



Machbarkeitsstudie zum flächendeckenden FTTH/B-Ausbau im Landkreis Darmstadt- Dieburg

Auftraggeber



Erstellt durch



Auftraggeber

Zweckverband „NGA-Netz Darmstadt-Dieburg“
Jägertorstraße 207
64289 Darmstadt

Dienstleister

TÜV Rheinland Consulting GmbH
Standort Berlin
Uhlandstr. 88-90, 10717 Berlin

Autoren der Studie

Jan-Alexander Scheideler, Johannes Ludwigs, Daniel Kleist, Andreas Windolph

Stand

Januar 2019

Auf die Differenzierung der weiblichen und der männlichen Form wurde in der Schriftform verzichtet. Der gewählte Ausdruck ist als neutrale Bezeichnung anzusehen und umfasst gleichberechtigt und gleichgestellt männliche als auch weibliche Personen.

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	1
Von Netzen der nächsten Generation zu Gigabit-Netzen	4
1.1 Der Weg zur Gigabitgesellschaft.....	4
1.2 Zielsetzung dieser Studie	5
Aktuelle Versorgung und Ermittlung zukünftiger Bedarfe	7
2.1 IST-Zustand des kreisweiten Breitbandausbaus im bundeslandweiten Vergleich.....	7
2.2 Breitbandatlas des Bundes: Versorgungslage des Kreises.....	7
2.3 Ergebnis des Markterkundungsverfahrens & Leerrohrdatenerfassung .	9
2.4 Bedarfsentwicklung aufgrund der Bevölkerungsentwicklung	10
2.5 Weiße Flecken im Planungsgebiet	12
Netzplanung und Kostenrechnung für den flächendeckenden Glasfaserausbau	14
3.1 Vorgehen (Netzplanung).....	14
3.2 Netzplanung & Wirtschaftlichkeitsberechnung	17
3.3 Mobilfunk/5G im Planungsgebiet	24
3.4 WLAN im Planungsgebiet.....	25
Künftige Herausforderungen für die flächendeckende Errichtung von Gigabit-Netzen	27
Handlungsempfehlungen	28
Annex	31
Abkürzungsverzeichnis.....	31
Abbildungsverzeichnis.....	32
Tabellenverzeichnis	33

Executive Summary

Zielsetzung

Flächendeckende und leistungsfähige Breitbandinfrastrukturen sind für Wirtschaft und Gesellschaft von essentieller Bedeutung und zu einem der wichtigsten Standortfaktoren geworden.

Um für den nationalen und internationalen Wettbewerb – heute und auch zukünftig – eine gute Ausgangslage zu schaffen, hat sich der Zweckverband „NGA-Netz Darmstadt-Dieburg“ dazu entschlossen einen Gigabitmasterplan für das gesamte Kreisgebiet zu erstellen. Dieser verfolgt das Ziel, sukzessive eine flächendeckende Gigabit-Infrastruktur zu realisieren. Folgende Ziele stehen im Fokus der Studie:

- Bestandsaufnahme der aktuellen Versorgung und Identifikation von Ausbaubedürfnissen
- Modellierung unterschiedlicher Ausbauszenarien mit diversen Grundannahmen
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vor dem Hintergrund einer möglichen Fördermittelinanspruchnahme
- Entwicklung von Empfehlungen hinsichtlich der Zielsetzung „flächendeckende Gigabit-Netze“

Ergebnisse

Ausgangslage im Landkreis

Der Bedarf nach leistungsfähigen Breitbandprodukten steigt stetig. Vor diesem Hintergrund ist entscheidend, welche Bandbreiten heute und auch zukünftig über die vorhandenen Breitbandnetze geliefert werden können. Trotz der enormen Bedeutung für die Attraktivität des Wirtschafts- und Wohnstandorts sowie die Zukunftsfähigkeit des Kreises, gehört die Breitbandversorgung bis heute noch nicht zu den Aufgaben der öffentlichen Daseinsvorsorge, sondern ist privatwirtschaftlich organisiert. Genaue Daten zur Versorgung lagen daher bisher noch nicht in konsolidierter Form beim Kreis vor, sondern dezentral verteilt bei den verschiedenen Netzbetreibern.

Als Datengrundlage für die vorliegende Studie wurde daher erstmalig eine adressenscharfe Primärerhebung der Breitbandanbindung für 81.473 im Liegenschaftskataster des Landkreises verzeichneten Gebäude durchgeführt. Hierfür wurden unter anderem die Versorgungsdaten und Ausbaupläne aller Telekommunikationsunternehmen im Rahmen eines achtwöchigen Markterkundungsverfahrens abgefragt und mit den Katasterdaten abgeglichen sowie der Breitbandatlas des BMVI und der Infrastrukturatlas der BNetzA ausgewertet.

Das Ergebnis der Untersuchung bestätigt dem Landkreis eine gute Breitbandversorgung. 98,9% der Gebäude verfügen bereits über einen Anschluss der dem NGA-Kriterium von mindestens 30 Mbit/s im Downstream entspricht. Bei der Versorgung mit gigabitfähigen Anschlüssen besteht im Kreis jedoch noch erheblicher Handlungsbedarf. Lediglich 41 % aller Gebäude sind bereits mit gigabitfähigen Kabel- oder direkten Glasfaseranschlüssen versorgt.

Vor dem Hintergrund der politischen Zielsetzung eines flächendeckenden Gigabitnetzes bis 2025, hat der Kreis demnach zwar eine gute Ausgangsposition, dennoch stellt der Ausbau der verbliebenen 59 % und damit rund 48.000 noch nicht gigabitfähig versorgten Gebäude eine sehr große Herausforderung dar, die erhebliche Investitionen in den Netzausbau erfordern.

Technologiebewertung

Für den gigabitfähigen Infrastrukturausbau im Landkreis sind ausschließlich Glasfasertechnologien geeignet; nur sie können Gigabit-Bandbreiten bereitstellen und geringe Latenzzeiten

gewährleisten. Mit dem Fokus auf Glasfaserkabel verfolgt der Kreis dabei bereits die nachhaltigste Strategie: FTTB/FTTH-Netze sind langfristig am besten für die zukünftigen Nachfrageentwicklungen geeignet – und gleichzeitig Voraussetzung für ein leistungsfähiges zukünftiges 5G-Mobilfunknetz.

Die Kabelnetze (HFC-Netze) werden derzeit technologisch aufgewertet, was theoretische Bandbreiten von 1 Gbit/s und mehr ermöglichen kann. Gleichzeitig sind aufgrund der Netzarchitekturen von Kabelnetzen die angebotenen Bandbreiten häufig nur als „shared-medium“ verfügbar, was bedeutet, dass zu Hochlastzeiten die Bandbreiten u.U. nur eingeschränkt verfügbar sind. Bei der Berechnung der Investitionskosten für den Netzausbau wurden daher zwei Varianten berücksichtigt: der Gigabit-Ausbau ohne Überbau der HFC-Infrastruktur und ein Glasfaser-Vollausbau.

Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten

Der Breitbandausbau ist aufgrund der erforderlichen Tiefbauarbeiten für die Verlegung neuer Glasfaserkabel sehr kostenintensiv. Für die Finanzierung spielen Förderprogramme daher eine wichtige Rolle. Voraussetzung für eine Förderung ist, dass mittels eines Markterkundungsverfahrens ein Marktversagen beim Netzausbau festgestellt wurde. Ein Marktversagen liegt vor, wenn für ein Gebiet durch die Netzbetreiber keine Versorgung mit mindestens 30 Mbit/s gemeldet wurde und auch innerhalb der nächsten drei Jahre kein Ausbau geplant ist, d.h. ein so genannter „weißer Fleck“ vorliegt. Für Schulen, Krankenhäuser und Gewerbegebiete gelten Ausnahmeregelungen mit höheren Aufgreifschwelen.

Bei der Planung möglicher Ausbauszenarien wurden speziell auf das Bundesförderprogramm zugeschnittene Ausbaucuster für den „weißen Fleck“ mit und ohne Berücksichtigung der erhöhten Aufgreifschwelle, für Gewerbegebiete sowie speziell für Schulen berechnet.

Investitionskosten für das FTTB-Netz

Die adress- und lagegenaue Netzplanung für ein FTTB-Netz wurde für unterschiedliche Szenarien durchgeführt. Sie berücksichtigt alle vorhandenen bekannten kommunalen Leerrohrtrassen sowie das gesamte Straßen- und Wegenetz des Kreises.

- *Der Ausbau eines FTTB-Netzes für alle Schulen (79 Adressen/81 Schulen) erfordert Investitionen in Höhe von 2,8 Millionen Euro und eine Tiefbaustrecke von 20 km.*
- *Der Ausbau eines FTTB-Netzes für alle Adressen im „weißen Fleck“ (inkl. Schulen) (999 Adressen) erfordert Investitionen in Höhe von 31,6 Millionen Euro und eine Tiefbaustrecke von 444 km.*
- *Der Ausbau eines FTTB-Netzes für alle Adressen (insgesamt 48.330) die aktuell nicht mittels HFC oder FTTH/B versorgt werden erfordert Investitionen in Höhe von 241 Millionen Euro und eine Tiefbaustrecke von 1.683 km.*
- *Der Ausbau eines FTTB-Netzes für alle Adressen (insgesamt 81.473) die aktuell nicht mittels FTTH/B versorgt werden erfordert Investitionen in Höhe von 335 Millionen Euro und eine Tiefbaustrecke von 2.147 km.*

Die Kostenrechnung basiert auf marktüblichen Kosten für Technik und Leistung für Tiefbau und Montage.

Handlungsempfehlungen

Auf Grundlage der vorangegangenen Ergebnisse, ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen für den Landkreis Darmstadt-Dieburg:

- Die Teilnahme an bestehenden Förderprogrammen (z.B. Bundesförderprogramm) ist eine gute Möglichkeit, um den Gigabitnetzausbau im Kreisgebiet stufenweise voranzutreiben.

- Die Fortschreibung des Gigabit-Masterplans ist ein geeignetes Mittel um den stufenweisen Gigabit-Netzausbau voranzubringen.
- Innerhalb des Kreises ist ein enger Austausch mit den lokal tätigen Telekommunikationsunternehmen zu pflegen um den eigenwirtschaftlichen Netzausbau zu begünstigen.
- Die Einrichtung einer zentralen Koordinierungs- und Informationsstelle wird als sinnvoll erachtet, um Synergieeffekte im Tiefbau effizienter zu nutzen.
- Der Landkreis bringt mit Hilfe des NGA-Bundesförderprogramms die Glasfaser in die Fläche, was die Grundlage für ein flächendeckendes 5G-Mobilfunknetz bildet. Um dieses Potenzial zu heben, wird die Entwicklung einer individuellen 5G-Strategie für den Landkreis Darmstadt-Dieburg empfohlen.

Kapitel 1: Zielsetzung der Studie

Von Netzen der nächsten Generation zu Gigabit-Netzen

In der aktuellen Förderrichtlinie des Bundes zum Breitbandausbau ist das Ziel formuliert worden, bis 2025 in Deutschland flächendeckende Gigabitnetze zu errichten. In Politik und Medien ist dabei auch der Begriff Gigabitgesellschaft geschaffen worden. Nachfolgend soll hier die Entstehung und Bedeutung der Gigabitgesellschaft und die darauf aufbauende Zielsetzung dieser Studie dargestellt werden.

1.1 Der Weg zur Gigabitgesellschaft

Die Digitalisierung hat bereits zu zahlreichen Veränderungen in allen Lebensbereichen unserer Gesellschaft geführt. Dieser Trend wird sich weiter fortsetzen. Dabei spielen Netzwerke wie das Internet eine zentrale Rolle. Das Internet dient längst nicht mehr nur dem Datenaustausch und sowohl in privaten, als auch öffentlichen und wirtschaftlichen Bereichen entstehen derzeit zahlreiche Ideen und Potentiale, die durch die Digitalisierung ermöglicht und vorangetrieben werden.

Privat ist die Digitalisierung maßgeblich durch das Internet vorangetrieben worden. Die Möglichkeit rund um die Uhr online alles einkaufen zu können hat Einzelhandel, Logistik und Warentransport bereits stark beeinflusst. Durch die Entwicklung der Mobilfunk- und WLAN-Technologien, Smartphones und Tablets ist das Internet mobil geworden und soll allen überall und jederzeit zur Verfügung stehen. In Zukunft werden Qualität und Umfang von vielen Unterhaltungsangeboten, z.B. das Streaming von TV- und Filmsendungen in UHD-Qualität, weiter steigen und natürlich auch größeren Bedarf an schneller Datenverarbeitung und -weiterleitung erzeugen.

Digitalisierung beschränkt sich aber nicht nur auf das Internet. Die technologischen Entwicklungen in vielen Bereichen, z.B. Sensorik, Automatisierung, Robotik, Mobilität und Künstliche Intelligenz, sorgen dafür, dass immer mehr Bereiche unseres Lebens, die bisher kaum von der Digitalisierung betroffen zu sein schienen, komplett oder teilweise digital werden. Das Internet und andere Netzwerke sorgen dann für die Vernetzung neuer digitaler Komponenten. Als Schlagwort für diesen Prozess wurde die Bezeichnung „Internet of Things“ (IoT) geprägt. Derzeit sind vor allem Anwendungen im Smart-Home-Umfeld bekannt. Heizung, Beleuchtung, Energiesparmaßnahmen oder Temperatur von Kühlgeräten, alles kann heute bereits über Laptop, Smartphone oder Tablet aus der Ferne kontrolliert und geregelt, oder auch, ganz nach Belieben, einem digitalen Management überlassen werden.

Im öffentlichen Bereich werden beispielsweise die Themen Mobilität, E-Government und E-Learning durch die Digitalisierung vorangetrieben. Verwaltungen und Verwaltungsprozesse können optimiert und für die Bürger vereinfacht werden. Ganz neue Dienstleistungen für Bürger, z.B. E-Health-Dienste, werden durch digitale Prozesse und Vernetzung möglich. Unter dem Stichwort „Smart City“ werden aktuell Anwendungen und Produkte entwickelt die u.a. in den Bereichen Verkehr, Energieversorgung und Umwelt höhere Effizienz durch Steuerung sowie die Nutzung von Synergien zwischen bisher separat betrachteten Systemen ermöglichen werden.

In der Wirtschaft werden Produktionsabläufe durch die Digitalisierung und Vernetzung oftmals völlig neu organisiert. Für die sogenannte Industrie 4.0 sind dezentrale und vernetzte Anlagensteuerungen schon jetzt Normalität. Auch Forschung und Entwicklung, Vertrieb und Marketing sind auf eine schnelle Sammlung, Weiterleitung und Verarbeitung von Daten immer stärker angewiesen.

Im Kern all dieser Entwicklungen und Prozesse geht es um digitale Daten, deren Austausch und Vernetzung über das Internet oder andere Spezialnetzwerke stattfindet. Bereits heute und auch schon in der jüngeren Vergangenheit basiert ein wesentlicher Teil der gesellschaftlichen Wertschöpfung auf dem Austausch und der Verarbeitung von Informationen und Daten. Wir leben also in einer Informationsgesellschaft. Der Begriff ist auch die Grundlage für den Begriff „Gigabitgesellschaft“.

Dieser politisch geprägte Begriff umschreibt die Entwicklung und Intensivierung der Informationsgesellschaft durch Digitalisierung und Vernetzung. In der Gigabitgesellschaft erreicht die Nutzung von Informationen und Dienstleistungen durch die nahezu ständige Verfügbarkeit von Gigabitnetzen eine bisher nicht gekannte Größenordnung.

1.2 Zielsetzung dieser Studie

Grundlage für die Gigabitgesellschaft ist die dafür notwendige Telekommunikations-Infrastruktur. In dieser Studie wird untersucht, wie die Voraussetzungen für die Gigabitgesellschaft im Landkreis Darmstadt-Dieburg realisiert werden können.

Gemäß dem Musterleistungsbild Gigabitgesellschaft, das durch den Projektträger des Bundes, atene KOM, formuliert wurde und den Anforderungen des Auftraggebers, werden in dieser Studie folgende Arbeitsschritte abgebildet:

- Die Analyse von vorhandenen Infrastrukturen sowie Mitverlegungs- und Mitnutzungsmöglichkeiten
- Die geografische Analyse zukünftiger Bedarfe
- Die kartografische Aufnahme geplanter Baumaßnahmen an Verkehrswegen
- Das Auffinden zentraler Übergabepunkte und Backhaul-Verbindungen
- Die kostenmäßige Analyse der Erweiterung der Netzinfrastruktur zu FTTB-Netzen
- Die Prüfung der Anbindung relevanter Plätze zum Aufbau von freiem WLAN
- Die Prüfung der Anbindung von Mobilfunkmasten und Prüfung der Notwendigkeit der Ausweitung von Mobilfunk in der Region
- Das Führen von Gesprächen mit regional tätigen Versorgern und Telekommunikationsunternehmen
- Die Erstellung einer flächendeckenden FTTH/B-Masterplanung im GIS

Zur Vorbereitung der Studie wurden für die Analyse vorhandener Infrastrukturen, Mitnutzungsmöglichkeiten, zukünftiger Bedarfe und geplanter Baumaßnahmen zunächst auf Daten des Auftraggebers zurückgegriffen. Datengrundlagen in Form von Geodaten des Kreisgebietes sowie bereits vorhandene Infrastrukturen wurden seitens des Landkreises Darmstadt-Dieburg bereitgestellt. Daten über die aktuellen Breitband-Versorgungsraten wurden über ein Markterkundungsverfahren ermittelt. Für weitergehende Infrastrukturdaten wurde die Einsicht in den Infrastrukturatlas der Bundesnetzagentur (BNetzA) beantragt. Nähere Ausführungen zur Vorbereitung, IST-Situation usw. sind in Kapitel 2 aufgeführt.

Die Schwerpunkte dieser Studie liegen auf der flächendeckenden FTTH/B-Masterplanung und der darauf aufbauenden Analyse notwendiger Netzausbauprojekte um im Kreisgebiet ein flä-

chendeckendes Gigabitnetz zu erstellen. Dazu werden Netzplanungen für verschiedene Ausbauszenarien erstellt und die dabei entstehenden Kosten analysiert. Hierbei wurden vier Szenarien in dieser Studie betrachtet:

- **Förderszenario 1: FTTH/B-Ausbau für alle unterversorgten Schulen.** Schulen, für die keine Ist-Versorgung mit mindestens „30 Mbit/s (für die Verwaltung) + 30 Mbit/s je Klasse“ vorliegt oder eine Ausbauplanung angegeben wurde, werden in diesem Szenario als unterversorgt berücksichtigt und mit FTTB-Anschlüssen beplant.
- **Förderszenario 2: FTTH/B-Ausbau für den „weißen“ Fleck.** Adressen, für die keine Ist-Versorgung mit mindestens 30 Mbit/s vorliegt oder eine Ausbauplanung angegeben wurde, werden in diesem Szenario als unterversorgt berücksichtigt und mit FTTB-Anschlüssen beplant. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden zusätzlich alle Adressen, welche gemäß dem Breitbandatlas des Bundes als versorgt gelten, in diesem Szenario nicht berücksichtigt. Dazu wurden die Zellen des Breitbandatlas (250m Raster), in denen mehr als 95% der Adressen mit >30 Mbit/s versorgt gelten, mit den amtlichen Adressen verschnitten.
- **Gigabitszenario 1: Ausbau/Erweiterung aller bisher nicht FTTH/B-versorgten Standorte mit Ausnahme der vorhandenen HFC-Netze**
Rund 44% aller Adressen im Kreisgebiet verfügen über einen Kabelanschluss oder die Möglichkeit, einen Kabelanschluss zu beziehen. Unter der Prämisse, dass Kabelanschlüsse in naher Zukunft gigabitfähig sein werden, werden diese in diesem Szenario nicht bedacht.
- **Gigabitszenario 2: Flächendeckender FTTH/B-Ausbau (Gigabitplanung)**
Das gesamte Kreisgebiet wird mit FTTH/B-Anschlüssen beplant.

Kapitel 2: Versorgungs- und Bedarfsanalyse

Aktuelle Versorgung und Ermittlung zukünftiger Bedarfe

Ausgangspunkt für eine fundierte Netzplanung und Kostenschätzung ist eine Versorgungs- und Bedarfsanalyse. Diese basiert auf einer Erhebung des IST-Zustandes und des zu erwartenden, zukünftigen Bedarfs.

2.1 IST-Zustand des kreisweiten Breitbandausbaus im bundeslandweiten Vergleich

Im Rahmen dieser Studie wird der Glasfaserausbau im Kreisgebiet unter Annahme unterschiedlicher Parameter geplant. Zunächst ist jedoch eine Bestandsaufnahme des IST-Zustandes und der zukünftigen Entwicklung sinnvoll, um darauf aufbauend den aktuellen und zukünftigen Bedarf zu ermitteln.

In einem ersten Schritt wurden die Daten aus dem Breitbandatlas analysiert um einen Versorgungsüberblick über das Kreisgebiet zu geben. Darüber hinaus wurde ein Markterkundungsverfahren (MEV) durchgeführt, welches detaillierte Informationen auf Hausebene liefert. Um die entsprechenden Daten zu verifizieren und weitergehende Informationen über Ausbauvorhaben im Kreis zu erhalten, wurden protokollierte Gespräche mit den vor Ort tätigen TK-Unternehmen geführt. Parallel hat TÜV Rheinland eine Erhebung der vorhandenen Leerrohrkapazitäten vorgenommen, um entsprechende Synergien beim Netzausbau zu sondieren.

Argumentationsgrundlage für einen Netzausbau ist unter anderem die Bevölkerungsentwicklung. Auch diese wurde untersucht, um die Argumentation für einen entsprechenden Bedarf an Bandbreite zu stützen.

Abschließend hat TÜV Rheinland auf Basis der MEV-Ergebnisse eine Analyse der weißen Flecken durchgeführt, um etwaige förderfähige Bereiche ausfindig zu machen.

2.2 Breitbandatlas des Bundes: Versorgungslage des Kreises

Vor dem Hintergrund des flächendeckenden Gigabit-Ausbaus werden unterschiedliche Technologien und Versorgungsgrade betrachtet.

Generell ist eine Versorgung mit 100 Mbit/s, unabhängig der verwendeten Technologie, aktuell vielfach ausreichend, um die Bedarfe, zumindest im privaten Bereich, zu decken. Diesbezüglich ist der Kreis bisher relativ schlecht aufgestellt. Speziell in Erzhausen, Messel, Eppertshausen, Schaafheim, Groß-Bieberau, Fischbachtal und Modautal liegt die Versorgung mit 100 Mbit/s bei maximal 10%. Ähnlich schlecht sind die Versorgungsraten in Münster, Dieburg, Groß-Umstadt, Reinheim, Ober-Ramstadt und Mühlthal. In diesen Kommunen liegt die Versorgung mit 100 Mbit/s bei maximal 50%.

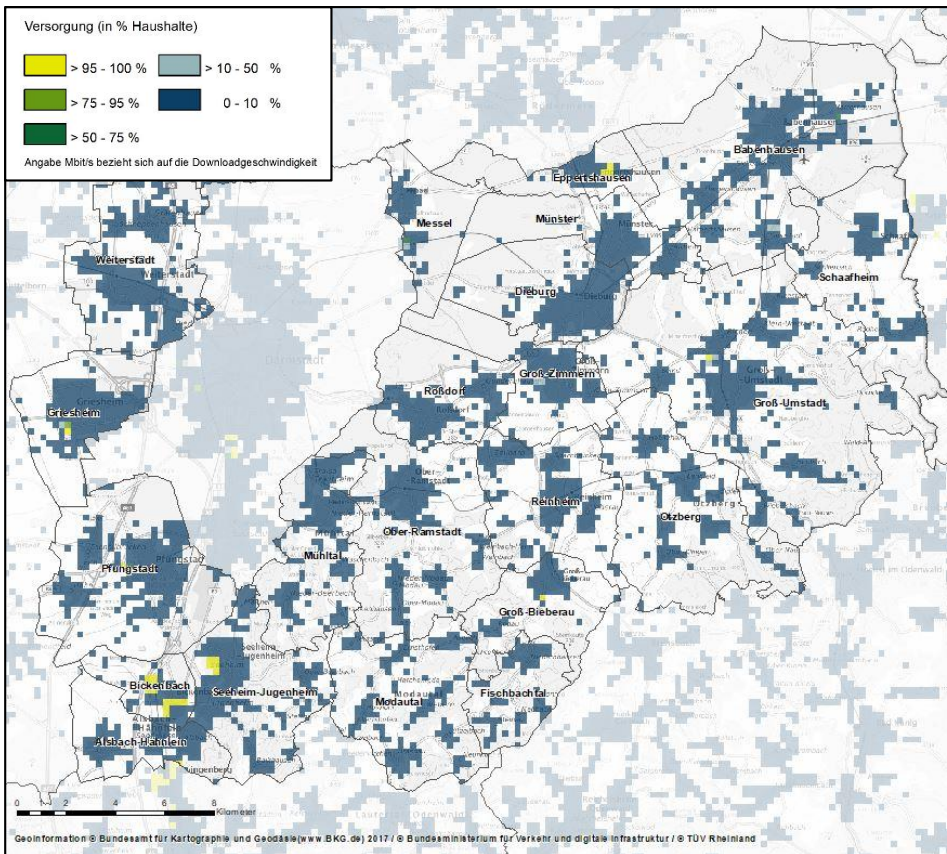


Abbildung 2: Breitbandversorgung im Landkreis Darmstadt-Dieburg (≥ 50 Mbit/s FTTH/B)

2.3 Ergebnis des Markterkundungsverfahrens & Leerrohrdatenerfassung

Um die aktuelle Ausbausituation und die unterschiedlichen Ausbaustrategien der regional tätigen Marktakteure abzufragen, hat TÜV Rheinland im Auftrag des Landkreises Darmstadt-Dieburg ein Markterkundungsverfahren durchgeführt. Das MEV lief über einen Zeitraum von 56 Tagen (28.05.2018 – 23.07.2018) und hat zu zwei offiziellen Rückmeldungen durch Telekommunikationsunternehmen geführt.

Zur Verifizierung der eingereichten MEV-Daten und zur Ermittlung zukünftiger Ausbaupläne, wurden direkte Gespräche mit den Telekommunikationsanbietern und Kabelnetzbetreibern geführt.

Das Ergebnis de MEV ist, dass das Kreisgebiet bereits heute großflächig mit Internet über Kupfer- und Koaxialkabel versorgt ist.

Da der Tiefbau Hauptkostentreiber im Netzausbau ist, wurden parallel zum MEV die im Kreisgebiet angegebenen Leerrohrkapazitäten der einzelnen Provider hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit für Ausbaupläne anderer Provider abgefragt. Die entsprechenden Daten stammen aus dem Infrastrukturatlas des Bundes (ISA). Um konkrete Erkenntnisse bezüglich der Mitnutzung von Leerrohrkapazitäten zu gewinnen, hat TÜV Rheinland die betroffenen Anbieter konsultiert und um Stellungnahme gebeten. Die Rückmeldungen der Provider variieren zwischen „es liegen keine Kapazitäten für den regionalen Breitbandausbau vor“, über „Es liegen Leerrohr – Kapazitäten vor, die vermietet werden können.“, bis hin zu keiner Rückmeldung. Generell ist die Bereitschaft, Auskunft über Leerrohrkapazitäten zu erteilen, bzw. diese an andere

Netzbetreiber zu vermieten, ausgenommen der Entega, relativ gering. Aus diesem Grund werden im Rahmen dieser Studie und der damit einhergehenden Netzplanung keine Leerrohrkapazitäten berücksichtigt.

Im Rahmen von konkreten Ausbauplänen empfiehlt es sich jedoch zu einem späteren Zeitpunkt diese Abfrage zu wiederholen und vorhandene Leerrohrkapazitäten der vorgenannten Provider für den Gigabitausbau erneut zu klären. Dabei sollte in Erwägung gezogen werden, für den Gigabitausbau im Landkreis Darmstadt-Dieburg eine zentrale Informationsstelle für öffentliche Tiefbauvorhaben mit Mitverlegungspotenzial aufzubauen um die Koordination und Kommunikation zwischen Bauträgern und TK-Unternehmen zu erleichtern.

Eine Koordinierung zwischen Baumaßnahmen an Verkehrswegen und dem Breitbandausbau ist nur sinnvoll, wenn eine zeitliche Koordinierung möglich ist. Im Landkreis Darmstadt-Dieburg ist der Breitbandausbau jedoch zeitlich noch nicht terminiert, bzw. frühestens für Ende 2019. Da es sich in dieser Studie darüber hinaus nicht um eine finale Ausbauplanung handelt, ist eine Koordinierung der unterschiedlichen Baumaßnahmen nicht möglich. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden im Rahmen dieser Studie keine Baumaßnahmen an Verkehrswegen zur Mitverlegung berücksichtigt. Im Zuge einer konkreten Ausbauplanung werden entsprechende Baumaßnahmen an Verkehrswegen berücksichtigt um entsprechende Synergien zu erzeugen.

2.4 Bedarfsentwicklung aufgrund der Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerungsentwicklung ist ein maßgeblicher Faktor für die Bewertung der Breitbandbedarfe an einem Standort. Durch die Tatsache, dass generell höhere Bandbreiten auf Konsumentenseite nachgefragt werden, ist die Bevölkerungsentwicklung die variable Komponente, welche den gesamten Bedarf entscheidend beeinflusst.

Die Bevölkerungsentwicklung im Bundesland Hessen ist mit +4% bis zum Jahre 2030 als positiv zu bewerten, wobei die Werte auf Landkreisebene zwischen -14% und +17% schwanken. Die Bevölkerungsentwicklung im Landkreis Darmstadt-Dieburg beträgt +3% und ist damit als positiv zu bewerten.

Im Detail schwankt die Bevölkerungsentwicklung, abhängig von der Gemeinde, zwischen einem Bevölkerungsrückgang in Mühlthal (-3,5%) und einem starken Bevölkerungswachstum in Griesheim (10%).

Durch die positive Bevölkerungsentwicklung von +3% im Untersuchungsgebiet, steigt der Breitbandbedarf. Dies wiederum hat zur Folge, dass hochbitratige Netzinfrastruktur benötigt wird, die den steigenden Bedarf decken kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass langfristig nur Netze den Bedarf decken können, die ihrerseits symmetrische Bandbreiten anbieten.

Tabelle 1: Bevölkerungsentwicklung in den einzelnen Gemeinden bis 2030¹

Name der Gemeinde	Bevölkerungsentwicklung bis 2030
Alsbach – Hähnlein	2,9%
Babenhäusen	1%
Bickenbach	7,8%
Dieburg	3,3%
Eppertshäusen	6,5%
Erzhäusen	6,6%
Fischbachtal	k.A.
Griesheim	10,3%
Groß – Bieberau	k.A.
Groß – Umstadt	1,6%
Groß – Zimmern	5,5%
Messel	k.A.
Modautal	k.A.
Mühltal	-3,5%
Münster (Hessen)	3,5%
Ober – Ramstadt	3,7%
Otzberg	-0,5%
Pfungstadt	3,7%
Reinheim	-1,5%
Roßdorf	-1,7%
Schaafheim	3,4%
Seeheim – Jugendheim	1%
Weiterstadt	8,2%

¹ BertelsmannStiftung (2016): Demographiebericht Alsbach, Babenhäusen, Bickenbach, Dieburg, Eppertshäusen, Erzhäusen, Griesheim, Groß-Umstadt, Groß-Zimmern, Mühltal, Münster, Ober-Ramstadt, Otzberg, Pfungstadt, Reinheim, Roßdorf, Schaafheim, Seeheim-Jugendheim, Weiterstadt

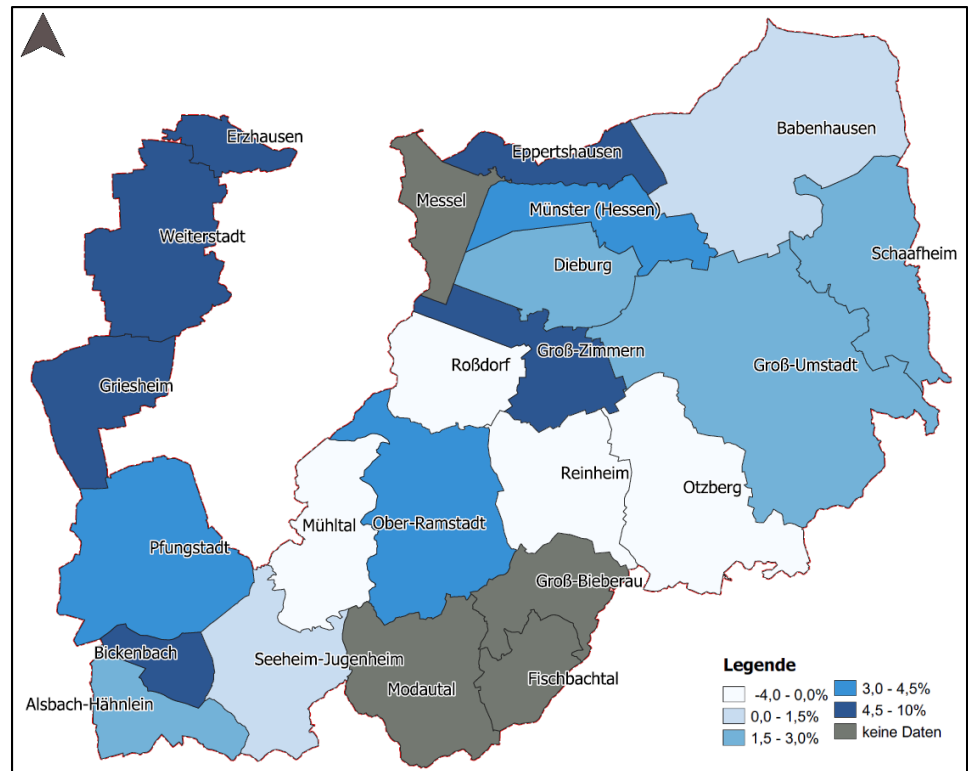


Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung im Landkreis Darmstadt-Dieburg (von weiß: negativ bis dunkel blau: positiv)

2.5 Weiße Flecken im Planungsgebiet

Auf Basis der Ergebnisse aus dem Markterkundungsverfahren wurden zunächst Adressen identifiziert, die über weniger als 30 Mbit/s im Download verfügen und nach aktueller Definition durch die NGA-Rahmenrichtlinie als unterversorgt gelten. Diese Adressen werden auch als „Weißer Fleck“ bezeichnet.

Neben der definierten Aufgreifschwelle wurden zur Ermittlung des „Weißen Flecks“ zwei weitere Parameter berücksichtigt. In einem ersten Schritt wurden die HVt-Nahbereiche ermittelt, die bereits ausgebaut wurden, bzw. in naher Zukunft werden. Dies führt dazu, dass die Adresspunkte im direkten Umkreis (ca. 500m) mit Bandbreiten ≥ 30 Mbit/s versorgt werden können und nicht förderfähig sind. Im zweiten Schritt wurde der Breitbandatlas des Bundes (BBA) berücksichtigt. In **Abbildung 4** sind die Rasterkacheln des BBA mit einer Bandbreite von mindestens 30 Mbit/s und einer Versorgungsrate von 95% dargestellt. Alle Adressen, die innerhalb der BBA-Kacheln liegen können aufgrund der hohen Versorgungsrate als mit 30 Mbit/s versorgt angenommen werden.

Ausnahme bilden die Schulen. Hierfür gilt eine erhöhte Aufgreifschwelle, die sich an der Schüler-, bzw. Klassenzahl orientiert.

Abschließend wurden die potenziell förderfähigen Adressen mit dem Kreis abgestimmt.

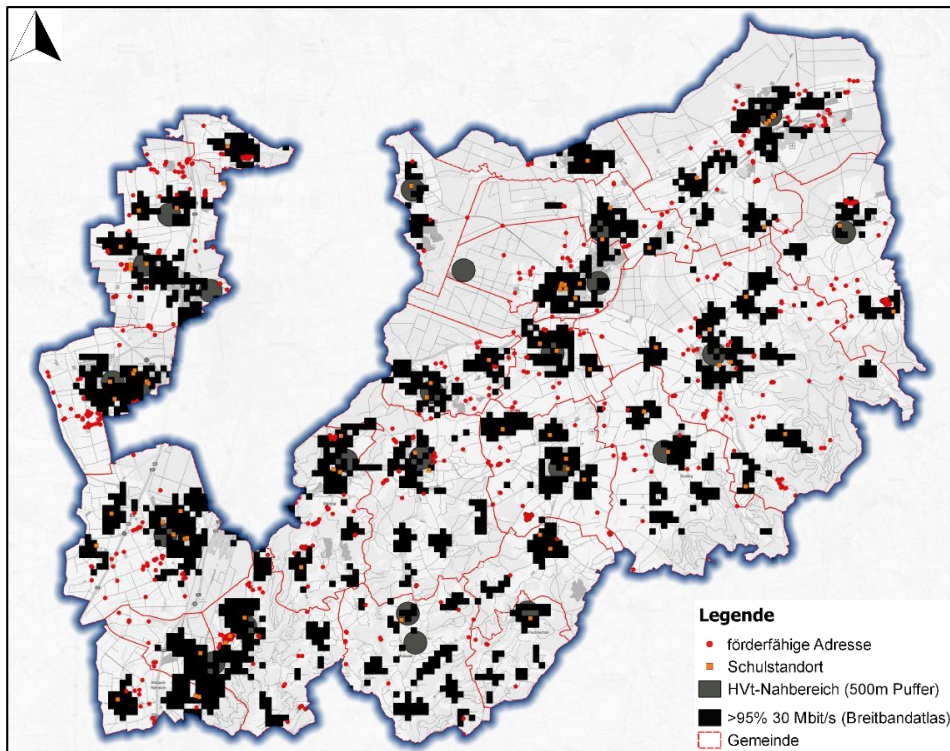


Abbildung 4: förderfähige Adressen im Landkreis Darmstadt-Dieburg

Im Planungsgebiet existieren insgesamt 924 Adresspunkte, die unter die aktuelle Definition „weißer Fleck“ aus dem Bundesförderprogramm fallen. Das Kreisgebiet ist nahezu flächendeckend mit ≥ 30 Mbit/s versorgt. Die 924 Adresspunkte im „weißen Fleck“ sind primär in peripheren Lagen verortet, deren Erschließung überwiegend unwirtschaftlich ist. Für diese Adressen ist ein eigenwirtschaftlicher Ausbau, auch über die dreijährige Perspektive des Markterkundungsverfahrens hinaus, sehr unwahrscheinlich.

Kapitel 3: Netzplanung mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Netzplanung und Kostenrechnung für den flächendeckenden Glasfaserausbau

Um die Kosten eines Netzausbaus für die flächendeckende Gigabitversorgung zu ermitteln, werden verschiedene Szenarien betrachtet.

3.1 Vorgehen (Netzplanung)

Um für diese Studie eine präzise Kostenschätzung vornehmen zu können, wurden strategische Netzplanungen erstellt. Dabei wurde eine professionelle Netzplanungssoftware sowie für die Telekommunikationsplanung optimierte GIS (Geoinformationssysteme) eingesetzt, welche eine lagegenaue und kostenoptimierte Netzplanung ermöglichen.

Ziel der Netzplanung ist es, die erforderliche Netzinfrastruktur für den Gigabit-Netzausbau und die damit verbundenen Investitionskosten zu ermitteln. Die zur Planung des Netzes erforderlichen Netzelemente ergeben sich in Art und Anzahl aus folgenden Grundlagen:

- Aus den **topografischen und infrastrukturellen Voraussetzungen** im Erschließungsgebiet werden Trassenverläufe, Anzahl der Spleißpunkte etc. ermittelt.
- Aus den **Daten zur IST-Versorgung und vorhandenen und nutzbaren Infrastrukturen** werden die Versorgungsgebiete und Mitverlegungspotentiale ermittelt.
- Der **beabsichtigte Versorgungsgrad** bestimmt, wie dicht das Netz sein muss. Das hat wiederum erheblichen Einfluss auf den technischen Aufwand.

Die Netzplanung und Kostenschätzung selber speisen sich aus zwei Arten von Eingangswerten:

- georeferenzierten Infrastrukturdaten und
- definierten Planungsparametern zu detaillierten technischen Anforderungen und technologischen Rahmenbedingungen. Hierbei wurde unter anderem die Spezifikationen des Materialkonzepts des Bundes verwendet.

Georeferenzierte Infrastrukturdaten

Die Geodatenbestände für diese Studie umfassen Kennzahlen zu Straßen, Wegen sowie Adress- und Gebäudedaten. Datengrundlage ist beispielsweise das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS). Die dort verfügbaren Informationen zeigen konkrete Gebäudeumringe an, die den Gebäudemittelpunkt angeben. Damit können Entfernungen und Kosten – insbesondere im Bereich der Gebäudezuführung der Glasfaserkabel – präzise ermittelt werden.

Die Adressdaten sind mit Informationen zu Anzahl von Privathaushalten und Gewerbestandorten ergänzt worden. Dazu wurden Daten des Statistischen Bundesamtes (Destatis), des Landkreises und weiterer Quellen verwendet. Diese wurden über einen Verteilschlüssel auf die Adresspunkte verteilt. Schulen und andere Sonderstandorte wurden vom Auftraggeber separat zur Verfügung gestellt. Zu **Sonderstandorten** zählen in dieser Studie Krankenhäuser,

Polizei- und Feuerwachen und öffentliche Gebäude (z.B. Verwaltungsgebäude, Bibliotheken, Stadthallen oder Museen). Als **Gewerbe** werden in dieser Studie alle Unternehmen klassifiziert, die sich in ausgewiesenen Gewerbegebieten befinden. Unternehmen in Mischgebieten werden wie Privathaushalte behandelt, da es sich hierbei häufig um kleine Unternehmen mit wenig Mitarbeitern (z.B. Bäckereien, Handwerksbetriebe, Friseure, Einzelhändler oder Selbstständige) handelt, die keine wesentlich höheren Bandbreitenbedarfe als Privathaushalte aufweisen und häufig sogar auf Angebote für Privatkunden zurückgreifen.

Für die Netzplanung und Kostenschätzung der FTTB-Planungen wurden die Berechnungen vornehmlich ab den Standorten des nächstgelegenen Hauptverteilers (HVt) oder Kabelverzweigers (KVz) der Telekom durchgeführt. Es wird in den simulierten Szenarien davon ausgegangen, dass die für den FTTB-Ausbau im Kreis nötigen Infrastrukturen von den HVt/KVz ausgehend geplant und errichtet werden. Können bestehende Versorgungsleitungen (Leerrohre) mitgenutzt werden, reduziert dies die Kosten für den Tiefbau und damit auch für den Glasfaserausbau.

Definierte Planungsparameter

Die Planungsparameter umfassen die technischen Vorgaben und Rahmenbedingungen für die Errichtung und den Betrieb einer FTTB-Netzinfrastruktur. Sie basieren auf den Richtlinien für die Dimensionierung passiver Infrastrukturen laut Bundesförderprogramm Breitband (Materialkonzept des Bundes).

Zu den Planungsparametern gehören:

- Materialbezogene technische Leistungsparameter (Reichweite, Kapazitäten)
- Strukturbezogene Vorgaben (Anzahl der Kabel und Fasern, Abstände von Netzelementen)
- Designbestimmende Regeln (Art und Weise der Anbindung von Anschlüssen)
- Definierte Werte für Tiefbau und Montage
- Kosten für Material und Leistungen

In einer mehrstufigen Simulation wurden die benötigten Materialmengen berechnet und anschließend den verschiedenen Netzabschnitten zugeordnet. Damit kann eine solide Kostenbasis bis hin zu einzelnen Leistungen angegeben werden – z.B. dem Spleißen oder den Verlege- und Tiefbauarbeiten.

Die in folgender Tabelle dargestellten Kostenparameter wurden für die Netzplanung berücksichtigt. Sie basieren auf Erfahrungswerten, die von TÜV Rheinland in der Beratungspraxis und im Austausch mit Versorgern und Herstellern gewonnen wurden.

Tabelle 2: Kosten der einzelnen Netzelemente und Tiefbauarbeiten

Kostenparameter der Netzplanung		
Netzelement	Kostenstruktur (kumulierte Durchschnittspreise)	
Tiefbau	Graben	
versiegelt	lfd. Meter	120,00 €
unversiegelt	lfd. Meter	50,00 €
Schacht	Stück	1200,00 €
Passive Netzkomponenten	PoP & Schaltstellen – Rohr & Kabel – Hausanschluss	
Spleiße	Stück	10,50 €
Glasfaser	lfd. Meter	1,00-12,00 €
Röhrchenverbund für VzK	lfd. Meter	4,25 €
Röhrchenverbund für HK	lfd. Meter	4,50 €
Rohr (2 Röhrchen)	lfd. Meter	2,50 €
Hausanschluss	Stück	250,00 €
Aktive Technik	Gebäude & Verteilnetz	
Optical Line Terminal (OLT)	Stück	2.000,00 €

Die Tiefbaukosten sind aufgrund der hohen Nachfrage in den letzten Monaten stark angestiegen. Die von uns kalkulierten Durchschnittswerte für Tiefbaukosten spiegeln aktuelle Erfahrungswerte wieder, es ist jedoch damit zu rechnen, dass weitere Preissteigerungen in den kommenden Monaten stattfinden werden.

Neben den Kosten werden die Einnahmen berücksichtigt, um aus der Differenz die Wirtschaftlichkeitslücke zu ermitteln. Die Einnahmen, aufgeschlüsselt nach privaten und gewerblichen Kunden, ist in folgender Tabelle dargestellt. Bei den ermittelten Produktpreisen handelt es sich um Durchschnittspreise pro Monat, die im Einzelfall nach oben oder unten abweichen können.

Tabelle 3: Einnahmen aufgeschlüsselt nach Kunden

Einnahmen aus dem Netzausbau	
Einnahmen pro Kunde (ARPU) - privat	30,50 €
Einnahmen pro Kunde (ARPU) - gewerblich	299,00 €

Definition der Ausbautechnologie

Für eine flächendeckende Gigabitversorgung ist die Glasfaser als Primärtechnologie anzusehen, sie gilt als die leistungsstärkste Übertragungstechnologie für digitale Daten. Glasfaserkabel, oder Lichtwellenleiter, können Daten in Lichtgeschwindigkeit übertragen. Im Gegensatz zu kupferbasierten Technologien weisen Glasfaserkabel deutlich höhere Übertragungskapazitäten auf, die künftig auch mehrere Gigabit/s bewältigen können. Das Signal der Glasfaser unterliegt keinen entfernungsabhängigen Dämpfungen, was die Übertragungsraten auch bei längeren Entfernungen stabil hält. Darüber hinaus ist die Glasfaser auch geeignet, weitere Ansprüche an zukunftsfähige Gigabitnetze zu erfüllen. Darunter z.B.

- Reduzierung des Energieverbrauchs,
- Minimierung der Latenzzeiten,

- Verfügbarkeit und Redundanz,
- Sicherheit,
- Mobilitätseigenschaften und
- Übertragung hoher Datenraten.

In den Netzplanungsszenarios werden alle Adressen als FTTB-Anschluss geplant. Die Netzarchitektur des FTTB-Netzes wird als P2P (Point-to-Point) aufgebaut, somit erhalten alle Anschlüsse durchgehende Fasern von der Zentrale bis zum Kundenanschluss.

3.2 Netzplanung & Wirtschaftlichkeitsberechnung

3.2.1 Szenarienberechnung

Bevor die einzelnen Szenarien näher betrachtet werden ist vorwegzunehmen, dass alle Szenarien isoliert voneinander berechnet sind. Die berechneten Kosten für alle Szenarien ändern sich, sobald ein Szenario teil- oder vollständig realisiert wird. Somit determinieren sich die einzelnen Szenarien gegenseitig.

Im Rahmen der Studie werden vier unterschiedliche Szenarien betrachtet, die im Folgenden dargestellt sind:

- Förderszenario 1: FTTH/B-Ausbau für alle Schulstandorte
- Förderszenario 2: FTTH/B-Ausbau für den „weißen“ Fleck (Förderszenario)
- Gigabitszenario 1: Erweiterung der bestehenden HFC-Netze mit FTTH/B
- Gigabitszenario 2: Flächendeckender FTTH/B-Ausbau (Gigabit-Masterplan)

Im ersten Förderszenario werden alle Schulstandorte berücksichtigt, die zum aktuellen Zeitpunkt unterversorgt sind. Diese werden mit einem FTTH/B-Anschluss geplant.

Förderszenario 2 bezieht sich auf die Aufgreifschwelle im aktuellen Förderprogramm des Bundes. Alle Adressen, die aktuell eine Breitbandversorgung von < 30 Mbit/s haben, werden berücksichtigt und sind förderfähig. In einem entsprechenden Förderszenario werden alle entsprechenden Adressen mit FTTH/B ausgebaut. Ein Fokus liegt hierbei auf den betroffenen Landwirtschaftlichen Betrieben im Kreisgebiet.

Im Gigabitszenario 1 wird das vorhandene Kabelnetz (HFC/CATV) berücksichtigt und nicht mit Glasfaser überbaut. Die vorhandenen Kabelnetze werden vor dem Hintergrund eines Upgrades auf Docsis 3.1 als gigabitfähig angenommen. Alle Anschlüsse die weder über einen FTTH/B-, noch über einen HFC-Anschluss verfügen, werden mit Glasfaser erschlossen.

Ziel ist ein flächendeckender FTTH/B-Ausbau. Dies wird im Gigabitszenario 2 berechnet. Jeder Anschluss, der zum aktuellen Zeitpunkt nicht über einen FTTH/B-Anschluss verfügt, wird im Szenario berücksichtigt und geplant. Aufgrund der Tatsache, dass ein Großteil der Netze neu geplant und errichtet wird, sind die Gesamtkosten für dieses Szenario am höchsten.

3.2.2 Versorgungsraten nach Technologien im Kreisgebiet

Für die Versorgungsanalyse wurden 81.473 Adressen aus dem Liegenschaftskataster des Landkreises Darmstadt-Dieburg erfasst.

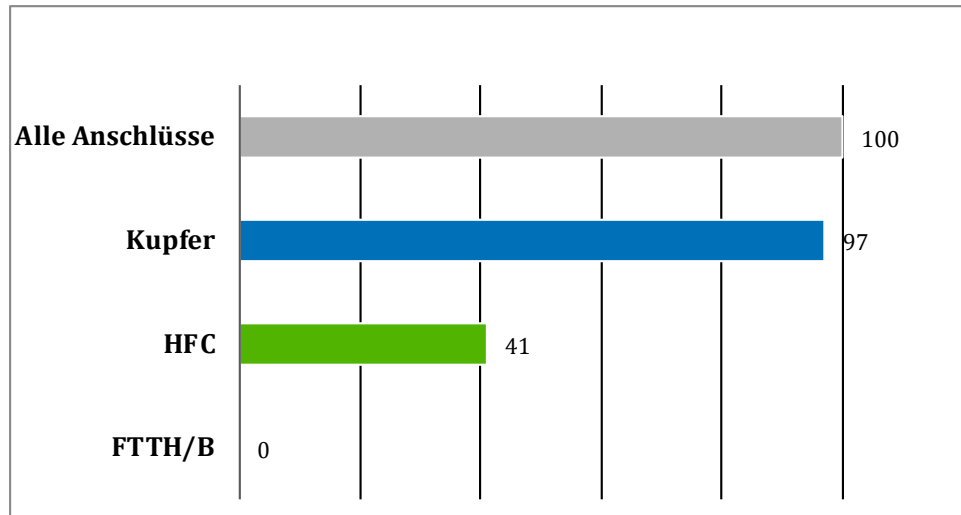


Abbildung 5: Versorgung der Adressen gegliedert nach Technologie (in %)

Bei der Betrachtung des gesamten Kreises, sind 97 % der Adressen mit Kupfer und 41 % mit HFC versorgt. Sofern HFC-Netze als gigabitfähig angenommen werden – was aufgrund der Docsis 3.1 Aufrüstung durchaus plausibel ist – sind insgesamt 41% des Kreisgebietes gigabitfähig versorgt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Szenarien dargestellt.

3.2.3 Förderszenario 1: FTTH/B-Ausbau für Schulen

Das Szenario „FTTH/B-Ausbau für Schulen“ berücksichtigt alle unterversorgten Schulstandorte im Kreisgebiet.

Die Förderschwelle von Schulen orientiert sich nicht ausschließlich an 30 Mbit/s, sondern ebenso an der Klassen-, bzw. Schülerzahl einer Schule. Hier beträgt die Förderschwelle:

$$(\text{Klassenanzahl} \times 30) + 30$$

oder

$$((\text{Schülerzahl}/23) \times 30) + 30$$

In einer Schule mit 30 Klassen beträgt die Mindestbandbreite also: $(30 \times 30) + 30 = 930$ Mbit/s. Somit muss diese Schule einen Breitbandanschluss mit einer Mindestversorgung von 930 Mbit/s, also knapp 1 Gbit/s erhalten.

Bezogen auf die Schülerzahl, benötigt eine Schule mit 851 Schülern eine Bandbreite von 1,14 Gbit/s: $((851/23) \times 30) + 30 = 1.140$ Mbit/s.

In diesem Szenario werden alle Schulen im Kreisgebiet mit einem FTTH/B-Anschluss angebunden, die aktuell nicht die jeweilige Mindestbandbreite beziehen können. Dabei wird als Ausgangspunkt vom nächstgelegenen HVT oder KVz ausgegangen, welcher mit Glasfaser erschlossen ist.

Tabelle 4: Kosten für die Erschließung der Schulen

Adresspunkte	Kosten für die Netzerrichtung (= CAPEX in Mill.€)	Gesamtlänge der Tiefbaustrecke	Kosten pro Adresspunkt
79 (81 Schulen)	2,8	20 km	35.541 €

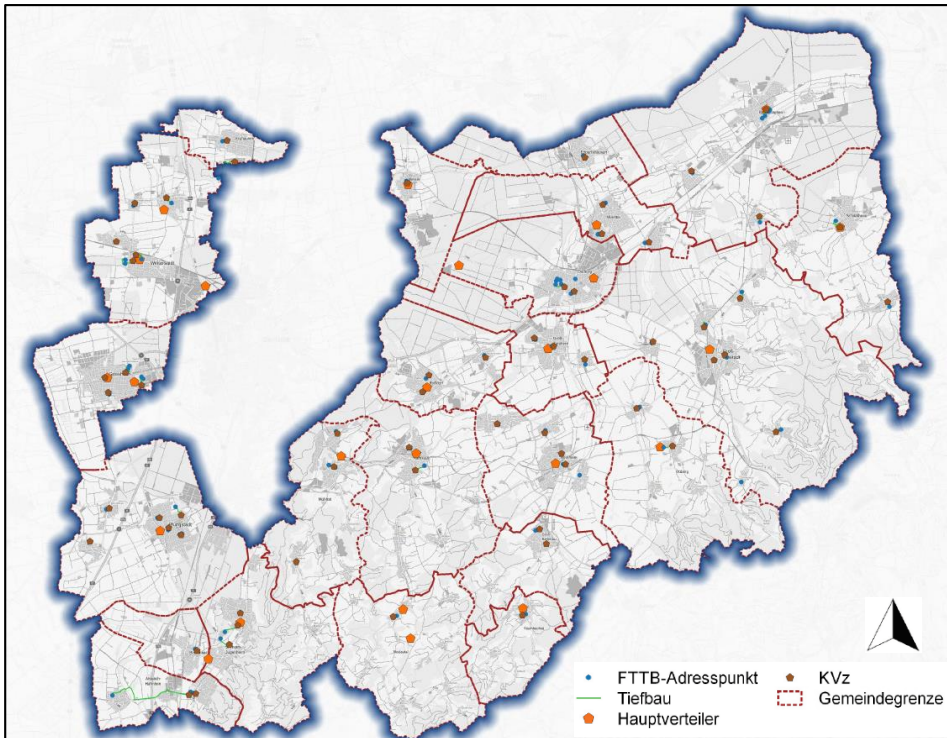


Abbildung 6: Erschließung aller förderfähiger Schulen mit FTTB

Die Gesamtkosten für dieses Szenario betragen ca. 2,8 Millionen €. Somit kostet die Erschließung einer Schule im Schnitt 35.541 €. Da die Kosten im Durchschnitt relativ hoch sind, spricht bei relativ wenigen Adressen relativ hohe Investitionskosten anfallen, ist zu überlegen, wie die Schulen als priorisierte Adresspunkte möglichst zeitnah an ein FTTH/B-Netz angeschlossen werden. Dies wird in Szenario 2 berücksichtigt.

3.2.4 Förderszenario 2: Erschließung der „weißen Flecken“ mit FTTH/B

Vor dem Hintergrund einer möglichen Beantragung von Fördermitteln wird ein entsprechendes Szenario berechnet. Hierzu ermittelt TÜV Rheinland alle „weißen Flecken“ im Kreisgebiet. Folgende Eigenschaften müssen Adresspunkte im „weißen Fleck“ erfüllen:

- kein FTTH/B – Anschluss
- kein HFC – Anschluss
- kein Anschluss mit einer Bandbreite ≥ 30 Mbit/s
- nicht im Nahbereich eines HVt
- nicht in einer Kachel des Breitbandatlas in der eine 30 Mbit/s für 95% der Anschlüsse angegeben wird

Tabelle 5: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte im "weißen Fleck"

Förderszenario 2a	
Adresspunkte	924
Kosten für die Netzerrichtung (=CAPEX in Mill.€)	27

Gesamtlänge der Tiefbaustrecke	403 km
Wirtschaftlichkeitslücke	27.031.902 €
Eigenanteil (10%)	2.703.190 €

Nach der Analyse bleiben 924 der insgesamt 81.473 Adressen übrig, die im „weißen Fleck“ liegen und alle genannten Kriterien erfüllen. Diese liegen primär in der Peripherie, außerhalb der geschlossenen Bebauung.

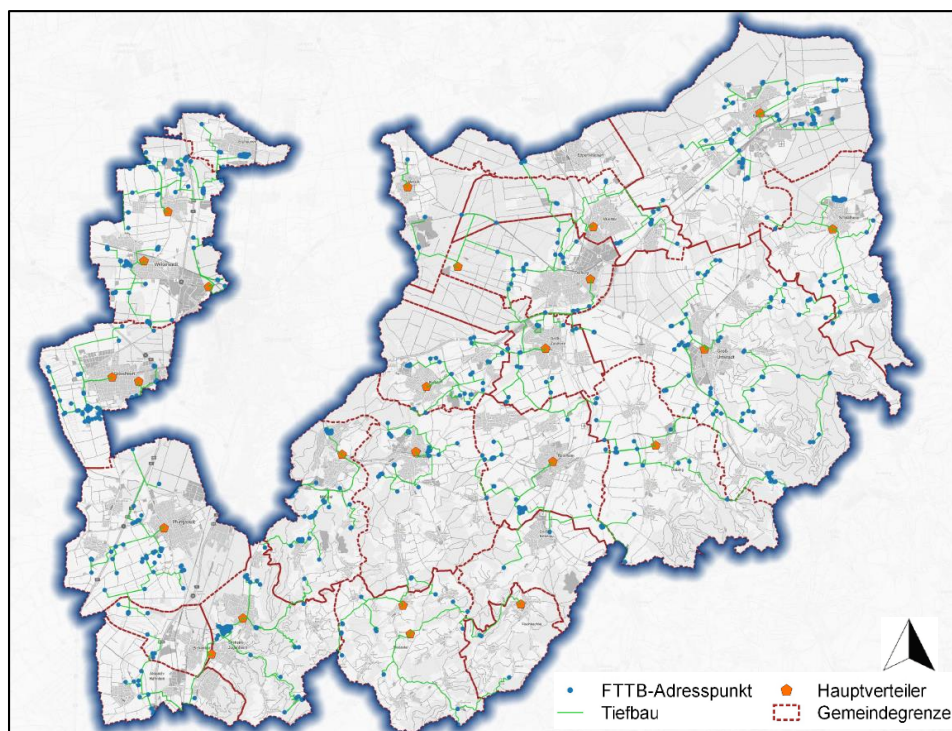


Abbildung 7: Erschließung aller weißer Flecken im Landkreis mit FTTB (ohne Schulen)

Die Investitionskosten für die passive Netzinfrastruktur betragen insgesamt ca. 27 Millionen €. Unter Berücksichtigung der angenommenen Einnahmepotenziale ergibt sich eine Wirtschaftlichkeitslücke von 27.031.902 € für die Erschließung aller „weißer Flecken“ im Kreisgebiet. Somit beträgt der Eigenanteil mindestens 2.703.190 €, wenn von einer 50% Förderung durch den Bund und einer 40% Förderung durch das Land ausgegangen wird. Dies sind insgesamt 29.255 € pro Adresspunkt. Zurückzuführen sind die hohen Investitionskosten auf die räumliche Verteilung der „weißer Flecken“. In **Abbildung 13** ist zu erkennen, dass einige längere Tiefbaustrecken vorliegen, die entsprechende Kostentreiber sind. Dies liegt primär daran, dass für das Szenario die HVt als Ausgangspunkt für die Netzplanung gewählt wurden.

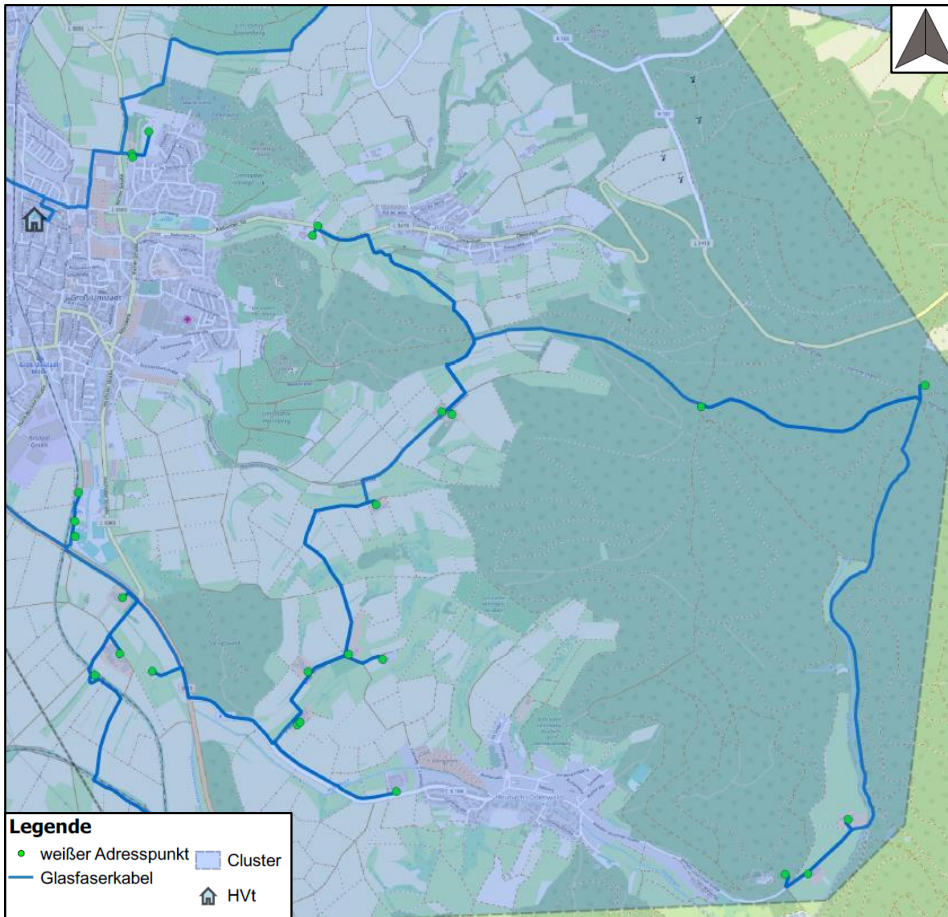


Abbildung 8: lange Tiefbaustrecken bei der Erschließung peripherer Standorte

Zudem ist nicht zu vernachlässigen, dass durch das Erschließen der „weißen Flecken“ große Synergiepotenziale entstehen und viele weitere Anschlüsse miterschlossen werden können, oder zumindest über „Homes passed“ so vorbereitet werden, dass ein nachträglicher Anschluss zu geringen Kosten möglich ist.

Aufbauend auf das vorangegangene Szenario werden neben den Adressen im „weißen Fleck“ die Schulen mit einbezogen. Sofern es tatsächlich zu einem Förderantrag kommt, werden neben den „weißen Flecken“ die Schulen berücksichtigt und an das FTTH/B-Netz angeschlossen.

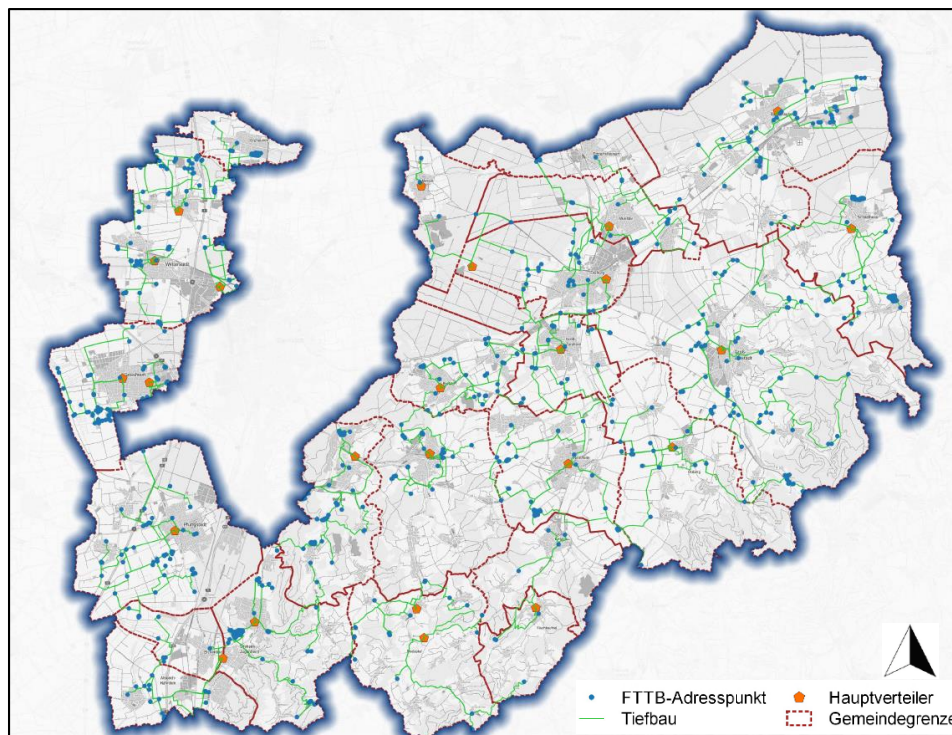


Abbildung 9: Erschließung aller weißer Flecken im Landkreis mit FTTB (inkl. Schulen)

Aufgrund der Berücksichtigung der Schulen erhöht sich die Zahl der Anschlüsse um 75 (4 Schulstandorte befinden sich aufgrund einer Versorgung von <30Mbit/s bereits im „weißen Fleck“) von 924 auf 999. Daneben steigen die Investitionskosten auf ca. 32 Millionen €. Auch hier ist der Kostenanstieg mit der Länge der Tiefbaustrecken zu begründen. Der Eigenanteil würde in diesem Fall 3.171.266 € betragen.

Tabelle 6: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte im "weißen Fleck" und Schulen

Förderszenario 2b	
Adresspunkte	999
Kosten für die Netzerrichtung (=CAPEX in Mill.€)	32
Gesamtlänge der Tiefbaustrecken	445 km
Wirtschaftlichkeitslücke	31.712.664 €
Eigenanteil (10%)	3.171.266 €

3.2.5 Gigabitszenario 1: FTTH/B-Ausbau unter Berücksichtigung bestehender HFC-Netze

In diesem Szenario finden die existierenden HFC-Anschlüsse Berücksichtigung und werden nicht überbaut. Alle Adressen im Kreisgebiet, die über keinen FTTH/B- oder HFC-Anschluss verfügen, werden über einen FTTH/B-Anschluss angebunden. Dabei wird als Ausgangspunkt der HVt gewählt.

Tabelle 7: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte ohne FTTH/B- oder HFC-Anschluss

Adresspunkte	Kosten für die Netzerrichtung (= CAPEX in Mill.€)	Gesamtlänge der Tiefbaustrecke	Kosten pro Adresspunkt
48.330	241	1.683 km	4.986 €

Die insgesamt 48.330 neu mit Glasfaser zu erschließenden Adressen kosten insgesamt ca. 241 Millionen €. Somit kostet die Erschließung jeder Adresse 4.986 €. Pro Adresse sind dies relativ geringe Investitionskosten, da speziell in dichter bebauten Bereichen Tiefbaukosten aufgrund vorhandener Netze eingespart werden können. Somit werden primär Adressen in Randlagen an das Glasfasernetz angeschlossen.

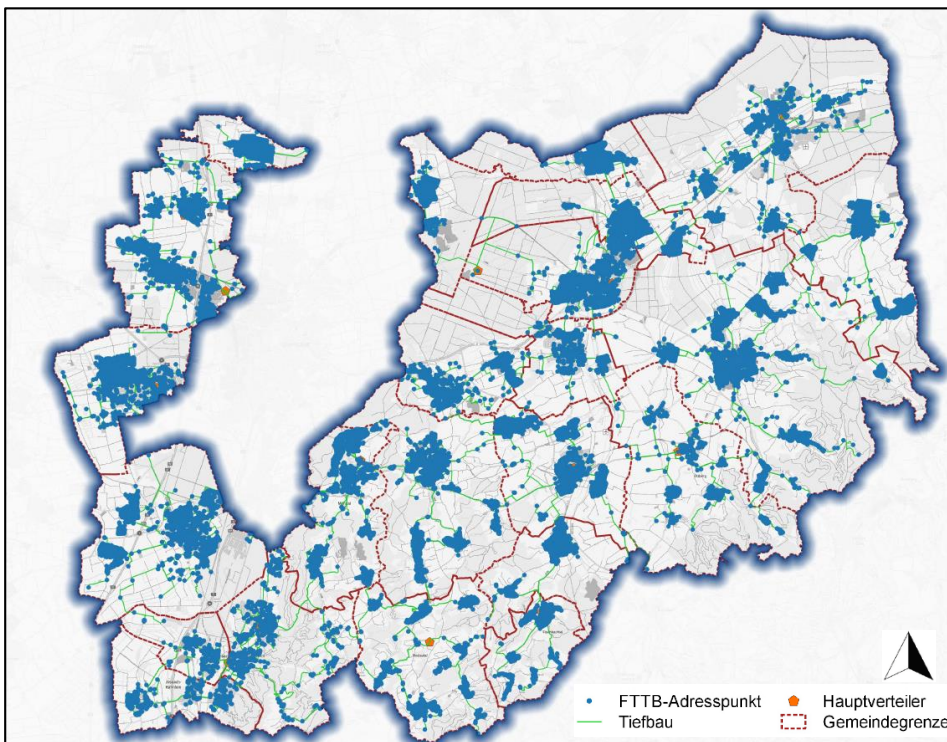


Abbildung 10: Erschließung aller Adressen im Landkreis mit FTTB ohne HFC-Überbau

3.2.6 Gigabitszenario 2: Flächendeckender FTTH/B-Ausbau (Gigabit-Masterplan)

In diesem Szenario wird eine flächendeckende FTTH/B-Planung durchgeführt, bei der jeder Adresspunkt im Kreisgebiet über einen FTTH/B-Anschluss angebunden wird, der aktuell über keinen FTTH/B-Anschluss verfügt. Ausgangspunkt ist bei diesem Szenario der HVt.

Tabelle 8: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte ohne FTTH/B-Anschluss

Adresspunkte	Kosten für die Netzerrichtung (= CAPEX in Mill.€)	Gesamtlänge der Tiefbaustrecke	Kosten pro Adresspunkt
81.473	335	2.147 km	4.105 €

Bei diesem flächendeckenden Szenario werden insgesamt 81.473 Adressen im Kreisgebiet mit einem FTTH/B-Anschluss beplant. Die Gesamtkosten betragen ca. 335 Millionen €, während

die Kosten pro Adresse 4.105 € betragen. Bei der Berechnung wird davon ausgegangen, dass für die Netzerrichtung keinerlei Leerrohrkapazitäten mitgenutzt werden können. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Gesamtinvestitionssumme aufgrund von Leerrohrmitnutzung reduzieren. Speziell die Rohre, in denen sich heute Koaxialkabel befinden, können für die „Befiberung“ genutzt werden. Vorhandene Koaxialkabel werden entfernt, neue Glasfaserkabel werden eingelegt. Vor dem Hintergrund, dass ein Großteil der Ortschaften im Kreis mit Koaxialkabel versorgt ist, würden die Gesamtinvestitionskosten deutlich sinken.

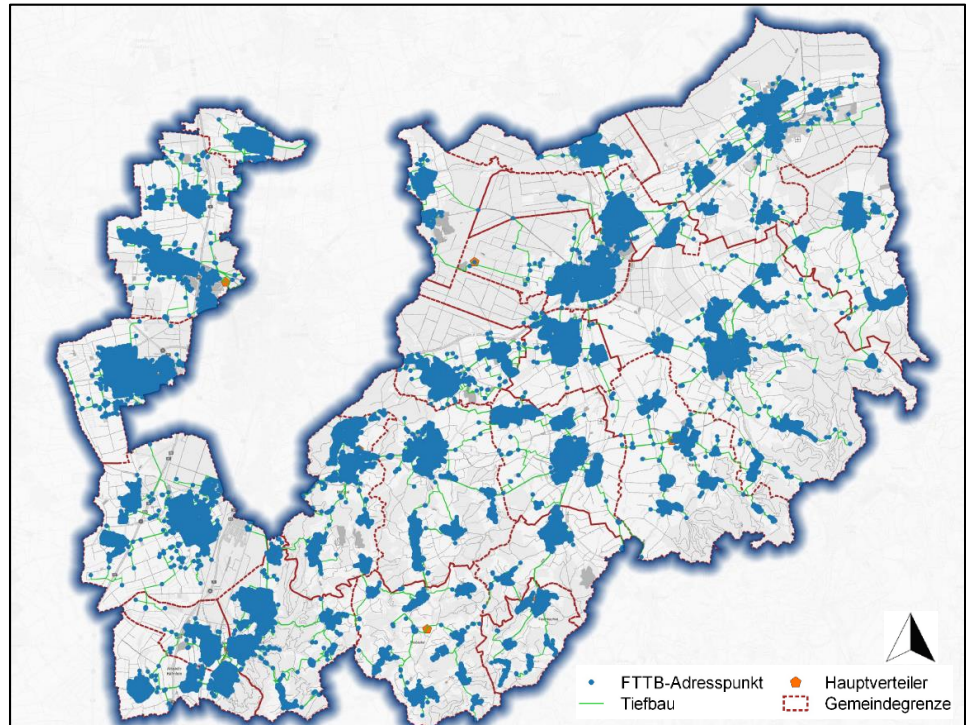


Abbildung 11: Erschließung aller Adressen im Landkreis mit FTTB und mit HFC-Überbau

3.3 Mobilfunk/5G im Planungsgebiet

Die Mobilfunkversorgung ist im Sinne des Leitbildes Gigabitgesellschaft von enormer Bedeutung. Nicht erst seit dem Mobilfunkstandard 4G bzw. LTE hat der Mobilfunk in seiner Bedeutung für die private und gewerbliche Nutzung immer weiter zugenommen. Durch LTE wurde die Nutzung der Mobilfunknetze für den Datenverkehr, also z.B. das Streaming von Musik und Videos auf dem Handy oder das Versenden von hochauflösenden Bildern, immer wichtiger. Diese Tendenz wird sich mit der Weiterentwicklung von mobilen Apps sowie den Kapazitäten der Endgeräte weiter fortsetzen. Der neue Mobilfunkstandard 5G wird derzeit oft diskutiert und von verschiedensten Seiten mit hohen Erwartungen belegt. Sowohl im privaten, als auch im wirtschaftlichen Bereich sollen mit 5G zukünftig mehr Anwendungen genutzt werden können, die Datenraten von über 1 Gbit/s benötigen. Ein weiterer wichtiger Aspekt des neuen Standards ist die deutlich geringere bis kaum noch vorhandene Latenz im Datenaustausch. Latenz in der Telekommunikation beschreibt die Verzögerung zwischen dem Aussenden eines Signals und dem Empfangen eines Antwortsignals, z.B. beim Aufrufen einer Website mit einem Internetbrowser. Mit 5G sollen diese Latenzzeiten soweit fallen, dass Datenaustausch ohne Verzögerung, nahezu in Echtzeit, möglich wird.

Im Mobilfunk ist die Datenrate abhängig von der Sendefrequenz. Je höher die Datenrate, desto höher muss i.d.R. auch die Sendefrequenz sein. Je höher die Sendefrequenz desto geringer ist

jedoch die Sendereichweite. Die für hohe Datenübertragung notwendigen, hohen Frequenzbereiche der 5G Signale erfordern daher ein engmaschiges Netz an Sendeanlagen.

Grundlage für ein engmaschiges Netz bildet wiederum ein flächendeckendes FTTB-Netz, an welches die Basisstationen angeschlossen werden. Das entsprechende FTTB-Netz wird im Rahmen dieser Studie geplant und die anfallenden Kosten kalkuliert. Somit wird bei einer entsprechenden Bauausführung die Basis für ein leistungsfähiges 5G-Netz gelegt.

Der Hauptkostentreiber für die Aufrüstung mit dem Mobilfunkstandard 5G, ist der Tiefbau für die Erschließung von bestehenden und neuen Mobilfunkmasten mit Glasfaser. Durch einen geförderten Breitbandausbau, wird die Glasfaser in die Fläche gebracht, wodurch Tiefbaukosten für eine Erschließung neuer und bestehender 5G-Mobilfunkstandorte eingespart werden können.

Eine weitere wesentliche Voraussetzung für den Roll-out von 5G-Netzen ist die im Frühjahr 2019 geplante Versteigerung der entsprechenden Frequenzbänder. Die Rahmenbedingungen, Auflagen, Bieterkonstellationen und Ergebnisse dieser Frequenzauktion werden einen erheblichen und im Vorfeld nicht abschätzbaren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit, den Umfang sowie die Geschwindigkeit des 5G-Netzaubaus in Deutschland haben.

Für die Entwicklung eines belastbaren und bedarfsorientierten 5G-Netzaubaus werden Daten zum Funkschattenwurf, Höhenmodelle, etc., benötigt. Vor dem Hintergrund der aktuell unvollständigen Datengrundlage und dem verfügbaren Zeitrahmen, ist es im Zuge dieser Studie nicht zielführend, das Thema 5G vollumfänglich zu bearbeiten.

Da sich die Implementierung von 5G zunehmend konkretisiert und erste 5G-Netze voraussichtlich schon 2019 geschaltet werden können, bietet sich nach der Vergabe der Frequenzen eine fundierte Betrachtung der Möglichkeiten hinsichtlich 5G im Kreisgebiet an.

3.4 WLAN im Planungsgebiet

Vor dem Hintergrund der Reichweite, ist WLAN zwischen Funklösungen mit kurzer Reichweite (NFC, Bluetooth, etc.) und Mobilfunk mit einer relativ hohen Reichweite einzuordnen. Abhängig von Hindernissen variiert die Reichweite von WLAN-Netzen zwischen <100 Metern (indoor) und bis zu 300 Metern unter optimalen Bedingungen (outdoor).

Primär ist zwischen zwei WLAN-Typen zu unterscheiden – geschlossene und offene Netze. Ausschlaggebend für den WLAN-Typ ist das vom Betreiber verfolgte Ziel. Daraus ergeben sich folgende untergeordnete Typen:

- Offenes WLAN ohne Zugangsbedingungen
- Offenes WLAN mit Zugangsbedingungen
- WLAN mit Zugangsbedingung (zahlungspflichtig)
- WLAN mit Zugangsbedingung (an Leistung geknüpft)

Im Mittelpunkt steht häufig die Frage, wie der Hotspot wirtschaftlich getragen wird, da die Zahlungsbereitschaft bei Privatpersonen für einen WLAN-Zugang gering ist. Hierzu gibt es unterschiedliche Ansätze, wie das Einblenden von Werbung.

Ähnlich wie beim Aufbau von 5G-Netzen bildet für WLAN-Hotspots ein leistungsfähiger Breitbandanschluss die Grundlage. Da im Rahmen dieser Studie ein flächendeckendes FTTB-Netz geplant wird, bietet sich eine Routeranbindung an eben dieses an. Um den optimalen Standort eines solchen Hotspots zu bestimmen ist eine enge Zusammenarbeit mit den vor Ort tätigen TK-Unternehmen sinnvoll. Auf Basis der den TK-Unternehmen vorliegenden Mobilfunkdaten und den damit ins Verhältnis zu setzenden räumlichen Gegebenheiten lassen sich optimale Standorte für WLAN-Hotspots ableiten.

Somit ist ein enger Austausch zwischen Kreis und vor Ort tätigen TK-Unternehmen zu empfehlen, um eine zielführende Hotspotplanung vorzunehmen, sofern weiterer Bedarf besteht.

Kapitel 4: Fazit & Handlungsempfehlungen

Künftige Herausforderungen für die flächendeckende Errichtung von Gigabit-Netzen

Ziel ist die Errichtung eines flächendeckenden FTTH/B-Netz. Aus strategischer Sicht ist ein stufenweiser Netzausbau sinnvoll, bei dem den HFC-Netzen eine entscheidende Rolle zukommt.

Aktuell existiert im Kreisgebiet ein flächendeckendes Kupfernetz, worüber eine Grundversorgung garantiert wird. Des Weiteren sind ca. 41% der Adressen im Kreisgebiet über ein HFC-Netz angeschlossen, was perspektivisch Bandbreiten im Gigabitbereich ermöglichen wird. Damit ist ein Teil des Kreises zum aktuellen Zeitpunkt durchaus hinreichend mit Breitbandanschlüssen versorgt anzusehen. Defizite bei der Bandbreite existieren primär in peripheren Lagen des Kreises. Die aktuellen Breitbandbedarfe für die meisten Anwendungen im privaten Bereich lassen sich mit dem bestehenden Angebot kurzfristig decken. Die Bedarfe von Unternehmen und Institutionen werden dagegen nur teilweise gedeckt. Fehlende Breitbandversorgung könnte sich daher bereits in naher Zukunft negativ auf Wirtschaft und Gesellschaft des Kreises Darmstadt-Dieburg auswirken. Mittel- und langfristig ist daher ein Ausbau der Glasfaserinfrastruktur im Zuge des Leitbildes Gigabitgesellschaft unumgänglich.

In dieser Studie werden verschiedene Szenarien für den Gigabitausbau im Landkreis Darmstadt-Dieburg untersucht. Es zeigt sich, dass für einen flächendeckenden Gigabitausbau, dessen Grundlage ein flächendeckender Glasfaserausbau ist, zwei- bis dreistellige Millionenbeiträge notwendig wären.

In dem zuerst betrachteten Szenario zum Gigabitausbau wurden alle Adressen des Landkreises Darmstadt-Dieburg in eine strategische Netzplanung integriert. Ausgeklammert wurden alle Adressen die zurzeit bereits über einen HFC-Anschluss oder FTTH/B-Anschluss verfügen. Für dieses Ausbaumodell, das in etwa 48.330 Adressen, ca. 59% der Gesamtadressen berücksichtigt, sind gemäß unserer Planung ca. 241 Millionen Euro erforderlich. Will man auch die Bereiche des Kreises, welche derzeit mit HFC-Netzen versorgt sind in den Glasfaserausbau integrieren, was ca. 81.473 Adressen und ca. 99% der Adressen des Landkreises einschließt, entstünden dadurch Kosten in Höhe von ca. 335 Millionen Euro. Für sich betrachtet ist jedes Szenario zum Netzausbau nur jeweils ein Schritt in Richtung Gigabitgesellschaft. Jedoch bestehen zwischen allen betrachteten Szenarien Verbindungen und Synergien, die genutzt werden können.

Für das Ziel bis zum Jahr 2025 eine flächendeckende Gigabitversorgung zu realisieren, ist die Betrachtung und Bewertung der HFC-Netze von zentraler Bedeutung. Berücksichtigt man die derzeitigen Leistungen und künftigen Entwicklungen der HFC-Technologie, so erscheint diese zumindest mittelfristig als gigabitfähig. Ob alle Breitbandbedürfnisse, auch im gewerblichen Bereich, mit dieser Technologie gedeckt werden können, bedarf einer weitergehenden Prüfung.

Eine zeitnahe Umsetzung der in dieser Studie beschriebenen Szenarien zum Gigabitausbau erscheint jedoch für jedes der beiden Szenarien als unrealistisch, wenn man die Umsetzung als alleinige Aufgabe des Landkreises Darmstadt-Dieburg betrachten würde. Vielmehr zeigt sich, dass der Gigabitausbau, insbesondere unter dem Zeitziel 2025, nur durch gemeinsames Handeln von Kreis, Land, Bund und TK-Wirtschaft zu bewältigen ist.

Der derzeit geförderte Breitbandausbau bietet die Möglichkeit einen kleinen Teil des Kreisgebietes mit Hilfe von Fördermitteln gigabitfähig auszubauen. Der Großteil des Kreisgebietes ist

jedoch nach heutiger Regelung mit dem aktuellen Bundesförderprogramm nicht förderfähig. Es ist auch davon auszugehen, dass der Förderrahmen und die Aufgreifschwelle zur Förderung mit Bundes- und Landesmitteln sich im nächsten Jahr noch nicht signifikant ändern werden. Mit den aktuell am 15.11.2018 veröffentlichten Sonderaufrufen und der Aktualisierung der Bundesförderrichtlinie ergeben sich weitere Möglichkeiten den Gigabitausbau, speziell für Gewerbegebiete und Sonderstandorte (z.B. Krankenhäuser), relativ zeitnah umzusetzen.

Der eigenwirtschaftliche Ausbau durch die Telekommunikationsunternehmen muss weiter vorangetrieben werden. Hier kann der Landkreis Darmstadt-Dieburg durch verschiedene Maßnahmen unterstützen, die im Dialog mit der TK-Branche diskutiert werden können. Der für den Gigabitausbau benötigte Tiefbau stellt den wichtigsten Kostenfaktor dar. Um Tiefbauaufwände zu reduzieren und Kapazitäten zu schonen, ist eine effizientere Organisation von Mitverlegungspotentialen und der Nutzung von bestehenden Infrastrukturen erforderlich. Die Koordination und Information von Marktteilnehmern, anderen Tiefbauprojekten und öffentlichen Stellen wird heute oftmals nur rudimentär oder gar nicht betrieben. Voraussetzung dafür ist Transparenz von Informationen über Infrastrukturen sowie, eine verbesserte Zusammenarbeit und eine branchenübergreifende Koordinierung.

Die Themen Mobilfunk, 5G und WLAN konnten aufgrund unzureichender Datengrundlagen und zeitlicher Einschränkung in dieser Studie nur rudimentär behandelt werden. Jedoch ist der im Kern dieser Studie behandelte Glasfaserausbau auch Grundlage und Voraussetzung für moderne, flächendeckende Mobilfunk- und WLAN-Netze. Für die Erweiterung von öffentlichen WLAN-Netzen bieten sich verschiedene Optionen an. Einige Projekte in Deutschland und weltweit zeigen beispielsweise wie ein Ausbau von Straßenbeleuchtung, WLAN und Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität, dank aufrüstbaren Straßenlaternen und durchgehender Glasfaseranbindung, kombiniert werden kann.

Handlungsempfehlungen

Geförderter Gigabitausbau

Oberste Priorität für den kreisweiten Breitbandbandausbau sollte der Ausbau der letzten verbliebenen „weißen Flecken“, die heute noch weniger als 30 Mbit/s erhalten, haben. Wie das im Rahmen dieser Studie durchgeführte Markterkundungsverfahren gezeigt hat, besteht für 999 (inkl. Schulstandorte) Adressen im Landkreis ein Marktversagen, d.h. diese Adressen werden auch innerhalb der nächsten drei Jahre nicht von den Marktteilnehmern versorgt werden. Im Anschluss an die Netzplanung hat eine finale Abstimmung des „weißen Flecks“ mit der Entega Medianet GmbH stattgefunden, die einen eigenwirtschaftlichen Ausbau in Teilen des Kreisgebietes plant. Nach dieser Abstimmung sind abschließend 968 Adressen übrig, die in der Fördermittelbeantragung Berücksichtigung finden.

Über das Bundesförderprogramm besteht aktuell die Möglichkeit einen Zuschuss von 90-100 % der Wirtschaftlichkeitslücke für den Netzausbau zu erhalten.

Da für den geförderten Netzausbau nur gigabitfähige Technologien eingesetzt werden dürfen, liefert der Ausbau der „NGA-weißen Flecken“ auch einen Beitrag zum Gigabitausbau. Durch das Förderprogramm werden neue Glasfasertrassen in die am stärksten unterversorgten Gebiete verlegt und bietet dadurch ein hohes Synergiepotenzial für eine spätere eigenwirtschaftliche Erweiterung des Netzes.

Im Zuge einer Fördermittebeantragung und das anschließend erforderliche Vergabeverfahren müssen allerdings komplexe förder-, vergabe-, und kommunikationsrechtliche Bestimmungen berücksichtigt und ein Kooperationsvertrag aufgesetzt und mit dem ausbauenden Netzbetreiber verhandelt werden. Darüber hinaus sind während der Ausschreibung und der Vergabe technische Fachkenntnisse z.B. zum Erstellen der Ausschreibungsunterlagen und zur technischen Prüfung der Angebote hilfreich, um die fehlerfreie Abwicklung des Vergabeverfahrens zu gewährleisten. Es wird daher eine enge Begleitung des Vergabeverfahrens und des

anschließenden Netzausbaus durch spezialisierte technische und juristische Berater empfohlen. Hierfür sollten im Vorfeld Kostenvoranschläge eingeholt und ggf. entsprechende Haushaltsmittel bereitgestellt werden.

Fortschreibung eines Gigabit-Masterplans

Für einen flächendeckenden Glasfaserausbau im Landkreis Darmstadt-Dieburg, fallen enorme Investitionskosten in einer Gesamthöhe von gut **330 Millionen €** an. Diese Kosten reduzieren sich durch die etwaige Nutzung von Leerrohrkapazitäten.

Um den flächendeckenden Glasfaserausbau zu forcieren ist eine Strategie zu entwickeln, wie trotz der hohen Investitionskosten das Ziel „flächendeckendes Gigabitnetz“ realisiert werden kann. Hierzu wird seitens TÜV Rheinland eine Fortführung des Gigabit-Masterplans empfohlen, der bei der Zielerreichung unterstützt und gleichzeitig die Möglichkeit eines Monitorings bietet.

Zum aktuellen Zeitpunkt ist die weitere Entwicklung im Bundesförderprogramm nicht klar abzusehen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass es weiterhin ein Bundesförderprogramm geben wird, auf dessen Basis der Gigabit-Ausbau zu forcieren ist. Bis ein neues Förderprogramm aufgesetzt und gestartet wird, ist ein stufenweiser Ausbau zu verfolgen.

Langfristig sollten im Gigabit-Masterplan folgende Aspekte Berücksichtigung finden:

- Stetiger Austausch mit den regional tätigen TK-Unternehmen über etwaige Ausbauvorhaben
- Regelmäßige Updates der Versorgungsdaten durch neue Markterkundungsverfahren
- Die Bildung von Clustern im Landkreis mit dem Ziel, möglichst viele Anschlüsse für relativ geringe Investitionen an das FTTH/B-Netz anzuschließen. Alternativ zu diesem Vorgehen besteht die Möglichkeit, für die gleichen Investitionen, weniger, aber deutlich schlechter versorgte Anschlüsse an das FTTH/B-Netz anzuschließen. Die Möglichkeiten sind seitens des Kreises zu diskutieren.
- Speziell in urbanen Gebieten, wo ein Kabelnetz vorhanden ist, können Tiefbaukosten deutlich reduziert werden, indem physikalisch vorhandene Leerrohrkapazitäten zur „Nachbefiberung“ genutzt werden. Bei der „Nachbefiberung“ werden bestehende Koaxialkabel aus Leerrohren entfernt und durch Glasfaser ersetzt.
- Monitoring des FTTH/B-Netzausbaus im Landkreis Darmstadt-Dieburg

Eigenwirtschaftlicher Netzausbau

Um den eigenwirtschaftlichen Netzausbau zu fördern, sollte ein strukturierter und kontinuierlicher Austausch zwischen Marktakteuren im Telekommunikationssektor und dem Kreis Darmstadt-Dieburg etabliert werden. Für das Ziel, eine flächendeckende Gigabitversorgung herzustellen, können dabei verschiedene Fragen und Themen erörtert werden, z.B. Kooperative Ausbaumodelle, Beschleunigung von Genehmigungsverfahren und eine Verbesserung bei der Schaffung und Ausnutzung von Synergien.

Synergieeffekte im Tiefbau nutzen

Um Synergien beim Tiefbau künftig besser zu nutzen, empfehlen wir zu prüfen, ob und an welcher Stelle der Aufbau einer zentralen Koordinierungs- und Informationsstelle möglich wäre.

Diese Koordinierungsstelle sollte Informationen zu Tiefbauprojekten verschiedener Quellen verarbeiten und qualifizierte Informationen über Mitverlegungsoptionen an Bauträger oder Telekommunikationsunternehmen weiterleiten können. Grundlage dieser Dienstleistung

sollte eine detailliertere Netzplanung sein, welche in Abstimmung mit dem Kreis und TK-Unternehmen aktualisiert wird. Auch die Information und Vermarktung von kommunalen Infrastrukturen könnte so gefördert werden.

5G-Strategie

Die Erwartungen an den neuen Mobilfunkstandard 5G sind enorm. Sowohl im privaten, als auch im wirtschaftlichen Bereich wird davon ausgegangen, dass zukünftig völlig neue Anwendungen entstehen und genutzt werden können. Dadurch entstehen kurz- und mittelfristige Wettbewerbsvorteile Standorten gegenüber, die über kein 5G verfügen. Somit wird die Bedeutung eines zeitnahen 5G-Netzausbaus deutlich.

Im Kreisgebiet liegt bisher nur auf Netzebene eins (Backbone bis HVt) und zwei (HVt bis MFG) Glasfaser. Über die Teilnahme am Bundesförderprogramm, wird die Glasfaser als FTTB in die Fläche gebracht. Dies bildet eine hervorragende Grundlage für einen bedarfsorientierten 5G-Mobilfunkausbau, da Tiefbaukosten für die Erschließung neuer Mobilfunkstandorte eingespart werden können.

Um das Kreisgebiet zeitnah mit einer bedarfsorientierten 5G-Mobilfunkversorgung abzudecken, ist es sinnvoll auf Basis aller relevanter Daten ein entsprechendes strategisches Ausbaukonzept zu erstellen.

Annex

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Allgemeines Liegenschaftskatasterinformationssystem
APL	Abschlusspunkt Linientechnik
ARPU	Average Revenue per User
CATV	Cable Television
FTTB	Fiber To The Building
FTTC	Fiber To The Curb
FTTH	Fiber To The Home
Gbit/s	Gigabit pro Sekunde
HFC	Hybrid Fiber Coax
HVt	Hauptverteiler
IoT	Internet of Things
ISA	Infrastrukturatlas
KVz	Kabelverzweiger
Mbit/s	Megabit pro Sekunde
MEV	Markterkundungsverfahren
NFC	Near Field Communication
NGA	Next Generation Access
TK	Telekommunikation
WLAN	Wireless Local Area Network

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Breitbandversorgung im Landkreis Darmstadt-Dieburg (≥ 100 Mbit/s alle Technologien).....	8
Abbildung 2: Breitbandversorgung im Landkreis Darmstadt-Dieburg (≥ 50 Mbit/s FTTH/B) ..	9
Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung im Landkreis Darmstadt-Dieburg (von weiß: negativ bis dunkel blau: positiv)	12
Abbildung 4: förderfähige Adressen im Landkreis Darmstadt-Dieburg	13
Abbildung 5: Versorgung der Adressen gegliedert nach Technologie (in %)	18
Abbildung 6: Erschließung aller förderfähiger Schulen mit FTTB	19
Abbildung 7: Erschließung aller weißer Flecken im Landkreis mit FTTB (ohne Schulen)	20
Abbildung 8: lange Tiefbaustrecken bei der Erschließung peripherer Standorte	21
Abbildung 9: Erschließung aller weißer Flecken im Landkreis mit FTTB (inkl. Schulen)	22
Abbildung 10: Erschließung aller Adressen im Landkreis mit FTTB ohne HFC-Überbau	23
Abbildung 11: Erschließung aller Adressen im Landkreis mit FTTB und mit HFC-Überbau ...	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2: Bevölkerungsentwicklung in den einzelnen Gemeinden bis 2030	11
Tabelle 3: Kosten der einzelnen Netzelemente und Tiefbauarbeiten	16
Tabelle 4: Einnahmen aufgeschlüsselt nach Kunden	16
Tabelle 5: Kosten für die Erschließung der Schulen	18
Tabelle 6: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte im "weißen Fleck"	19
Tabelle 7: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte im "weißen Fleck" und Schulen ..	22
Tabelle 8: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte ohne FTTH/B- oder HFC-Anschluss	23
Tabelle 9: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte ohne FTTH/B-Anschluss.....	23