

Inhaltsverzeichnis	Seite
Tabellenverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	iii
Abkürzungsverzeichnis	vii
Zusammenfassung	1
1 Gegenstand und Ziele der Studie	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Vorgehensweise, Methoden und Schwerpunkte	3
2 Theorie der TK-Entwicklung	5
2.1 Optimale Kommunikation	6
2.2 Eigenschaften von Verkehr und Kommunikation im Vergleich	7
2.3 Theorie des optimalen Verkehrs - Bedeutung für optimale Kommunikation	14
2.3.1 Kriterien der Optimierung	14
2.3.2 Systemoptimum vs. Nutzeroptimum	16
2.3.3 Optimierung der Infrastruktur durch Neu-/Ausbau	18
2.3.3.1 Verfahren der Bundesverkehrswegeplanung	18
2.3.3.2 ÖPP und Betreibermodelle der Verkehrsinfrastruktur	21
2.3.3.3 Optimierung bei gegebener Infrastruktur	22
2.3.3.3.1 Nachfragesteuerung durch preispolitische Maßnahmen	22
2.3.3.3.2 Verkehrsvermeidung	24
2.3.3.3.3 Verkehrsaufteilung/Intermodalität	25
2.3.3.3.1 Verkehrsmanagement und Telematik	26

2.4	Optimaler Verkehr vs. Optimale Kommunikation	27
2.5	Der Weg zur optimalen Kommunikation	28
2.5.1	Die theoretischen Grenzen der Datenübertragung	28
2.5.1.1	Das Shannon-Gesetz und seine Bedeutung in der Datenübertragung	29
2.5.1.2	Übertragungsmedien in der Telekommunikation.....	30
2.5.1.2.1	Kupfermedien.....	31
2.5.1.2.2	Koaxialkabel.....	36
2.5.1.2.3	Einsatz von Kupfermedien in Computernetzwerken	37
2.5.1.2.4	Lichtwellenleiter	38
2.5.1.2.5	Funkübertragungen.....	41
2.5.1.3	Fazit - Theoretisches Optimum und Praxis	45
2.5.2	Empirische Entwicklungsverläufe	46
2.5.2.1	Gesetze der Netzwerkökonomie.....	46
2.5.2.2	Implikationen der Netzwerkgesetze.....	55
2.5.2.3	Phasen des Wandels in der Telekommunikation	55
2.5.2.4	Marktdynamik.....	59
2.5.3	Marktentwicklung aus Sicht von Anbietern und Nachfragern	62
2.5.3.1	Anbietersicht	63
2.5.3.2	Nachfragersicht.....	65
2.5.3.2.1	Privatkunden	65
2.5.3.2.2	Geschäftskunden	66
2.5.3.3	Kombination von Angebot und Nachfrage.....	67
2.5.4	Roadmap zur optimalen Kommunikation.....	70
2.5.4.1	Heutige Technologie.....	71
2.5.4.2	Heutige Dienste	77
2.5.4.3	Heutige Tarifierung	79
2.5.4.4	Problembereiche heutiger TK.....	80
2.5.4.4.1	Problembereiche aus Nachfragersicht	80
2.5.4.4.2	Problembereiche kabelgebundener TK-Infrastruktur	84
2.5.4.4.3	Problembereiche kabelloser TK-Infrastruktur	85
2.5.4.5	Zukünftige Technologien	86

2.5.4.6	Zukünftige Dienste.....	91
2.5.4.7	Zukünftige Tarifierung.....	95
2.6	Zusammenfassung von Kapitel 2	96
3	Technische und ökonomische Zukunftstrends.....	101
3.1	Technik: Funktionsweise und Komponenten von Next Generation Networks	101
3.1.1	Definition und Eigenschaften von Next Generation Networks	101
3.1.2	NGN-Erfahrungen und Migrationspläne von Telekommunikationsunternehmen	107
3.1.3	Technische Entwicklungstrends und Komponenten von Next Generation Networks entlang des OSI- Schichtenmodells	113
3.1.3.1	Netzzugang.....	115
3.1.3.2	Internet.....	121
3.1.3.3	Anwendungen.....	123
3.1.3.4	Übergreifende Techniktrends	125
3.2	Markt: Auswertung von Studien und Einschätzungen zur Zukunft des TK-Marktes	126
3.2.1	Festnetz	130
3.2.2	Mobilfunk	136
3.2.3	Breitband	142
3.2.4	Geräte.....	146
3.2.5	Neue Dienste, neue Inhalte	149
3.2.6	Marktentwicklung und Unternehmensorganisation	159
3.2.7	Zusammenfassung	164
4	Investitionsverhalten als Zukunftsindikator	167
4.1	Investitionsverhalten der TK-Betreiber	167
4.1.1	Datenquellen.....	168
4.1.2	Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes	168
4.1.3	Analyse des Investitionsvolumens	169

4.1.3.1	Einteilung der Sachinvestitionen.....	171
4.1.3.2	Technologiegeleitete Analyse.....	172
4.1.3.2.1	Mobilfunk.....	172
4.1.3.2.2	Fixed Wireless	174
4.1.3.2.3	Fixed	174
4.1.4	Akquisitionen.....	177
4.1.5	F&E-Aufwendungen.....	178
4.1.6	Schlussfolgerungen	179
4.2	Investitionsverhalten der Private Equity- und Venture Capital-Gesellschaften.....	182
4.2.1	Der Private Equity- und Venture Capital-Markt	182
4.2.1.1	Die Begriffe Private Equity und Venture Capital.....	182
4.2.1.2	Die historische Entwicklung	183
4.2.1.3	Vorstellung der Marktteilnehmer und ihrer Funktionen	184
4.2.1.4	Die Bedeutung des PE und VC-Marktes	185
4.2.1.5	Zusammenfassung	186
4.2.2	Analyse der Private Equity und Venture Capital- Datenbank.....	187
4.2.2.1	Allgemeiner Aufbau der Analyse und Erläuterung der Auswahlkriterien.....	187
4.2.2.2	Analyse des Investitionsverhaltens im Zeitablauf und nach Regionen.....	188
4.2.2.3	Analyse des Investitionsverhaltens nach Technologiebereichen	193
4.2.2.4	Analyse des Investitionsverhaltens nach Geschäftsfeldern.....	197
4.2.3	Übergreifende Analyse	203
4.2.4	Fallstudien.....	205
4.2.5	Zusammenfassung	207

5 Zusammenfassung: Entwicklungstrends und Barrieren in Deutschland	209
5.1 Festnetz (wired networks)	210
5.2 Mobilfunk und drahtlose Netze (mobile and wireless)	217
5.3 Konvergenz der Netze und Geräte.....	220
5.4 Neue Dienste, neue Inhalte	222
6 Literaturverzeichnis.....	227
Anhang 1: Betrachtete Studien: Gesamtüberblick.....	239
Anhang 2: Übersichtstabellen zu Investmentstrategien großer TK-Anbieter.....	253

Tabellenverzeichnis	Seite
Tab. 1: Optimale Kommunikation.....	7
Tab. 2: Eigenschaften von Verkehr und Telekommunikation.....	14
Tab. 3: Nutzen im Verkehr und der Telekommunikation.....	19
Tab. 4: xDSL Bandbreiten und theoretische Kapazitäten in M Bit/s.....	34
Tab. 5: Gegenüberstellung der Übertragungsraten nach Theorie und Praxis.....	46
Tab. 6: Metcalf's Law	49
Tab. 7: Marktpositionen der Unternehmen.....	169
Tab. 8: Umsatz und CAPEX je Unternehmen in 2004	170
Tab. 9: Gliederung der untersuchten Technologiefelder	171
Tab. 10: Volumen der Bruttoinvestitionen in Mrd. €, Deutschland	184
Tab. 11: Übergreifende Analyse der Investitionen nach Technologiebereichen und etablierten Geschäftsfeldern.....	204
Tab. 12: Übergreifende Analyse der Investitionen nach Technologiebereichen und neuen Geschäftsfeldern.....	205

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abb. 1: Die Arbeitsschritte im Überblick	4
Abb. 2: Aufbau und Schwerpunkte des 2. Kapitels: Theorie der TK- Entwicklung	5
Abb. 3: Zielkonflikte in Verkehrssystemen	15
Abb. 4: Nutzer vs. Systemoptimum	17
Abb. 5: Bewertungskriterien laut BVWP	19
Abb. 6: Übersicht der Übertragungsmedien in der Telekommunikation	31
Abb. 7: Übersicht Kabeltypen auf Kupferbasis	32
Abb. 8: Übersicht der physikalischen Eigenschaften und Störfaktoren bei Kupfermedien	32
Abb. 9: Frequenznutzung der TAL	33
Abb. 10: Übertragungsraten der xDSL-Technologien	35
Abb. 11: Aufbau eines Koaxialkabels	36
Abb. 12: FTTx Varianten	39
Abb. 13: Gesetze der Netzwerkökonomie	47
Abb. 14: Breite der Transistorreihen im Zeitverlauf	48
Abb. 15: Metcalf's Law	49
Abb. 16: Erweiterung um Mehrpunkt-Verbindungen	50
Abb. 17: Traffic am DE-CIX	52
Abb. 18: Gilders Law	53
Abb. 19: Gesetz zunehmender Skalenerträge	54
Abb. 20: Wellen der Telekommunikation	56
Abb. 21: Strategisch-ökonomischer Wandel 2003	58
Abb. 22: Strukturelle Determinanten der Wettbewerbsintensität	60
Abb. 23: Betrachtungsebenen bei der Analyse der Marktteilnehmersichten	63
Abb. 24: Optimale Kommunikation	67
Abb. 25: Gegenüberstellung der Anforderungen an eine optimale Kommunikation	68

Abb. 26:	Dreidimensionale Trajektorie.....	71
Abb. 27:	Hierarchie von TK-Netzen	72
Abb. 28:	Überblick über Hierarchien, Technologien und Dienste in TK- Netzen	74
Abb. 29:	Detaillierte Strukturierung von TK-Netzen	75
Abb. 30:	xDSL-Anschlüsse in Deutschland	76
Abb. 31:	Alternative Breitbandanschlüsse in Deutschland.....	77
Abb. 32:	Breitbandbasierte Dienste	78
Abb. 33:	Problembereiche aus heutiger Nachfragersicht.....	81
Abb. 34:	WxAN-Zusammenspiel am Beispiel eines Straßenzugs	89
Abb. 35:	Gegenwärtige Organisationsform der TK-Sektoren.....	91
Abb. 36:	Zukünftige Organisationsstruktur.....	93
Abb. 37:	Entwicklung der Sprach- und Datenkommunikation	103
Abb. 38:	Heutige Netzarchitektur: Gleichzeitigkeit verschiedener Netztechniken.....	103
Abb. 39:	Einordnung der betrachteten Technologien in das OSI-Modell	114
Abb. 40:	„Optimale Kommunikation“ aus Nutzer- und Netzbetreibersicht.....	127
Abb. 41:	Recherche- und Auswertungsstrategie	128
Abb. 42:	Methodenspektrum der ausgewerteten Studien	129
Abb. 43:	Themenfelder für die Betrachtung der Zukunft der Telekommunikation	130
Abb. 44:	Konvergenz, Divergenz und Funktionserweiterungen	132
Abb. 45:	Diensteentwicklung für NGNs: Offene Schnittstellen zwischen Anwendungs- und Transportschicht ersetzen geschlossene Systeme	150
Abb. 46:	Die Penetrationsentwicklung von Endgeräten und Diensten in privaten Haushalten bis zum Jahr 2010 nach der Einschätzung des WIK	155
Abb. 47:	Neue Organisationsstrukturen für Incumbants	161
Abb. 48:	Entwicklung der Investitionsvolumina ausgewählter TK- Betreiber relativ zum Umsatz (CAPEX to SALES)	171

Abb. 49:	Anteil der F&E-Ausgaben ausgewählter TK-Betreiber am Umsatz.....	179
Abb. 50:	Tatsächliche absolute und auf den europäischen Markt bezogene absolute Investitionsvolumina (in Mrd. US\$, Stand 2001).....	180
Abb. 51:	Entwicklung der Investitionsvolumina (Mrd. €) und Aufteilung auf Sparten am Beispiel der Telecom Italia	182
Abb. 52:	Struktur bei Venture Capital-Finanzierungen.....	185
Abb. 53:	Anzahl der Unternehmensgründungen in 29 Ländern 1985-2005.....	189
Abb. 54:	Anzahl Finanzierungen und Investitionsvolumen 1995 - 2005.....	189
Abb. 55:	Investitionsvolumen nach Regionen, 2002 – 2005 in US\$ Mrd.	190
Abb. 56:	Anzahl und Investitionsvolumen in Neugründungen nach Ländern von 2002 – 2005 in Mrd. US\$.	191
Abb. 57:	Corporate Venture Capital Aktivitäten – System-/Gerätehersteller	192
Abb. 58:	Corporate Venture Capital Aktivitäten – TK-Anbieter.....	192
Abb. 59:	Darstellung der Systematisierung des Datensatzes	193
Abb. 60:	Anzahl Finanzierungen und Investitionsvolumen in Basistechnologien.....	195
Abb. 61:	Anzahl der Finanzierungen und Investitionsvolumen in Randtechnologien	196
Abb. 62:	Investitionen nach Technologiestandards.....	197
Abb. 63:	Anzahl der Finanzierungen und Investitionsvolumen in etablierte Geschäftsfelder	202
Abb. 64:	Anzahl der Finanzierungen und Investitionsvolumen in neue Geschäftsfelder.....	203
Abb. 65:	Die technische Entwicklung in Zugangs-, Metro- und Backbonenetzen	211
Abb. 66:	Das Festnetz-Szenario 2010	214
Abb. 67:	Verteilung der Breitband-Zugangsarten im Jahr 2010 (Basis: alle Haushalte).....	215