



Masterplan für den Gigabit-Ausbau in der Stadt Rheinbach

Auftraggeber



Erstellt durch



Auftraggeber

Stadtverwaltung Rheinbach
Schweigelstraße 23
53359 Rheinbach

Dienstleister

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

Autoren der Studie

Johannes Ludwigs, Daniel Kleist, Thomas Erdmann

Stand

September 2020

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

Zusammenfassung	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 stadtweiten Breitbandausbaus im bundeslandweiten Vergleich.....	7
2.2 Breitbandatlas des Bundes: Versorgungslage der Stadt Rheinbach	7
2.3 Ergebnis des Markterkundungsverfahrens & Ausbauvorhaben der Marktakteure	9
2.4 Bedarfsentwicklung aufgrund der Bevölkerungsentwicklung	17
Netzplanung und Kostenrechnung für den flächendeckenden Glasfaserausbau	19
3.1 Vorgehen (Netzplanung)	19
3.2 Netzplanung & Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	22
3.3 Mobilfunk / 5G im Planungsgebiet.....	28
3.4 WLAN im Planungsgebiet.....	36
Künftige Herausforderungen für die flächendeckende Errichtung von Gigabit-Netzen	37
Handlungsempfehlungen.....	38
Annex	42
Abkürzungsverzeichnis	42
Abbildungsverzeichnis	43
Tabellenverzeichnis.....	44

Zusammenfassung

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 die Stadt Rheinbach dazu entschlossen einen Gigabitmasterplan zu erstellen. Dieser sieht vor, sukzessive eine flächendeckende Gigabit-Infrastruktur zu realisieren. Folgende Ziele stehen im Fokus der Studie:

- Bestandsaufnahme der aktuellen Versorgung und Identifikation von Ausbaubedarfen
- Modellierung und Planung unterschiedlicher Ausbauszenarien
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Abschätzung eines Finanzierungs- bzw. Förderbedarfs
- Entwicklung von Empfehlungen hinsichtlich der Zielsetzung „flächendeckende Gigabit-Netze“

Ergebnisse

Ausgangslage im Stadtgebiet

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

Als Datengrundlage für die vorliegende Studie wurde deshalb erstmalig eine adressenscharfe Primärerhebung der Breitbandanbindung für 8.332 im Liegenschaftskataster der Stadt 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 der Stadt eine gute Breitbandversorgung mit Kupferinfrastruktur. >99 % der Gebäude verfügen bereits über einen Anschluss, der dem NGA-Kriterium von mindestens 30 Mbit/s im Downstream entspricht. Bei der Gigabitversorgung ist die Stadt nur mittelmäßig aufgestellt. Ca. 51,4 % (4.281) aller Adressen sind bereits mit gigabitfähigen Kabel- oder Glasfaseranschlüssen versorgt. Zu berücksichtigen ist, dass bisher lediglich ca. 2,1 % (178) der Anschlüsse tatsächlich als besonders zukunftsfähige direkte Glasfaseranschlüsse realisiert wurden.

Vor dem Hintergrund der politischen Zielsetzung eines flächendeckenden Gigabitnetzes bis 2025 hat die Stadt demnach zwar eine gute Ausgangsposition, dennoch stellt der Ausbau der verbliebenen 48,6 % und damit rund 4.051 noch nicht gigabitfähig versorgten Adressen eine sehr große Herausforderung dar, die erhebliche Investitionen in den Netzausbau erfordern.

Technologiebewertung

Für den gigabitfähigen Infrastrukturausbau im Stadtgebiet sind Glasfasertechnologien am besten geeignet; sie können Gigabit-Bandbreiten bereitstellen und geringe Latenzzeiten gewährleisten. Mit dem Fokus auf Glasfaserkabel verfolgt die Stadt 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 Geschwindigkeiten 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 sie zu Hochlastzeiten 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.

Im Rhein-Sieg-Kreis liegt jedoch die besondere Situation vor, dass bereits ein Förderantrag im Rahmen des Bundesförderprogramms gestellt wurde, sodass eine flächendeckende Versorgung mit >30 Mbit/s weitestgehend sichergestellt ist.

In dieser Studie geht es daher primär um die Erweiterung bestehender Gigabitnetze. In einem Szenario werden dabei HFC-Netze als gigabitfähig angenommen, in einem weiteren Szenario werden lediglich FTTB-Netze als gigabitfähige Infrastruktur angenommen.

Investitionskosten für das FTTB-Netz

Zur Berechnung der Investitionskosten wurde mit Hilfe spezieller Planungssoftware eine adress- und lagegenaue FTTB-Netzplanung für unterschiedliche Szenarien durchgeführt. Sie berücksichtigt alle bekannten kommunalen Leerrohrtrassen sowie das gesamte Straßen- und Wegenetz der Stadt.

- *Der Ausbau eines FTTB-Netzes für alle Adressen (Rheinbach: insgesamt **3.994**/Alle 3 Kommunen: **11.409**), die aktuell nicht mittels HFC oder FTTH/B versorgt werden, erfordert Investitionen in Höhe von **26,7** Millionen Euro und eine Tiefbaustrecke von **130** km.*
- *Der Ausbau eines FTTB-Netzes für alle Adressen (insgesamt **8.097**/Alle 3 Kommunen: **21.611**), die aktuell nicht mittels FTTH/B versorgt werden, erfordert Investitionen in Höhe von **40,4** Millionen Euro und eine Tiefbaustrecke von **186** km.*
- *Die Erschließung aller Funkmasten (Rheinbach: **23** / Alle 3 Kommunen: **58**) mit FTTB, die aktuell nicht mittels FTTH/B versorgt werden, erfordert Investitionen in Höhe von **5,98** Millionen Euro (Rheinbach) bzw. **17,4** Millionen Euro (alle 3 Kommunen) und eine Tiefbaustrecke von **49** km (Rheinbach) bzw. **110** km (alle 3 Kommunen).*

- *Die Erschließung aller Small Cell-Standorte (Rheinbach: 220 / Alle 3 Kommunen: 767) mit FTTB, erfordert Investitionen in Höhe von 11,7 Millionen Euro (Rheinbach) bzw. 37,4 Millionen Euro (alle 3 Kommunen) und eine Tiefbaustrecke von 83 km (Rheinbach) bzw. 189 km (alle 3 Kommunen).*

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

Gigabitmasterplan

Zur Zielerreichung von flächendeckenden, gigabitfähigen Breitbandnetzen bis 2025 in den drei Kommunen Meckenheim, Swisttal und Rheinbach wurde ein Gigabit-Masterplan erarbeitet, der die Möglichkeiten eines sukzessiven Netzausbaus skizziert. Die berechneten Investitionskosten von 101 Mio. € entsprechen einem Worst-Case-Szenario ohne Berücksichtigung vorhandener Infrastrukturen (z.B. Leerrohre oder MFG/NVt-Standorte).

Handlungsempfehlungen

Aus den im Rahmen der Untersuchung erhobenen Daten und den Planungsszenarien wurden fünf zentrale Handlungsempfehlungen für die Stadt Rheinbach entwickelt (vgl. Kapitel 4):

1. Breitbandausbau aktiv koordinieren
2. Räumliche Priorisierung des Ausbaus
3. Entwicklung einer 5G-Strategie
4. Monitoring zukünftiger Förderprogramme

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 in diesem Zusammenhang auch der Begriff Gigabitgesellschaft entstanden. 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. 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 jedem 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 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 gezielte 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 vermehrt auf eine schnelle Sammlung, Weiterleitung und Verarbeitung von Daten angewiesen.

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

Dieser politisch geprägte Ausdruck 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 dafür in der Stadt Rheinbach realisiert werden können.

Gemäß dem Musterleistungsbild Gigabitgesellschaft, das durch den Projektträger des Bundes atene KOM formuliert wurde, sowie 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
- 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 die Prüfung der Notwendigkeit einer 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 Stadtgebietes sowie bereits vorhandene Infrastrukturen wurden seitens der Stadt Rheinbach 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 Stadtgebiet ein flä-

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

- **Gigabitszenario 1:** Ausbau/Erweiterung aller bisher nicht FTTH/B-versorgten Standorte mit Ausnahme der vorhandenen HFC-Netze (Gigabitplanung).
Rund 49 % aller Adressen im Stadtgebiet verfügen über einen Kabelanschluss oder die Möglichkeit, einen Kabelanschluss zu beziehen. Unter der Prämisse, dass Kabelanschlüsse in Rheinbach bereits überwiegend gigabitfähig sind, werden diese in diesem Szenario nicht bedacht.
- **Gigabitszenario 2:** Flächendeckender FTTH/B-Ausbau (Glasfaserplanung). Alle Adressen im Stadtgebiet, die zum jetzigen Zeitpunkt nicht mit FTTH/B versorgt sind, werden mit FTTH/B-Anschlüssen beplant.
- **Backboneplanung:** Für das Stadtgebiet wird eine Backboneplanung durchgeführt um zusätzliche Netzzugangspunkte errichten zu können. So kann den FTTH-B-Lückenschluss durch kurze Tiefbaustrecken kostengünstig und ressourceneffizient zu gestalten.
- **Mobilfunkszenario 1:** Erschließung aller bestehenden und potenziellen Mobilfunkstandorte (Masten) mit FTTH/B. Planungsgrundlage bilden sämtliche Funkstandorte, die aus dem Infrastrukturatlas der Bundesnetzagentur entnommen werden konnten sowie alle durch verschiedene Methoden gewonnenen potenziellen Funkstandorte. Nähere Angaben zur Netzplanung sind in Kapitel 3 enthalten.
- **Mobilfunkszenario 2:** Erschließung aller potenziellen Small Cell-Standorte mit FTTH/B. Planungsgrundlage bilden sämtliche Leuchtpunkte (Straßenlaternen), die seitens des Auftraggebers zur Verfügung gestellt wurden sowie durch verschiedene Methoden gewonnen werden konnten.

Neben einer flächendeckenden Glasfaser-Netzinfrastruktur steigen zukünftig die Anforderungen an kabellose Breitbandprodukte. Die neueste Generation von Mobilfunknetzen ist der Standard 5G, welcher ab 2020 eingesetzt wird. Um die zukünftigen Bedarfe an kabellosen Breitbandtechnologien im Stadtgebiet Rheinbach zu decken, wurde ein 5G-Lückenschlusskonzept erstellt. Das Konzept umfasst eine Bestandsaufnahme der bereits existierenden Funkstandorte und die Ermittlung potenzieller neuer Standorte. Nähere Angaben zur Mobilfunkplanung sind in Abschnitt 3.3 enthalten.

Zur Umsetzung des flächendeckenden Ausbaus von gigabitfähigen Netzen wird ein Gigabitmasterplan erstellt. Dieser umfasst den Prozess von der aktuellen Ist-Versorgung hin zu einer flächendeckenden gigabitfähigen Infrastruktur. Im Zuge dessen werden Förderprogramme, Synergien, etc. berücksichtigt.

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 stadtweiten Breitbandausbaus im bundeslandweiten Vergleich

Im Rahmen dieser Studie wird der Glasfaserausbau im Stadtgebiet 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 Stadtgebiet 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 in der Stadt zu erhalten, wurden nach Bedarf 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 zu erfassen, inwieweit sie für einen steigenden Bedarf an Bandbreite spricht.

2.2 Breitbandatlas des Bundes: Versorgungslage der Stadt Rheinbach

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

Um die Versorgungslage in Rheinbach hinsichtlich eines möglichen Förderbedarfs nach der NGA-Rahmenrichtlinie des Bundes zu ermitteln, ist in **Abbildung 1** die Breitbandversorgung mit ≥ 30 Mbit/s dargestellt. Im Stadtgebiet liegt eine großflächige Versorgung mit >30 Mbit/s ($>95\%$) vor. Lediglich in einigen wenigen Rand- und Außenbereichen sind lediglich zwischen 75 – 95% der Haushalte mit mindestens 30 Mbit/s versorgt. Somit können auf Basis des Breitbandatlas des Bundes (BBA) grundsätzlich keine förderfähigen Bereiche ausfindig gemacht werden.

Generell stößt eine Versorgung mit 30 Mbit/s, unabhängig der verwendeten Technologie, bereits heute teilweise an die Leistungsgrenze. Speziell im Gewerbebereich werden vielfach höhere Bandbreiten benötigt.

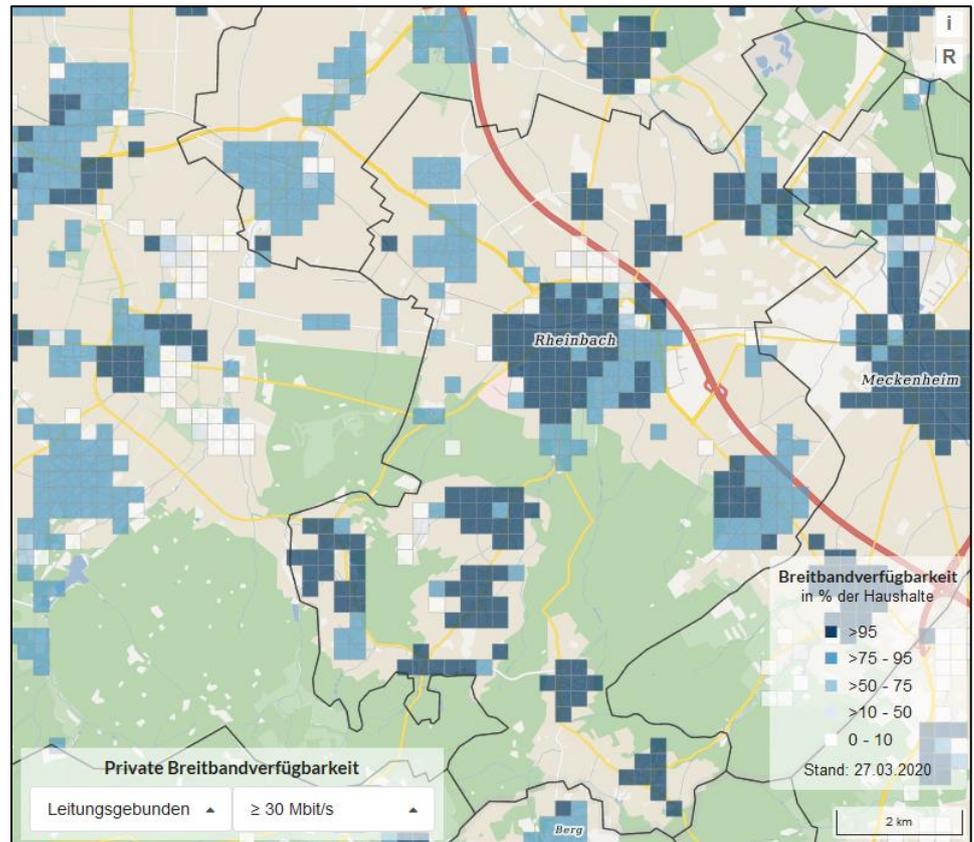


Abbildung 1: Breitbandversorgung in der Stadt Rheinbach (≥ 30 Mbit/s alle Technologien) (Quelle: BMVI, 2020, www.breitbandatlas.de)

Neben der Versorgung mit 30 Mbit/s über alle Technologien ist die Glasfaserversorgung für die weiteren Ausbauaktivitäten im Stadtgebiet entscheidend. Die Versorgung der Stadt Rheinbach mit FTTH/B ist bisher sehr gering. Lediglich in einem kleinen Bereich im Nordosten des Stadtgebietes existiert ein Bereich mit Glasfaserversorgung (Gewerbegebiet).

Somit ist ein großflächiges Glasfasernetz in der Stadt bisher nicht existent. Um eine flächendeckende Glasfaserversorgung zu realisieren, sind daher Investitionen mit großem Volumen notwendig.

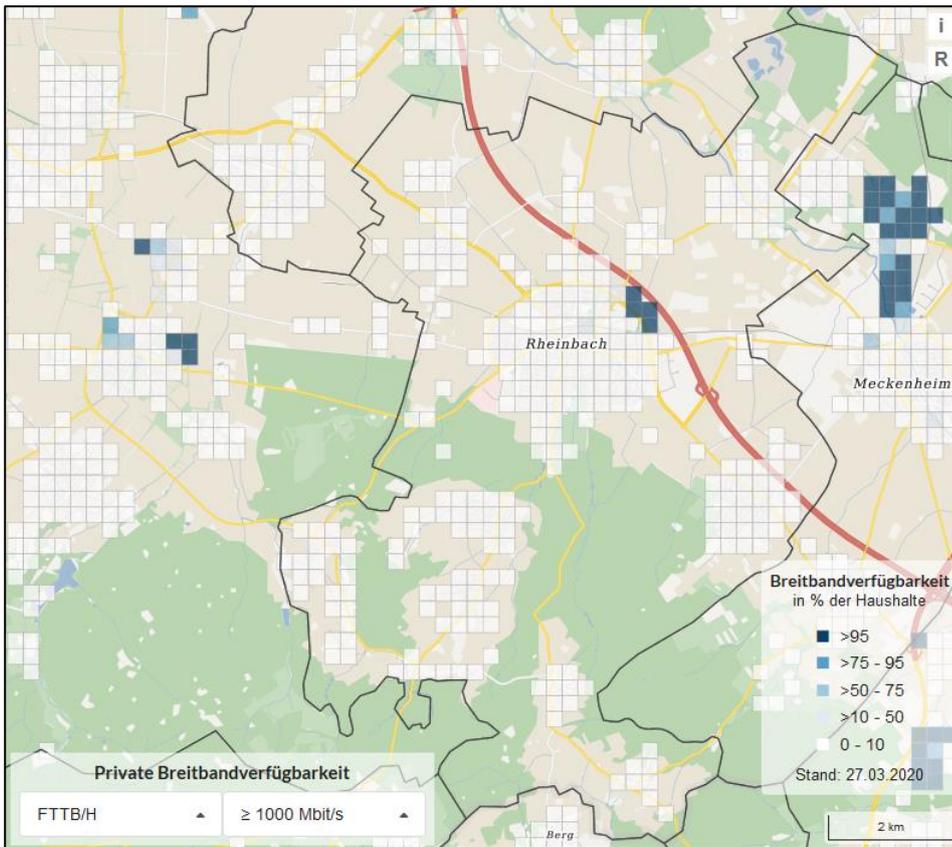


Abbildung 2: Breitbandversorgung in der Stadt Rheinbach (≥ 1000 Mbit/s FTTH/B) (Quelle: BMVI, 2020, www.breitbandatlas.de)

2.3 Ergebnis des Markterkundungsverfahrens & Ausbauvorhaben der Marktakteure

Um die aktuelle Ausbausituation und die unterschiedlichen Ausbaustrategien der regional tätigen Marktakteure abzufragen, hat TÜV Rheinland im Auftrag der Stadt Rheinbach ein Markterkundungsverfahren (MEV) durchgeführt. Das MEV lief über einen Zeitraum von 8 Wochen (07.02.2020 – 06.04.2020) und hat zu sechs offiziellen Rückmeldungen geführt. Aussagekräftige Daten wurden von folgenden Anbietern eingereicht:

- b:nt GmbH
- Deutsche Telekom AG
- Deutsche Glasfaser Holding GmbH
- Eifernet GmbH
- NetCologne Gesellschaft für Telekommunikation mit beschränkter Haftung
- Vodafone GmbH

Neben dem MEV wurden bei entsprechendem Bedarf direkte Gespräche mit den Telekommunikationsanbietern und Kabelnetzbetreibern geführt.

Ergebnis des MEV ist, dass das Stadtgebiet bereits heute nahezu flächendeckend mit Internet über Kupfer-, Glasfaser- und Koaxialkabel versorgt ist.

b:nt

Die b:nt GmbH versorgt im Stadtgebiet Rheinbach aktuell 2.028 Adressen mit FTTC. Alle Adressen werden mit einer Bandbreite von >30 Mbit/s versorgt. Die versorgten Adressen liegen primär in den Ortschaften Niederdrees, Oberdrees, Flerzheim, Wormersdorf und Teilen von Rheinbach.

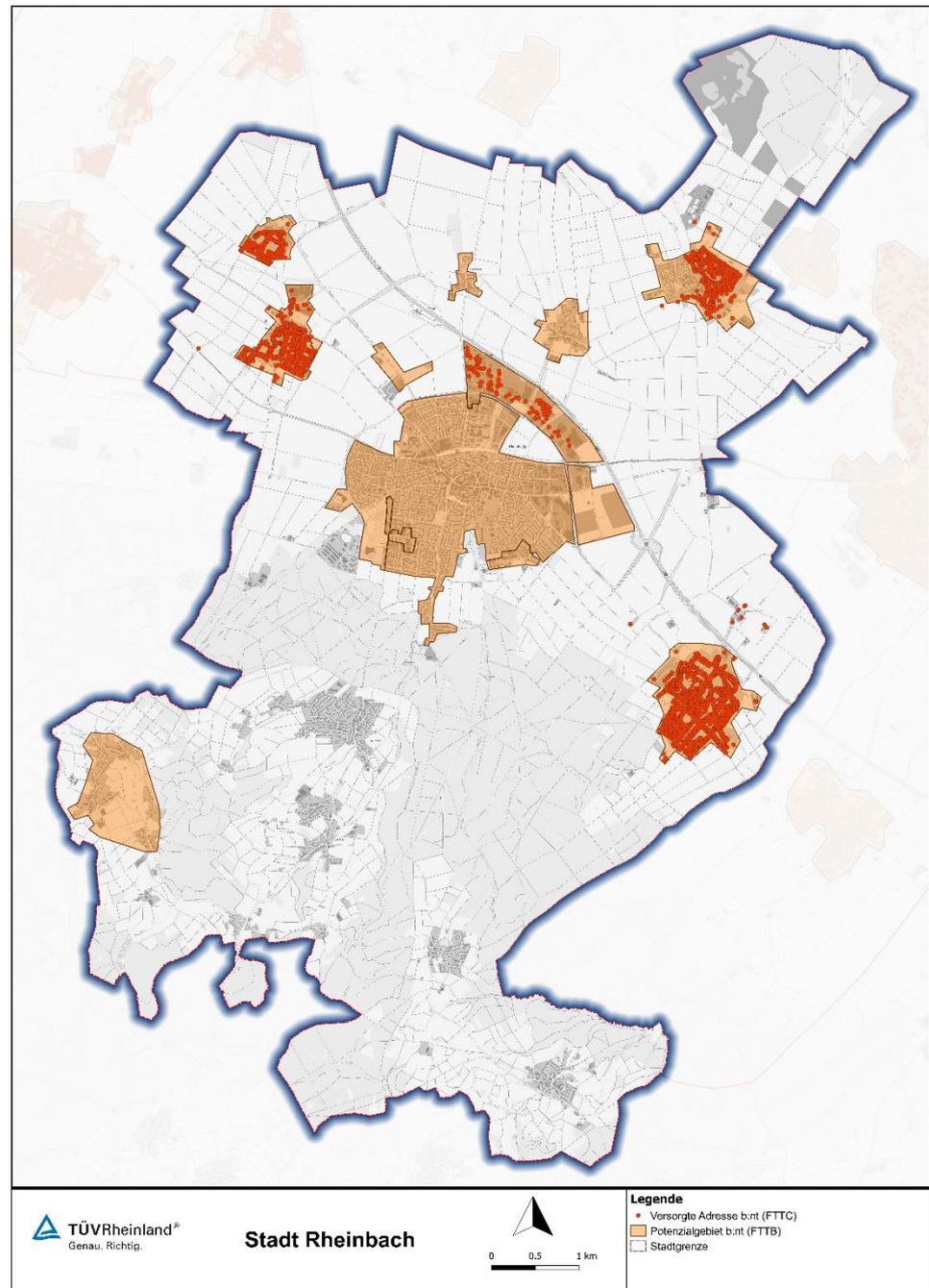


Abbildung 3: MEV-Rückmeldung der b:nt (FTTC-Versorgung und FTTB-Potenzialgebiete)

Darüber hinaus plant die b:nt einen flächendeckenden Glasfaserausbau in der Stadt Rheinbach. Rheinbach selber und nahezu alle Ortschaften möchte die b:nt mit FTTB erschließen. Hierzu hat das Unternehmen im Rahmen der Markterkundung FTTB-Potenzialgebiete gemeldet. Innerhalb dieser Polygone liegen bis zu 7.113 Adressen, die von einem eigenwirtschaftlichen FTTB-Ausbau profitieren könnten. Voraussetzung ist eine entsprechende Nachfrage auf Kundenseite (i.d.R. mind. 40% der Gebäude oder Anschlüsse im Potenzialgebiet).

Im Rahmen der Markterkundung hat das Unternehmen keinen konkreten Zeitplan zum FTTB-Ausbau vorgelegt, sondern lediglich die Absicht des eigenwirtschaftlichen FTTB-Ausbaus mitgeteilt.

Deutsche Glasfaser

Die Deutsche Glasfaser Holding GmbH besitzt und betreibt aktuell kein eigenes Breitbandnetz in der Stadt Rheinbach.

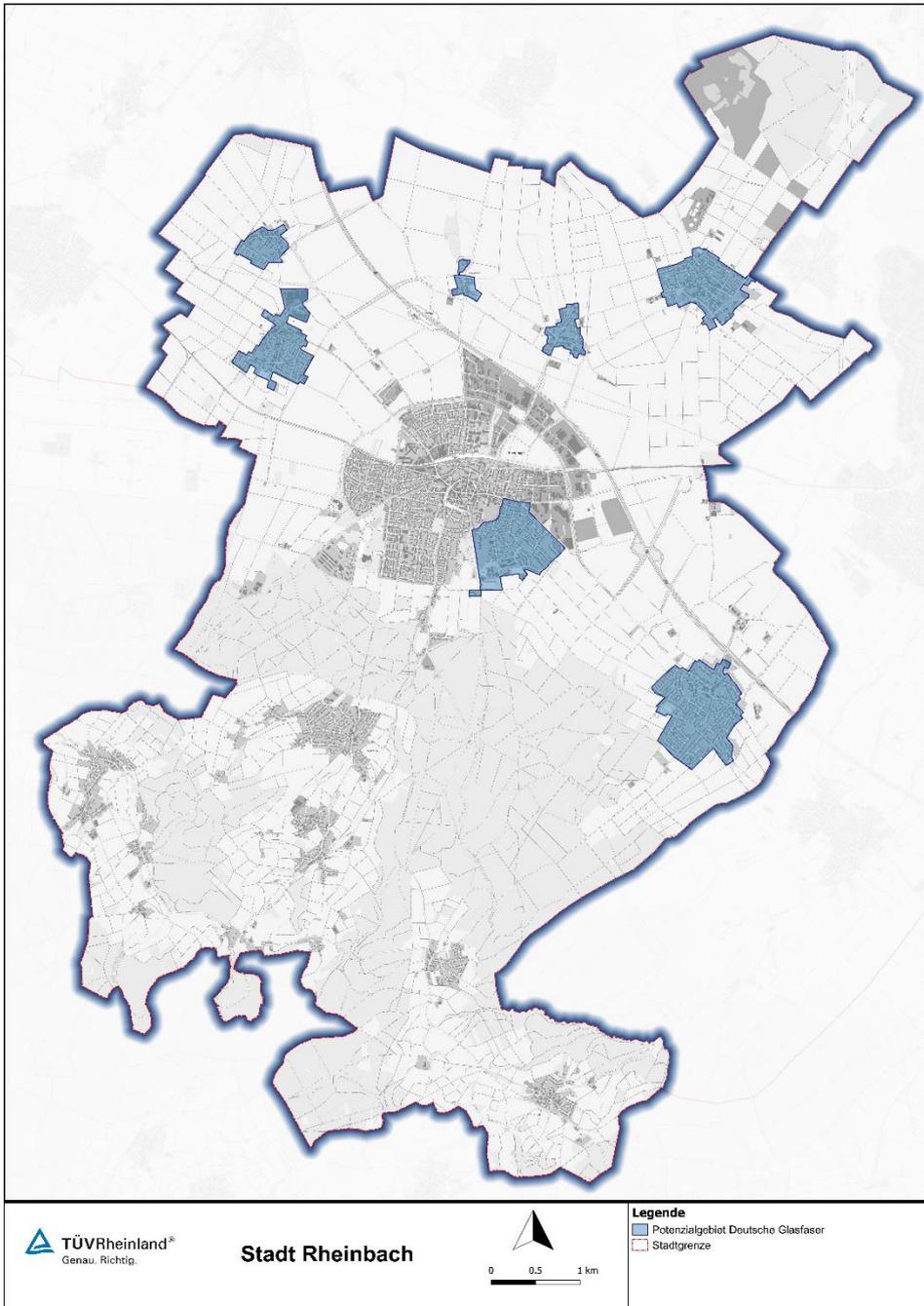


Abbildung 4: MEV-Rückmeldung der Deutschen Glasfaser (FTTB-Potenzialgebiete)

Jedoch hat das Unternehmen in Rheinbach selber, Wormersdorf, Oberdrees, Peppenhoven, Ramershoven, Flerzheim und Niederdrees Gebiete im Rahmen der Markterkundung gemeldet,

die sich potenziell für einen eigenwirtschaftlichen Ausbau eignen. In den genannten Ausbau-gebieten befinden sich 3.359 Adressen, die von einem entsprechend eigenwirtschaftlichen Ausbau profitieren würden.

Anders als bei den meisten Anbietern, baut die Deutsche Glasfaser ausschließlich FTTH/B aus und garantiert damit einen symmetrischen, gigabitfähigen Internetzugang für seine Privat- und Geschäftskunden.

Deutsche Telekom

Insgesamt existieren im Stadtgebiet laut ALKIS-Daten 8.332 Adressen. Laut der MEV-Meldung werden 8.532 Adressen durch die Telekom versorgt.

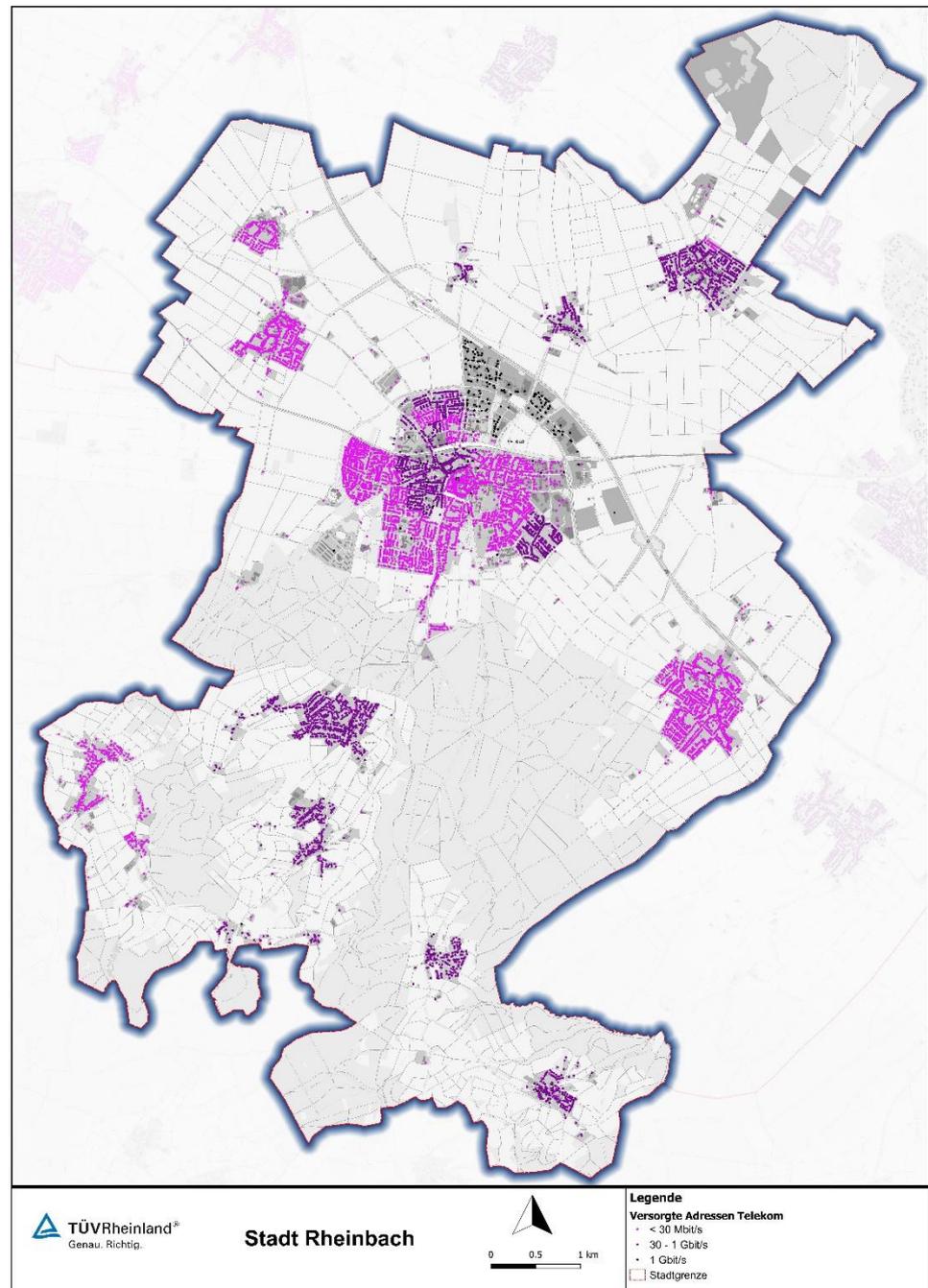


Abbildung 5: MEV-Rückmeldung der Deutschen Telekom (FTTC und FTTB)

Die Abweichungen der Telekomadressanzahl nach oben ist damit zu begründen, dass einige Gebäude zwar eine einzelne Anschrift und damit in den ALKIS-Daten einen Adresspunkt haben, bei der Telekom mehrere APL (Abschlusspunkt Linientechnik = Hausanschluss) erhalten haben. Es ist von einer flächendeckenden Versorgung seitens der Telekom auszugehen. Über die Kupferkabel der Deutschen Telekom werden Bandbreiten von ≤ 100 Mbit/s mittels Vectoring und bis zu 250 Mbit/s per Supervectoring erreicht (8.320).

Diese Bandbreiten beziehen sich ausschließlich auf den Download. Im Upload werden deutlich geringere Bandbreiten erreicht.

Neben dem flächendeckenden Kupfernetz versorgt die Telekom 212 Einzeladressen mit einem Glasfaseranschluss (FTTB), über den symmetrische Bandbreiten von aktuell 1 Gbit/s möglich sind.

Somit stellt die Telekom ein nahezu flächendeckendes Breitbandnetz, was größtenteils nicht gigabitfähig ist.

Im Rahmen der Markterkundung hat die Telekom keine Ausbauvorhaben für die nächsten 3 Jahre im Stadtgebiet gemeldet.

Eifelnet

Die Eifelnet hat im Rahmen des Markterkundungsverfahrens eine adressgenaue Versorgung von insgesamt 282 Adressen in der Stadt Rheinbach gemeldet. Davon werden 279 Adressen mittels FTTC >30 Mbit/s versorgt und 3 Adressen mittels FTTB/H. Die versorgten Adressen befinden sich alle in Queckenberg und Loch.

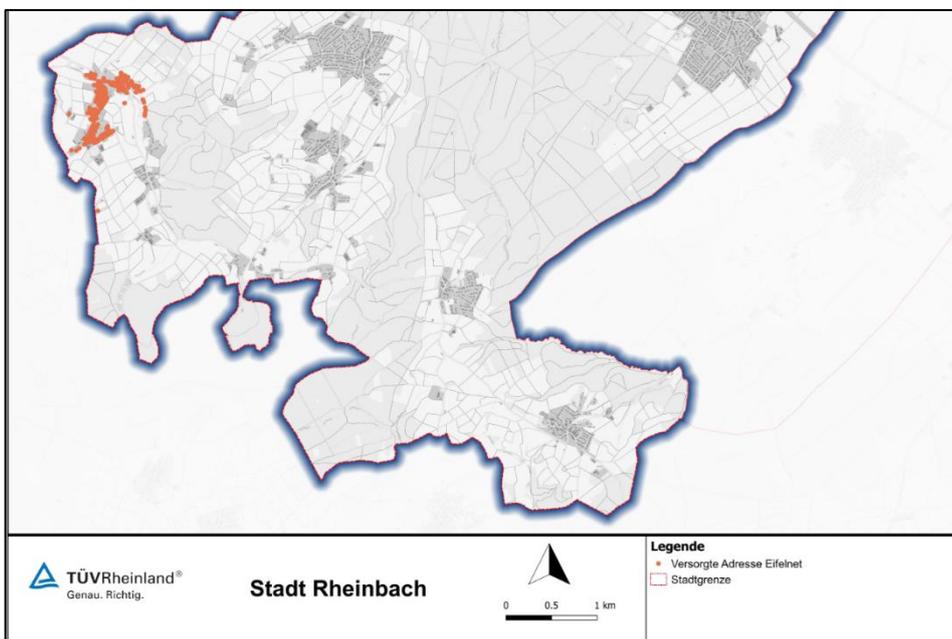


Abbildung 6: MEV-Rückmeldung der Eifelnet (FTTC und FTTB)

NetCologne

NetCologne versorgt insgesamt 3.109 Adressen im Stadtgebiet, was ca. 37 % der Gesamtadressen entspricht. Das Versorgungsgebiet der NetCologne beschränkt sich hauptsächlich auf den innerstädtischen Bereich von Rheinbach selber. Sie versorgt ihre Kunden ausschließlich mit Kupfer und einer Bandbreite zwischen 50 und 100 Mbit/s. Im privaten Bereich sind diese Bandbreiten kurz- bis mittelfristig häufig ausreichend, langfristig jedoch nicht. Unternehmen benötigen bereits heute höhere Bandbreiten.

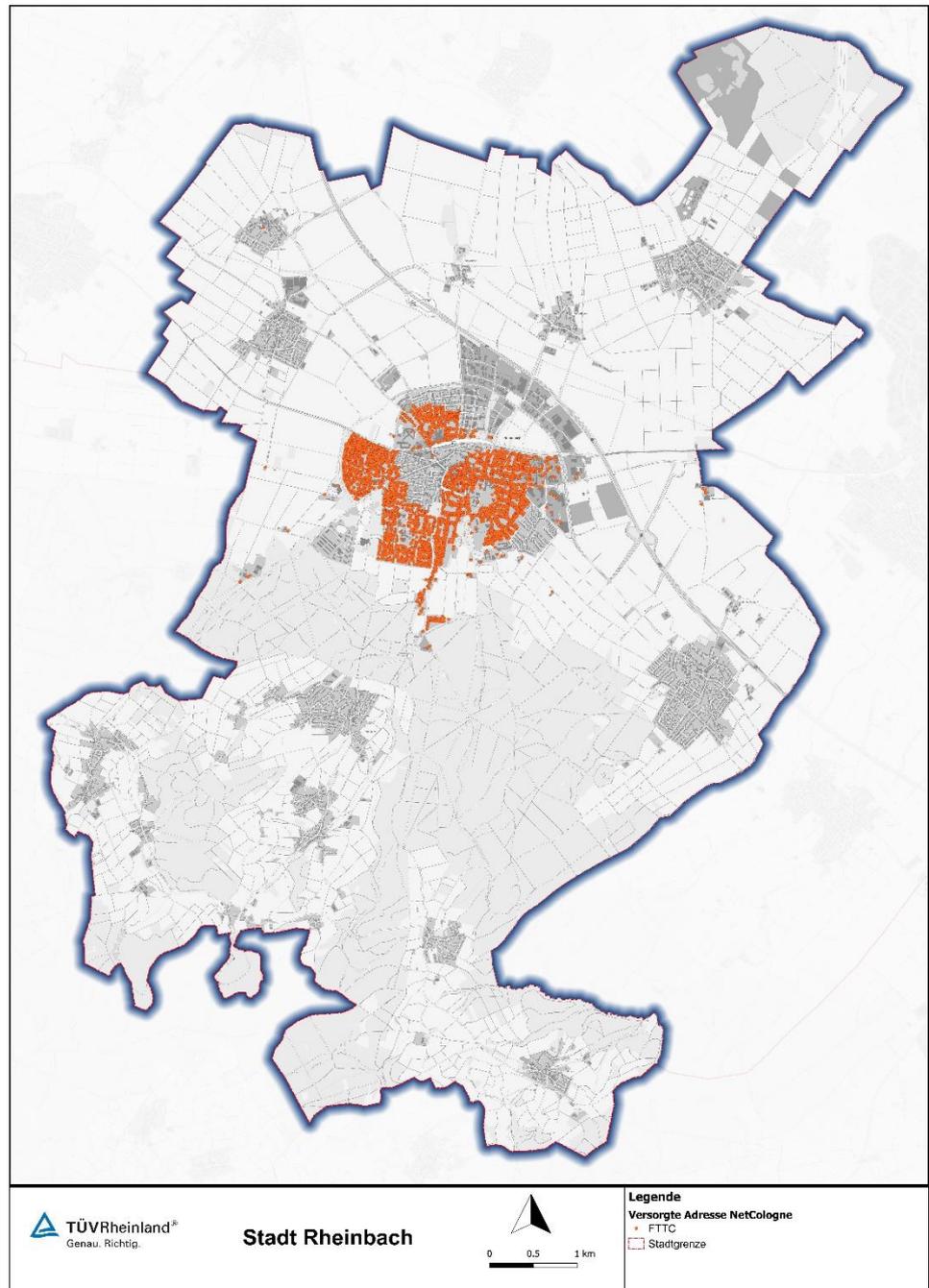


Abbildung 7: MEV-Rückmeldung der NetCologne (FTTC)

Im Rahmen der Markterkundung hat NetCologne keine weiteren Ausbaupläne für die kommenden 3 Jahren im Stadtgebiet mitgeteilt.

Vodafone

Nach der Telekom ist Vodafone (ehem. Unitymedia) der zweitgrößte Netzbetreiber in Rheinbach. Insgesamt versorgt Vodafone 4.103 Adressen, was ca. 49 % der gesamten Adressen im Stadtgebiet entspricht, über Hybrid-Fiber-Coax-Technologie (HFC). Vodafone versorgt nicht zwangsweise flächendeckend Homes Connected, sondern erschließt einige Adressen nur mit Homes Passed.

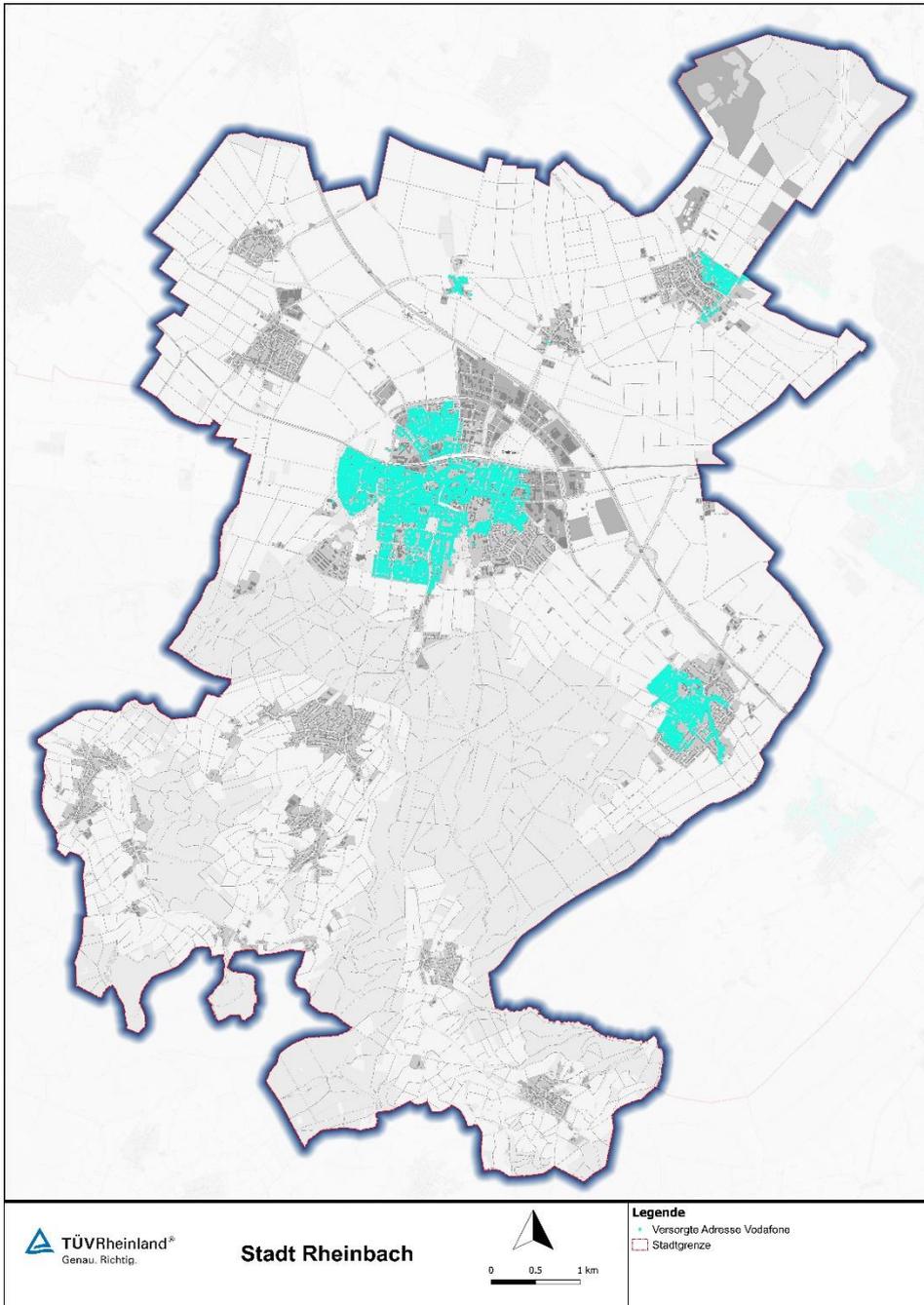


Abbildung 8: MEV-Rückmeldung der Vodafone (HFC)

Bei der Übertragung mit HFC werden in Rheinbach Bandbreiten von bis zu 400 Mbit/s im Downstream und ca. 40 Mbit/s im Upstream erreicht. Theoretisch sind sogar Bandbreiten im Gigabitbereich möglich, wodurch HFC-Netze durchaus eine wichtige Grundlage für eine flächendeckende Gigabitversorgung darstellen. Vor dem Hintergrund des Gigabitausbaus ist jedoch langfristig zu berücksichtigen, dass HFC-Netze ein Shared Medium darstellen, deren Übertragungsleistung durch die aktiven Nutzer beeinflusst wird.

Historisch bedingt hat Vodafone in Gewerbegebieten kaum Anschlüsse. Somit versorgt Vodafone vornehmlich Privatkunden. Hier wird, ähnlich wie bei der Telekom, eine steigende Nachfrage nach hochbitratigen Produkten gesehen. Um entsprechend hohe Bandbreiten anbieten zu können, werden sogenannte „Node Splits“ durchgeführt. Hierbei werden die Versorgungscluster verkleinert, wodurch sich die Bandbreiten pro Kunde erhöhen.

Hinsichtlich des Stadtgebietes kann Vodafone aktuell keine konkreten Ausbauvorhaben für die kommenden 3 Jahre nennen.

Fazit Rückmeldungen MEV / Leerrohrkapazitäten

Bei der Berechnung der unterschiedlichen Szenarien hinsichtlich eines flächendeckenden Gigabitnetzes wird das HFC-Netz von Vodafone, welches potentiell eine Gigabitversorgung ermöglicht, berücksichtigt. Hinzu kommt das Glasfasernetz der Deutschen Telekom, welches in Teilen des Stadtgebietes bereits ausgebaut wurde.

Da der Tiefbau Hauptkostentreiber im Netzausbau ist, wurden parallel zum MEV die im Stadtgebiet 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 reichen von „keine Kapazitäten für Fremdnutzung frei“, über „grundsätzlich ist eine Fremdnutzung möglich, jedoch im Einzelfall zu prüfen“, bis hin zu detaillierten Leerrohrinformationen und dem Interesse an einer Fremdnutzung (siehe Tabelle 1). Generell ist die Bereitschaft – abgesehen von Westnetz –, Auskunft über Leerrohrkapazitäten zu erteilen, bzw. diese an andere Netzbetreiber zu vermieten, relativ gering. Aus diesem Grund werden im Rahmen dieser Studie und der damit einhergehenden Netzplanung lediglich die Leerrohrkapazitäten der Westnetz GmbH berücksichtigt.

Tabelle 1: Über den ISA abgefragte Provider hinsichtlich ihrer Leerrohrkapazitäten

Provider	Rückmeldung der Provider
bn:t Blatzheim Networks Telecom GmbH	keine Fremdnutzung möglich
CenturyLink Communications Germany GmbH	keine Fremdnutzung möglich
Colt Technology Service GmbH	keine Antwort
GasLINE	keine Fremdnutzung möglich
GTT GmbH	keine Antwort
M.T.I. teleport München GmbH	Backbone könnte auf Bedarf angefragt werden
NetCologne	keine Kapazitäten
NGN Fiber Network KG	keine Antwort
Tele Columbus AG	keine Antwort
Telekom Deutschland GmbH	Keine Angaben die über ISA hinausgehen
Unitymedia NRW GmbH/ Vodafone GmbH	Keine Angaben die über ISA hinausgehen
Westnetz GmbH	Detaillierte Leerrohrinformationen
WINGAS GmbH	keine Antwort

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 in der Stadt Rheinbach eine zentrale Informationsstelle für öffentliche Tiefbauvorhaben mit Mitverlegungspotenzial aufzubauen, um die Koordination und Kommunikation zwischen Bauträgern und TK-Unternehmen zu erleichtern.

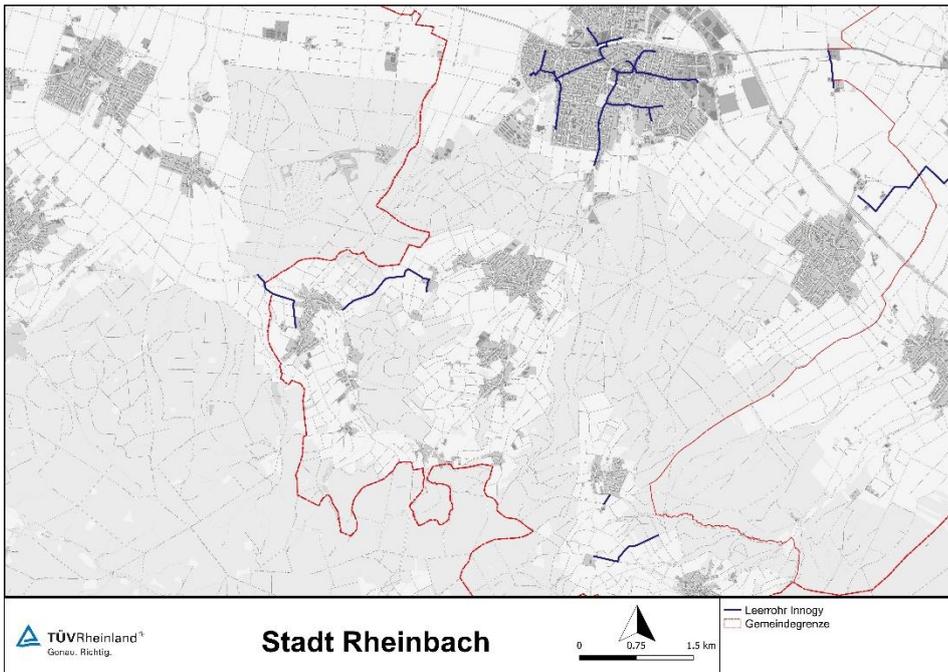


Abbildung 9: verfügbare Leerrohre der Firma innogy/Westnetz im Stadtgebiet

Eine Koordinierung zwischen Baumaßnahmen an Verkehrswegen und dem Breitbandausbau ist nur sinnvoll, wenn eine zeitliche Planung möglich ist. In der Stadt Rheinbach ist der Breitbandausbau jedoch zeitlich noch nicht terminiert. 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 gegebenenfalls 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 eine variable Komponente, welche den gesamten Bedarf beeinflusst.

Die Prognose der Bevölkerungsentwicklung im Bundesland Nordrhein-Westfalen ist mit rund -3 % (ab 2012) bis zum Jahre 2030 negativ. Es wird angenommen, dass die Bevölkerung um bis zu 480.000 Einwohner schrumpfen wird.¹ Die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung in der Stadt Rheinbach (ab 2012) wird hingegen mit 7,2 % bis 2030 beziffert und ist damit deutlich positiv.²

¹ BertelsmannStiftung (2015): Bevölkerungsprognose NRW

² BertelsmannStiftung (2015): Demographiebericht Stadt Rheinbach

Durch die positive Bevölkerungsentwicklung im Stadtgebiet steigt der Breitbandbedarf weiter deutlich an. Dies hat wiederum zur Folge, dass hochbitratige Netzinfrastruktur benötigt wird, die den steigenden Bedarf decken kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass langfristig nur solche Netze den Bedarf decken können, die ihrerseits symmetrische Bandbreiten anbieten.

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 Planung ist es, die erforderliche Netzinfrastruktur für den Gigabit-Ausbau und die damit verbundenen Investitionskosten zu ermitteln. Die dafür 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. Dies hat wiederum erheblichen Einfluss auf den technischen Aufwand.

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

- Georeferenzierte Infrastrukturdaten und
- definierte Planungsparameter 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), der

Stadt und weiterer Quellen verwendet. Diese wurden über einen Verteilschlüssel auf die Adresspunkte verteilt. Schulen und andere Sonderstandorte wurden vom Auftraggeber separat zur Verfügung gestellt. 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) durchgeführt. Es wird in den simulierten Szenarien davon ausgegangen, dass die für den FTTB-Ausbau in der Stadt nötigen Infrastrukturen von den HVT ausgehend geplant und errichtet werden. Können bestehende Versorgungsleitungen (Leerrohre) mitgenutzt werden, reduziert dies die Kosten für den Tiefbau und damit auch für den Glasfaserausbau.

Topographische Erschwernisse für den Breitbandausbau

Die Stadt Rheinbach weist Eisenbahntrassen und Autobahnen, bzw. Bundesstraßen auf. Für die Netzplanung des Breitbandausbaus stellen diese Anlagen wesentliche Hindernisse dar. Querungen von Gleisanlagen sind mit erheblichen Genehmigungsaufwänden verbunden und können ggf. durch Einspruch der Bahn nicht realisiert werden. Daher wurde die Netzplanung entsprechend angepasst und direkte Querungen von Gleisen oder Bahnanlagen sowie Autobahnen und Bundesstraßen vermieden. Für die Trassenführungen der Netzplanungen wurden ausschließlich bestehende Straßenbrücken oder Unterführungen verwendet.

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 Verlegen- 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 dafür kalkulierten Durchschnittswerte 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, sind 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	37,00 €
Einnahmen pro Kunde (ARPU) - gewerblich	500,00 €

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 wurden. Die berechneten Kosten für alle Szenarien ändern sich, sobald ein Szenario teilweise oder vollständig realisiert wird. Somit beeinflussen sich die einzelnen Szenarien gegenseitig.

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

- Gigabitszenario 1: Erweiterung der bestehenden HFC-Netze mit FTTH/B
- Gigabitszenario 2: Flächendeckender FTTH/B-Ausbau (Glasfaser-Masterplan)
- Backboneplanung: Backboneplanung um zusätzliche Netzzugangspunkte errichten zu können

Im Gigabitszenario 1 wird das vorhandene Kabelnetz (HFC/CATV) genutzt und nicht mit Glasfaser überbaut. Die vorhandenen Kabelnetze werden vor dem Hintergrund eines Upgrades auf Docsis 3.1 als gigabitfähig betrachtet. 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.

Im Zuge der Gigabitszenarien wird auch eine Backboneplanung durchgeführt, die die Basis für den zukünftigen Glasfaserausbau bildet.

3.2.2 Versorgungsraten nach Technologien im Stadtgebiet

Für die Versorgungsanalyse wurden 8.332 Adressen aus dem Liegenschaftskataster der Stadt erfasst.

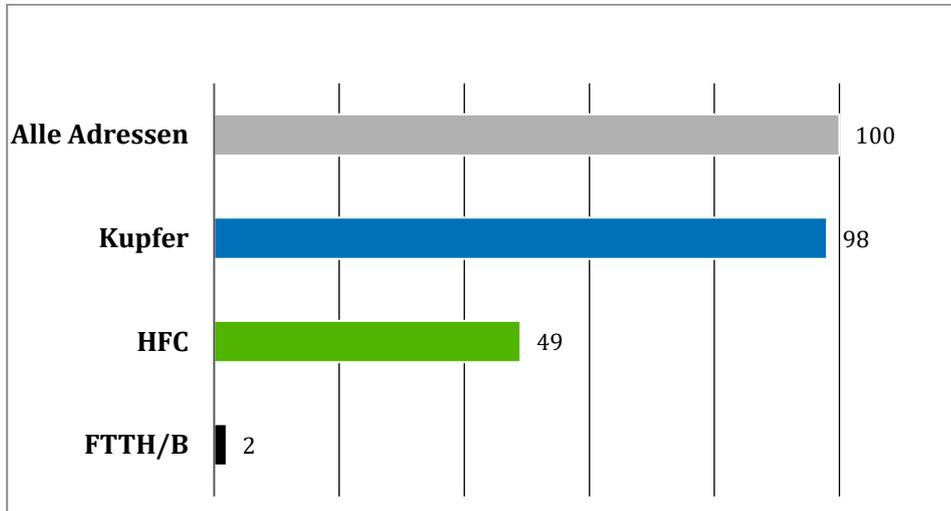


Abbildung 10: Versorgung der Adressen gegliedert nach Technologie (in %)

Bei der Betrachtung des gesamten Stadtgebietes sind 98 % der Adressen mit Kupfer und 49 % mit HFC versorgt. Sofern HFC-Netze als gigabitfähig betrachtet werden – was aufgrund der Docsis 3.1 Aufrüstung durchaus plausibel ist – sind insgesamt ca. 51 % der Adressen des Stadtgebietes gigabitfähig versorgt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Szenarien dargestellt.

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 Stadtgebiet, die über keinen FTTH/B- oder HFC-Anschluss verfügen, - sprich der Gigabit-weiße Fleck - werden über einen FTTH/B-Anschluss angebunden. Dabei wird als Ausgangspunkt der HVt gewählt.

Tabelle 4: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte ohne FTTH/B- oder HFC-Anschluss

Gigabitszenario 1		
	Stadt Rheinbach	Alle 3 Kommunen
Adresspunkte	3.994	11.409
Kosten für die Netzerrichtung (=CAPEX in Mio.€)	30,3	73,6
Gesamtlänge der Tiefbaustrecke	148 km	359 km
Kosten pro Adresse	7.586 €	6.454 €

Die insgesamt 3.994 bzw. 11.409 neu mit Glasfaser zu erschließenden Adressen kosten insgesamt ca. 30,3 Millionen € bzw. 73,6 Millionen €. Somit kostet die Erschließung jeder Adresse

7.586 bzw. 6.454 €. Pro Adresse sind dies noch relativ moderate Investitionskosten, da die zu erschließenden Adressen in Konglomeraten dicht zusammenliegen und daher mit relativ wenig Tiefbau eine Vielzahl an Adressen erschlossen werden kann. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund vorhandener Leerrohrkapazitäten Tiefbaukosten reduziert werden können. Da hierzu jedoch seitens der TKU keine validen Daten geliefert werden konnten sind bei konkreten Ausbauvorhaben entsprechende Kapazitätsabfragen durchzuführen. Zur Ermittlung der Errichtungskosten für die Stadt Rheinbach wurde der Anteil der Gesamtlänge der Tiefbaustrecke an dem Gesamtnetz der drei Kommunen verwendet.

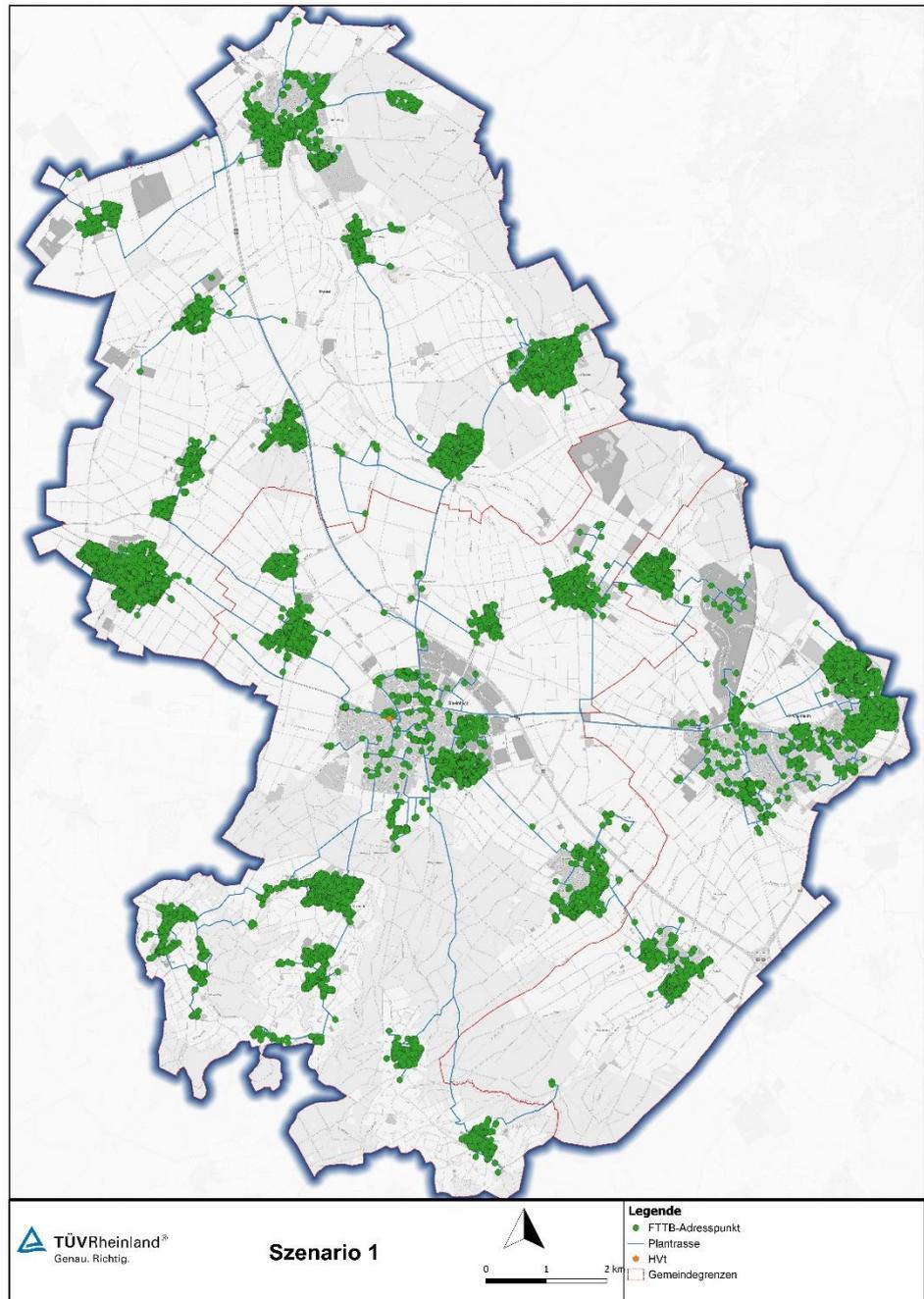


Abbildung 11: Erschließung aller Adressen im Stadtgebiet mit FTTB ohne HFC-Überbau (Gigabit-weißer Fleck)

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 Stadtgebiet über einen FTTH/B-Anschluss angebunden wird, der aktuell über keinen FTTH/B-Anschluss verfügt. Ausgangspunkt ist bei diesem Szenario der HVt.

Tabelle 5: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte ohne FTTH/B-Anschluss

Gigabitszenario 2		
	Stadt Rheinbach	Alle 3 Kommunen
Adresspunkte	8.097	21.611
Kosten für die Netzerrichtung (=CAPEX in Mio.€)	40,4	101
Gesamtlänge der Tiefbaustrecke	186 km	465 km
Kosten pro Adresse	4.990 €	4.672 €

Bei diesem flächendeckenden Szenario werden insgesamt 8.097 (Rheinbach) bzw. 21.611 Adressen (alle 3 Kommunen) im Stadtgebiet mit einem FTTH/B-Anschluss geplant. Die Gesamtkosten betragen ca. 40,4 Millionen € bzw. 101 Millionen €, während die Kosten pro Adresse 4.990 € bzw. 4.672 € betragen. Bei der Berechnung werden keine Leerrohrkapazitäten berücksichtigt, es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Gesamtinvestitionssumme aufgrund von Leerrohrmitnutzungen reduzieren. Speziell die Rohre, in denen sich heute Koaxialkabel befinden, können für Glasfaserkabel genutzt werden. Vorhandene Koaxialkabel werden entfernt, neue Glasfaserkabel werden eingezogen. Vor dem Hintergrund, dass ein Teil der Stadt mit Koaxialkabel versorgt ist, würden die Gesamtinvestitionskosten deutlich sinken. Zur Ermittlung der Errichtungskosten für die Stadt Rheinbach wurde der Anteil der Gesamtlänge der Tiefbaustrecke an dem Gesamtnetz der drei Kommunen wie bei Szenario 1 herangezogen.

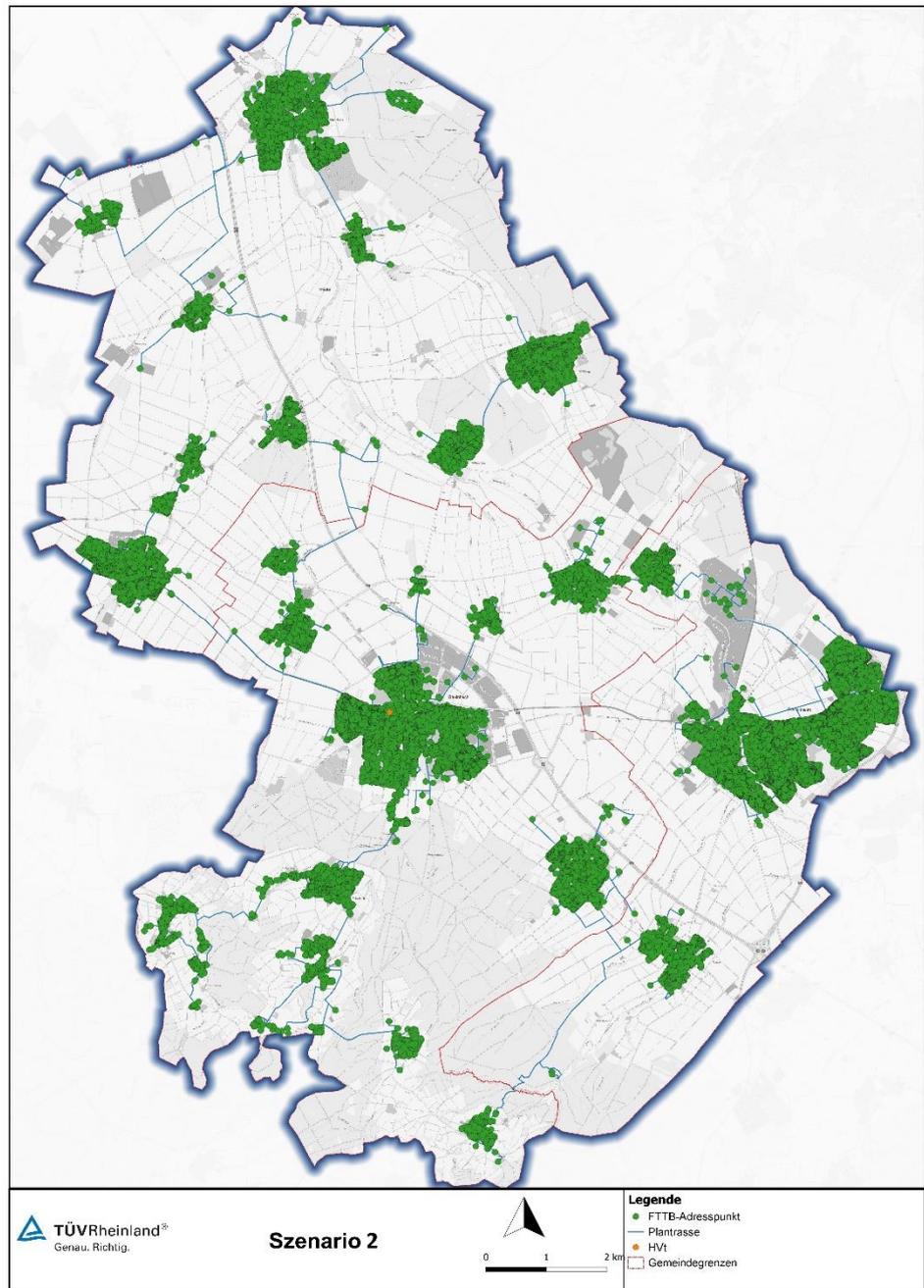


Abbildung 12: Erschließung aller Adressen im Stadtgebiet mit FTTB und mit HFC-Überbau (FTTB-Masterplan)

3.2.7 Backboneplanung

Neben den FTTB-Netzplanungen, im Zuge derer eine Endkundenanbindung vorgenommen wird, wurde eine Backboneplanung vorgenommen.

Ziel der Planung ist die Vernetzung der drei Kommunen Meckenheim, Rheinbach und Swisttal über eine gemeinsame Backbonestruktur. Somit können zukünftig auch neue, strategische Backbone-Zugangspunkte in unmittelbarer Endkundennähe errichtet werden, ohne eine kostenintensive Trassenzuführung von weiter entfernten Backbonezugangspunkten realisieren zu müssen.

In den drei Kommunen existiert laut ISA bisher nur ein Backbonezugangspunkt, bzw. Hauptverteilerstandort. Für die vorangegangenen Netzplanungsszenarien wurden bereits 5 weitere Hauptverteilerstandorte geplant, um räumlich kleinere und unabhängige Netzcluster zu errichten.

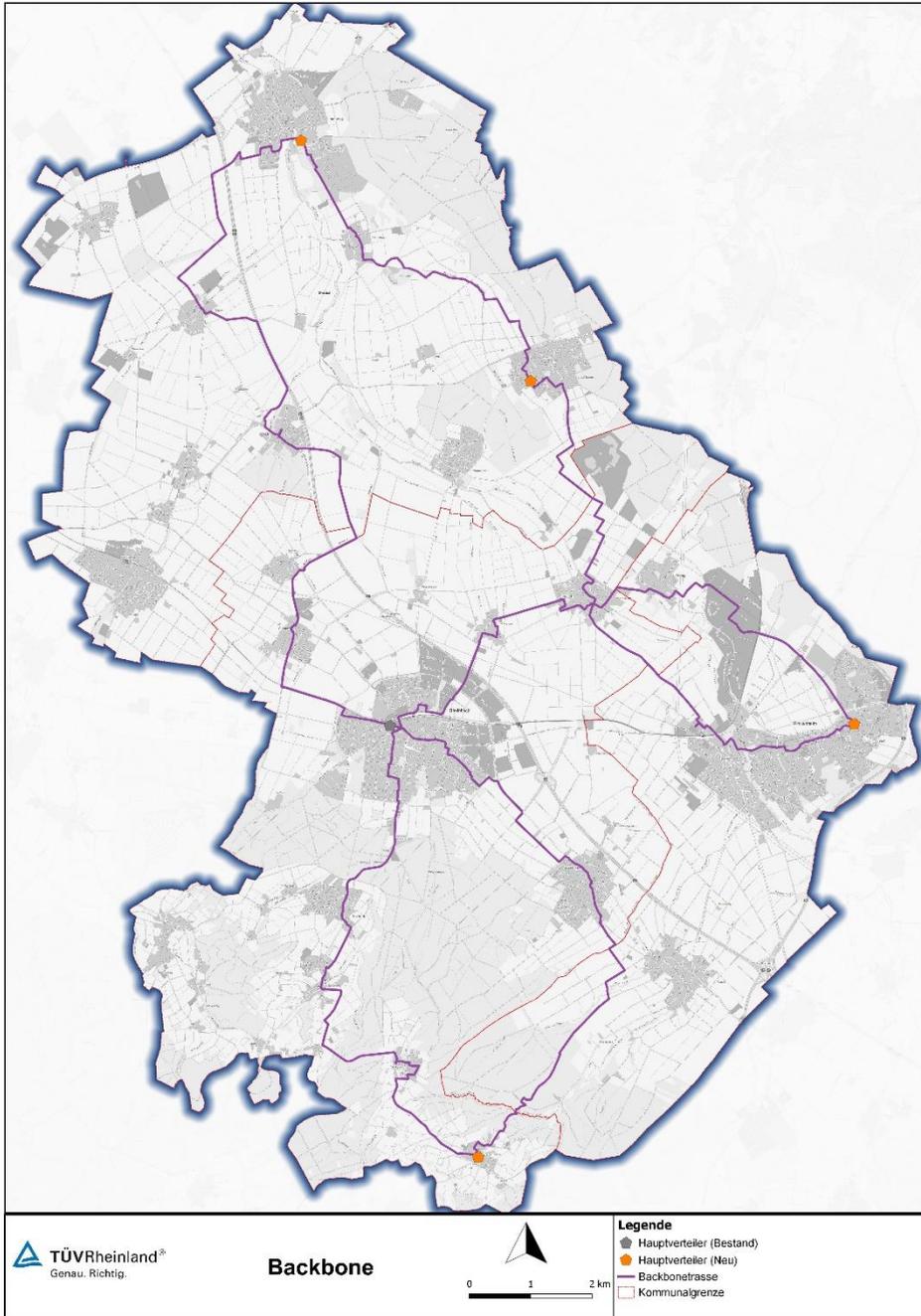


Abbildung 13: Backbonestruktur mit neuen Hauptverteilerstandorten in den Kommunen Meckenheim, Rheinbach und Swisttal

In Abbildung 13 ist die neue Backbonestruktur dargestellt. Die Besonderheit einer Backbonestruktur ist, dass sie als Ringstruktur geplant wird und damit die Ausfallsicherheit des Netzes deutlich erhöht wird. Jeder neue Hauptverteilerstandort (orange) wird von zwei Seiten an das Backbonenetz angeschlossen, und kann bei Störungen (z.B. Kabelbruch durch Tiefbauarbeiten) von einer Seite, jeweils von der anderen Seite weiterhin versorgt werden.

Ausgangspunkt für die Backboneplanung ist der bestehende Hauptverteilerstandort (grau) in Rheinbach, welcher sich als Zugangspunkt zu den bestehenden Backbonestrukturen eignet. Die neu geplanten Hauptverteilerstandorte sind im Rahmen einer Netzdetailplanung zu prüfen und eventuell anzupassen. Im Idealfall werden Flächen der öffentlichen Hand zur Errichtung der Hauptverteiler genutzt.

Die Gesamtkosten für dieses Backboneszenario betragen ca. **1,56** Millionen € und machen eine Tiefbaustrecke von ca. **13** km erforderlich.

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 eine hohe Datenübertragung notwendigen, hohen Frequenzbereiche der 5G Signale erfordern daher ein engmaschiges Netz an Sendeanlagen.

Grundlage für ein engmaschiges und leistungsfähiges 5G-Netz bildet wiederum ein flächendeckendes FTTB-Netz, an welches die Basisstationen angeschlossen werden. Somit verbessert die Stadt ihre Ausgangsposition, indem sie den Glasfaserausbau aktiv vorantreibt.

Der Hauptkostentreiber für die Aufrüstung mit dem Mobilfunkstandard 5G, ist der Tiefbau für die Erschließung von bestehenden und neuen Mobilfunkmasten mit Glasfaser.

Zum aktuellen Zeitpunkt verfügen folgende vier Anbieter über eigene Mobilfunkstandorte in der Stadt Rheinbach:

- DB Netz AG
- Deutsche Funkturm GmbH
- Telefonica Germany GmbH
- Vodafone GmbH

Insgesamt 23 Mobilfunkstandorte verteilen sich laut ISA relativ gleichmäßig über das gesamte Stadtgebiet.

Wie schon in den vorangegangenen Netzplanungsszenarien im Festnetzbereich, wird auch im Mobilfunkbereich eine kommunenübergreifende Strategie verfolgt. Daher wurden auch beim Thema „Mobilfunk“ die drei Kommunen Meckenheim, Rheinbach und Swisttal als zusammenhängendes Gebiet betrachtet und beplant. Insgesamt 58 Mobilfunkstandorte verteilen sich laut ISA relativ gleichmäßig über die 3 Kommunen wobei sich Standortsschwerpunkte in den dicht bebauten Ortslagen befinden.

Auf Basis der bestehenden Mobilfunkstandorte hat TÜV Rheinland ein Lückenschlusskonzept entwickelt, welches den Bedarf an neuen Mobilfunkstandorten ermittelt und kartographisch darstellt. Aufbauend auf die Ermittlung der IST-Situation wird der zukünftige Bedarf im Kommunenkonglomerat ermittelt. Grundlage hierfür bildet die Anzahl der Adressen und damit die Anzahl potenzieller Nutzer. In **Abbildung 14** ist die Adresspunktdichte in den Kommunengebieten dargestellt.

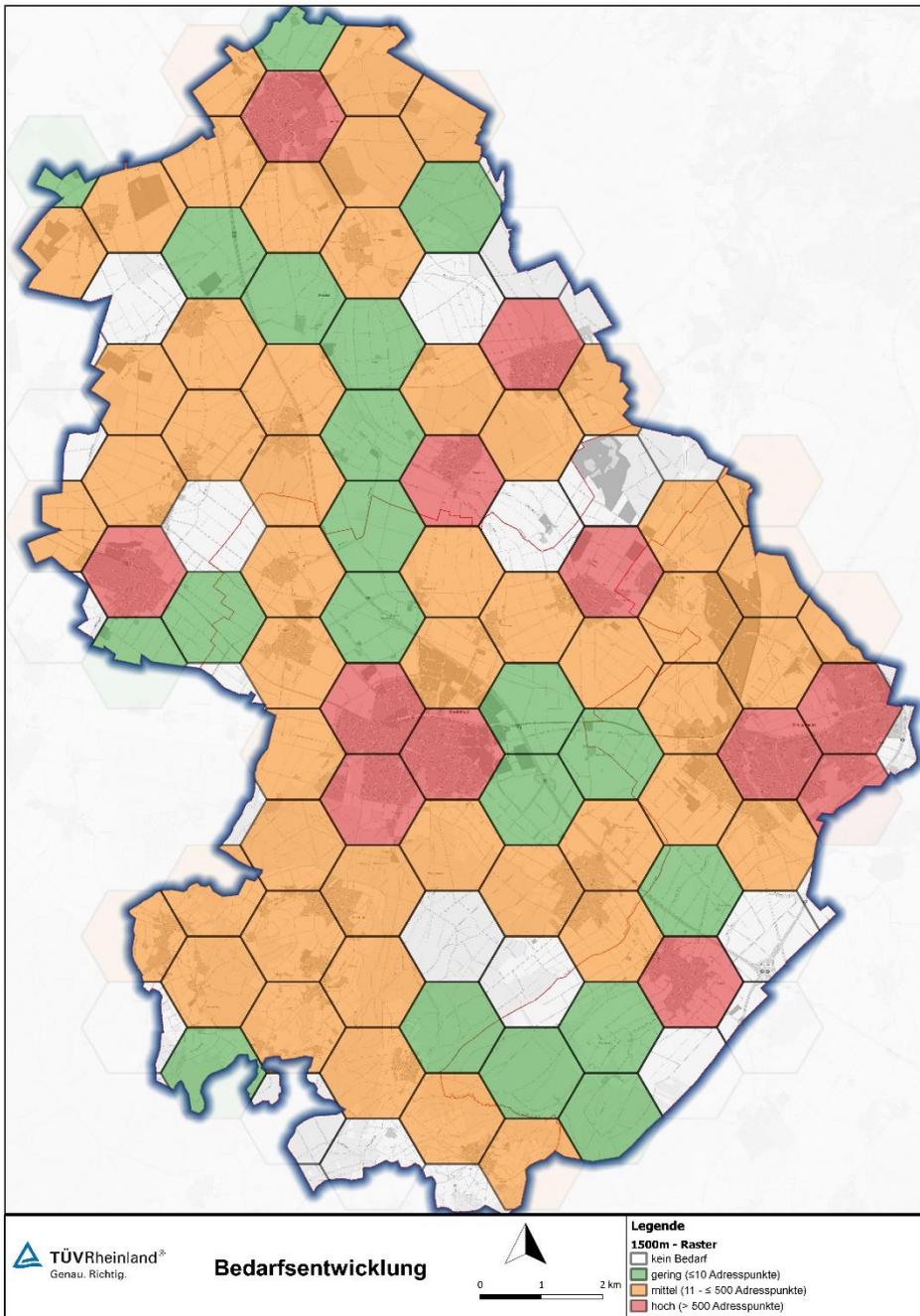


Abbildung 14: Adressdichte in den Kommunen (1.500m Raster)

Die Adressdichte ist in einem 1.500m Raster über die Kommunen dargestellt. Bei der Rasterausdehnung werden die im Frühjahr 2019 versteigerten 5G Frequenzen im Bereich bei 3,4-3,7 GHz angenommen. In diesem Frequenzbereich werden Reichweiten von ca. 1 km – unter

Einsatz von sogenanntem Beamforming bis 2,5 km – erreicht. Da die Reichweiten in der Realität zum Beispiel aufgrund von Abschattungseffekte geringer sein können, wird ein konservativer Ansatz gewählt, indem eine Reichweite von 750 m und damit ein Rasterzellendurchmesser von 1.500 m angenommen wird.

Es ergeben sich Hotspots, an denen erhöhte Bedarfe – von bis zu >500 Adresspunkte pro 1.500 m Rasterzelle - vorhanden sind.

Die Analyse der bestehende Mobilfunkstandorte hat zum Ergebnis, dass einige neue Mobilfunkstandorte ermittelt werden müssen. Rasterzellen, in denen bereits eine Versorgung durch Bestandsmasten ermöglicht wird, werden im Rahmen des Lückenschlusses nicht berücksichtigt. Ebenso bleiben Rasterzellen ohne Bebauung in der Analyse außen vor.

Insgesamt 58 neue Mobilfunkstandorte werden ermittelt. Bei der Standortfindung wird je Rasterzelle ein neuer Funkstandort ermittelt. Der optimale Standort ist wie folgt definiert:

- Möglichst zentriert in der Rasterzelle
- Optimale Höhe: ca. 40m

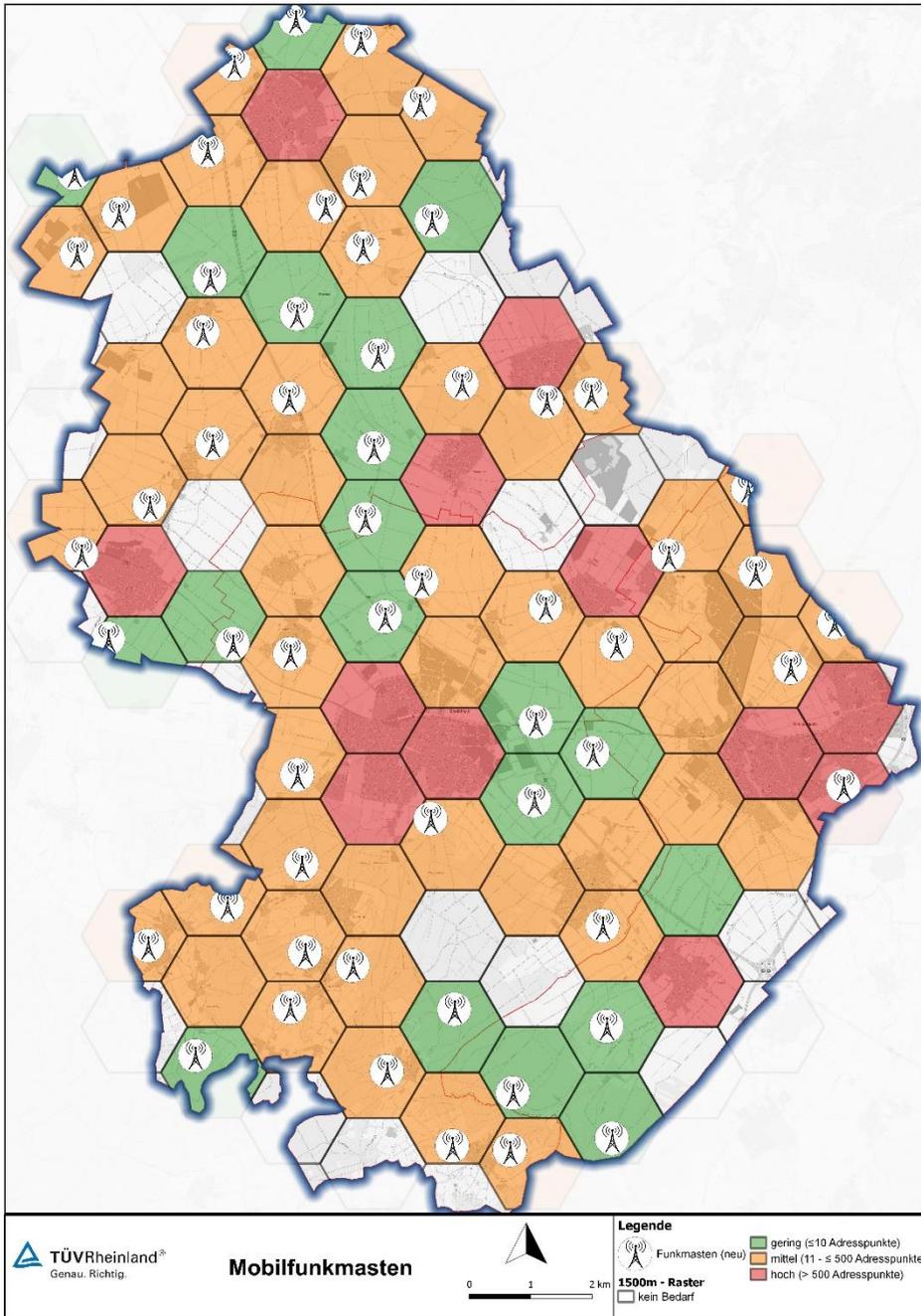


Abbildung 15: Neue Mobilfunkstandorte aufgrund der Adresspunktdichte und Bestandsmasten (Lückenschluss)

In dem Szenario werden alle neuen Mobilfunkstandorte in den Kommunen mit FTTB angeschlossen. Dabei werden weder Synergien aus anderen Netzplanungsszenarien, noch bestehende Leerrohrkapazitäten berücksichtigt. Ausgangspunkt für die Netzplanung sind die HVT-Standorte.

Für die Erschließung der 58 neuen Funkmasten mit Glasfaser in den drei Kommunen entstehen Investitionskosten in Höhe von ca. 17,4 Mio. €. Im Rahmen der Funkmasterschließung werden insg. ca. 110 km Tiefbau notwendig, sowie ca. 270 km Glasfaser verlegt. Pro Funkmast ergibt dies durchschnittliche Kosten in Höhe von 400.274€. Davon entfallen ca. 100.000 € auf den Funkmast selber, sodass Tiefbau, Materialeinsatz im Tiefbau, etc. 300.274 € ausmachen.

Die hohen Investitionskosten sind dadurch zu begründen, dass über die gesamten Kommunegebiete verteilt Mobilfunkstandorte errichtet werden müssen. Einige davon sind in der Peripherie verortet, sodass erheblicher Tiefbau zur Erschließung notwendig ist.

Tabelle 6: Kosten für die Erschließung aller Funkmasten mit FTTH/B ohne die Nutzung von Synergien

5G-Szenario	
Funkmasten	58
Kosten für die Netzerrichtung (=CAPEX in Mio.€)	17,4
Gesamtlänge der Tiefbaustrecke	110 km
Glasfaserlänge	270 km
Kosten pro Funkmast	400.274 €

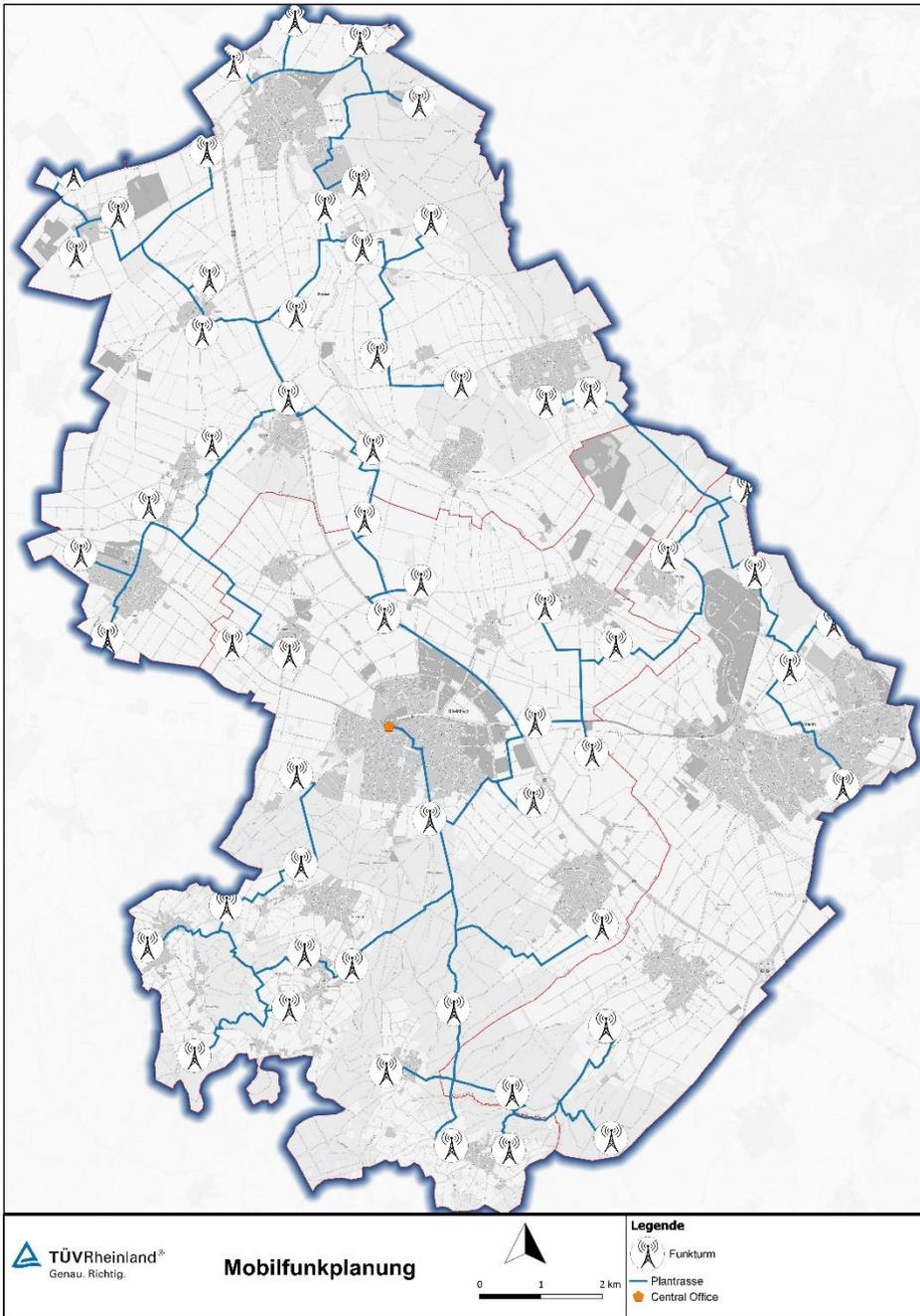


Abbildung 16: Erschließung aller neuer Funkmaststandorte in den Kommunen mit FTTB ohne die Berücksichtigung von Synergien

Small Cells

In einem weiteren Schritt wurden zusätzlich Small Cells, bzw. potenzielle Standorte berücksichtigt. Small Cells sind kleine Verstärker im Mobilfunknetz. Diese steigern den Datendurchsatz in hoch frequentierten Bereichen wie Fußgängerzonen, Flughäfen, Hauptverkehrsstraßen, etc.

Es eignen sich speziell Straßenbeleuchtungsmasten (SB) sehr gut für den Aufbau von Small Cells. Aus diesem Grund wurden alle SB-Standorte in den Kommunen zunächst entsprechend

aufbereitet und eine optimale Small Cells-Abdeckung für die Kommunengebiete ermittelt. Dabei wird eine Reichweite von 100m angenommen, sodass Funkzellen mit einem Durchmesser von 200m berechnet werden. Insgesamt 767 Small Cells-Standorte werden über diese Methode ermittelt.

Für die Erschließung der insgesamt 767 Standorte mit Glasfaser entstehen Investitionskosten in Höhe von ca. 37,45 Mio. €. Hierzu sind insgesamt 189 km Tiefbau notwendig, sowie 1.265 km Glasfaser zu verlegen. Pro Funkmast ergibt dies durchschnittliche Investitionskosten in Höhe von 58.825 €.

In den Investitionskosten enthalten sind neben der Erschließung des Standortes, die Kosten für die Small Cells-Antenne. Die Kosten für eine Small Cells-Antenne sind deutlich geringer als die für einen Mobilfunkmast und werden hier mit einem Mittelwert von 10.000 € pro Standort angenommen.

Somit betragen die durchschnittlichen Erschließungskosten eines Standortes in diesem Szenario 48.825 €.

Wie im ersten Szenario, sind die hohen Investitionskosten pro Funkmasterschließung damit zu begründen, dass über die gesamten Kommunengebiete verteilt Small Cells-Standorte erschlossen werden müssen. Einige davon sind in der Peripherie verortet, sodass erheblicher Tiefbau zur Erschließung notwendig ist.

Tabelle 7: Kosten für die Erschließung aller Small Cell-Standorte mit FTTH/B

5G-Small Cell-Szenario	
Small Cells	767
Kosten für die Netzerrichtung (=CAPEX in Mio.€)	37,45
Gesamtlänge der Tiefbaustrecke	189 km
Glasfaserlänge	1.265 km
Kosten pro Funkmast	58.825 €

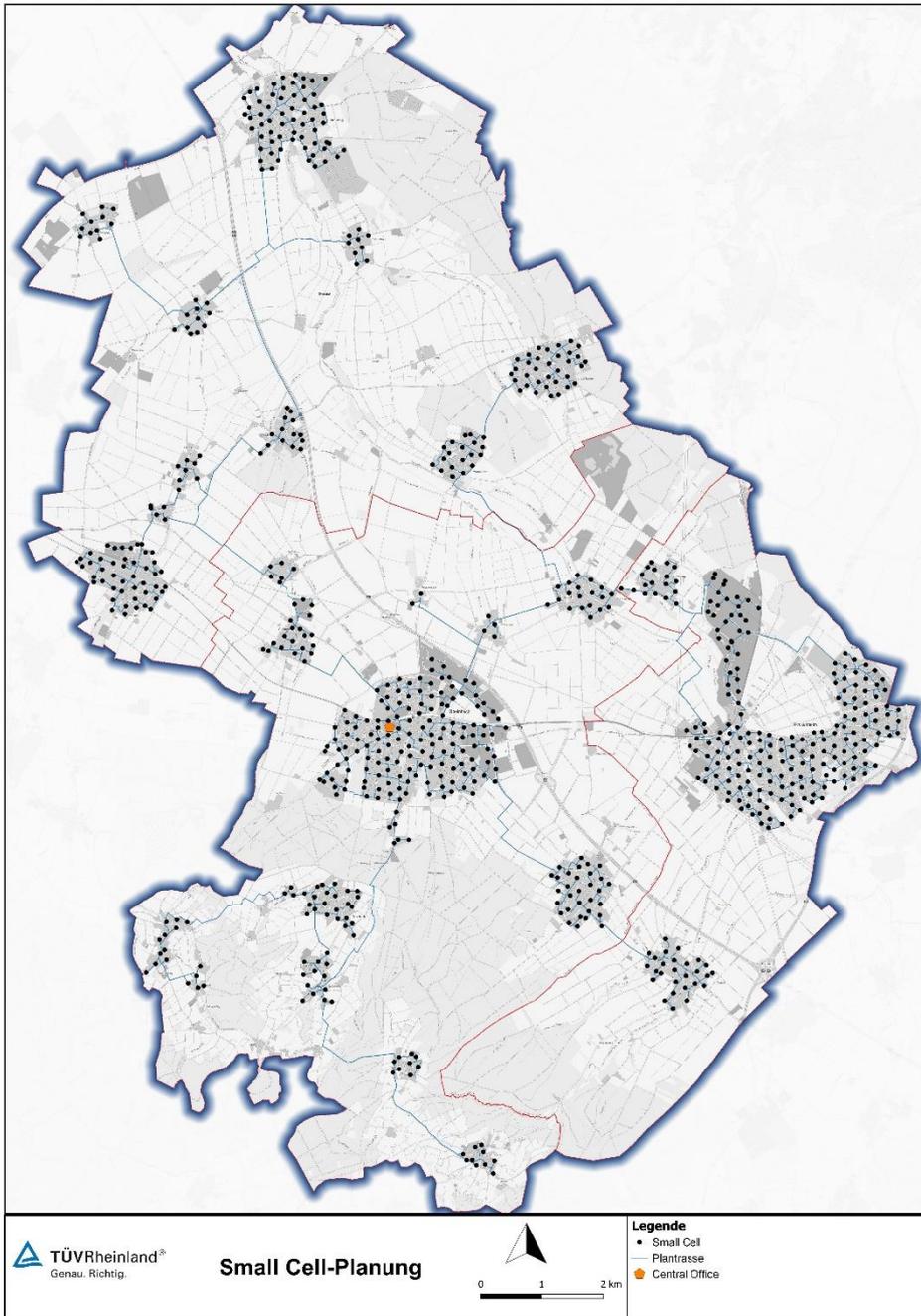


Abbildung 17: Erschließung aller Small Cells-Standorte in den Kommunen mit FTTB

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 beispielsweise das Einblenden von Werbung.

Ähnlich wie beim Aufbau von 5G-Netzen bildet ein leistungsfähiger Breitbandanschluss die Grundlage für WLAN-Hotspots. Da im Rahmen dieser Studie ein flächendeckendes FTTB-Netz geplant wird, bietet sich eine Routeranbindung an dieses Netz an. Um den optimalen Standort eines solchen Hotspots zu bestimmen ist eine enge Zusammenarbeit mit den vor Ort tätigen TK-Unternehmen sinnvoll. 3.4 WLAN im Planungsgebiet

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 Stadtgebiet ein flächendeckendes Kupfernetz, über das eine Grundversorgung garantiert wird. Des Weiteren sind zwar ca. 2% der Adressen im Stadtgebiet über FTTH/B, jedoch 49 % der Adressen über ein HFC-Netz angeschlossen. Damit ist ein Teil der Stadt zum aktuellen Zeitpunkt durchaus hinreichend mit Breitbandanschlüssen versorgt anzusehen. 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 der Stadt Sankt Rheinbach 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 in der Stadt Rheinbach untersucht. Es zeigt sich, dass für einen flächendeckenden Gigabitausbau, dessen Grundlage ein flächendeckender Glasfaserausbau ist, zweistelligen Millionenbeträge notwendig wären. **Der Gigabitausbau stellt somit für die Stadt Rheinbach eine erhebliche finanzielle und auch organisatorische Herausforderung dar.**

In dem zuerst betrachteten Szenario zum Gigabitausbau wurden alle Adressen der Stadt 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 3.994 Adressen (ca. 48 % der Gesamtadressen) berücksichtigt, sind gemäß unserer Planung ca. 30,3 Millionen Euro erforderlich. Will man auch die Bereiche der Stadt, welche derzeit mit HFC-Netzen versorgt sind in den Glasfaserausbau integrieren, was ca. 8.097 Adressen und ca. 65 % der Adressen der Stadt einschließt, entstünden dadurch Kosten in Höhe von ca. 40,4 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 Gigabitszenarien als unrealistisch, wenn man die Umsetzung als alleinige Aufgabe der Stadt betrachten würde. Vielmehr zeigt sich, dass der Gigabitausbau, insbesondere unter Berücksichtigung des Zeitziels 2025, nur durch gemeinsames Handeln von Stadt, Land, Bund und TK-Wirtschaft zu bewältigen ist. Zur Unterstützung der Zielerreichung geben wir im Folgenden einige Handlungsempfehlungen.

Handlungsempfehlungen

1. Breitbandausbau aktiv koordinieren

Wie die Berechnung zeigt, bleibt selbst ohne Überbau der bestehenden HFC-Netze immer noch ein Investitionsbedarf von ca. 73,6 Mio. Euro für einen vollständigen Gigabit-Ausbau in den drei Kommunen Meckenheim, Swisttal und Rheinbach. Ein wesentlicher Teil dieses Ausbaus wird eigenwirtschaftlich durch die am Markt aktiven Netzbetreiber erfolgen. Durch den privatwirtschaftlichen Wettbewerb besteht dabei allerdings ein hohes Risiko, dass die verfügbaren Ressourcen nicht optimal für einen flächendeckenden Ausbau genutzt werden, sondern sich auf wenige, für die Unternehmen besonders lukrative Bereiche konzentrieren. Ähnlich wie bereits beim NGA-Ausbau zu beobachten könnte auch beim Gigabitausbau ein Marktversagen entstehen, in dem in den dicht besiedelten Stadtvierteln, bzw. Ortsteilen mehrere Glasfasernetze parallel verlegt werden, während in den dünner besiedelten Außenbereichen überhaupt kein Ausbau stattfindet. Die Stadt Rheinbach (bzw. der Rhein-Sieg-Kreis) kann versuchen einem solchen Marktversagen vorzubeugen, indem sie eine aktive koordinierende Rolle beim Breitbandausbau einnimmt und sich als zentrale Schnittstelle zwischen allen Netzbetreibern und Infrastrukturiern einnimmt.

Grundlage für eine effiziente Koordinierung ist die Verfügbarkeit von möglichst detaillierten Daten zum Ausbaustatus der Breitbandnetze und zukünftiger Ausbaupläne. Die von TÜV Rheinland, im Rahmen der Erstellung des Gigabit-Masterplans, gesammelten Daten bilden die ideale Ausgangsbasis für den **Aufbau eines digitalen Breitbandinformationssystems**.

Durch die Untersuchung liegen für die Stadt Rheinbach erstmalig zentralisiert adressgenaue Daten zur aktuellen Breitbandverfügbarkeit, geplanten Ausbauvorhaben innerhalb der nächsten drei Jahre, eingesetzter Übertragungstechnologie und vorhandenen Breitbandinfrastrukturen vor. Da die Daten bereits im digitalen Breitbandinformationssystem übernommen sind, besteht die Möglichkeit diese Informationen verschiedenen Nutzergruppen (Fachbereiche der Stadtverwaltung, TKU, Infrastrukturbetreiber, Bürger) in den jeweils erforderlichen Detailgraden zur Verfügung zu stellen.

Durch Anreicherung mit weiteren Informationen wie z.B. geplanten Baumaßnahmen können über ein solches System somit eine effiziente Mitverlegung koordiniert und unnötige mehrfache Straßenaufbrüche minimiert werden. Weiterhin ist es möglich über das System den fortschreitenden Netzausbau zu überwachen, zu dokumentieren und Gebiete für einen prioritären Ausbau zu identifizieren.

Durch die schnelle Entwicklung des Netzausbaus ist es allerdings essentiell die Datenbasis in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren. Hierzu empfehlen sich **regelmäßige Koordinierungsgespräche** mit den am Markt aktiven TKU, sowie alle zwei bis drei Jahre die Durchführung eines neuen Markterkundungsverfahrens und einer Infrastrukturabfrage.

Mit der Einrichtung der Position eines **Breitbandkoordinators** im Rhein-Sieg-Kreis wurde bereits eine wichtige Voraussetzung für die Strategieentwicklung und aktive Gestaltung des Breitbandausbaus geschaffen. Aufgrund der hohen Bedeutung des Themas für die Stadt- und Kreisentwicklung wird empfohlen, diese Aufgabe nicht als kurzfristiges Projekt anzusehen, sondern unbefristet zu verstetigen. Der Breitbandausbau bildet nicht nur die technische Grundlage für alle aktuellen und zukünftigen Digitalisierungsaktivitäten der Stadt Rheinbach und die Entwicklung zu einer „Smart-City“, sondern inhaltlich auch Schnittstellen in alle daran beteiligten Fachbereiche. Die Perspektive der Breitbandkoordination sollte daher nicht eng auf den reinen Infrastrukturausbau beschränkt, sondern intensiv mit allen digitalen Themen verzahnt werden. Dabei sollte allerdings darauf geachtet werden, den Aufgabenbereich mit den erforderlichen finanziellen und ggf. auch weiteren personellen Ressourcen auszustatten.

2. Räumliche Priorisierung des Ausbaus

Um einen möglichst effizienten flächendeckenden Gigabitausbau zu erreichen wird empfohlen eine räumliche Priorisierung von Ausbauclustern vorzunehmen, die sich an der Bedarfsentwicklung und Kapazität der derzeit verfügbaren Netze orientiert.

Zur Vereinfachung der strategischen Betrachtung ist in Abbildung 18 die aktuell beste verfügbare Technik nicht mehr Adressenscharf, sondern auf Basis der Siedlungsflächen dargestellt. Blau dargestellt sind Gebiete in den bereits überwiegend zukunftssichere FTTB-Anschlüsse verfügbar sind, HFC-Anschlüsse sind grün und Gebiete die bisher nur über nicht gigabitfähige FTTC-Anschlüsse verfügen sind rot dargestellt.

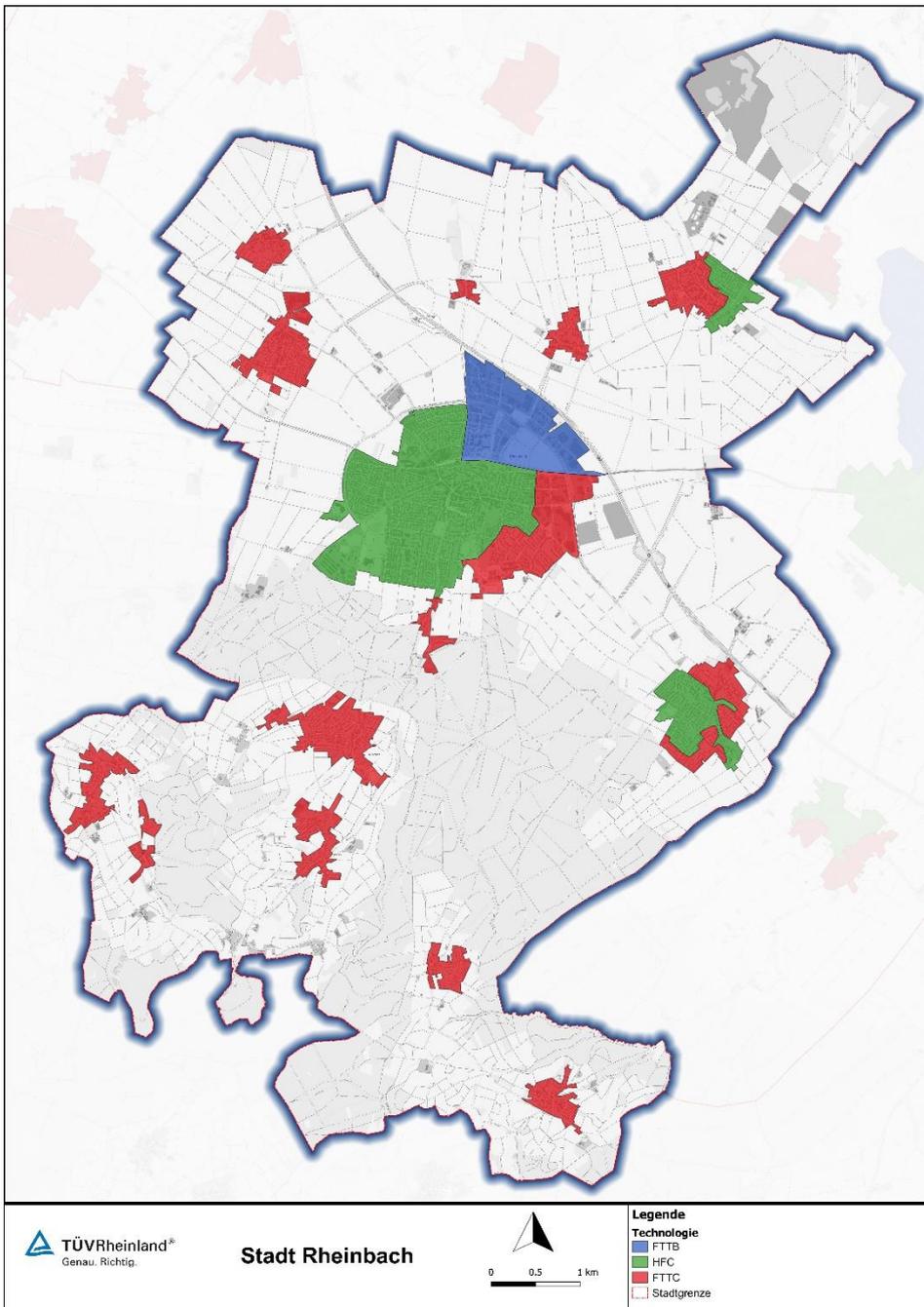


Abbildung 18: Breitbandnetze in Rheinbach nach bester verfügbarer Technik

Für die Priorisierung des Breitbandausbaus wird ein zweistufiges Vorgehen empfohlen:

Stufe 1: FTTC zu FTTB Migration

Im ersten Schritt sollten alle rot dargestellten Gebiete, in denen bisher überwiegend nicht gigabitfähige FTTC-Anschlüsse vorhanden sind, durch Austausch oder Überbau der verbliebenen Kupferleitungen auf der „letzten Meile“ zu FTTB-Gebieten aufgerüstet werden.

Stufe 2: Langfristige HFC zu FTTB Migration

Zusätzlich zur Migration der FTTC- zu FTTB-Gebieten sollte langfristig in einer dritten Stufe eine Migration der HFC- zu FTTB-Netzen angestrebt werden, indem alle verbliebenen Koaxialkabel auf der letzten Meile durch Glasfaser ersetzt werden. Aufgrund der kürzlich erfolgten Aufrüstung der HFC-Netze auf den neuesten Übertragungsstandard DOCSIS 3.1, bieten die HFC-Netze zumindest im Bereich des Downstreams noch über viele Jahre ausreichende Kapazitäten. Bezüglich der Migration besteht daher akut kein Handlungsbedarf, dennoch sollte aufgrund der stärkeren „shared Medium“-Effekte in HFC-Netzen sowie der potenziell schlechteren Upstream-Bandbreiten und Latenzzeiten die Bedarfsgerechtigkeit genau beobachtet werden. Dabei sollten auch entsprechende Vorlaufzeiten für den Netzausbau berücksichtigt werden, da, wie die Netzplanung für einen FTTB-Vollausbau gezeigt hat, diese Migration erneut mit erheblichen Tiefbauaktivitäten verbunden wäre.

3. Entwicklung einer 5G-Strategie

Die Erwartungen an den neuen Mobilfunkstandard der fünften Generation 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 den Standorten gegenüber, die über kein 5G verfügen. Somit wird die Bedeutung eines zeitnahen 5G-Netzausbaus deutlich.

Für das Erreichen der mit 5G angestrebten Datenraten von über einem 1 Gbit/s und Latenzzeiten von bis zu 1 ms ist eine Anbindung aller Mobilfunkantennen an ein Glasfasernetz sowie aufgrund der Frequenzreichweiten eine starke Verdichtung des Antennennetzes erforderlich.

Es ist davon auszugehen, dass Städte und Gemeinden mit aktiven Testfeldern einen Wissens- und Erfahrungsvorsprung beim flächendeckenden Rollout von 5G-Netzen haben werden und dadurch entsprechende „Early Adopter“ und Standortvorteile genießen werden.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, parallel zum Festnetzausbau, eine dezidierte 5G-Strategie für die Stadt Rheinbach zu entwickeln. Die im Kapitel 3.3 dargestellte Modellrechnung liefert erste Indikatoren für den möglichen Ausbau- und Finanzierungsbedarf, die es im Rahmen einer ausführlichen Studie zu spezifizieren gilt. Weitere Eckpunkte einer 5G-Strategie könnten die Etablierung eines 5G-Testfelds in Rheinbach in Kooperation mit den Netzbetreibern, oder der Bundes- und Landesregierung sein. Ebenso denkbar ist die Unterstützung des Ausbaus im Rahmen eines Small-Cells-Ansatzes durch die Nutzbarmachung von Stadtmöbeln wie beispielsweise Straßenlaternen, Ampeln, Wartehäuschen und Informationstafeln. Durch die Erschließung der Anlagen mit Glasfaser und ggf. auch passender Funktechnik bietet sich die Möglichkeit, die eigene Infrastruktur digital zu erneuern und durch die Vermarktung an Netzbetreiber zusätzliche Einnahmen für die Stadt zu generieren.

Für eine 5G-Strategie sprechen nicht zuletzt auch die Wechselwirkungen zum Festnetzausbau.

Werden Synergien aus dem kabelgebundenen Netzplanungsszenario zum Gigabit-weißen Fleck bei der 5G-Netzplanung berücksichtigt, würden die Investitionskosten für das 5G-Szenario deutlich sinken. Somit sind der kabelgebundene Gigabitnetzausbau und der 5G-Mobilfunkausbau eng miteinander verbunden und beeinflussen sich gegenseitig. Für eine kosten- und zeiteffiziente Zielerreichung „flächendeckende Gigabitnetze“ - sowohl kabelgebunden als auch kabellos - sind alle Synergiepotenziale zu nutzen.

4. Monitoring zukünftiger Förderprogramme

Aktuell verhindert die Aufgreifschwelle von 30 Mbit/s eine großflächigere Förderung in noch nicht gigabitfähig versorgten Gebieten. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass es in Zukunft zur Umsetzung der Bundestrategie ein neues Förderprogramm mit erhöhter, oder evtl. ganz ohne Aufgreifschwelle geben wird. Sowohl ein Förderprogramm für den „grauen Fleck“, als auch ein Vouchersystem werden aktuell diskutiert.

Im Rahmen eines Vouchersystems könnten Gebäudeeigentümer, die sich zu einem Anschluss an ein im Bau befindlichen oder bestehenden Glasfasernetz entschließen, mit einem Voucher (z.B. 1.500 €) finanziell unterstützt werden. Ein solches Instrument wäre für sehr kleinteilige Lückenschlüsse bzw. die nachträgliche Anbindung von bislang nur „homes passed“ erschlossenen Gebäuden, gut geeignet.

Das europäische Beihilferecht definiert den „grauen Fleck“ als ein Gebiet in dem genau ein Anbieter mindestens 30 Mbit/s bereitstellt. Der graue Fleck ist daher nicht identisch mit dem „Gigabit weißen Fleck“. Ein Gebiet in dem ein Anbieter ein gigabitfähiges Glasfaser- oder HFC-Netz betreibt würde somit zum grauen Fleck aber nicht zum Gigabit weißen Fleck zählen. Umgekehrt wäre ein Gebiet, in dem zwei Anbieter beispielsweise ein FTTC und ein nicht mit DOCSIS 3.1 aufgerüstetes HFC-Netz betreiben, ein Gigabit-weißer Fleck aber kein grauer Fleck.

Die Auflage eines Förderprogramms für die „grauen Flecken“ setzt eine Notifizierung durch die EU-Kommission voraus. Sobald diese erfolgt ist und ein entsprechendes Bundes- oder Landesweites Förderprogramm veröffentlicht wurde, kann auf Grundlage der in der zweiten Handlungsempfehlung beschriebenen aktualisierten Datenbasis kurzfristig ein Förderverfahren durch die Stadt, bzw. die Breitbandkoordinatorin des Kreises eingeleitet werden.

Annex

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Allgemeines Liegenschaftskatasterinformationssystem
APL	Abschlusspunkt Linientechnik
ARPU	Average Revenue per User
BBA	Breitbandatlas des Bundes
CATV	Cable Television
Destatis	Statistisches Bundesamt
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
EU	Europäische Union
FTTB	Fiber To The Building
FTTC	Fiber To The Curb
FTTH	Fiber To The Home
Gbit/s	Gigabit pro Sekunde
GIS	Geographisches Informationssystem
HFC	Hybrid Fiber Coax
HVt	Hauptverteiler
IoT	Internet of Things
ISA	Infrastrukturatlas
KVz	Kabelverzweiger
Mbit/s	Megabit pro Sekunde
MEV	Markterkundungsverfahren
MFG	Multifunktionsgehäuse
NFC	Near Field Communication
NGA	Next Generation Access
TK	Telekommunikation
TKU	Telekommunikationsunternehmen
TÜV	Technischer Überwachungsverein
WLAN	Wireless Local Area Network

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Breitbandversorgung in der Stadt Rheinbach (≥ 30 Mbit/s alle Technologien) (Quelle: BMVI, 2020, www.breitbandatlas.de)	8
Abbildung 2: Breitbandversorgung in der Stadt Rheinbach (≥ 1000 Mbit/s FTTH/B) (Quelle: BMVI, 2020, www.breitbandatlas.de)	9
Abbildung 3: MEV-Rückmeldung der b:nt (FTTC-Versorgung und FTTB-Potenzialgebiete) ..	10
Abbildung 4: MEV-Rückmeldung der Deutschen Glasfaser (FTTB-Potenzialgebiete)	11
Abbildung 5: MEV-Rückmeldung der Deutschen Telekom (FTTC und FTTB)	12
Abbildung 6: MEV-Rückmeldung der Eifelnet (FTTC und FTTB)	13
Abbildung 7: MEV-Rückmeldung der NetCologne (FTTC)	14
Abbildung 8: MEV-Rückmeldung der Vodafone (HFC)	15
Abbildung 9: verfügbare Leerrohre der Firma innogy/Westnetz im Stadtgebiet	17
Abbildung 10: Versorgung der Adressen gegliedert nach Technologie (in %)	23
Abbildung 11: Erschließung aller Adressen im Stadtgebiet mit FTTB ohne HFC-Überbau (Gigabit-weißer Fleck)	24
Abbildung 12: Erschließung aller Adressen im Stadtgebiet mit FTTB und mit HFC-Überbau (FTTB-Masterplan)	26
Abbildung 13: Backbonestruktur mit neuen Hauptverteilerstandorten in den Kommunen Meckenheim, Rheinbach und Swisttal	27
Abbildung 14: Adressdichte in den Kommunen (1.500m Raster)	29
Abbildung 15: Neue Mobilfunkstandorte aufgrund der Adresspunktdichte und Bestandsmasten (Lückenschluss)	31
Abbildung 16: Erschließung aller neuer Funkmaststandorte in den Kommunen mit FTTB ohne die Berücksichtigung von Synergien	33
Abbildung 17: Erschließung aller Small Cells-Standorte in den Kommunen mit FTTB	35
Abbildung 18: Breitbandnetze in Rheinbach nach bester verfügbarer Technik	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Über den ISA abgefragte Provider hinsichtlich ihrer Leerrohrkapazitäten	16
Tabelle 2: Kosten der einzelnen Netzelemente und Tiefbauarbeiten	21
Tabelle 3: Einnahmen aufgeschlüsselt nach Kunden	21
Tabelle 4: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte ohne FTTH/B- oder HFC-Anschluss	23
Tabelle 5: Kosten für die Erschließung aller Adresspunkte ohne FTTH/B-Anschluss	25
Tabelle 6: Kosten für die Erschließung aller Funkmasten mit FTTH/B ohne die Nutzung von Synergien	32
Tabelle 7: Kosten für die Erschließung aller Small Cell-Standorte mit FTTH/B	34