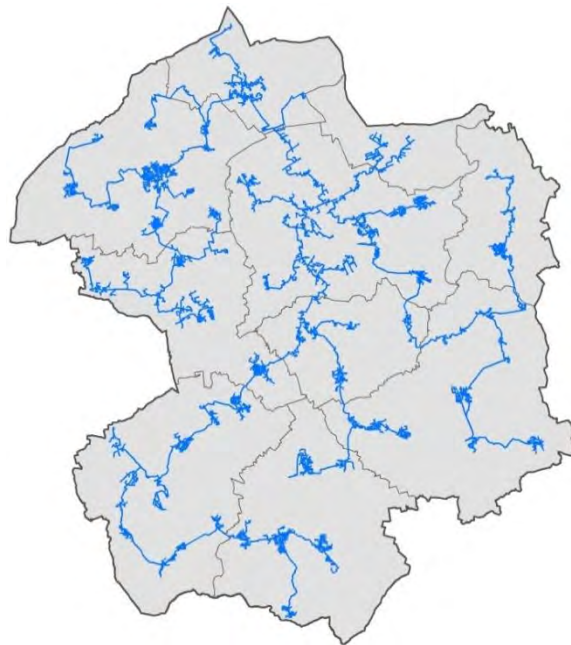


# ERSTELLUNG EINES MASTERPLANS FÜR DEN AUFBAU EINES FTTC/FTTB/FTTH-NETZES IM KREIS PADERBORN

**Abschlussbericht**

**Version 2.0**

**Im Auftrag des Kreis Paderborn**



30. September 2014

**micus**  
Management Consulting GmbH

MICUS Management Consulting GmbH

Stadttor 1

40219 Düsseldorf

[www.micus.de](http://www.micus.de)

# Erstellung eines Masterplans für den Aufbau eines FTTC/FTTB/FTTH-Netzes im Kreis Paderborn

## **AUTOREN**

DR. MARTIN FORNEFELD  
ANDREAS MESCHEDER

IM AUFTRAG DES  
KREIS PADERBORN  
ALDEGREVERSTRASSE 10-14 • 33102 PADERBORN  
☎ +49 (0)5251/308-0

MICUS  
MANAGEMENT CONSULTING GMBH  
STADTTOR 1 • 40219 DÜSSELDORF  
☎ +49 (0)211/ 3003 420  
INFO@MICUS.DE

SEPTEMBER 2014

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>INHALT</b>	
Summary.....	4
1. Zielsetzung.....	7
2. Das Untersuchungsgebiet .....	7
3. Bedeutung und Entwicklung von Breitband .....	9
4. Versorgungsanalyse.....	12
4.1. Hauptverteiler / Kabelverzweiger .....	12
4.2. Kabelnetze.....	19
4.3. Übersicht der Versorgungslage.....	21
5. Infrastrukturanalyse.....	24
5.1. Nutzbare Trassen .....	24
5.2. Infrastrukturen im Kreis Paderborn.....	24
5.3. Aktuelle Gesetzeslage .....	28
6. Leerrohrkonzepte für den Kreis Paderborn.....	29
6.1. Berechnung des FTTC-Leerrohrkonzeptes .....	29
6.2. Berechnung des FTTB/FTTH-Leerrohrkonzeptes .....	32
6.3. Mitverlegung .....	41
6.4. Ausbaurkosten und Wirtschaftlichkeit.....	43
6.4.1. FTTC-Leerrohrkonzept .....	44
6.4.2. FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept.....	45
6.4.3. Außenbereiche .....	47
7. Akteure und Wertschöpfungskette.....	49
7.1. Akteure .....	49
7.2. Die Breitband-Wertschöpfungskette.....	49
8. Fazit und Weiteres Vorgehen .....	53
9. Anhang.....	56
Anhang A: Analyse der Versorgungslage – Berechnung der Kabeldämpfung .....	56
Anhang B: Leitfaden zur Leerrohrmitverlegung bei kommunalen Baumaßnahmen.....	58
Anhang C: FTTB-Leerrohrkonzepte der einzelnen Städte und Gemeinden im Kreis Paderborn .....	62

## **SUMMARY**

Mit der Studie „Erstellung eines Masterplans für den Aufbau eines FTTC/FTTB/FTTH-Netzes im Kreis Paderborn“ liegt erstmals eine umfassende Studie zum Breitbandausbau für den Kreis Paderborn vor. Der Fokus der Planung liegt auf der straßengenauen Verlegung von Leerrohren und Glasfasern, sowie der Verbindung von der Straße bis zum Hausanschluss. Diese Studie kann nun als Grundlage zum Aufbau eines FTTC- oder eines FTTB/FTTH-Netzes verwendet werden. Neben der Versorgungslage wurden auch die bestehenden Breitbandinfrastrukturen im Kreis Paderborn analysiert sowie verschiedene Möglichkeiten beim Leerrohrausbau beschrieben.

Das Konzept soll mit den Städten und Gemeinden im Kreis Paderborn kommuniziert werden, um eine laufende Abstimmung mit den eigenen Ausbaumaßnahmen und Planungen zu ermöglichen. Hierzu gehören unter anderem die Mitverlegung von Leerrohren bei Baumaßnahmen sowie die Erschließung von Gewerbegebieten.

Der Kreis Paderborn bzw. die Wirtschaftsförderung soll hierbei eine koordinierende und beratende Rolle bei der Umsetzung des Breitband-Masterplans übernehmen, da hier bereits die notwendige Expertise im Bereich der Breitbanderschließung vorhanden ist. Durch die kreisweite Koordinierung des NGA-Konzepts durch den Kreis Paderborn können die Städte und Gemeinden des Kreises auf die vorhandene Expertise zurückgreifen und sich zentral über laufende und geplante Ausbauprojekte informieren.

### **Versorgungsanalyse**

Im Rahmen einer Versorgungsanalyse wurden die für den Kreis Paderborn relevanten Versorger kontaktiert und zum Versorgungsstand im Kreisgebiet befragt. Die bereitgestellten Daten wurden in das Geoinformationssystem übernommen, analysiert und aufbereitet. Die wesentliche Versorgung im Kreis Paderborn wird durch die Telekom Deutschland GmbH, die Unity Media KabelBW GmbH und die EWE AG sichergestellt. Im Untersuchungsgebiet befinden sich 26 Hauptverteiler (HVT) der Telekom. Die HVT sind die letzten Punkte, die sicher mit Glasfaser erschlossen sind. Über die Möglichkeit eines rückkanalfähigen Kabelanschlusses verfügen bereits heute mehr als die Hälfte aller Objekte. An diesen Anschlüssen sind Bandbreiten zwischen 30 Mbit/s und 150 Mbit/s verfügbar.

### **Backbones**

Das „Rückgrat“ moderner FTTx Netze, die sogenannten Backbones, bestehen aus einem Netz von Lichtwellenleitern (LWL), die extrem hohe Bandbreiten zulassen und deren Kapazität aufgrund verbesserter Übertragungstechnologien noch weiter ansteigen wird. Der Kreis Paderborn wird von einem Netz von möglichen Backbones entlang von Hochspannungsleitungen und Gaspipelines sowie Bundesautobahnen und Eisenbahnlinien durchzogen. Diese Trassen laufen sowohl in Nord-Süd als auch in Ost-West Richtung, können aber nur zum Teil als Backbones für den Breitbandausbau genutzt werden, da eine Mitnutzung durch einige Betreiber erschwert bzw. verhindert wird.

Über die Leitungen des „Backbone“ läuft der gesamte Datenverkehr zwischen Endnutzern, Netzknoten und Rechenzentren. Das Backbone stellt damit für den regionalen Breitbandausbau den Ausgangspunkt dar, von dem die Leitungen zu den Verteilerstationen und schließlich den Endkunden abgehen. Für das Backbone können grundsätzlich alle Linieninf-

rastrukturen verwendet werden, die über eine LWL-Leitung verfügen. Im Westen des Kreises Paderborn schneidet eine LWL Trasse der WINGAS GmbH das Kreisgebiet. Im Osten des Kreises verläuft ebenfalls eine Trasse der WINGAS GmbH. Diese verläuft parallel zur Kreisgrenze durch den angrenzenden Kreis Höxter.

### **Leerrohre**

Der Breitbandausbau scheitert besonders im ländlichen Raum häufig an einem ungünstigen Verhältnis zwischen Kosten und erzielbarem Ertrag. Etwa 70 bis 80 Prozent der gesamten Ausbaukosten entstehen dabei im Tiefbau. Mitverlegungen im Zuge von öffentlichen Tiefbaumaßnahmen können daher dazu beitragen, die Kosten des Breitbandausbaus (vor allem die Tiefbaukosten) zu senken. Voraussetzung für eine Mitverlegung ist es, dass sich alle Planungen an den vorgegebenen Ausbauzielen ausrichten und die grobe Netzausbauplanung für das Leerrohrnetz zu Grunde gelegt wird.

Basierend auf einer Anfrage bei den Kommunen und Versorgern im Kreis Paderborn konnten zum Teil bereits Informationen über bestehende und nutzbare Leerrohre zusammengetragen werden. Die Westfalen Weser Netz AG (WWN AG) hat im Norden des Kreisgebietes ein zusammenhängendes und nutzbares Infrastrukturnetz. Darüber hinaus liegen im Kreisgebiet weitere Leerrohre, dessen Nutzung für den Breitbandausbau aber im Einzelfall geprüft werden muss.

### **Gebietsabdeckung**

Im Rahmen der Strukturplanung wurden sowohl eine kurzfristige FTTC-Erschließung in unterversorgten ländlichen Gebieten als auch eine mittelfristige FTTB/FTTH-Erschließung für die Industrie- und Gewerbegebiete sowie privater Haushalte definierter Innenbereiche geplant.

Das FTTC-Netz wurde flächendeckend für den ganzen Kreis berechnet. Dafür wurde die Versorgungslage aller KVz geprüft. Diejenigen KVz die außerhalb der Kabelgebiete von UnityMedia liegen und nicht ausreichend versorgt sind (< 30Mbit/s) wurden in der Netzplanung berücksichtigt und in das Konzept aufgenommen. Insgesamt müssten rund 282 km Glasfaser verlegt werden.

Die FTTB/FTTH-Netze wurden flächendeckend für die zentralen Innenräume sowie die Gewerbegebiete des Kreises Paderborn auf Basis von Straßendaten und Hauskoordinaten berechnet. Ziel war es, die nächstgelegenen Straßenräume aller Gebäude innerhalb der definierten Innenräume sowie der Gewerbegebiete über möglichst kurze Strecken mit einem Leerrohr zu verbinden, um dort Glasfaser für den FTTB/FTTH Ausbau vorzuhalten. Die Innenräume wurden auf Basis von Hauskoordinaten in einer geographischen Innenraumanalyse definiert. Von der Berechnung ausgeschlossen wurden diejenigen Bereiche, die aufgrund von rückkanalfähigen Kabelnetzen schon über NGA-Anschlüsse >30 Mbit/s verfügen.

Die Außenbereiche in den peripheren Randlagen der Kommunen wurden mit alternativen Erschließungstechnologien wie Richtfunk und Satellit beplant.

## **Kosten**

Für die Umsetzung des FTTC-Konzepts im Kreis Paderborn sind 282 km Leerrohre und Glasfaser sowie der Überbau von mehreren KVz notwendig. Bei einer kompletten Neuverlegung entstehen Kosten in Höhe von 10,3 Mio. € für die Verlegung der Leerrohre sowie 1 Mio. € für die Glasfaser. Für den Überbau der KVz fallen Kosten in Höhe von 11,45 Mio. € an. Für den kreisweiten Ausbau eines FTTC-Netzes müssten insgesamt 22,74 Mio. € investiert werden. Durch Mitverlegungen könnten die Kosten um bis zu 31% auf dann 15,68 Mio. € reduziert werden.

Zur Umsetzung des FTTB/FTTH-Leerrohrkonzepts in den Innenräumen und den Gewerbegebieten im Kreis Paderborn sind 1.470,74 km Leerrohre notwendig, davon entfallen 980,02 km auf das Leerrohrsystem und 490,72 km auf die Hausanschlussleitungen. Insgesamt können vom Leerrohrkonzept 139,05 km bestehende, nutzbare Leerrohre abgezogen werden, sodass sich für die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein endgültiges Leerrohrkonzept mit einer Gesamtlänge von 1.331,69 km ergibt. Bei angenommenen 36.500 €/km bei der Neuverlegung ergeben sich dadurch Ausbaurkosten in Höhe von 48.606.580 €. Für den Ausbau der Leerrohre mit Glasfaserkabeln fallen weitere 5.147.606 € an (Annahme: 3.500 €/km Glasfaserkabel). Jede Gemeinde/Stadt benötigt einen PoP, dafür fallen für die 10 Kommunen des Kreises weitere 500.000 € an. Für eine Verteilerstation, an die ca. 400 Haushalte angeschlossen werden können, fallen durchschnittlich Kosten von 15.000 € je Station an. Bei 83 Verteilerstationen entstehen dadurch zusätzliche Kosten von 1.245.000 €. Damit belaufen sich die Kosten für den kompletten Ausbau der Innenräume und der Gewerbegebiete abzüglich der mit Kabel versorgten Bereiche auf ca. 55.500.000 €. Durch Mitverlegung von Leerrohren können bis zu 60% der Gesamtkosten eingespart werden, sodass die Kosten auf bis zu 22.207.092 € gesenkt werden können.

Für die unterversorgten Außenbereiche des Kreises Paderborn kommen mit dem KVz-Überbau, dem Ausbau über Richtfunk und dem Ausbau über Satellit drei Erschließungsvarianten in Frage. Hier empfiehlt sich für den Ausbau je nach Gegebenheit ein Technologiemix. Die Kosten liegen je nach Technologie bei 4.725.000 € für den KVz-Überbau, 3.825.000 € für die Erschließung über Richtfunk und 3.281.250 € für die Erschließung über Satellit.

## 1. ZIELSETZUNG

Das Hauptziel des Projekts ist die Erarbeitung eines Masterplans für den Aufbau eines FTTC/FTTB/FTTH-Netzes im Kreis Paderborn. Dabei verfolgt der Kreis, in Abstimmung mit den Städten und Gemeinden sowie der Wirtschaftsförderung, eine Doppelstrategie für den Ausbau der Breitbandinfrastruktur.

1. Kurzfristig werden Engpässe in der Breitbandversorgung durch eine FTTC-Erschließung (KVz-Überbau) als Brückentechnologie beseitigt.
2. Mittelfristig sollen die Gewerbe- und Industriegebiete sowie die privaten Haushalte in den Hauptsiedlungsbereichen mit FTTB/FTTH > 30 Mbit/s ausgebaut werden. Für den Ausbau sollen dabei Synergien bei Mitverlegungen und/oder Neuerschließungen genutzt werden, um die Tiefbaukosten maßgeblich zu senken. Der Ausbau kann somit nur abschnittsweise erfolgen und wird erst in 5 - 10 Jahren abgeschlossen sein.

Im Rahmen des Masterplans soll aufgezeigt werden, wie der langfristige und gezielte Ausbau eines FTTB/FTTH-Netzes realisiert werden kann. Der Masterplan dient als Entscheidungshilfe bei der Beantwortung der Frage, ob und ggf. welche Infrastrukturelemente bei anstehenden linienhaften Tiefbauarbeiten in den Städten und Gemeinden des Kreises Paderborn mitzuverlegen sind.

Um das Hauptziel zu erreichen, sind folgende Teilziele zu realisieren:

1. Alle bekannten und vorliegenden Informationen zur aktuellen und geplanten Breitbandversorgung im Kreis Paderborn zusammentragen.
2. Alle bekannten Infrastrukturen (Backbones, Leerrohre, HVT, KVz, etc.) des Kreises zusammentragen.
3. Die Informationen in einer aktuellen Dokumentation darstellen.
4. Einen konkreten FTTC-Netzplan (Leerrohrkonzept) für den Kreis aufstellen.
5. Einen konkreten FTTB/FTTH-Netzplan (Leerrohrkonzept) für den Kreis aufstellen.
6. Die erforderlichen Maßnahmen und Akteure im Masterplan zusammenfassen.

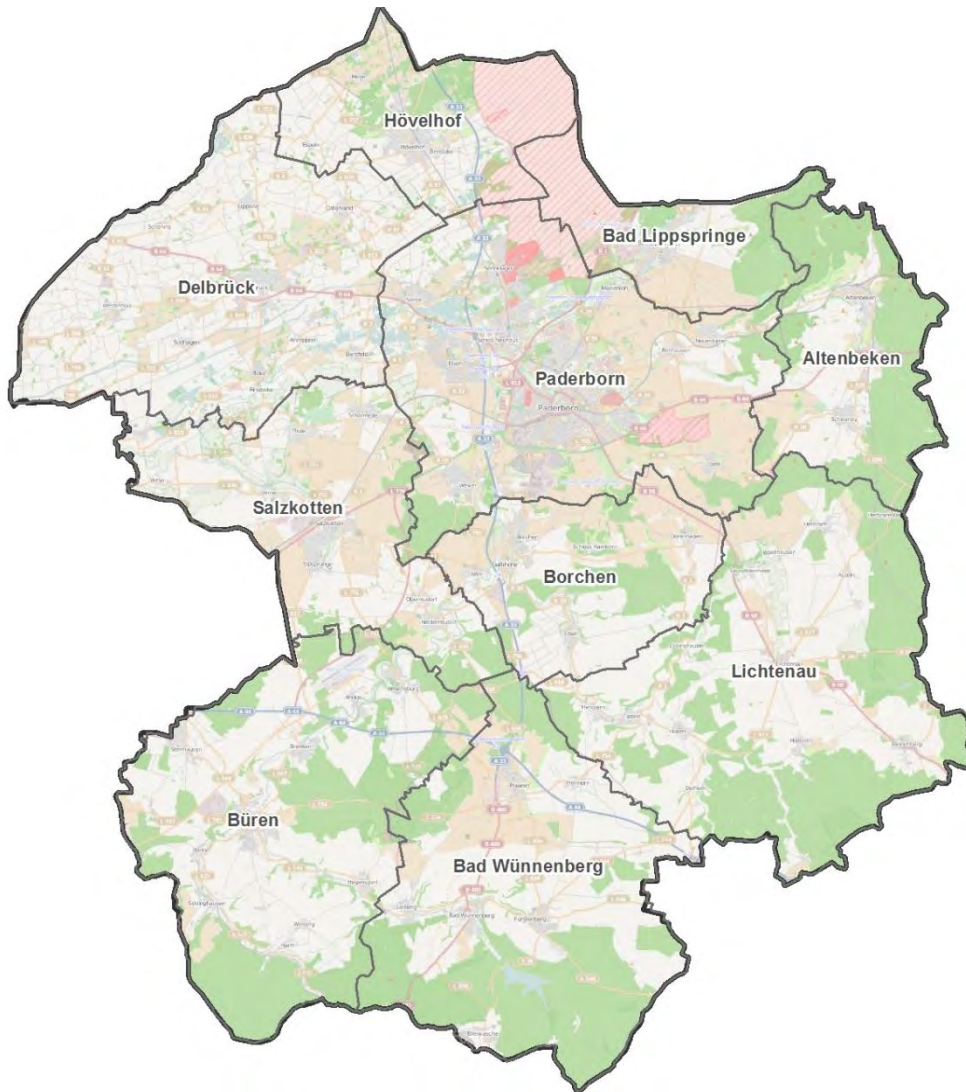
## 2. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Der Kreis Paderborn hat den Aufbau einer hochwertigen Breitbandinfrastruktur als eine der infrastrukturpolitischen Herausforderungen unserer Zeit erkannt und treibt die nachhaltige und zukunftssichere Erschließung des Kreises mit Breitband-Glasfasertechnologie voran. Der Kreis Paderborn liegt am östlichen Rand von Nordrhein-Westfalen, in Ostwestfalen Lippe und gehört politisch zum Regierungsbezirk Detmold.

Mit einer maximalen Nord-Süd-Ausdehnung von 47,6 km, einer maximalen West-Ost-Ausdehnung von 43,1 km und einer Gesamtgröße von ca. 1.247 km<sup>2</sup> zählt der Kreis Paderborn zu den größten Flächenkreisen in Nordrhein-Westfalen. Der Kreis Paderborn gliedert



sich mit seinen rund 314.000 Einwohnern (inklusive Zweitwohnsitz) in zehn kreisangehörige Städte und Gemeinden (Vgl. Abbildung 1), von denen die Stadt Paderborn mit rund 153.500 Einwohnern (inklusive Zweitwohnsitz) die größte Stadt ist. Die weiteren Städte und Gemeinden sind Altenbeken, Bad Lippspringe, Bad Wünnenberg, Borchten, Büren, Delbrück, Hövelhof, Lichtenau und Salzkotten.



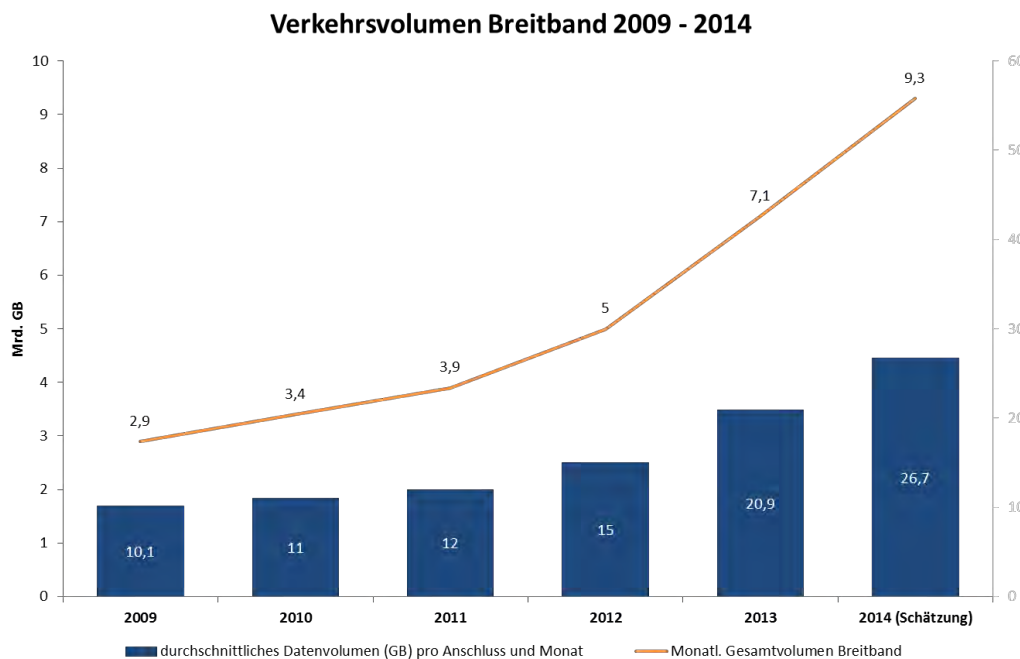
**Abbildung 1: Das Untersuchungsgebiet - Der Kreis Paderborn**



### 3. BEDEUTUNG UND ENTWICKLUNG VON BREITBAND

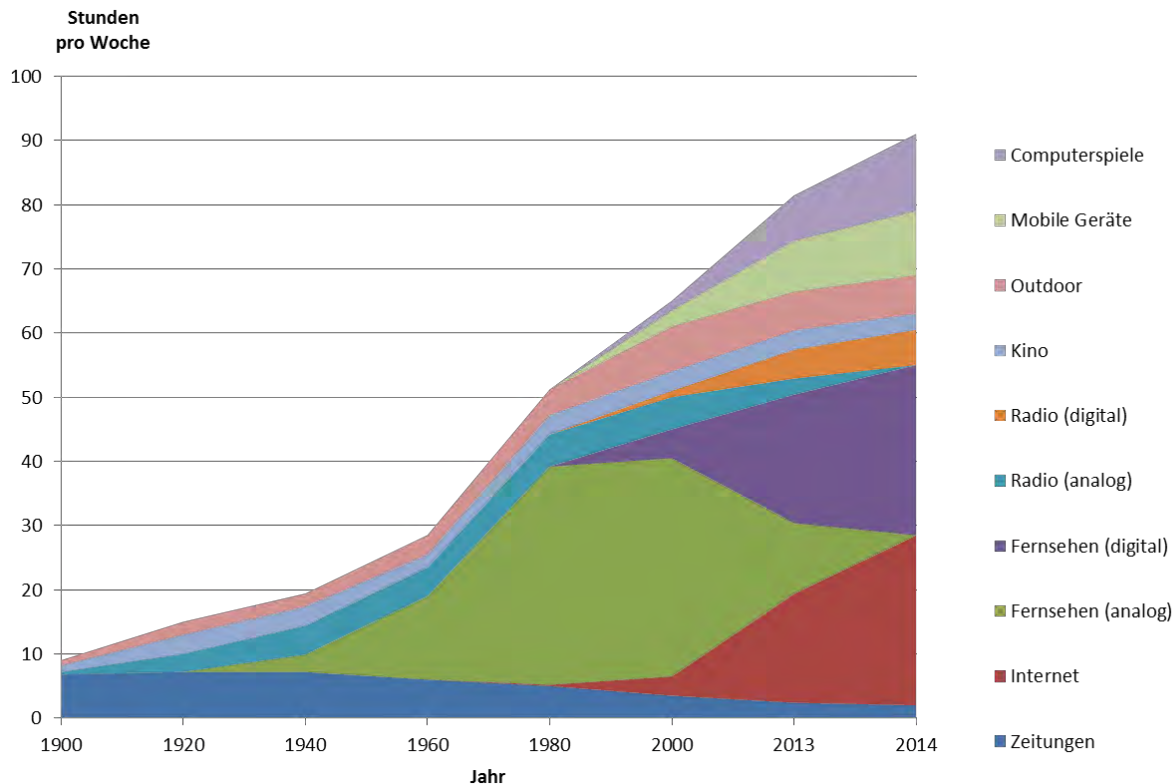
Breitbandnetze sind die Grundvoraussetzung unserer Wissens- und Informationsgesellschaft und für das zukünftige Angebot von Dienstleistungen, für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und für die Schaffung von hochwertigen Arbeitsplätzen unabdingbar. Breitbandinternet ist bereits heute zu einem wesentlichen Teil des sozialen, kulturellen und unternehmerischen Lebens geworden. Rechtlich wird die Versorgung mit Breitband im Telekommunikationsgesetz beschrieben, wobei nicht genau definiert wird, welche Bandbreite für einen funktionalen Internetzugang ausreichend ist. Derzeit werden im Allgemeinen 2 Mbit/s als breitbandiges Internet bezeichnet und können als ausreichend für eine Grundversorgung angenommen werden. Für den weiteren Ausbau ist es allerdings nicht ausreichend, nur eine Grundversorgung von 2 Mbit/s anzustreben. Die aktuell versorgten Gemeinden und Städte müssen auch in Zukunft den immer rasanter wachsenden Bandbreitenbedarf decken. Die Versorgung mit 50 Mbit/s und mehr sollte in den nächsten Jahren gewährleistet werden. Das Ziel der Bundesregierung ist es, dass bis zum Jahr 2018 allen Haushalten Übertragungsbandbreiten von mindestens 50 Mbit/s zur Verfügung stehen.

Die steigende Nutzung des Internets in immer mehr Bereichen und die Entwicklung ständig neuer Anwendungen haben zur Folge, dass der Datenverkehr mit hohen Raten wächst und der Bedarf nach schnellen Verbindungen immer größer wird. In den letzten sechs Jahren ist das Breitband-Verkehrsvolumen um mehr als den Faktor drei gestiegen (Vgl. Abbildung 2). Neben der Bedeutung von Breitbandzugängen für Unternehmen wächst auch der Datenverkehr von Privatanwendern stark an, da neue Entwicklungen immer datenintensiver werden. So genanntes „Smart TV“ führt beispielsweise Fernsehen und Internet auf einem Gerät zusammen. Da die modernen Bildschirme hochauflösend und immer häufiger auch 3D-fähig sind, steigen die Datenraten, die notwendig sind, um das Potenzial der Geräte ausschöpfen zu können.



**Abbildung 2: Entwicklung der Breitbandnutzung in Deutschland. (Quelle: VATM 2014)**

Dabei sind für viele Anwendungen Bandbreiten von mehr als 30 Mbit/s schon heute notwendig. Wie Abbildung 3 zeigt, hat sich der Medienkonsum seit 1960 bis 2014 verdreifacht. Digitale Nutzungen machen dabei rund 90% des Medienkonsums aus.



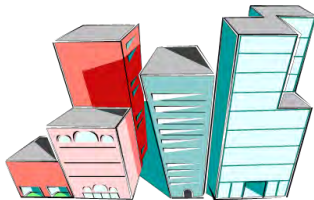
**Abbildung 3: Medienkonsum pro Woche in Deutschland. (Quelle FAZ 2014)**

Ein wesentlicher Treiber der gewerblichen Nutzung hoher Bandbreiten wird dabei in den nächsten Jahren das Thema Cloud Computing sein. Insbesondere für mittelständische Unternehmen mit stark dynamischem Wachstum und Bedarf von Ressourcen sind Cloud-Computing-Dienstleistungen von hoher wirtschaftlicher Bedeutung, da sie die Kosten für Hardware, Software und Netzwerkkomponenten senken und fixe in variable Kosten umwandeln können. Mit Cloud Computing können IT-Leistungen wie Serverleistungen, Speicherkapazität oder Anwendungen flexibel verwendet und je nach Bedarf abgerufen werden. Gerade für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) kann dies einen entscheidenden Effizienzvorteil bieten. Jedoch ist der Zugang zu Breitband die Voraussetzung für die Verwendung von Cloud Computing. KMU können aufgrund der Kostenverhältnisse häufig nicht auf teure Sonderschließungslösungen wie z.B. Company-Connect-Lösungen der TK-Unternehmen zurückgreifen.

Der wachsende Bedarf nach immer schnelleren Datenverbindungen kann nur durch einen kontinuierlichen Ausbau von Breitbandnetzen gedeckt werden. In städtischen Räumen erfolgt dieser Ausbau marktgetrieben durch private Netzbetreiber. In ländlichen Räumen führt die geringere Bevölkerungsdichte zu höheren Ausbaurkosten. Der Ausbau von Breitbandnetzen ist allein nach wirtschaftlichen Maßstäben oft nicht möglich. Auf dem Weg in die Zukunft breitbandiger Internetversorgung drohen ländliche Räume sowie die Randbereiche von Städten und Gemeinden daher zunehmend abgehängt zu werden (Vgl. Abbildung 4).

### Breitbandversorgung Städte

- Versorgungslage derzeit:
  - 16 bis 50 Mbit/s
- Ausbauhorizont 5 Jahre
  - 50 bis 100 Mbit/s
- Eigenwirtschaftliche Investitionen der TK-Anbieter
- **Breitbandausbau in Wettbewerb**



### Breitbandversorgung Land

- Versorgungslage derzeit:
  - 0 bis 16 Mbit/s
- Ausbauhorizont 5 Jahre
  - **Kein Ausbau**
- Marktversagen, kein Ausbau ohne Förderung
- **Breitbandausbau in kommunaler Verantwortung**



Abbildung 4: Breitbandausbau Stadt-Land im Vergleich (generalisierte Darstellung)

Wo ein Ausbau von Breitbandnetzen nicht allein auf Initiative der Netzbetreiber und Internetprovider geschieht, sind daher Städte und Gemeinden gefordert, den Netzausbau selbst voranzutreiben. Im Kreis Paderborn wurde diese Handlungsnotwendigkeit erkannt und nach Wegen gesucht, wie eine nachhaltige Breitbandversorgung erreicht werden kann. Dazu wurde MICUS beauftragt, einen Masterplan für den Aufbau eines FTTC/FTTB/FTTH-Netzes im Kreis Paderborn zu erstellen.

### Vergleich

Langfristig gibt es zu dem flächendeckenden Ausbau einer Glasfaserinfrastruktur keine tragfähige Alternative. Ein stufenweiser Ausbau über FTTC und FTTB/FTTH ist hierzu die nachhaltigste und wirtschaftlichste Variante, da neben der Behebung aktueller Versorgungslücken die Ausbaufähigkeit zur nächsten Stufe gegeben ist. Die Weiterentwicklung der Mobilfunktechnologie bietet hierzu eine sinnvolle Ergänzung, da gerade für die Internetnutzung unterwegs eine Verbesserung von Verfügbarkeit und Bandbreite erreicht werden kann. Mobilfunk kann einen festnetzbasieren Ausbau langfristig jedoch nicht ersetzen, da nicht die gleiche Stabilität und Bandbreite gewährleistet werden kann, wie bei festnetz-basierten Netzen. Richtfunk- und Satelliten-Lösungen können im Einzelfall wirtschaftlich sinnvolle Alternativen sein, um Versorgungslücken schnell zu schließen und den „Leidensdruck“ in hochgradig unterversorgten Gebieten zu mindern.

Abbildung 5 zeigt eine Übersicht verschiedener Ausbaualternativen in ländlichen Räumen. Wird die Versorgung der Haushalte auf kleinräumiger Ebene betrachtet, so wird ersichtlich, dass es für jeden Fall eine passende Lösung gibt. Möglichkeiten der Versorgung sind Satellit, Funk, Richtfunk + DSL, Glasfaser + DSL (FTTC) und FTTB/FTTH. Jede Versorgungsmöglichkeit eignet sich i.d.R. ab einer bestimmten Haushaltsanzahl, wobei diese Schwellenwerte auch stark von lokaler Verfügbarkeit von Glasfasertrassen und dem Bedarf

der Haushalte und Gewerbetreibenden abhängen. Alle potentiellen Optionen haben sowohl Vor- als auch Nachteile.

Auf Ebene der Satelliten (< 50 Anschlüsse) liegt der Vorteil in der gesamträumigen Verfügbarkeit, jedoch müssen technologische Einschränkungen bedacht werden. Es sind aufgrund der hohen Signallaufzeit über geostationär positionierte Satelliten Reaktionszeiten (Ping) von ca. einer halben Sekunde üblich. Dies schließt Anwendungen, die eine kurze Reaktionszeit erfordern (z.B. Online-Spiele, Videotelefonie) aus. Die Versorgung auf Basis der Funktechnologie (50 bis 150 Anschlüsse) ist mit geringen Kosten verbunden. Nachteilig wirkt sich allerdings sowohl die begrenzte Reichweite aus, als auch die Tatsache, dass es sich bei Funk um ein Shared Medium handelt. Bei der Option Richtfunk + DSL (150 bis 400 Anschlüsse) sind relativ hohe Bandbreiten bei geringen Kosten zu erreichen. Allerdings ist eine Sichtverbindung zwischen beiden Anlagen erforderlich. Die Technologie von Glasfaser + DSL (FTTC) (mehr als 400 Anschlüsse oder nah an der Glasfaser-Trasse) bietet sowohl eine hohe Geschwindigkeit, als auch Möglichkeiten zum Ausbau. Der Ausbau an sich gestaltet sich jedoch kostenintensiv. Die Möglichkeit einer FTTB/FTTH Lösung (Gewerbeanschluss, nah an der Glasfaser-Trasse) stellt die schnellstmögliche Verbindung dar. Hier ist jedoch zusätzlich zu FTTC mit hohen Kosten für Hausanschlüsse und Inhouse-Verkabelung (bei FTTH) zu kalkulieren.



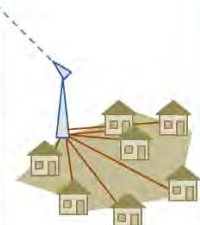

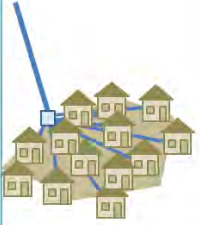
	a) Satellit	b) Funk	c) Richtfunk + DSL	d) Glasfaser + DSL (FTTC)	e) FTTB/FTTH
<b>Anschlüsse</b>	<50	50 bis 150	150 bis 400	>400 oder nah an der GF-Trasse	Gewerbeanschluss, nah an GF-Trasse
<b>Vorteil</b>	Überall verfügbar	Geringe Kosten	Relativ hohe Bandbreite zu geringen Kosten	Hohe Geschwindigkeit, Ausbaufähigkeit	Schnellstmögliche Verbindung
<b>Nachteil</b>	Technologische Einschränkungen, Hohe Gerätekosten	Begrenzte Reichweite, Shared Medium	Sichtverbindung zw. beiden Anlagen erforderlich	Der Ausbau ist teuer	Zusätzlich hohe Kosten für Hausanschlüsse
<b>Schematische Darstellung</b>					

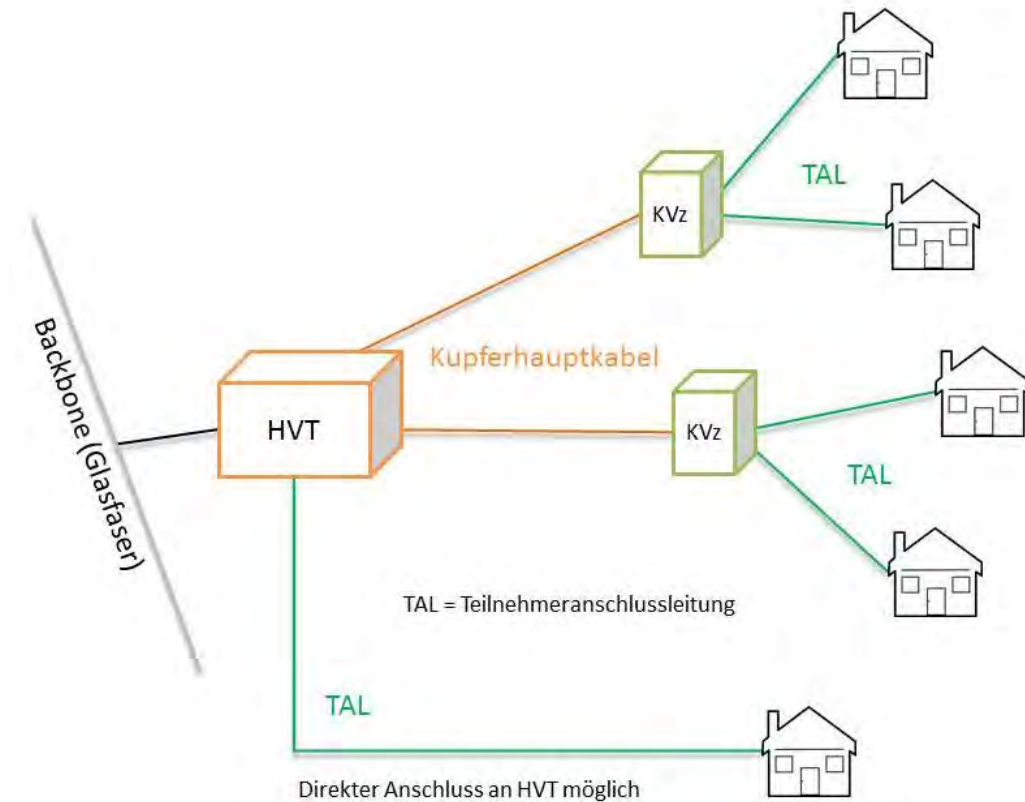
Abbildung 5: Ausbaualternativen für ländliche Siedlungen (Haushaltszahlen sind Richtwerte)

## 4. VERSORGUNGSANALYSE

### 4.1. Hauptverteiler / Kabelverzweiger

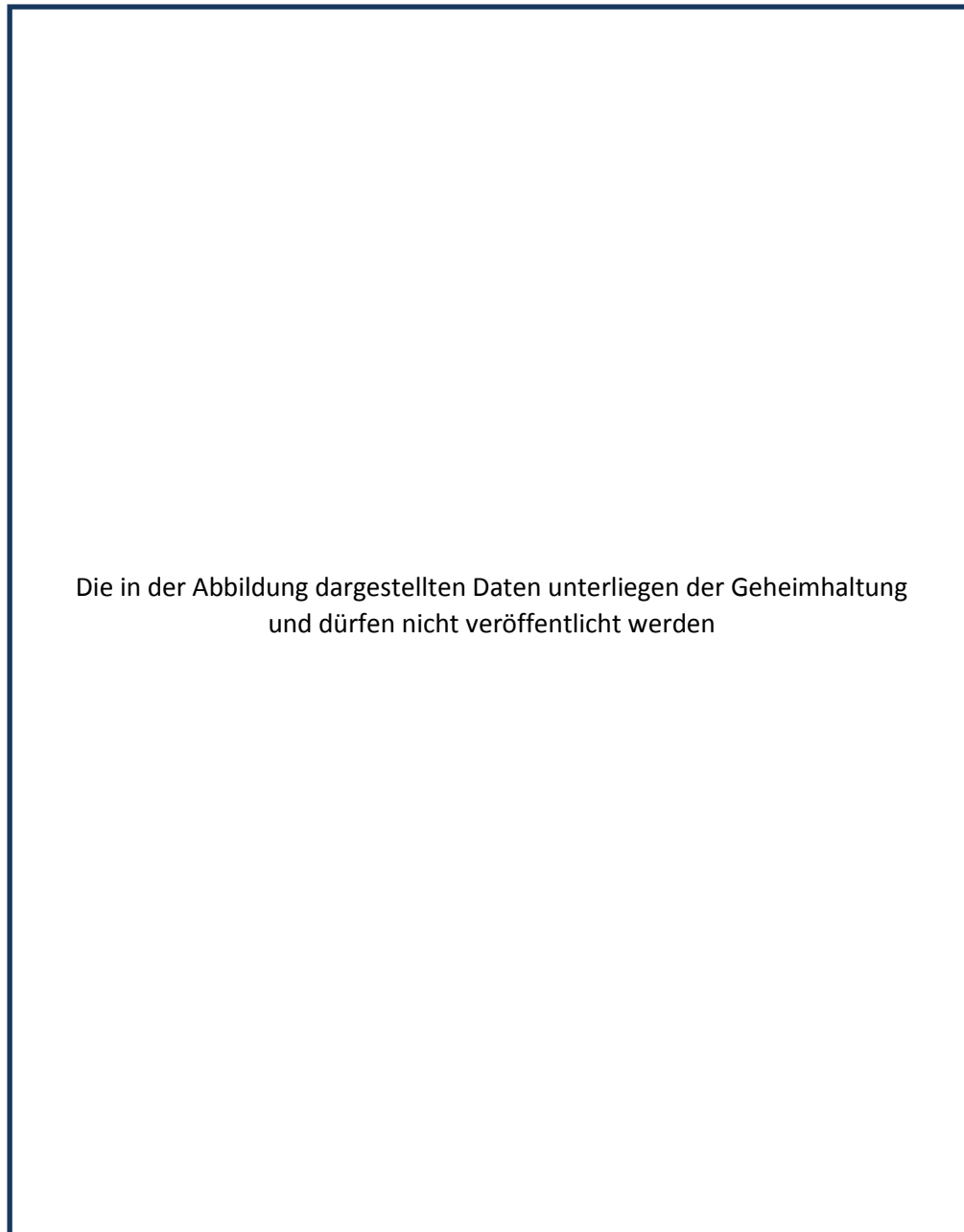
Die Infrastruktur der Telekom Deutschland GmbH ist grundlegend in drei Abschnitte unterteilt. Im ersten Bereich sind die Hauptvermittlungsstationen (HVT) über ein Glasfaser-Backbone angeschlossen. Im HVT ist in der Regel auch die aktive DSL-Technologie aufgebaut. Ausgehend von der Station sind Hauptkabel mit Bündelung von Kupferdoppeladern in

die Ortsteile verlegt. In jedem Ortsteil sind sogenannte KVz aufgebaut, die das Hauptkabel aufnehmen und dort physisch in Einzelkabel zu den Haushalten trennen. Die Kupferdoppelader, die vom KVz bis zum Haushalt verlegt ist, wird auch als Teilnehmeranschlussleitung (TAL) bezeichnet (vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6: Vom Backbone zum Hausanschluss**

Im Kreis Paderborn gibt es insgesamt 26 HVT der Telekom, die insbesondere in den Ortszentren der Gemeinden und Städte liegen. Abbildung 7 bietet eine Übersicht über die vorhandenen HVTs und KVz im Kreisgebiet. Die Abbildung zeigt auch die Ortsnetzbereiche, die auch als Vorwahlgrenzen bezeichnet werden. Die Ortsnetzbereiche orientieren sich an den Gemeindegrenzen, stimmen aber nicht immer komplett mit diesen überein. Je Ortsnetzbereich ist mindestens ein HVT vorhanden. Von diesem HVT erfolgt die Versorgung der einzelnen KVz innerhalb des Ortsnetzbereiches. Die Versorgung eines KVz durch den HVT eines anderen Ortsnetzbereiches ist nur in Ausnahmefällen möglich.



**Abbildung 7: HVT und KVz der Deutschen Telekom AG im Kreis Paderborn**

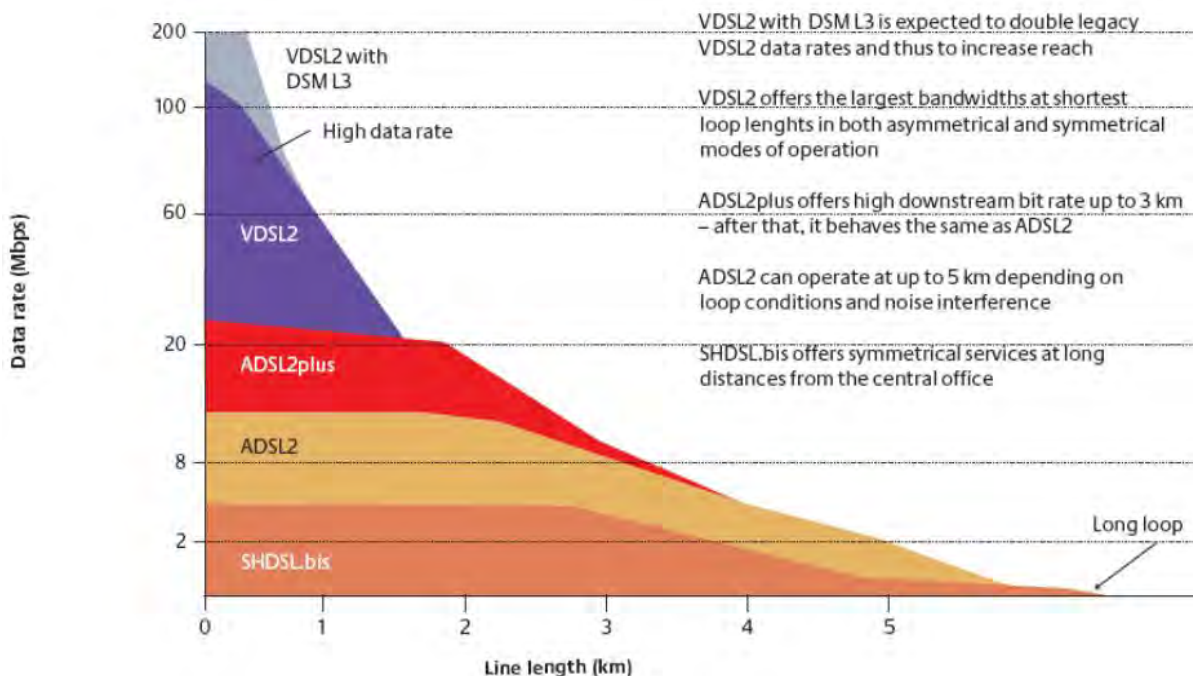
Theoretisch können alle Haushalte mit einem Telefonanschluss über die TAL mit DSL versorgt werden. Die Telekom ist gesetzlich verpflichtet, anderen TK-Anbietern über die TAL Zugang zu den Haushalten zu gewähren. Wettbewerber können so eigene Netze aufbauen, womit ein diskriminierungsfreier Zugang und eine technikneutrale Nutzung gewährleistet werden. Hierfür ist von der Bundesnetzagentur (BNetzA) ein Entgelt von € 6,79 netto je TAL (KVz bis Haushalt) bzw. 10,19 € (HVT bis Haushalt)<sup>1</sup> pro Monat festgeschrieben.

---

<sup>1</sup>[http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2013/130626\\_EntgelteLetzteMeileKVz.html](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2013/130626_EntgelteLetzteMeileKVz.html)



Bei Internetverbindungen über ein Kupferkabel ist zu beachten, dass die erreichbare Bandbreite mit der Entfernung zum Hauptverteiler, und damit zum Glasfaserkabel, abnimmt. Dies liegt an den physikalischen Dämpfungseigenschaften der für die TAL verwendeten Kupferkabel. Zukunftsfähige Bandbreiten über 50 Mbit/s sind nur dort zu erreichen, wo die TAL nicht länger als einen Kilometer ist. Bei etwa vier Kilometern sinkt die Bandbreite unter die Grenze von 6 Mbit/s, spätestens bei fünf Kilometern unter 2 Mbit/s. Da hierbei die Länge der verlegten Leitung betrachtet wird, ist die Dämpfung auf die Luftlinienentfernung zum HVT betrachtet noch höher anzusetzen. Die realistische Entfernung eines DSL-Anschlusses mit einer Bandbreite von 2 Mbit/s liegt daher nur bei vier Kilometern. Abbildung 8 veranschaulicht die erreichbare Bandbreite in Abhängigkeit von der verwendeten Technik und der Leitungslänge zum HVT. Zwei weitere Darstellungen zum Zusammenhang zwischen der Länge der Kupferkabel und der möglichen Bandbreite sind in Anhang A dargestellt.



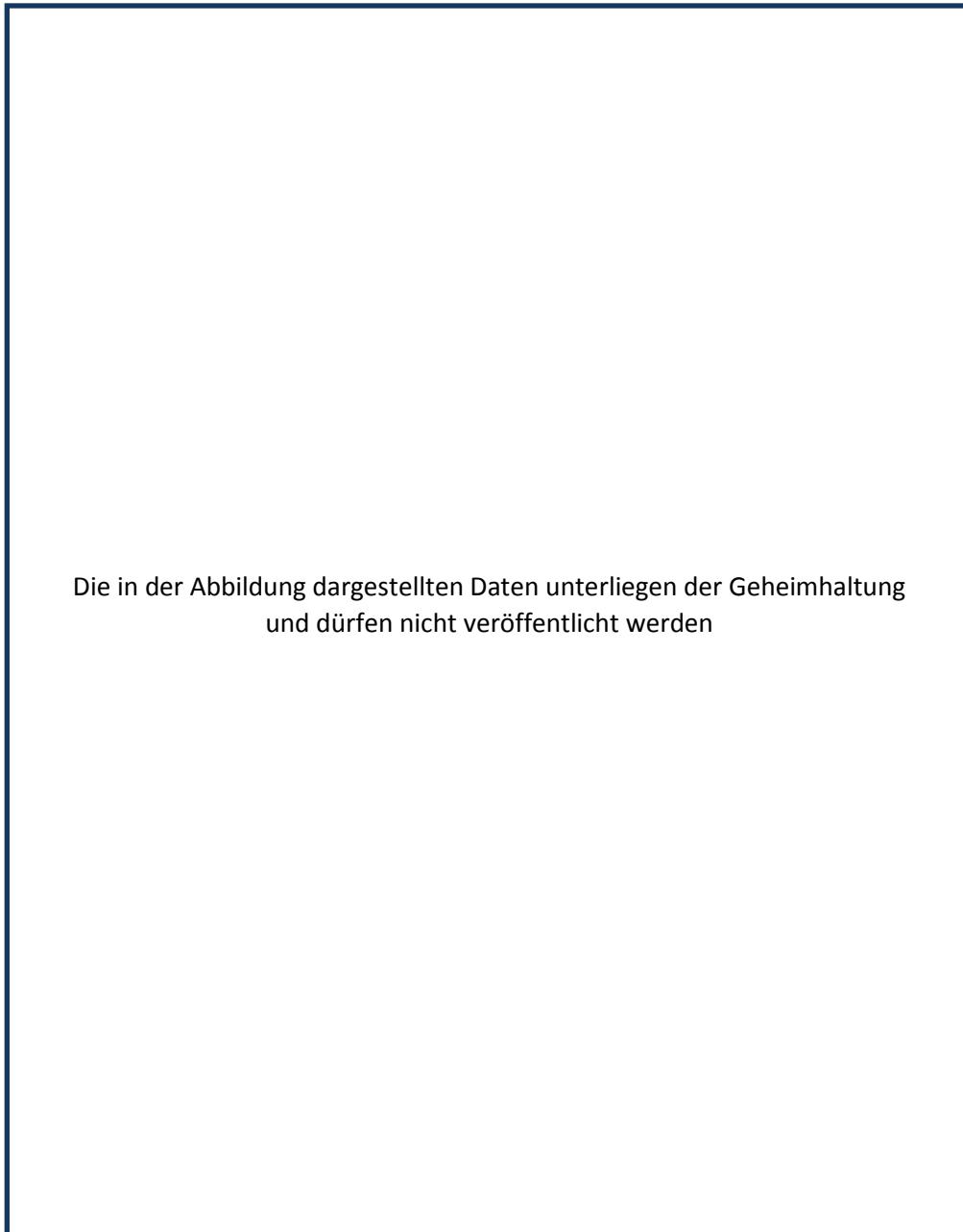
**Abbildung 8: DSL-Übertragungsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Leitungslänge. (Quelle: Nokia-Siemens)**

Ein wichtiges Prinzip des Breitbandausbaus ist es daher, die Länge an verbautem Kupferkabel zu verkürzen, indem die KVz in den Ortsteilen direkt mit Glasfaser angebunden werden und somit ein FTTC-Anschluss entsteht.

Die Telekom bietet sowohl Kreisen als auch Beratungsunternehmen die Möglichkeit, die Standorte und Dämpfungswerte der KVz abzufragen. Diese Informationen bieten eine wichtige Grundlage für die Bewertung der Versorgungslage einzelner Ortsteile in diesem Masterplan

Im Kreis Paderborn sind die Zentren der Städte und Gemeinden größtenteils mit über 6 Mbit/s versorgt. Die größeren Kommunen wie beispielsweise Paderborn und Delbrück sind dabei im Ortskern schon mit sehr hohen Bandbreiten versorgt. In Abbildung 9 ist zu erkennen, dass die Bandbreite an den KVz mit zunehmender Entfernung vom HVT abnimmt.

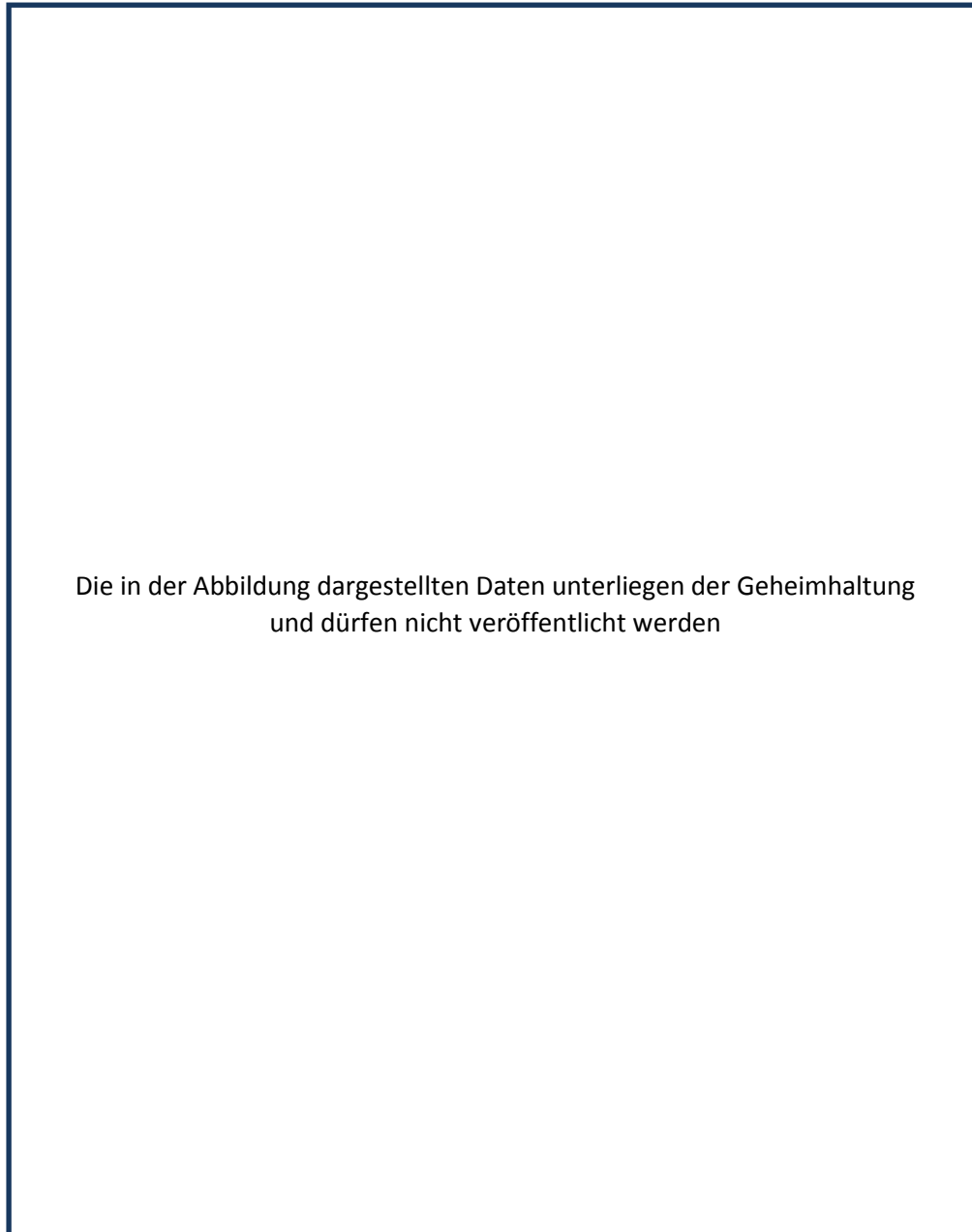
Diese Entfernungsabhängigkeit ist durch die schon beschriebenen Dämpfungseigenschaften von Kupferkabeln begründet (Vgl. Abbildung 8). Je weiter also die Kabelverzweiger vom HVT entfernt liegen, desto größer ist die Dämpfung im Kupferkabel und desto geringer sind die Bandbreiten am KVz.



**Abbildung 9: Versorgungslage je KVz vor Markterkundungsverfahren**

Die KVz außerhalb von Ortschaften mit eigenem HVT und in deren Randlagen weisen daher größtenteils nur Bandbreiten von unter 2 Mbit/s auf, wodurch diese Gebiete auf KVz-Basis unterversorgt sind. Bereits überbaute und mit Glasfaser an die HVT angeschlossene KVz in den Randbereichen verfügen ebenfalls schon über Bandbreiten von bis zu 50 Mbit/s. Insgesamt erfüllt nur ein kleiner Teil aller KVz im Kreis Paderborn das NGA-Kriterium von 30

Mbit/s. Diese KVz werden von der Telekom und der EWE versorgt. Abbildung 10 zeigt die Versorgungsbereiche der EWE im Kreis Paderborn. Insgesamt ist die EWE in den Kommunen Hövelhof, Delbrück, Paderborn, Salzkotten Borchten, Bad Lippspringe und Altenbeken als Versorger aktiv.



**Abbildung 10: Versorgungsbereiche EWE**

### **Markterkundungsverfahren**

Im September/Oktober 2014 wurde für den Kreis Paderborn ein Markterkundungsverfahren zur Breitbandversorgung in den unterversorgten Gebieten des Kreises durchgeführt. Hierbei wurde abgefragt, welche Breitbandnetzbetreiber in der Lage sind, die nicht bzw. unzu-

reichend versorgten Ortsteile und Gewerbegebiete in den Städten und Gemeinden des Kreises Paderborn ohne öffentlichen Zuschüsse mit Breitbandteilnehmeranschlüssen mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von mindestens 30 Mbit/s innerhalb der nächsten drei Jahre zu versorgen. Auf das Markterkundungsverfahren antwortete innerhalb der vierwöchigen Frist nur ein Provider.

Die in der Abbildung dargestellten Daten unterliegen der Geheimhaltung  
und dürfen nicht veröffentlicht werden

**Abbildung 11: Eigenwirtschaftlicher KVz-Überbau Telekom**

Nach der Realisierung des Ausbaivorhabens werden einige KVz im Kreisgebiet weiterhin das 30 Mbit/s Kriterium nicht erfüllen. Gebiete, deren Erschließung mit Glasfaser zu teuer wäre und solche die nicht von dem Überbau profitieren, könnten über Richtfunk oder Satellit angeschlossen werden. Abbildung 12 zeigt eine Übersicht über die zum Überbau geplanten KVz. Es sei an dieser Stelle jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem KVz-Ausbau nur um eine Brückenlösung auf Basis der bestehenden Kupferleitungen handelt. Technologien wie VDSL und Vectoring können auf lange Sicht einen glasfaserbasierten Breitbandausbau nicht ersetzen.

Die in der Abbildung dargestellten Daten unterliegen der Geheimhaltung  
und dürfen nicht veröffentlicht werden

**Abbildung 12: KVz-Überbau Telekom**

## **4.2. Kabelnetze**

In Teilen des Kreises Paderborn betreibt Unity Media/KabelBW ein Kabelnetz, das rückkanalfähig ausgebaut ist und somit Breitbandinternet mit bis zu 150 Mbit/s ermöglicht. Rückkanalfähige Kabelnetze sind in der Lage, neben den analogen und digitalen TV- und Rundfunksignalen zusätzlich eine Internetnutzung bereitzustellen.

In Abbildung 13 ist die Verfügbarkeit des Kabelnetzes von Unity Media abgebildet. Hierbei sind die hellblau dargestellten Gebiete bereits mit einem rückkanalfähigen Kabelnetz der Unitymedia versorgt, die dunkelblauen Gebiete haben zwar ein Kabelnetz, dieses ist jedoch nicht rückkanalfähig. Es zeigt sich, dass primär die Ortskerne der dicht besiedelten

Gebiete ausgebaut sind. Private Haushalte, die nicht direkt in den Ortszentren und insbesondere in peripheren Neubaugebieten liegen, haben keinen Anschluss an das Kabelnetz und können daher auch keinen Internetanschluss über das TV-Kabel beziehen. Rückkanalfähige Kabelnetze sind in den Kommunen Altenbeken, Bad Lippspringe, Borcheln, Büren, Hövelhof, Paderborn und Salzkotten vorhanden. Das Kabelnetz in den Ortsteilen Niederntudorf und Oberntudorf in Salzkotten ist nicht rückkanalfähig ausgebaut. Die Kommunen Delbrück, Lichtenau und Bad Wünnenberg haben kein Kabelnetz.



**Abbildung 13: Kabelnetz von Unity Media im Kreis Paderborn**

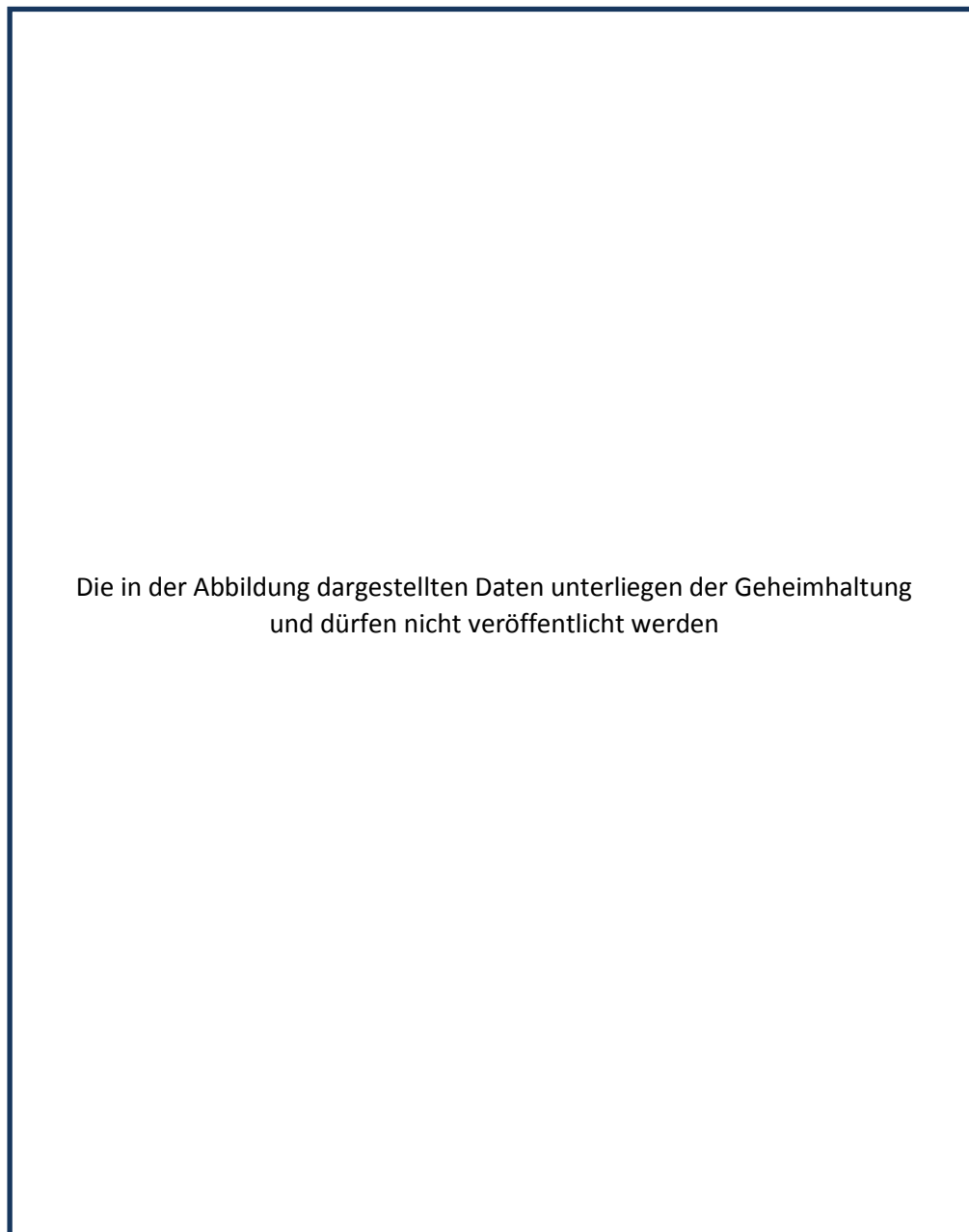
Da sich die TV-Kabelnetze in erster Linie an Privatkunden richten, sind Gewerbegebiete, die häufig am Ortsrand liegen, in der Regel nicht an das TV-Kabelnetz angeschlossen. Damit können die Unternehmen in den Gewerbegebieten, die noch stärker auf hohe Band-



breiten angewiesen sind als private Nutzer, die Option des Kabelnetzes in den meisten Fällen nicht nutzen.

### **4.3. Übersicht der Versorgungslage**

Im Rahmen der Versorgungsanalyse wurden die zuvor ermittelten Versorgungslagen und zukünftigen Ausbauplanen sowie die zugehörigen Daten im Geoinformationssystem zusammengetragen und zusammengefasst dargestellt (Vgl. Abbildung 14). In diesem Zusammenhang fließen die Informationen der leitungsgebundenen Versorger Telekom, EWE und Unity Media mit in die Betrachtung ein.



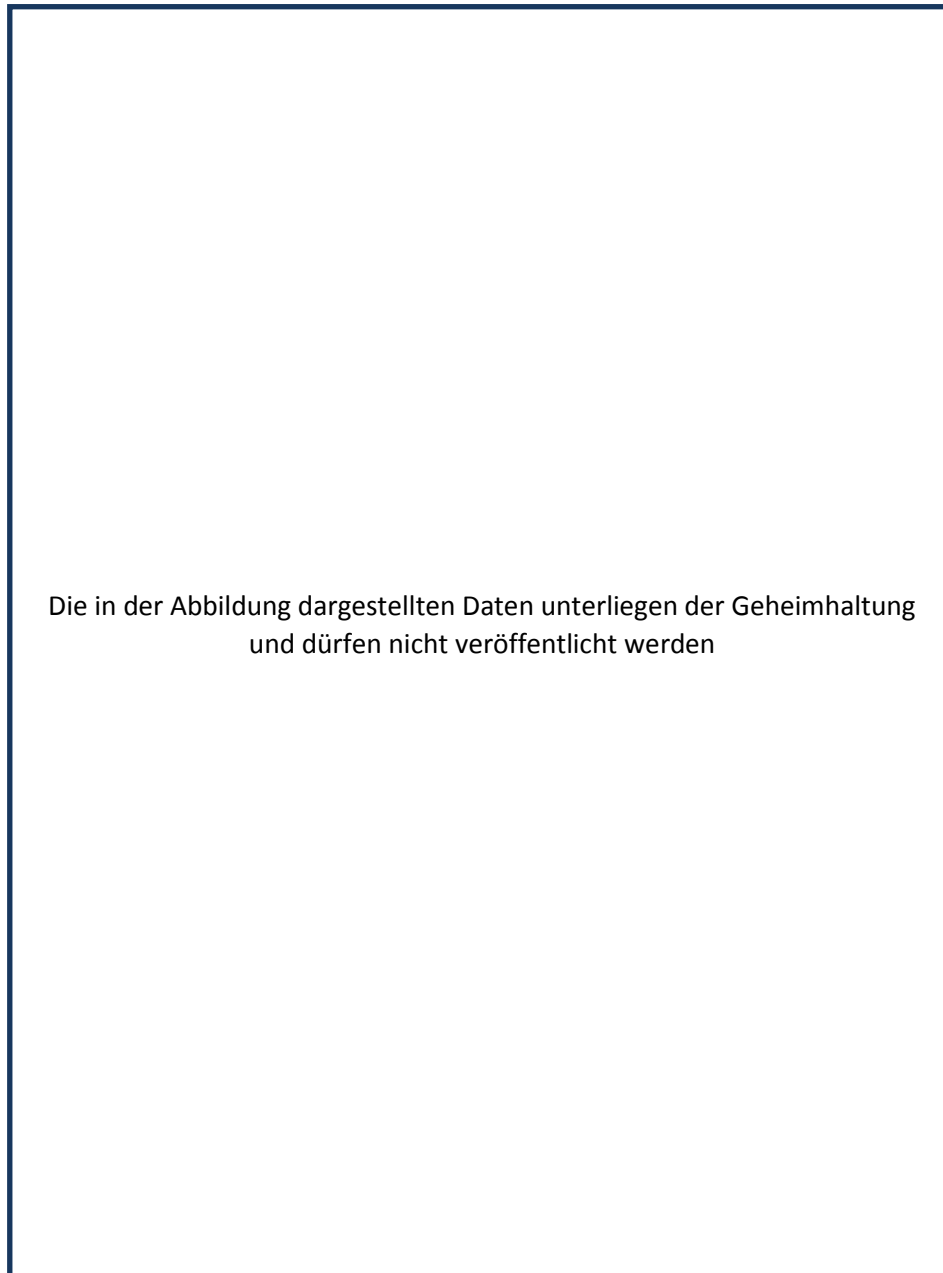
**Abbildung 14: Leitungsgebundene Versorgung im Kreis Paderborn**

Wie die Abbildung 14 zeigt, sind hauptsächlich die Kernbereiche der zehn Kommunen gut versorgt. Am besten versorgt sind die Zentren von Paderborn, Borchten, Salzkotten, Altenbeken, Bad Lippspringe, Hövelhof und Büren. Hier sind rückkanalfähige Kabelnetze vorhanden, sodass Bandbreiten von bis zu 150 Mbit/s möglich sind. Auch die EWE ist teilweise in diesen Bereichen als Versorger aktiv. Der eigenwirtschaftliche KVz-Ausbau bezieht sich zum größten Teil genau auf diese bereits gut versorgten Bereiche. Durch den Überbau dieser KVz erhalten die Kunden in diese Bereichen ein vielfältiges Angebot an Providern und können sich ihren Breitbandanschluss aussuchen. Bandbreiten von 30 Mbit/s und mehr sind hier durch mehrere Angebote verfügbar.

Genau umgekehrt verhält es sich in Kommunen wie Bad Wünnenberg, Lichtenau und Delbrück. In allen drei Kommunen ist kein Kabelnetz vorhanden. Im Norden von Delbrück ist zumindest die EWE aktiv und bietet hier Breitbandanschlüsse von bis zu 50 Mbit/s an. Vor allem die Randbereiche in den Kommunen bleiben jedoch schlecht versorgt. Hier ist neben einem Ausbau der Gewerbegebiete der Handlungsdruck am größten.

Im Hinblick auf die Versorgung der Gewerbegebiete im Kreis Paderborn gestaltet sich die Situation in den einzelnen Kommunen unterschiedlich (Vgl. Abbildung 15). In machen Kommunen ist die Versorgung der Gewerbegebiete relativ gut, in anderen sehr schlecht.

Insgesamt liegen die Bandbreiten in den Gewerbegebieten deutlich unter dem, was die Betriebe eigentlich bräuchten, damit Betriebsabläufe reibungslos ausgeführt werden können. Einzelne große Unternehmen haben die Engpässe in der Breitbandversorgung bereits über individuelle Company Connect Verträge gelöst, diese sind jedoch vergleichsweise sehr teuer und daher von kleinen und mittelständischen Unternehmen nicht zu finanzieren. Auch der eigenwirtschaftliche KVz-Ausbau sollte aus gewerblicher Sicht nicht zu sehr fokussiert werden, da die TK-Unternehmen weiterhin bemüht sein werden, die bestehenden Company Connect Verträge aufrechtzuerhalten. Aus diesen Gründen muss der FTTB/FTTH-Ausbau in den Gewerbegebieten daher zwingend als oberste Prämisse angesehen werden.



**Abbildung 15: Versorgungslage der Gewerbegebiete**

Für eine detailliertere Betrachtung der Versorgungslage wurden die aufbereiteten Geodaten zur Versorgungssituation an den Kreis Paderborn übergeben. Die Daten werden den Kommunen in einer kreisweiten Geoinformationsanwendung zur Verfügung gestellt. So besteht für jede Kommune die Möglichkeit, sich die Versorgungslage einzelner Bereiche sowie der Gewerbegebiete detailgenau anzuschauen.

## 5. INFRASTRUKTURANALYSE

### 5.1. Nutzbare Trassen

Das „Rückgrat“ moderner Telekommunikationsnetze, die sogenannten Backbones, bestehen aus einem Netz von Lichtwellenleitern (LWL), die extrem hohe Bandbreiten zulassen und deren Kapazität auch aufgrund verbesserter Übertragungstechnologien noch weiter ansteigen wird. Lichtwellenleiter bestehen in der Regel aus einem Bündel von ultradünnen Fasern aus Glas oder Kunststoff, weshalb sie gemeinhin auch als Glasfaserleitungen bezeichnet werden.

Über die Leitungen des „Backbone“ läuft der gesamte Datenverkehr zwischen Endnutzern, Netzknoten und Rechenzentren. Das Backbone stellt damit für den regionalen Breitbandausbau den Ausgangspunkt dar, von dem die Leitungen zu den KVZ und schließlich den Endkunden abgehen.

Für das Backbone können grundsätzlich alle Linieninfrastrukturen verwendet werden, die über eine LWL-Leitung verfügen.

**Hochspannungsleitungen:** Die meisten Hochspannungsleitungen sind für den Betrieb und die Steuerung der Energieversorgungs- und Transportnetze mit einem Glasfaserkabel ausgestattet. Da die Steuerungsaufgaben nur einen Bruchteil der Leitungskapazität in Anspruch nehmen, eignen sich die Kabel für die Mitnutzung für Breitband-Internet. Zugang zu dem Netz ist an den Haubenmuffen der Leitungen möglich. Zusätzlich lassen sich auch Abspannungen an den Leitungsmasten vornehmen. Jedoch ist dies mit höheren Kosten verbunden.

**Gaspipelines:** Auch entlang der Fernleitungen der Gasversorger sind LWL-Leitungen zu Steuerungszwecken verlegt. Die Betreiber der Pipelines stellen ihre Glasfaserkabel in der Regel gegen Mietgebühren zur Mitbenutzung zur Verfügung.

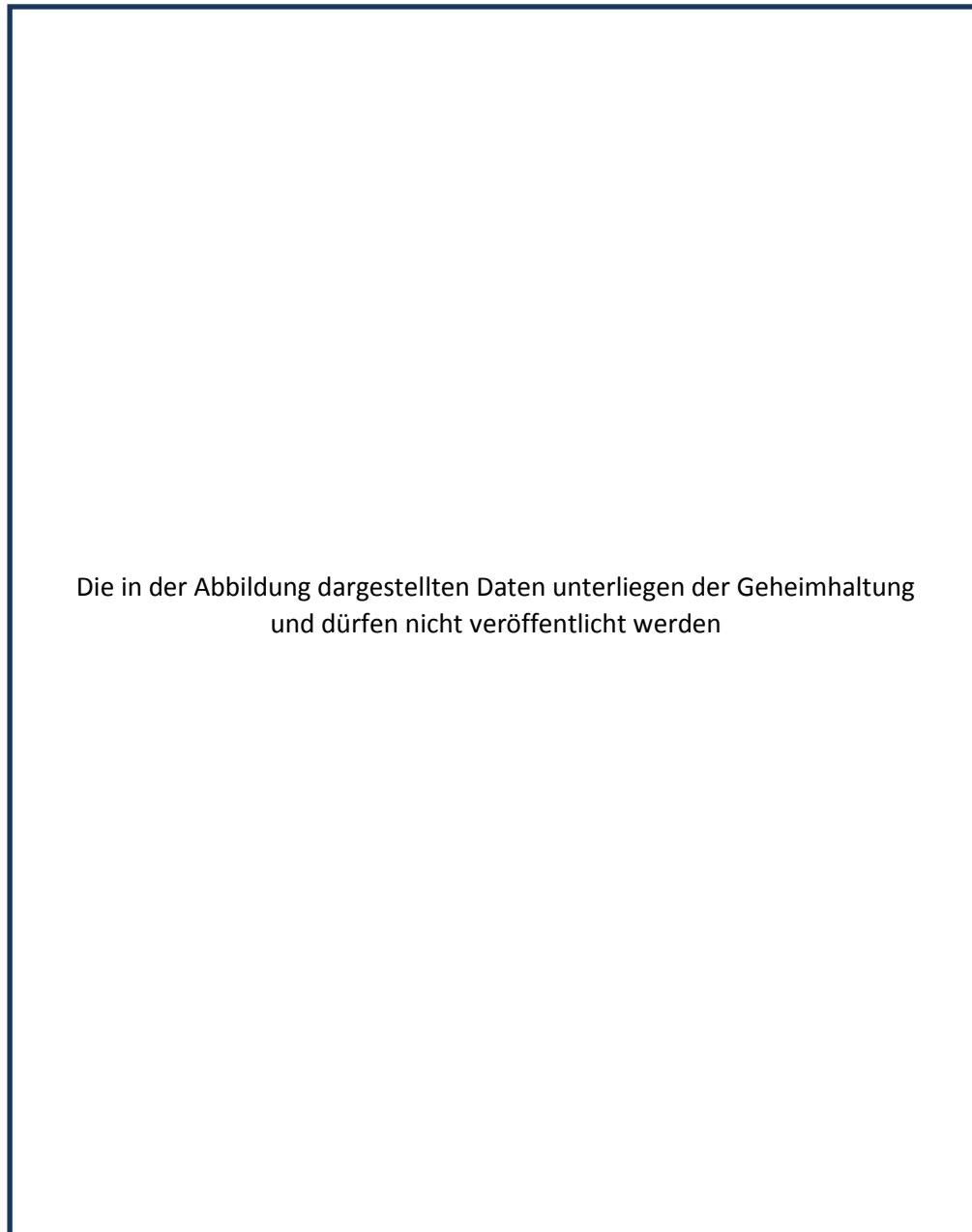
**Autobahn/Bahntrassen/Wasserwege:** Entlang einiger Infrastrukturen des Bundes verlaufen ebenfalls LWL-Leitungen. Die Neufassung des Telekommunikationsgesetzes (TKG) von 2013 ermöglicht den Zugang zu diesen Bundesinfrastrukturen. Demnach muss der Bund als Eigentümer eine Mitnutzung derjenigen Teile von Bundesfernstraßen, Bundeswasserstraßen sowie der Eisenbahninfrastruktur, die zum Auf- oder Ausbau von Netzen der nächsten Generation genutzt werden können, ermöglichen.

### 5.2. Infrastrukturen im Kreis Paderborn

Der Kreis Paderborn wird von einem Netz an Lichtwellenleitern und Gaspipelines sowie Infrastrukturen des Bundes durchzogen (Vgl. Abbildung 16). Die Infrastrukturtrassen laufen sowohl in Nord-Süd als auch in West-Ost Richtung.

Als einziger Infrastrukturträger von Gaspipelines, welcher über die gesamte Trasse ein Glasfaserkabel mitführt, ist im Kreis Paderborn die WINGAS zu nennen. Die Infrastrukturen der WINGAS schneiden zum einen das Kreisgebiet im Westen und verlaufen durch die Kommune Delbrück. Zum anderen verläuft eine Trasse im Osten parallel zur Kreisgrenze

durch den angrenzenden Kreis Höxter. Bei diesen Trassen besteht die Möglichkeit einzelne Fasern anzumieten, um den Abtransport des Breitbandsignals zu den Hauptverkehrsknoten (z.B. Frankfurt, Düsseldorf etc.) abzuleiten.



**Abbildung 16: Verfügbare Infrastrukturen im Kreis Paderborn (Stand 10/2014)**

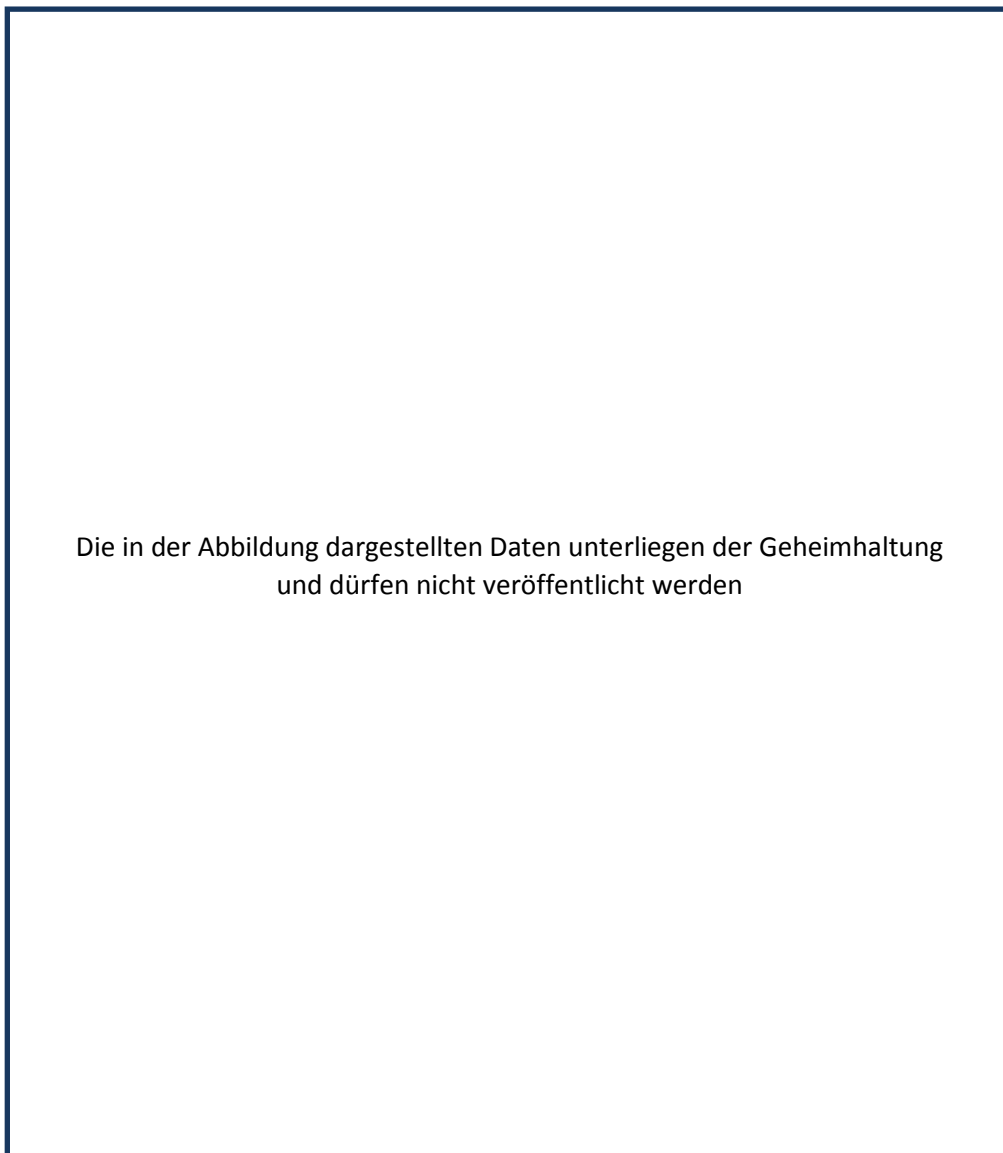
Das Streckennetz der Deutschen Bahn (DB) erstreckt sich hauptsächlich mit drei Trassen über das Kreisgebiet. In Nord-Süd Richtung verläuft eine Trasse durch die Kommunen Hövelhof und Paderborn und eine Trasse durch die Kommunen Altenbeken und Lichtenau. In West-Ost Richtung verläuft eine Trasse durch die Kommunen Salzkotten, Paderborn und Altenbeken. Diese Trasse schneidet die Nord-Süd Trassen in den Kommunen Paderborn und Altenbeken. Die Nutzungsbedingungen der Bahntrassen als Backbones für die Breit-

bandversorgung müssen mit den zuständigen Infrastrukturiern (Deutsche Bahn, DB Energie) geklärt werden.

Die Bundesautobahnen stellen ebenfalls potentielle Backbones für eine Breitbanderschließung dar, sofern sie mit einem Glasfaserkabel ausgestattet sind. Im Kreisgebiet Paderborn verlaufen Teilstücke der Bundesautobahn A33 und A44. Mögliche Erschließungen der Bundesautobahnen mit Glasfaser und deren Nutzung als Backbone müssen mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden.

### **Weitere Infrastrukturen im Kreis Paderborn**

Neben den Backbone-Infrastrukturen befinden sich zahlreiche weitere Infrastrukturen (Leerrohre und Glasfaserleitungen) im Kreisgebiet, welche jedoch nur eingeschränkt nutzbar sind (Vgl. Abbildung 17).



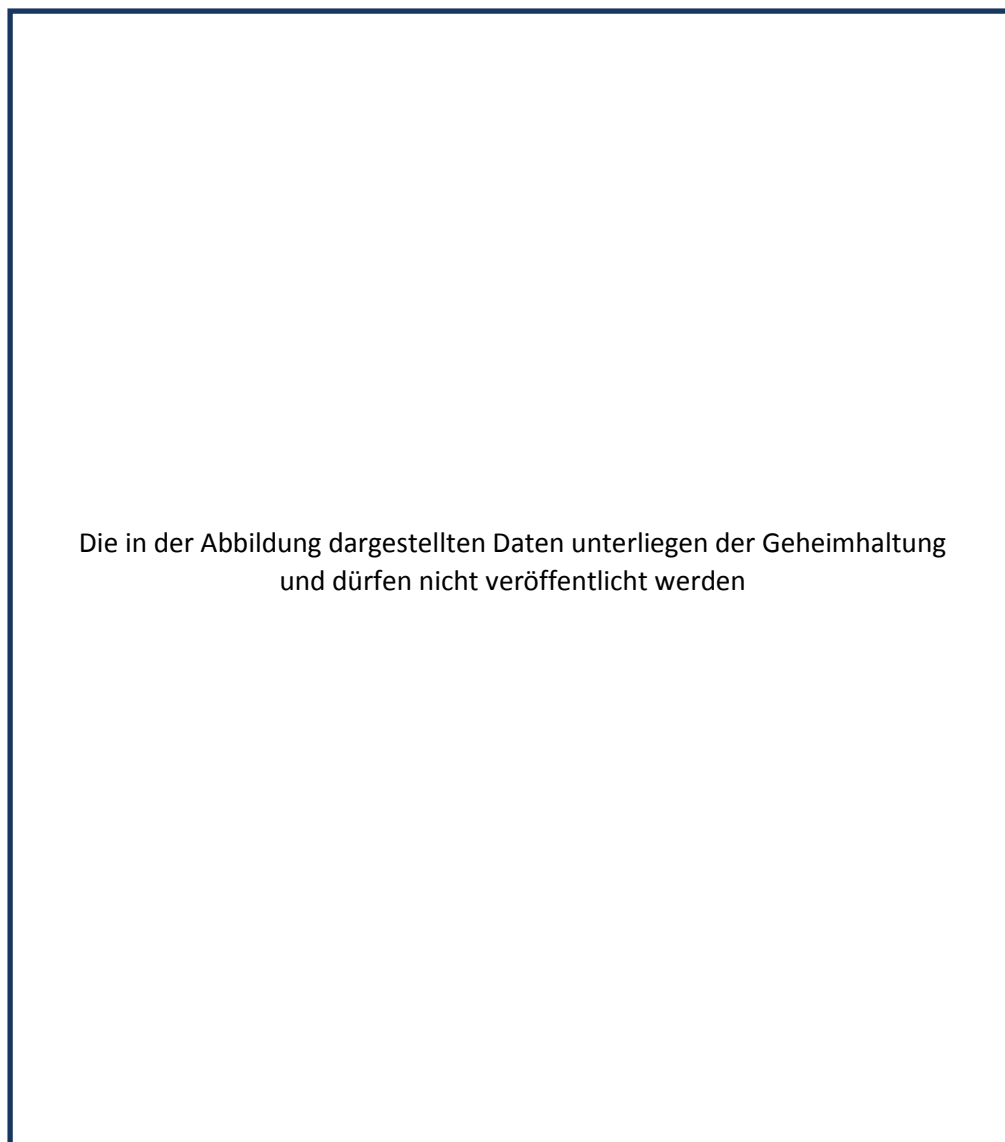
**Abbildung 17: Weitere Infrastrukturen im Kreis Paderborn (Stand 09/2014)**



Rund 71% der abgebildeten Infrastrukturen befinden sich im Besitz der Telekom, diese Leitungen sind nur in gemeinsamen Projekten mit der Telekom nutzbar. Die weiteren abgebildeten Infrastrukturen bilden keine zusammenhängenden Netze. Einzelne, bei Tiefbauarbeiten mitverlegte Leerrohre, sind zumeist nicht für einen flächendeckenden Breitbandausbau nutzbar, da eine zusammenhängende Netzstruktur die wesentliche Voraussetzung für die Netzbarkeit der Leerrohre ist. Im Prinzip kann auf diesen Infrastrukturen aufgebaut werden, jedoch fehlt mit den Zugängen zu den Haushalten das wesentliche Element für den Betrieb eines Netzes.

### **Regionale Infrastrukturbetreiber**

Basierend auf einer Anfrage bei den Kommunen und Versorgern im Kreis Paderborn konnten Informationen über bestehende und nutzbare Leerrohre zusammengetragen werden (Vgl. Abbildung 18).



**Abbildung 18: Leerrohre und Glasfaser der Westfalen Weser Netz AG (Stand 09/2014)**

Die Westfalen Weser Netz AG verfügt im Kreis Paderborn über gut ausgebaute, zusammenhängende Leerrohrnetze, welche teilweise schon mit Glasfaser bestückt sind. Das Netz der Westfalen Weser Netz AG liegt im nördlichen Teil des Kreisgebietes und verläuft durch die Kommunen Hövelhof, Delbrück, Salzkotten, Paderborn, Borcheln, Bad Lippspringe und Altenbeken. Aufgrund der zusammenhängenden Struktur des Netzes ist es für den Ausbau von Breitbandnetzen nutzbar. An denjenigen Stellen, an denen ein geplantes Glasfasernetz verläuft und ebenfalls Leerrohre der Westfalen Weser Netz AG zur Verfügung stehen, kann ggf. auf den kostenintensiven Tiefbau verzichtet werden, da hier lediglich Glasfaser in die vorhandenen Leerrohre eingeblasen werden müsste.

### **5.3. Aktuelle Gesetzeslage**

Gemäß den Regelungen des Telekommunikationsgesetzes (TKG) können Betreiber von öffentlichen Kommunikationsnetzen ein kostenloses Wegerecht auf öffentlicher Infrastruktur in Anspruch nehmen. Die Verlegung selbst hat jedoch auf Kosten des Antragstellers zu erfolgen. Eine Mitverlegung bei ohnehin laufenden Baumaßnahmen ist ebenso möglich, dabei ist darauf zu achten, dass dem Bund keine zusätzlichen Kosten entstehen.

Die Novellierung des Telekommunikationsgesetzes hat einige Neuerungen gebracht, die die Nutzung bestehender Trassen zukünftig erleichtern sollen. In den neu eingefügten §§ 77c - e im Änderungsgesetz zum TKG ist die Mitnutzung der Teile der Bundesverkehrswege geregelt worden, die zum Auf- und Ausbau von Netzen der nächsten Generation genutzt werden können. Dies ist auf Antrag zu gestatten. Die Mitnutzung ist so zu gestalten, dass sie den Anforderungen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung sowie den anerkannten Regeln der Technik genügt. Für die Mitnutzung kann ein kostendeckendes Entgelt verlangt werden.

Generell sei darauf hingewiesen, dass an Bundesstraßen keine durchgängige Kommunikationsinfrastruktur vorhanden und auch nicht vorgesehen ist. Eine Mitverlegung in schon vorhandene oder geplante Einrichtungen zum Auf- oder Ausbau von Glasfasernetzen scheidet somit aus. Anders ist die Situation aber entlang der Bundesautobahnen, hier ist i.d.R. eine durchgängige Kommunikationsinfrastruktur vorhanden.

Was die Mitnutzung der Bundeseisenbahninfrastruktur anbetrifft, ist dies analog dem Vorstehenden geregelt: Die DB Netz AG hat dabei in Wahrnehmung ihrer Betreiberverantwortung nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz die betrieblichen Sicherheitsaspekte zu beachten, was im Einzelfall heißen kann, dass die Anforderungen so hoch sind, dass dadurch eine wirtschaftlich sinnvolle Mitverlegung verhindert wird.

Die Verlegung von Glasfaserkabeln Dritter an Bundeswasserstraßen wurde in mehreren Fällen im Rahmen von Mitverlegungen realisiert. Der Bedarf an Glasfaserkabeln ist für die Bundeswasserstraßen aber, mit Ausnahme einzelner Lückenschlüsse, inzwischen gedeckt. Daher stellt sich hier die Frage von künftigen Mitverlegungen größeren Umfangs aus Sicht des BMVBS nicht mehr.

Im § 68 Absatz 2 des Änderungsgesetzes zum TKG sind zudem zur Verlegung von Glasfaserleitungen oder zugehöriger Kabelschutzrohre in Straßen-Verlegeverfahren das so genannte „Mini- oder Microtrenching“ zugelassen worden. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass eine Verlegung in Autobahnen und autobahnähnlich ausgebauten Bundesstraßen ausdrücklich ausgenommen ist.

## **6. LEERROHRKONZEPTE FÜR DEN KREIS PADERBORN**

Die Verlegung von Leerrohren dient generell als Vorbereitung für die nachhaltige Schaffung einer Telekommunikationsinfrastruktur auf dem Weg zu zukunftsfähigen NGA-Netzen. Denn Leerrohre, ob mit (Dark Fiber) oder ohne Glasfaser bestückt, ermöglichen es grundsätzlich, mehreren Anbietern Zugang zum lokalen Markt für Breitbandverbindungen zu verschaffen.

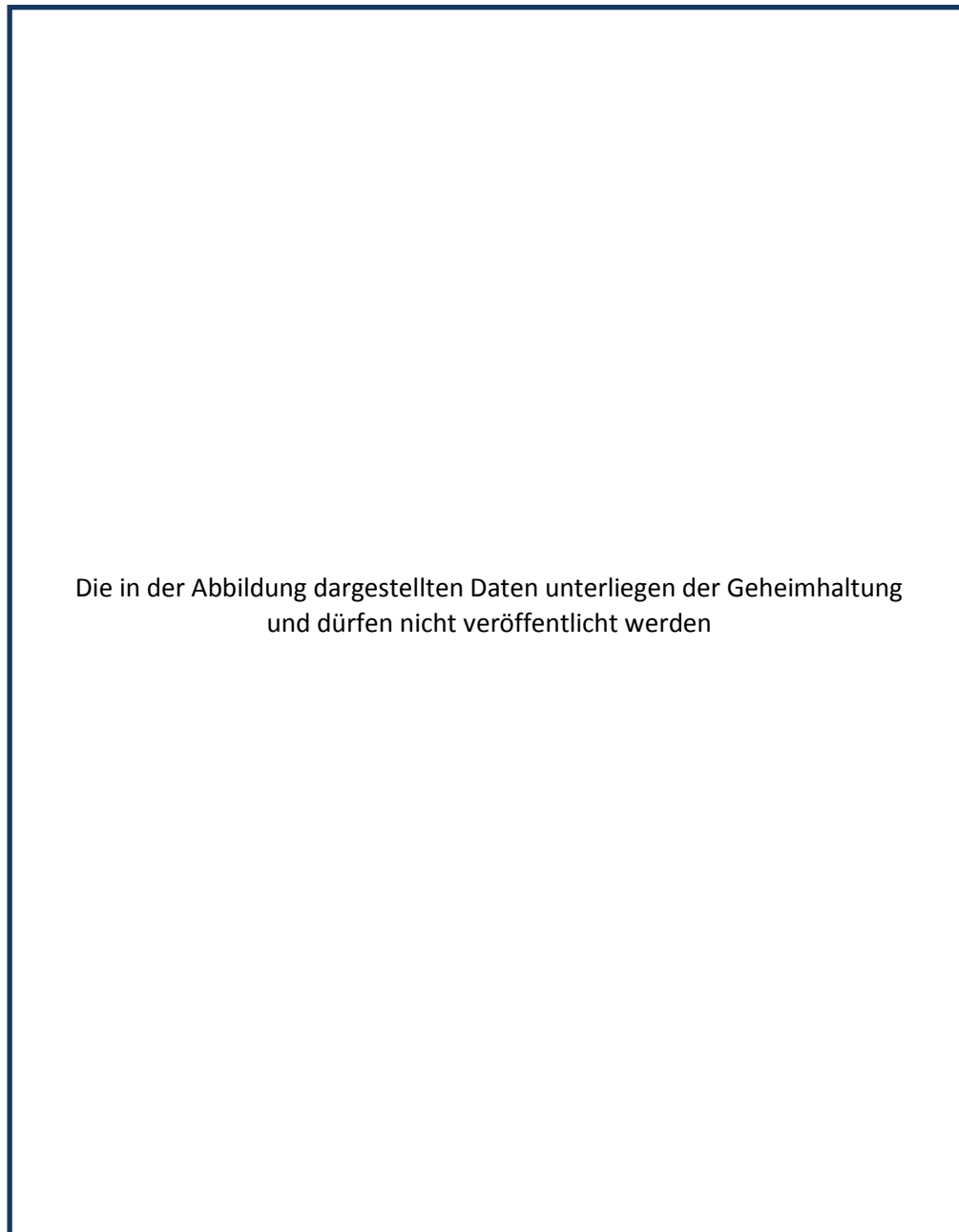
Das Leerrohrkonzept ist nicht dahin gehend zu verstehen, dass in Folge des Konzeptentwurfes umgehend sämtliche dieser Leerrohre gebaut werden sollen. Vielmehr dient es als Orientierung, wo eine Leerrohrverlegung sinnvoll sein kann. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn im Zuge von Baumaßnahmen die Möglichkeit für eine kostengünstige Mitverlegung besteht.

Für den Kreis Paderborn wurde auf Basis der vorangegangenen Versorgungs- und Infrastrukturanalysen zunächst ein FTTC-Leerrohrkonzept, das sich ausschließlich auf das Schließen der Versorgungslücken durch einen KVz-Überbau bezieht, berechnet. Ziel dieses Konzeptes ist es, im Kreis Paderborn kurzfristig die Engpässe in der Breitbandversorgung zu schließen. Darüber hinaus wurde ein FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept geplant, das für jede Kommune hauskoordinatengenau inklusive der Hausanschlussleitungen dargestellt wird. Durch das FTTB/FTTH-Konzept sollen kurz- bis mittelfristig die unterversorgten Gewerbe- und Industriegebiete mit Glasfaser ausgebaut werden. Mittel- bis langfristig soll der Ausbau eines FTTB/FTTH-Netzes auch für die privaten Haushalte angestrebt werden.

Im Folgenden wird die Berechnung der Leerrohrkonzepte für den FTTC-Ausbau und den FTTB/FTTH-Ausbau erläutert, bevor auf die Möglichkeiten der Mitverlegung sowie die Ausbaukosten und Wirtschaftlichkeit eingegangen wird.

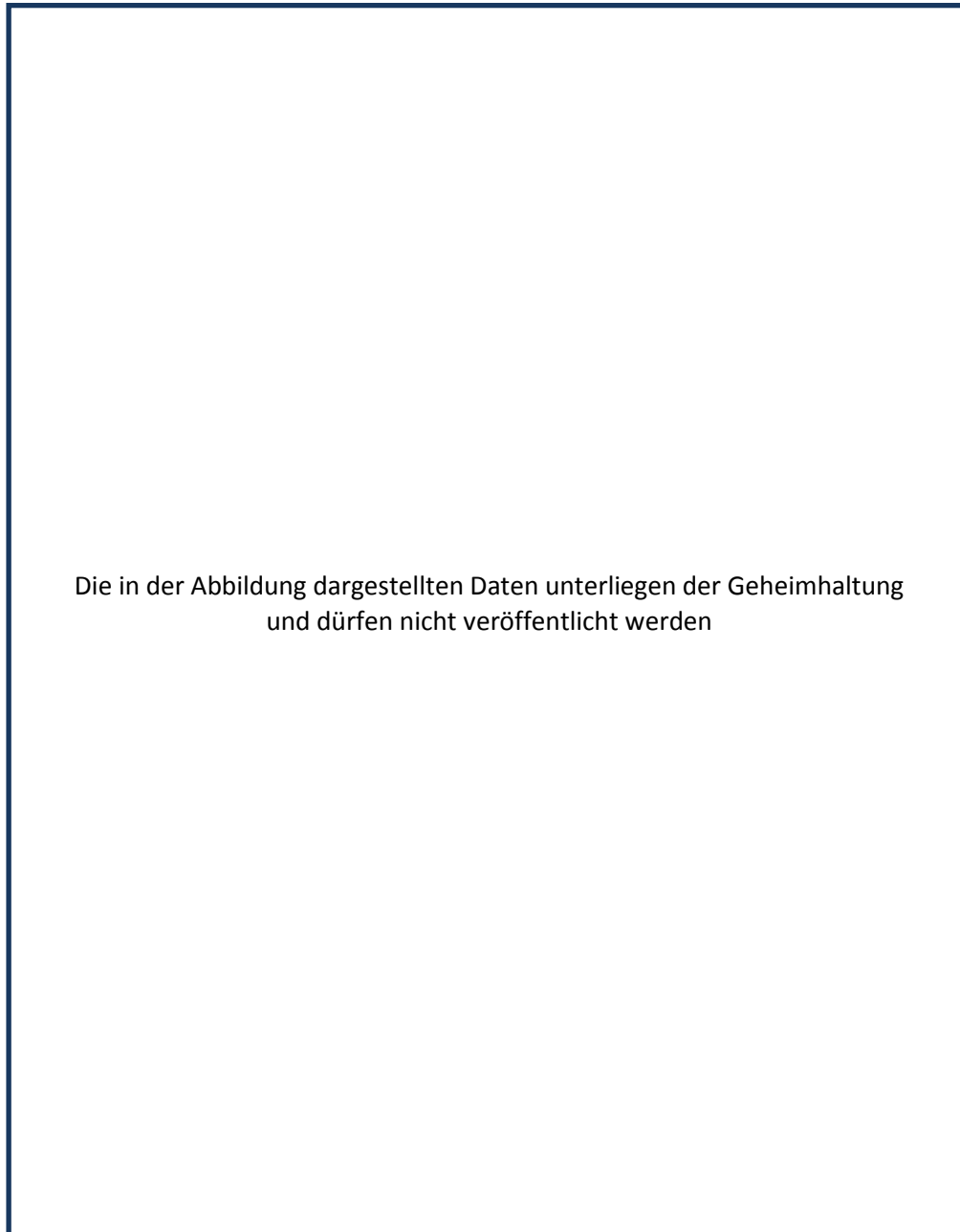
### **6.1. Berechnung des FTTC-Leerrohrkonzeptes**

Für die Berechnung des FTTC-Leerrohrkonzeptes wurde zunächst analysiert, welche KVz innerhalb des Kreises Paderborn nach dem eigenwirtschaftlichen Ausbau weiterhin mit einer Bandbreite von < 30 Mbit/s unterversorgt sind und welche unterversorgten KVz in den Kabelgebieten von Unity Media liegen (Vgl. Abbildung 19).



**Abbildung 19: KVz-Subtraktion für das FTTC-Leerrohrkonzept**

Für eine detailgenaue Planung wurde das FTTC-Leerrohrkonzept auf Straßenbasis berechnet. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, im Ausbaufall das optimale Verlegeverfahren je nach Untergrund zu ermitteln. Abbildung 20 zeigt das Ergebnis der Berechnung des FTTC-Konzepts auf Straßenbasis. Das Konzept besteht aus mehreren einzelnen Netzen, welche je Vorwahlbereich (ONKZ) berechnet wurden, da die KVz an die jeweiligen HVT in den Ortsnetzen angeschlossen sind. Dabei gilt es zu beachten, dass die FTTC-Netze teilweise über die kommunalen Grenzen hinausgehen, da diese nicht deckungsgleich mit den Ortsnetzen (Vorwahlbereichen) sind.



**Abbildung 20: FTTC-Leerrohrkonzept auf Straßenbasis**

Abbildung 21 zeigt die Ergebnisse des FTTC-Leerrohrkonzepts auf Straßenbasis untergliedert nach Kommune. Insgesamt hat das FTTC-Leerrohrnetz eine Länge von 282,34 Kilometern.

Kommune	Leerrohre in km
Altenbeken	11,02
Bad Lippspringe	0,00
Bad Wünnenberg	29,74
Borchen	4,68
Büren	44,95
Delbrück	59,04
Hövelhof	25,02
Lichtenau	41,22
Paderborn	30,83
Salzkotten	35,84
<b>Summe</b>	<b>282,34</b>

Die in der Abbildung dargestellten Daten unterliegen der Geheimhaltung und dürfen nicht veröffentlicht werden

Abbildung 21: Leerrohrlängen und überbaute KVz je Kommune

## 6.2. Berechnung des FTTB/FTTH-Leerrohrkonzeptes

Unabhängig vom FTTC-Leerrohrkonzept wurde für jede Kommune im Kreis Paderborn ein FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept berechnet. Dabei wurde folgendes Vorgehen angewendet:

1. Kreisweites FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept inklusive Hausanschlussleitungen
2. Innenraumanalyse
3. Subtraktionsverfahren
  - FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept nur für Innenräume und Gewerbegebiete
  - Abzug bereits versorgter Bereiche (Kabelgebiete)
4. Endgültiges FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept je Kommune
5. Abzug vorhandener Infrastrukturen (Leerrohre)
6. Alternative Erschließungsvarianten (Richtfunk, Satellit) für nicht wirtschaftlich darstellbare Bereiche

Das FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept bezieht sich auf die Schließung der Lücken hinsichtlich einer NGA-Versorgung. Das Konzept dient u.a. dazu, den Providern auf Augenhöhe zu begegnen, denn nur mit einem Plan können Investitionsanreize geschaffen werden.

## **Berechnung des kreisweiten FTTB/FTTH-Leerrohrkonzepts inklusive Hausanschlüssen**

Zunächst wurde das FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept flächendeckend für den gesamten Kreis Paderborn berechnet. Bei der Berechnung des FTTB/FTTH-Leerrohrkonzepts wurde der Ansatz verfolgt, alle Objekte im Untersuchungsgebiet über eine möglichst kurze Strecke entlang des Straßennetzes zu erschließen. Für die punktgenaue Definition der Objekte wurden die Hauskoordinaten des Kreises Paderborn verwendet. Um beim Leerrohrkonzept die Berechnung doppelter und überflüssiger Leerrohre zu vermeiden, muss vor der eigentlichen Netzwerkanalyse noch die kürzeste Verbindungsreihenfolge zwischen allen Hauskoordinaten berechnet werden. Über einen sogenannten Spannbaum (eng. Minimum Spanning Tree) kann die kürzeste Verbindung zwischen einer Menge an Punkten (Hauskoordinaten) als Baumstruktur berechnet werden (Vgl. Abbildung 22).



**Abbildung 22: Spannbaum als kürzeste Verbindung zwischen den Hauskoordinaten**

Als Ergebnis erhalten die Hauskoordinaten zwei neue Attribute mit den Namen der jeweiligen Vorgänger und Nachfolger, wodurch bei der Netzwerkberechnung eine Richtung vorgegeben werden kann und die mehrfache Erschließung derselben Hauskoordinate aus verschiedenen Richtungen vermieden wird.

Die eigentliche Berechnung des Leerrohrkonzeptes erfolgte nun auf Basis von routingfähigen Straßendaten. Aus den Straßendaten wurde ein geometrisches Netzwerk berechnet und mit Hilfe eines Netzwerkanalysewerkzeuges die kürzeste Verbindung zwischen den Hauskoordinaten entlang der Straßendaten berechnet. Diese Berechnung wurde für das gesamte Untersuchungsgebiet durchgeführt, wodurch ein flächendeckendes FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept für den Kreis Paderborn entstanden ist. Die Detailgenauigkeit des Konzepts ist in Abbildung 23 zu erkennen.



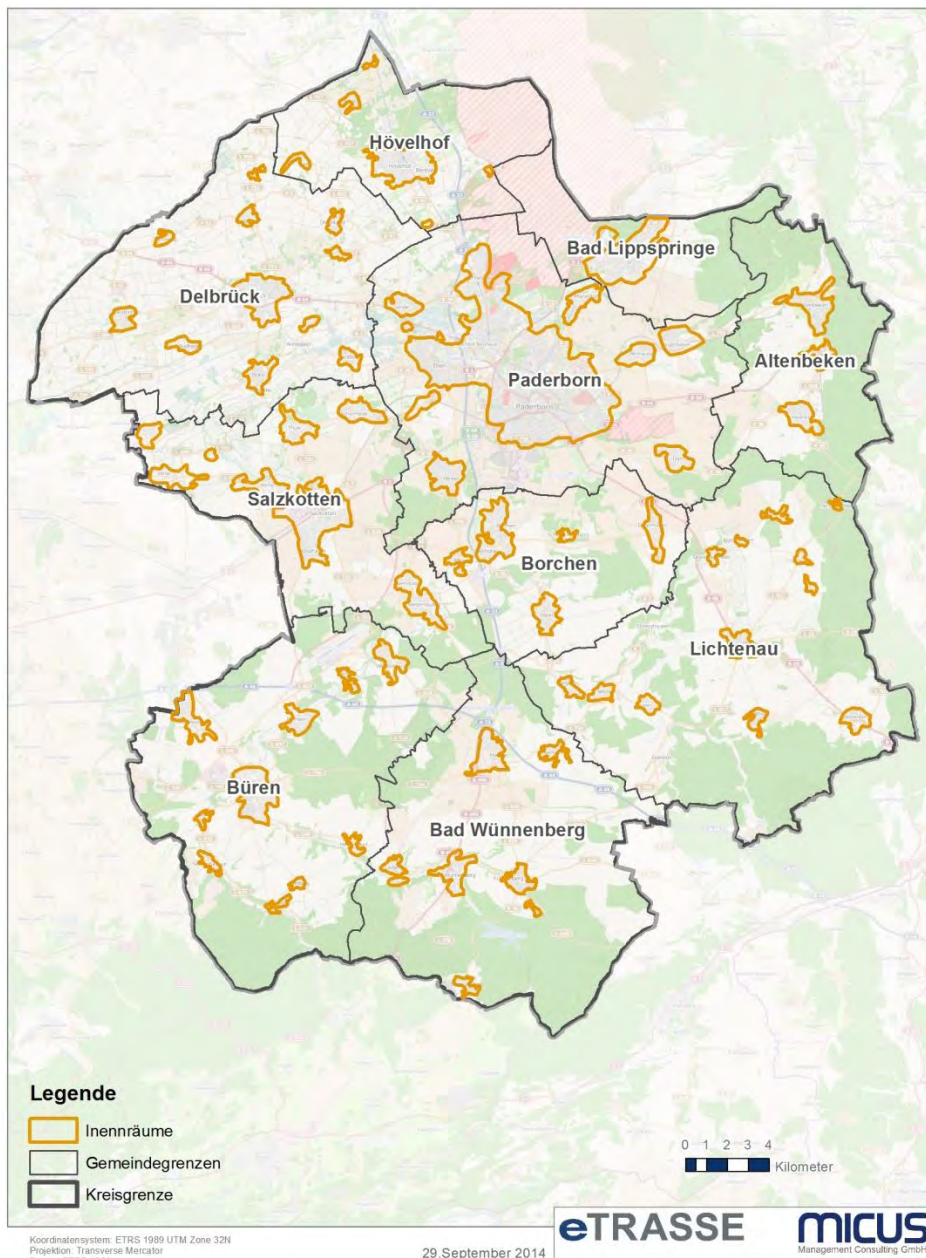


**Abbildung 23: Ausschnitt aus dem hauskoordinatengenauen FTTB-Leerrohrkonzept**

Im Ergebnis ist für den Kreis Paderborn ein FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept mit einer Länge von rund 3.693 Kilometern entstanden. Dieses Netz würde die Erschließung aller Haushalte im Untersuchungsgebiet gewährleisten und kann als Basis für ein Leerrohrkataster verwendet werden. Das Ziel des FTTB/FTTH-Konzepts soll es jedoch nicht sein, den gesamten Kreis Paderborn zu erschließen, sondern lediglich die weißen NGA-Flecken in denjenigen Bereichen, in denen ein FTTB/FTTH-Ausbau wirtschaftlich darstellbar ist. Zu diesem Zweck wurde eine Innenraumanalyse durchgeführt.

### **Innenraumanalyse**

Im Rahmen der Innenraumanalyse wurden basierend auf den Hauskoordinaten des Kreises dicht besiedelte Innenräume bestimmt (Vgl. Abbildung 24).



**Abbildung 24: Definition der Innenräume im Kreis Paderborn**

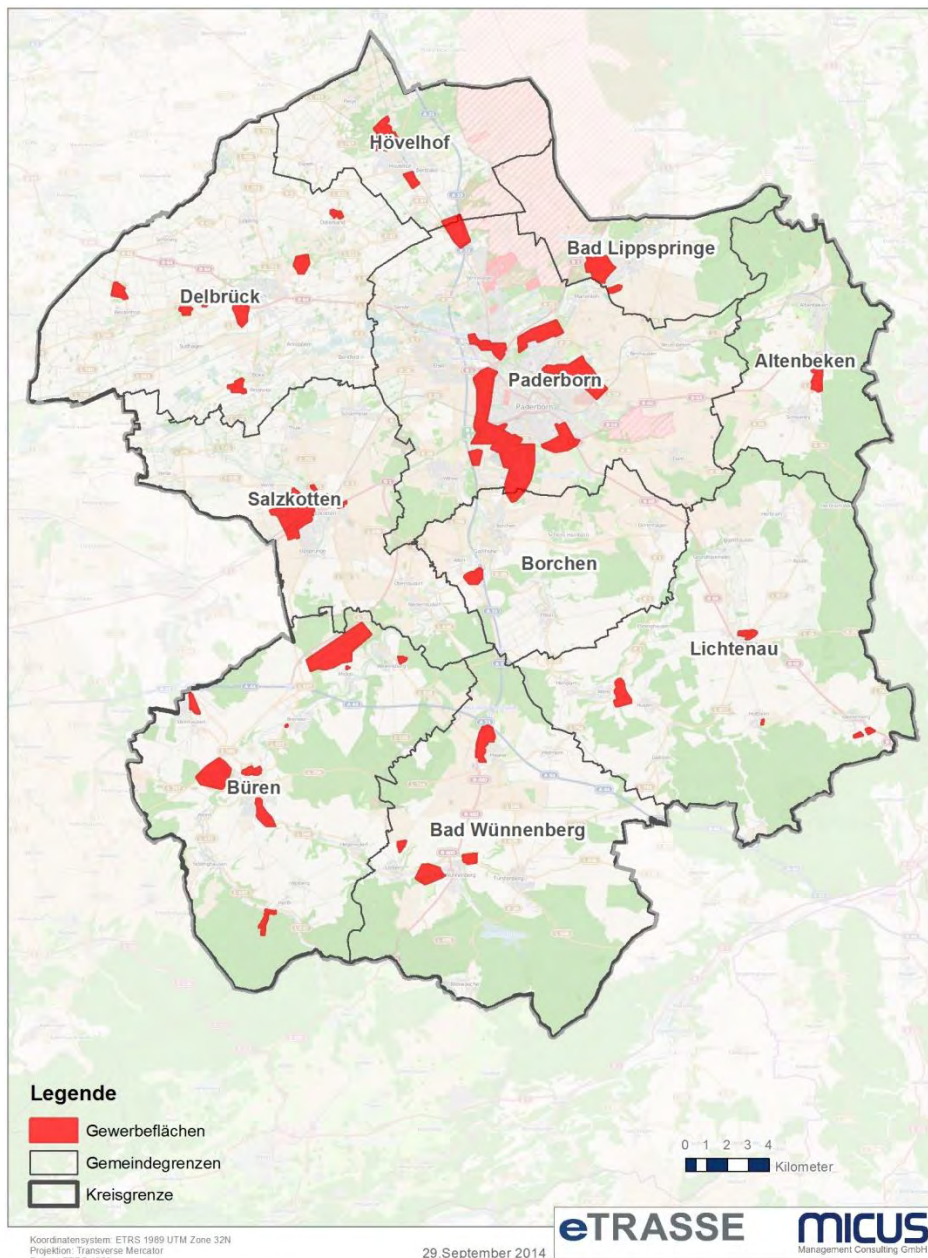
Innenräume sind in diesem Zusammenhang solche Gebiete, die mehr als 50 kumulierte Hauskoordinaten aufweisen. Abbildung 25 zeigt einen Detailausschnitt eines definierten Innenraums inklusive der Hauskoordinaten. Die durch MICUS definierten Innenräume beziehen sich dabei auf die Hauptsiedlungsbereiche im Kreis Paderborn. Die eigentlichen Siedlungsflächen, welche vom Kreis Paderborn zur Verfügung gestellt wurden, sind nicht verwendet worden, da diese für die FTTB/FTTH-Planung zu weitläufig sind. Mit den definierten Innenräumen werden letztlich sogar mehr Objekte erreicht als in der vorgegebenen Auswahl.





**Abbildung 25: Beispiel eines definierten Innenraums im Kreis Paderborn**

Zusätzlich zu den definierten Innenräumen wurden die Gewerbegebiete des Kreises Paderborn mit in die FTTB/FTTH-Planung aufgenommen. Für die Erhebung der Gewerbegebiete wurden der Kreis Paderborn bzw. die Kommunen gebeten, Auszüge aus den vorhandenen Katasterunterlagen zur Verfügung zu stellen. Anhand derer wurden gewerbliche und gemischte Bauflächen in einem kreisweiten Gewerbekataster zusammengetragen. Insgesamt fließen in die FTTB/FTTH-Berechnung 45 Gewerbeflächen mit einer Gesamtfläche von 30,94 km<sup>2</sup> ein (Vgl. Abbildung 26).



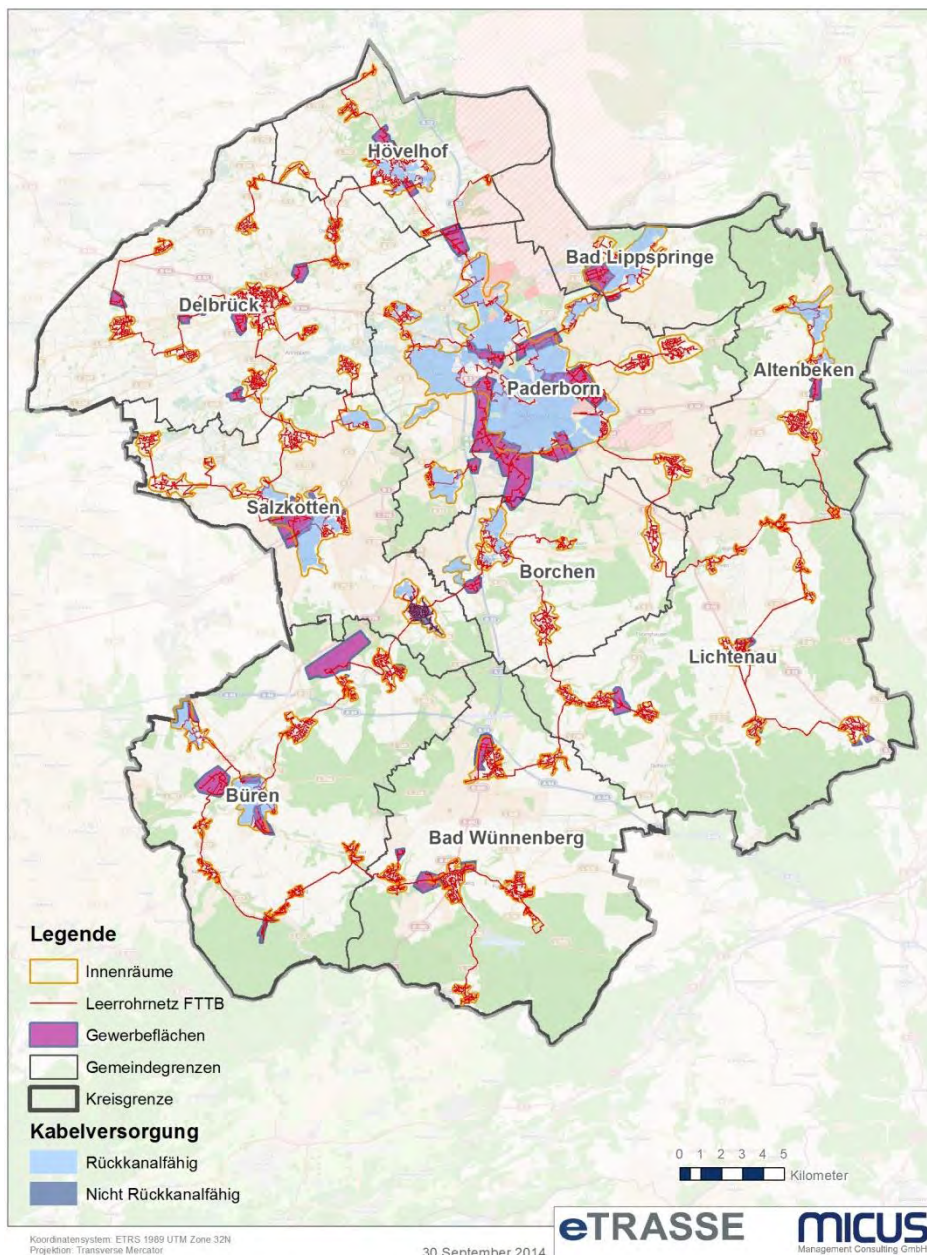
**Abbildung 26: Gewerbegebiete im Kreis Paderborn**

### Subtraktionsverfahren

Um die Ausbaukosten und den entstehenden Nutzen in einem wirtschaftlich tragfähigen Verhältnis darstellen zu können, soll wie bereits beschrieben, nicht der gesamte Kreis Paderborn durch das FTTB/FTTH-Netz ausgebaut werden, sondern nur die weißen NGA-Flecken in den Innenräumen sowie die Industrie- und Gewerbegebiete. Die weißen NGA-Flecken sind die Gebiete in den Innenräumen, in denen noch keine Breitbandversorgung mit mindestens 30 Mbit/s verfügbar ist. Durch dieses Vorgehen soll der Überbau bestehender NGA-Infrastrukturen vermieden werden. Daneben sollen die Netze nach dem Open Access Gedanken geplant und gebaut werden und dadurch ein diskriminierungsfreier Zugang für Telekommunikationsdienstleister sichergestellt werden. Zu diesem Zweck wurden in einem weite-

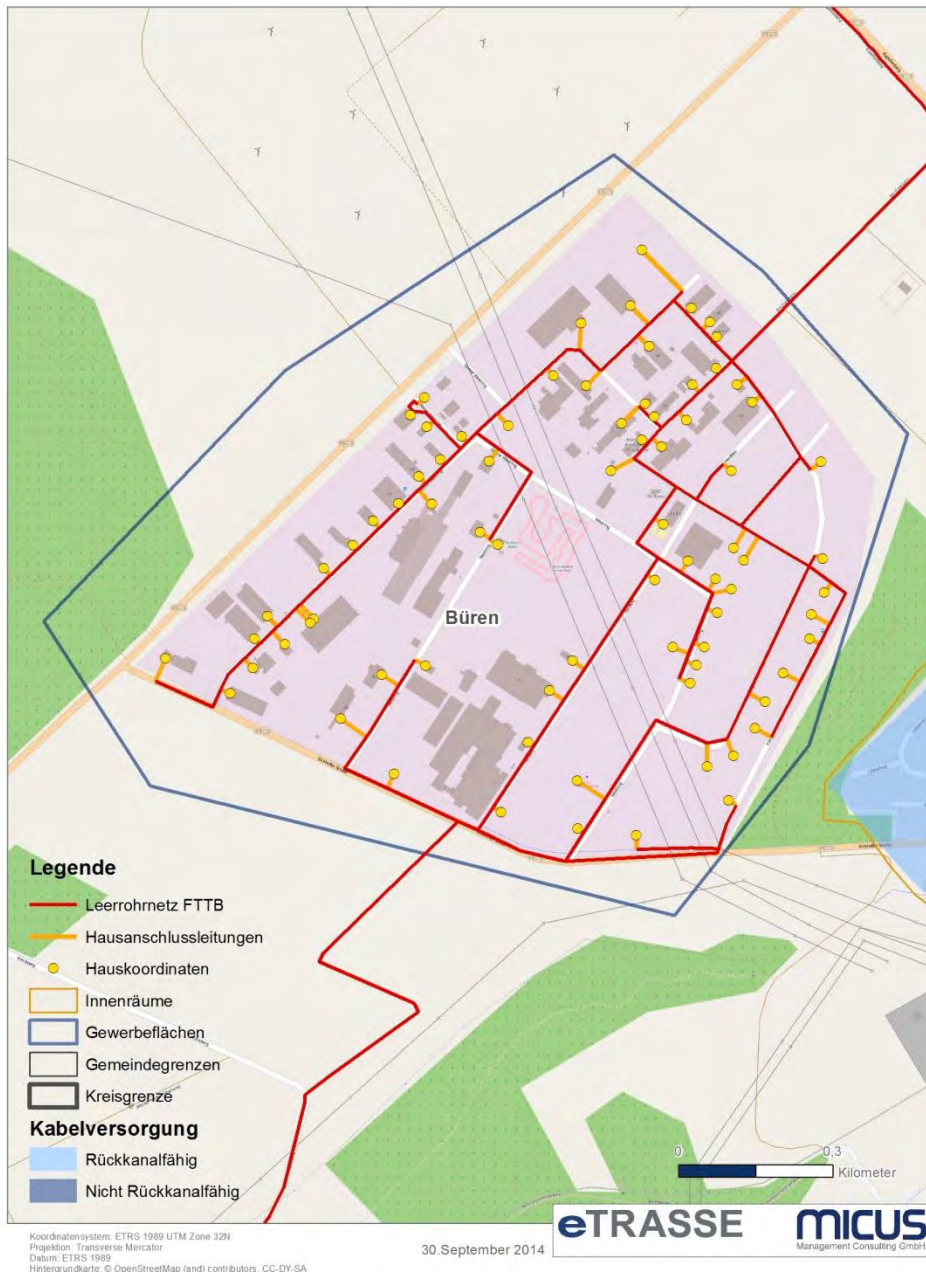


ren Planungsschritt alle Bereiche vom Konzept abgezogen die bereits über eine Kabelversorgung oder ein Glasfasernetz verfügen. Abbildung 27 zeigt das nach diesem Vorgehen entstandene FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept für den Kreis Paderborn. Insgesamt wäre für die Innenbereiche sowie die Gewerbegebiete abzüglich bereits versorgter Bereiche ein Leerrohrnetz mit einer Gesamtlänge von 1.470,74 Kilometern zu legen. Das Netz unterteilt sich dabei in 980,02 km Verteilnetz und 490,72 km Hausanschlussleitungen. Inklusive der bereits durch Kabel/Glasfaser versorgten Bereiche würde sich ein Erschließungsgrad von 94% ergeben. Lediglich 6% der Haushalte hätten somit noch keine NGA-Versorgung. Detaillierte Karten zu den Leerrohrkonzepten der einzelnen Kommunen im Kreis Paderborn sind in Anhang C abgebildet.



**Abbildung 27: FTTB-Leerrohrkonzept für die Innenräume und die Gewerbegebiete abzüglich kabelbasierter NGA-Versorgung**

Neben den reinen Innenräumen ist auch jedes Gewerbegebiet mit einem FTTB/FTTH-Netz beplant worden (Vgl. Abbildung 28). Dabei ist zu beachten, dass es im Kreis Paderborn Mischgebiete gibt, in denen bereits ein Kabelnetz von Unity Media liegt. Hier gilt es im Ausbaufall zu entscheiden, ob die betroffenen Gebiete komplett ausgebaut werden oder nur in den Bereichen, in denen es keine Versorgung gibt. Im FTTB/FTTH-Konzept wurden der Vollständigkeit halber alle Gewerbegebiete komplett beplant, mit Ausnahme derjenigen Gebiete, die noch keine Bebauung haben.



**Abbildung 28: FTTB-Leerrohrnetz im Gewerbegebiet (Beispiel GWG Büren)**

Für eine detailliertere Betrachtung des FTTB/FTTH-Leerrohrkonzepts inklusive der Erschließung der Gewerbegebiete wurden die Geodaten an den Kreis Paderborn übergeben. So besteht für jede Kommune die Möglichkeit, die Daten einzusehen und sich die

FTTB/FTTH-Erschließungen der Innenräume sowie der Gewerbegebiete detailgenau anzuschauen.

Abbildung 29 stellt die Gesamtergebnisse des FTTB/FTTH-Leerrohrkonzepts nach dem Subtraktionsverfahren unterteilt nach Kommune dar. Die höchsten Erschließungsgrade werden mit 99% in Bad Lippspringe und mit je 98% in Altenbeken, Borchon und Paderborn erreicht. Demgegenüber werden die niedrigsten Erschließungsgrade mit 75% in Delbrück und 84% in Hövelhof erreicht.

Als weiterer Schritt des Subtraktionsverfahrens werden die vorhandenen Leerrohre (Vgl. Kapitel 5.2) von der Gesamtlänge des Leerrohrnetzes abgezogen, die im Falle eines Ausbaus sinnvoll zu nutzen wären. Insgesamt sind im Kreis rund 139 Kilometer Leerrohre der zu nutzen, die die Gesamtlänge des FTTB/FTTH-Leerrohrnetzes von 1.470,74 Kilometer auf 1.331,69 Kilometer reduziert, was sich deutlich in der Wirtschaftlichkeitsberechnung niederschlägt (Vgl. Kapitel 6.4.2).

Gemeinde	Hausanschlussleitungen in km	Leerrohre in km	Gesamtlänge Leerrohrnetz in km	bestehende nutzbare Leerrohre in km	Gesamtlänge Leerrohrnetz abzüglich nutzbare Leerrohre in km	Erschließung Innenräume, GWG, Kabelgebiete
Altenbeken	17,25	35,79	53,04	11,13	41,91	98%
Bad Lippspringe	9,00	25,39	34,39	6,16	28,23	99%
Bad Wünnenberg	61,02	104,34	165,36	-	165,36	96%
Borchon	27,91	61,31	89,22	3,67	85,55	98%
Büren	47,55	116,85	164,40	-	164,40	96%
Delbrück	102,21	152,85	255,06	40,47	214,59	75%
Hövelhof	33,60	62,99	96,59	2,99	93,60	84%
Lichtenau	48,35	108,37	156,72	-	156,72	91%
Paderborn	92,52	207,89	300,41	59,10	241,31	98%
Salzkotten	51,31	104,25	155,56	15,53	140,03	95%
<b>Summe</b>	<b>490,72</b>	<b>980,02</b>	<b>1.470,74</b>	<b>139,05</b>	<b>1.331,69</b>	<b>94%</b>

Abbildung 29: Gesamterschließung FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept und Kabelversorgung

## Außenbereiche

In den Außenbereichen des Kreises Paderborn bleiben 8.750 (6%) Haushalte übrig, die mit alternativen Technologien beplant werden müssen, um einen wirtschaftlichen Ausbau zu gewährleisten (Vgl. Abbildung 30).

Als alternative Erschließungsvarianten kommen der Überbau der unterversorgten KVz in den Außenbereichen, ein Ausbau über Richtfunk oder ein Ausbau über Satellit in Frage. Bei einem KVz-Überbau müssten nicht nur die vorhandenen KVz in den Außenbereichen überbaut werden, aufgrund der Entfernungsproblematik müssten nochmal je nach Kommune zusätzliche KVz neu aufgebaut werden. Der Auf- bzw. Überbau je KVz kostet rund 30.000€. Bei der Richtfunkvariante (Richtfunk Point to Multipoint) müssten je Aufbau eines Funkmasten mit Kosten von rund 40.000 € kalkuliert werden. Hier gilt es zu beachten, dass es sich um ein Shared-Medium handelt, sodass die verfügbare Bandbreite unter den einzelnen Nutzern aufgeteilt wird. Die Satellitenvariante stellt Bandbreiten bis zu 25 Mbit/s zur Verfügung, das NGA-Kriterium 30 Mbit/s wird somit nicht erfüllt. Perspektivisch werden jedoch höhere



Bandbreiten durch eine Satellitenerschließung möglich sein. Daher wurde diese Variante in die Betrachtung mit aufgenommen. Der Aufbau einer Empfangs- und Verteilerstation hat einen ähnlichen Kostenrahmen wie der Aufbau von Funkmasten. Auch beim Satelliten handelt es sich um ein Shared-Medium. Insgesamt hat im ländlichen Raum keine der Technologien deutliche Vorteile. Der Satellit stellt die am schnellsten zu realisierende Erschließungsvariante dar.

Gemeinde	Haushalte Gesamt	Nicht durch FTTB und Kabel erschlossene Bereiche	Nicht durch FTTB und Kabel erschlossene Haushalte
Altenbeken	4.736	2%	110
Bad Lippspringe	7.808	1%	114
Bad Wünnenberg	6.202	4%	225
Borchen	6.875	2%	141
Büren	11.019	4%	446
Delbrück	15.448	25%	3809
Hövelhof	8.086	16%	1315
Lichtenau	5.636	9%	499
Paderborn	74.830	2%	1423
Salzkotten	12.568	5%	668
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>153.208</b>	<b>6%</b>	<b>8750</b>

Abbildung 30: Anzahl der Haushalte in den Außenbereichen

### 6.3. Mitverlegung

Der Breitbandausbau scheitert häufig (insbesondere im ländlichen Raum mit einer geringen Bevölkerungsdichte) an einem ungünstigen Verhältnis zwischen Kosten und erzielbaren Erträgen. Etwa 70 bis 80 Prozent der gesamten Ausbaurkosten entstehen dabei im Tiefbau.

Mitverlegungen im Zuge von öffentlichen Tiefbaumaßnahmen können daher dazu beitragen, die Kosten des Breitbandausbaus (vor allem die Tiefbaurkosten) zu senken. Voraussetzung für eine Mitverlegung ist es, dass sich alle Planungen an den hier vorgegebenen Ausbauzielen ausrichten und die grobe Netzausbauplanung für das Leerrohrnetz zu Grunde gelegt wird.

Grundsätzlich gilt für das Vorgehen von Kommunen bei Baumaßnahmen:

1. Benennung eines Ansprechpartners für die in der Region tätigen Breitband- und Infrastrukturanbieter (zur Koordination von Baumaßnahmen)
2. Regelmäßige Information der Anbieter über geplante Baumaßnahmen
  - a. Info-Mails durch Kommunen
  - b. Besprechungen auf Gemeinde- oder Amtsebene.
3. Konkrete Ansprache der Anbieter zu Mitverlegungsmöglichkeiten
4. Sicherstellung eines ausreichenden zeitlichen Vorlaufs für die Anbieter, die mitverlegen wollen
5. Eventuell eigene Mitverlegung von Leerrohren (bedarfsgerecht, d.h. auf Basis des hier vorliegenden Breitbandausbaukonzeptes)

Darüber hinaus ist zu empfehlen, Erschließungsträger von Neubaugebieten zur Mitverlegung von Leerrohren zu verpflichten oder eine Mitverlegung durch die Kommune zu ermöglichen.

Die tatsächlichen Kostenersparnisse einer Mitnutzung von Infrastrukturen bzw. einer Mitverlegung von Leerrohren sind von vielen Faktoren abhängig. Dies sind zum Beispiel das Ausbaukonzept des Breitbandanbieters, Zeitpläne und technische Realisierung der Bauherren, Kostenteilung bei der Mitverlegung, um nur einige zu nennen.

Werden Baustellen nicht durch Unternehmen genutzt, um entsprechende Leerrohre mit zu verlegen, können Kommunen auch selbstständig Rohre verlegen und diese vermarkten. Damit die Leerrohre in der anschließenden Ausschreibung auch von vielen Telekommunikationsanbietern genutzt werden können, sollten folgende Grundsätze innerhalb bzw. außerhalb von Ortschaften gelten.

❖ Innerhalb von Ortschaften:

- sollten Leerrohre nur auf Basis eines Leerrohrkonzepts verlegt werden.
- Sollten Microtubes (Minirohre) bis zu den Hausanschlüssen verlegt werden. Ist eine Verlegung bis zum Hausanschluss nicht möglich, sollte zumindest bis nach dem Abzweig zum Hausanschluss verlegt werden (Kabel als Spirale ablegen).
- sollten 2 x DA110 verlegt werden, wenn auf einem bestimmten Streckenabschnitt keine Hausanschlüsse abzweigen

Werden bei der Verlegung von Leerrohren innerhalb von Ortschaften die Abzweige zu den Hausanschlüssen nicht berücksichtigt, entstehen bei einer Erschließung mit Glasfaser erneut kostspielige Tiefbauarbeiten.

❖ Außerhalb von Ortschaften sollten 2 x DA50 verwendet werden.

Ein Leitfaden zur Leerrohrmitverlegung bei kommunalen Baumaßnahmen ist in Anhang B dargestellt.

Sofern noch kein Provider gewonnen wurde, muss die Verlegung von Leerrohren durch Kommunen mit dem bestehenden Ausbaukonzept abgeglichen werden. Gibt es bereits einen Anbieter, der die Rohre nutzen möchte, können selbstverständlich auch andere Rohrsysteme verwendet werden. Bei einer Verlegung durch die öffentliche Hand müssen die verwendeten Rohrsysteme aber den diskriminierungsfreien Zugang von Drittanbietern ermöglichen.

Ein Sonderfall ist die **Mitverlegung von Glasfaserkabeln oder Leerrohren für den Telekommunikationsbreitbandbetrieb im Rahmen notwendiger Verlegungen von Stromleitungen**. Insbesondere die Stadtwerke machten bisher die unsichere Rechtslage zur Anrechnung der Kosten geltend, um sich in dieser Frage zurück zu halten. Bei den Modellen zur Mitverlegung werden drei Verlegungsvarianten unterschieden:

1. Zunächst kann im Auftrag eines Telekommunikationsunternehmens (TK-Unternehmen) die Mitverlegung durch den Stromnetzbetreiber ausgeführt werden. Das TK-Unternehmen aktiviert die erforderlichen Wirtschaftsgüter bei sich, der Stromnetzbetreiber bekommt die entsprechenden Aufwendungen erstattet.
2. Der Stromnetzbetreiber kann die Mitverlegung auch auf eigene Rechnung durchführen. Die Wirtschaftsgüter werden entsprechend beim Stromnetzbetreiber aktiviert. Nicht genutzte Kapazitäten werden weiter vermarktet. Der Stromnetzbetreiber kann diese Infrastrukturen an TK-Unternehmen vermieten oder er bietet selbst eigene TK-

Dienste an. Die hierüber erzielten Erlöse werden als kostenmindernde Erlöse bei der Kalkulation der Stromnetzentgelte berücksichtigt.

3. Als dritte Variante ist auch eine Mitverlegung durch den Stromnetzbetreiber auf eigene Rechnung mit anschließendem Verkauf der Wirtschaftsgüter zu „besonderen“ Konditionen an das TK-Unternehmen vorstellbar.

Damit ist eine große Rechtsunsicherheit beseitigt und die Mitverlegung von Leerrohren kann nach den allgemeinen Kostenschlüsselungsgrundsätzen der Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV) erfolgen. Diese Grundsätze gelten zunächst bis zum Ende der zweiten Anreizregulierungsperiode im Jahr 2018.

#### 6.4. Ausbaukosten und Wirtschaftlichkeit

Die Kosten der Leerrohrverlegung hängen stark von der notwendigen Verlegetechnik ab:

- Je nach Untergrund und Geologie müssen bei den Tiefbauarbeiten unterschiedliche Verlegetechniken mit erheblichen Auswirkungen auf die Kosten gewählt werden
- Basierend auf Erfahrungswerten rechnen wir mit einem Durchschnittswert von 40.000 €/km. Dieser schließt die Tiefbaukosten und die Leerrohre selbst ein.

Für die FTTB-Erschließung, wie sie im Leerrohrkonzept modelliert wurde, fallen folgende Kosten an:

1. Netzknoten/Backboneanschluss
2. Leerrohrverlegung
  - a. Tiefbau
  - b. Leerrohr (Material)
3. Glasfaserkabel
4. Verteilstationen
5. Hausanschluss
6. KVz-Überbau bzw. neue Verteilerstationen (bei FTTC)

Abbildung 31 zeigt Richtwerte für die Baukosten bei verschiedenen Technologien.

Technologie	Verlegekosten
Mitverlegung	8.000 €/km
Pflügen (Wiese/Feld)	11.000 €/km
Tiefbau (Wald)	28.000 €/km
Tiefbau (Gestein)	58.000 €/km

Abbildung 31: Verlegekosten im Tiefbau

#### 6.4.1. FTTC-Leerrohrkonzept

Für die Umsetzung des FTTC-Leerrohrkonzepts im Kreis Paderborn sind 282,34 km Leerrohre und Glasfaser notwendig. Bei einer kompletten Neuverlegung entstehen Kosten in Höhe von 10,3 Mio. € für die Verlegung der Leerrohre sowie 988.207 € für die Glasfaser. Für den Überbau der KVz fallen Kosten in Höhe von 11,45 Mio. € an. Für den kreisweiten Ausbau eines FTTC-Netzes müssten insgesamt 22,74 Mio. € investiert werden (Vgl. Abbildung 32).

Kommune		Kosten je Kommune
Altenbeken	Die in der Abbildung dargestellten Daten unterliegen der Geheimhaltung und dürfen nicht veröffentlicht werden	825.916,12 €
Bad Lippspringe		0,00 €
Bad Wünnenberg		3.079.435,32 €
Borchen		432.030,49 €
Büren		3.442.826,65 €
Delbrück		4.671.751,97 €
Hövelhof		2.015.894,80 €
Lichtenau		3.328.985,13 €
Paderborn		2.423.503,48 €
Salzkotten		2.518.455,03 €
<b>Summe</b>		<b>22.738.798,99 €</b>

Abbildung 32: Kosten des FTTC-Netzes bei Neuverlegung je Kommune

Um die Kosten signifikant zu senken sollten wann immer es möglich ist, Mitverlegungsmaßnahmen ausgenutzt werden. Bei konsequenter Mitverlegung von Leerrohren können bezüglich des FTTC-Leerrohrkonzepts im Kreis Paderborn Einsparungen von bis zu 31% generiert werden. Die Kosten können dabei auf 15,68 Mio. € gesenkt werden. Abbildung 33 stellt die Kosten bei Mitverlegung je Kommune dar.

Kommune		Kosten je Kommune
Altenbeken	Die in der Abbildung dargestellten Daten unterliegen der Geheimhaltung und dürfen nicht veröffentlicht werden	550.343,54 €
Bad Lippspringe		0,00 €
Bad Wünnenberg		2.336.038,24 €
Borchen		315.136,44 €
Büren		2.319.185,00 €
Delbrück		3.195.656,99 €
Hövelhof		1.390.335,55 €
Lichtenau		2.298.369,42 €
Paderborn		1.652.563,80 €
Salzkotten		1.622.545,64 €
<b>Summe</b>		<b>15.680.174,62 €</b>

Abbildung 33: Kosten des FTTC-Netzes bei Mitverlegung je Kommune

#### 6.4.2. FTTB/FTTH-Leerrohrkonzept

Zur Umsetzung des FTTB/FTTH-Leerrohrkonzepts in den Innenräumen und den Gewerbegebieten im Kreis Paderborn sind 1.470,74 km Leerrohre notwendig. Davon entfallen 980,02 km auf das Verteilnetz und 490,72 km auf die Hausanschlussleitungen. Durch die bereits vorhandenen Infrastrukturen können rund 140 km Leerrohre für den FTTB/FTTH-Ausbau genutzt werden, sodass die Ausbaurkosten signifikant gesenkt werden können. Bei angenommenen 36.500 €/km bei der Neuverlegung ergeben sich dadurch Ausbaurkosten in Höhe von 48.606.850 €. Für den Ausbau der Leerrohre mit Glasfaserkabeln fallen weitere 5.147.606 € an (Annahme: 3.500 €/km Glasfaserkabel). Jede Kommune benötigt einen PoP, dafür fallen für den Kreis weitere 500.000 € an. Für eine Verteilerstation, an die ca. 400 Haushalte angeschlossen werden können, fallen durchschnittlich Kosten von 15.000 € je Station an. Bei 83 Verteilerstationen entstehen dadurch zusätzliche Kosten von 1.245.000 €. Damit belaufen sich die Kosten für den kompletten Ausbau der Innenräume und Gewerbegebiete abzüglich bereits versorgter Kabelbereiche >30 Mbit/s des Kreises Paderborn auf 55.499.455 € (Vgl. Abbildung 34).

Kommune	Gesamtlänge Leerrohrnetz abzüglich vorhan- dene Leerrohre in		Gesamtlänge Leerrohrnetz			Anzahl Verteiler- stationen	Kosten Vertei- ler- stationen	Kosten je Kommune	erschlossene Haushalte	Kosten pro Haushalt
	km	Kosten Leerrohr	in km	Kosten Glasfaser	Kosten PoP					
Altenbeken	41,91	1.529.718,10 €	53,04	185.640,30 €	50.000,00 €	3	45.000,00 €	1.810.358,40 €	1.932	936,92 €
Bad Lippspringe	28,23	1.030.441,27 €	34,39	120.369,44 €	50.000,00 €	2	30.000,00 €	1.230.810,71 €	902	1.365,03 €
Bad Wünnenberg	165,36	6.035.606,81 €	165,36	578.756,82 €	50.000,00 €	10	150.000,00 €	6.814.363,63 €	5.977	1.140,10 €
Borchen	85,55	3.122.719,80 €	89,22	312.283,89 €	50.000,00 €	5	75.000,00 €	3.560.003,69 €	3.089	1.152,32 €
Büren	164,40	6.000.506,06 €	164,40	575.390,99 €	50.000,00 €	9	135.000,00 €	6.760.897,05 €	5.567	1.214,43 €
Delbrück	214,59	7.832.588,69 €	255,06	892.715,15 €	50.000,00 €	16	240.000,00 €	9.015.303,83 €	11.639	774,58 €
Hövelhof	93,60	3.416.293,56 €	96,59	338.054,79 €	50.000,00 €	6	90.000,00 €	3.894.348,35 €	3.860	1.008,96 €
Lichtenau	156,72	5.720.274,66 €	156,72	548.519,49 €	50.000,00 €	9	135.000,00 €	6.453.794,15 €	5.137	1.256,25 €
Paderborn	241,31	8.807.745,80 €	300,41	1.051.428,36 €	50.000,00 €	15	225.000,00 €	10.134.174,17 €	12.576	805,86 €
Salzkotten	140,03	5.110.954,81 €	155,56	544.446,56 €	50.000,00 €	8	120.000,00 €	5.825.401,37 €	5.350	1.088,83 €
<b>Summe</b>	<b>1.331,69</b>	<b>48.606.849,57 €</b>	<b>1.470,74</b>	<b>5.147.605,78 €</b>	<b>500.000,00 €</b>	<b>83</b>	<b>1.245.000,00 €</b>	<b>55.499.455,35 €</b>	<b>56.029</b>	

**Abbildung 34: Kosten des FTTB/FTTH-Netzes bei Neuverlegung je Kommune**

Da wie bereits beschrieben, der Tiefbau den größten Kostenfaktor in der Kostenkalkulation darstellt, können auch beim FTTB/FTTH-Konzept durch Mitverlegung der passiven Infrastrukturen die Kosten für den Ausbau erheblich gesenkt werden. Insgesamt können durch Mitverlegung ca. 60% der Kosten eingespart werden. Die Gesamtkosten würden somit bei 22.207.092 € liegen. Abbildung 35 stellt die Kosten bei Mitverlegung je Kommune dar.

Kommune	Gesamtlänge Leerrohrnetz abzüglich vorhan- dene Leerrohre in		Gesamtlänge Leerrohrnetz			Anzahl Verteiler- stationen	Kosten Vertei- ler- stationen	Kosten je Kommune	erschlossene Haushalte	Kosten pro Haushalt
	km	Kosten Leerrohr	in km	Kosten Glasfaser	Kosten PoP					
Altenbeken	41,91	481.965,98 €	53,04	185.640,30 €	50.000,00 €	3	45.000,00 €	762.606,28 €	1.932	394,68 €
Bad Lippspringe	28,23	324.659,58 €	34,39	120.369,44 €	50.000,00 €	2	30.000,00 €	525.029,02 €	902	582,28 €
Bad Wünnenberg	165,36	1.901.629,54 €	165,36	578.756,82 €	50.000,00 €	10	150.000,00 €	2.680.386,36 €	5.977	448,45 €
Borchen	85,55	983.870,62 €	89,22	312.283,89 €	50.000,00 €	5	75.000,00 €	1.421.154,51 €	3.089	460,01 €
Büren	164,40	1.890.570,40 €	164,40	575.390,99 €	50.000,00 €	9	135.000,00 €	2.650.961,40 €	5.567	476,18 €
Delbrück	214,59	2.467.801,91 €	255,06	892.715,15 €	50.000,00 €	16	240.000,00 €	3.650.517,06 €	11.639	313,65 €
Hövelhof	93,60	1.076.366,46 €	96,59	338.054,79 €	50.000,00 €	6	90.000,00 €	1.554.421,26 €	3.860	402,72 €
Lichtenau	156,72	1.802.278,32 €	156,72	548.519,49 €	50.000,00 €	9	135.000,00 €	2.535.797,81 €	5.137	493,60 €
Paderborn	241,31	2.775.043,20 €	300,41	1.051.428,36 €	50.000,00 €	15	225.000,00 €	4.101.471,56 €	12.576	326,15 €
Salzkotten	140,03	1.610.300,83 €	155,56	544.446,56 €	50.000,00 €	8	120.000,00 €	2.324.747,39 €	5.350	434,52 €
<b>Summe</b>	<b>1.331,69</b>	<b>15.314.486,85 €</b>	<b>1.470,74</b>	<b>5.147.605,78 €</b>	<b>500.000,00 €</b>	<b>83</b>	<b>1.245.000,00 €</b>	<b>22.207.092,63 €</b>	<b>56.029</b>	

**Abbildung 35: Kosten des FTTB-Netzes bei Mitverlegung je Kommune**

## Refinanzierbarkeit

Bei einem Neubau eines Netzes stellt sich auch immer die Frage ob sich die Kosten, die zur Errichtung des Netzes nötig sind, refinanzieren lassen. Die Preise bei der Vermarktung von FTTB/FTTH-Netzen, werden im Unterschied zu FTTC-Netzen, nicht pro km Netzlänge berechnet sondern anhand der Homes Connected oder Homes Passed, d.h. anhand der tatsächlich angeschlossenen Haushalte oder der möglichen anzuschließenden Haushalte. In

Abhängigkeit des Vermarktungsrisikos lassen sich unterschiedliche Entgelte erzielen, wie die nachfolgende Übersicht zeigt.

	Homes Connected	Homes Passed
Privat	8-16 €	4-8 €
Gewerblich	12-30 €	6-15 €

Im privaten Bereich werden je tatsächlich angeschlossenen Haushalt (Homes Connected) Entgelte zwischen 8€ - 16 € bezahlt und je möglichen anzuschließenden Haushalt (Homes Passed) zwischen 4€ - 8€. Im gewerblichen Bereich sind entsprechend höhere Erlöse zu erzielen. Für jeden tatsächlich angeschlossenen Betrieb werden Entgelte zwischen 12€ - 30€ bezahlt, für jeden möglichen anzuschließenden Betrieb 6€ - 15€. Werden die Entgelte in Abhängigkeit der Homes Connected berechnet, dann liegt das Vermarktungsrisiko bei den Betreibern des Netzes, da nur Entgelte für jeden tatsächlich angeschlossenen Haushalt bezahlt werden, die Erlöse sind jedoch höher. Werden die Entgelte in Abhängigkeit der Homes Passed berechnet, dann liegt das Risiko bei den Providern. Hier sind entsprechend geringere Erlöse zu erzielen. Im privaten Bereich lässt sich also eine Refinanzierung für nicht durch Kabel versorgte Innenbereiche wirtschaftlich darstellen. Jedoch sollte dabei die Prämisse gelten, dass die Kosten je angeschlossenen Haushalt eine Schwelle von 1.000 € nicht überschreiten.

Im gewerblichen Bereich müssen aufgrund der geringen Anschlusszahlen in Gewerbegebieten für die Vermarktung von FTTB/FTTH-Netzen Betreiber mit spezifischem Know-How gefunden werden. Grundsätzlich gilt, je größer das Gewerbegebiet und je leistungsfähiger die ansässigen Betriebe sind, desto eher ist ein Ausbau wirtschaftlich darstellbar. Im gewerblichen Bereich sollte in jedem Fall immer eine Vorvermarktung durchgeführt werden. Gegebenenfalls sind Bauvorleistungen von Unternehmen zu zahlen, um eine Refinanzierbarkeit herzustellen. Je größer letztlich ein Gewerbegebiet ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit eines auskömmlichen Ausbaufalles.

### 6.4.3. Außenbereiche

Für die unterversorgten Außenbereiche des Kreises Paderborn kommen mit dem KVz-Überbau, dem Ausbau über Richtfunk und dem Ausbau über Satellit drei Erschließungsvarianten in Frage. Hier empfiehlt sich für den Ausbau je nach Gegebenheit ein Technologiemix. Die Kosten liegen je nach Technologie bei 4,73 Mio. € für den KVz-Überbau, 3,83 Mio. € für die Erschließung über Richtfunk und bei rund 3,28 Mio. € für die Erschließung über Satellit (Vgl. Abbildung 36). Für die Kommune Bad Lippspringe gilt es zu beachten, dass es in den Außenbereichen eigentlich zwar keinen unterversorgten KVz mehr gibt (Vgl. Kapitel 6.4.1), jedoch müsste zumindest ein weiterer KVz aufgebaut werden, um die restlichen Haushalte in den Außenbereichen zu versorgen.



Kommune	Nicht durch FTTB erschlossene Haushalte	unterversorgte KVz Außenbereiche	KVz-Ausbau	Kosten pro Haushalt KVz	Richtfunk	Kosten pro Haushalt RF	Satellit	Kosten pro Haushalt Sat
Altenbeken	110	1	105.000,00 €	954,55 €	85.000,00 €	772,73 €	41.250,00 €	375,00 €
Bad Lippspringe	114	1	105.000,00 €	921,05 €	85.000,00 €	745,61 €	42.750,00 €	375,00 €
Bad Wünnenberg	225	2	210.000,00 €	933,33 €	170.000,00 €	755,56 €	84.375,00 €	375,00 €
Borchen	141	2	210.000,00 €	1.489,36 €	170.000,00 €	1.205,67 €	52.875,00 €	375,00 €
Büren	446	4	420.000,00 €	941,70 €	340.000,00 €	762,33 €	167.250,00 €	375,00 €
Delbrück	3809	11	1.155.000,00 €	303,23 €	935.000,00 €	245,47 €	1.428.375,00 €	375,00 €
Hövelhof	1315	7	735.000,00 €	558,94 €	595.000,00 €	452,47 €	493.125,00 €	375,00 €
Lichtenau	499	8	840.000,00 €	1.683,37 €	680.000,00 €	1.362,73 €	187.125,00 €	375,00 €
Paderborn	1423	4	420.000,00 €	295,15 €	340.000,00 €	238,93 €	533.625,00 €	375,00 €
Salzkotten	668	5	525.000,00 €	785,93 €	425.000,00 €	636,23 €	250.500,00 €	375,00 €
<b>Summe</b>	<b>8750</b>	<b>45</b>	<b>4.725.000,00 €</b>		<b>3.825.000,00 €</b>		<b>3.281.250,00 €</b>	

**Abbildung 36: Kosten der alternativen Erschließungsvarianten in den Außenbereichen**

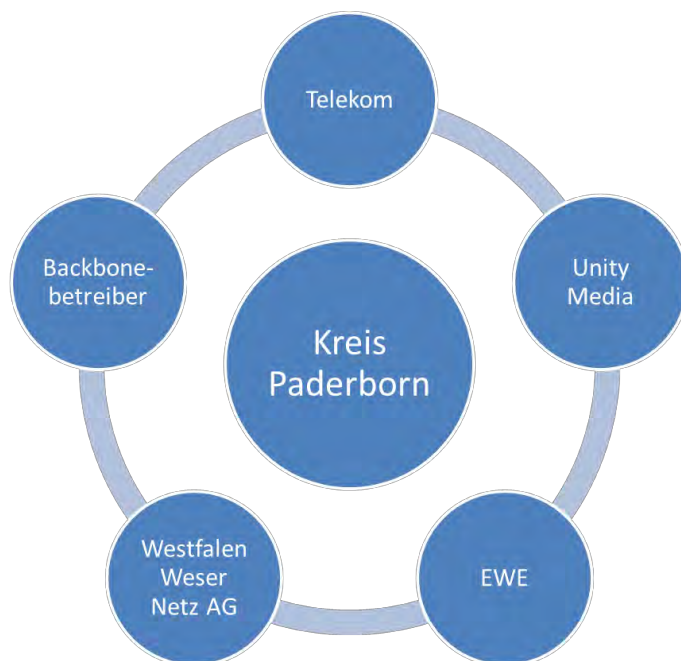
Zur Umsetzung von Richtfunklösungen ist eine Sichtverbindung erforderlich, die i.d.R. über die Installation kleinerer Funktürme hergestellt wird. Die Netze sind im Wesentlichen dazu gedacht, akute Versorgungslücken abzudecken, schaffen andererseits aber auch eine Grundlage für den weiteren Breitbandausbau, da die Multifunktionsgehäuse und deren Verbindung mit dem KVz auch bei einem FTTC-Ausbau erforderlich sind. Wenn sich, beispielsweise im Rahmen von Baumaßnahmen, eine Gelegenheit bietet, die Richtfunkstrecke durch ein Glasfaserkabel zu ersetzen, ist dadurch mit relativ geringem Aufwand eine weitere Steigerung der Bandbreiten möglich.

Eine Alternative für besonders abgelegene Siedlungen oder einzelne Häuser und Höfe bietet die Satellitentechnologie. Über Satellitenanbindung ist es praktisch an jedem Ort möglich, eine Verbindung zum Internet aufzubauen. Die tatsächliche Übertragungsgeschwindigkeit der angebotenen Leistungen hängt von verschiedenen Faktoren ab und kann teilweise stark vom theoretischen Wert abweichen. So sind die Qualität der Satellitenanlage, die Wetterverhältnisse und die Netzauslastung für die tatsächlich vorhandene Breitbandgeschwindigkeit ausschlaggebend.

## 7. AKTEURE UND WERTSCHÖPFUNGSKETTE

### 7.1. Akteure

Im Kreis Paderborn sind neben der Wirtschaftsförderung noch zahlreiche weitere Breitbandakteure vertreten (Vgl. Abbildung 37). Als leitungsgebundene Breitbandanbieter sind die Telekom, Unity Media und die EWE vertreten. Die Westfalen Weser Netz AG verfügt über ein zusammenhängendes Leerrohrnetz im Kreisgebiet. Daneben verlaufen die LWL Trassen der WINGAS und andere Infrastrukturen durch das Kreisgebiet (Autobahnen, Bahnstrecken, Hochspannungsleitungen).



**Abbildung 37: Breitbandakteure im Kreis Paderborn**

Die vorhandenen Infrastrukturen der Breitbandakteure im Kreis Paderborn sind in Kapitel 4 detailliert beschrieben. Auf die Backbone-Eigner und die vorhandenen LWL-Trassen wird in Kapitel 5 näher eingegangen.

### 7.2. Die Breitband-Wertschöpfungskette

Für die Wertschöpfungskette im Breitbandausbau ergibt sich eine Fünfteilung aus den Bereichen Projektmanagement/Koordinierung, Infrastruktur, Betrieb, Providing und Vertrieb.

Unter dem Bereich Projektmanagement und Koordinierung wird die Moderation des Prozesses, die Koordinierung von Tiefbauämtern, Kommunen und Land sowie die Aktivierung Dritter verstanden. Auf Ebene der Infrastruktur müssen die Netze geplant und ausgebaut werden. Der Betrieb beinhaltet das Betreiben der aktiven Technik. Die Vermarktung der Infrastrukturen und Dienste fällt unter das Providing.

In der Vergangenheit waren im Telekommunikationssektor i.d.R. alle Wertschöpfungsstufen vertikal integriert, d.h., sie wurden von einem einzigen TK-Anbieter, nämlich der Telekom,

ausgeführt. Auch heute noch sind die großen TK-Unternehmen wie die Telekom, Unitymedia und Vodafone auf allen Stufen aktiv. Jedoch haben sich andere Unternehmen auf einzelne Wertschöpfungsstufen spezialisiert. Vor dem Hintergrund der Entwicklung zu NGA-Netzen mit Open-Access wird sich künftig eine stärkere Trennung zwischen den Wertschöpfungsstufen entwickeln.

Auf der Ebene der Infrastruktur und des Netzbetriebs entsteht eine größere Vielfalt im Markt, denn häufig verfügen auch lokale Akteure über für den Breitbandausbau nutzbare Infrastrukturen oder haben Interesse, diese zu entwickeln und zu betreiben. Auch bei Betrieb und Providing sind immer mehr kleine, oft regional verwurzelte, Anbieter auf dem Markt. Häufig sind diese jedoch nicht profitabel, da sich die Gewinnung einer ausreichenden Kundenzahl als schwierig herausstellt und die Kosten für Servicehotline, Abrechnungen und Kundendienst unterschätzt werden.

Für die Realisierung des Breitbandausbaus ist das kommunale Engagement vor allem auf den ersten beiden Stufen erforderlich, da hier der Überblick über die lokale Versorgungs- und Bedarfslage notwendig ist und in den Kommunen bzw. kommunalen Unternehmen darüber hinaus bereits Kompetenzen im Bereich der Infrastruktur vorhanden sind. Betrieb und Providing erfordern hingegen umfangreiches technisches und betriebswirtschaftliches Know-how, das in der öffentlichen Verwaltung normalerweise nicht im erforderlichen Maße angesiedelt ist.

Es ist daher empfehlenswert, sich auf kommunaler Ebene auf die ersten beiden Aufgaben, nämlich Projektmanagement/Koordinierung und die Infrastruktur, zu konzentrieren.

### **Projektmanagement/Koordinierung**

Eine grundlegende Aufgabe für einen kreisweiten Breitbandausbau ist das Projektmanagement bzw. die Koordinierung. Hiermit ist jedoch nicht die konkrete Ausbauplanung vor Ort gemeint, sondern die übergeordnete Unterstützung und Moderation des Ausbauprozesses. Im Kreis Paderborn fällt die Aufgabe des Kümmerers übergeordnet der Wirtschaftsförderung in enger Zusammenarbeit mit dem Kreis, den Stadtwerken sowie den Städten und Gemeinden zu. Die aktive Behandlung des Breitbandthemas auf Kreisebene kann zu mehr Bewegung im örtlichen Breitbandmarkt führen. Auf diese Weise ist es denkbar, dass auch privatwirtschaftlich finanzierte Ausbauprojekte angestoßen werden, die für die Kommunen eine kostenneutrale Verbesserung der Versorgungssituation bewirken.

Diese Bewegung im Markt muss allerdings aktiv unterstützt werden, indem regelmäßig Gespräche mit den Netzbetreibern, Infrastrukturbesitzern, möglichen Kooperationspartnern, den Kommunen sowie mit Gewerbetreibenden und engagierten Bürgern geführt werden.

Im Rahmen der Koordinierung des Ausbaus gibt es darüber hinaus noch weitere Aufgaben, die zentral erfüllt werden sollten. Hierzu zählt die Pflege des im Rahmen dieses Projekts angelegten Infrastruktur- und Leerrohrkatasters, in dem die für den Breitbandausbau relevanten Infrastrukturen verzeichnet sind. So besteht jederzeit die Möglichkeit sich einen Überblick zu verschaffen, in welchen Gebieten möglicherweise bestehende Infrastrukturen für den Breitbandausbau genutzt werden können. Dies wird beispielsweise relevant, wenn die kommunalen Bauämter Baumaßnahmen planen und sich die Frage stellen, ob es sinnvoll ist, im Rahmen einer Baumaßnahme Leerrohre mitzuverlegen. Ohne ein solches Kataster entstehen ständig Aufwände, da bei der Planung einer Baumaßnahme zunächst die Mitverlegungsmöglichkeiten aufwändig geprüft werden müssen.

## **Infrastruktur**

Die Aufgabe „Infrastruktur“ umfasst die Planung und den Bau von Telekommunikationsnetzen. Hierbei kann Infrastruktur sowohl fertige Breitbandnetze bedeuten, wie auch Leerrohre, die anschließend an Netzbetreiber vermietet werden. Es stellt sich dabei grundsätzlich die Frage, wie mit zu bauender Infrastruktur umgegangen werden soll.

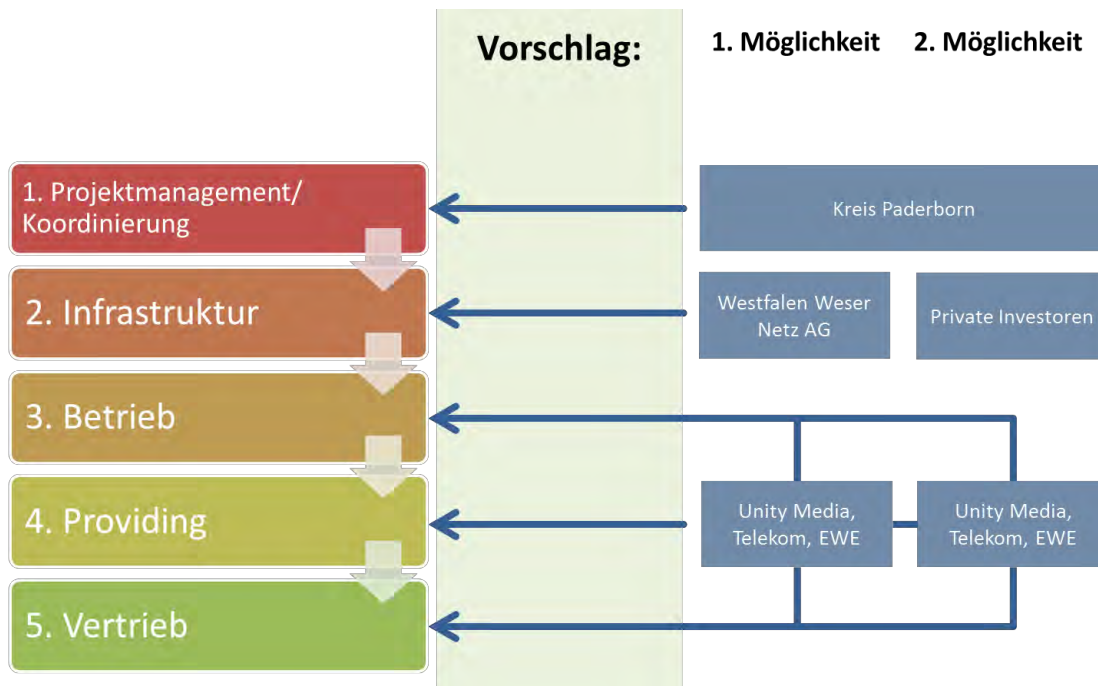
Hierzu gibt es allgemein zwei Möglichkeiten:

1. Der Bau von Infrastruktur wird dem Markt überlassen. Wo möglich erfolgt eine Förderung der Wirtschaftlichkeitslücke
2. Der Bau von Infrastruktur erfolgt in kommunaler Verantwortung

Möglichkeit 1 ist hiermit scheinbar der einfachere Weg, den Breitbandausbau voranzutreiben, da er für die Kommunen ohne größere Investitionen in Infrastruktur auskommt. Gleichzeitig hat dieser Weg jedoch auch enge Grenzen. Dort, wo Infrastruktur privatwirtschaftlich gebaut und betrieben werden kann, insbesondere in Städten und größeren Ortschaften, ist dies meist schon passiert. Für den Ausbau in strukturell schwächeren Gebieten, dort wo derzeit noch Versorgungslücken vorhanden sind, besteht vonseiten privater Wettbewerber i.d.R. wenig Interesse an einem Ausbau, da sich keine hohen Kundenzahlen gewinnen lassen. Auch die Förderung dieser Gebiete ist nur begrenzt möglich, da Fördergelder limitiert sind und die Förderbedingungen den Handlungsspielraum einschränken.

Möglichkeit 2 hat daher den Vorteil, dass die Maßnahmen, die im Rahmen der Koordinierung des Ausbaus erkannt wurden, zielgerichteter umgesetzt werden können. Auch bei einer erfolgreichen Koordinierung und Verstärkung privatwirtschaftlicher Ausbauaktivität werden am Ende Lücken bleiben, die einen Ausbau der Infrastruktur erfordern. Durch einen Ausbau in kommunaler Verantwortung kann hier gezielt auf Basis des erarbeiteten Konzeptes gebaut werden.

Einfluss auf die Infrastruktur haben neben der Wirtschaftsförderung, dem Kreis, den Stadtwerken und den Städten und Gemeinden auch die Backbone-Eigner, welche ihre bestehende Infrastruktur vermieten. In Abbildung 38 sind die am Breitbandausbau beteiligten Akteure und ihr Einfluss auf die Wertschöpfungskette zusammenfassend dargestellt.



**Abbildung 38: Akteure in der Wertschöpfungskette im Breitbandausbau**

Die Investition in Breitband-Infrastrukturen bietet immer wieder neue Geschäftsmodelle. Mitverlegungsmöglichkeiten und die Nutzung vorhandener Infrastrukturen eröffnen dabei den günstigen Einstieg in das Breitbandgeschäft. Es kann ein hoher Mehrwert durch die Vermietung oder den Verkauf von Breitband-Infrastrukturen erzielt werden. Hierzu ist jedoch eine Koordinierung aller Akteure die Voraussetzung. Die in diesem Bericht beschriebene Strukturplanung für den Kreis Paderborn kann auch Investitionsanreize für Dritte schaffen.

## 8. FAZIT UND WEITERES VORGEHEN

Mit der Studie „Erstellung eines Masterplans für den Aufbau eines FTTC/FTTB/FTTH-Netzes im Kreis Paderborn“ liegt erstmals eine umfassende Studie zum Breitbandausbau für den Kreis Paderborn vor. Der Fokus der Planung liegt auf der Verlegung von Leerrohren und Glasfasern im Straßenraum, sowie der Verbindung von der Straße bis zum Hausanschluss. Diese Studie und das erstellte Leerrohrkataster können nun als Grundlage zum Aufbau eines FTTC/FTTB/FTTH-Netzes verwendet werden.

Es geht dabei nicht um Fragen der Grundversorgung (>2 Mbit/s), sondern um den Ausbau eines, auf Glasfaser basierenden, Next-Generation-Access-Networks (NGA). Ziel war es eine kreisweite Strategie zu erarbeiten, die dann beim konkreten Ausbau auf Ebene der Kommunen verfolgt werden kann. Dabei wird eine kabelgebundene Ausbaustrategie für die Innenräume und die Gewerbegebiete verfolgt. Für die Außenbereiche wurden kabellose sowie kabelgebundene Erschließungsmethoden analysiert.

Das kreisweite NGA-Konzept umfasst insgesamt 1.332 km Leerrohr, 1.471 km Glasfaser und 83 Verteilerstationen. Die Gesamtinvestitionskosten belaufen sich dabei auf ca. 55,5 Mio. € bei einer Neuverlegung. Bei konsequenter Mitverlegung können die Kosten um bis zu 60% auf rund 22,2 Mio. reduziert werden. Für das Schließen kurzfristiger Versorgungslücken über das FTTC-Konzept sind bei Neuverlegung mit Kosten von rund 22,74 Mio. € zu kalkulieren. Bei Mitverlegung können die Kosten um bis zu 31% auf rund 15,68 Mio. € reduziert werden.

Das Konzept soll nun mit den einzelnen Kommunen im Kreis Paderborn kommuniziert werden, um eine laufende Abstimmung mit den eigenen Ausbaumaßnahmen und Planungen zu ermöglichen. Hierzu gehören unter anderem die Mitverlegung von Leerrohren bei Baumaßnahmen sowie die Erschließung von Neubaugebieten und Gewerbegebieten. Als nächste Schritte sollten Lückenschlüsse vollzogen sowie der Ausbau der Gewerbegebiete vorangetrieben werden, um nachhaltiges Wirtschaftswachstum für den Kreis zu ermöglichen.

Die Wirtschaftsförderung des Kreises Paderborn sollte eine koordinierende und beratende Rolle bei der Umsetzung des Masterplans haben, da hier schon die notwendige Expertise im Bereich Breitbanderschließung vorhanden ist und bereits Kontakte zu den Breitbandakteuren im Kreis und darüber hinaus aufgebaut wurden. Durch die kreisweite Koordinierung des NGA-Konzepts können die Gemeinden und Städte im Kreis Paderborn auf die vorhandene Expertise zurückgreifen und sich zentral über laufende und geplante Ausbauvorhaben informieren. Die zentrale Koordinierung ermöglicht es die Erfahrungen aus abgeschlossenen Vorhaben weiterzugeben und bei der Umsetzung neuer Projekte einfließen zu lassen. Schwerpunkt sollte es dabei sein, das Organisationskonzept zum Aufbau des Infrastruktureigentums, des Netzbetriebs und des Serviceprovidings zu unterstützen.

Auf der anderen Seite ist für die konkreten Ausbauaktivitäten insbesondere das Know-how, das in den Kommunen im Infrastruktur- und Baubereich vorhanden ist, von Bedeutung. Da Bautätigkeiten, z.B. im kommunalen Straßenbau, in den Städten- und Gemeinden koordiniert werden, ist auch Personal mit Qualifikationen im Infrastruktur- und Baubereich vorhanden. Die Kompetenz im Breitbandausbau kann dabei mit relativ geringem Aufwand erlangt werden. Hierbei geht es dann aber nicht um die allgemeine, koordinierende Sicht, sondern um die Kompetenz in der lokalen Verlegung von Breitbandinfrastrukturen. So sollte beispielsweise eine Sensibilisierung dafür vorhanden sein, dass bei Baumaßnahmen anhand des Leer-



rohrkonzeptes zu prüfen ist, ob eine Mitverlegung von Leerrohren Sinn macht. Dabei ist es wichtig die Verlegung immer von bzw. bis zur nächsten Verteilerstation durchzuführen. Die Menge der zu verlegenden Microtubes (Mini-Leerrohre) richtet sich dabei nach der Anzahl der Haushalte die entlang der Baumaßnahme erschlossen werden sollen.

Zur Kompetenzbildung in den Kommunen ist es empfehlenswert, Schulungen in den Kommunen durchzuführen. Denn mindestens ein bis zwei Mitarbeiter sollten über einen Basiskenntnisstand zu Breitbandtechniken, Verlegemethoden und Projektschritte beim Breitbandausbau verfügen, um Potenziale bei der Nutzung von Synergien rechtzeitig erkennen zu können.

Um auf kommunaler Ebene einen festen Ansprechpartner zu haben, schlagen wir vor, in jeder Stadt und Gemeinde einen Breitbandkompetenzpartner zu ernennen, der an der Schulung teilnimmt und anschließend für die Beantwortung von Fragen zum Breitbandausbau gegenüber dem Bürger, sowie die Kommunikation mit der Wirtschaftsförderung und den anderen Akteuren des Breitbandausbaus zuständig ist. Dieser Mitarbeiter könnte je nach verfügbaren Kapazitäten z.B. aus Bauämtern, Wirtschaftsförderung oder IT-Abteilungen kommen.

### **Handlungsempfehlungen**

Nachfolgend sollen Handlungsempfehlungen für den Kreis Paderborn und die angehörigen Kommunen aufgezeigt werden, die in naher Zukunft auf Grundlage der vorliegenden Strukturplanung umzusetzen sind.

1. Entscheidung über Gesellschaftsform des Trägers des Leerrohr- oder Glasfasernetzes (Mietbedingungen, Ausschreibungsverfahren, Vergabeverfahren, SLAs)
2. Lückenschlüsse vollziehen, alternative Brückentechnologien wie Richtfunk, Satellit und den KVz-Überbau nutzen
3. Gespräche bezüglich des Ausbaus der Gewerbegebiete, um nachhaltiges Wachstum zu sichern
4. Gespräche mit lokalen und überregionalen Providern suchen
5. Klärung des künftigen Betreibermodells für ein Leerrohr-/Glasfasernetz
6. Aufbau und Verstetigung des Leerrohr- und Gewerbekatasters
7. Prozessinitiierung zu Mitverlegungsentscheidungen
8. Umsetzungsgespräche mit möglichen Investoren und Providern

Hinsichtlich des weiteren Vorgehens und um das Betreibermodell zu konkretisieren ist es erforderlich, die zukünftige Rolle des lokalen Infrastrukturinhabers Westfalen Weser Netz AG zu klären. In Bezug auf die Infrastruktur muss eine Aussage getroffen werden, in wie weit die bestehenden Netze auf den gesamten Kreis Paderborn ausgeweitet werden können.

In Bezug auf das Umsetzungskonzept gilt es weiterhin zu klären, ob die Versorger EWE, Telekom und Unity Media als Provider des FTTB/FTTH-Netzes zur Verfügung stehen und die Versorgung in den Gewerbegebieten und/oder in den Wohnbaugebieten der Innen- und Außenbereiche sicherstellen können. Hierzu sind auf Grundlage des Konzepts Gespräche mit den Versorgern zu führen, um Investitionsanreize zu schaffen und die Versorgung über das geplante NGA-Netz zu gewährleisten.



Unter Koordination des Kreises Paderborn bzw. der Wirtschaftsförderung muss jede Kommune den für sie richtigen Weg finden. Dabei müssen Prioritäten des FTTB/FTTH-Ausbaus sowie eine klare Rollenverteilung der Breitbandakteure bestimmt werden. Auch die Finanzierung des FTTB/FTTH-Netzes muss koordiniert werden. Hierzu gibt es drei unterschiedliche Möglichkeiten (Vgl. Abbildung 39). Die erste Möglichkeit besteht darin, einen Investor für das FTTB/FTTH-Netz zu gewinnen, der eigenwirtschaftlich am Aufbau des Netzes beteiligt wird. Die zweite Variante ist das kommunale Investment, die Kommune kommt demnach selbst für die Investition in das Netz auf. Die dritte Möglichkeit ist eine Mitfinanzierung des Netzes, entweder über einen Zuschuss zur Deckung der Wirtschaftlichkeitslücke oder über eine Kapitalbeteiligung der regionalen Breitbandakteure wie Westfalen Weser Netz AG. Auch hier muss jede Kommune das für sie beste Vorgehen bestimmen.

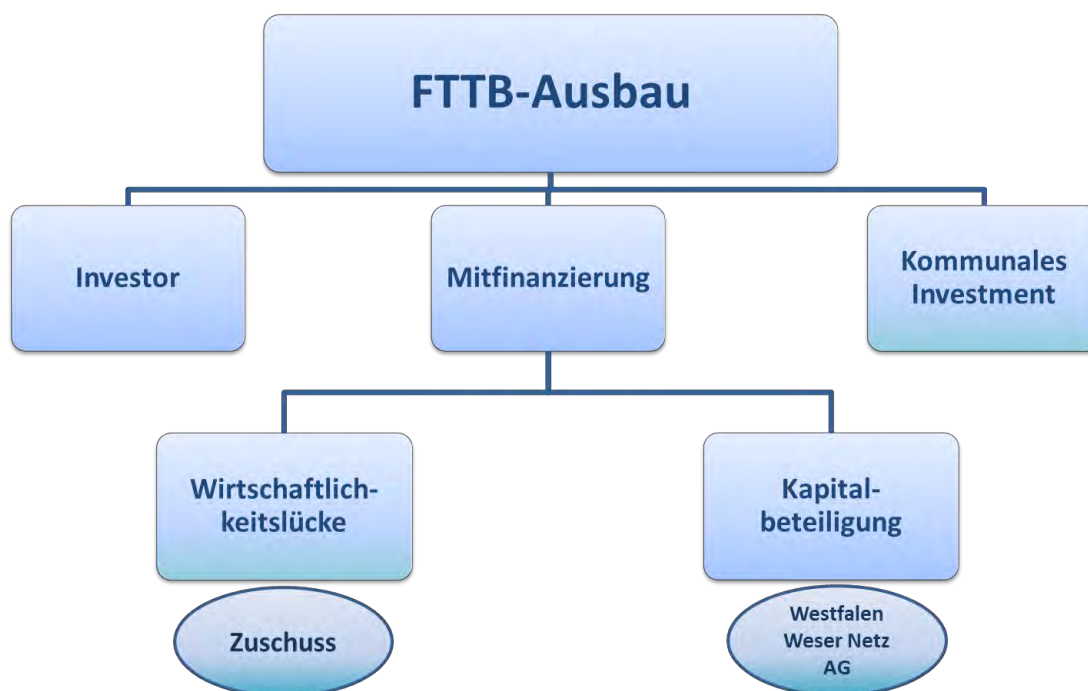


Abbildung 39: Die Vorgehensvarianten zum FTTB/FTTH-Ausbau

## 9. ANHANG

### Anhang A: Analyse der Versorgungslage – Berechnung der Kabeldämpfung

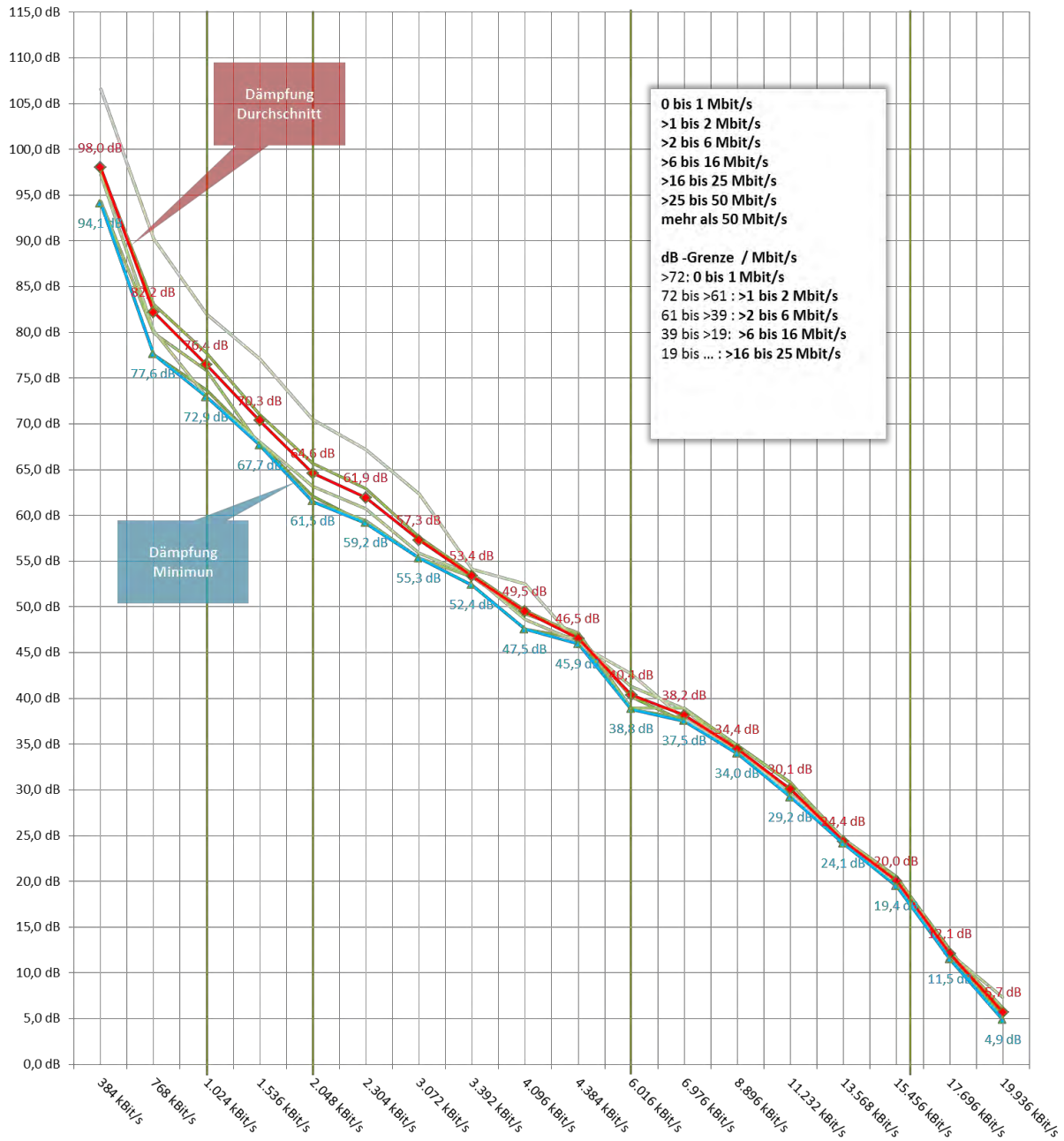


Abbildung 40: Berechnung der Kabeldämpfung aus den Leitungsangaben der Telekom

### Analyse der Versorgungslage – Reichweite von Kupferkabeln

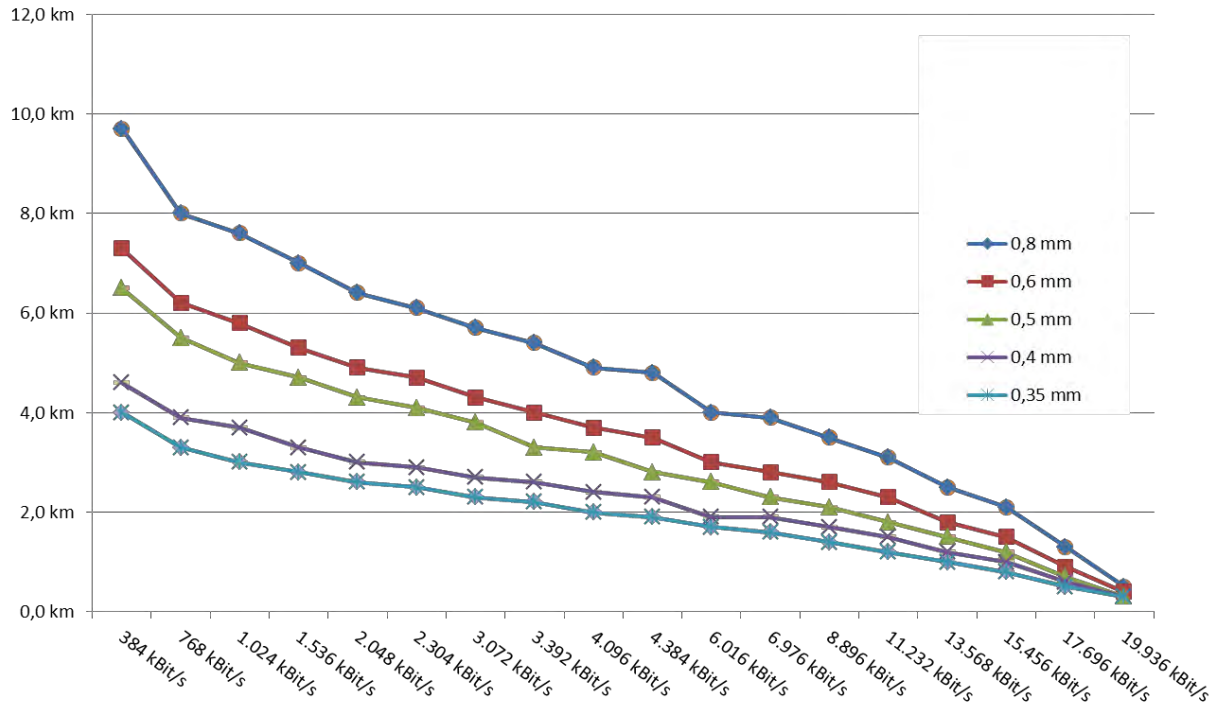


Abbildung 41: Bandbreiten-Dämpfung in Abhängigkeit der Kabellänge

## Anhang B: Leitfaden zur Leerrohrmitverlegung bei kommunalen Baumaßnahmen

### Leerrohrmitverlegung zur Glasfasererschließung im Zuge von kommunalen Baumaßnahmen im Kreis Paderborn

#### Grundsätzliches

Im Zuge von kommunalen Infrastrukturbaumaßnahmen wird vielerorts die Mitverlegung von Leerrohren für die Glasfasererschließung erwogen. Wirtschaftlich kann dies sinnvoll sein, da bei einer Glasfasererschließung die Erdbau-, Verlege-, und Oberflächenbaumaßnahmen einen erheblichen Teil der Investitionen ausmachen. Diese Kosten führen oft dazu, dass ein Ausbau der Breitbandinfrastruktur unter Marktbedingungen gerade im ländlichen Raum ohne Synergieeffekte wirtschaftlich nicht darstellbar ist.

Aber eine Leerrohrmitverlegung ist nicht kostenneutral. Materialkosten, Planung, Koordinierung, Baumaßnahmen und Dokumentation bringen immer einen zusätzlichen Aufwand zur ursprünglichen Maßnahme mit.

Für die Mitverlegung einer längeren Strecke, bei wenig zusätzlichem Bauaufwand und einfachen Oberflächen liegen die Kosten bei rund 5 €/lfdm incl. Material. Innerörtlich und je nach Mitverlegungslänge können die Preise aber auch bei 8-10 €/lfdm liegen

Als preisbildende Faktoren sind vor allem die Länge, Abzweige zu den Hausanschlüssen, eventuelle Verbreiterung der Leitungsgräben, anteilige Oberflächenherstellung, anteiliger Bodenaustausch oder Herstellung einer Zwischensohle in einem Wassergraben zu nennen.

Darüber hinaus unterliegt eine Mitverlegung im kommunalen Bereich immer der sog. „Bundesrahmenregelung Leerrohre“ (Rahmenregelung der Bundesregierung zur Bereitstellung von Leerrohren (Kabelschutzrohren) durch die öffentliche Hand zur Herstellung einer flächendeckenden Breitbandversorgung - Stand: 8. Juni 2011), die besagt, dass Fördermaßnahmen für die flächendeckende Breitbanderschließung Beihilfen im Sinne des EG-Vertrages darstellen können, wenn sie einzelnen Unternehmen einen selektiven Vorteil verschaffen.

Die „Bundesrahmenregelung Leerrohre“ regelt die Vorgaben des europäischen Beihilferechts hinsichtlich Art und Umfang der staatlichen Förderung von Breitbandlösungen (die neben der reinen Kostenübernahme durch den Auftraggeber der eigentlichen Infrastrukturmaßnahme beantragt werden kann). Zulässig sind danach öffentliche Beihilfen (einschließlich seitens kommunaler Unternehmen) zur Bereitstellung von Leerrohren mit und ohne Kabel oder die Übernahme der Kosten der entsprechenden Erdarbeiten. Die Förderung bezieht sich grundsätzlich auf die Erschließung der unterversorgten Gebiete bis zum Kabelverzweiger. In begründeten Fällen ist auch eine Förderung bis zum Haus möglich.

Eine Leerrohrmitverlegung bedarf also aus Kosten- und Beihilfegründen immer einer gründlichen und grundsätzlichen Überlegung. Es gibt in Deutschland vielfache Beispiele von unkoordinierter Leerrohrverlegung und Leerrohrmitverlegung. Deshalb wird allgemein empfohlen, Leerrohre nur nach einem zu erarbeitenden Leerrohrkonzept zu verlegen, bzw. mit zu verlegen und deren Lage genau zu dokumentieren.

Dennoch kann bei größeren Infrastrukturmaßnahmen eine Mitverlegung auch ohne ein flächendeckendes Leerrohrkonzept in bestimmten Fällen sinnvoll sein (z.B. Verbindung von zwei Ortsteilen o.ä.).

Nachfolgend sind, zur ersten Orientierung die **FAQ** zur Leerrohrverlegung bzw. Leerrohrmitverlegung mit entsprechenden Antworten aufgeführt:

#### 1. Welche Leerrohre (Typ, Material, Größe) sollen mitverlegt werden?

Innerhalb von Ortschaften sollten Leerrohre nur auf Basis eines Leerrohrkonzepts verlegt werden. Empfohlen wird die Verlegung von sogenannten Microtubes bis hin zum Hausanschluss. Ist eine Verlegung bis zum Hausanschluss nicht möglich, sollte zumindest bis nach dem Abzweig zum Hausanschluss verlegt werden (Kabel als Spirale ablegen). Werden innerhalb von Ortschaften Leerrohre verlegt, von denen keine Hausanschlüsse abzweigen, kann 2 x DA110 verlegt werden.

Außerhalb von Ortschaften sollten 2 x DA50 verwendet werden. Das zu verwendende Leerrohr sollte folgende Eigenschaften aufweisen:

Standards DA50 umfassen:

- DA50 Rohr als Trommelware
- Außendurchmesser: 50mm
- Innendurchmesser: min 40mm
- Mindestwandstärke: 4,6mm
- Material: HDPE, innen gerieft
- gefertigt nach DIN 8074/8075

Standards DA110 umfassen:

- Kabelschutzrohre DA110 aus PVC mit angeformter Steckmuffe und eingeklebtem Dichtring
- Außendurchmesser: 110mm
- Innendurchmesser: min. 100mm
- Mindestwandstärke: 3,2mm
- gefertigt nach DIN 8061/62 und DIN 16873

## **2. Anzahl und Grund für diese Anzahl?**

Grundsätzlich ist ein Leerrohr so zu wählen, dass ein diskriminierungsfreier Zugang für einen oder mehrere Anbieter erfolgen kann. Das kann durch 2 Leerrohre erfolgen, auf der anderen Seite lassen sich in ein Leerrohr DA 50 auch mehrere Microducts (Minilerrohre) einführen, die somit Zugänge für mehrere Anbieter bereithalten.

## **3. Welche baulichen Vorschriften müssen eingehalten werden? (Abstände, Überdeckung etc.)**

Bei der Verlegung im Bereich öffentlicher Straßen ist eine Verlegetiefe von 60 cm Standard (wird z.B. bei der Deutschen Telekom, Kabel D, SW München oder E.ON Netz so angewendet). Sollten Kabel über landwirtschaftliche Flächen verlegt werden, geht man von einer Tiefe von 0,8 m bis 1,0 Meter aus. Zu beachten ist, dass manche Baulastträger, z.B. das staatliche Bauamt (Staats- und Bundesstraßen) eigene Regelwerke für die Verlegung haben. Der Auftragnehmer hat dann deren Auflagen zu folgen. Bei den Abständen zu anderen Leitungen hat man sich nach deren Regelwerken zu richten. So haben z.B. Gas- oder Stromnetzbetreiber ihre eigenen Vorschriften.

## **4. Wie sollen die Rohre markiert werden?**

Zur Unterscheidung der einzelnen Rohre wird dringend eine eindeutige Markierung für jedes Rohr empfohlen. Entweder durch die Verwendung von verschiedenfarbig markierten Leerrohren (EWE-Modell) oder alternativ durch Aufdrucken klarer Bezeichnungen z.B. „LWL Rohr 1“. Über den Rohren sollte ein Trassenwarnband mit der Bezeichnung „LWL Trasse“ liegen.

## **5. Wie sollen die Rohrenden verschlossen/markiert werden?**

Die Rohre werden mit Endkappen verschlossen. Diese können auch für eine dauerhafte Schließung des Rohrsystems genutzt werden.

Um die Rohrenden später wieder besser finden zu können, sollten sie sehr genau eingemessen werden. Die bessere Alternative ist aber die zusätzliche Befestigung von Kugelmarkern am Ende. Diese können dann mit einem Leitungssuchgerät geortet werden. Der Preis für einen Kugelmarker liegt etwa, je nach Anbieter, bei 8 bis 12 Euro. Aufgrund der gesparten Zeit beim Suchen des Rohrendes sind die Kugelmarker auf jeden Fall als wirtschaftlich anzusehen.

#### **6. Materialkosten der Rohre?**

Abhängig von den jeweiligen Einkaufskonditionen ist mit ca. 2 Euro pro Meter Rohr zu rechnen, incl. Verbindungskupplungen. Hier wäre (nach Erstellung eines Leerrohrkonzeptes) zu klären, ob es möglich ist, im Kreis Rohre zentral zu lagern und wer diese Aufgabe übernehmen könnte.

#### **7. Werden die Rohre miteinander verbunden?**

Die Rohre können sowohl lose nebeneinander verlegt, als auch mit Kabelbindern zu einem Dreieck verbunden werden. Alternativ können beim Hersteller auch miteinander verbundene Leerrohre bestellt werden. Vorteil hierbei ist, dass man auf der Baustelle nur eine Trommel benötigt.

#### **8. Wer erstellt Aufmaß, Dokumentation und Datenverwaltung mit GIS?**

Einmessskizze und Aufmaß muss durch die verlegende Firma erstellt werden. Da es sich immer um Mitverlegungen handelt, sollte das Aufmaß vom Auftraggeber der Hauptbaumaßnahme geprüft werden. Die Dokumentation sollte zentral erfolgen (Stichwort GIS).

#### **9. Sollen an markanten Punkten bereits Abzweigungen vorgesehen werden?**

Ja, bei der Verlegung innerhalb von Ortschaften sollten die Abzweige zu den Hausanschlüssen beachtet werden.

#### **10. Gibt es für die öffentliche Hand Förderungen oder Zuschussprogramme bei Mitverlegungen?**

Die Förderung wird durch die „Bundesrahmenrichtlinie Leerrohre“ geregelt. Theoretisch besteht die Möglichkeit der Förderung nach Mitteln der GAK (Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes") sowie nach GRW (Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur").

Die Bundesrahmenregelungen sieht, als Alternative für die Finanzierung, die Refinanzierung durch Vermietung vor, wie z. B.:

- a) durch die Bereitstellung von Leerrohren, die für NGA-fähige Breitbandinfrastruktur genutzt werden sollen,
- b) für die Bereitstellung von Leerrohren im Sinne von a) mit einem oder mehreren unbeschalteten NGA-fähigen Kabeln
- c) durch das Angebot der Verlegung von Leerrohren im Sinne von a) und b) durch private Betreiber selbst (nur Erdarbeiten durch öffentliche Hand)

(Zu a und b: hier ist die Kommune „Bauherr“ und Berechtigter an der Infrastruktur; mit der Verpflichtung, open access sicherzustellen)

#### **11. In welchem Besitz befindet sich die Leitung nach Verlegung?**

Im Besitz der Gemeinde (nach „Bundesrahmenrichtlinie Leerrohre“).

#### **12. Kann das Leerrohr anschließend den Marktteilnehmern angeboten werden? Was ist wichtig für die Diskriminierungsfreiheit?**

Siehe hierzu auch Punkt 2. Mit der dort beschriebenen Rohrverbandlösung werden die Regeln zur Diskriminierungsfreiheit erfüllt. Nach Auffassung der EU darf jedem Betreiber ein Leerrohr zur Verfügung gestellt werden. Ein ungehinderter Zugang für alle Teilnehmer des freien Marktes ist damit grundsätzlich gewährleistet.

**13. Welche Verpachtungskosten können erzielt werden?**

Hinsichtlich Verpachtungskosten gilt ein Preis von 1,- Euro pro laufendem Meter und Jahr. Bei entsprechender Nachfrage und funktionierendem Markt sollte dieser Preis dazu dienen, die Refinanzierung der Leerrohre bei Mitverlegung zu gewährleisten.

**14. Sollen Mitverlegungen auch dann vorgenommen werden, wenn die Gemeinde nicht Bauherr ist? (Landesstraßen, Telekom etc.)**

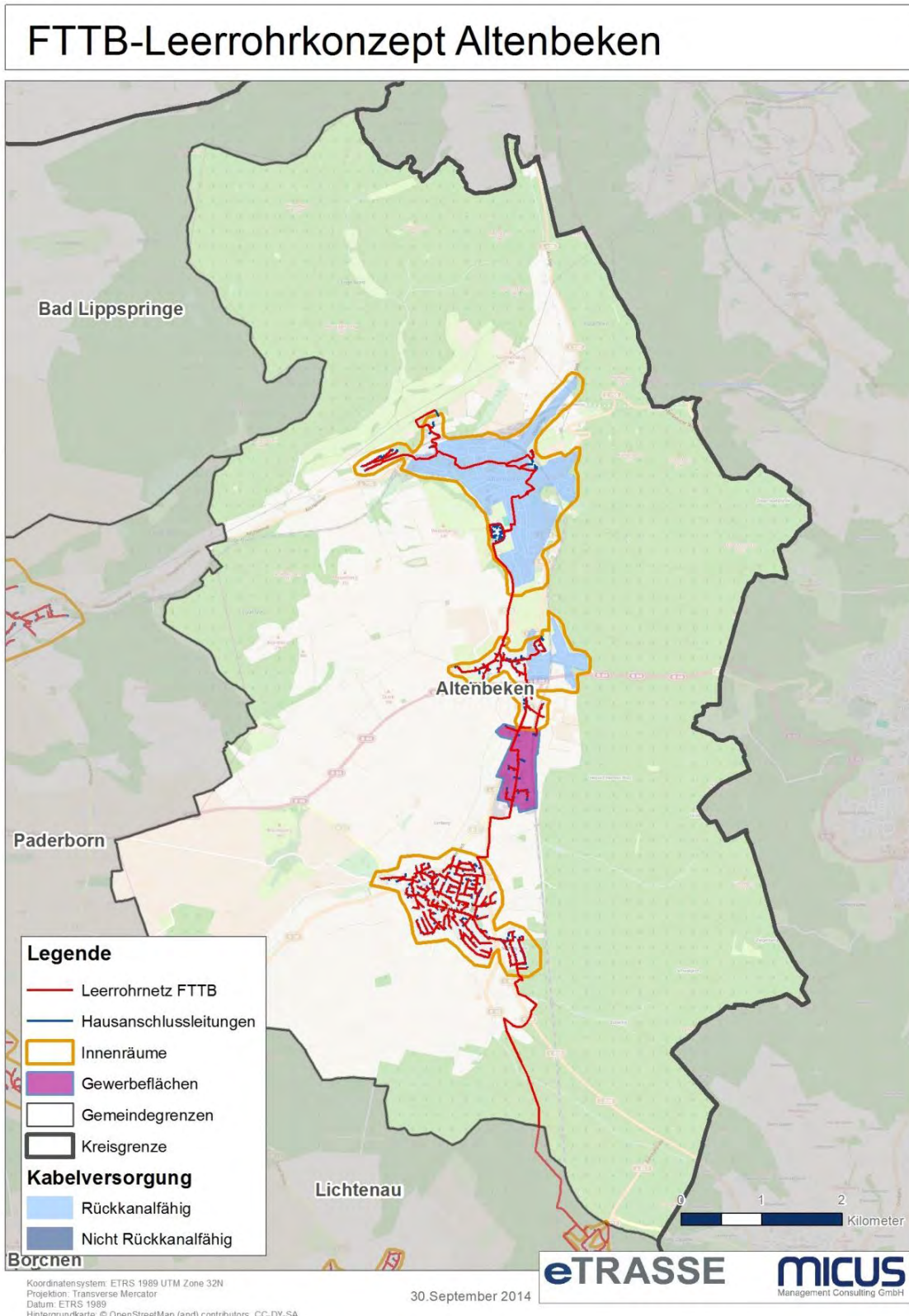
Ja. Hier sollte mit jedem möglichen Bauträger mit dem Ziel einer Kooperation gesprochen werden, insbesondere in Neubaugebieten und bei Neubauten.

**15. Wie können Stadtwerke bei Mitverlegung bei Strom/Gas die Kosten verteilen?**

Ein Sonderfall ist die Mitverlegung von Glasfaserkabeln oder Leerrohren für den Telekommunikationsbreitbandbetrieb im Rahmen notwendiger Verlegungen von Stromleitungen. Insbesondere die Stadtwerke machten bisher die unsichere Rechtslage zur Anrechnung der Kosten geltend, um sich in dieser Frage zurück zu halten. Die Bundesnetzagentur hat am 27. August 2012 dazu einen Leitfaden veröffentlicht.



**Anhang C: FTTB-Leerrohrkonzepte der einzelnen Städte und Gemeinden im Kreis Paderborn**



**Abbildung 42: Leerrohrkonzept der Kommune Altenbeken**

# FTTB-Leerrohrkonzept Bad Lippspringe

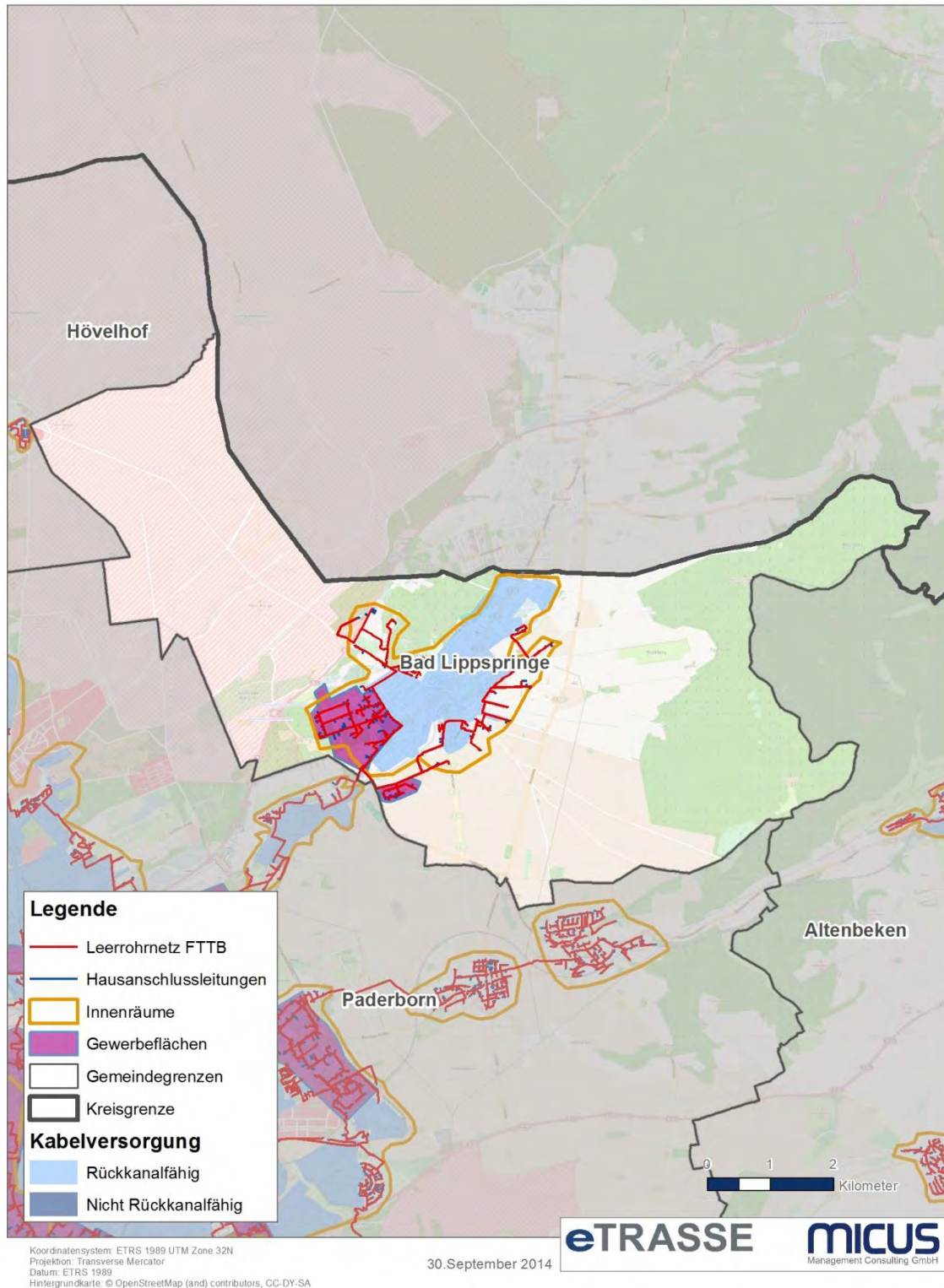
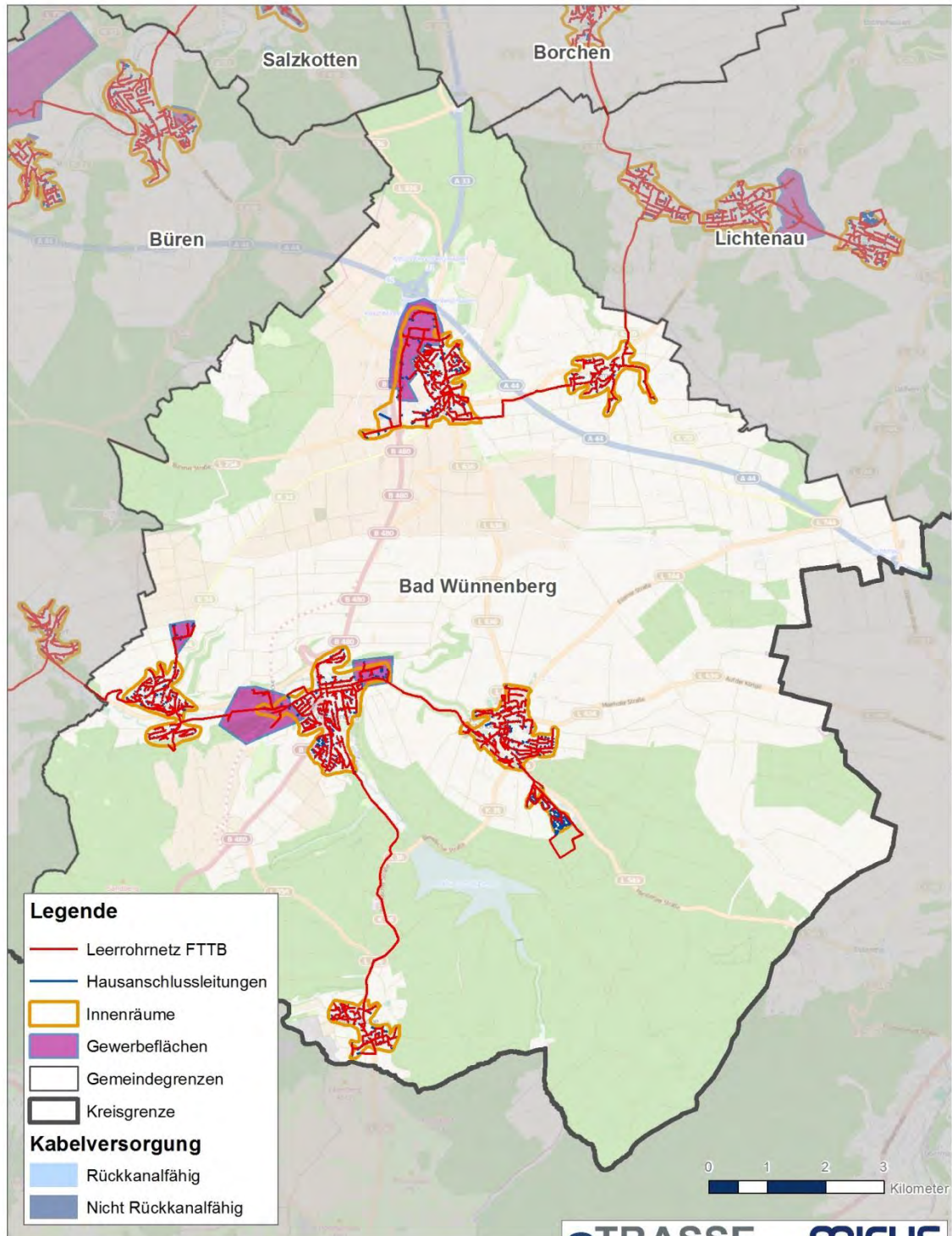


Abbildung 43: Leerrohrkonzept der Kommune Bad Lippspringe



# FTTB-Leerrohrkonzept Bad Wünnenberg



Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N  
 Projektion: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 Hintergrundkarte: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

30. September 2014

eTRASSE

MICUS  
 Management Consulting GmbH

Abbildung 44: Leerrohrkonzept der Kommune Bad Wünnenberg

# FTTB-Leerrohrkonzept Borchten

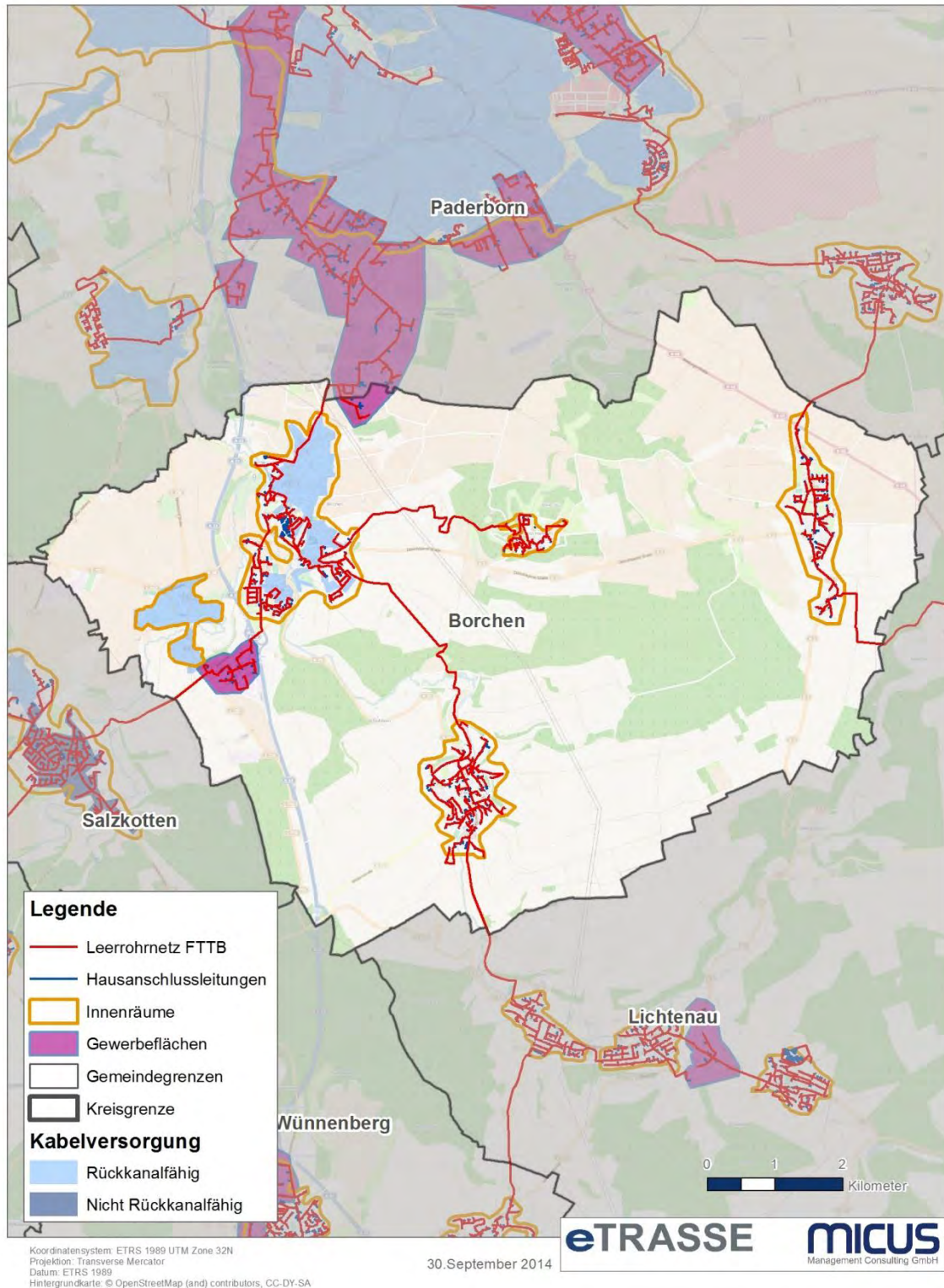


Abbildung 45: Leerrohrkonzept der Kommune Borchten



# FTTB-Leerrohrkonzept Büren

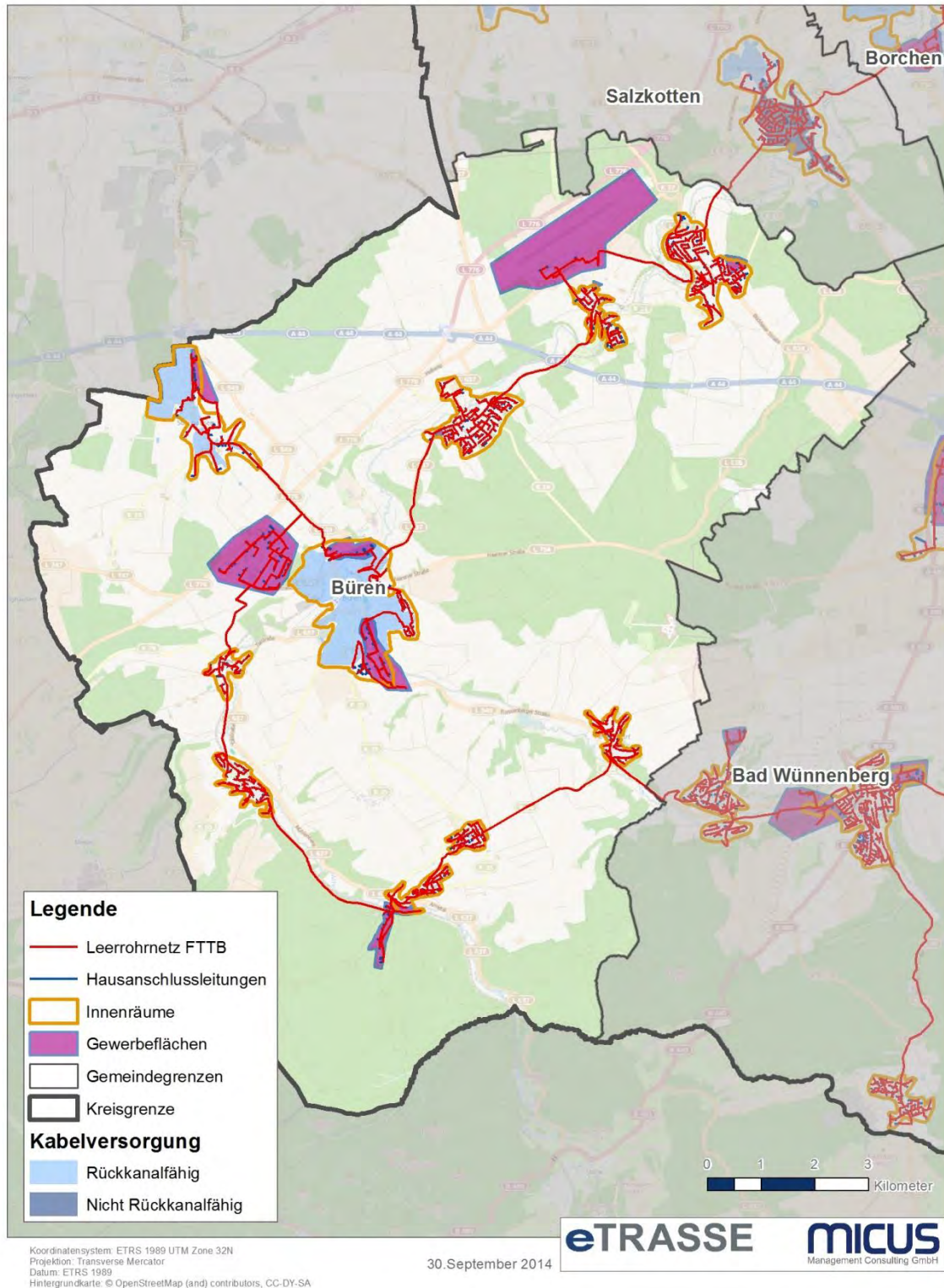


Abbildung 46: Leerrohrkonzept der Kommune Büren

# FTTB-Leerrohrkonzept Delbrück

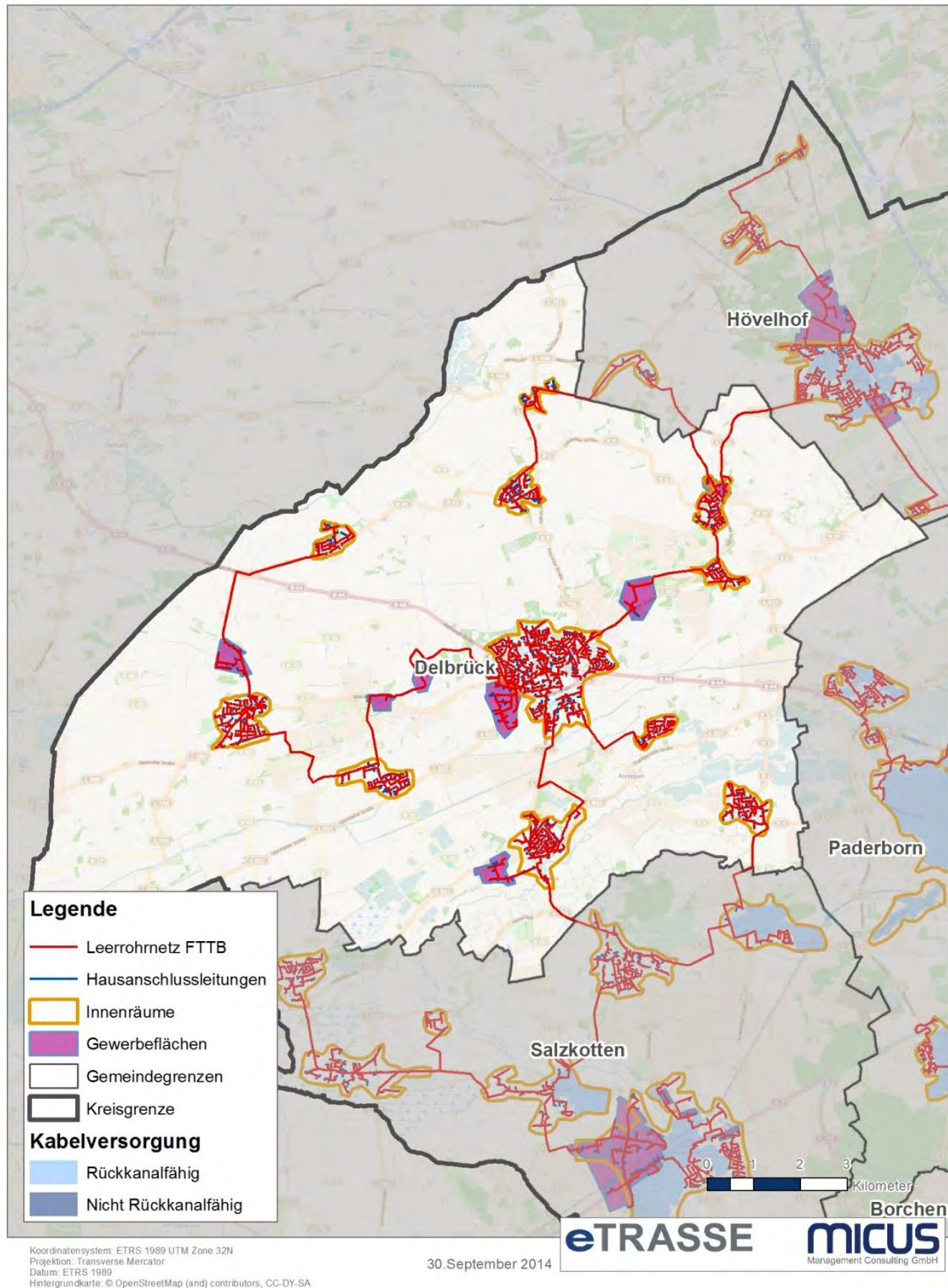


Abbildung 47: Leerrohrkonzept der Kommune Delbrück



# FTTB-Leerrohrkonzept Hövelhof

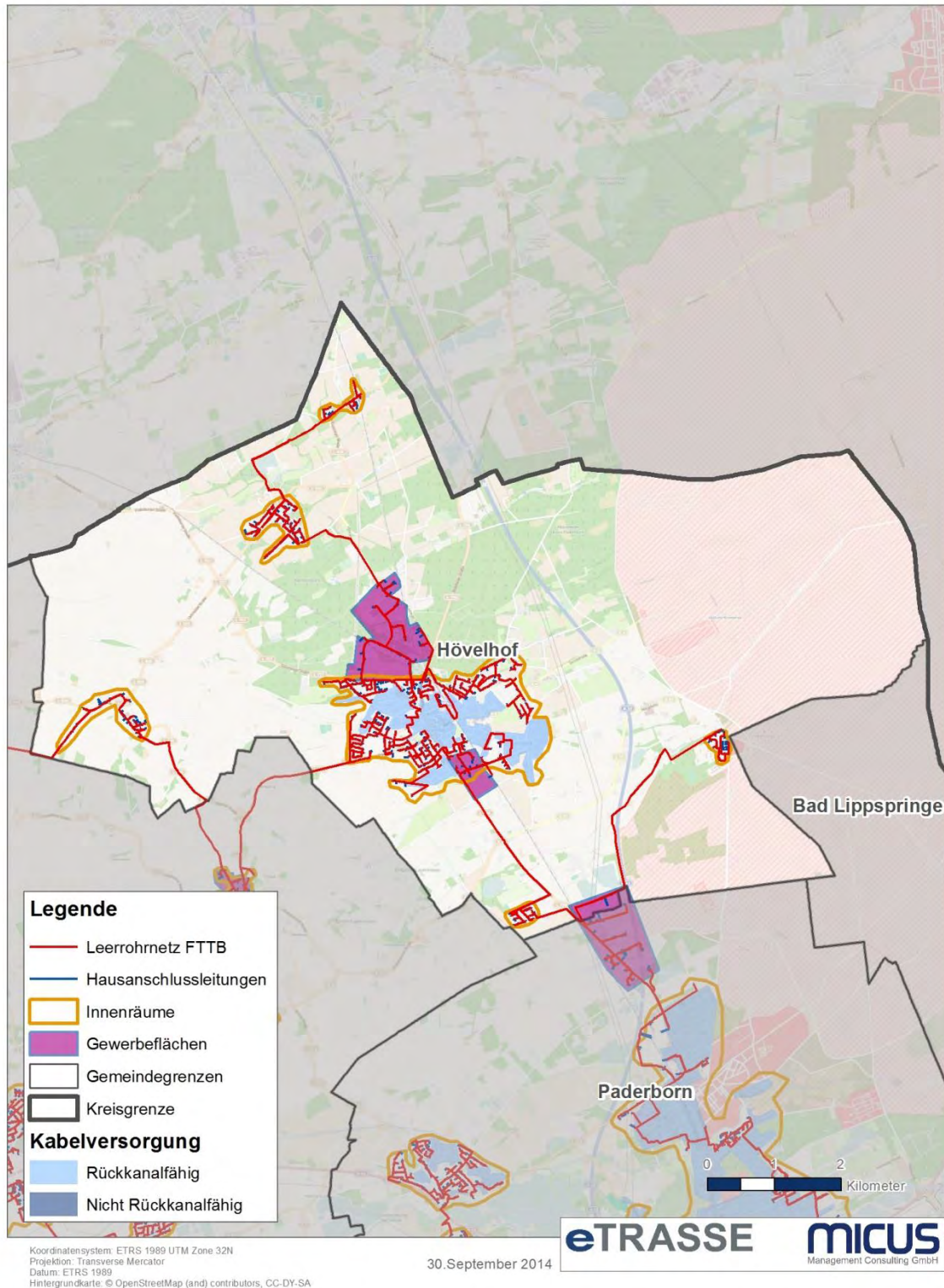


Abbildung 48: Leerrohrkonzept der Kommune Hövelhof

# FTTB-Leerrohrkonzept Lichtenau

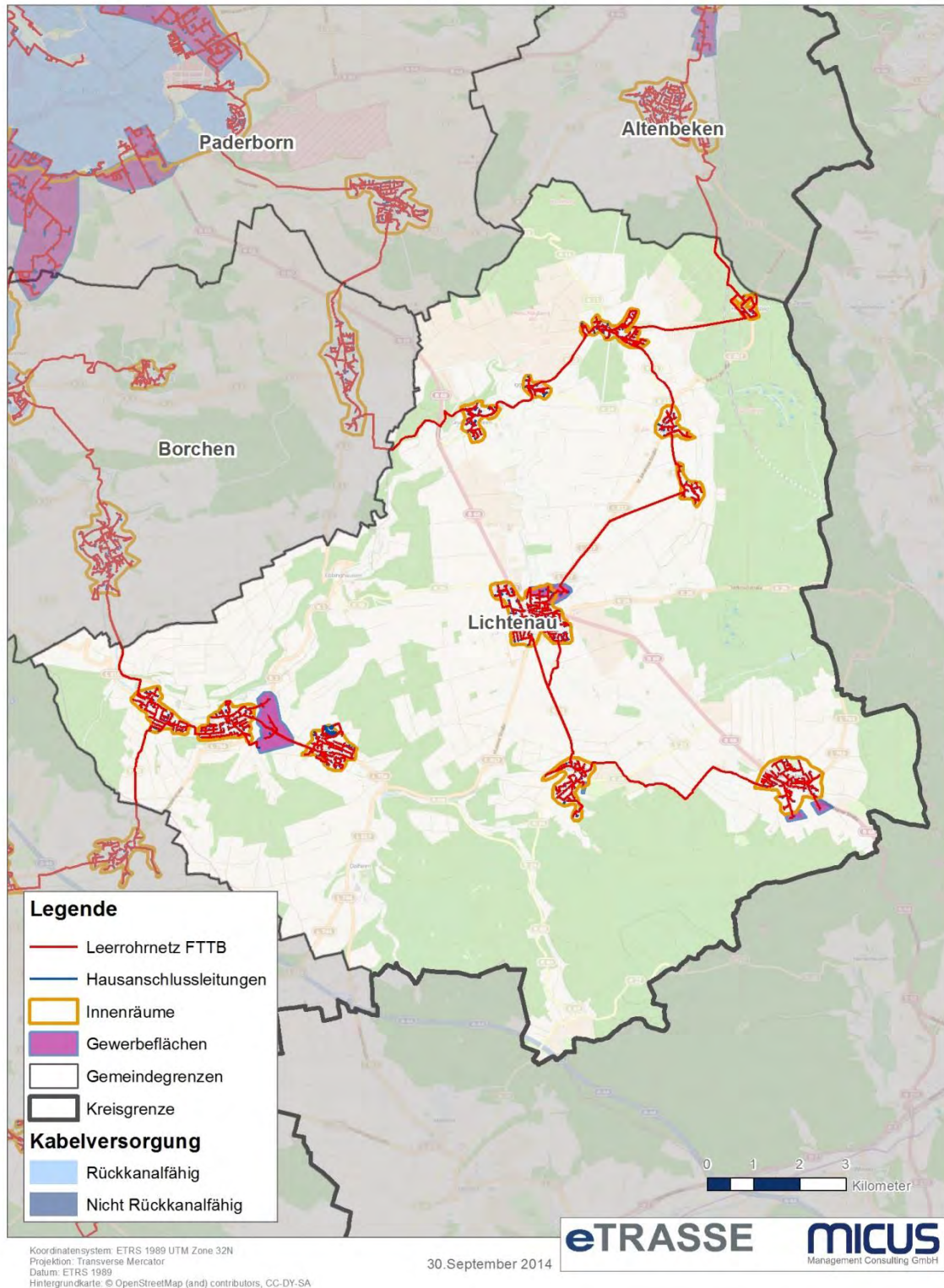


Abbildung 49: Leerrohrkonzept der Kommune Lichtenau



# FTTB-Leerrohrkonzept Paderborn

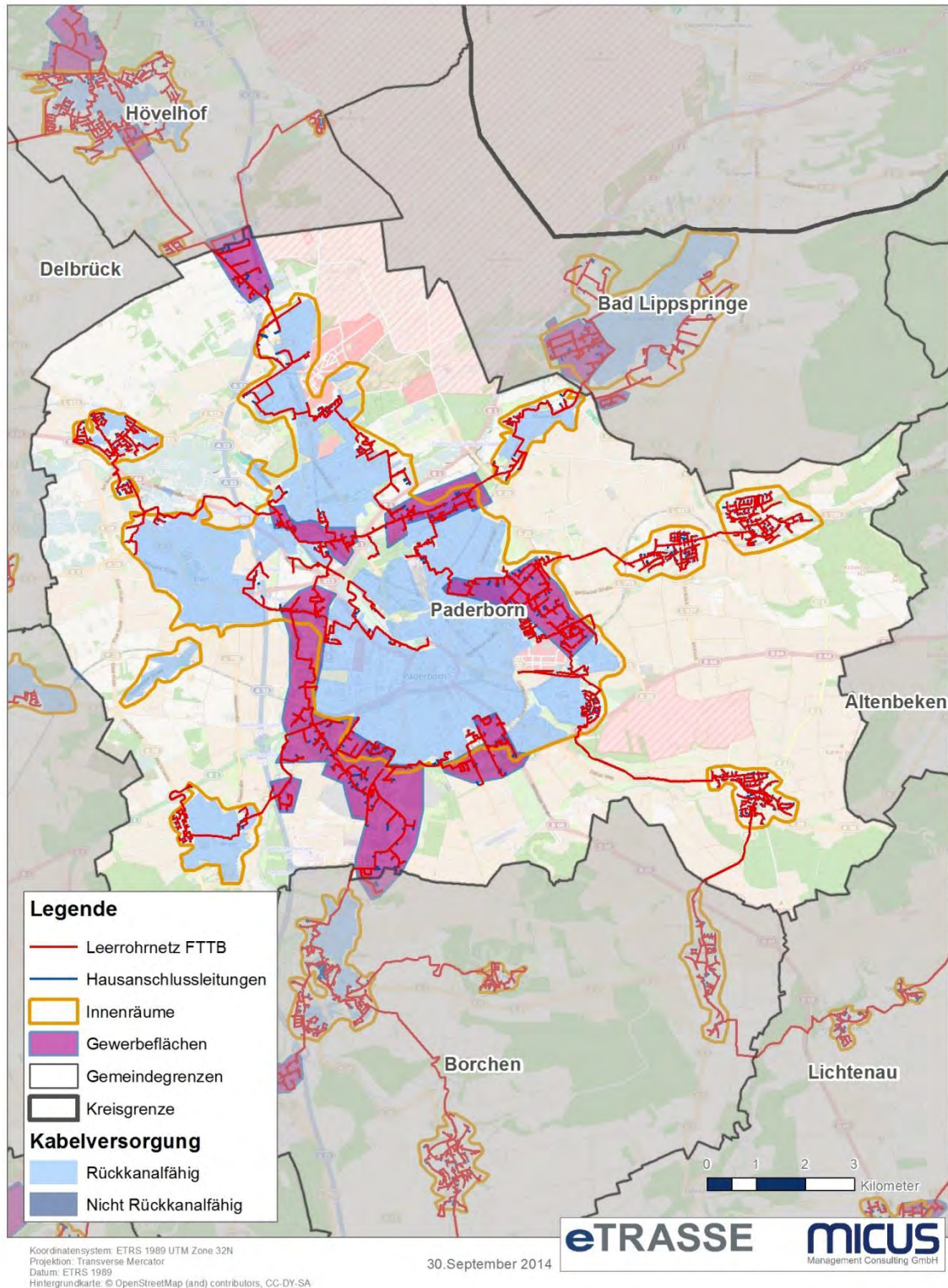


Abbildung 50: Leerrohrkonzept der Kommune Paderborn



# FTTB-Leerrohrkonzept Salzkotten

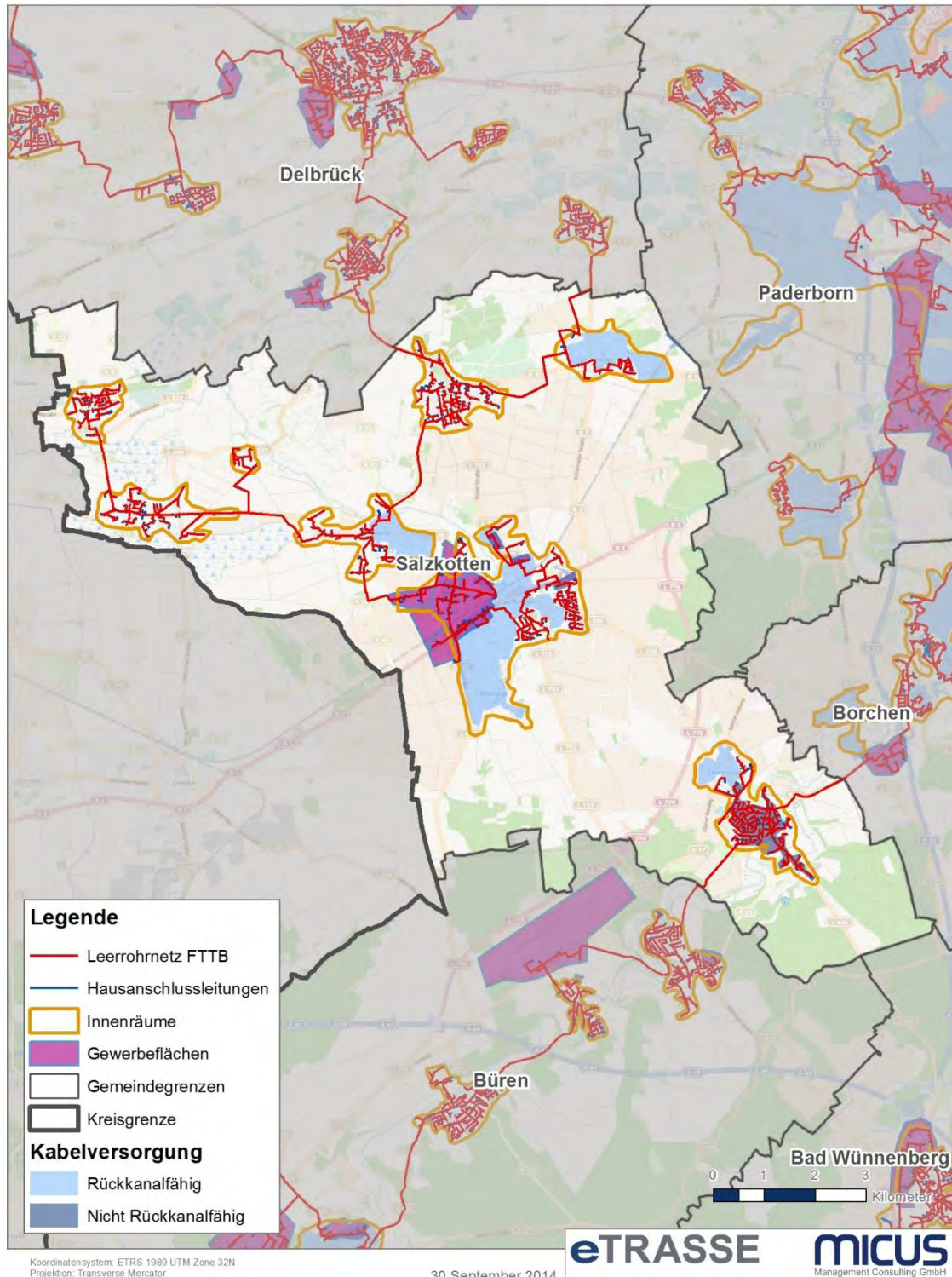


Abbildung 51: Leerrohrkonzept der Kommune Salzkotten