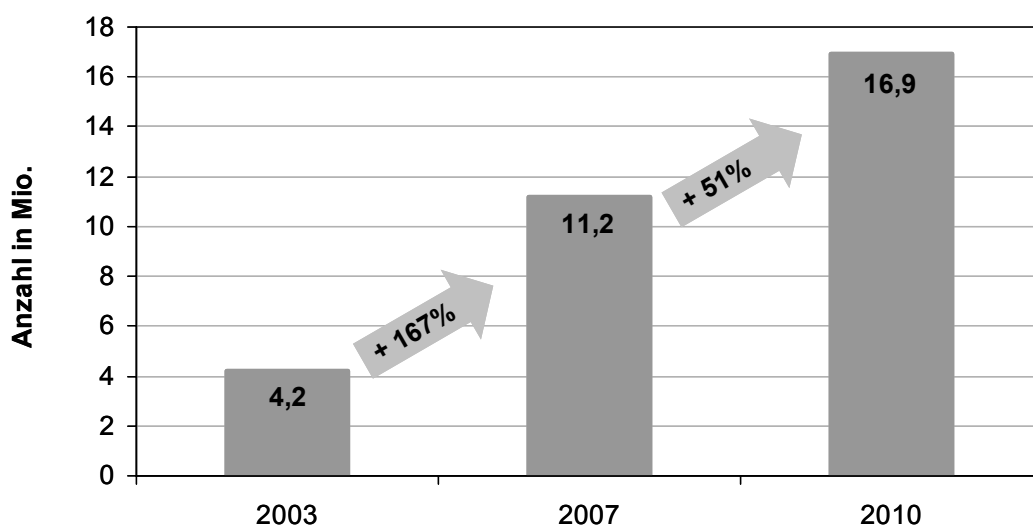
¹³² Laut Angaben des Verbands der deutschen Internetwirtschaft (eco Forum e.V.) ist ein anhaltender Trend erkennbar, so dass sich alle 14 Monate der Internetverkehr in Deutschland verdoppelt (vgl. eco Forum e.V. (2004)).

¹³³ Z.B. Kaufmann (2004), S. 7 ff.

Mittel- bis längerfristige Zukunftsbetrachtung

Der Verlauf der Nachfrage über den Kurzfristhorizont hinaus zeigt nach unserer Einschätzung überwiegend deutliche Wachstumsimpulse. Ursache hierfür stellen Marktentwicklungen dar, die die qualitativen und quantitativen Anforderungen an Datenübertragungsmöglichkeiten in Deutschland stimulieren¹³⁴. Zum einen finden sich solche Einflussfaktoren auf infrastruktureller Seite. Hierzu zählt der deutliche Anstieg der Breitbandpenetration (vgl. Abbildung 4-3) und das damit einhergehende Wachstum des Übertragungsvolumens ebenso wie der Ausbau der Funktionalitäten in den Kabelnetzen¹³⁵. Zum anderen ist durch eine zunehmende Verbreitung datenintensiver multimedialer Anwendungen wie z.B. Videotelefonie, Musik-/Videodownloads oder IP-TV mit einer signifikanten Erhöhung der übertragenen Datenvolumina zu rechnen. Die heute vorhandenen Übertragungskapazitäten können dadurch schneller als ursprünglich erwartet an ihre Grenzen stoßen¹³⁶. In der Folge ist insbesondere vor dem Hintergrund der derzeit verhaltenen Investitionen in Backbone-Infrastrukturen mit einer wachsenden Nachfrage zu rechnen.

Abbildung 4-3: Prognose zur Entwicklung der Breitbandpenetration in Deutschland



Quelle: in Anlehnung an Wirtz et al. (2004)

wik

¹³⁴ Vgl. Financial Times Deutschland (2003) und FAZ (2004).

¹³⁵ Z.B. plant Kabel Deutschland, den Großteil des Kabelnetzes aufzurüsten und rückkanaltauglich zu gestalten. In einzelnen Teilen des Netzes wurde die Rückkanaltauglichkeit bereits realisiert. Der weitere Ausbau steht noch an, seine genaue zeitliche Realisierung ist jedoch offen. Bis Ende 2005 soll das Internetangebot von Kabel Deutschland in mindestens 15 Städten verfügbar sein. Vgl. Kabel Deutschland (2005).

¹³⁶ Vgl. Bleich, Kuri, Vogt (2003), S. 21 ff.

Ein besonderer Einfluss auf die Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur könnte zusätzlich von den Wissenschaftseinrichtungen ausgehen. Wie in Abschnitt 4.1 ausgeführt, laufen derzeit Vorbereitungsprojekte zur Entwicklung des zukünftigen Wissenschaftsnetzes X-WiN, der Nachfolgeneration des heutigen G-WiN. Dabei stellt die Option, eigene Glasfaserstrecken zu betreiben, eine mögliche Realisierung für den DFN-Verein dar. Sollte die Entscheidung getroffen werden, das X-WiN in dieser Form anstelle durch eine Beschaffung von Übertragungskapazität (wie beim G-WiN) aufzubauen, hätte das einen starken positiven Impuls für die Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur. Das gilt zum einen für den eigentlichen Aufbau des bundesweiten Kernnetzes durch den DFN-Verein, zum anderen aber auch für die flächendeckende Anbindung von Wissenschaftseinrichtungen an dieses Netz.¹³⁷

4.3 Regionale Verteilung der Nachfrage

Die Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur ist in Deutschland lokal sehr unterschiedlich ausgeprägt. Dabei lassen sich in geographischer Hinsicht grundsätzlich zwei Regionstypen unterscheiden:

- Zentren und Haupttrassen.
- Periphere Regionen.

Der Schwerpunkt der Nachfrage liegt in Zentren und auf den sie verbindenden Strecken. Als Zentren sind dabei Großstädte und ihre nähere Umgebung zu verstehen. Unsere Analysen lassen die Schlussfolgerung zu, dass in und zwischen diesen Regionen der weitaus größte Teil der Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur besteht. Ursächlich dafür sind sowohl alle Arten von primären Nachfragern, d.h. Carrier der unterschiedlichen Netzarten, als auch die als sekundäre Nachfrager bezeichneten Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen.

Die Dominanz der Nachfrageverteilung in Zentren und auf Haupttrassen wird u. a. deutlich, wenn man die Ergebnisse einer Analyse der internationalen Backbone-Carrier in Deutschland heranzieht. Tabelle 3-3 in Abschnitt 3.5 zeigt für die 10 wichtigsten dieser Carrier ihre PoP-Standorte in Deutschland. Es ist erkennbar, dass diese Lokationen sich überwiegend in Großstädten befinden. Bedarf nach Backbone-Übertragungskapazität besteht in der Konsequenz insbesondere auf den Haupttrassen zwischen diesen Städten.

Im Bereich peripherer Regionen, d.h. außerhalb der Zentren bzw. abseits der Haupttrassen, ist die Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur nach unseren Recherchen deutlich schwächer ausgeprägt. Sie scheint darüber hinaus aber nicht flächendeckend gering zu sein. Vielmehr gibt es nach unserer Einschätzung einzelne Regionen, in denen durchaus eine Nachfrage vorhanden ist, ihr Ausmaß liegt jedoch weit unter dem

¹³⁷ Vgl. Ernst, Kunze (2004).

der Zentren. Daneben gibt es allerdings auch andere Regionen, in denen höchstens eine geringe Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur besteht. Dabei handelt es sich nach unserer Einschätzung überwiegend um besonders strukturschwache Regionen. Auf Basis der Expertengespräche kann man davon ausgehen, dass die Nachfrage in den peripheren Regionen primär durch den Bedarf an Glasfaserinfrastruktur zur Anbindung an die existierenden Haupttrassen verursacht wird. Tatsächlich neue Weitverkehrsstrecken, die in den strukturschwachen Regionen beginnen oder enden, stehen kaum im Interesse der Nachfrager.

Das Zustandekommen der Nachfrage in peripheren Regionen wird durch verschiedene Faktoren gefördert:

- Primäre Nachfrager: Netzausbau der Carrier.
- Sekundäre Nachfrager: Standortverteilung von Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen.

Bei den Carriern in Deutschland finden sich Anzeichen, dass die spezifischen Backbones gezielt weiter ausgebaut werden, um auf diese Weise Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Diese Entwicklung lässt einen Bedarf an Übertragungsleistung auch in peripheren Regionen lassen. Das gilt insbesondere für den Bereich der Festnetzanbieter, wie folgender Sachverhalt zeigt. Betrachtet man die Anzahl der alternativen Anbieter, die an mehr als 20 Orten eine Zusammenschaltung mit der DTAG durchführen, so zeigt sich im Zeitablauf ein starker Anstieg¹³⁸. Im Jahr 2001 waren es erst 13 Anbieter. Bis zum ersten Quartal 2003 hat sich die Zahl um nahezu 50% erhöht und liegt bei 19. Durch diese Zunahme steigern die alternativen Carrier ihre eigene Wertschöpfung und verringern den Anteil der bei der DTAG in Anspruch genommenen Vorleistungen im Bereich von Übertragungsleistungen. Gleichzeitig mit der Erhöhung der Zusammenschaltungspunkte steigt somit bei den Anbietern der Bedarf nach Übertragungsleistung, der sich zumindest teilweise in einer Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur äußert.¹³⁹ Die Marktanalyse legt darüber hinaus die Schlussfolgerung nahe, dass die Nachfrage von Carriern in peripheren Regionen nicht nur durch Festnetzanbieter induziert wird. Wir haben ebenfalls Anzeichen gefunden, dass bei Mobilfunkbetreibern im Rahmen des Aufbaus der UMTS-Netze zumindest partiell eine Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur auch in peripheren Regionen vorhanden ist.

Neben Carriern generieren auch die sekundären Nachfrager in den peripheren Räumen eine Nachfrage. Hier stellen Standorte von Großunternehmen sowie Hochschulen und sonstige Wissenschaftseinrichtungen in schwächer strukturierten Räumen Treiber für den Bedarf an Übertragungsinfrastruktur dar. Aus regionaler Perspektive ist diese Nachfrage in Deutschland nur punktuell, d.h. nicht flächendeckend, ausgeprägt

¹³⁸ Vgl. RegTP (2003), S. 6.

¹³⁹ Auch hier gilt, dass Backbone-Infrastruktur aus Nachfragersicht in einer substitutiven Beziehung zu Übertragungskapazität stehen kann, so dass der beschriebene Bedarf nur zum Teil zu einer Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur führt.

4.4 Entscheidungsverhalten der Nachfrager

Aktuelle Nachfragesituation

In allen Nachfragersegmenten ist eine sehr fokussierte Investitionstätigkeit mit Blick auf Übertragungsinfrastruktur festzustellen. Der weitere Ausbau von Kommunikationsnetzen erfolgt strikt bedarfsorientiert und dient nahezu ausschließlich zur Vervollständigung vorhandener Netzstrukturen. Die beobachtbaren Aktivitäten sind meist business case-getrieben und stellen sich als ökonomisch rationales Verhalten dar. Bei mangelnder Wirtschaftlichkeit für den Infrastrukturausbau werden erforderliche Übertragungskapazitäten angemietet anstatt in den Aufbau eigener Leistungstrecken zu investieren.

Auch die Kapazitätserhöhung vorhandener Backbone-Infrastrukturen erfolgt derzeit nur selten durch Beschaffung zusätzlicher Glasfaserstrecken. Bereits eingesetzte Leitungen werden bei wachsenden Anforderungen an die Übertragungsbandbreite vielmehr besser genutzt. Hierfür sind Investitionen zur Optimierung der aktiven Übertragungstechnik erforderlich¹⁴⁰. Im Vergleich mit einer Erweiterung der Leitungstrecken entstehen bei dieser Vorgehensweise Zeit- und Kostenvorteile. Allerdings ist das Vorgehen nur möglich, wenn bereits Glasfaserstrecken vorhanden sind und die aktive Übertragungstechnik noch nicht dem aktuellsten Stand entspricht.

Entscheidungsgrößen der Nachfrage nach Übertragungsinfrastruktur

Die Entscheidung der Nachfrager, in die Anschaffung eigener Backbone-Infrastrukturen zu investieren anstelle Übertragungskapazität einzukaufen („Make or Buy-Entscheidung“), wird in starkem Maße durch wirtschaftliche Überlegungen bestimmt. Daneben fließen aber abhängig von der individuellen Unternehmensstrategie weitere Kriterien ein. Die durchgeführte Analyse führt insgesamt zu folgenden vier Einflussfaktoren:

- Kosten,
- Primärnutzen,
- Sekundärnutzen,
- Stabilität.

Auf der *Kostenseite* sind für die Nachfrager zum einen einmalige Investitionskosten und zum anderen laufende Betriebskosten entscheidungsrelevant. Darüber hinaus können auch zukünftige Upgradekosten zur Erhöhung der Übertragungskapazität bei steigen-

¹⁴⁰ Nach Aussage von Experten kann die Standard-Übertragungskapazität von Glasfaserstrecken durch den Einsatz moderner Übertragungsgeräte auch unter Alltagsbedingungen um den Faktor 80 gesteigert werden.

dem Bedarf in die Entscheidungsfindung einbezogen werden.¹⁴¹ Die konkreten Kostenbestandteile und ihre Höhe hängen mit der Wertschöpfungstiefe des jeweiligen Unternehmens bei der Beschaffung eigener Übertragungsinfrastruktur zusammen.

Im umfangreichsten Fall werden alle Einzelkomponenten einschließlich der Lichtwellenleiter selbst beschafft und (i. d. R. durch Outsourcing) verlegt bzw. installiert. Diese Beschaffungsform mit sehr weit reichender eigener Wertschöpfung ist in der Praxis allerdings eher selten auf der Nachfragerseite zu beobachten. Am ehesten ist sie bei City Carriern anzutreffen, die über ihre Gesellschafter (i. d. R. regionale EVU) besondere Kostenvorteile beim Verlegen von Glasfasern realisieren können. Wesentlich häufiger wird die Beschaffung eigener Backbone-Infrastruktur über die Alternative dark fiber realisiert. In diesem Fall werden insbesondere die hohen Kosten für Verlegearbeiten auf unterschiedliche Nutzer eines Glasfaserkabels verteilt.

Ein wesentlicher Kostenvorteil eigener Backbone-Infrastruktur im Vergleich zur Beschaffung von Übertragungskapazität liegt in den Grenzkosten für eine Steigerung der bereits verfügbaren Kapazität¹⁴². Im ersten Fall ist durch vergleichsweise niedrige zusätzliche Investitionen in aktive Übertragungstechnologie ein Ausbau möglich. Im Gegensatz dazu entstehen im zweiten Fall durch Zukauf weiterer Übertragungskapazität bei anderen Carriern deutlich höhere Kosten.

Die Amortisationsdauer eigener Übertragungsinfrastruktur liegt nach unserer Erkenntnis im mittel- bis längerfristigen Bereich. Die Experteninterviews lassen die Schlussfolgerung zu, dass abhängig von der Preisentwicklung und dem Ausmaß der eigenen Wertschöpfung mit Zeiträumen von 5 bis 10 Jahren zu rechnen ist, bevor der Break even-Punkt erreicht wird. Für Nachfrager mit einer kurzfristig orientierten Investitionsstrategie stellt die Beschaffung eigener Backbone-Infrastruktur somit keine überzeugende Alternative dar.

Für eine Entscheidungsfindung ist der Kostenvergleich nicht notwendigerweise auf die beiden Alternativen Beschaffung eigener Backbone-Infrastruktur und Einkauf von Übertragungskapazität beschränkt. Innerhalb der ersten Alternative stellt sich aufgrund der Abhängigkeit der Übertragungskapazität pro Glasfaser von der eingesetzten Übertragungstechnologie vielmehr ein weiteres Entscheidungsproblem. Teure „high end“-Übertragungstechnologie unter Verwendung weniger Glasfaserleitungen steht dabei in potenzieller Konkurrenz zu „low cost“-Übertragungstechnologie unter Verwendung mehrerer Glasfaserleitungen.¹⁴³ Der trade-off zwischen Anzahl der genutzten Glasfasern und eingesetzter Equipment-Technik kommt insbesondere auf Strecken zum Tragen, bei denen ein Überangebot an dark fiber-Leitungen zu günstigen Preisen führt.

¹⁴¹ Eine ausführliche Diskussion der Kosten für Glasfaser-Infrastruktur findet sich im Bereich der Angebotsanalyse in Abschnitt 3.7.1.

¹⁴² Vgl. Falch et al. (2003).

¹⁴³ Vgl. Falch et al. (2003).

Kosten- bzw. Synergieüberlegungen sind auch Gründe für Kooperationen von Carriern im Bereich des Netzauf- bzw. -ausbaus auf der Backbone-Ebene¹⁴⁴. Eine von Hansmann et al. durchgeführte Befragung von Carriern im Jahr 2002 zeigte unter anderem, dass von den Unternehmen, die in den Ausbau überregionaler Übertragungswege investieren wollten, etwa ein Drittel der nationalen Carrier und über drei Viertel der regional fokussierten Carrier die Ausdehnung ihrer Backbone-Übertragungsinfrastruktur mittels Kooperationen, z.B. in Form strategischer Allianzen, planten.¹⁴⁵ Regionale Carrier setzen somit deutlich häufiger auf Kooperationsstrategien als national ausgerichtete Carrier. Ein Hauptgrund liegt nach unserer Einschätzung an den unterschiedlichen finanziellen Möglichkeiten der beiden Nachfragertypen. Regionale Anbieter agieren in der Regel innerhalb eines kleinen finanziellen Rahmens, so dass ein kapitalintensiver Ausbau überregionaler Backbone-Infrastruktur eine besondere Herausforderung darstellt, der man mit Kooperationen begegnet. National agierende Anbieter haben dagegen eher einen größeren finanziellen Spielraum, bedingt durch dahinter stehende Kapitalgeber in Form internationaler Carrier oder Betreiberkonsortien.

Bei der Bewertung des *Primärnutzens* berücksichtigen die Nachfrager das unmittelbare Nutzungspotenzial, das sich durch eine eigene Infrastruktur für ihre Übertragungsaktivitäten eröffnet. Insbesondere geht es dabei um die Möglichkeiten, die Backbone-Infrastruktur unabhängig und flexibel in Abhängigkeit von den eigenen Anforderungen steuern zu können¹⁴⁶. Daneben wird berücksichtigt, in welchem Ausmaß durch die Übertragungsinfrastruktur als Innovationsbasis für Produkte oder Dienste mit Differenzierungspotenzialen die eigene Wertschöpfung gesteigert werden kann.

Als *Sekundärnutzen* werden von den Nachfragern Vorteile bewertet, die sich mittelbar aus einer eigenen Übertragungsinfrastruktur ergeben können. Die Analyse legt die Schlussfolgerung nahe, dass es sich dabei in erster Linie um Kapitalmarktaspekte handelt. Die eigene Infrastruktur kann im Gegensatz zu Mietleitungen als asset bilanziert werden. Insbesondere in der Hype-Phase des TK-Marktes führte das vielfach dazu, dass Unternehmen trotz eines gleichzeitigen Anstiegs des Eigen- oder Fremdkapitals eine höhere Kreditwürdigkeit auf dem Kapitalmarkt erzielen konnten.¹⁴⁷ Die zugehörigen Abschreibungszeiträume für Leitungsinfrastruktur liegen im Langfristbereich und betragen etwa 15 bis 35 Jahre¹⁴⁸.

¹⁴⁴ Ein Beispiel für die Kooperation zweier Netzbetreiber beim Aufbau von Übertragungsinfrastruktur auf internationaler Ebene geben Colt Telecom und Telia International Carrier. Beide Unternehmen einigten sich auf die gegenseitige Verwendung von Leerrohren. So konnte Telia International Carrier Leerrohre von Colt Telecom in Deutschland verwenden und umgekehrt erhielt Colt Telecom das Recht, Leerrohre in Österreich und Skandinavien zu nutzen. (Quelle: Funkschau (2000), S.10). Zur Thematik der Tauschbeziehungen zwischen Carriern siehe auch Elixmann (2001).

¹⁴⁵ Hansmann, Ringle, Engelke (2002), S.11ff.

¹⁴⁶ Vgl. Informationweek (2000).

¹⁴⁷ Vgl. Elixmann, Metzler, Schäfer (2004).

¹⁴⁸ Vgl. DTAG: Geschäftsbericht 2003, S. 127.

Unter *Stabilität* werden die Vorteile aus Nachfragersicht zusammengefasst, die mit der Zukunftssicherheit eigener Infrastruktur zusammenhängen. Neben einer technischen Komponente in Form eines möglichst geringen Risikos der technologischen Obsoleszenz gehört hierzu auch die Kontinuität von Vorleistungslieferanten wie z.B. den Anbietern von Glasfaserstrecken. Dieser Aspekt hat nach unserer Einschätzung insbesondere durch die Insolvenzen bei internationalen Anbietern für Übertragungsinfrastruktur wie z.B. KPN Qwest an Bedeutung gewonnen. Die Anbieterstabilität wirkt bei einer „Make or Buy-Entscheidung“ allerdings eher in geringem Maße. Ihr Einfluss ist vor allem bei Entscheidungen zwischen unterschiedlichen Vorleistungslieferanten bedeutsam.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass Investitionsentscheidungen der Nachfrager mit Blick auf Backbone-Übertragungsinfrastruktur multidimensionale Problemstellungen darstellen, deren Lösung man sich durch unternehmensindividuelle, eher risikoaverse Abwägung der ökonomischen Vor- und Nachteile nähert. Anders als in der Hype-Phase des TK-Marktes spielen heute sehr optimistische Wachstumsmöglichkeiten nicht mehr den zentralen Auslöser für Infrastrukturinvestitionen.

Die Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren untereinander kann dabei von Unternehmen zu Unternehmen variieren. Überwiegend wird heute dem Verlegen und Beschalten von Übertragungsinfrastruktur aus Nachfragersicht kein signifikantes Differenzierungspotenzial beigemessen, so dass entsprechende Investitionen zurückhaltend erfolgen. Je nach Geschäftsmodell der Nachfrager kann allerdings auch der Aufbau und Betrieb einer eigenen Übertragungsinfrastruktur eine wettbewerbsrelevante Kernkompetenz darstellen. Das gilt nach unserer Einschätzung insbesondere für spezielle Backbone-Carrier und für ausgewählte Carrier, deren Produktstrategie über besondere Alleinstellungsmerkmale verfügt¹⁴⁹.

¹⁴⁹ Hierzu zählen z.B. die DTAG als flächendeckender Vollsortimenter für Privat- und Geschäftskunden oder City Carrier mit einer weitgehend vom incumbent unabhängigen Infrastruktur wie z.B. NetCologne.

5 Markt- und Wettbewerbsanalyse

Nach der getrennten Analyse von Angebots- und Nachfrageseite wird im Folgenden eine beide Seiten zusammenfassende Marktbetrachtung durchgeführt, bei der die Interaktion der Marktteilnehmer näher beleuchtet wird.

Relevante Marktgüter und ihre relative Bedeutung untereinander

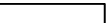
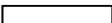
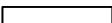
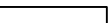
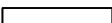
Der Markt für Backbone-Infrastruktur in Deutschland umfasst in der Abgrenzung der vorliegenden Studie Trassen im Weitverkehrsbereich, d. h. außerhalb örtlicher, lokaler Verteilnetze, auf denen unbeschaltete Glasfaserleitungen (dark fiber, managed fiber) oder Leerrohrkapazitäten existieren. Jede Strecke ist dabei eindeutig durch einen Anfangs- und Endpunkt sowie die dazwischen liegende physische Verbindung definiert. Das bedeutet insbesondere, dass eine Glasfaserleitung von A nach B nicht durch eine Leitung von C nach D substituiert werden kann. Von den Anfangs- bzw. Endpunkten einer Trasse im Weitverkehrsbereich ist eine Anbindung an Endkunden-nähere Netzebenen erforderlich, da Leitungsstrecken und Leerrohre i. d. R. nicht an Übergabepunkten existierender Kommunikationsnetze enden.

Auf dem Markt für „rohe“ Übertragungsinfrastruktur dominiert in Deutschland die Vermarktung von unbeschalteten Glasfaserleitungen (dark fiber, managed fiber). Die Vermarktung von Leerrohrkapazitäten findet im Vergleich dazu auf wesentlich geringerem Niveau statt. Zudem sind auf der Anbieterseite nur sehr wenige Anbieter von Leerrohrkapazitäten zu finden. Im Wesentlichen sind dies Gasnetzbetreiber und einzelne Stadtwerke. EVU, national agierende TK-Carrier bzw. ISP oder City Carrier bieten i. d. R. keine Leerrohrkapazitäten an.

Anbieter- und Nachfragerstruktur im deutschen Markt für Infrastruktur

In den folgenden Abbildungen (siehe Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2) werden die aktiven Gruppen auf Anbieter- als auch auf Nachfragerseite der Märkte für unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur einerseits und Mietleitungen und Wellenleitungen andererseits aufgeführt. Es erfolgt eine Einstufung der Anbieter- und Nachfragergruppen auf qualitativer Ebene. Anbieterseitig wird in Errichtung, Vermarktung und in „Nutzung der selbst errichteten Infrastruktur für Endkundendienste“ unterschieden. Zusätzlich zur Betrachtung von unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur und von Mietleitungen und Wellenlängen wurden auf der Anbieterseite Kabelschächte mit aufgenommen.

Abbildung 5-1: Anbieterstruktur im deutschen Markt für Infrastruktur

Unternehmen(s-gruppe)	Errichtet Kabelschächte	Errichtet Glasfaserinfrastruktur	Vermarktet Kabelschächte	Vermarktet unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur	Vermarktet Wellenlängen und Mietleitungen	Betreibt Netze und vermarktet Dienste für Endkunden
GasLine						
Andere Gasnetzbetreiber						
Stadtwerke ohne City Carrier						
Stadtwerke mit City Carrier						
EVUs						
DTAG						
Nationale/überregionale Carrier/ISP						

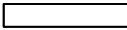
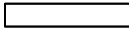
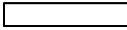
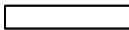
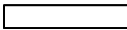
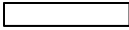
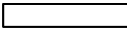
 keine Aktivität
  geringe Aktivität
  mittlere Aktivität
  hohe Aktivität

Quelle: WIK Recherche

Auf der Anbieterseite fällt auf, dass alle aufgeführten Spieler Glasfaserinfrastruktur errichten, diese jedoch in unterschiedlicher Form vermarkten. Die Anbieterseite lässt sich zusammenfassend in zwei Anbieterkategorien unterteilen:

- Unternehmen, die nicht aus dem Kommunikationssektor stammen und teilweise Glasfaserinfrastruktur für den Eigenbedarf errichten (Stadtwerke ohne City Carrier, EVUs, Gasnetzbetreiber, GasLINE): Sie sind entlang der aufgezeigten Wertschöpfungsstufen wenig integriert und verbleiben primär auf der Ebene der Errichtung und Vermarktung von unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich. Im geringeren Maße vermarkten sie auch Leerrohrkapazitäten.
- Carrier (City Carrier, nationale/überregionale Carrier): Anbieter, die ihre eigene Glasfaserinfrastruktur primär für die Vermarktung von Mietleitungen und Wellenlängen oder für das Angebot von Diensten für Endkunden nutzen. In geringerem Maße bieten sie auch Überschusskapazitäten bei den Glasfaserleitungen als dark fiber an.

Abbildung 5-2: Nachfragerstruktur im deutschen Markt für Infrastruktur

Unternehmen(sgruppe)	Bezieht unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur von Dritten	Fragt Wellenlängen und Mietleitungen bei Dritten nach
GasLine		
Andere Gasnetzbetreiber		
Stadtwerke ohne City Carrier		
Stadtwerke mit City Carrier		
EVUs		
DTAG		
Nationale/überregionale Carrier/ISP		
Mobilfunkbetreiber		
Kabelnetzbetreiber		
Unternehmen aus anderen Sektoren		
Wissenschaftseinrichtungen		

 keine Aktivität
  geringe Aktivität
  mittlere Aktivität
  hohe Aktivität

Quelle: WIK Recherche

Die Nachfragerseite ist dadurch gekennzeichnet, dass vorwiegend Marktspieler aus dem Kommunikationssektor Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur entfalten. Dabei überwiegt jedoch bei jedem Carriertyp, mit Ausnahme der DTAG, die Nachfrage nach Mietleitungen und Wellenlängen. Unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur wird in geringerem Maße nachgefragt. Die Gruppen der Marktspieler, die nicht aus dem Kommunikationssektor stammen und auf der Anbieterseite von unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur auftauchen, treten nicht oder nur in sehr geringem Maße als Nachfrager von dark fiber oder Wellen- und Mietleitungen auf.

Fasst man die Akteure auf Anbieter- und Nachfragerseite auf den Märkten für unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur und Wellenleitungen/Mietleitungen im Backbone-Bereich zusammen, bilden sich drei Gruppen von Marktspielern heraus:

- Marktspieler die nur auf der Anbieterseite aktiv sind und sich dabei auf das Angebot unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur beschränken (GasLINE, Gasnetzbetreiber, EVU, Stadtwerke). Sie vermarkten bis auf seltene Ausnahmen nur selbst errichtete Übertragungsinfrastruktur. Im dark fiber Segment sind sie die wesentlichen Anbieter.
- Marktspieler die nur auf der Nachfragerseite vorkommen und eher in geringem Maße unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur nachfragen. Sie sind hauptsächlich Nachfrager von Mietleitungen oder Wellenlängen (Wissenschaftseinrichtungen, Unternehmen aus anderen Sektoren, Kabelnetzbetreiber, Mobilfunkbetreiber). Die meis-

ten Unternehmensgruppen/Nachfragertypen, die auf der Nachfrageseite aktiv sind, fallen in diese Gruppe.

- Integrierte Marktspieler, die sowohl auf Anbieter- als auch Nachfrageseite auftauchen und dabei sowohl unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur als auch Wellenlängen und Mietleitungen anbieten und gleichzeitig nachfragen. Dabei wird die zum Teil selbst errichtete, zum Teil nachgefragte unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur entweder auf der höheren Stufe der Wellenleitungen oder Mietleitungen wieder am Markt angeboten, oder sie wird für die Erbringung von Diensten für Endkunden benötigt. Diese übergeordnete Gruppe besteht aus den zwei Anbietertypen nationale/überregionale Carrier und ISP einerseits und City Carrier andererseits. Besonders im Bereich der Mietleitungen und Wellenlängen machen diese Spieler einen Großteil sowohl des Angebots als auch der Nachfrage aus.

Rolle der unterschiedlichen Marktteilnehmer entlang der Vermarktungsstufen für Backbone-Leistungen

Anbieter von dark fiber-Leitungen übernehmen primär die Klärung der Wegrechte und das Verlegen der Glasfaserinfrastruktur. Darüber hinaus überwachen sie die Strecken. Dabei können sie vielfach von Synergieeffekten profitieren, da die Glasfaserleitungen oft parallel zu anderweitiger Infrastruktur verlaufen, die ebenfalls kontinuierlich überwacht werden muss (z.B. Gasleitungen). Der Fall der Zweitvermarktung, bei dem ein Marktteilnehmer unbelichtete Glasfaserstrecken anmietet, um selbst Leitungen weiter zu vermieten, ist ebenfalls am Markt zu finden. Wir schätzen die Bedeutung der Zweitvermarktung in Deutschland jedoch als gering ein. Zum einen ist die Weitervermarktung häufig durch entsprechende Vertragsbedingungen ausgeschlossen. Zum anderen ist sie höchstens bei solchen Carriern zu beobachten, die aufgrund von in der Vergangenheit langfristig angemieteter Glasfaserinfrastruktur streckenspezifische Überkapazitäten besitzen und durch die Weitervermarktung zusätzliche Deckungsbeiträge erwirtschaften wollen.

Die Nachfrager im Markt für Glasfaserinfrastruktur führen die Beschaltung der Glasfaserleitungen durch und übernehmen das Netzmanagement. Die Mehrzahl der Nachfrager nutzt die Backbone-Infrastruktur für den Eigenbedarf, d.h. zur Realisierung eigener Dienste. Im Spezialfall der Carriers Carrier werden die Glasfaserstrecken dagegen über die Vermietung in Form höherwertiger Leistungen (z.B. Wellenlängen, Mietleitungen) dem Gesamtmarkt für Backbone-Leitungen zumindest teilweise wieder zur Verfügung gestellt.

Kontraktuelle Gestaltungsmuster der Markttransaktionen

Die Anbieter von Glasfaserinfrastruktur veräußern nur Nutzungsrechte, jedoch keine Eigentumsrechte an der Infrastruktur. Lediglich beim Verkauf von Anlagevermögen insolventer Carrier wechselt Backbone-Infrastruktur tatsächlich den Eigentümer. Die Nut-

zungsrechte werden in den meisten Fällen langfristig mit Laufzeiten von ca. 10 bis 35 Jahren veräußert. Im Gegensatz dazu werden beschaltete Backbone-Leistungen wie Wellenlängen und Mietleitungen über kurze Zeiträume von ein bis zu drei Jahren vermarktet. In Tabelle 5-1 sind die beschriebenen Backbone-Leistungen und deren typische Vertragslaufzeiten dargestellt.

Tabelle 5-1: Zeitdimensionen bei der Vermarktung von Übertragungsleitungen und Übertragungskapazitäten

Produktgruppe	Kurzfristige Vermarktung: für 1-3 Jahre	Langfristige Vermarktung: für 7-15 Jahre	Pacht- bzw. IRU-Vertrag: für 15–30 Jahre
Leerrohre	–	✓	✓
dark fiber	–	✓	✓
managed fiber	–	✓	–
Wellenlängen	✓	✓	–
Mietleitungen	✓	✓	–

Quelle: WIK-Analyse

Dark und managed fiber werden meist über langfristigen Pachtverträgen ähnliche „Indefeasible Rights of Use“-Verträge (IRU) veräußert. Insgesamt ist im Markt eine Tendenz zur Verkürzung der Vertragslaufzeiten für unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur erkennbar. Diese Entwicklung wird primär dadurch verursacht, dass im Markt zumindest teilweise ein Überangebot an Infrastruktur besteht und gleichzeitig auf Nachfragerseite die Prognoseunsicherheiten zur TK-Marktentwicklung und zum Wachstum des Datenverkehrs größer geworden sind. Darüber hinaus versuchen Nachfrager durch kürzere Laufzeiten die Risiken von Technologiesprüngen zu reduzieren, die bei einer sehr langen Bindung an einen bestimmten Glasfasertyp relevant werden. So sind z.B. die heute häufig über 10 Jahre alten Glasfaserleitungen nur bis zu einer Übertragungsrate von 2,5 Gbps kosteneffizient zu betreiben. Bei höherem Datenverkehr werden teure Zusatzinstallationen nötig.¹⁵⁰

Gleichwohl ist es mit Blick auf die Laufzeiten der Pacht- oder IRU-Verträge für unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur auch aus Nachfragersicht vorteilhaft, dass es sich nicht um Kurzfristkontrakte handelt. Hauptargument für diese Bewertung stellen die nicht zu vernachlässigenden Wechselkosten dar, die durch Anpassung von Beschaltungs- und Signalverstärkungsequipment an veränderte Glasfaserstrecken sowie durch Konfiguration des Netzmanagements entstehen.

¹⁵⁰ Falch et al. (2003), S.19.

Intensität von Angebot und Nachfrage in geografischer Differenzierung

Die Wettbewerbsintensität im Markt für unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur fällt aufgrund der nur sehr bedingt substituierbaren Strecken in Deutschland regional sehr unterschiedlich aus. In der untenstehenden Tabelle werden Anbieter und Nachfrager innerhalb typisierter Regionen gegenübergestellt. Die Einträge der Tabelle geben auf einer vierstufigen Skala die Einschätzung zur Anzahl der Anbieter bzw. der Nachfrager wieder.

Tabelle 5-2: Intensität von Angebot und Nachfrage in geografischer Differenzierung

Geografischer Bezug	Anzahl der Anbieter	Anzahl der Nachfrager
Innerhalb von Verdichtungsräumen	–	–
Zwischen Verdichtungsräumen	–	–
Innerhalb von Regionen um Mittelzentren	⊙	◀◀
Zwischen Regionen um Mittelzentren	◀◀	◀◀
Innerhalb von ländlichen Räumen entlang von Leitungstrassen	⊙	⊙
Innerhalb von ländlichen Räumen abseits von Leitungstrassen	☆	⊙

☆ keine ⊙ niedrig ◀◀ mittel – hoch

Quelle: WIK-Analyse

Innerhalb und zwischen den Verdichtungsräumen, womit Ballungsräume um Großstädte ab ca. 200.000 bis 300.000 Einwohnern gemeint sind, findet man sowohl die meisten Nachfrager als auch die höchste Zahl der Anbieter. Die Anbieter verfügen hier häufig über Überkapazitäten an Übertragungsinfrastruktur. Je mehr man sich von den Ballungsräumen entfernt und in die weniger urbanen Regionen begibt, desto mehr nimmt die Anzahl der Marktteilnehmer auf beiden Seiten ab. So kann es in ländlichen Räumen, in denen kaum Gas- oder Hochspannungsnetze vorhanden sind, bzw. diese nicht mit Glasfaserkabeln ausgestattet sind, zu einem gänzlichen Fehlen von Anbietern kommen. Dies sind in der Regel Regionen, in denen nur eine vergleichsweise schwache Nachfrage vorhanden ist, da auf der Seite der Endkunden nur in geringem Maße Übertragungsverkehr generiert wird. Auch innerhalb der Regionen um Mittelzentren, also in Regionen mit Kleinstädten oder Städten mit in der Regel unter 200.000 Einwohnern, kann es zu einem Nachfrageüberhang kommen. Dies gilt insbesondere, wenn

- die Region nicht über City Carrier verfügt,
- die Netze der EVU bereits relativ früh in den Mittelspannungsbereich wechseln oder die Netze auch im Hochspannungsbereich nicht über Glasfaserleitungen verfügen.

Zwischen den Mittelzentren ist die Wahrscheinlichkeit wieder höher, dass für große Teile einer benötigten Glasfaserstrecke Hoch- bzw. Höchstspannungsleitungen oder Gastrassen mit unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur ausgestattet sind und dem Markt zur Verfügung stehen.

Das wesentliche Ergebnis der Gegenüberstellung von Anbietern und Nachfragern besteht damit darin, dass der Markt innerhalb der meisten typisierten Regionen ausgeglichen ist. In Deutschland besteht somit nur in wenigen Regionen ein schwacher Nachfrageüberhang mit Blick auf unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur („weiße Flecken“).

Bei den „weißen Flecken“ handelt es sich vielfach um strukturschwache und bevölkerungsärmere Regionen, in denen nur eine geringe Nachfrage nach unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich existiert. Darüber hinaus weisen sie topografische Besonderheiten auf, die sich negativ auf die Kosten einer möglichen Erschließung auswirken. Nachfrageüberhänge mit Blick auf unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich sind somit auf die Gebiete fokussiert, die aus Anbietersicht nicht wirtschaftlich erschließbar sind. Aufgrund der stark von ökonomischen Rationalitäten geprägten Ausbaustrategien der Anbieter ist kurz- bis mittelfristig nicht mit einem marktgetriebenen Ausbau der Backbone-Infrastruktur in den „weißen Flecken“ zu rechnen.

Glasfaserkapazitäten

Die Zahl der verlegten Glasfasern pro Leitung variiert je nach Strecke, Alter der Kabel und Anbietertyp. Bei unterirdischer Verlegung werden heute meist Lichtwellenleiter mit 72 Faserpaaren verwendet, wobei innerhalb der Leerrohre zumeist ein zweiter Lichtwellenleiter nachgerüstet werden kann. Es finden zunehmend auch Kabel mit doppelt so vielen Fasern Verwendung.¹⁵¹ Vorwiegend entlang Strecken, die vor Mitte der 1990er Jahre errichtet wurden, sind jedoch häufig niedrigere Faserkapazitäten vorzufinden. Lichtwellenleiter entlang von Stromleitungen weisen relativ die geringsten Kapazitäten auf. Hier werden häufig nicht mehr als 12 Faserpaare pro Stromtrasse verlegt. Hinzu kommt, dass auf diesen Trassen ein Aufrüsten um weitere Kabel nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand möglich ist.

Die tatsächliche Übertragungskapazität der Glasfaserstrecken hängt unmittelbar mit der Art der verwendeten aktiven Beschaltungskomponenten ab und weist daher eine sehr große Schwankungsbreite auf. Darüber hinaus ist sie im Zeitablauf nicht konstant son-

151 Innerhalb von Stadtringen werden mitunter Glasfaserkabel mit über 800 Fasern verlegt.

dern kann bedarfsorientiert durch verbesserte Beschaltungskomponenten erweitert werden. Eine Abschätzung der aktuellen, maximal verfügbaren Übertragungskapazität auf den Glasfaserstrecken im Backbone-Bereich ist daher in zuverlässiger Weise im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Wir gehen allerdings davon aus, dass die Spielräume zur Erhöhung der Übertragungskapazität auf bestehenden Glasfaserstrecken durch Optimierung der Beschaltungskomponenten zumindest kurz- bis mittelfristig noch nicht ausgeschöpft sind.

Potenzial für Angebotsdifferenzierung im Markt

Die Möglichkeiten der Produktdifferenzierung bei unbeschalteter Backbone-Infrastruktur sind auf der Ebene der qualitativen Produkteigenschaften relativ begrenzt. In der Regel wird heute der Glasfasertyp G.652 eingesetzt, so dass man von einem relativ homogenen Produkt sprechen kann. Auf der Ebene von Service-Level-Agreements gibt es ein leichtes Potenzial zur Differenzierung, wie für das Angebot seitens der EVU bereits aufgeführt (siehe Abschnitt 3.4.2).

Aus unserer Sicht liegt für einen Anbieter von Übertragungsinfrastruktur das Hauptpotenzial für die Differenzierung gegenüber Wettbewerbern in der regionalen Fokussierung seiner Infrastruktur. Damit ist gemeint, welche „Knoten“ und „Kanten“ das Netz tatsächlich aufweist. Für gewisse Anbieter mag eine räumliche Schwerpunktsetzung z.B. auf ein oder mehrere Bundesländer bzw. spezifische Regionen in den Ländern Basis für die Marktpositionierung sein. Für andere mag im Vordergrund stehen, zwar bundesweit Glasfaser-Infrastruktur zu verlegen aber nur auf Trassen zwischen bestimmten größeren Städten. Für wieder andere mag der Fokus der Positionierung darin liegen, nicht nur größere Städte miteinander zu verbinden, sondern auch in den Regionen um die Städte herum bzw. unter Umständen auch in den Regionen um die Trasse herum, die zwei Städte miteinander verbindet, Glasfaserinfrastruktur zu verlegen und damit „in die Fläche“ zu gehen.

Zustandekommen der Marktpreise

Insgesamt betrachtet ist der Markt für Backbone-Infrastruktur in Deutschland durch sehr heterogene Preise gekennzeichnet. Es handelt sich hierbei um projektspezifische Individualpreise, die den Marktwert der angebotenen Leistung ausdrücken und somit i. d. R. nicht kostenorientiert sind. Der Marktwert wird dabei außer durch die technologischen Eigenschaften der Glasfaserleitungen vor allem durch die regionale Wettbewerbsintensität entlang einer Trasse bestimmt. Bei vergleichbaren Glasfasertypen liegen die Preise je Längeneinheit auf Strecken mit einem oder nur sehr wenigen Anbietern im Regelfall höher als auf „Rennstrecken“, wo mehr konkurrierende Anbieter über redundante Leitungstrassen verfügen. Es ist daher nicht auszuschließen, dass jeweils zwischen den unterschiedlichen Leitungstrassen eines Carriers eine Quersubventionierung von wettbewerbsschwachen Gebieten zugunsten wettbewerbsintensiver Strecken stattfindet.

Markteintrittsbarrieren

Der hohe Investitionsbedarf, der mit dem Aufbau von unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur verbunden ist, bildet eine bedeutsame Markteintrittsbarriere. Das mit dem „sunk cost“ Charakter der Investitionen verbundene Risiko erhöht die Barriere zum Markteintritt zusätzlich. Sunk costs sind insbesondere dann gegeben, wenn bspw. auf einer Strecke, aufgrund falscher Erwartungen bezüglich des Übertragungsvolumens, keine kostendeckende Vermarktung und auch kein kostenbasierter Weiterverkauf der Infrastruktur möglich ist.

Ein weiterer Aspekt, der potenzielle Anbieter hindert, neu in den Markt einzutreten, besteht in den langfristigen Vertragslaufzeiten der schon im Markt befindlichen Nachfrager. Dadurch ist es für den Markteintretenden schwierig, bestehende Nachfrage auf sich umzuleiten und Marktanteile von anderen Anbietern zu übernehmen.

Als dritte Markteintrittsbarriere wirkt sich die schlechte Kapitalverfügbarkeit für Unternehmen des TK-Sektors aus. In der Boomphase des TK-Marktes wurde die Errichtung von Glasfaserstrecken durch den Kapitalmarkt explizit honoriert¹⁵². Heute stellt die Beschaffung von Kapital zur Finanzierung von Investitionen in Glasfaserinfrastruktur insbesondere vor dem Hintergrund langer Amortisationszeiträume eine nicht unwesentliche Herausforderung dar.

Aufgrund der hohen Markteintrittsbarrieren sind heute primär zwei Typen von Anbietern am Markt aktiv. Zum einen handelt es sich um Anbieter, die in erheblichem Maße von Synergieeffekten profitieren können, indem sie Glasfaserleitungen parallel zu anderen Infrastrukturstrecken verlegen. Zum anderen treten solche Carrier als relevante Anbieter im Markt auf, die ihre Glasfaserinfrastruktur zu großen Teilen während des TK-Hypes aufgebaut haben.

Faktoren der Marktdynamik

Die Entwicklung des Marktes für unbeschaltete Backbone-Infrastruktur und für Leerrohrkapazitäten weist keine Nachfrage- oder Angebotsschocks auf. Sie ist vielmehr von längerfristigen Planungen und Interaktionen geprägt. Sowohl der Aufbau von Backbone-Infrastruktur als auch das Entstehen von zusätzlicher Nachfrage, generiert durch das Wachstum an Übertragungsverkehr auf der Endkundenseite, sind Prozesse mit Mittel- bis Langfristcharakter. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass Adoption und Diffusion von neuen Kommunikationsdiensten als Treiber eines wachsenden Bedarfs an Übertragungskapazität keine kurzfristigen Phänomene darstellen. Sie verlaufen typischerweise stetig und über einen mehrjährigen Zeitraum. Auf dem Markt für Beschaltungsequipment führt der technische Fortschritt dazu, dass neue Gerätegenerationen eine höhere Übertragungskapazität über die gleiche Glasfaserleitung erlauben

¹⁵² Vgl. Elixmann, Metzler, Schäfer (2004).

als Vorgängermodelle. Dies bedeutet eine verbesserte Ausnutzung bereits genutzter Glasfaserstrecken, die bei einem Wachstum des Datenübertragungsvolumens zulasten einer möglichen Zusatznachfrage nach unbeschalteter Backbone-Infrastruktur auf diesen Trassen geht. Diese Technologiesprünge haben allerdings ebenfalls keinen Kurzfristcharakter. Insgesamt zeigt der Markt für Backbone-Infrastruktur somit nur bei mittel- bis langfristiger Betrachtung eine spürbare Dynamik.

In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre ist das Angebot an Backbone-Infrastruktur in Deutschland während der Phase des „TK-Hype“ stark angestiegen. Mit dem Platzen der „dot-com-Blase“ und dem Einsetzen der Konsolidierungsphase am TK-Markt ist die Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur gesunken. Das Angebot ist durch den Marktaustritt insolventer Carrier zumindest vorübergehend ebenfalls kleiner geworden, hat aber insgesamt nicht in gleichem Maße abgenommen. Die Konsolidierungsphase führte somit zu einem Angebotsüberhang auf den bereits mit unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur versorgten Strecken. Dies hat im Zeitablauf zu einem Absinken der Preise auf diesen Trassen geführt.

Nach unserer Einschätzung ist die Konsolidierungsphase im Markt für Backbone-Infrastruktur weitestgehend zum Abschluss gekommen. Es zeigen sich mittlerweile wieder erste Signale für ein Marktwachstum, das insbesondere auch ein leichtes Ansteigen der Investitionen in (Backbone-)Infrastruktur¹⁵³ betrifft. Angesichts dieser Entwicklung halten wir einen weiteren Preisverfall für unwahrscheinlich.

Auf der Anbieterseite erwarten wir aufgrund relativ hoher Eintrittsbarrieren sowohl mittel- als auch langfristig keinen Eintritt neuer Anbieter. Es ist vielmehr sogar durch weitere Zusammenschlüsse oder Marktaustritte eine Reduktion der Anbieterzahl nicht ausgeschlossen. Auf der Nachfragerseite im Bereich der primären Nachfrager (Netzbetreiber) rechnen wir mit einer weitgehend stabilen Anzahl. Ein zumindest leichter Anstieg der Nachfrageranzahl wird nach unserer Einschätzung im Bereich der sekundären Nachfrager (Großunternehmen, Wissenschaftseinrichtungen) erfolgen.

¹⁵³ RegTP (2005).

6 Ergebniszusammenfassung

Fokus der Studie

Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Markt für Backbone-Infrastruktur in Deutschland. Dabei liegt das Augenmerk auf den unbeschalteten Glasfaserverbindungen im Weitverkehrsbereich, d. h. Übertragungsinfrastruktur, die jenseits örtlicher, lokaler Verteilnetze liegt.

Glasfaserinfrastruktur wird in unterschiedlichem „Veredelungsgrad“ angeboten. Ganz am Anfang der Vermarktungskette für Übertragungsinfrastruktur stehen Leerrohre. Des Weiteren wird unterschieden in unbeschaltete Glasfaserleitungen (dark fiber, managed fiber) und in Produkte für Übertragungskapazität auf Basis beschalteter Glasfaser (Wellenlängen und Mietleitungen).

Die Studie zielt vorrangig auf die Betrachtung von dark bzw. managed fiber ab und bezieht zusätzlich Leerrohrkapazitäten mit in die Betrachtung ein. Das Vorhandensein von „roher“, unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur bzw. Leerrohrkapazitäten stellt die essentielle Voraussetzung für alle auf Datenübertragung basierenden Märkte dar und bildet somit einen wichtigen Vorleistungsmarkt.

Anbieterseite

Alle Unternehmen, die regionale oder nationale physische Netze betreiben, könnten a priori auch Anbieter von Glasfaser basierter Backbone-Infrastruktur sein. Zu den typischen Netzbetreibern in Deutschland zählen die Betreiber von Verkehrswegen (inkl. Wasserstraßen), Gasleitungsnetzen, Stromnetzen, Kanalisationsnetzen, Wasserleitungen, des Bahnnetzes, von TV-Kabelnetzen, IP-Netzen und von TK-Netzen. Viele dieser potenziell als Anbieter für Backbone-Infrastruktur in Deutschland in Frage kommenden Unternehmen sind jedoch nicht auf dem Markt präsent.

Unter den relevanten Anbietern von dark fiber-Infrastruktur sind sowohl solche, die nicht aus dem TK-Bereich stammen als auch Unternehmen aus dem TK-Markt. Unter den TK-fremden Unternehmen nehmen auf nationaler Ebene Gasnetzbetreiber eine wichtige Stellung ein. Als wichtige Unternehmen in dieser Gruppe sind in erster Linie die auf dark fiber Vermarktung spezialisierte GasLINE, die aus einem Zusammenschluss von Gasnetzbetreibern entstanden ist, sowie Gasnetzbetreiber wie WINGAS und GVS zu nennen.

EVU bilden die andere relevante Gruppe an TK fremden Spielern am Markt. Sie verlegten in der Vergangenheit Glasfaserinfrastruktur mit dem Ziel, selbst in den TK-Markt einzusteigen. E.On, RWE und auch EnBW haben sich jedoch aus dem TK-Markt fast vollständig zurückgezogen. Häufig sind sie über Stadtwerke jedoch an City Carriern beteiligt und vermarkten an ihre Konzern-internen Carrier Glasfaserinfrastruktur. Sie treten jedoch in der Mehrheit nicht als aktive dark fiber Anbieter auf. Einzig Vattenfall bildet unter den EVU eine Ausnahme und vermarktet aktiv dark fiber und Mietleitungen.

TK-fremde Netzbetreiber weisen aufgrund ihrer vorhandenen nicht TK-spezifischen Netze bei der Verlegung und bei der kontinuierlichen Wartung von Glasfaserleitungen kostenstrukturelle Vorteile auf. Sie verlegen Glasfaserleitungen für den Eigenbedarf, verfügen jedoch häufig nicht über das spezielle know how, um als TK Carrier tätig zu werden. Daher beschränken sich diese Anbietertypen, so sie überhaupt am Markt aktiv werden, in den meisten Fällen auf ihren komparativen Vorteil, die Verlegung und Vermarktung von unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur.

Unter den TK Carriern und ISP in Deutschland finden sich nur wenige aktive dark fiber-Anbieter. Hier sind international ausgerichtete Carrier wie Global Voice Networks (Abo-venet) und Level 3 zu nennen.

Die zwei größten Carrier, DTAG und Arcor, verfügen auch über die größten Glasfasernetze in Deutschland, vermarkten diese nach unserer Einschätzung jedoch nur auf der Ebene von Mietleitungen und nicht als dark fiber.

Tendenziell sind alle Carrier und ISP an der Vermarktung von höherwertigen Infrastrukturdiensten interessiert, da sie im Bereitstellen von TK-spezifischen Diensten über einen komparativen Vorteil verfügen und mit TK-Diensten höhere Umsätze generieren können als mit der bloßen Vermarktung von dark fiber.

Insgesamt gehen wir in Deutschland von weniger als 20 relevanten Anbietern auf nationaler bis überregionaler Ebene aus.

Zusätzlich sind im Markt für Backbone-Übertragungsinfrastruktur auf lokaler bis regionaler Ebene City Carrier und mit starker Einschränkung Stadtwerke (ohne City Carrier) aktiv. Ein Großteil ihrer Infrastruktur befindet sich jedoch auf der Netzkonzentrations-ebene innerhalb der Städte. Im Vergleich zu den national agierenden Anbietern ist ihre Bedeutung mit Blick auf den Markt für Backbone-Infrastruktur als relativ gering einzuschätzen.

Allerdings wird ein nicht unerheblicher Teil der dark fiber-Infrastruktur nur reaktiv am Markt vertrieben. Insbesondere (inter)nationale Carrier und regional fokussierte City Carrier treten zwar häufig nicht als Anbieter von dark fiber auf, vermarkten diese jedoch trotzdem in geringem Umfang. Allerdings findet die Vermarktung nur auf Anfrage und auf Basis von Fall-zu-Fall-Entscheidungen statt.

Nur ein Teil der insgesamt errichteten Glasfaserinfrastruktur wird als dark oder managed fiber vermarktet. Ein erheblicher Teil wird entweder für den Eigenbedarf der Errichter, die Erbringung von TK-spezifischen Endkundendiensten genutzt oder in Form von Mietleitungen oder Wellenlängen vermarktet.

Nachfrageseite

Die Nachfrage im Markt für Glasfaser basierte Backbone-Infrastruktur wird in Deutschland in erster Linie durch unterschiedliche Carrier (Festnetz, Mobilfunk, ISP, Kabelnetz) dominiert. Aus dem Endkundenbereich treten Großunternehmen und Wissenschaftsein-

richtungen als Nachfrager auf. Ihre Bedeutung ist noch gering. Im Zeitablauf ist jedoch mit einer individuellen Zunahme zu rechnen.

Eine starke Konzentration der Nachfrage nach Glasfaserinfrastruktur ist überwiegend in den großen Ballungsräumen Berlin, Hamburg, Hannover, Ruhrgebiet, Düsseldorf/Köln, Frankfurt/Mannheim, München, Nürnberg/Fürth, Halle/Leipzig, Dresden und auf den Hauptstrecken zwischen diesen Zentren zu beobachten. Für Backbone-Verbindungen zu und zwischen kleineren Zentren, also Städten mit ca. 100.000 Einwohnern, nimmt die Nachfrage bereits ab.

Allerdings besteht auch in peripheren Regionen eine gewisse Nachfrage, die jedoch klar geringer ausfällt als in den Ballungsräumen. Diese wird insbesondere durch vereinzelte Netzausbaumaßnahmen von Carriern und durch die Standortverteilung der sekundären Nachfrager induziert. Sie ist nicht gleichmäßig über die Fläche Deutschlands verteilt, sondern weist vielmehr regionale Konzentrationstendenzen auf.

Insgesamt hat der Markt für unbeschaltete Glasfasertrassen Kennzeichen eines bilateralen Oligopols. Fokussiert man die Betrachtung auf Glasfaserverbindungen zwischen zwei gegebenen Punkten in Deutschland, stehen in der Regel einer vergleichsweise kleinen Anzahl von Nachfragern nach Backbone-Infrastruktur ebenfalls nur sehr wenige Anbieter gegenüber.

Die Wettbewerbsintensität im Markt für Glasfaserinfrastruktur fällt regional allerdings unterschiedlich aus. Innerhalb der großen Ballungsräume und auf den dazwischen liegenden Hauptstrecken besteht parallel zur hohen Nachfrage tendenziell ein starker Wettbewerb. In schwächer strukturierten Räumen, auf Strecken zwischen mittleren Zentren und in den ländlichen Räumen ist nur geringer Wettbewerb vorhanden. In ländlichen Regionen abseits von Leitungstrassen treten sogar Angebotslücken („weiße Flecken“) auf. Entlang dieser Strecken ist jedoch auch die Nachfrage nach Glasfaserbasierter Backbone-Infrastruktur als gering einzustufen.

Eine Top-down-Analyse liefert eine Abschätzung zu Struktur und Größe der „weißen Flecken“. Die Regionen in Deutschland ohne ein relevantes Angebot an unbeschalteter Glasfaserinfrastruktur sind strukturschwach und verfügen über eine deutlich unterdurchschnittliche Bevölkerungsdichte. Nach unserer Einschätzung entfallen ca. 10 bis 20% der Bundesfläche auf diese „weißen Flecken“. Der zugehörige Bevölkerungsanteil liegt bei unter 10% der deutschen Gesamtbevölkerung. Auch den Anteil der Übergabepunkte existierender Kommunikationsnetze (z.B. POI, ZISP), die in diesen „weißen Flecken“ liegen, schätzen wir auf unter 10%.

Zukünftige Marktentwicklung

Wachstumsimpulse im Markt für Glasfaser-Backbone-Infrastruktur kommen aktuell am ehesten von der Nachfrageseite in Form von Mobilfunkbetreibern, ISP und einzelnen Endkunden. Bei Festnetzanbietern und Kabelnetzbetreibern ist dagegen derzeit von einer stagnierenden Nachfrage auszugehen.

Dabei kommt auch zum Tragen, dass die Netzinfrastrukturen insolventer Carrier dem Markt nicht verloren gegangen sind. Es ist vielmehr so, dass der größte Teil dieser Netzinfrastruktur entweder durch das Überwinden der Insolvenz durch die alten Besitzer oder durch Übernahmen durch andere Carrier wieder für das Angebot von dark fiber oder höherwertigen TK-Diensten genutzt wird. Der Anteil an von Insolvenzverwaltern betreuter Backbone-Infrastruktur wird von uns dagegen als gering eingestuft.

Bei „sekundären Nachfragern“, die insgesamt als Gruppe derzeit noch eine geringe Bedeutung besitzen, ist ebenfalls mit einer moderaten Zunahme des Bedarfs an Glasfaserinfrastruktur zu rechnen.

Ein Wachstumsschub ist auch möglich durch den Aufbau des X-Win, der Nachfolgegeneration des heutigen Wissenschaftsnetzes G-WiN, allerdings ist die Entscheidung über die Netzstruktur des X-WiN noch offen.

Deutliche Wachstumsimpulse sind in einer mittel- bis längerfristigen Perspektive durch einen Anstieg der Anforderungen an Datenübertragung zu erwarten, insbesondere durch eine wachsende Breitbandpenetration.

Insgesamt wird der Ausbau von Glasfaserinfrastruktur sowohl bei Anbietern als auch bei Nachfragern im Gegensatz zu den Zeiten des ITK-Booms stark durch bedarfsorientierte, business case basierte Entscheidungen determiniert. Daneben kommen auch andere Einflussfaktoren wie Nutzungspotenzial, Kapitalmarktaspekte und Zukunftssicherheit zum Tragen.

Ein marktgetriebener Ausbau Glasfaser basierter Backbone-Infrastruktur in den „weißen Flecken“ besitzt aufgrund der stark von ökonomischen Rationalitäten geprägten Ausbaustrategie der Anbieter kurz- bis mittelfristig eine eher geringe Wahrscheinlichkeit. In Anbetracht der vergleichsweise geringen Nachfrage in den „weißen Flecken“ wird deren Erschließung von den Marktteilnehmern i. d. R. als wirtschaftlich nicht tragfähig bewertet.

In Einzelfällen ist ein punktueller Ausbau der Backbone-Glasfaserinfrastruktur innerhalb der „weißen Flecken“ durch regional fokussierte Anbieter nicht auszuschließen. Von den übrigen Anbietertypen sind hingegen kaum Ausbauaktivitäten in den „weißen Flecken“ zu erwarten. Allenfalls bei EVU ist durch Eigenbedarf getrieben – und damit weitgehend unabhängig von der Nachfrage nach Backbone-Infrastruktur – in geringem Maße ein Ausbau ihrer Glasfaserinfrastruktur möglich.

Trotz der weißen Flecken ist der Markt für unbeschaltete Glasfaserinfrastruktur im Backbone-Bereich weitestgehend ausgeglichen. Die Verfügbarkeit von Glasfaserinfrastruktur im Weitverkehrsbereich stellt für den TK-Markt in Deutschland aus Sicht der Marktteilnehmer heute somit keinen kritischen Engpass dar.

Quellenverzeichnis

- Alwayn, Vivek (2004): Fiber-Optic Technologies, 23.04.2004,
<http://www.ciscopress.com/articles/prINTERfriendly.asp?p=170740>, Webseite vom
01.09.2004
- Arcor, Technik, <http://www.arcor.de/content/ueberarcor/technik/index.html>, Webseite vom
03.09.2004
- Band-X (2002): Dark Fibre Pricing Analysis Europe 1998 – 2002, 27.11.2002,
http://www.band-x.com/information/Dark_Fibre_Report-prices_98-02webversion.pdf,
Webseite vom 01.09.2004
- Bergmann, Fridhelm/ Gerhardt, Hans-Joachim/ Froberg, Wolfgang (2003): Taschenbuch der
Telekommunikation, 2.Auflage
- Bleich, Holger/ Kuri, Jürgen/ Vogt, Petra (2003): Zwischen Boom und Baustopp, c't 2003, Heft
21, S.21ff
- Brauner, Josef (2003): Bandbreite – Innovationstreiber für Fest- und Mobilfunknetze, Internatio-
nales Pressekolloquium 29./30. Januar 2003
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2002): IT-Forschung 2006, Förderprogramm
Informations- und Kommunikationstechnik,
http://www.bmbf.de/pub/it-forschung_2006.pdf
- Cisco Consultant News (2000),
www.cisco.at/consultant/consultant_news/cisconews9_2000.pdf
- Cisco Systems, Fundamentals of DWDM Technology,
http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2011/products_technical_reference_chapter09186a00802342dd.html
- Collins, Daniel/ Smith, Clint (2002): 3 G Wireless Networks, McGraw-Hill TELECOM
- Commission of the European Communities (2004): Third benchmarking report on the implemen-
tation of the international electricity and gas market, DG Tren Draft working Paper,
01. März 2004
- DB Telematik GmbH,
http://www.db.de/site/bahn/de/geschaefte/it__tkinfrastruktur/telekommunikation/geschaeftsfelder/geschaeftsfelder.html
- DE-CIX, <http://www.de-cix.net/> , Webseite vom 01.09.2004
- Deuringer, Johann (2002 a): 150 Jahre oberirdische Linienführung – Teil 1, Deutsche Telekom
Unterrichtsblätter, August 2002
- Deuringer, Johann (2002 b): 150 Jahre oberirdische Linienführung – Teil 2, Deutsche Telekom
Unterrichtsblätter, September 2002
- Deutsches Forschungsnetz, <http://www.dfn.de/> , Webseite vom 01.09.2004
- Deutsche Telekom AG, Fachlexikon der Telekommunikation,
http://www.telekom.de/dtag/tklex/tklex_cda_index, Webseite vom 01.09.2004

- DFN-Verein (2004 a): dark fiber im G-WiN, in: DFN-Mitteilungen 65, Juni 2004
- DFN-Verein (2004 b): dark fiber zum Geburtstag, Pressemitteilung, 01.06.2004
- DTAG: Geschäftsbericht 2003
- Eco Forum e.V. (2004): Internetverkehr in Deutschland überschreitet Rekordmarke von 20 Gbit/s, Pressemitteilung, 03.06.2004
- E.DIS Aktiengesellschaft,
https://www.e-dis.de/html/071_unternehmen.html
- Elixmann, Dieter (2001): Der Markt für Übertragungskapazität in Nordamerika und Europa, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 224, Juli 2001
- Elixmann, Dieter (2005): Public Intervention in Broadband Markets,
<http://www.art-telecom.fr/index.htm>
- Elixmann, Dieter/ Metzler, Anette/ Schäfer, Ralf (2004): Kapitalmarktinduzierte Veränderungen von Unternehmensstrategien und Marktstrukturen im TK-Markt, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 251, März 2004
- Elixmann, Dieter/ Scanlan, Mark (2002): The Economics of IP Networks – Market, Technical and Public Policy Issues Relating to Internet Traffic Exchange, wik-Consult, 2002
- Elixmann, Dieter/ Schäfer, Ralf (2003): Stand und Perspektiven im Markt für Wissenschaftskommunikation, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Bonn, April 2003, <http://www.dfn.de>
- Elixmann, Dieter/ Schimmel, Ulrike (2003): „Next Generation Networks“ and Challenges for Future Competition and Regulatory Policy, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 248, November 2003
- Ernst, Michael/ Kunze, Marcel (2004): Status and Development of Networks in Germany, ICFA-SCIC Arbeitspapier, Januar 2004
- Falch, Morten/ Saugstrup, Dan/ Skouby, Knud Erik/ Davies, Dai (2003): Reporting discussing future scenarios for the funding of network infrastructure in the European research networking community, and of related costs, Serenate study into European research and education Networking as Targeted by eEurope, Serenate, 29.12.2003, Deliverable no. D14, <http://www.serenate.org/publications/d14-serenate.pdf> , Webseite vom 01.09.2004
- FAZ (2004): Nachfrage nach Breitband-Verbindungen steigt an, 19.04.2004
- fiber-optics.info: Fiber Dispersion, <http://www.fiber-optics.info/articles/dispersion.htm>, Webseite vom 01.09.2004
- fiber-optics.info: Fiber Nonlinearities, <http://www.fiber-optics.info/articles/nonlinearities.htm> , Webseite vom 01.09.2004
- fiber-optics.info: Types of Optical Fiber, <http://www.fiber-optics.info/articles/fiber-types.htm>, Webseite vom 01.09.2004
- Financial Times Deutschland (2004): Erster großer TV-Kabelanbieter greift Telekom an, 03.08.2004

- Financial Times Deutschland (2003): Interesse an optischen Netzen steigt wieder, 06.12.2003
- Funkschau (2000): „Start für Backbone“, Funkschau Nr. 16, 2002, S.10, oder <http://www.funkschau.de/heftarchiv/pdf/2000/fs16/f0016010.pdf>, Webseite vom 03.09.2003
- Gerpott, Torsten/ Winzer, Peter (2002): Wirtschaftlichkeitsperspektiven für alternative Festnetzbetreiber im deutschen Telekommunikationsmarkt, Zentrum für Telekommunikations- und Medienwirtschaft, 2002
- Greenfield, David (2001): Fiber And Optical Networking, networkmagazine.com, 05.07.2001, <http://www.networkmagazine.com/shared/article/showArticle.jhtml?articleId=8703149>
- Gregor, Paul E. (2004): „Kabel für Carrier“, Funkschau, 6/2004
- Haag, Helmut (2004): Den Knoten lösen – Zu viele Hemmnisse bremsen den FTTH-Markt noch aus, NET 9/2004, S.34
- Hansmann, Karl-Werner/ Ringle, Christian Marc/ Engelke, Dennis (2002): Wettbewerb im lokalen Telekommunikationsmarkt 2002, September 2002, Universität Hamburg, Institut für Industriebetriebslehre und Organisation, <http://www.ibl-unihh.de/tele2.pdf>, Webseite vom 01.09.2004
- Heise Online (2004): 170 GBit/s pro Wellenlängen-Kanal in französischem Glasfasernetz übertragen, www.heise.de, 06.12.2004
- Hense, Andreas/ Schäffner, Daniel (2004): Regulatorische Aufgaben im Energiebereich – ein europäischer Vergleich, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 254, Juni 2004
- Hoeren, Thomas (1998): Wegerechte auf dem Prüfstand - § 57 TKG und die Nachverlegung von Lichtwellenleiterkabeln, MMR 1998 1, Januar 1998
- Iatropoulos, A. D./ Economides, A. A./ Angelou, G. N. (2004): Broadband Investments Analysis Using Real Options methodology – A case study for Egnatia Odos S. A., Communications & Strategies, No 55, 3rd quarter 2004
- Informationweek (2000): Ein Unterschied wie Tag und Nacht, Ausgabe 26/00, 2 November 2000
- Irmscher, K. (2003): Rechnernetze I, Universität Leipzig, Fachgebiet Informatik, Lehrmaterial, http://www.informatik.uni-leipzig.de/rnvs/lehre/rn1/fohlen/5_bit.pdf
- Kabel Baden-Württemberg Holdings GmbH: Annual Report, 2004
- Kabel Deutschland Vertrieb und Service GmbH & Co. KG (2005): Kabel Deutschland wächst 2004/2005 mit mehr Kunden und neuen Produkten, Pressemitteilung, 23.05.2005, http://www.kabeldeutschland.de/unternehmen/presse/pressemitteilungen.php?id=76&KABEL_DEUTSCHLAND_WEB=3a2dec2d42cce10890042
- Kaufmann, Peter (2004): Testbed VIOLA, in: DFN-Mitteilungen 65, S. 7 ff., Juni 2004
- Kiefer, Roland/ Winterling, Peter (2003): Optische Netze – Technik, Trends und Perspektiven, c't 2003, Heft 2 S. 152 ff;
- Kiesewetter, Wolfgang (2002): Mobile Virtual Network Operators – Ökonomische Perspektiven und regulatorische Probleme, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 233, März 2002

- Klußmann, Niels (2000): Lexikon der Kommunikations- und Informationstechnik, 2. Auflage
- LambdaNet, I-Net-Wavelength-Link,
<http://lambdanet.de/index.php?sid=1234c43796d7f4294d2a8a42ba8b9d4f&p=48&l=1>
- Llewellyn, Lawrence (2004): FTTH Infrastructure, Vortrag bei der Konferenz „Why fibre, why now?“ des FTTH Council Europe, 25.-26.Mai 2004, Brüssel,
http://www.europeftthcouncil.com/extra/Day_2_Event/Llewellyn.pdf, Webseite vom 01.09.2004
- Mengeling, Matthias (2004): Neue Technologie für kupferbasierte Datenübertragung, Funkschau 09/2004, S.18f
- Mityko, Georges E. (2004): Technologien für optische Netzte, 06.2004, DFN Mitteilungen Nr. 65,
<http://www.dfn.de/uploaded/heft65.pdf>, Webseite vom 01.09.2004
- Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr (2003): Telekommunikationsatlas Niedersachsen
- Nonnast, T./ Slodczyk, K. (2004): Regionale Telefonanbieter bauen Netze aus, Handelsblatt, 07.07.2004
- Price Waterhouse Coopers (2000): Industriestudie, Der Breitbandkabel-Markt Deutschland - Vom Kabel-TV-Netz zum Full-Service-Network,
http://www.pwcglobal.com/de/ger/about/svcs/cf_pwc_bkmarkt.pdf , Webseite vom 01.09.2004
- PriMetrica (2004): International Bandwidth Report, April 2004
- Puissochet, Alain (2005): Technical Innovations – Do we need Fiber To the Home?, Communications & Strategies, Nr. 57, 1st quarter 2005, S. 187ff
- RegTP (2005): Erfreuliche Belebung des Wettbewerbs im Breitbandzugangsmarkt, Pressemitteilung zum Jahresbericht 2004, 16.02.2005,
<http://www.regtp.de/aktuelles/pm/03186/index.html>
- RegTP (2003): Tätigkeitsbericht 2002/2003, Dezember 2003,
http://www.regtp.de/imperia/md/content/aktuelles/Taetigkeitsbericht_2002_2003.pdf ,
Webseite vom 03.09.2004
- RMN Telekommunikationsgesellschaft mbH, Netz- und Kooperationspartner,
<http://www.rmn-tk.de/de/partner.htm>
- Sasaki, Yuka (2003): FH Hagenberg, Lehrmaterial “Netzwerktechnik 2”,
http://cbl.fh-hagenberg.at/~ysasaki/nw2/nw2_02_4.pdf , Webseite vom 01.09.2004
- Schmoll, Siegfried in Froberg, Wolfgang (2001): Accesstechnologien für den Zugang zu Telekommunikationsnetzen, Heidelberg 2001, S.23ff
- Serenate (2002): Report on the experience of various communities that have experimented with “alternative” models of infrastructures, Deliverable no. D3, November 2002
- Siegmund, Gerd (2002): Technik der Netze, Heidelberg 2002, 5. Auflage
- Siegmund, Gerd (1999): Technik der Netze, Heidelberg 1999, 4. Auflage

Siemens Online Fachlexikon,

http://www.siemens.de/index.jsp?sdc_p=plCNGo1174233fcl0smnt4u0 (basiert auf Lipinski, Klaus, Lexikon der Datenkommunikation, DATACOM Buchverlag GmbH), Webseite vom 01.09.2004

Stadtwerke Düsseldorf AG (2004): Geschäftsbericht 2003,

<http://svwww05.swd-ag.de/download/gb/gb2003.pdf>

Statistisches Bundesamt (2003): Statistisches Jahrbuch 2003

Techweb.com: TechEncyclopedia, <http://www.techweb.com/encyclopedia>, Webseite vom 01.09.2004

Telemaxx Telekommunikation GmbH, Gesellschafter,

<http://www.telemaxx.de/?%5BUnternehmen%5D:%5BGesellschafter%5D>

Versorgungsbetriebe Seesen/Harz GmbH,

<http://www.versorgungsbetriebe-seesen.de/seiten/wir.html>

Webwork-Magazin (2003): „Datenverkehr im Internet steigt weiter“, <http://www.webwork-magazin.net/news/artikel/990/>, 02.03.2003, Website vom 13.08.2004

Williams, David/ Bonač, Marko/Butterworth, Ian/ Davies, Dai/ Jaume-Rajaonia, Sabine/ Mayer, Tony/ Skouby, Knud Erik/ Vietsch, Karel (2003): Summary Report on the Serenate studies, Study into European Research and Education Networking as Targeted by eEurope, 31.12.2003, Serenate, Deliverable No. D21, <http://www.serenate.org/publications/d21-serenate.pdf>, Webseite vom 01.09.2004

Wirtz, Bernd W./Schmidt-Holtz, Rolf/Beaujean, Rainer (2004): Deutschland Online 2 - Die Zukunft des Breitband-Internets, November 2004

Anhang

Anhang A1: Das Glasfasernetz der HEAG Medianet GmbH

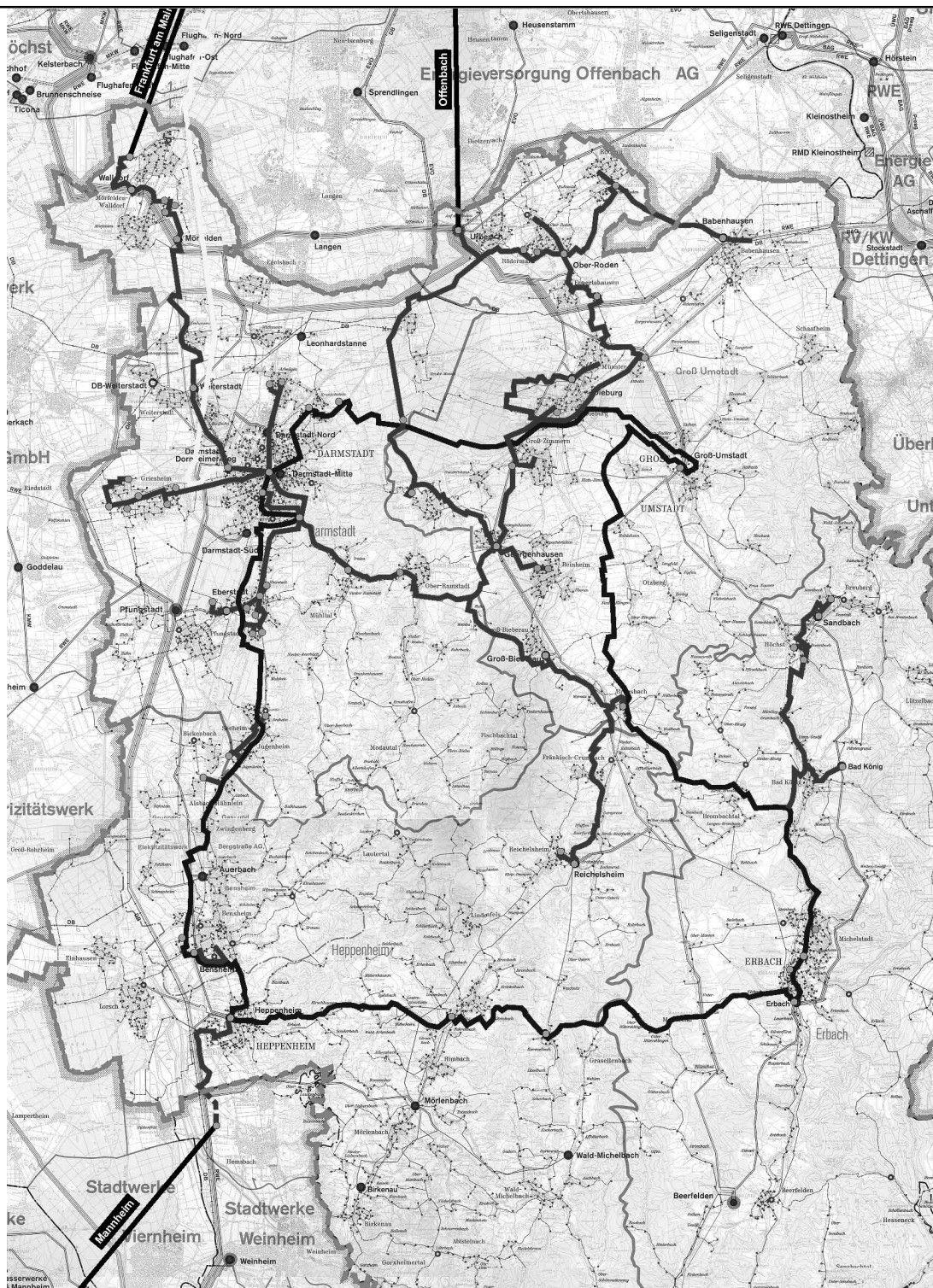
Das Glasfaser basierte Backbone-Netz des City Carriers HEAG Medianet GmbH soll stellvertretend als Beispiel für die regionale Versorgungstiefe alternativer Infrastruktur herangezogen werden.

In der unten stehenden Karte ist das Versorgungsgebiet der HEAG Medianet abgebildet, welches mit 1.200 km Glasfaserstrecke die Region Darmstadt versorgt, und damit zu den größeren regionalen City Carrier Netzen zu zählen ist. Die meisten größeren Ortschaften der Region sind an das Glasfaser basierte Backbone-Netz der HEAG angeschlossen, d. h. die Backbone-Trasse verläuft direkt durch die Orte oder befindet sich in unmittelbarer Nähe zu ihnen.

Einige Orte liegen ca. 5 km und mehr vom HEAG-Backbone-Netz bzw. vom Backbone-PoP entfernt. Sie befinden sich vor allem im südlichen Versorgungsgebiet. Dabei handelt es sich um Hirschborn, (nicht mehr auf Abbildung A1– 1 sichtbar), im äußersten Süden, ebenfalls im Süden Birkenau, Beerfelden, Wald-Michelbach und am nordöstlichen Rand des Versorgungsgebietes Schaafheim. Möglicherweise sind somit auch einige HVt mehr als 5 km vom Backbone-Netz der HEAG Medianet entfernt, wobei der Anschluss von HVt nicht mehr der Ebene des Backbone sondern eher dem Anschlussnetz zuzuordnen ist. Es bleibt festzuhalten, dass das angeführte Beispiel für die regionale Versorgung mit Glasfaserinfrastruktur als positiv einzuschätzen ist. Der überwiegende Teil der Ortschaften liegt direkt am Backbone-Netz oder befindet sich in geringer Entfernung dazu.

Trotzdem werden von der HEAG Medianet nicht in allen Ortschaften, die in unmittelbarer Nähe zu deren Backbone liegen, Festnetzanschlüsse angeboten. Dies gilt insbesondere für kleinere Orte, selbst dann, wenn sie direkt am Backbone-Netz der HEAG liegen. Die Erklärung hierfür dürfte sicherlich in den Kosten im Bereich des Ortsvermittlungsnetzes und des Marketings liegen, welche trotz eines nah gelegenen Anschlusses an das eigene Backbone den Markteintritt auf der Ebene der Endkundendienste limitieren. Der Zugang zu Backbone-Infrastruktur ist nur eine von vielen Entscheidungsgrößen, die über die Bereitstellung von Endkundendiensten, wie bspw. Breitbandanschlüssen, entscheiden.

Abbildung A1– 1: LWL Netz HEAG MediaNet

**Legende**

- LWL - Odenwaldring
- LWL - Sonstige Verbindungen

- LWL - Verbindung Darmstadt - Frankfurt/Main
- Versorgungsgebietsgrenze
- LWL - Stationen

Anhang A2: Tabellen und Grafiken

Tabelle A2– 1: Ausgewählte Anbieter von Festnetz-Übertragungswegen auf Basis selbst betriebener Übertragungswege und ihre Lizenzgebiete

Unternehmen	Gebiete der Übertragungswegelizenzen				
	deutsch-landweit	regional begrenzt	lokal begrenzt	Fernlinie	Ortslinie
accom		x	x		x
ArcTel Verwaltungs GmbH		x	x		
AugustaKom		x	x		
BCC	x				
Belgacom				x	
Berlikomm		x	x		
BITEL		x	x		
BKG			x		
BreisNet GmbH		x	x		
Broadnet	x				
BT	x				
Carrier24	x				
ChemTel		x			
Citykom		x			
CNE Corporate Network Essen		x			
Colt Telecom	x				
Crisscross				x	
Czech Telecom		x			
DTAG-Konzern	x	x			
E-Plus	x				
EggeNet		x	x		
envia.tel	x				
EWE TEL	x	x	x	x	
Fibernet	x				
France Telecom	x		x		
GC Pan European Crossing				x	x
Gelsen-Net		x	x		x
GTS Network	x			x	
HanseNet Telekommunikation		x	x		
HLkomm Telekommunikations GmbH		x		x	
Iesy Hessen			x		
ish		x	x	x	
ISIS Multimedia Net		x	x		
Jetzt! Kommunikation		x			
K-Net			x		
KielNET			x		
KOMRO		x			
KPN Eurorings B.V:	x				
LambdaNet	x				
Level 3 Communications	x				
MüNet		x			

Unternehmen	Gebiete der Übertragungswegelizenzen				
	deutsch-landweit	regional begrenzt	lokal begrenzt	Fernlinie	Ortslinie
Mainova			x		
Mainz-Kom		x			
Manet		x	x	x	
MDCC		x	x		
NeckarCom		x			
NEFkom		x	x		
NetCologne		x		x	
Netcom Kassel		x	x		
O ₂ (Germany)	x	x			
osnatel		x	x		
PfalzKom		x			
pulsaar			x		
R-Kom		x	x		
RuhrNet			x		
TDC	x				
TEAG Netkom		x			
Telefónica Deutschland	x				
TeliaSonera International	x				
TROPOLYS Netz	x				
Versatel	x				
Viatel	x	x		x	
VSE NET	x				
wilhelm.tel			x		x
Winstar		x	x		
Worldcom	x				

Quelle: RegTP (Stand 16.06.2004), eigene Recherche

Tabelle A2– 2: Netzwerkkosten einer 160 Gb/s Verbindung und Übertragung auf einer 500 km Strecke

Ownership	Network part	Total invest- ment [1,000€]	Operation maintenance per year [1,000€]	Total annual costs [1,000€/Year]	Annual in- cremental Costs per Capacity [€ per Mb/s per year]
		10 Gb/s	10 Gb/s	10 Gb/s	10 Gb/s
Own fibre	Link	25,000	500	7,000	0
	Transmission	3,500	700	1,540	4
	Total	28,500	1,200	8,540	4
Dark Fibre	Link	0	50	300	0
	Transmission	3,500	700	1,540	6
	Total	3,500	750	1,840	6
Dark Fibre with amplifica- tion	Link	0	75	450	0
	Transmission	2,600	518	1, 140	6
	Total	2,600	593	1,590	6
Lambda	Link	0	0	5,600	35
	Transmission	0	0	0	0
	Total	0	0	5,600	35

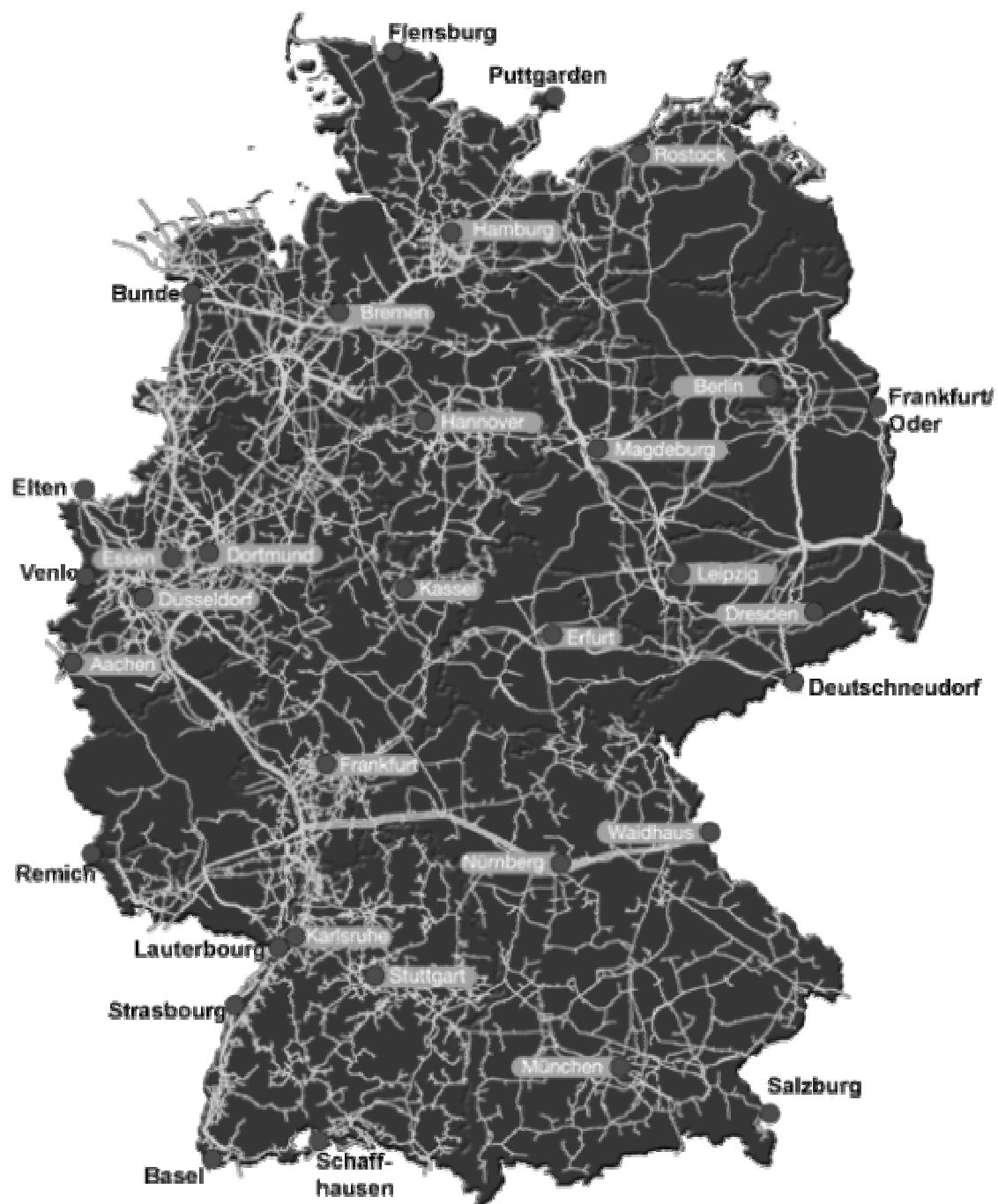
Quelle: Falch et al., 2003, Serenate, Deliverable No. D14

Tabelle A2– 3: Netzwerkkosten einer 4 x 10 Gb/s Verbindung und Übertragung auf einer 225 km Strecke

Ownership	Network part	Total invest- ment [1,000€]	Operation maintenance per year [1,000€]	Total annual costs [1,000€/year]	Annual in- cremental Costs per Capacity [€ per Mb/s per year]
		Metro	Metro	Metro	Metro
Own fibre	Link	11,250	225	3,200	0
	Transmission	450	90	198	4.2
	Total	11,800	315	3,398	4.2
Dark Fibre	Link	0	22.5	135	0
	Transmission	450	90	198	4.2
	Total	450	112.5	333	4.2
Dark Fibre with amplifica- tion	Link	0	33.8	203	0
	Transmission	410	82	180	4.2
	Total	410	115.8	383	4.2
Lambda	Link	0	0	1,400	35
	Transmission	0	0	0	0
	Total	0	0	1,400	35

Quelle: Falch et al., 2003, Serenate, Deliverable No. D14

Abbildung A2– 1: Gasnetz der GasLINE-Gesellschafter



Quelle: GasLINE,
<http://www.gasline.de/home.htm>

Abbildung A2– 1: Netzkarte Colt Telecom



Quelle: Colt Telecom

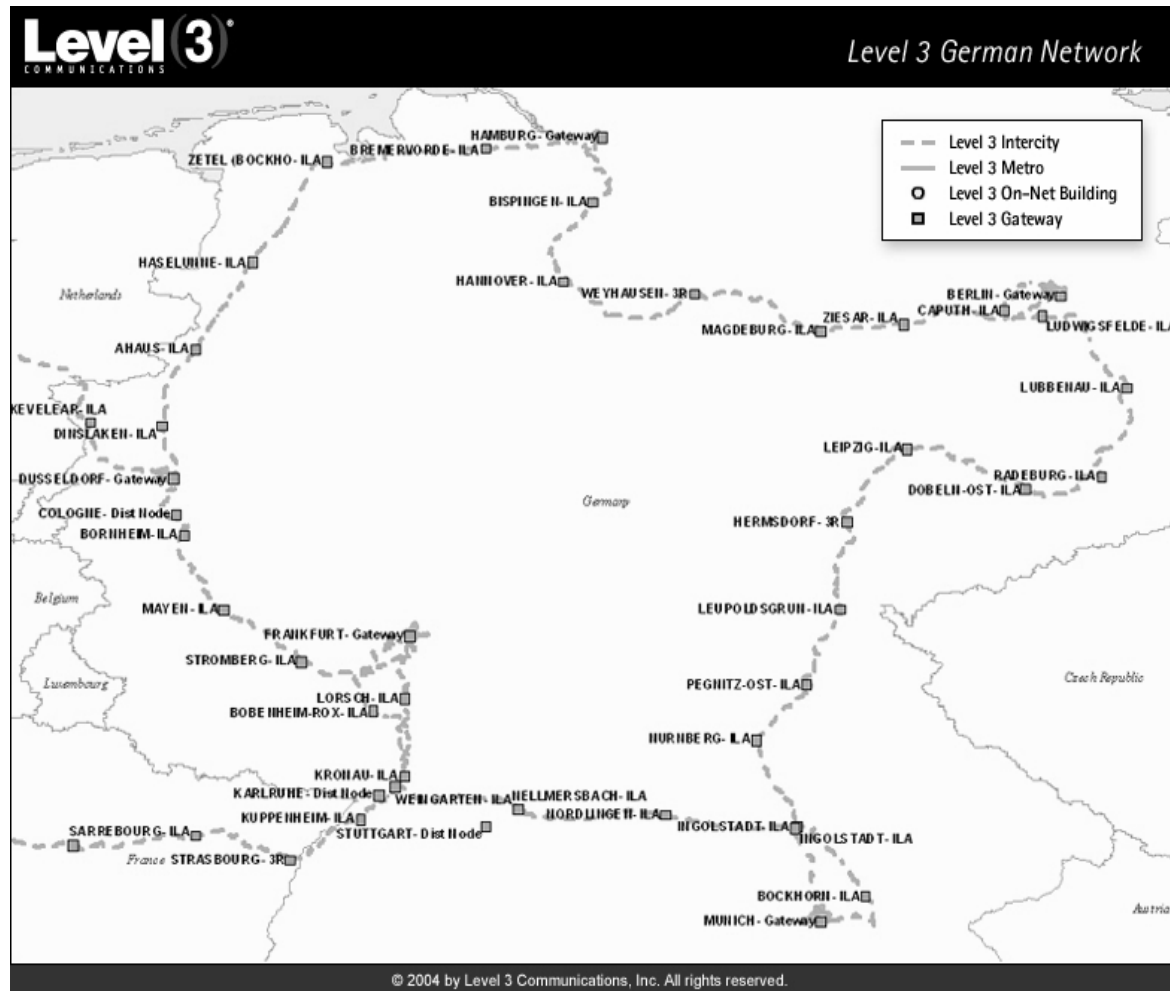
Abbildung A2– 2: Netzkarte LambdaNet (3U Telecom AG)

Abbildung A2– 3: Netzkarte Arcor



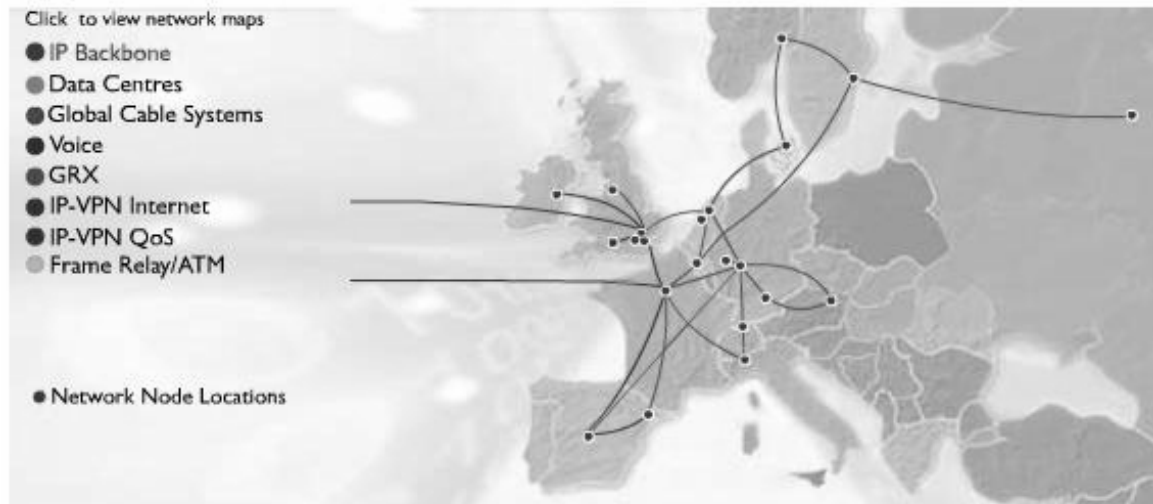
Quelle: Arcor, <http://www.arcor.de/content/ueberarcor/technik/index.html>

Abbildung A2– 4: Netzkarte Level3



Quelle: Level3, <http://www.level3.com/2577.html>

Abbildung A2– 5: Netzkarte Cable & Wireless (IP Backbone)



Quelle: Cable & Wireless, http://www.cw.com/our_network/network_maps/worldindex.html#

Abbildung A2– 6: Netzkarte Carrier24

Das carrier24-Netz in Deutschland



Quelle: Carrier 24 GmbH, http://www.carrier24.net/img/netzwerk_c24.gif

Abbildung A2– 7: Netzkarte Tropolys



Quelle: Tropolys, <http://www.tropolys.de/tarife.asp?mid=84&uid=0&iid=136>

Abbildung A2– 8: Netzkarte Versatel

Backbone-Netz versatel



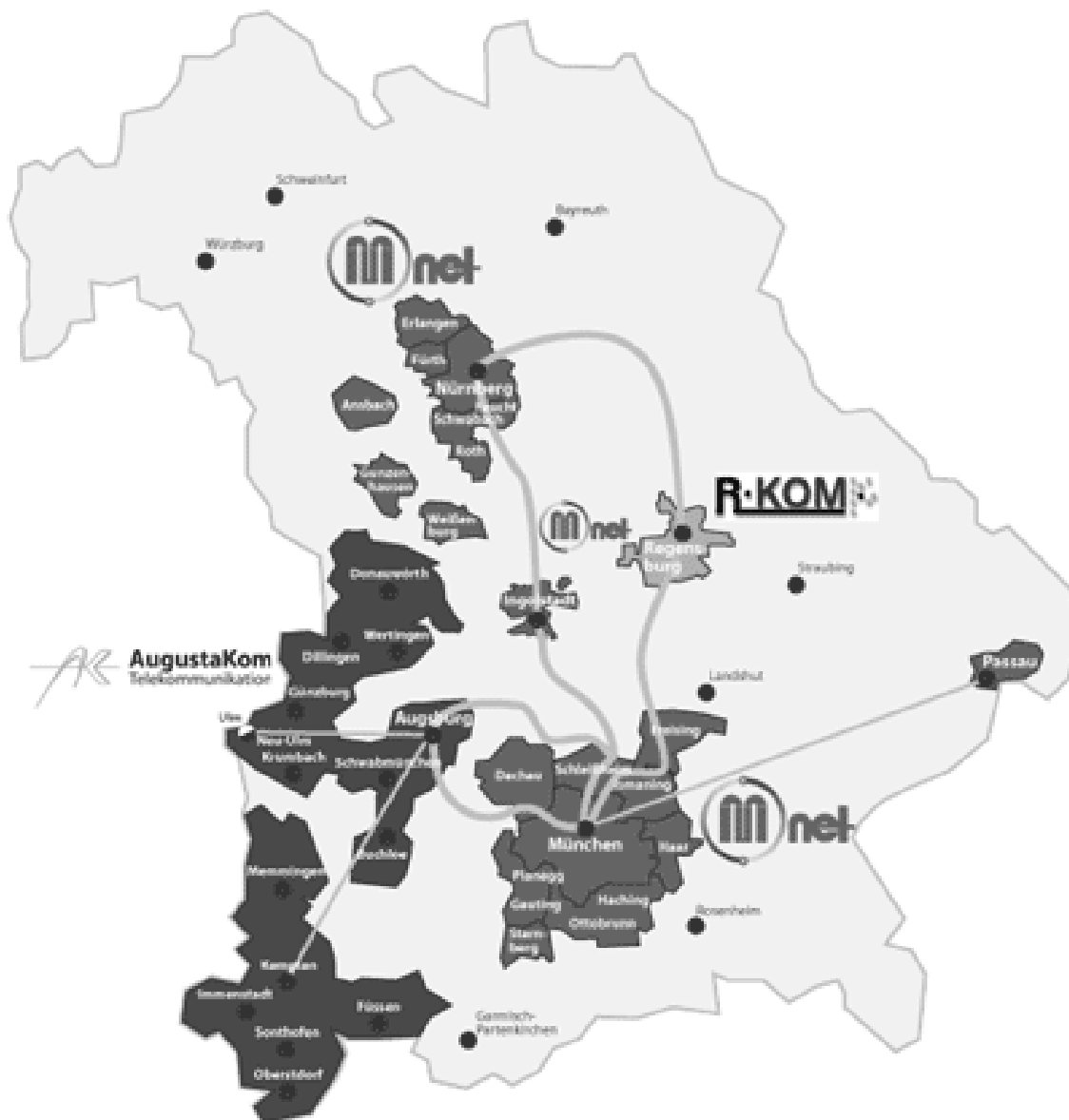
Quelle: Versatel, <http://www.versatel.de/index.php?id=392>

Abbildung A2– 9: Netzkarte EWE Tel Backbone



Quelle: EWE Tel, http://www.ewetel.de/tel/geschaeftskunden/ewetel_gk_202_37.php

Abbildung A2– 10: Netzkarte M"net



Quelle: M"net, http://www.m-net.de/ueber_m.htm

Abbildung A2– 11: Netzkarte envia TEL



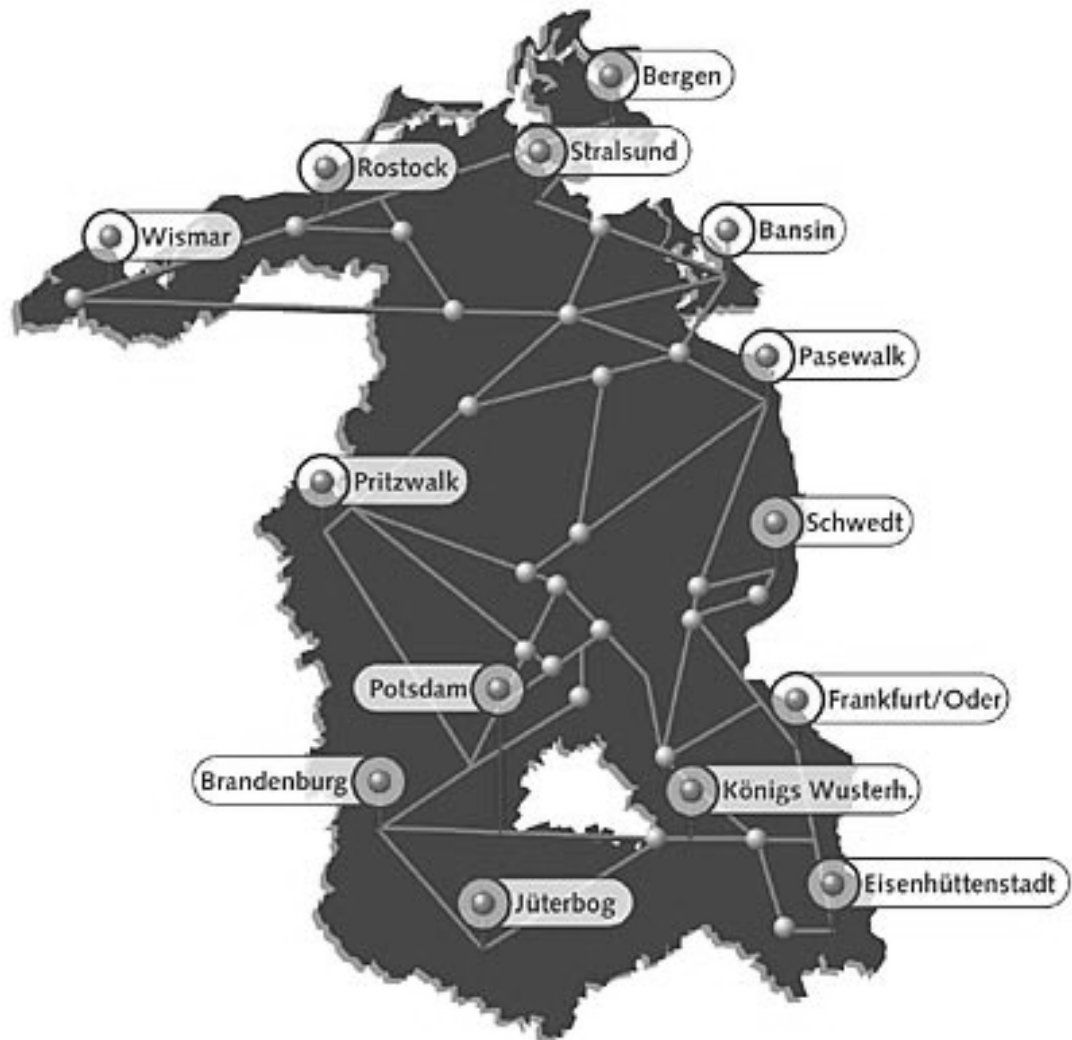
Quelle: envia TEL, <http://www.enviatel.de/unternehmen/79.html>

Abbildung A2– 12: Netzkarte Telemaxx



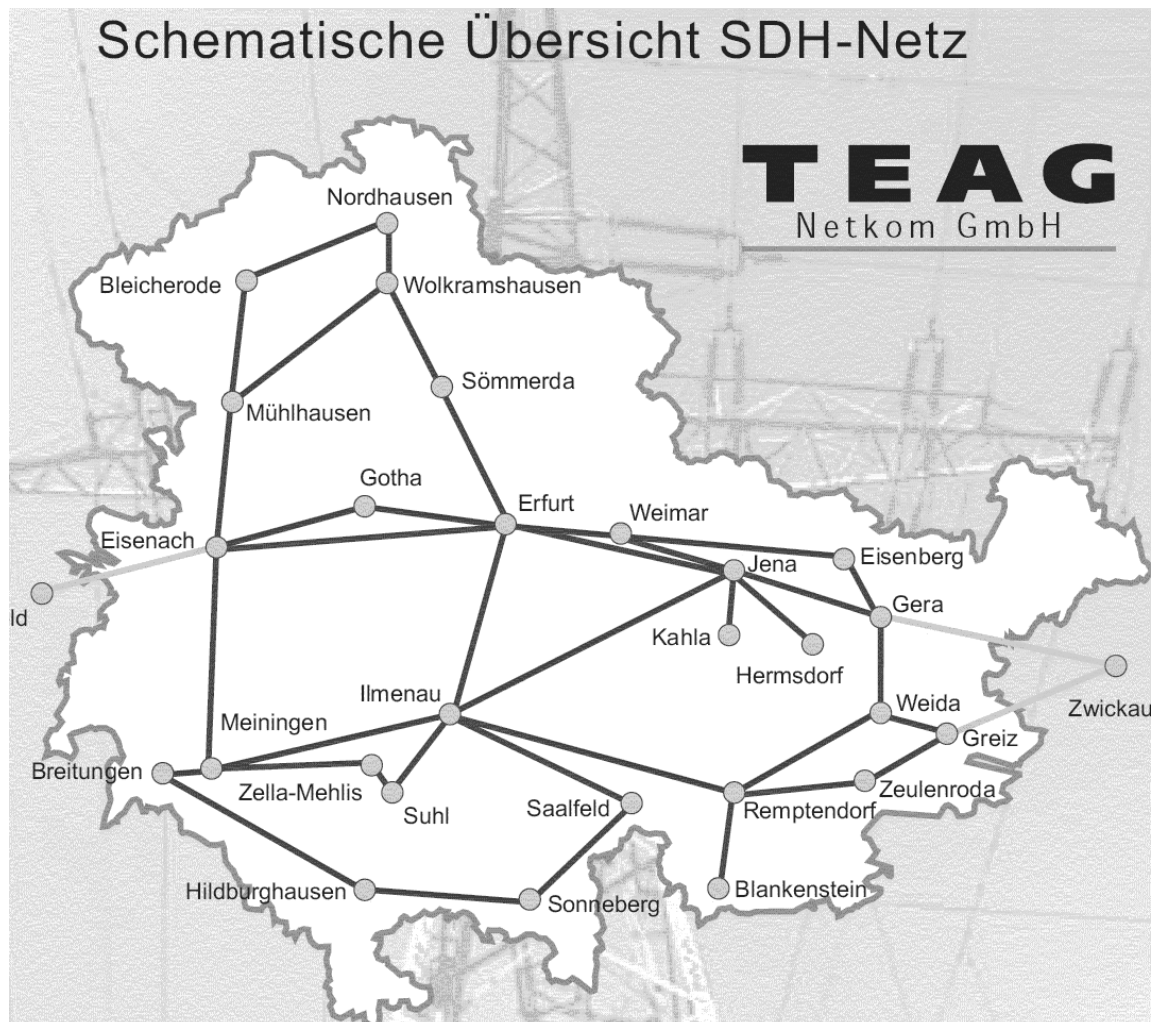
Quelle: Telemaxx, <http://www.telemaxx.de/pics/anschluss.htm>

Abbildung A2– 13: Netzkarte e.discom Telekommunikation GmbH (Hochgeschwindigkeitsnetz)



Quelle: e.discom, http://www.ediscom.de/_bertragungswege/6.html

Abbildung A2– 14: Netzkarte TEAG Netkom GmbH (SDH-Netz)

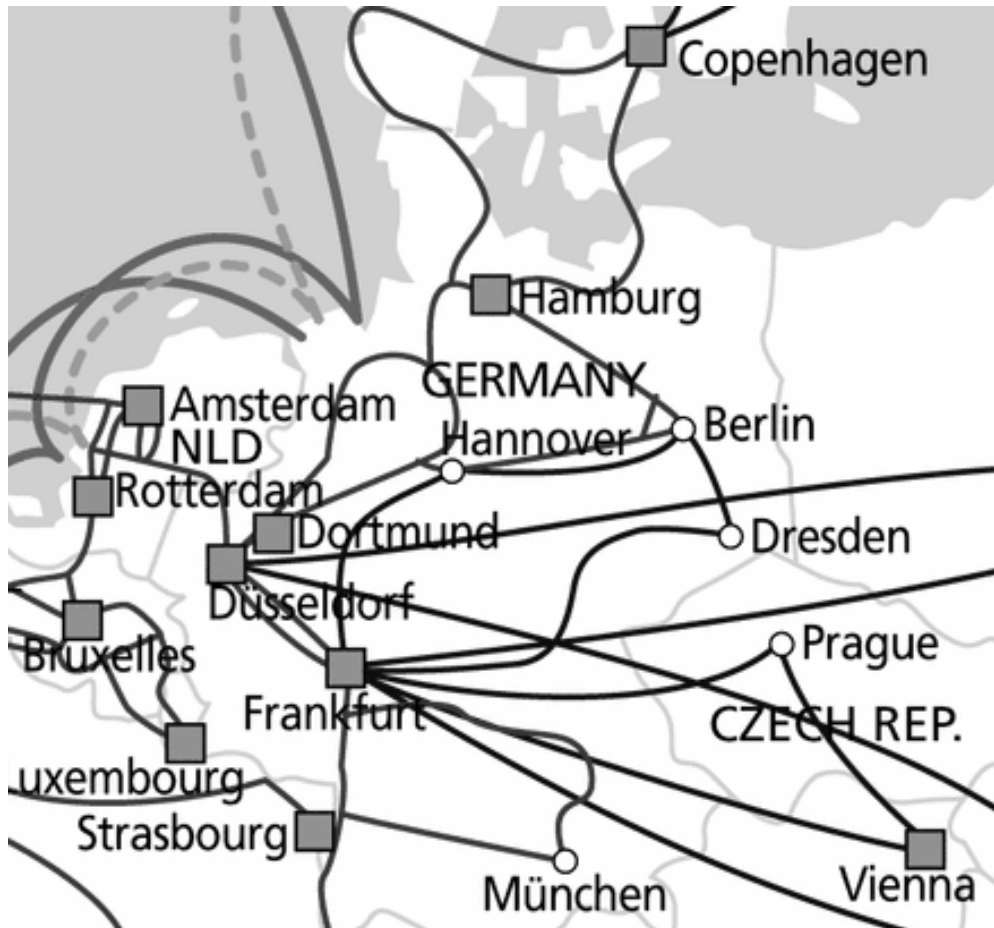


Quelle: TEAG Netkom GmbH, <http://www.teag-netkom.de/>

Abbildung A2– 15: Netzkarte BT Germany network

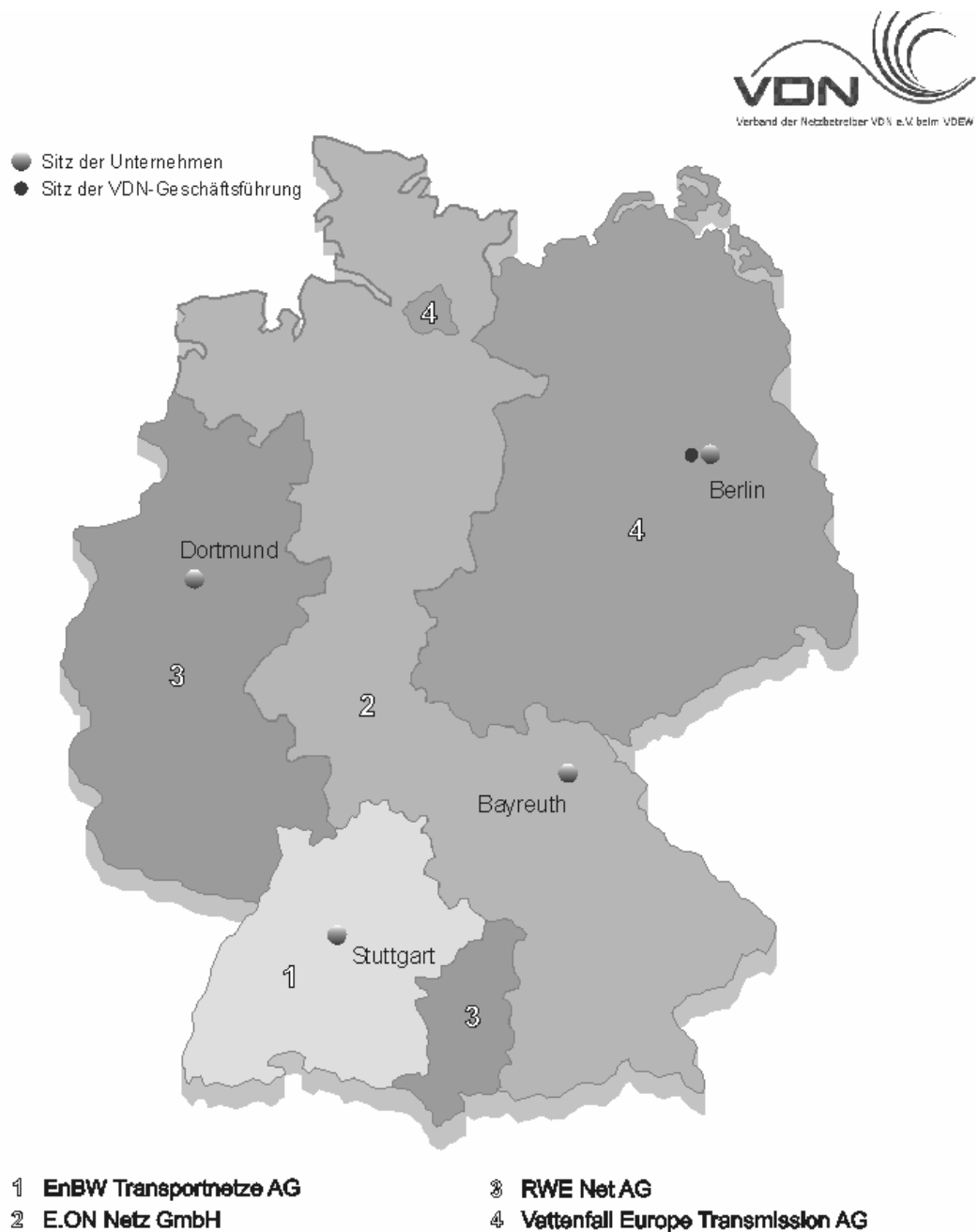


Abbildung A2– 16: Netzkarte MCI Worldcom in Deutschland



Quelle: MCI Worldcom, <http://global.mci.com/de/about/network/>

Abbildung A2– 17: Regelzonen der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (Hochspannungsnetz)



Regelzonen der deutschen Übertragungsnetzbetreiber

Stand: April 2002

Abbildung A2– 18: Netzkarte Vattenfall (Höchstspannungsnetz)

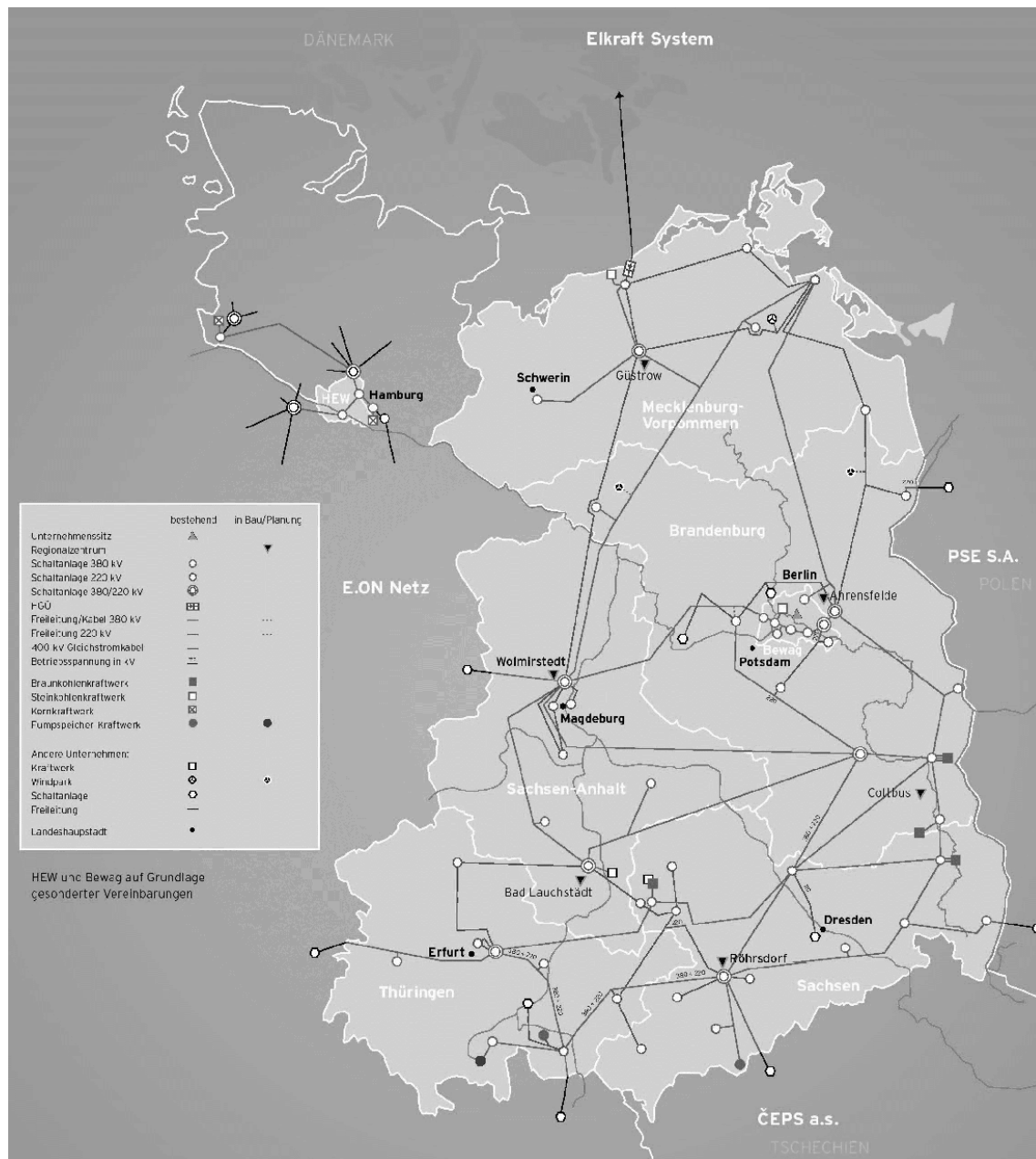
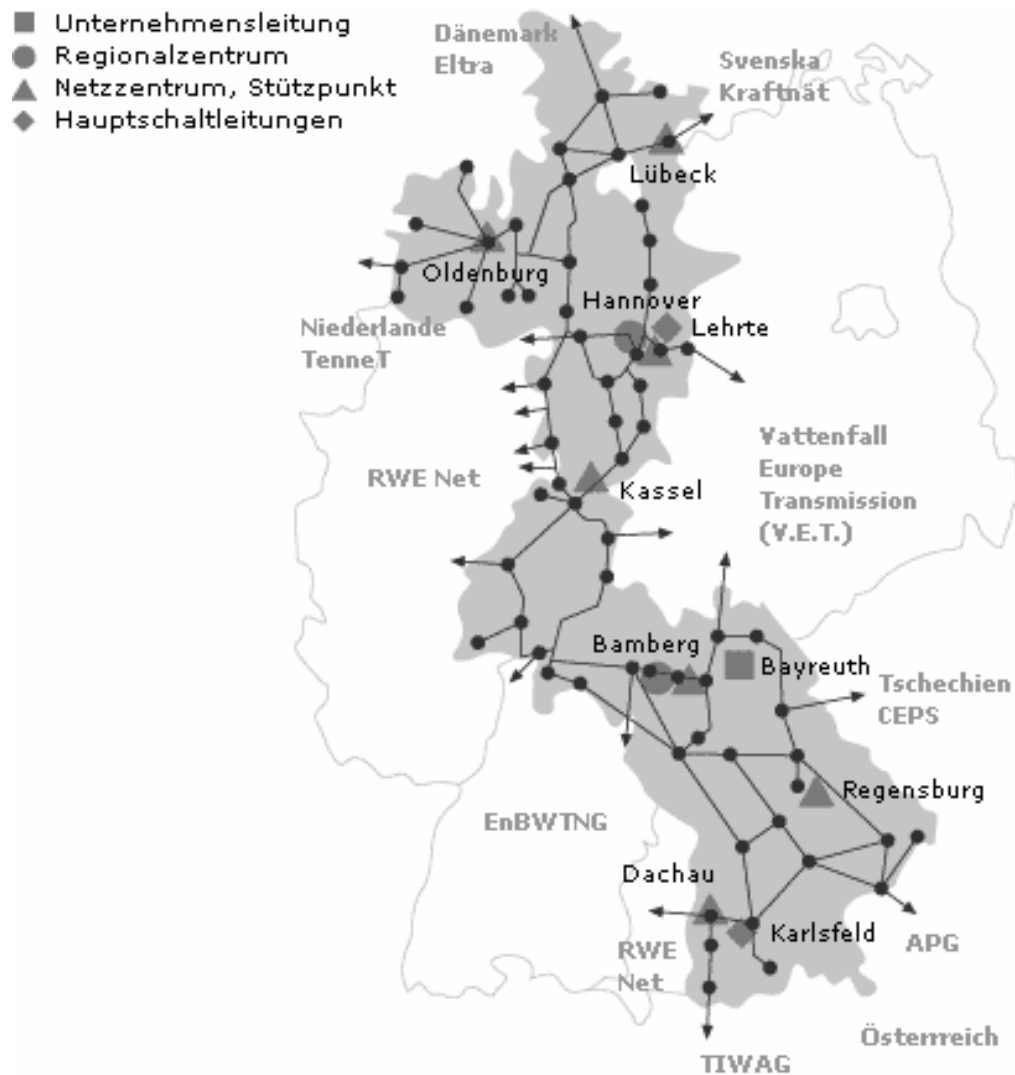


Abbildung A2– 19: Netzkarte E.On (Hochspannungsnetz)



Quelle: E-On,
http://www.eon-netz.com/frameset_german/energy/energy_map_network/energy_map_network.jsp

Abbildung A2– 20: RWE (Höchstspannungsnetz)

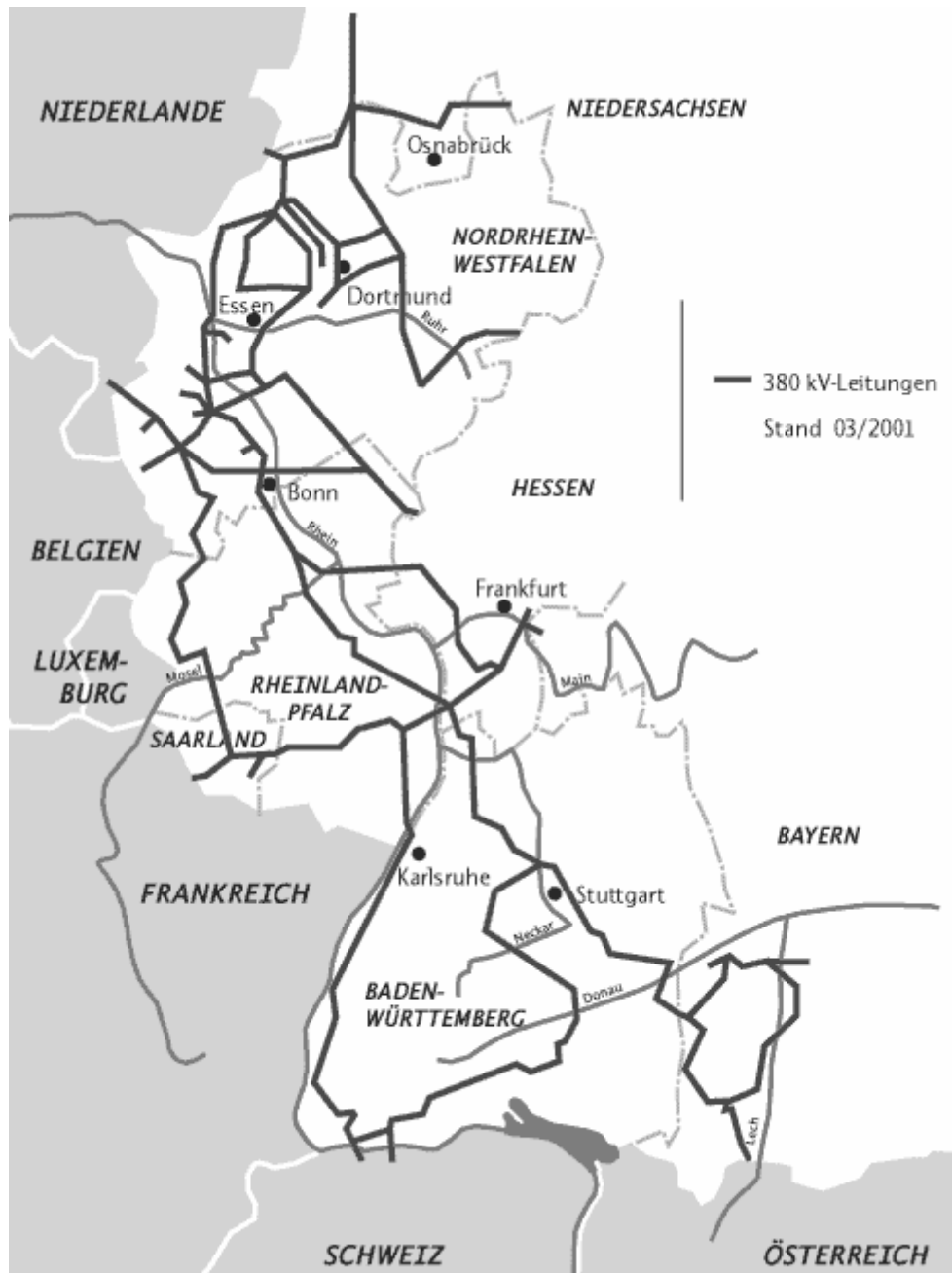
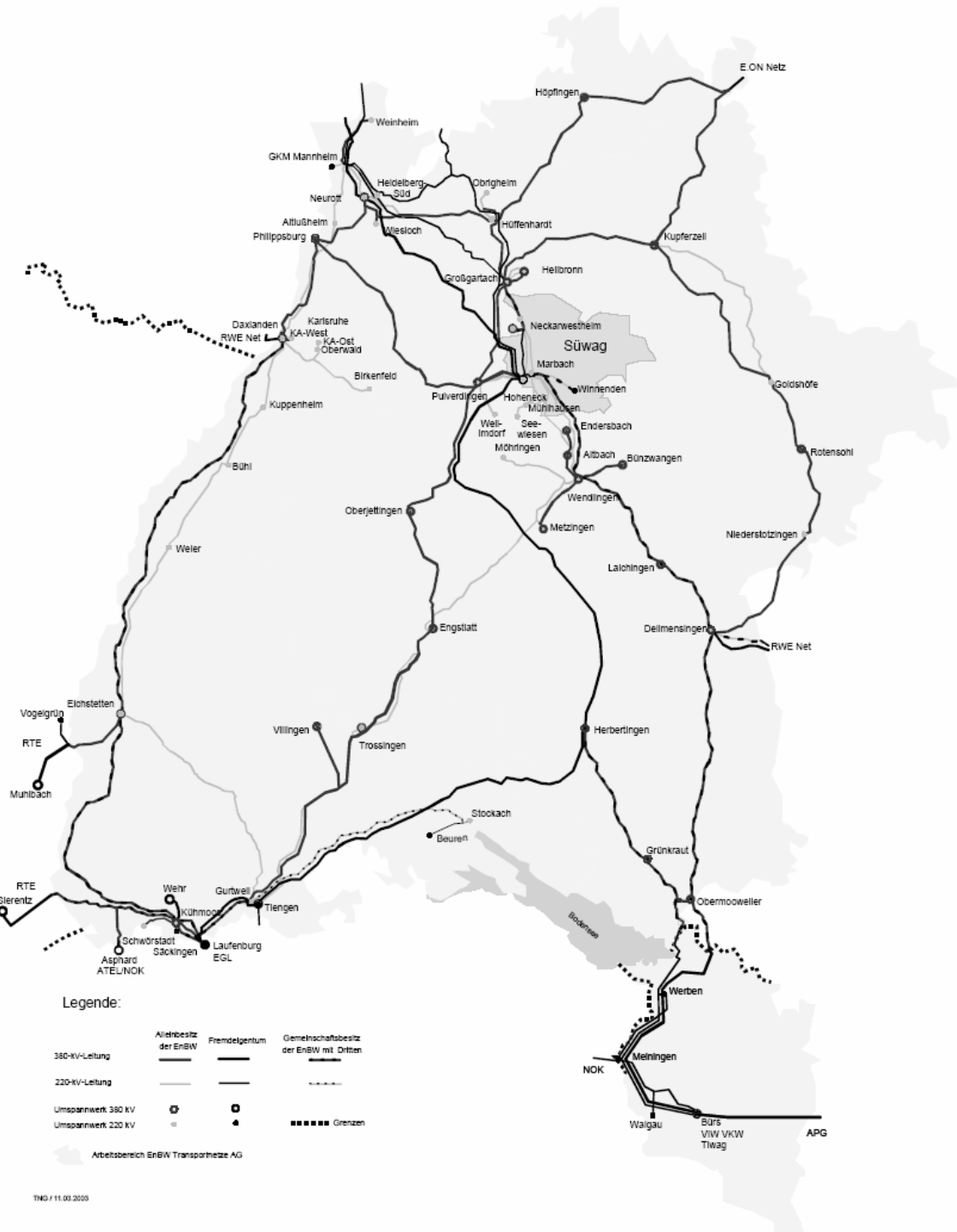


Abbildung A2– 21: EnBW (Höchstspannungsnetz)



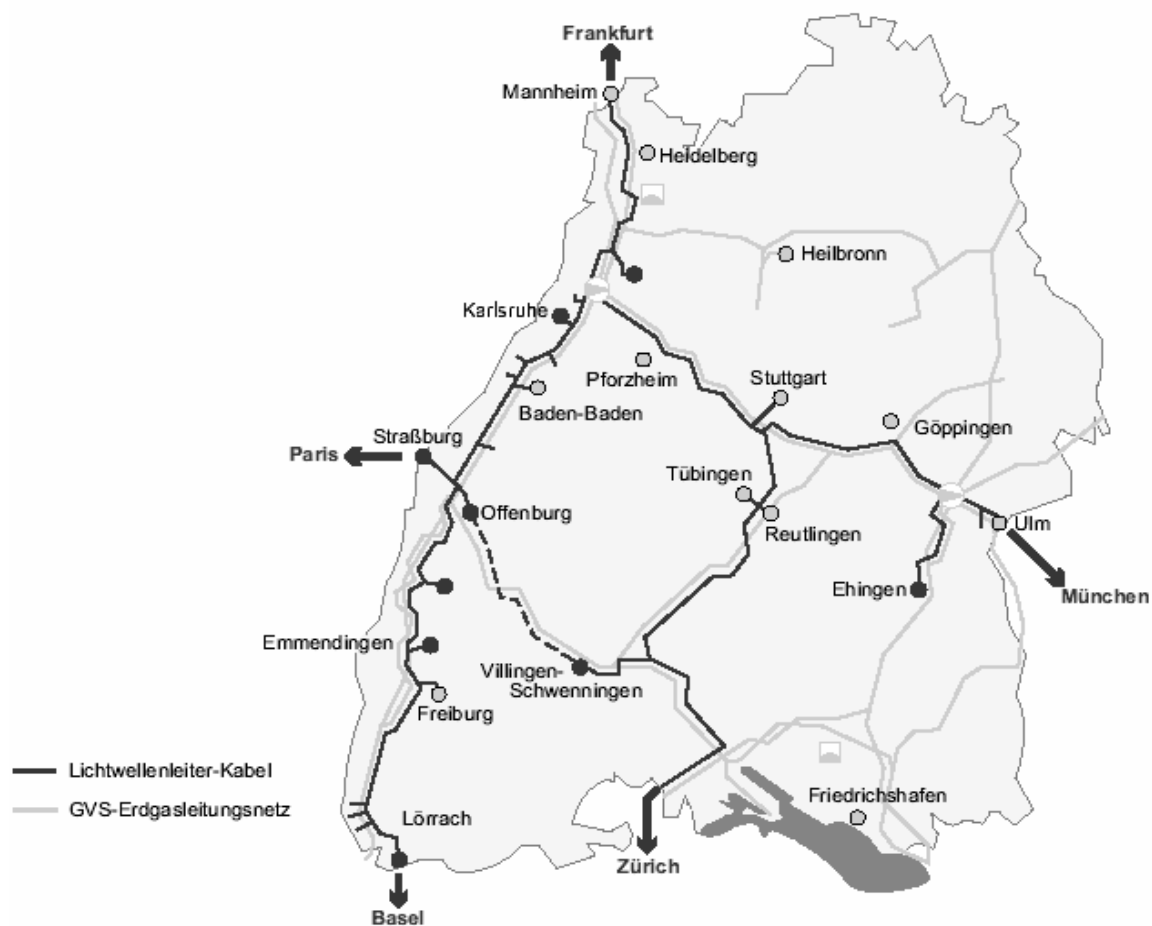
Quelle: EnBW,

http://www.enbw.com/content/de/konzern/gesellschaften/transportnetze_ag/Netzkarte_BadenWuerttemberg_pdf1.pdf?session_info=D8E1FAEB4975CB8273BA99D3F3C77135.jvm5

Abbildung A2– 22: Glasfasernetz der WINGAS



Abbildung A2– 23: Glasfasernetz der Gasversorgung Süddeutschland (GVS)



Quelle: GVS, <http://www.gvs-erdgas.de/>

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

- | | |
|--|--|
| <p>Nr. 185: Henrik Hermann:
Wettbewerbsstrategien alternativer Telekommunikationsunternehmen in Deutschland, Mai 1998</p> | <p>Nr. 195: Hasan Alkas:
Rabattstrategien marktbeherrschender Unternehmen im Telekommunikationsbereich, Oktober 1999</p> |
| <p>Nr. 186: Ulrich Stumpf, Daniel Tewes:
Digitaler Rundfunk - vergleichende Betrachtung der Situation und Strategie in verschiedenen Ländern, Juli 1998</p> | <p>Nr. 196: Martin Distelkamp:
Möglichkeiten des Wettbewerbs im Orts- und Anschlußbereich des Telekommunikationsnetzes, Oktober 1999</p> |
| <p>Nr. 187: Lorenz Nett, Werner Neu:
Bestimmung der Kosten des Universaldienstes, August 1998</p> | <p>Nr. 197: Ulrich Stumpf, Cara Schwarz-Schilling unter Mitarbeit von Wolfgang Kiesewetter:
Wettbewerb auf Telekommunikationsmärkten, November 1999</p> |
| <p>Nr. 188: Annette Hillebrand, Franz Büllingen:
Durch Sicherungsinfrastruktur zur Vertrauenskultur: Kritische Erfolgsfaktoren und regulatorische Aspekte der digitalen Signatur, Oktober 1998</p> | <p>Nr. 198: Peter Stamm, Franz Büllingen:
Das Internet als Treiber konvergenter Entwicklungen – Relevanz und Perspektiven für die strategische Positionierung der TIME-Player, Dezember 1999</p> |
| <p>Nr. 189: Cornelia Fries, Franz Büllingen:
Offener Zugang privater Nutzer zum Internet - Konzepte und regulatorische Implikationen unter Berücksichtigung ausländischer Erfahrungen, November 1998</p> | <p>Nr. 199: Cara Schwarz-Schilling, Ulrich Stumpf:
Netzbetreiberportabilität im Mobilfunkmarkt – Auswirkungen auf Wettbewerb und Verbraucherinteressen, Dezember 1999</p> |
| <p>Nr. 190: Rudolf Pospischil:
Repositionierung von AT&T - Eine Analyse zur Entwicklung von 1983 bis 1998, Dezember 1998</p> | <p>Nr. 200: Monika Plum, Cara Schwarz-Schilling:
Marktabgrenzung im Telekommunikations- und Postsektor, Februar 2000</p> |
| <p>Nr. 191: Alfons Keuter:
Beschäftigungseffekte neuer TK-Infrastrukturen und -Dienste, Januar 1999</p> | <p>Nr. 201: Peter Stamm:
Entwicklungsstand und Perspektiven von Powerline Communication, Februar 2000</p> |
| <p>Nr. 192: Wolfgang Elsenbast:
Produktivitätserfassung in der Price-Cap-Regulierung – Perspektiven für die Preisregulierung der Deutschen Post AG, März 1999</p> | <p>Nr. 202: Martin Distelkamp, Dieter Elixmann, Christian Lutz, Bernd Meyer, Ulrike Schimmel:
Beschäftigungswirkungen der Liberalisierung im Telekommunikationssektor in der Bundesrepublik Deutschland, März 2000</p> |
| <p>Nr. 193: Werner Neu, Ulrich Stumpf, Alfons Keuter, Lorenz Nett, Cara Schwarz-Schilling:
Ergebnisse und Perspektiven der Telekommunikationsliberalisierung in ausgewählten Ländern, April 1999</p> | <p>Nr. 203: Martin Distelkamp:
Wettbewerbspotenziale der deutschen Kabel-TV-Infrastruktur, Mai 2000</p> |
| <p>Nr. 194: Ludwig Gramlich:
Gesetzliche Exklusivlizenz, Universaldienstpflichten und "höherwertige" Dienstleistungen im PostG 1997, September 1999</p> | |

- Nr. 204: Wolfgang Elsenbast, Hilke Smit:
Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen der Marktöffnung auf dem deutschen Postmarkt, Mai 2000
- Nr. 205: Hilke Smit:
Die Anwendung der GATS-Prinzipien auf dem Postsektor und Auswirkungen auf die nationale Regulierung, Juni 2000
- Nr. 206: Gabriele Kulenkampff:
Der Markt für Internet Telefonie - Rahmenbedingungen, Unternehmensstrategien und Marktentwicklung, Juni 2000
- Nr. 207: Ulrike Schimmel:
Ergebnisse und Perspektiven der Telekommunikationsliberalisierung in Australien, August 2000
- Nr. 208: Franz Büllingen, Martin Wörter:
Entwicklungsperspektiven, Unternehmensstrategien und Anwendungsfelder im Mobile Commerce, November 2000
- Nr. 209: Wolfgang Kiesewetter:
Wettbewerb auf dem britischen Mobilfunkmarkt, November 2000
- Nr. 210: Hasan Alkas:
Entwicklungen und regulierungspolitische Auswirkungen der Fix-Mobil Integration, Dezember 2000
- Nr. 211: Annette Hillebrand:
Zwischen Rundfunk und Telekommunikation: Entwicklungsperspektiven und regulatorische Implikationen von Webcasting, Dezember 2000
- Nr. 212: Hilke Smit:
Regulierung und Wettbewerbsentwicklung auf dem neuseeländischen Postmarkt, Dezember 2000
- Nr. 213: Lorenz Nett:
Das Problem unvollständiger Information für eine effiziente Regulierung, Januar 2001
- Nr. 214: Sonia Strube:
Der digitale Rundfunk - Stand der Einführung und regulatorische Problemfelder bei der Rundfunkübertragung, Januar 2001
- Nr. 215: Astrid Höckels:
Alternative Formen des entbündelten Zugangs zur Teilnehmeranschlussleitung, Januar 2001
- Nr. 216: Dieter Elixmann, Gabriele Kulenkampff, Ulrike Schimmel, Rolf Schwab:
Internationaler Vergleich der TK-Märkte in ausgewählten Ländern - ein Liberalisierungs-, Wettbewerbs- und Wachstumsindex, Februar 2001
- Nr. 217: Ingo Vogelsang:
Die räumliche Preisdifferenzierung im Sprachtelefondienst - wettbewerbs- und regulierungspolitische Implikationen, Februar 2001
- Nr. 218: Annette Hillebrand, Franz Büllingen:
Internet-Governance - Politiken und Folgen der institutionellen Neuordnung der Domainverwaltung durch ICANN, April 2001
- Nr. 219: Hasan Alkas:
Preisbündelung auf Telekommunikationsmärkten aus regulierungsökonomischer Sicht, April 2001
- Nr. 220: Dieter Elixmann, Martin Wörter:
Strategien der Internationalisierung im Telekommunikationsmarkt, Mai 2001
- Nr. 221: Dieter Elixmann, Anette Metzler:
Marktstruktur und Wettbewerb auf dem Markt für Internet-Zugangsdienste, Juni 2001
- Nr. 222: Franz Büllingen, Peter Stamm:
Mobiles Internet - Konvergenz von Mobilfunk und Multimedia, Juni 2001
- Nr. 223: Lorenz Nett:
Marktorientierte Allokationsverfahren bei Nummern, Juli 2001
- 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 Wöhl
Ermittlung der Zusammenschaltungs-
entgelte auf Basis der in Anspruch ge-
nommenen Netzkapazität, August 2001
- Nr. 227: Dieter Elixmann, Ulrike Schimmel,
Rolf Schwab:
Liberalisierung, Wettbewerb und
Wachstum auf europäischen TK-Märk-
ten, Oktober 2001
- Nr. 228: Astrid Höckels:
Internationaler Vergleich der Wettbe-
werbsentwicklung im Local Loop,
Dezember 2001
- Nr. 229: Anette Metzler:
Preispolitik und Möglichkeiten der Um-
satzgenerierung 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 Telekommuni-
kationsregulierung, 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 regu-
latorische Probleme, März 2002
- Nr. 234: Hasan Alkas:
Die Neue Investitionstheorie der Real-
optionen und ihre Auswirkungen auf die
Regulierung im Telekommunikations-
sektor, 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 euro-
päischen Mobilfunkmärkten, Juni 2002
- Nr. 237: Hilke Smit:
Auswirkungen des e-Commerce auf
den Postmarkt, Juni 2002
- Nr. 238: Hilke Smit:
Reform des UPU-Endvergütungssys-
tems in sich wandelnden Postmärkten,
Juni 2002
- Nr. 239: Peter Stamm, Franz Büllingen:
Kabelfernsehen im Wettbewerb der
Plattformen für Rundfunkübertragung -
Eine Abschätzung der Substitutions-
potenziale, November 2002
- Nr. 240: Dieter Elixmann, Cornelia Stappen
unter Mitarbeit von Anette Metzler:
Regulierungs- und wettbewerbspoliti-
sche Aspekte von Billing- und Abrech-
nungsprozessen im Festnetz,
Januar 2003
- Nr. 241: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf
unter Mitarbeit von Ulrich Ellinghaus,
Joachim Scherer, Sonia Strube Mar-
tins, 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 Kommunikations-
märkte – Wettbewerbsökonomische
Grundfragen, Mai 2003
- Nr. 244: Peter Stamm, Martin Wörter:
Mobile Portale – Merkmale, Marktstruk-
tur 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 As-
pekte mobiler Telekommunikation –
Wissenschaftlicher Diskurs, Regulie-
rung 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 Schöffner:
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 Schöffner:
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, Aurélia 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