

Immissionsgutachten

Mobilfunk im Bereich Friedberg:
Vergleichende Untersuchung von Standortalternativen
hinsichtlich der Minimierung der Strahlenbelastung und
der effizienten Versorgung

Auftraggeber:	Stadt Friedberg, Marienplatz 5, 86316 Friedberg
Durchführung:	Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang:	38 Seiten
Veröffentlichung:	Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung erfordert die vorherige schriftliche Zustimmung.

Inhalt

- 1. Vorbemerkung zur Immissionsminimierung 3
 - 1.1 Ausgangslage 3
 - 1.2 Vorsorge 3
 - 1.3 Auswahl der zu untersuchenden Standortvarianten 3
 - 1.4 Technische Abstimmung, Versorgungsgüte 4
 - 1.5 Immissionsminimierung als Kriterium 4
- 2. Auftragstellung / Sachverhalt 4
- 3. Lageplan 5
- 4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung 6
 - 4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten 6
 - 4.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite 6
 - 4.3 Gutachterliche Stellungnahme 7
 - 4.3.1 Flächen- und Kapazitätsversorgung 7
 - 4.3.2 Lizenzauflagen Straßen-/Schienenverkehr 8
 - 4.3.3 Räumliche Verteilung des Versorgungspegels, Kapazität 8
 - 4.3.4 Immissionsvergleich der Standorte untereinander 10
 - 4.3.5 Fazit 10
- 5. Immissionsprognosen 11
 - 5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter) 11
 - 5.2 Immissionsprognosen zu betreiberseitig mitgeteilten Konfigurationen 26
- 6. Schlussbemerkung / weitere Angaben 30
- 7. Anhang 31
 - 7.1 Vorgehensweise 31
 - 7.2 Einheiten, Skala, Grenzwerte 37
 - 7.3 Unterlagen 38

1. Vorbemerkung zur Immissionsminimierung

1.1 Ausgangslage

Anlass der Begutachtung ist in der Regel betreiberseitig benannter Bedarf zum Ausbau des Netzes oder seitens der Kommune gewünschte Verbesserungen der Versorgung. Der Betreiber begründet den Bedarf entweder damit, dass er Ersatz für einen bestehenden, zu räumenden Standort benötige oder eine Erweiterung/Netzverdichtung/Verlegung erforderlich sei, da die aktuelle Versorgung nicht den Ansprüchen an die Qualität genüge und/oder die zunehmende Nutzung vor allem der Datendienste des Mobilfunks mit den bestehenden Standorten nicht gedeckt werden könne.

Die betreiberseitige Standortwahl ist neben der funktechnischen Eignung von den Kriterien Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit geprägt.

1.2 Vorsorge

Verschiedene Forschungsergebnisse weisen auf mögliche Auswirkungen von Funkstrahlung unterhalb des gesetzlichen Grenzwerts hin. Diese wissenschaftlichen Hinweise legen es nahe, Vorsorge zu betreiben. Die Strahlenschutzkommission empfiehlt, „elektromagnetische Felder im Rahmen der technisch und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten zu minimieren“.¹

Der gesetzlich festgelegte Grenzwert enthält keine Vorsorgekomponente, wie der Bundesgerichtshof am 13.02.2004 urteilte. Nach einem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 handelt es sich bei Besorgnissen zu gesundheitlichen Auswirkungen von Mobilfunk unterhalb der Grenzwerte nicht um bloße Immissionsbefürchtungen. Vielmehr seien sie dem „vorsorgerelevanten Risikoniveau“ zuzuordnen. Gemeinden dürften sich auch bei Unterschreitung der Grenzwerte mit der räumlichen Zuordnung von Mobilfunkstationen befassen. Allerdings dürften sie keine niedrigeren Grenzwerte festsetzen.

1.3 Auswahl der zu untersuchenden Standortvarianten

Die auftraggebende Kommune wurde gebeten, bestehende Mobilfunk-Standorte und alle in Diskussion befindlichen Standortvarianten mitzuteilen, damit diese in die Untersuchung einfließen. Diese Auswahl der Varianten wird vom Gutachter ausgehend vom betreiberseitig mitgeteilten Suchbereich mit funktechnisch relevantem Umfeld bzw. dem zu versorgenden Bereich unter Einsatz funktechnischer Fachkenntnisse mit dem Ziel der effizienten Versorgung bei Bedarf ergänzt und mit der Kommune abgestimmt. Dabei erfolgt auch eine Verfügbarkeitsvoranfrage.

Bei der Begutachtung wird angestrebt, die gesamte Bandbreite der möglichen spezifischen Immissionen von nicht speziell immissionsminimierten Standortvarianten bis hin zu Standortvarianten, welche bei der jeweils betroffenen Wohnbebauung möglichst geringe Immissionen verursachen, im Gutachten abzubilden.

Über die vergleichende Betrachtung verschiedener Standortvarianten gibt das vorliegende Gutachten Auskunft über die

- jeweiligen Versorgungsbereiche,

¹ Strahlenschutzkommission, Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern, 2001

- von den jeweiligen Varianten auf die jeweils betroffene Wohnbebauung einwirkenden Immissionen.

Durch die Einschaltung des Gutachters kommt es durchaus vor, dass ergänzend zur Immissionsminimierung auch das Versorgungsgebiet optimiert werden kann, z.B. die Versorgung von Straßenzügen/Ortsteilen oder Bereichen möglich wird, die sonst außen vor geblieben wären und für die später vielleicht ein zusätzlicher Standort notwendig würde.

1.4 Technische Abstimmung, Versorgungsgüte

Paragraph 7a der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung sichert der Kommune eine Mitwirkungsmöglichkeit bei der Standortwahl. Im dialogischen Verfahren werden die Varianten dem Betreiber/den Betreibern im Rahmen einer technischen Vorabstimmung mit der Bitte um Stellungnahme zur Eignung übermittelt. Im Falle von Bauleitplanverfahren erfolgt die Beteiligung der Betreiberseite im Rahmen der vorgesehenen Verfahrensschritte.

Betreiberseitige Aussagen zur funktechnischen Nicht- oder Schlechter-Eignung von Standortvarianten werden anhand hochentwickelter Funknetzplanungs-Software² überprüft. Dabei wird das o.a. Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 berücksichtigt, nachdem die Kommunen u.a. zu beachten haben, dass ein hohes öffentliches Interesse an einer flächendeckend angemessenen und ausreichenden Versorgung der Bevölkerung mit Dienstleistungen des Mobilfunks besteht und dass dieses öffentliche Interesse mit der Zunahme der Nutzung der Mobilfunkdienste steigt.

1.5 Immissionsminimierung als Kriterium

Das vorliegende Gutachten ermöglicht es der Kommune, die Immissionsminimierung und damit die Vorsorge in die Kriterien der Standortwahl einzubeziehen.

Zielsetzung der Untersuchung ist, Varianten zu finden, welche die o.a. Ansprüche an die Versorgung erfüllen und mit denen zugleich unnötig hohe Befeldungen der jeweils benachbarten Wohnbevölkerung vermieden werden können.

Über die vergleichende Betrachtung verschiedener Standortvarianten gibt das vorliegende Gutachten einen Überblick zu den von den jeweiligen Varianten auf die jeweils betroffene Bebauung mit überwiegend wohnlicher Nutzung einwirkenden Immissionen.

2. Auftragstellung / Sachverhalt

Aufbauend auf die Stellungnahme zur Verbesserung der Mobilfunkversorgung in bisher unterversorgten Bereichen des Gemeindegebietes von Friedberg vom 13.06.2019 erteilte die Stadt Friedberg am 17.07.2019 den Auftrag, anhand einer ergebnisoffenen, vergleichenden Betrachtung zu untersuchen, wie sich im Gemeindegebiet benannte Standortalternativen hinsichtlich der Aspekte Immissionsminimierung und effiziente Versorgung verhalten.

Der Bereich um Rohrbach/Bachern wurde im Bericht 10-21-30 vom 21.02.2022 behandelt.

Zum zeitlichen Rahmen:

Wg. vom Ersteller dieses Berichts nicht zu vertretenden Wartezeiten auf die Zulieferung in einem Abstimmungsprozesses gewonnener Daten war die Fertigstellung erst jetzt möglich:

- Personalwechselbedingt gab es in der frühen Phase der Standortabstimmung eine längere Unterbrechung bei der Ansprechperson in der Stadtverwaltung.

² welche der Gutachter im Rahmen seiner Forschungstätigkeit mitentwickelt

- Nach Mitteilung der Stadtverwaltung folgten anschließend längere Wartezeiten bei der Verfügbarkeitsvoranfrage bei Eigentümern bzgl. der aufzunehmenden Standorte.
- Anschließend folgten längere Wartezeiten auf die Stellungnahmen der Mobilfunk-Netzbetreiber (funktechnische Bewertung der Standortalternativen).

Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

Die vorliegende Fassung ersetzt die Fassung vom 14.09.2023.

3. Lageplan

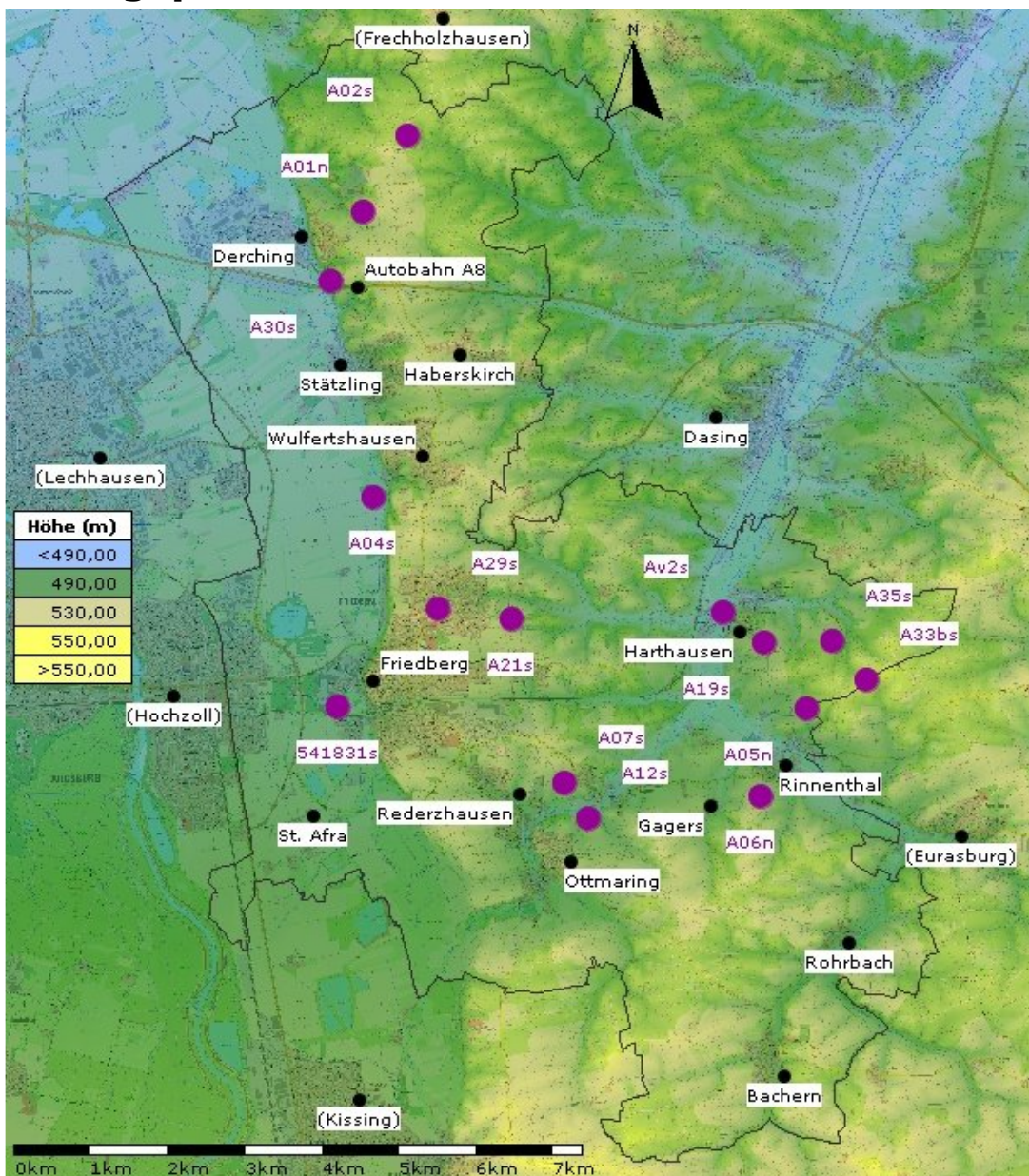


Abbildung 1: Lageplan (Luftbild mit weiteren Kartendaten und Höhenvisualisierung).

Schwarze Punkte: Orientierung.

Bunte Punkte: Betrachtete Standortalternativen (Übersicht).

Die genauen Positionen und Masthöhen der untersuchten Standortalternativen sind in den Prognosegrafiken des Kapitels 5.1 ab Seite 11 verzeichnet.

Angefügter Index n/s (in allen Grafiken dieses Gutachtens): nicht lagerelevanter Konfigurationsindex.

4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung

4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten

Um einen Vergleich der im vorliegenden Bericht untersuchten Varianten zu ermöglichen, wurden Immissionsprognosen mit vom Unterzeichner des Berichts angenommenen, vergleichenden Parametern (Index „s“) gerechnet. Diese **netzbetreiberneutrale Betrachtung** erfolgt für einen fiktiven Betreiber mit je einem Funkdienst der Flächenversorgung sowie einem Funkdienst der Kapazitätsversorgung. So können die Prognosewerte der im Vergleich stehenden Standortvarianten ins Verhältnis gesetzt werden.

Die Prognosegrafiken finden sich unter 5.1 ab Seite 11. In den Grafiken ist auch die Lage der Immissionspunkte (Index si) eingezeichnet.

Tabelle 1 liefert einen Überblick über die Prognosewerte an den dargestellten Immissionspunkten bei Vollast in V/m in 4m Höhe über Grund. Zusätzlich ist die Ausschöpfung des in Deutschland gültigen Grenzwerts in Prozent angegeben. Eine Umrechnungstabelle sowie eine Grenzwerttabelle findet sich unter 7.2 auf Seite 37. Zu ggf. unterschiedlichen Verhältnissen zwischen Feldstärke und Ausschöpfungsgrad des Grenzwerts vgl. h) auf Seite 33.

Die jeweils auf das betroffene bebaute Umfeld einwirkende Immission kann durch Standortwahl und Konfiguration deutlich beeinflusst werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Varianten je nach Lage z.T. unterschiedliche Versorgungsaufgaben zu erfüllen vermögen.

Sofern eine Abstimmung mit der Betreiberseite erfolgte, können den Betrachtungen Immissionsprognosen zu geplanten Konfigurationen hinzugefügt werden, vgl. folgendes Kapitel.

Name	V/m	%GW
Av2si	5,2	10
541831si	1,2	2,6
A01si	0,9	1,7
A02si1	0,3	0,5
A02si2	0,2	0,4
A04si	1,5	3,0
A05si1	0,8	1,7
A05si2	0,5	0,9
A06si	1,4	2,8
A07si	1,9	3,8
A12si	1,6	3,1
A19si	2,0	4,0
A21si	1,4	2,8
A29si	4,9	9,7
A30si	1,3	2,6
A33bsi1	0,4	0,7
A33bsi2	0,4	0,7
A35si1	0,5	1,0
A35si2	0,4	0,8

Tabelle 1

4.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite

Am 10.10.2022 wurden der Telekom, Vodafone sowie der Telefónica nach Abstimmung mit der Stadtverwaltung die im Lageplan verzeichneten Standorte 541831 sowie A01 bis A35 mit der Bitte um Stellungnahme zur funktechnischen Eignung übermittelt. Für aus Sicht des Betreibers gegebene funktechnische Eignungseinschränkungen bzw. Nichteignungen wurde um Angabe des geplanten Versorgungsgebietes sowie Begründung gebeten. Bzgl. der aus Sicht des Betreibers geeigneten oder eingeschränkt geeigneten Varianten wurde zudem um Übermittlung der funktechnischen Konfigurationen nach derzeitigem Planungsstand gebeten.

Vodafone teilte am 28.02.2023 mit:

„für Vodafone besteht aktuell der Bedarf zur Realisierung von insgesamt 3 Projekten. Projektkennungen M1HM2 Friedberg-Ost, M1HM3 Rinnenthal (Kandidaten 05 und 06) und M1JR0 Dasing – TEF – BY_70

Alle drei Standorte sind Auflagen relevant und somit nicht dispositiv.

Die Suchkreise bzw. Standortvorschläge der Funktechanalyse sind bekannt.

Eine konkrete Konfiguration kann erst nach Vertragssicherheit und dem zu erstellenden Radio-Transport-Konzept mitgeteilt werden. Vorher muss aus den Vorschlägen der Top-Kandidat ermittelt werden (90% Vertragssicherheit + technisch OK)

Für den laufenden Prozess können wir Ihnen initiale Parameter zur Prädiktion der zu erwartenden Immissionen anbieten."

Die Telekom teilte am 08.03.2023 mit:

„für die Telekom gelten die selben Bedingungen. Die drei Vorhaben sind Lizenzrelevant. Die Federführung hat Vodafone für Rinnenthal M1HM2 (MY6726) und Harthausen/Wiffertshausen M1HM3 (MY7532) sowie Telefónica für Dasing, Hinterheimat/Harthausen MY7786. Erst nach Festlegung durch den federführenden Betreiber wird hier das Funk-Konzept erstellt."

Die Telefónica teilte am 05.06.2023 mit Ergänzung vom 08.09.2023 mit:

„Hinsichtlich der unten benannten Areale hatten wir uns vornehmlich über Derching unterhalten. Anbei finden Sie die Antennenkonfigurationen für die beiden während unserer VIKO als geeignet diskutierten Standortoptionen. Die Option A02 ist hingegen zu weit von der Autobahn entfernt.

Die Thematik Harthausen-Rinnenthal hatten wir bei unserer VIKO einvernehmlich aus der Begutachtung herausgenommen.

Zu Friedberg-West danken wir für die Anregung. Gerne hätten wir genauere Informationen zum Bestandsstandort. Wir überlegen durchaus, ein Projekt dafür anzulegen.

Weitere offene Punkte sehe ich derzeit nicht. Dennoch danken für die Hinweise zu den weiteren Optionen bzw. Arealen.

Die hier nicht zitierten Konfigurationsdaten wurden in das Prognosetool übernommen und sind in den Fußzeilen der Prognosegrafiken (5.2 ab Seite 26) angegeben.

Die Prognosegrafiken (Immission) unter Berücksichtigung der vom Betreiber übermittelten Planungsdaten finden sich unter 5.2 ab Seite 26. In den Grafiken ist auch die Lage der Immissionspunkte eingezeichnet.

Tabelle 2 liefert einen Überblick über die Prognosewerte an den Immissionspunkten (Index: ni) in 4 m Höhe über Grund zu den vom Betreiber zur Verfügung gestellten Konfigurationen. Zusätzlich ist die Ausschöpfung des in Deutschland gültigen Grenzwerts in Prozent angegeben. Eine Umrechnungstabelle sowie eine Grenzwerttabelle findet sich unter 7.2 auf Seite 37.

Name	V/m	%GW
A01ni	2,0	4,2
A05ni1	1,8	4,1
A05ni2	1,0	2,2
A06ni	2,2	5,0
A30ni	2,8	6,1

Tabelle 2

4.3 Gutachterliche Stellungnahme

4.3.1 Flächen- und Kapazitätsversorgung

Der Frequenzbereich der Flächenversorgung weist eine gute Reichweite auf und stellt insbesondere im dünner besiedelten ländlichen Bereich das Rückgrat der Versorgung dar. Der Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung ermöglicht bei geringerer Reichweite die Übertragung wesentlich größerer Datenmengen. Reicht im dünner besiedelten ländlichen Raum derzeit oft noch der Frequenzbereich der Flächenversorgung aus, macht die höhere Nachfrage in dichter besiedelten Bereichen / größeren Ortsteilen sowie entlang stärker genutzter Verkehrsadern häufig zusätzliche Funkdienste im Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung erforderlich.

Die meisten Mobilfunk-Standorte senden daher zugleich in mehreren Frequenzbändern. Eine technische Regelung sorgt dafür, dass der Datenverkehr in den von den jeweiligen Standorten aus einfach zu versorgenden Gebieten bevorzugt über die Frequenzbänder der Kapazitätsversorgung abgewickelt wird. Die Frequenzbänder der Flächenversorgung werden so für die von den Standorten aus schwerer zu erreichenden Gebiete frei gehalten.

Gemäß Angaben der Bundesnetzagentur steigt das bundesweit über die öffentlichen Mobilfunknetze übertragene Datenvolumen jährlich zwischen rund 20 % und rund 40 % an, zuletzt im Jahre 2022 gut 20 %. Wegen der stetig wachsenden Datenströme wird der Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung in dichter besiedelten Bereichen bzw. entlang leistungsfähigen Verkehrsadern derzeit in der Regel eingesetzt. Auch im ländlichen Bereich, beginnend bei größeren Ortsteilen, Gewerbegebieten und leistungsfähigeren Verkehrsadern wird dieser zunehmend wichtiger.

4.3.2 Lizenzaufgaben Straßen-/Schienenverkehr

Aufgrund von Lizenzaufgaben der Bundesnetzagentur sind Autobahnen, Bundes- und Staats-/Landesstraßen sowie Bahnstrecken bis Ende 2022/2024 in verschiedenen Abstufungen mit mobilem Breitband zu versorgen. Die Bundesnetzagentur schließt in der Entscheidung der Präsidienkammer vom 26.11.2018, Seite 3 dabei die Möglichkeit von bedarfsgerechten höheren Auflagen im Rahmen einer Neuvergabe der im Jahre 2025 und 2033 auslaufenden Frequenznutzungsrechte ausdrücklich ein.

4.3.3 Räumliche Verteilung des Versorgungspegels, Kapazität

Die Varianten wurden auch hinsichtlich des Versorgungspegels mit der Prognosesoftware überprüft, vgl. d) auf Seite 32.

Aufgrund ihrer unterschiedlichen Lage zeigen die untersuchten Varianten ihre Vor- und Nachteile in der räumlichen Ausdehnung des Versorgungspegels z.T. in unterschiedlichen Bereichen. Im jeweils von den Antennen aus einsehbaren Umfeld können sie die Mobilfunk-Versorgung gegenüber dem aktuellen Zustand erheblich verbessern bzw. bei Wegfall eines bestehenden Standorts auch weiterhin sichern.

A01 und A30 vermögen die breitbandige Abdeckung im Bereich Derching und dem zugehörigen Streckenabschnitt der Autobahn abzudecken. A30 dabei wegen wesentlich geringeren Abschattungen mit deutlichen Vorteilen für Derching und die Autobahn, A01 dabei mit Vorteilen für die Straße nach Frechholzhausen.

A02 vermag im Wesentlichen die Straße von Derching nach Frechholzhausen mit Umgebung abzudecken. Im Großteil Derchings sowie rund 1km entlang der Autobahn ist abschattungs- und entfernungsbedingt nicht mit leistungsfähigen Beiträgen zu einer mobilen Breitbandversorgung zu rechnen.

A04 deckt neben westlich gelegenen Flächen im Wesentlichen tiefer gelegene Bereiche in Wulfertshausen um die Moos- und Kulturstr. ab.

A21 und A29 wurden als möglicher Ersatz für den Standort mit der Standortbescheinigungsnummer 540362 aufgenommen. Diese decken nördliche Bereiche Friedbergs ab; A21 dabei leistungsfähig primär Bereiche östlich der Bundesstr. B 300 mit Vorteilen in Richtung Heimatshausen.

A29 deckt den Friedberger Norden mit zugehörigem Streckenabschnitt der B 300 leistungsfähig, bedingt durch die mögliche Ausrichtung von drei Sektoren auf den Friedberger Norden mit der dreifachen Kapazität von A21 ab. Die bei A29 auf die umliegende Wohnumgebung einwirkenden Immissionen könnten durch Montage der Antennen in größerer Höhe (zB 30 bis 40 m) reduziert werden. Dabei würde sich vor allem in Randgebieten auch die Leistungsfähigkeit der Versorgung weiter verbessern.

In Verbindung mit dem Funkmast mit Nr. der Standortbescheinigung 541831 ermöglicht A21 eine leistungsfähige Abdeckung, die von der auf den Friedberger Norden einwirkenden Kapazität her etwa zwischen der Alleinlösung A21 und A29 liegt.

Falls A21 in die Diskussion kommt, sollte der benachbarte Funkmast mit der Nr. der Standortbescheinigung 69012621 auf Aufnahmefähigkeit für Mitnutzung geprüft werden.

Eine Mitnutzung des von einem Mobilfunkbetreiber genutzten Standorts mit der Nummer der Standortbescheinigung 541895 durch weitere Betreiber würde auch in diesen Netzen die breitbandige Leistungsfähigkeit im Bereich etwa zwischen Friedberger Ach und Chippenham-Ring ermöglichen.

A07 und A12 decken Hügelschart mit zugehörigen Abschnitten der St 2051 und den Osten Ottmarings ab. Rederzhausen wird von A07 insbesondere im Süden großflächiger erreicht als von A12.

Av2 deckt das Paartal mit von dort aus einsehbaren Teilen Harthausens ab. Im Bereich südlich der Malzhauser Str. mit „Am Spielberg“ ist abschattungsbedingt mit teilweise deutlichen Einschränkungen der Breitbandabdeckung zu rechnen.

A35 deckt in Harthausen vor allem Bereiche nördlich der Malzhauser Str. sowie um „Am Spielberg“ sowie die Malzhauser Str. nach Osten und Vorderheimat/Hinterheimat leistungsfähig breitbandig ab. Für die anderen Bereiche Harthausens bestehen Mitnahmeeffekte in wechselnder Breitband-Leistungsfähigkeit. A19 fällt in der breitbandigen Abdeckung Harthausens gegenüber A35 abschattungsbedingt um die Malzhauser Str. sowie entlang der Malzhauser Str. nach Osten mit den Bereichen Vorderheimat/Hinterheimat deutlich ab. Von den Antennen aus einsehbare südliche Bereiche Harthausens, auch im Paartal werden von A19 leistungsfähig erreicht.

A05/A06 decken Rinnenthal mit zugehörigen Abschnitten der Staatsstr. St 2051 zwischen etwa der Ostseite von Hügelschart und Rehrosbach leistungsfähig breitbandig ab, A06 dabei mit leichten Vorteilen im Bereich Paar.

Am 08.09.2023 teilte Vodafone dem Unterzeichner dieses Berichts mit, dass die nicht in Begutachtung befindliche, geplanten Variante W02 (Fl. 1041 in der Nähe des Bahnfunkmasts mit der Standortbescheinigungsnummer 542447) nicht verfügbar ist und man in der Gegend eine andere Liegenschaft sucht.

Der Bereich um W02 hat relevante Mitnahmeeffekte für Rinnenthal mit einem Streckenabschnitt der Staatsstr. St 2051 und Paar sowie u.a. westlichen Hangbereichen von Harthausen, welche von A35 topographiebedingt weniger gut erreicht werden.

Wie in der Abstimmung mit der Betreiberseite im Jahre 2022 für A35, A33/A33b sowie A05 und A06 bereits deutlich gemacht, besteht auch vor dem Hintergrund mit dem von der Telekom in der Nähe des Standorts 69011170 südwestlich Dasings geplanten höheren Mastneubau³ sowie A35 Klärungsbedarf bzgl. der parallelen Erforderlichkeit von je einem weiteren Standort im Bereich um W02 bzw. A05 oder A06, welche sich in der Abdeckung relevant überlappen.

Möglicherweise blieben bei der Generierung der Suchbereiche ggf. danach geplante Standorte unberücksichtigt, welche relevante Versorgungsbeiträge in die jeweils geplanten Versorgungsgebiete liefern.

Es wird empfohlen, bei der Suche eines Ersatzes für W02 (Suchbereichskennung M1HM2) das Versorgungsziel von M1HM3 (A05/A06) mit dem Ziel im Auge zu haben, auch unter Berücksichtigung von Mitnahmeeffekten durch weitere geplante Nachbarstandorte beide Versorgungsziele ggf. über einen einzelnen Standort abdecken zu können.

A33b fällt hinsichtlich der Versorgung nach Nordwesten (Harthausen) gegenüber A35, nach Südwesten im Bereich Rinnenthal gegenüber A05 und A06 insbesondere im Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung sowie in den abgeschatteten Bereichen deutlich ab. Angesichts des bundesweit jährlich wachsenden übertragenen mobilen Datenvolumens bestehen Zweifel, ob

³ Vgl. Stellungnahme vom 13.06.2019, 2.2

diese Lösung auf längere Sicht ausreichen würde. Ggf. entstünde mit A33b im Bereich Rinnenthal/Harthausen perspektivisch zusätzlicher Standortbedarf.

Weitere Standortalternativen, die bezogen auf die angegebenen Versorgungsziele eine in immissionsmäßiger Gesamtsicht wesentlich günstigere Situation als die in der vorliegenden Untersuchung dargestellten bzw. textlich ausgeführten weiteren Optimierungsmöglichkeiten erwarten lassen, wurden in dieser Untersuchung nicht festgestellt.

4.3.4 Immissionsvergleich der Standorte untereinander

Vergleiche der spezifischen Immissionen an den Prognosepunkten der Standorte untereinander können anhand Tabelle 1 auf Seite 6 angestellt werden. Die zugehörigen Prognosegrafiken unter 5.1 ab Seite 11 geben einen optischen Eindruck über die flächige Ausprägung der Immission in der spezifischen (netzbetreiberneutralen) Konfiguration.

4.3.5 Fazit

Im Rahmen von aktuellen Ausbauplanungen können die untersuchten Standorte bei der Erarbeitung von Standortvorschlägen in die Diskussion eingebracht werden.

Laufende Standortabstimmung im Bereich Derching:

A01s und A30s weisen in der spezifischen Konfiguration mit einem Prognosewert am Immissionspunkt gegenüber dem nicht signifikant aus dem Profil der umliegenden Wohnbebauung herausragenden Standort Av2s eine Reduktion um rund 75/85 Prozent auf und decken das angegebene Versorgungsgebiet vergleichsweise immissionsgünstig und effizient ab. Sofern von dem zu wählenden Standort Derching leistungsfähig mitversorgt und auch die Versorgung des betroffenen Autobahnabschnitts auch für den Fall der Verschärfung von Versorgungsaufgaben langfristig zukunftsfähig werden soll, erscheint A30 vorzugswürdig.

Laufende Standortabstimmung im Bereich Rinnenthal/Paar/Harthausen:

A05s und A06s weisen in der spezifischen Konfiguration mit einem Prognosewert am Immissionspunkt gegenüber dem nicht signifikant aus dem Profil der umliegenden Wohnbebauung herausragenden Standort Av2s eine Reduktion um rund 75/85 Prozent auf und decken das angegebene Versorgungsgebiet vergleichsweise immissionsgünstig und effizient ab.

Wie oben angegeben, besteht vor dem Hintergrund des Gebots der größtmöglichen Schonung des Außenbereichs wegen größerer Überlappungen in den Versorgungszielen Klärungsbedarf bzgl. der Erforderlichkeit von zwei weiteren Mastneubauten im Bereich um Harthausen/Rinnenthal.

Es wird empfohlen, bei der Suche eines Ersatzes für W02 (Suchbereichskennung M1HM2) das Versorgungsziel von M1HM3 (A05/A06) mit dem Ziel im Auge zu haben, auch unter Berücksichtigung von Mitnahmeeffekten durch weitere geplante Nachbarstandorte beide Versorgungsziele ggf. über einen einzelnen Standort abdecken zu können.

5. Immissionsprognosen

5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter)

Alle Varianten dieses Punkts sind ausschließlich mit einer spezifischen, netzbetreiberneutralen Konfiguration für einen Betreiber bestückt. Zur Vergleichbarkeit der Funkdienste untereinander und bzgl. Aussagen zur absoluten Höhe der Immission vgl. m) und n) ab Seite 35.

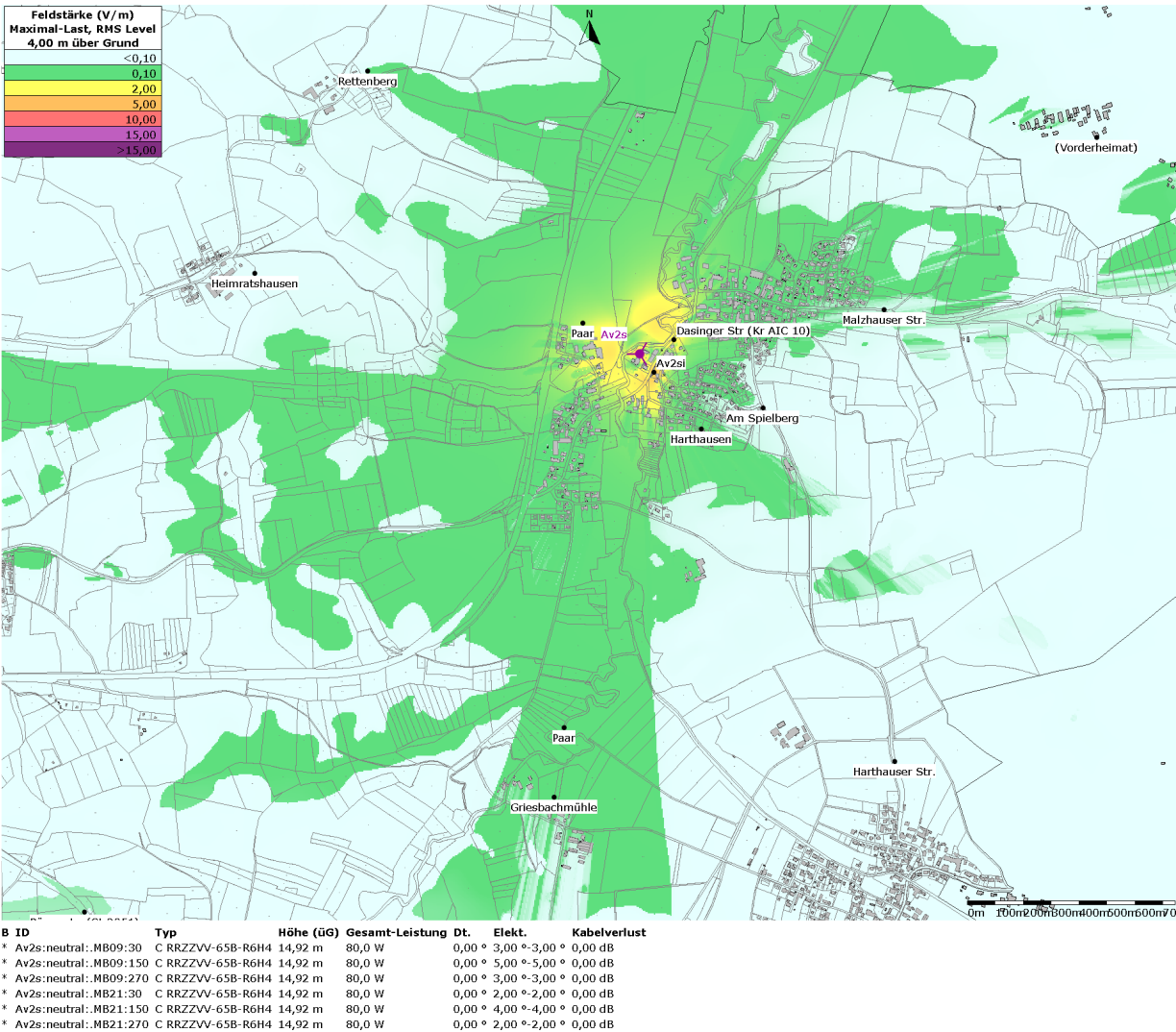


Abbildung 2: Immissionsprognose zu Variante Av2s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt Av2si: 5,2 V/m

Ermittlung der Lage der Immissionspunkte: vgl. f)) auf Seite 33.

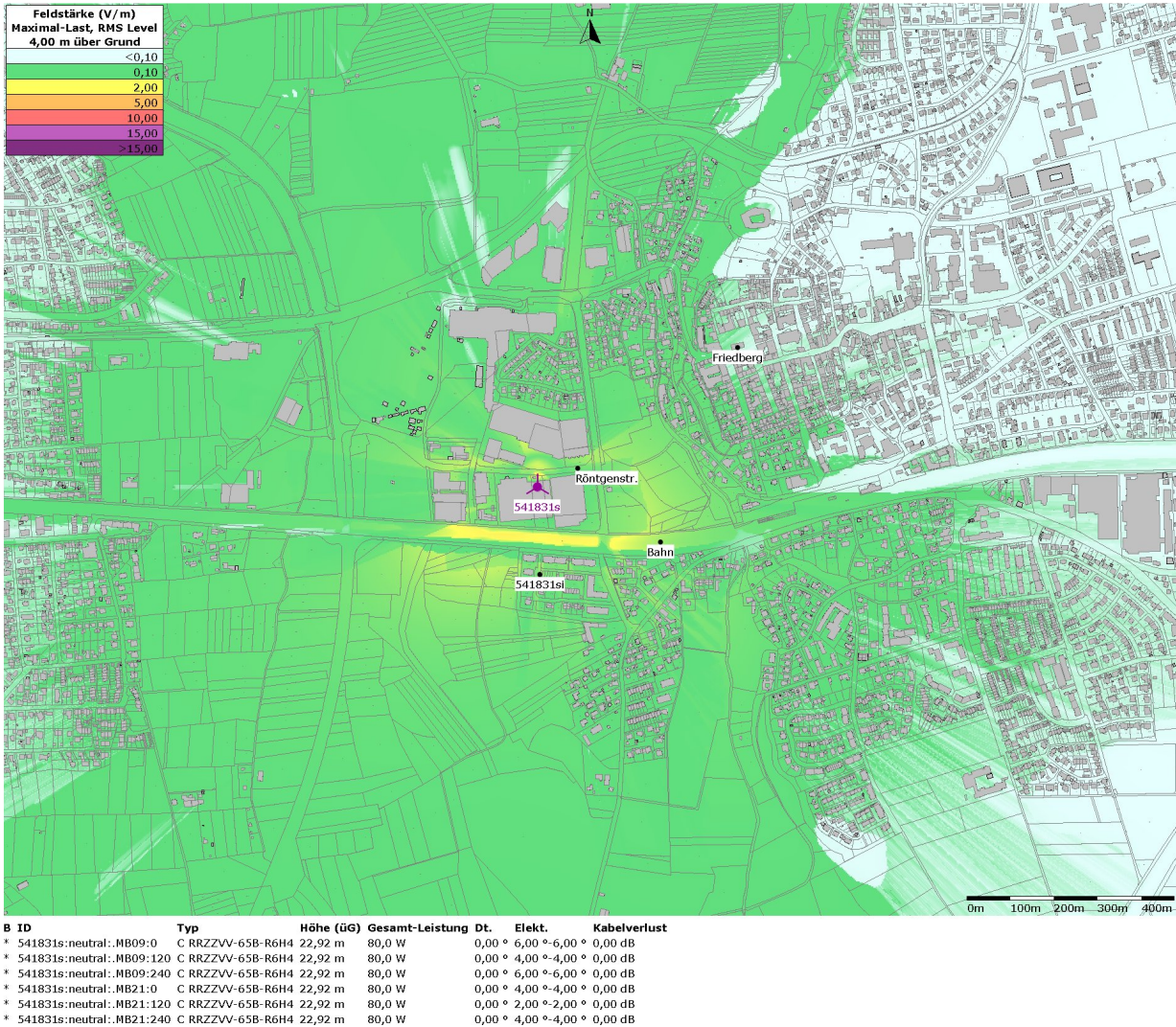


Abbildung 3: Immissionsprognose zu Variante 541831s (bestehender Mobilfunkstandort mit der Nummer der Standortbescheinigung der Bundesnetzagentur 541831) in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt 541831si: 1,2 V/m

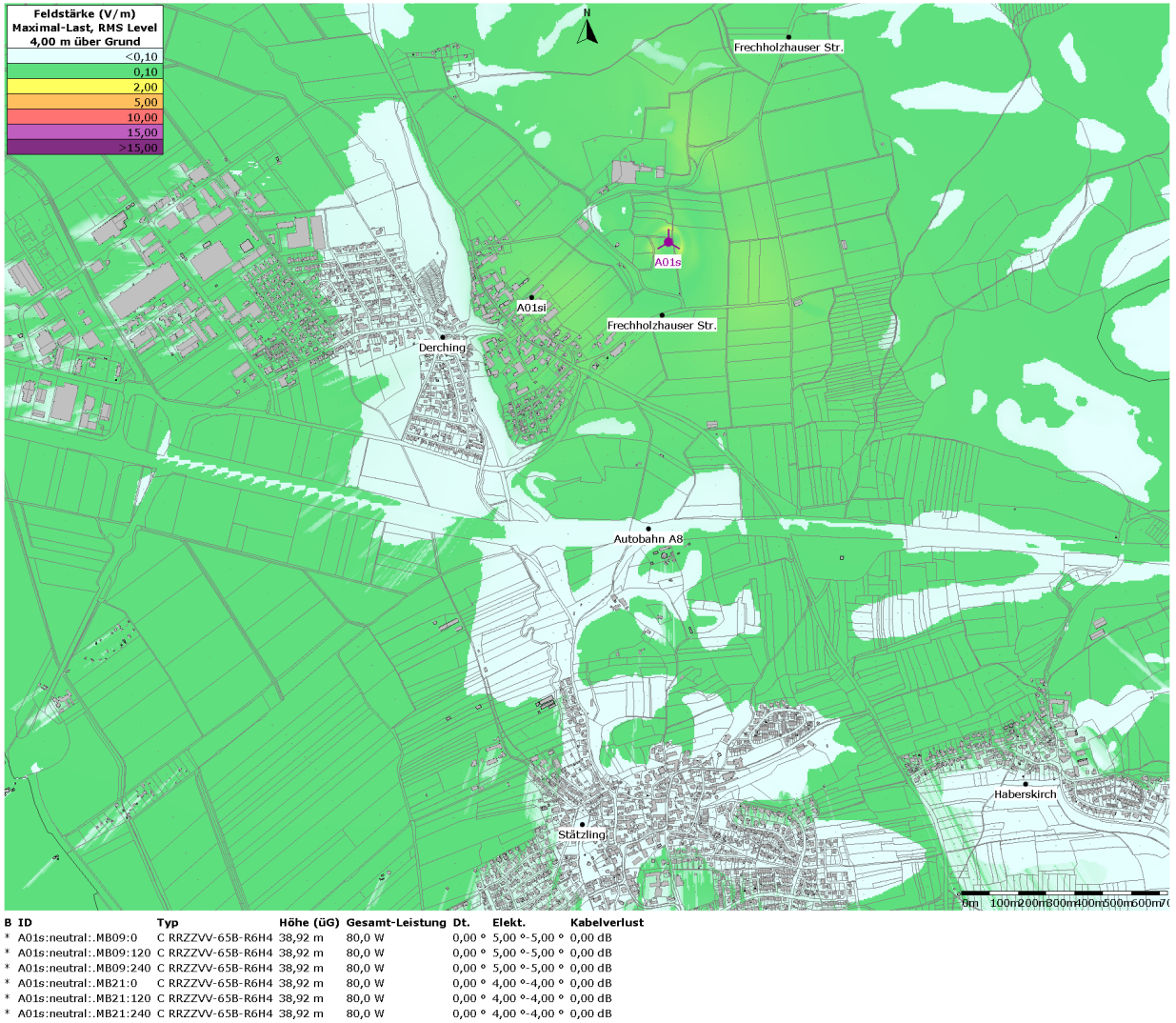


Abbildung 4: Immissionsprognose zu Variante A01s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A01si: 0,9 V/m

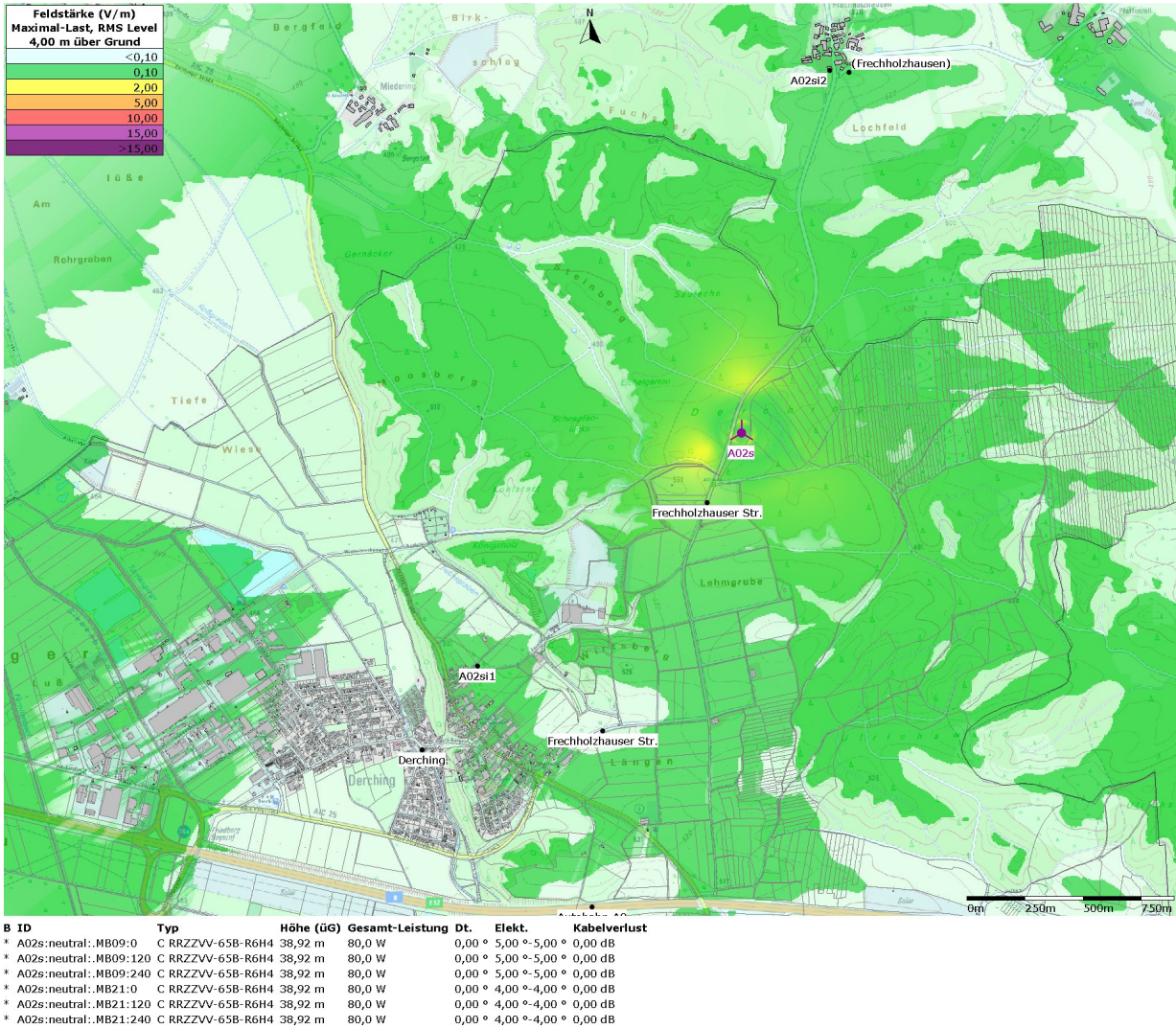


Abbildung 5: Immissionsprognose zu Variante A02s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt
A02si1: 0,3 V/m
A02si2: 0,2 V/m

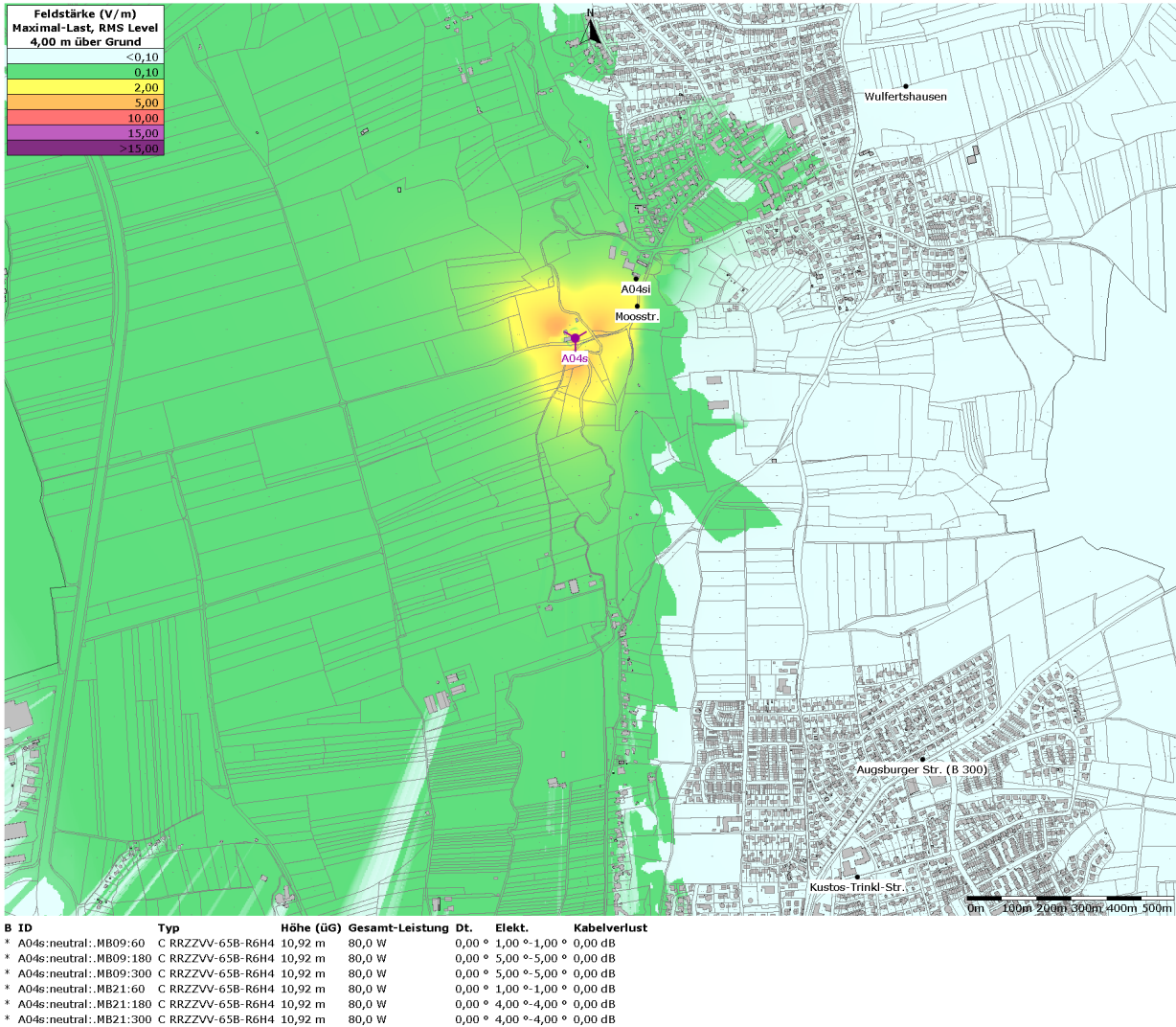


Abbildung 6: Immissionsprognose zu Variante A04s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A04si: 1,5 V/m

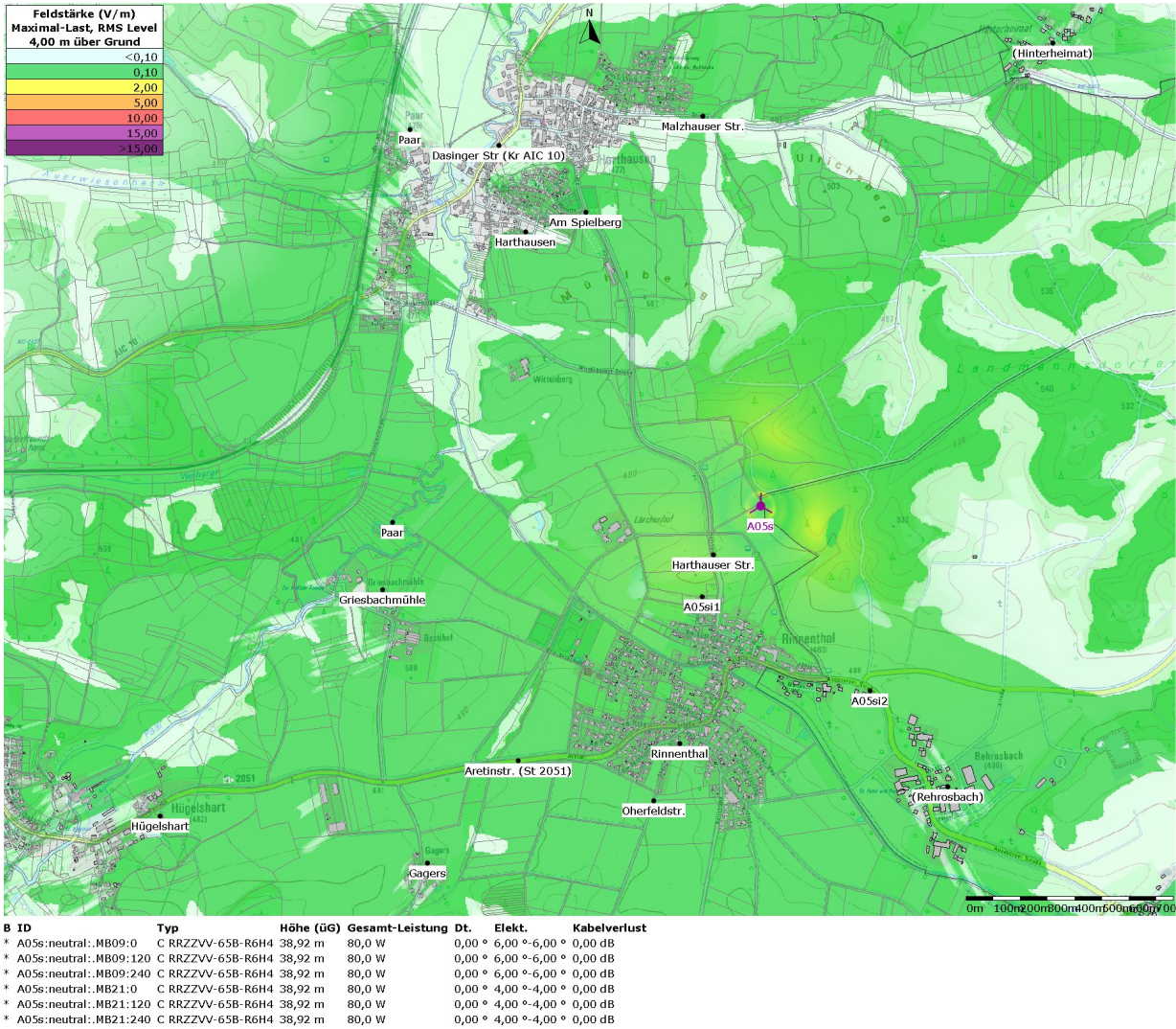


Abbildung 7: Immissionsprognose zu Variante A05s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt
A05si1: 0,8 V/m
A05si2: 0,5 V/m

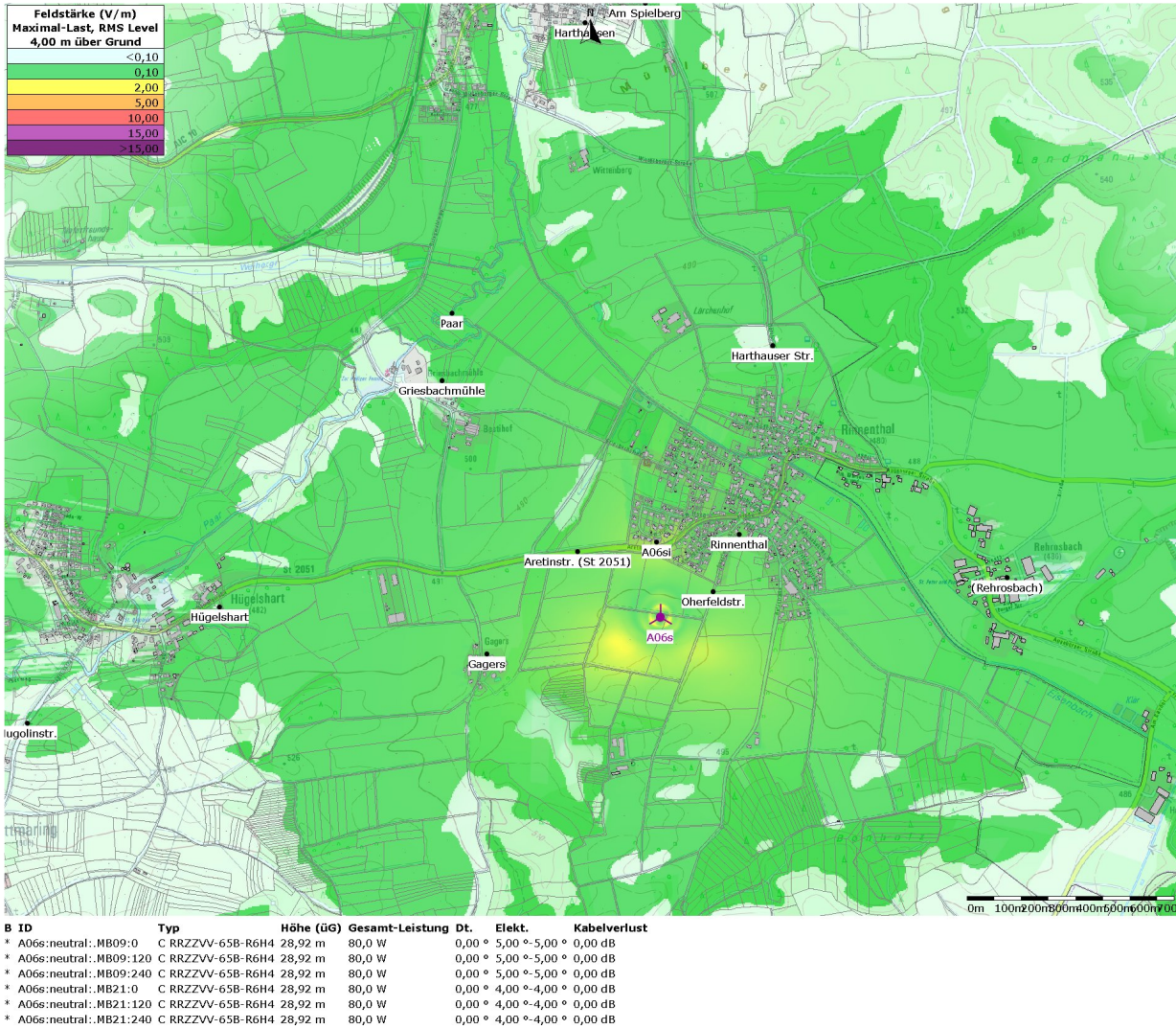


Abbildung 8: Immissionsprognose zu Variante A06s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A06si: 1,4 V/m

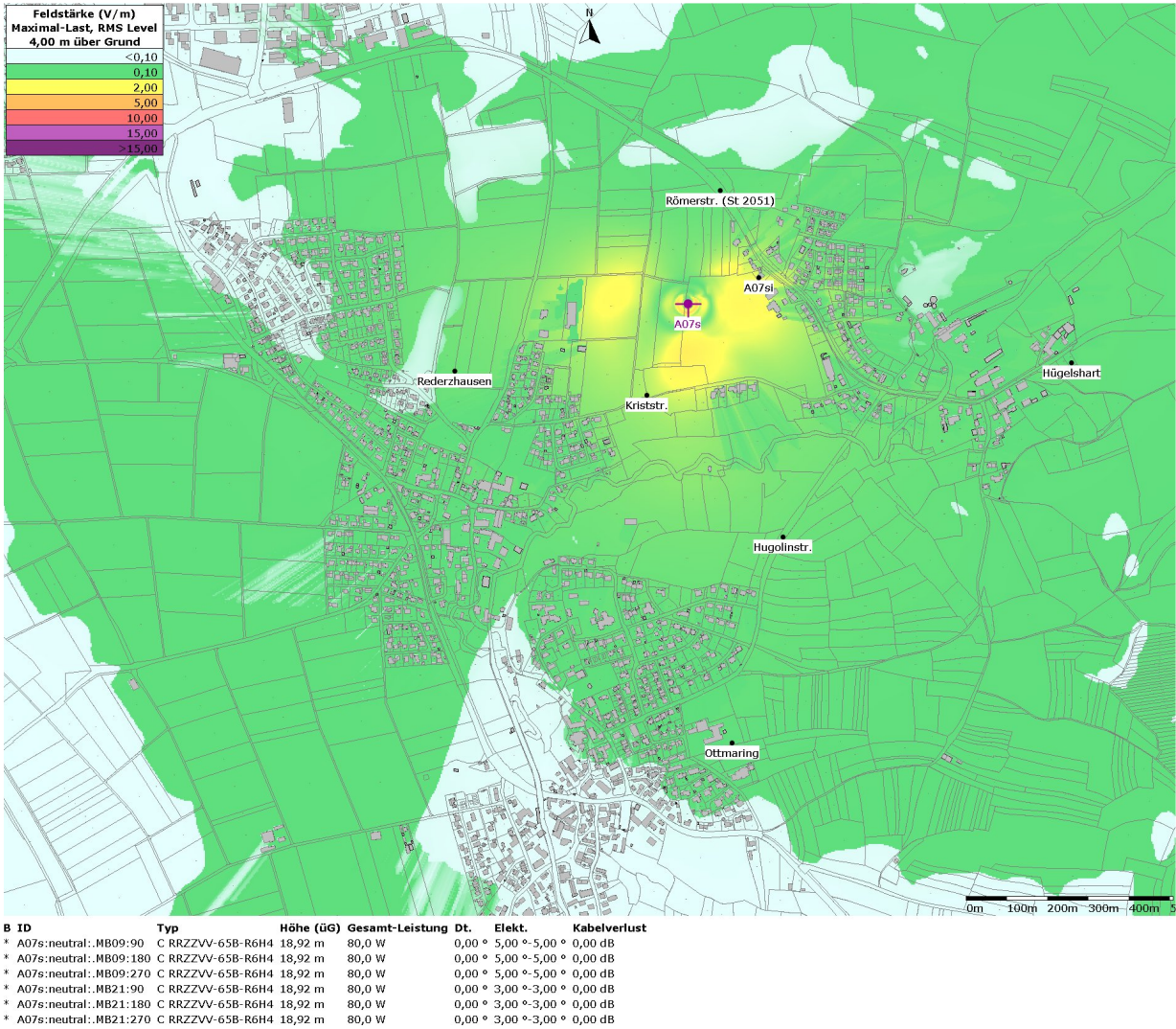


Abbildung 9: Immissionsprognose zu Variante A07s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A07si: 1,9 V/m

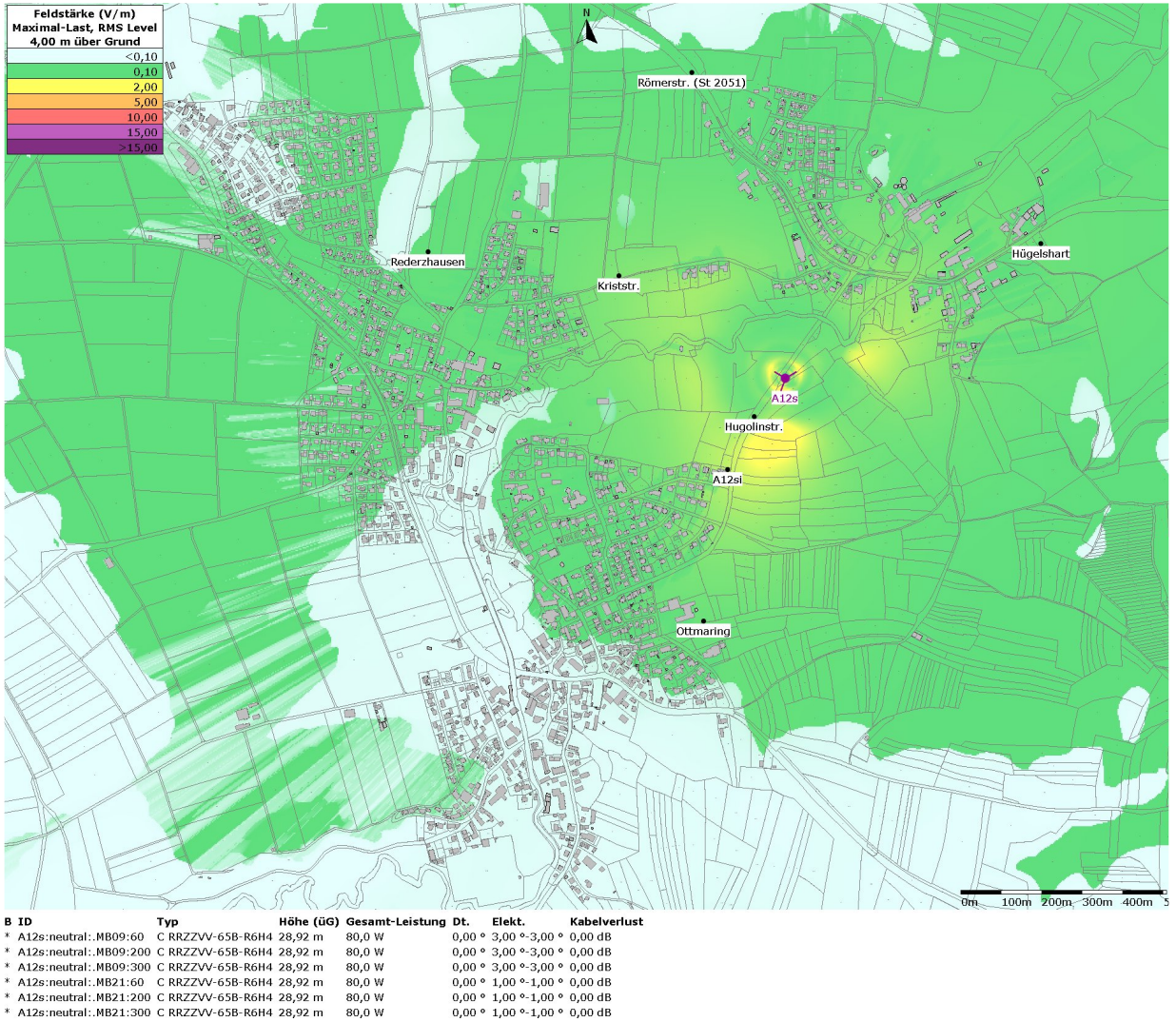


Abbildung 10: Immissionsprognose zu Variante A12s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A12si: 1,6 V/m

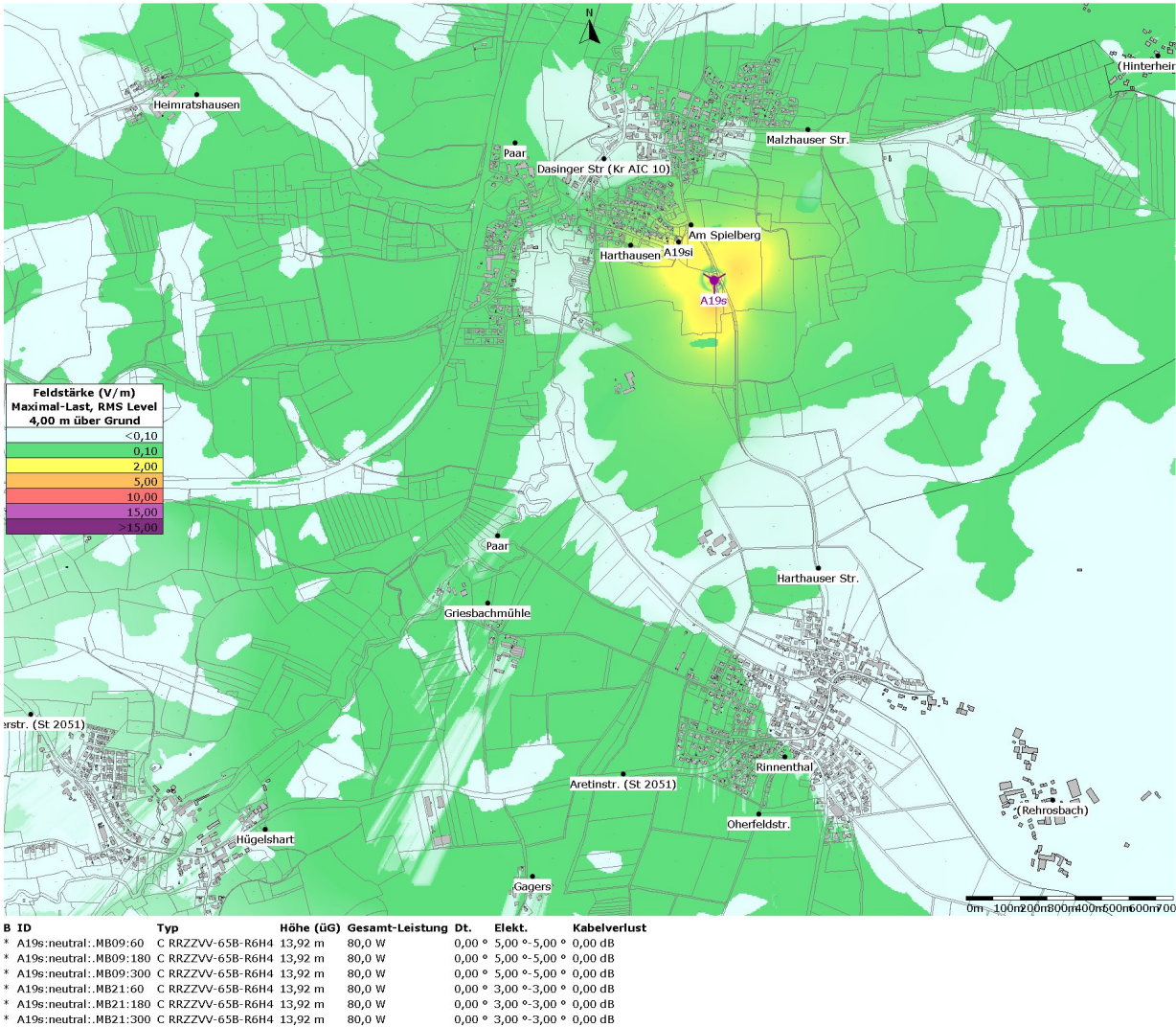


Abbildung 11: Immissionsprognose zu Variante A19s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A19si: 2,0 V/m

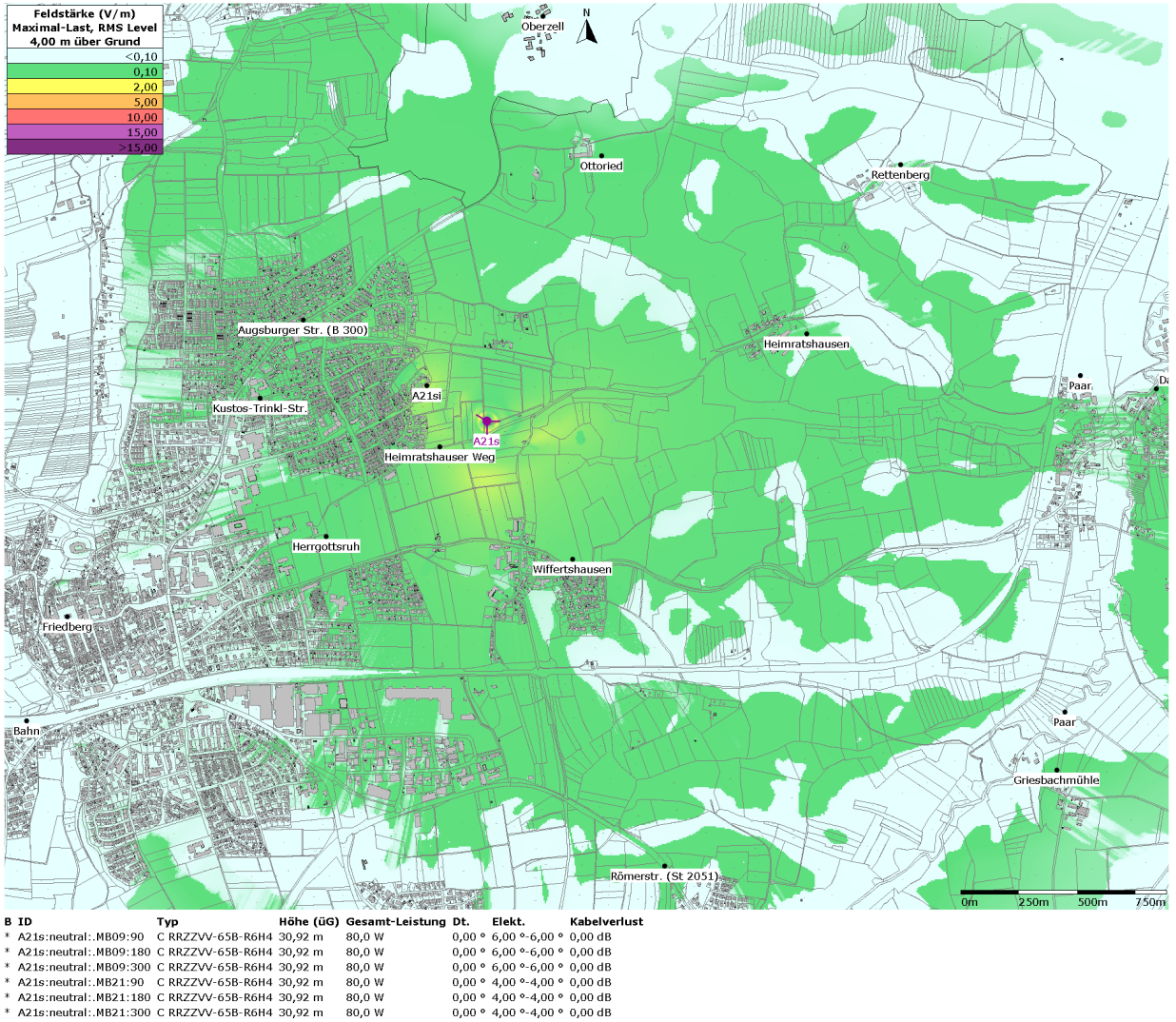


Abbildung 12: Immissionsprognose zu Variante A21s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A21si: 1,4 V/m

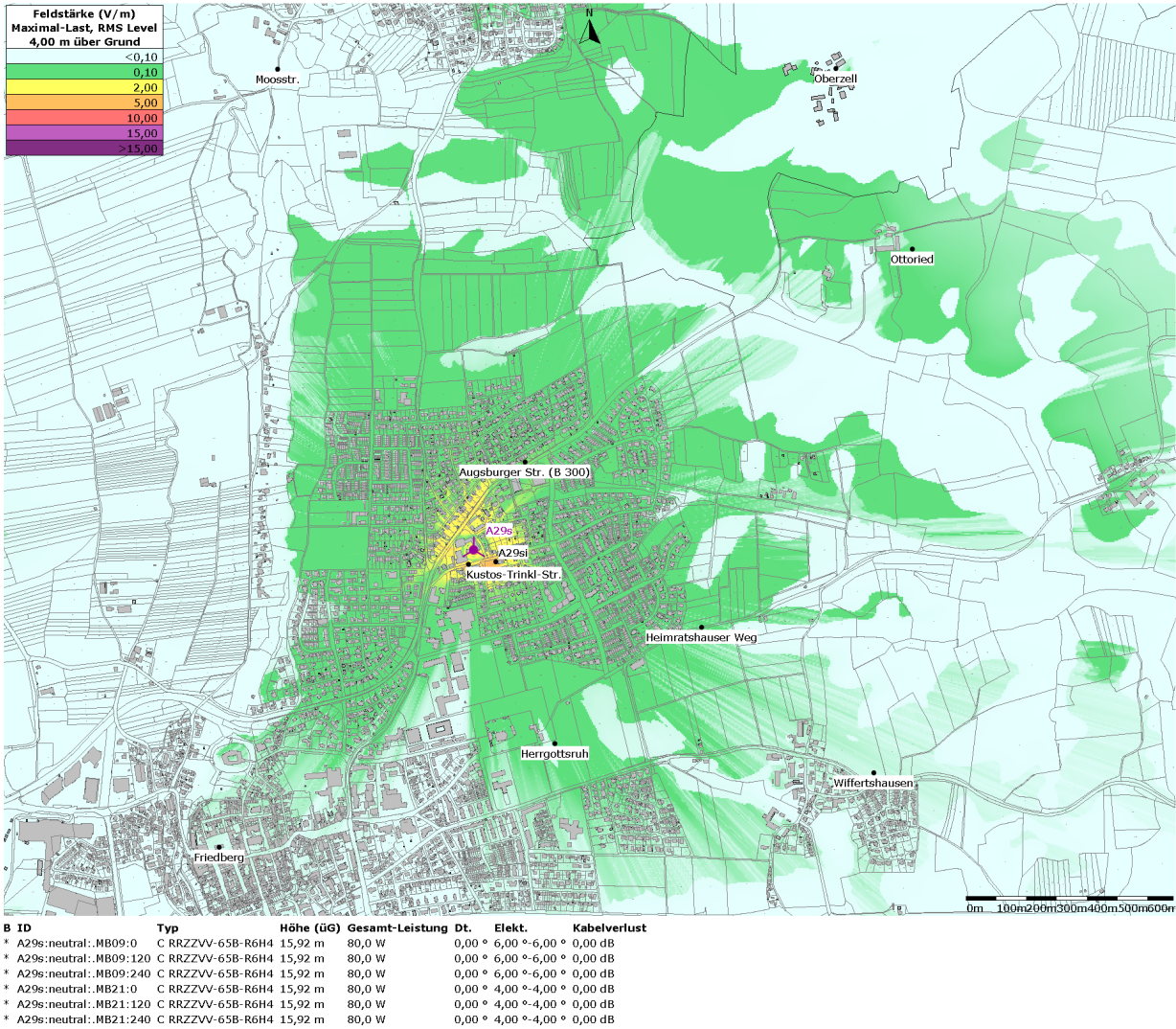


Abbildung 13: Immissionsprognose zu Variante A29s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A29si: 4,9 V/m

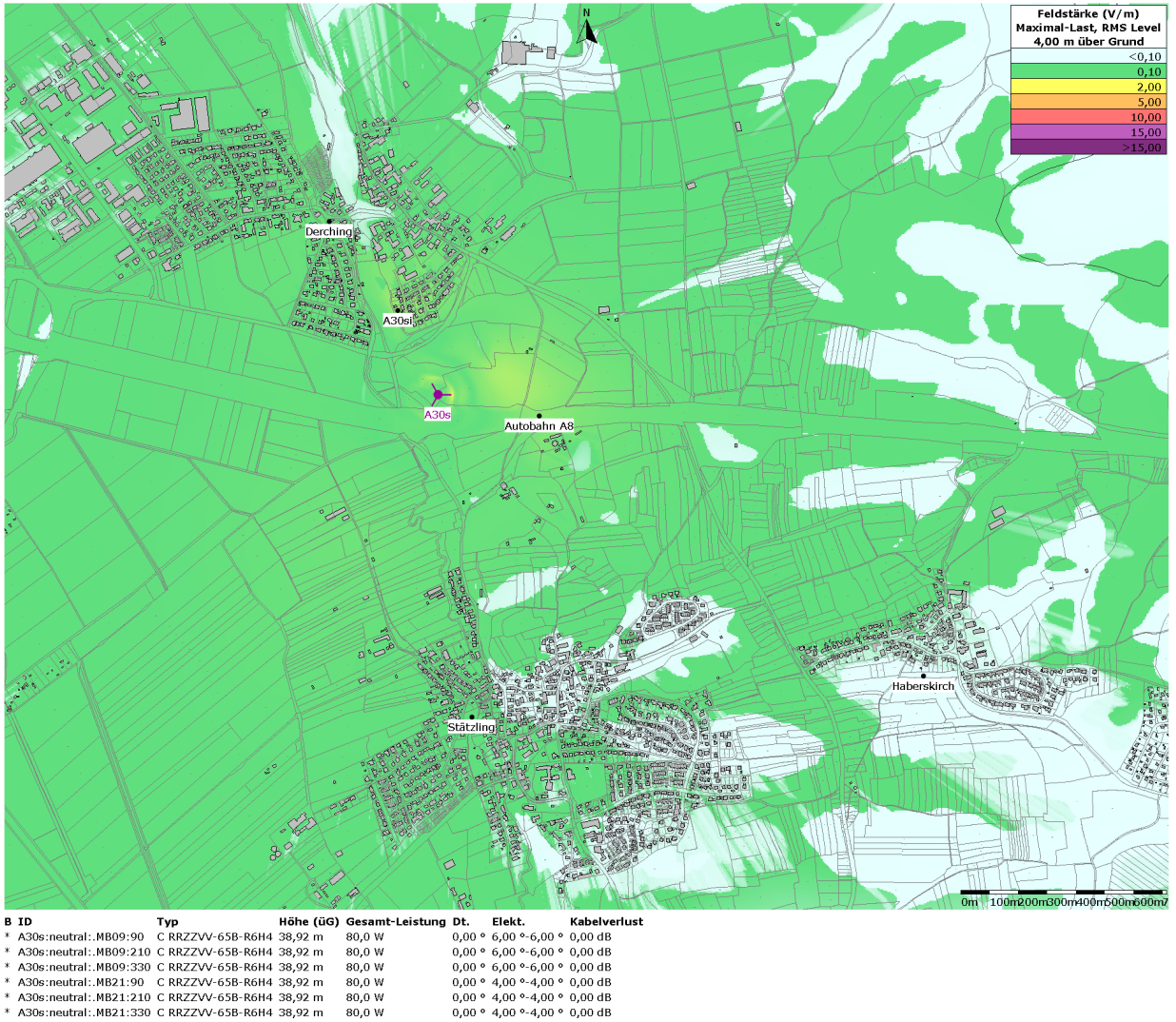


Abbildung 14: Immissionsprognose zu Variante A30s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A30si: 1,3 V/m

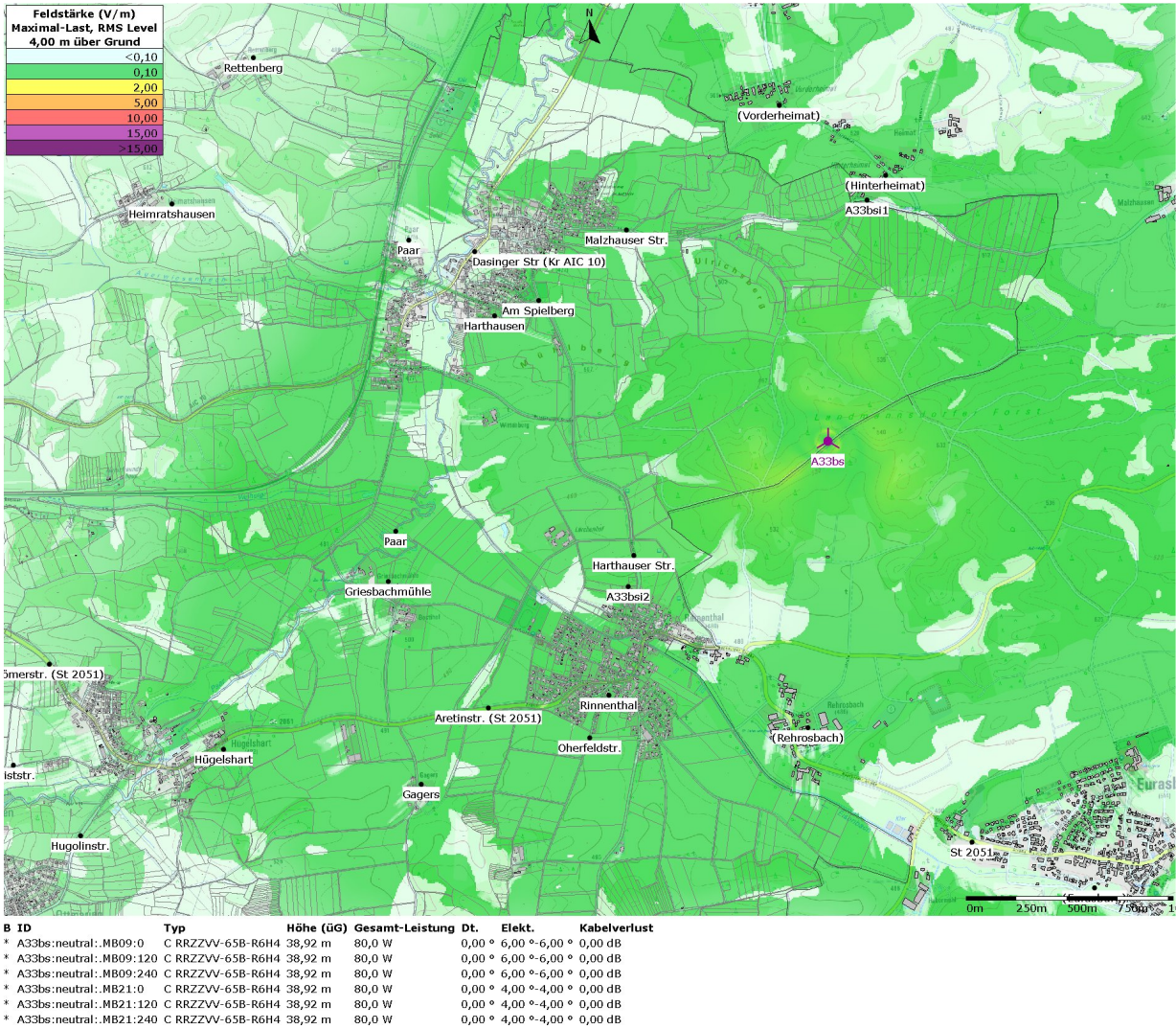


Abbildung 15: Immissionsprognose zu Variante A33bs in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt
A33bsi1: 0,4 V/m
A33bsi2: 0,4 V/m

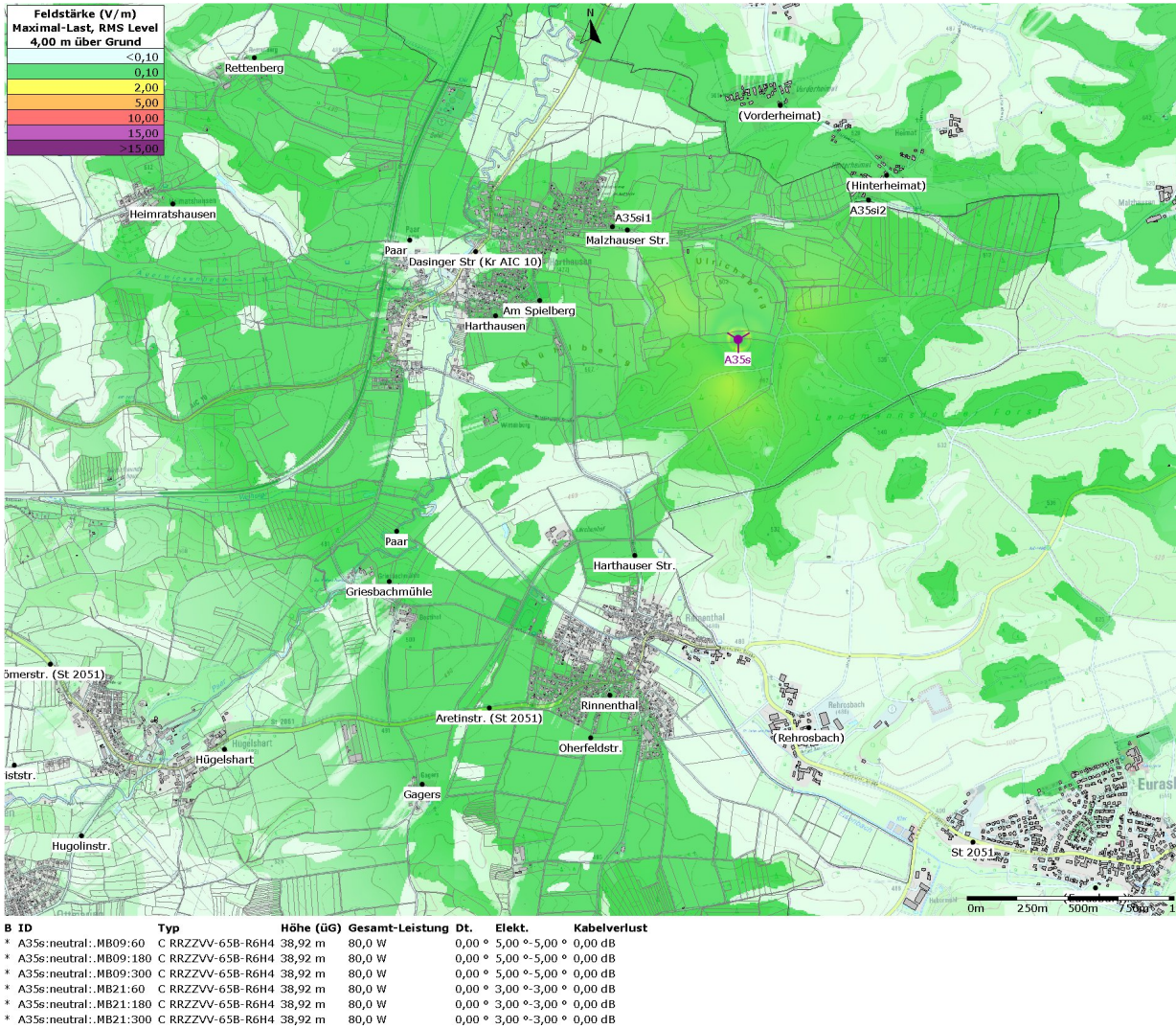


Abbildung 16: Immissionsprognose zu Variante A35s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt
A35si1: 0,5 V/m
A35si2: 0,4 V/m

5.2 Immissionsprognosen zu betreiberseitig mitgeteilten Konfigurationen

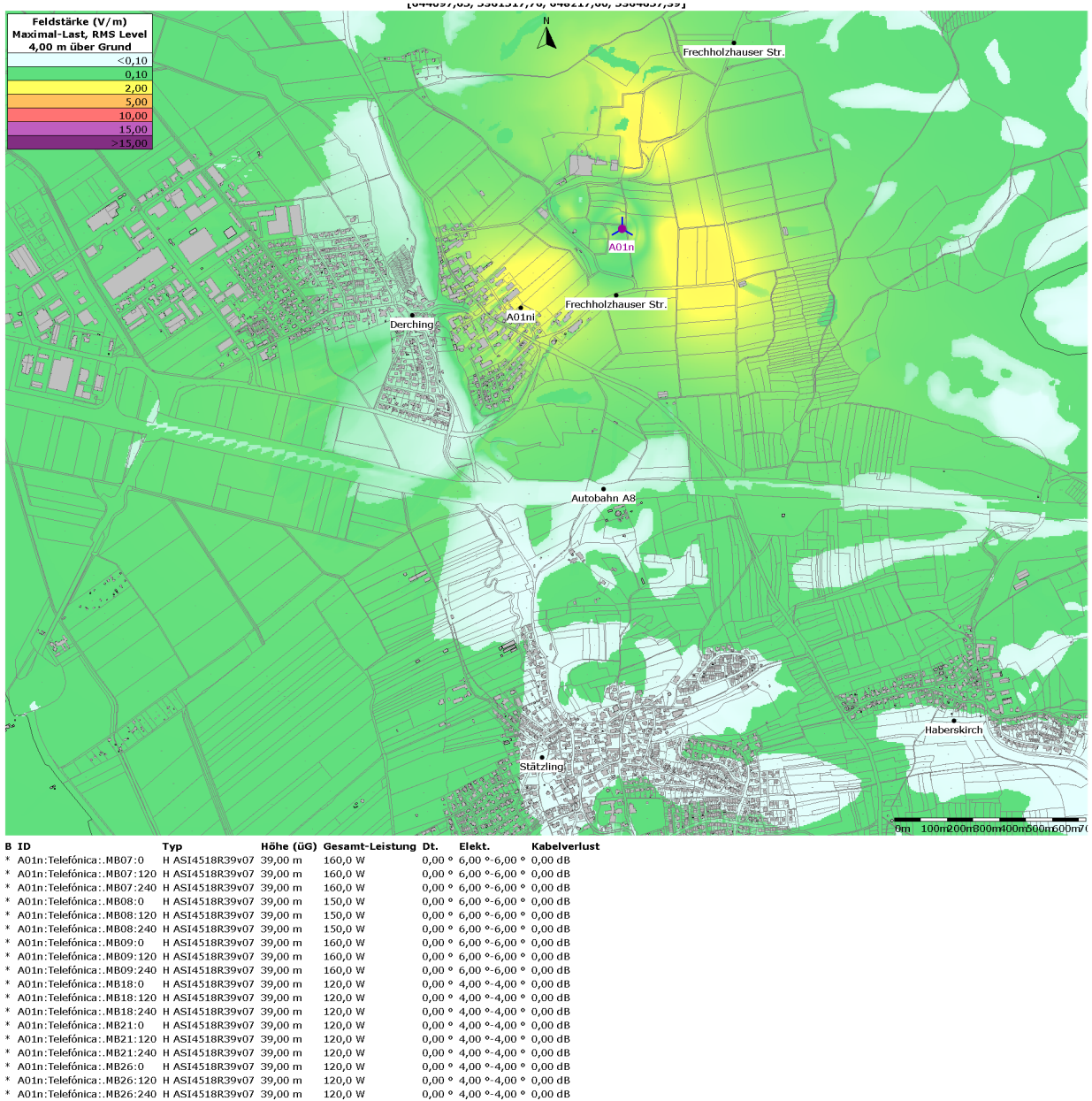


Abbildung 17: Immissionsprognose zu Variante A01ni in der netzbetreiberseitig geplanten zur Beantragung bei der Bundesnetzagentur vorgesehenen Konfiguration.

Prognosewert am Immissionspunkt A01ni: 2,0 V/m

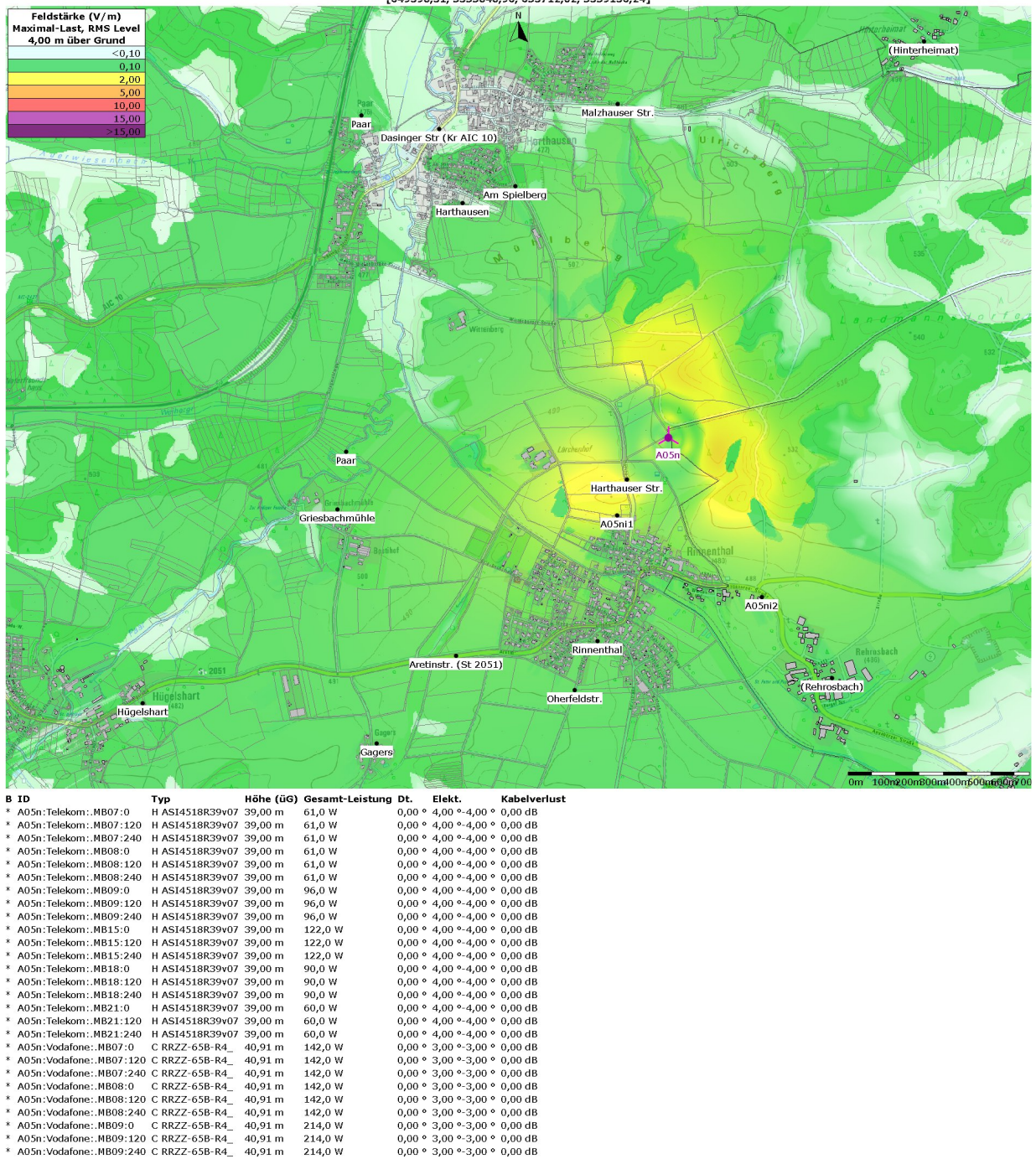


Abbildung 18: Immissionsprognose zu Variante A05ni in der netzbetreiberseitig geplanten Entwurfskonfiguration.

Prognosewert am Immissionspunkt
A05ni1: 1,8 V/m
A05ni2: 1,0 V/m

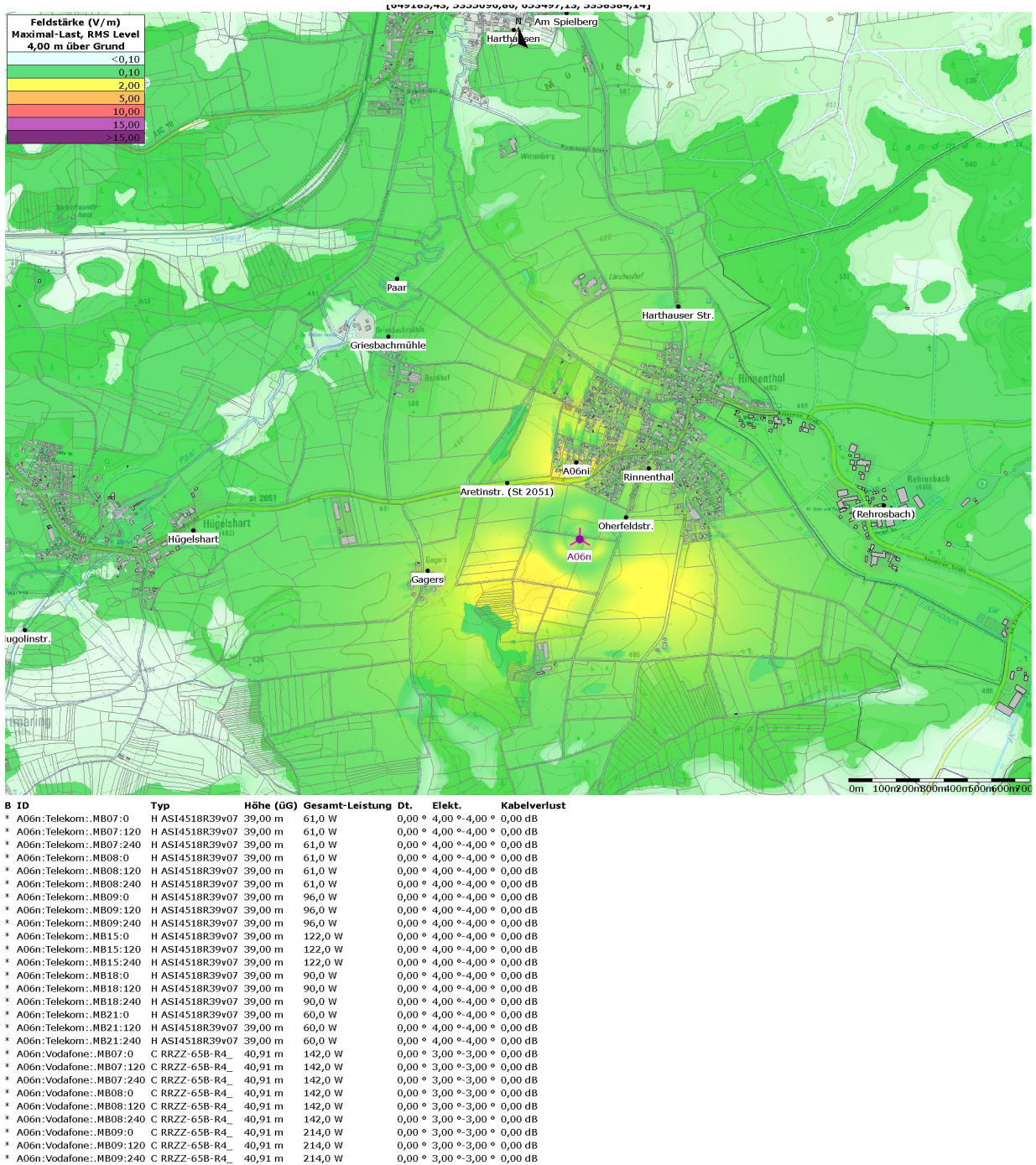


Abbildung 19: Immissionsprognose zu Variante A06ni in der netzbetreiberseitig geplanten Entwurfskonfiguration.

Prognosewert am Immissionspunkt A06ni: 2,2 V/m

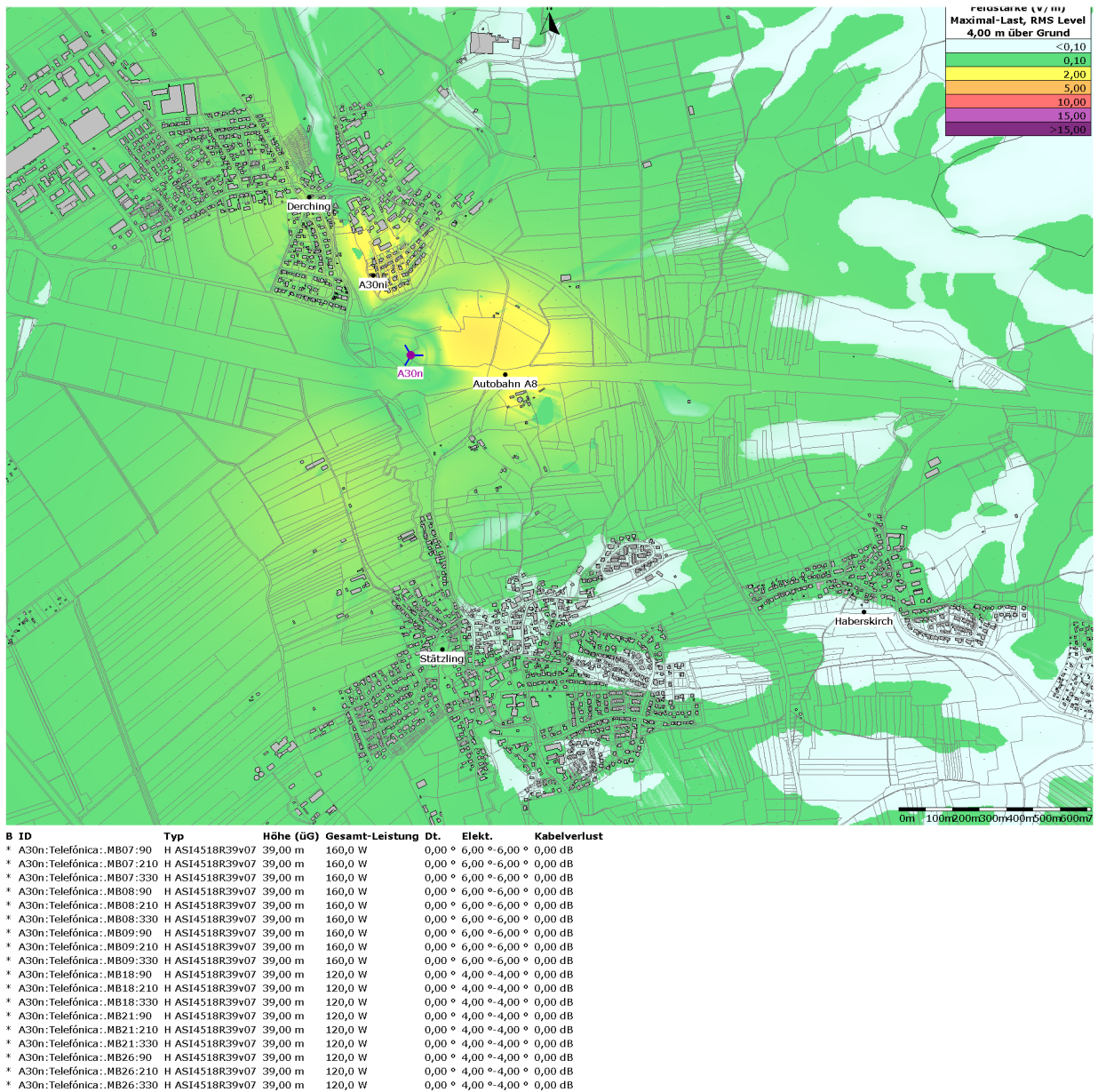


Abbildung 20: Immissionsprognose zu Variante A30ni in der netzbetreiberseitig geplanten zur Beantragung bei der Bundesnetzagentur vorgesehenen Konfiguration.

Prognosewert am Immissionspunkt A30ni: 2,8 V/m

6. Schlussbemerkung / weitere Angaben

Die Untersuchung liefert keine Hinweise, dass der in Deutschland gültige Grenzwert überschritten wird bzw. werden könnte. Konkrete Aussagen zur Einhaltung des Grenzwerts sind mit dieser Untersuchung jedoch nicht verbunden sondern können den jeweiligen Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur entnommen werden. Im Zweifelsfalle können ergänzende Informationen bei in Betrieb befindlichen Anlagen durch Messungen erlangt werden.

Die hier dargestellten Berechnungen und Bewertungen entsprechen in ihrer Auslegung und Platzierung den dokumentierten Annahmen. Im Fortgang der Planungen bzw. Verhandlungen kann es erforderlich werden, weitere Standortalternativen und geänderte funktechnische Parameter zu prüfen.

Ein Immissionsgutachten wie das vorliegende liefert in aller Regel keine ausreichende Grundlage für eine Bauleitplanung; hierfür müsste ein Standortgutachten beauftragt werden, welches weitere dafür erforderliche Fragestellungen behandelt bzw. vertieft.

München, 28. September 2023

Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
Ingenieurbüro
funktechanalyse.de

7. Anhang

7.1 Vorgehensweise

- a) Im Rahmen einer Vorrecherche werden bestehende Mobil- bzw. Behördenfunkanlagen im zu untersuchenden Bereich sowie dessen funktechnisch relevanter weiterer Umgebung ermittelt⁴. Zusätzlich wird die von den Mobilfunk-Netzbetreibern auf deren jeweiliger Webseite von Online-Karten ablesbare Prognoseberechnung zur aktuellen Netzabdeckung für jeden der dort wählbaren Funkstandards recherchiert. Je nach Bedarf erfolgen Vor-Ort-Aufnahmen. Zur Benennung der in die Untersuchung aufgenommenen Standorte vgl. 1.3 auf Seite 3.
- b) Sofern nicht anders angegeben, bezieht sich die Untersuchung auf Hochfrequenzanlagen mit einer äquivalenten isotropen Strahlungsleistung (EIRP) von 10 Watt oder mehr gem. § 2 der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung.
- c) Mit dem Berechnungsprogramm NIRView 11.2 wird die Feldstärkeverteilung um die angegebenen Standortvarianten auf Basis der funktechnischen Parameter der in der jeweiligen Grafik farbig dargestellten Anlage(n), des Antennendiagramms, digitalem Kartenmaterial und dem digitalen Geländemodell⁵ mittels Freifeldberechnung⁶ errechnet und grafisch dargestellt. Die farblich abgestufte Darstellung repräsentiert die Feldstärke unter Berücksichtigung der Geländetopographie. Wird ein Radioteil kombiniert auf mehreren Frequenzbereichen eingesetzt, wird für die Berechnung das niedrigste Frequenzband herangezogen.

Verfeinerung des Berechnungsmodells für Bereiche ohne Sichtverbindung: Signalabschwächungen durch Gelände- und Gebäudeabschattungen⁷ und deren teilweise Kompensation durch Beugung/Streuung werden unter Abschätzung von Gebäudehöhe und Dämpfung angedeutet.⁸ Verhindern Bäume oder andere Objekte den Sichtkontakt in Bereichen, in denen aufgrund der Geländetopographie Sichtkontakt zur Antenne bestünde, wird die Feldstärke niedriger sein, als dargestellt⁹. Bei Reflexionen kann die reale Belastung höher sein, als dargestellt. Dies betrifft insbesondere Zonen im Nahbereich von Anlagen, die nicht vom Hauptstrahl erfasst werden bzw. keinen direkten Sichtkontakt haben wie z.B. Bereiche vor angestrahlten Gebäudefronten. Der Umstand einer Unterdachlösung wird in

⁴ Quelle: Mitteilung der auftraggebenden Kommune in Abgleich mit der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur.

⁵ Von der Gemeinde übermitteltes digitales Geländemodell: © Landesamt für Vermessung und Geoinformation (BY) bzw. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (BW). Im Folgenden mit „Landesvermessungsamt“ bezeichnet

⁶ Freifeldberechnung (LOS) der Immission zu der/den untersuchten und in der Fußzeile der Prognosegrafik angegebenen Funkanlagen analog zur Berechnung der systembezogenen Sicherheitsabstände in der Standortbescheinigung durch die Bundesnetzagentur gem. Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV). Bezug: Im Fuß der Prognosegrafik angegebene Hauptstrahlabsenkung bzw. der angegebenen Hüllkurve der Hauptstrahlabsenkungen

⁷ Aus der digitalen Flurkarte sowie weiteren Datenquellen extrahierte Gebäude. Diese sind z.T. unvollständig. In einer Datenquelle fehlende Daten können durch andere Datenquellen ersetzt worden sein. Da es bei der digitalen Flurkarte durchaus vorkommt, dass sich Gebäudeumringe überschneiden und damit nicht extrahiert werden können, werden die Gebäudeumringe z.T. manuell oder durch Einlesen entsprechender Daten aus Openstreetmap erstellt.

⁸ Für die Darstellung der Abschattungen wurde das auf das vom Unterzeichner dieses Berichts mitentwickelte empirische Modell "Gebäudeüberschneidung: schnittlängenabhängige Dämpfung" sowie „Längenabhängige Geländedämpfung“ gewählt

⁹ Sofern bewaldete Flächen im Prognosetool als solche angelegt und für Immissionsprognosen verwendet wurden, sind diese in der jeweiligen Prognosegrafik als olivgrüne Flächen gekennzeichnet. Für diese Flächen werden Abschattungen und deren teilweise Kompensation durch Beugung/Streuung unter grober Abschätzung der Bewuchshöhe und Dämpfung grafisch angedeutet, sofern textlich angegeben.

der Legende der Prognosegrafik erwähnt; die Dämpfung für die Durchdringung der Abdeckung im Sinne einer konservativen Abschätzung bzgl. der Immission wird mit max. 1 dB (Flächenversorgung) / 2 dB (Kapazitätsversorgung) berücksichtigt¹⁰. Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der vollen Anlagenauslastung aller beantragten bzw. zur Beantragung vorgesehenen Kanäle (GSM/TETRA) bzw. Bänder (UMTS/LTE/5G), sofern bei den Prognosegrafiken nicht anders angegeben.

d) Prognostizierter Versorgungspegel:

Die Berechnungen wurden ebenfalls mit NIRView durchgeführt. Berechnungsergebnisse werden je nach Typ des Gutachtens textlich und/oder graphisch dargestellt. Sofern nicht anders angegeben, werden hierfür die vom Unterzeichner des Berichts erstellten betriebsneutralen Konfigurationen herangezogen. Die Versorgungspegelberechnungen unterliegen den gleichen Modellvereinfachungen wie die Immissionsprognose und dienen primär zur vergleichenden Betrachtung der Varianten. Die verwendeten Parameter wurden dahingehend verifiziert, dass Berechnungsergebnisse durch Messung überprüft und bestätigt wurden. Ergänzend werden die von den Netzbetreibern im Internet publizierten Versorgungskarten berücksichtigt und zur Verifikation herangezogen. In durch Wald abgeschatteten Bereichen ist von einer deutlichen Pegelabschwächung auszugehen. Die Sichtlinie zwischen Antenne und Versorgungsgebiet sollte mindestens 5m über den Wipfeln des ausgewachsenen Waldes liegen. Bei Belegung mit mehreren Netzbetreibern bezieht sich dies auf die untersten Antennen. Sofern Abschattungen durch Wald in grober Abschätzung berücksichtigt wurden, wird dies im Bewertungstext bzw. bei den weiteren Angaben angegeben. Bei im Gutachten angegebene Masthöhen handelt es sich in der Regel um Abschätzungen. Im Fortgang der Planungen kann eine Anpassung von Masthöhen erforderlich werden.

Erläuterungen zur Darstellung (sofern abgebildet):

- In bebauten Bereichen wird der Versorgungspegel unter grober Abschätzung der Dämpfungen innerhalb und außerhalb von Gebäuden skalierbar in ein und derselben Grafik angegeben.¹¹ Im Falle der Abbildung gehen die Bildlegenden auf größere, gut versorgte Bereiche ein und weisen exemplarisch weitere Kennpunkte anderer Bereiche hin, wie sie dort und in Grafiken zu anderen Varianten aus der Farbgebung der Berechnungen des Prognosetools erkennbar sind.
 - Prognosekarten zum Versorgungspegel (auch Indoor) sind aufgrund der Modellvereinfachungen der Immissionsprognose nicht zur Entnahme gebäudescharfer Aussagen vorgesehen sondern gebietsorientiert bezogen. Lässt sich der Versorgungspegel aufgrund des Kartenmaßstabes gebäudescharf entnehmen, gelten die Farbmarkierungen als orientierende Darstellung im Rahmen einer vergleichenden Abschätzung mit anderen Gebieten innerhalb des Kartenausschnitts.
 - Wie bei netzbetreiberseitig publizierten Versorgungskarten gilt: Der reale Versorgungspegel kann gegenüber der Darstellung abweichen.
 - Auch im Übergangsbereich zwischen den Qualitätsstufen können sich Abweichungen ergeben.
- e) Immissionsprognosen sowie Prognosen zur räumlichen Verteilung des Versorgungspegels dienen aufgrund der Modellvereinfachungen sowie Vereinfachungen bei weiteren Annahmen ausschließlich der Abschätzung bzw. dem abschätzenden Vergleich verschiedener Varianten im Planungsstadium. Erscheint solch eine Abschätzung als Bestandteil einer Begründung zu einer Entscheidung als nicht ausreichend, sollten zur Absicherung reale

¹⁰ Werte für Tondachziegel (reduziert). Quelle für Dämpfungswerte von Baumaterialien: Schirmung elektromagnetischer Wellen im persönlichen Umfeld, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Januar 2008

¹¹ Einzelne Punkte mit schlechterem Versorgungspegel bedeuten in bebauten Bereichen, dass die schlechtere Pegelstufe innerhalb von Gebäuden zu erwarten ist, die bessere außerhalb. Fließen rote Punkte zusammen, sind flächige Versorgungslücken wahrscheinlich.

Tests (Probetrieb provisorischer Aufbauten mit Messungen) eingesetzt werden. Für in Betrieb befindliche Anlagen sollten Messungen bevorzugt werden.

Immissionsprognosen sind bei bestehenden Standorten auch geeignet, in der betrachteten Prognoseebene abseits von Messpunkten Abschätzungen zur prognostizierten räumlichen Verteilung der Immission zu liefern.

- f) Für jede Variante wurde im Bereich der umliegenden Bebauung mit wohn- oder wohnähnlicher Nutzung¹² der in der Prognoseebene der Grafik ungünstigste Feldstärke-Immissionspunkt gewählt, für den der Prognosewert in der Bildunterschrift der Grafik angegeben wird. Die Lage der Immissionspunkte ist in den Grafiken der Immissionsprognosen dargestellt. Das Berechnungsergebnis zum Immissionspunkt bezieht sich auf eine Höhe über Grund von 4 m (1. OG), sofern nicht anders angegeben.
Je nach Fragestellung können ergänzende Immissionspunkte angegeben werden.
Ergänzende Immissionspunkte in größerer Höhe als 4 m über Grund beziehen sich in der Regel auf ausgewählte höhere Nachbargebäude und stellen, sofern nicht anders angegeben, nicht das Ergebnis einer detaillierten Maximumfindung dar.
- g) Die Angabe des Grenzwertanteils (Ausschöpfung des Grenzwerts in Prozent) bezieht sich auf den in Deutschland gültigen Grenzwert nach 26. Bundesimmissionsschutzverordnung in einer Abschätzung auf die Mitte des jeweils für alle Betreiber vergebenen Frequenzbereichs - bei gepaarten Frequenzen im Downlink-Bereich - auf den durch die in der Fußzeile der Prognosegrafik angegebenen Funkdienste verursachten Signalanteil. Vgl. auch 7.2 auf Seite 37. Wird ein Radioteil kombiniert auf mehreren Frequenzbereichen eingesetzt, wird für die Berechnung der niedrigste Frequenzbereich herangezogen.
Da beim Vergleich mit dem Grenzwert in der Regel auch weitere Signalanteile berücksichtigt werden müssen (weitere Signale anderer Funkanlagen und anderer Funkdienste) sowie z.B. Einstellungen von Funksystemen, können konkrete Aussagen zur Einhaltung des Grenzwerts mit dieser Untersuchung nicht gegeben werden. Diese können z.B. den jeweiligen Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur entnommen werden.
- h) Der in Deutschland gültige Grenzwert ist frequenzabhängig. Werden zugleich mehrere Frequenzbänder eingesetzt, unterscheiden sich die Immissionsanteile der verschiedenen Frequenzbereiche häufig, was an den Immissionspunkten zu unterschiedlichen Verhältnissen zwischen Feldstärke und Ausschöpfung des Grenzwerts führt. Dies kann z.B. dadurch hervorgerufen werden, dass die räumliche Verteilung der abgestrahlten Intensitäten bei den Antennen i.d.R. frequenzabhängig ist (schmalere Hauptstrahl bei höheren Frequenzen). Zahlreiche weitere frequenzabhängige Effekte wie z.B. Beugung und Streuung sowie unterschiedliche Überlagerungen von Nebenstrahlen führen je nach Ort zu unterschiedlichen Frequenzanteilen an der Gesamtmission.
- i) Die Ausgangswerte (funktechnische Parameter) für die Prognoseberechnungen finden sich in den in den Grafiken integrierten Fußzeilen bzw. bei einer Immissionskarte in der Dokumentation. Die Berechnungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dort angegebenen und mit * versehenen Funksysteme. Im und außerhalb des Bildausschnittes können sich weitere Mobilfunkstandorte befinden, welche in den Prognoseberechnungen nur dann berücksichtigt sind, wenn die betreffenden funktechnischen Parameter in den Fußzeilen angegeben und mit * versehen sind. Bei in Betrieb befindlichen und nicht mit Index „s“ oder „v“ indexierten Standorten (B) wurden die von der Bundesnetzagentur genehmigten funktechnischen Parameter herangezogen, auch wenn einzelne Funkdienste

¹² Benachbarte Gebäude mit Hausnummern

- Angaben der auftraggebenden Kommune oder online:
- Bayern: dunkelgrau eingefärbte Gebäude mit Hausnummern in der Parzellarkarte (Bayern Atlas)
- restl. Deutschland: Gebäude mit Hausnummern in rosa bzw. rot gekennzeichneten Gebieten z.B. im Geoportal Baden-Württemberg oder WebAtlasDE.

(noch) nicht aufgebaut bzw. in Betrieb sind. Bei variablen Daten (Hauptstrahlneigung, Verteilung der beantragten Sendeleistung auf eine dynamische Anzahl von Kanälen/Frequenzbändern) werden Annahmen getroffen. Sofern bei Standortvarianten der Index „_stob“ angefügt ist, wurden die dafür zugrunde liegenden Daten incl. der aus allen genehmigten Hauptstrahlabsenkungen synthetisierten Hüllkurve des Strahlungsdiagramms der Antenne herangezogen, beim Index „n“ die nach Mitteilung des Netzbetreibers eingestellte bzw. zur Einstellung vorgesehene Hauptstrahlabsenkung.

j) Antennen mit Beamforming:

Für den Bereich MB35 (Frequenzband um 3.500 MHz) werden beim Mobilfunk in der Regel Antennen mit Beamforming eingesetzt. Hierbei werden große Teile der Sendeleistung mit einer automatischen Regelung gezielt in Richtung der jeweils aktuell anfragenden Endgeräte geschickt. Zonen mit geringer Nutzung dieses Frequenzbereichs werden dabei weniger stark angestrahlt.

Bei Beamforming erfolgt die Prognoseberechnung mit einer synthetisierten Hüllkurve.

Mit einem Scheinwerfer verglichen: Der Lichtstrahl wird in der vollen Sendeleistung in alle technisch möglichen Richtungen geschwenkt und die im jeweiligen Bildbereich maximale Helligkeit wird dabei aufgezeichnet. Die real zu unterschiedlichen Zeiten auftretenden hellen Zonen werden in einem Bild zusammengefasst dargestellt.

Dies bedeutet, dass in der der Prognosegrafik bei Verwendung von MB35 flächig wesentlich höhere Feldstärken dargestellt werden, als real zeitgleich in die Gesamtfläche gesendet werden können. Tatsächlich sind die berechneten Feldstärken nur in unterschiedlichen Teilbereichen der Grafik möglich, welche räumlich in intensiv genutzten Bereichen liegen, dh abhängig von der Netznutzung mal da, mal dort.

k) Zentraler Ansatz der Untersuchung in Anlehnung an die Empfehlungen der Strahlenschutzkommission ist die Minimierung der im Außenbereich der Wohnbebauung und wohnähnlich genutzten Gebäude auftretenden Feldstärke. Zur Sicherstellung der Versorgungsqualität findet das in Bestätigung eines vom Unterzeichner dieses Berichts erstellten Gutachtens ergangene Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 Beachtung (Az. BVerwG 4 C 1.11).

In das angewandte Verfahren der Immissionsminimierung flossen die Ergebnisse aktueller Studien, welche sich mit Immissionsminimierung befassen, ein¹³. Danach sind folgende Einflussfaktoren wesentlich:

- Abstand
- Höhenunterschied zwischen Antenne und Immissionspunkt
- Antennencharakteristik, Hauptstrahlneigung
- Sendeleistung
- Horizontale Ausrichtung der Antennen
- Sichtbarkeit zur Sendeanlage

l) Die Bundesnetzagentur führt die zum Angebot von Telekommunikationsdiensten gewidmeten Frequenzbereiche aufgrund der unterschiedlichen physikalisch-technischen Ausbrei-

¹³ Beispielhaft seien genannt:

1) „Möglichkeiten und Grenzen der Minimierung von Mobilfunkimmissionen: Auf Messdaten und Simulationen basierende Optionen und Beispiele“, EM-Institut Regensburg im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, Dezember 2004

2) „Minimierung elektromagnetischer Felder des Mobilfunks, UMTS, DECT, Powerline und Induktionsfunktanlagen, IABG Ottobrunn im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums, Ottobrunn 2004

3) „Elektromagnetische Felder in NRW, Untersuchung der Immission durch Mobilfunk-Basisstationen, Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik GmbH im Auftrag des Ministeriums für Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Kamp-Lintfort, 2002

tungs- und Dämpfungseigenschaften der elektromagnetischen Wellen in den Kategorien „Flächenversorgung“ und „Kapazitätsversorgung“¹⁴.

- m) Die funktechnischen Parameter der Varianten in betreiberneutraler spezifischer Konfiguration werden anhand typischer, installierter Werte und angenommenen variablen Daten (z.B. Hauptstrahlneigung) vergleichbarer Anlagen abgeschätzt. Da z.B.
- möglich ist, dass ein Betreiber einen, zwei oder mehr Funkstandards aufbaut (aktuell werden GSM (2G), LTE (4G) und 5G genutzt. UMTS (3G) lief/läuft aus)
 - möglich ist, den Standard zugleich in mehreren Frequenzbändern zu nutzen (aktuell können Frequenzen um 700/800/900/1500/1800/2100/2600/3500 MHz genutzt werden)
 - in einem Frequenzband auch am selben Standort mehrere Funkstandards genutzt werden können (z.B. GSM-900 und LTE-900, LTE-1800 und 5G-1800, UMTS-2100, LTE-2100 und 5G-2100)
 - Die Standorte ggf. auch von mehr als einem Betreiber genutzt werden,
- werden die spezifischen Konfigurationen zur Vermeidung von Verzerrungen als Stellvertreter für einen Betreiber mit je einem vom Unterzeichner dieses Berichts konfigurierten Funkdienst der Flächenversorgung und Kapazitätsversorgung bestückt. Dies ermöglicht einen besseren Vergleich der hier untersuchten Varianten untereinander. Die mit der spezifischen Konfiguration bestückten Varianten werden mit dem Index „s“ gekennzeichnet, z.B. As, Bs, Us, Vs und Ws. Möglich ist auch eine Kennzeichnung mit dem Index „v“. In Abhängigkeit der Betrachtung: Eingesetzt als Stellvertreter für die Mobilfunk-Flächenversorgung wurde Mobiles Breitband im Frequenzband 900 MHz (MB09, derzeit genutzt für GSM und LTE), für Behördenfunk TETRA-400 bzw. für die Mobilfunk-Kapazitätsversorgung Mobiles Breitband im Frequenzband 2.100 MHz (MB21, derzeit genutzt für UMTS [auslaufend], LTE und 5G). Dieser technologieneutrale Ansatz führt bei anderen Funkdiensten bei sonst ähnlichen funktechnischen Parametern (z.B. Frequenzbereiche, Strahlungsdiagramme, Sendeleistungen) zu vergleichbaren Prognoseergebnissen.
- n) Die spezifischen Konfigurationen dienen ausschließlich dem Vergleich der in diesem Bericht untersuchten Standortvarianten untereinander. Bei mehreren fiktiven Betreibern und mehreren Funkdiensten sind die prognostizierten Immissionswerte entsprechend anzuheben. Eine Verdoppelung der Sendeleistung bei sonst gleichen funktechnischen Konfigurationen führt bei der Feldstärke und beim Grenzwertanteil zu einer Erhöhung um den Faktor 1,4.
- o) Im Falle der gutachterlichen Begleitung eines dialogischen Verfahrens der Standortfindung: Zu den Varianten, die dem Netzbetreiber im Rahmen einer technischen Vorabstimmung mit funktechnischer Vorabprüfung als für die weitere Konsenssuche diskussionswürdig erschienen, werden Immissionsprognosen mit den netzbetreiberseitig mitgeteilten

¹⁴ „In der ersten Kategorie können die Frequenzen unterhalb von 1 GHz eingeordnet werden, also z.B. die Frequenzen bei 450 MHz, 800 MHz sowie bei 900 MHz. Diese zeichnen sich bei gleichen Sendeparametern gegenüber den höheren Frequenzen durch größere Nutzreichweiten aus. Ferner durchdringen die Funkwellen mit größerer Wellenlänge Gebäudemauern besser. Diese Frequenzen eignen sich besonders für die Versorgung in der Fläche (**Flächenversorgung**). Die zweite Kategorie wird durch die Frequenzen oberhalb von 1 GHz gebildet. Mit diesen Frequenzen können aufgrund der günstigeren Kanalwiederholungsrate engmaschigere Netze betrieben werden. Dies ermöglicht insbesondere in dicht bebauten Gebieten eine größere Übertragungskapazität. Diese Frequenzen eignen sich daher besonders für die Versorgung kleiner Funkzellen mit vielen Teilnehmern (**Kapazitätsversorgung**)“. Quelle: Entscheidung der Präsidentenkammer der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen vom 12.10.2009 zur Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte für drahtlose Netzzugänge zum Angebot von Telekommunikationsdiensten in den Bereichen 450 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2 GHz und 3,5 GHz, Seite 16. Hervorhebung in Fettdruck durch den Unterzeichner.

funktechnischen Parametern¹⁵ gerechnet, wie sie zur Beantragung bei der Bundesnetzagentur vorgesehen sind. Diese Varianten tragen den Index „n“.

Sofern der Index „n“ angefügt ist:

- nach Mitteilung des Netzbetreibers wurden diese Daten beantragt oder sind zur Beantragung vorgesehen.
- nach Mitteilung des Netzbetreibers wird die angegebene Hauptstrahlabsenkung verwendet oder ist zur Verwendung vorgesehen.

Die Netzbetreiber weisen mit Verweis auf den Bearbeitungsstand darauf hin, dass sich Daten und Priorisierung im Zuge einer weiteren Konkretisierung der Planungen ändern können. Bei fehlenden Angaben werden Annahmen getroffen, dies wird im Bericht vermerkt.

p) Bildlegende:

Schwarzer kleiner Punkt: Lagebeschreibung, z.B. Ortsname, Ortsteil, Verkehrsader, Immissionspunkt

Schwarze Linie: Gemeinde-/Gemarkungsgrenze (sofern jeweils textlich angegeben)

Graue Linien/Flächen: Weitere Elemente der Digitalen Flurkarte (z.B. Gebäude, Grundstücksgrenzen)

Große Punkte: Standort mit Antenne (austretenden Linien für Sektorantennen bzw. umliegendem Ring für omnidirektionale Antennen) in den Farbgebungen: Rosa: Telekom; Rot: Vodafone; Grün: E-Plus; Blau: Telefónica (O₂); Violett: Betreiber neutral/unbekannt

Bezeichnung der Punkte: B: Bestehende Standorte gem. Standortbescheinigung, A,U: Alternativen, V: hinzugefügter fiktiver Vergleichsstandort, W: beantragter/gewünschter Standort. Durchnummeriert und ggf. mit Index

Index: n: Betreiberseitig mitgeteilte, geplante Konfiguration; s,v: Betreiberneutrale Vergleichskonfiguration. *Grüner Ring:* Berechnetes Maximum Fußzeile(n) der Grafik:

**:* Funksystem in der Berechnung berücksichtigt

ID: Variante/Netzbetreiber/Funkstandard/Hauptstrahlrichtung in ° (Nord über Ost)

Typ und folgende Spalten: Antennentyp und weitere funktechnische Parameter.

Die Höhe über Grund (m) bezieht sich auf die Mitte der Antenne.

Die Sendeleistung wird auch im Falle der Verteilung der beantragten Sendeleistung auf eine dynamische Anzahl von Kanälen/Frequenzbändern (hier Angabe der Kanalzahl 1) für die Summe aller Kanäle/Frequenzbänder angegeben.

- q) Das Kartenmaterial¹⁶ und die Luftbilder¹⁷ standen für das Gemeindegebiet der auftraggebenden Kommune z.T. mit einem kleinen Umgriff zur Verfügung. Stellen die Grafiken auch Flächen außerhalb dieses Bereichs dar, gelten diese nur unverbindlich bzw. nachrichtlich, außer dies ist im Text ausdrücklich erwähnt.
- r) Die Farbgrafiken sind in der elektronischen Fassung (PDF) in der Original-Auflösung eingebettet. Dadurch können sie vergrößert betrachtet sowie mögliche Fehlinterpretationen aufgrund von Farbabweichungen des Ausdrucks ausgeschlossen werden.
- s) Betreiberbezeichnung: Die im Prognosetool verwendeten Namen werden zum Zeitpunkt der Anlage der Funksysteme vergeben; in diesem Sinne ist in der Begutachtung z.B. mit E-Plus, O₂ (alte Bezeichnung) und Telefónica (neue Bezeichnung) bzw. mit T-Mobile und Telekom der gleiche Netzbetreiber gemeint.
- t) Bei Berechnungen zur geländebezogenen Einsehbarkeit kommen, sofern nicht anders angegeben, Abschattungen z.B. durch Bebauung oder Wald hinzu.

¹⁵ Maximale Sendeleistung, volle Last. Bei variabler Hauptstrahlabsenkung: Absenkung in der geplanten Startkonfiguration.

¹⁶ © Landesvermessungsamt, sofern Lupe unten rechts eingeblendet: © openstreetmap.org. Je nach Bildausschnitt können unterschiedliche Bildquellen zusammengefügt worden sein.

¹⁷ © Landesvermessungsamt.

7.2 Einheiten, Skala, Grenzwerte

Der Grenzwert für hochfrequente elektromagnetische Felder ist gem. 26. Bundesimmissionsschutzverordnung in der Einheit V/m (Feldstärke) angegeben. Die vor allem auch früher verwendete Einheit der Leistungsflussdichte (mW/m^2 , $\mu\text{W}/\text{m}^2$) steht mit der Feldstärke in quadratischem Zusammenhang. Dies hat zur Folge, dass Feldstärkeunterschiede, in der Leistungsflussdichte angegeben, quadratisch überhöht erscheinen: Eine Erhöhung der Feldstärke um das 10fache entspricht einer Erhöhung der Leistungsflussdichte um das 100fache. In der Einheit der Leistungsflussdichte betrachtet, lässt der Vergleich von Messwerten mit dem Grenzwert den Unterschied somit größer erscheinen, auch das Ausmaß der berechneten Grenzwertunterschreitung erscheint größer.

Die Berechnung des Ausschöpfungsgrades des Grenzwerts ist nur dann korrekt, wenn diese in der Einheit des Grenzwertes erfolgt, also der Feldstärke (V/m)¹⁸. Nebenstehende Tabellen geben die für die jeweiligen Frequenzbereiche unterschiedlichen gesetzlichen deutschen Grenzwerte an und ermöglichen eine Umrechnung. Einen Online-Umrechner finden Sie unter

www.funktechanalyse.de/umrechnung

Weitere Grenz-, Vorsorge- Vergleichs- und Empfehlungswerte siehe z.B. unter:

www.funktechanalyse.de/vorsorge

Die Abstufung „Türkis – Grün – Gelb – Orange – Rot – Violett“ der Feldstärke-Farbskala wurde so gewählt, dass das weit gefächerte Spektrum der berechneten Immissionswerte gut erkennbar und damit eine anschauliche, vergleichende Betrachtung möglich ist. Bei Prognosen innerhalb einer Serie (Menüpunkt im Gutachten) wird stets die gleiche Farbskala herangezogen. Die Farbskala ist in jede Prognosegrafik eingebettet.

Frequenz-Band MHz	Grenzwert ca. V/m	Grenzwert ca. mW/m^2
400	28	2000
700	37	3800
800	39	4000
900	41	4500
1800	58	9000
2100	61	10000
2600	61	10000
3500	61	10000

E (V/m)	S (mW/m^2)	S ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,05	0,0066	6,6
0,5	0,66	663
1	2,7	2653
2	11	10610
4	42	42440
6	95	95491
10	265	265252
41	4459	4458886
61	9870	9870027

¹⁸ Vgl. Verfahren und Beschluss des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs (Az 1 CS 12.830) vom 16.07.2012 in Bestätigung meiner gutachterlichen Darstellung sowie: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder, 128. Sitzung am 17. und 18. September 2014 in Landshut, Seiten 59 und 60

7.3 Unterlagen

- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte digitale Flurkarte, digitale topographische Karte, Luftbild und digitales Geländemodell vom Gemeindegebiet, z.T. mit Umgriff
- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte Angaben zu bisher diskutierten bzw. vorgeschlagenen Standortalternativen, Gebäudehöhen, Liegenschaften in öffentlicher Hand, Standortbescheinigungen und Datenblätter der Bundesnetzagentur zu Mobilfunk-Standorten, geplanten Standorten sowie weitere Informationen zum Standortwahlverfahren und Kartenmaterial
- Per E-Mail mit den Betreibern geführter Schriftverkehr (die auftraggebende Kommune war dabei in der Regel im CC)