

**Hendrik Meiner**

Technische und wirtschaftliche Bewertung  
der Anbieterstruktur am deutschen  
Privatkunden-Breitbandmarkt unter  
besonderer Berücksichtigung der 'Letzten  
Meile'

**Diplomarbeit**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2006 Diplom.de  
ISBN: 9783956362811

**Hendrik Meiner**

**Technische und wirtschaftliche Bewertung der Anbieterstruktur am deutschen Privatkunden-Breitbandmarkt unter besonderer Berücksichtigung der 'Letzten Meile'**



---

Hendrik Meiner

# **Technische und wirtschaftliche Bewertung der Anbieterstruktur am deutschen Privatkunden- Breitbandmarkt unter besonderer Berücksichtigung der 'Letzten Meile'**

Diplomarbeit  
Technische Universität Dresden  
Fachbereich Verkehrswissenschaften  
Institut für Wirtschaft und Verkehr  
Dezember 2006



Diplomica GmbH \_\_\_\_\_  
Hermannstal 119k \_\_\_\_\_  
22119 Hamburg \_\_\_\_\_

Fon: 040 / 655 99 20 \_\_\_\_\_  
Fax: 040 / 655 99 222 \_\_\_\_\_

agentur@diplom.de \_\_\_\_\_  
www.diplom.de \_\_\_\_\_

Hendrik Meiner

**Technische und wirtschaftliche Bewertung der Anbieterstruktur am deutschen  
Privatkunden-Breitbandmarkt unter besonderer Berücksichtigung der 'Letzten Meile'**

ISBN: 978-3-8366-0527-4

Druck Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2007

Zugl. Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland, Diplomarbeit, 2006

---

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2007

Printed in Germany

---

## Kurzfassung

Meiner, Hendrik: Technische und wirtschaftliche Bewertung der Anbieterstruktur am deutschen Privatkunden-Breitbandmarkt unter besonderer Berücksichtigung der „Letzten Meile“

Diplomarbeit „Letzte Meile“; VDSL; Anbieter

Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Institut für Wirtschaft und Verkehr - Lehrstuhl für Kommunikationswirtschaft

Studiengang Verkehrswirtschaft 1999, Abgabe der Diplomarbeit 2006

Die vorliegende Diplomarbeit beschreibt den aktuellen Stand der in Deutschland verfügbaren Telekommunikationsinfrastrukturen in der „Letzten Meile“ und deren Anbieter. Der Fokus wird dabei auf Unternehmen gelegt, die für private Kunden Breitbandanschlüsse anbieten.

Nach Erklärungen zu wichtigen Begriffen zum Thema Breitband erfolgt eine Übersicht über die aktuelle Struktur der Anbieter und deren Marktanteile in Deutschland. Des Weiteren werden besondere technische Merkmale der Netzinfrastrukturen erläutert und bewertet. Ebenso werden allgemeinen Daten der gesamten in Deutschland vorhandenen Telekommunikationsinfrastruktur beschrieben. Im Anschluss daran erfolgt eine Zusammenfassung geplanter Investitionen der Anbieter in die verschiedenen Netzinfrastrukturen mit einem Zeithorizont drei bis vier Jahren. Darin werden nur die Investitionen in die leitungsgebundenen Formen des Fest- und Kabelnetzes bzw. drahtlosen Infrastrukturen UMTS und WiMAX ausführlicher betrachtet. Bei den Festnetzen konzentrieren sich die Untersuchungen neben den Investitionen der Deutschen Telekom AG in das VDSL Netz, auf die vier größten alternativen Festnetzanbieter, ARCOR AG & KG, Versatel Holding GmbH, HanseNet Telekommunikation GmbH und QSC AG.

Bezüglich der Investitionen in das Breitbandkabelnetz erfolgt eine technische und wirtschaftliche Bewertung der fünf größten deutschen Kabelnetzbetreiber, Kabel Deutschland, Kabel BW, Unity Media Gruppe, Orion Cable GmbH und PrimaCom AG, hinsichtlich der verschiedenen Aufrüstungskonzepte. Bezüglich der drahtlosen Infrastruktur konzentrieren sich die Betrachtungen zum größten Teil auf WiMAX,

---

Mobile Breitbandanschlüsse auf Basis von UMTS werden weniger ausführlich betrachtet.

Die wirtschaftlichen Untersuchungen (Fallbeispiele) fokussieren sich auf die Investitionen der DTAG in die VDSL Infrastruktur und auf das von der DBD geplante WiMAX Netz in Dresden. Dabei kommt das Modell des integrativen Ansatzes zur Bestimmung der Kapitalkosten von Telekommunikationsunternehmen zum Einsatz. Für die Betrachtungen wurden die getroffenen Annahmen so weit wie möglich der Realität angepasst. In beiden Fällen wurde die Entwicklung der Teilnehmeranschlusszahlen über einen längeren Zeitraum beobachtet. Dabei kam es zu einer schrittweisen Penetration der Anschlusszahlen. Aus den Untersuchungen wird geschlussfolgert, dass die Investitionen in die Telekommunikationsnetz auf der „Letzten Meile“ den Wettbewerb in den nächsten Jahren noch weiter verschärfen werden. Jedoch sind nur mit der bloßen Bereitstellung der Teilnehmerzugänge nur unter optimalen Bedingungen Gewinne bei den Unternehmen möglich. Die wirtschaftlichen Betrachtungen zeigen auf, dass bei den Anbietern hohe Verluste zu erwarten sind. Betroffen sind nach eigenen Erkenntnissen alle Infrastrukturen die näher untersucht wurden. Gerade bei dem VDSL Netz der DTAG werden sich die Investitionen bei idealen Penetrationsraten in den nächsten drei Jahren nicht amortisieren.

Auch im zweiten Fallbeispiel des geplanten Dresdner WiMAX Netzes zeichnet sich keine positive Ertragssituation für die nächsten Jahre ab. Als Grund dafür wurden die hohen Anschaffungskosten der Empfangsgeräte identifiziert.

Zwar werden die Zugangsnetze in der „Letzten Meile“ durch die Investitionen hinsichtlich der Datenübertragungsraten bedeutend leistungsfähiger, es muss den Anbietern aber gelingen weitere Erlösquellen zu erschließen. Große Hoffnungen werden in Triple Play gesetzt. Die Nachfrage danach ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht abschätzbar.

---

## **Abstract**

The future of the telecommunication sector is based on the access to broadband connections. This document analyzes the technical characteristics and functions of the different broadband infrastructures, which are currently available in Germany. Thereby focusing the offer of German companies in the sector of the "Last Mile" infrastructure for private customers. The document contains a market share overview of the companies and analyzes their investment policies and amounts and compares the results. Within two business cases the relation between the amortization of the investments and the penetration rates are investigated. The first case discusses the new VDSL infrastructure that is actually building up in more than fifty cities in Germany by the telecommunication company Deutsche Telecom AG. For this investment the company is planning an amount of about three billion euro. This German leader wants to offer the highest broadband applications like VoIP, broadband Internet and IPTV. Actually there exists a competition between German telephone and cable companies for these applications. The second case investigates the WiMAX infrastructure that is planned and being built up in Dresden by Deutsche Breitbanddienste. The results of this will be discussed, analyzed and used for forecasting the development of German infrastructure companies.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b><u>BIBLIOGRAFISCHER NACHWEIS .....</u></b>	<b><u>I</u></b>
<b><u>KURZFASSUNG .....</u></b>	<b><u>II</u></b>
<b><u>ABSTRACT .....</u></b>	<b><u>IV</u></b>
<b><u>INHALTSVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>I</u></b>
<b><u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>IV</u></b>
<b><u>TABELLENVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>V</u></b>
<b><u>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>VII</u></b>
<b><u>SYMBOLVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>XI</u></b>
<b><u>1 EINLEITUNG .....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2 VORGEHENSWEISE BEI DER DIPLOMARBEIT .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>3 EINORDNUNG UND BEGRIFFSERKLÄRUNGEN .....</u></b>	<b><u>5</u></b>
3.1 Einordnung des Untersuchungsgegenstandes .....	5
3.2 Telekommunikationsgesetz (TKG) .....	5
3.3 Universaldienstverpflichtung .....	7
3.4 Breitbandbegriff und Datenübertragungen .....	9
3.5 Breitbandanwendungen .....	10
3.6 Qualitätskriterien .....	10
3.7 Nachfrage auf dem Breitbandmarkt .....	11
3.8 Anbieter von Breitbandanschlüssen .....	12

---

<b><u>4</u></b>	<b><u>TEILNEHMERANSCHLUSSLEITUNGEN</u></b>	<b>15</b>
4.1	Festnetz	15
4.2	Hybride Teilnehmeranschlussbereiche	20
4.3	Breitbandkabelnetze	24
4.4	Powerline Communication (PLC)	29
4.5	Drahtlose Teilnehmerzugangsnetze	31
4.5.1	UMTS	33
4.5.2	WiMAX	35
<b><u>5</u></b>	<b><u>MARKTANTEILE DER ANBIETER</u></b>	<b>40</b>
5.1	Festnetz	40
5.2	Mobilfunk	41
5.3	Andere Anschlussarten	43
5.4	Regionale Telekommunikationsunternehmen	45
<b><u>6</u></b>	<b><u>DEUTSCHLANDS TELEKOMMUNIKATIONSINFRASTRUKTUR UND BREITBANDPENETRATION</u></b>	<b>46</b>
6.1	Leitungsgebundene Infrastruktur – Kupferkabel	46
6.2	Leitungsgebundene Infrastruktur - Glasfaserkabel	47
6.2.1	Leitungsgebundene hybride Infrastruktur	47
6.2.2	Drahtlose Infrastruktur	48
6.3	Deutschlands Breitbandanschlüsse im internationalen Vergleich	49
<b><u>7</u></b>	<b><u>WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNGEN</u></b>	<b>51</b>
7.1	Festnetz- DTAG	51
7.2	Alternative Festnetzbetreiber	68

---

7.2.1	ARCOR AG & KG .....	69
7.2.2	Versatel Holding GmbH .....	70
7.2.3	Hansenet .....	71
7.2.4	QSC AG .....	71
<b>7.3</b>	<b>Kabelnetzbetreiber .....</b>	<b>72</b>
7.3.1	Kabel Deutschland .....	73
7.3.2	Unity Media GmbH .....	73
7.3.3	Kabel BW .....	74
7.3.4	Orion Cable GmbH .....	74
7.3.5	PrimaCom AG .....	75
<b>7.4</b>	<b>Regionalen Stadtnetzbetreiber .....</b>	<b>76</b>
7.4.1	NetCologne Gesellschaft für Telekommunikation mbH .....	77
7.4.2	wilhelm.tel GmbH .....	78
<b>7.5</b>	<b>Investitionen in drahtlose Teilnehmeranschlüsse .....</b>	<b>79</b>
7.5.1	Mobilfunk .....	79
7.5.2	WiMAX am Beispiel von DBD .....	81
<b>8</b>	<b><u>FAZIT .....</u></b>	<b><u>85</u></b>
	<b><u>ANHANGVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>XIII</u></b>
	<b><u>LITERATURVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>XIV</u></b>

---

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gliederung des Telekommunikationssektors .....	5
Abb. 2: Übertragungsmedien der Teilnehmeranschlussleitungen .....	7
Abb. 3: Treiber für die zukünftige Entwicklung des Breitbandmarktes.....	11
Abb. 4: Bestandteile der TAL im Festnetz .....	15
Abb. 5: Verfügbarkeit von DSL im Ortsnetz.....	18
Abb. 6: Allgemeine Struktur der BK-Netze .....	26
Abb. 7: Verbindungsarten bei WiMAX Systemen .....	36
Abb. 8: Struktur der Breitbandanschlüsse in Deutschland .....	40
Abb. 9: Marktanteile der Mobilfunknetzbetreiber im 3. Quartal 2006.....	42
Abb. 10: Erreichbare HH der Kabelnetzbetreiber in NE 3 und NE 4.....	44
Abb. 11: Entwicklung der Glasfaserstreckenkilometer bei der DTAG.....	47
Abb. 12: TOP 10 Ländern nach Anzahl der Breitbandanschlüsse.....	49
Abb. 13: Penetrationsraten je 100 Einwohner der TOP 10 Länder Europas .....	50
Abb. 14: Gewinn/Verlustrechnung VDSL Szenarien ohne Flatrates.....	65
Abb. 15: Gewinn/Verlustrechnung VDSL Szenarien mit Flatrates.....	66

---

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Datenübertragungsraten für ausgewählte xDSL Technologien .....	20
Tabelle 2: FTTx Varianten .....	21
Tabelle 3: Netzebenen im Kabelnetz .....	25
Tabelle 4: Netzwerkeinteilung nach IEEE .....	32
Tabelle 5: Datenraten für UMTS und HSDPA/HSUPA .....	35
Tabelle 6: Eigenschaften der IEEE 802.16 Standard .....	37
Tabelle 7: Daten der fünf größten Festnetzbetreiber in Deutschland .....	41
Tabelle 8: Durchschnittliche Anschlusskosten je Teilnehmer (WIK Szenarien).....	56
Tabelle 9: Geschätzte monatliche Gesamtkosten des VDSL Ausbaus .....	59
Tabelle 10: Anzahl der mit VDSL versorgbaren Teilnehmeranschlüsse.....	60
Tabelle 11: Gewichte Marktanteile in Ballungsgebieten Deutschlands .....	60
Tabelle 12: Annahmen für die VDSL Infrastruktur .....	61
Tabelle 13: Umsatz und Erlös je VDSL Kunde der DTAG .....	62
Tabelle 14: Break Even Penetrationsraten und kumulierte Verluste .....	64
Tabelle 15: Aufteilung Deutschlands nach Datenübertragungsraten.....	68
Tabelle 16: Investitionen der alternativen Festnetzbetreiber gegenüber DTAG .....	69
Tabelle 17: Investitionen der fünf größten Kabelnetzbetreiber in Deutschland .....	72

---

Tabelle 18: Ausgewählte Investitionen der PrimaCom AG .....	75
Tabelle 19: Investitionen in die UMTS-Infrastruktur.....	80

---

**Abkürzungsverzeichnis**

ADSL	-	Asymmetric Digital Subscriber Line
AG	-	Aktiengesellschaft
APL	-	Abschlusspunkt Linientechnik
AON	-	Aktiv optische Netze
BITKOM	-	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
bBKVrSt	-	benutzerseitige BK-Verstärkerstelle
BK	-	Breitbandkabel
BKVtSt	-	BK-Verteilstelle
BMWA	-	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
BREKO	-	Bundesverband Breitbandkommunikation e.V.
BNA	-	Bundesnetzagentur
CPE	-	Customer Premise Equipment
DIVO	-	Digitale Vermittlungsstelle Ortsnetz
DSL	-	Digital Subscriber Line
DSLAM	-	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DTAG	-	Deutsche Telekom AG
EDA	-	Ethernet DSL Access
EVz	-	Endverzweiger
FAG	-	Fernmeldeabsatzgesetz