

# Immissionsgutachten

Mobilfunk/Behördenfunk in Friedberg-Rohrbach/Bachern:  
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: 30 Seiten  
Veröffentlichung: Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung erfordert die vorherige schriftliche Zustimmung.

# Inhalt

<b>1. Vorbemerkung zur Immissionsminimierung .....</b>	<b>3</b>
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
<b>2. Auftragstellung / Sachverhalt .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Lageplan .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung .....</b>	<b>6</b>
4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten .....	6
4.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite .....	6
4.3 Gutachterliche Stellungnahme .....	7
4.3.1 <i>Räumliche Ausdehnung des Versorgungspegels</i> .....	7
4.3.1.1 Öffentlicher Mobilfunk.....	7
4.3.1.2 Digitaler Behördenfunk.....	8
4.3.2 <i>Leistungsreserven für zukünftige Entwicklung</i> .....	8
4.3.3 <i>Räumliche Ausdehnung des Versorgungspegels</i> .....	8
4.3.3.1 Öffentlicher Mobilfunk.....	8
4.3.3.2 Digitaler Behördenfunk.....	8
4.3.4 <i>Immissionsvergleich der Standorte untereinander</i> .....	8
4.3.5 <i>Fazit</i> .....	9
<b>5. Immissionsprognosen .....</b>	<b>10</b>
5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter) .....	10
5.2 Immissionsprognosen zu betreiberseitig angegebenen Konfigurationen .....	20
<b>6. Schlussbemerkung / weitere Angaben .....</b>	<b>22</b>
<b>7. Anhang .....</b>	<b>23</b>
7.1 Vorgehensweise .....	23
7.2 Einheiten, Skala, Grenzwerte .....	29
7.3 Dokumentation .....	30
7.4 Unterlagen .....	30

# 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“.<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup> Strahlenschutzkommission, Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern, 2001

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 mittelfristig vielleicht ein zusätzlichen 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-Software<sup>2</sup> 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 flächendeckenden 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

Nach Mitteilung der Stadtverwaltung sucht

- 1&1 für die Telefónica unter der Kennung BY-86316-99-001 Rohrbach zur Verbesserung der Versorgung einen Mobilfunk-Standort
- das Bayerische Landeskriminalamt zum Zeichen 35\_301A einen Standort zur Verbesserung der Versorgung des digitalen Behördenfunks.

Am 07.06.2020 mit Ergänzung vom 19.07.2021 erteilte die Stadt Friedberg den Auftrag, anhand einer ergebnisoffenen, vergleichenden Betrachtung von Standortalternativen zu untersuchen, wie sich zur Abdeckung von Rohrbach und Bachern mit funktechnisch relevantem Umfeld benannte Standortalternativen hinsichtlich der Aspekte Immissionsminimierung und effiziente Versorgung verhalten. Hierbei sollen nach Möglichkeit Standorte benannt werden, welche von beiden Betreibern gemeinsam genutzt werden können, so dass die Errichtung lediglich eines Standortes möglich ist.

Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

<sup>2</sup> welche der Gutachter im Rahmen seiner Forschungstätigkeit mitentwickelt

### 3. Lageplan

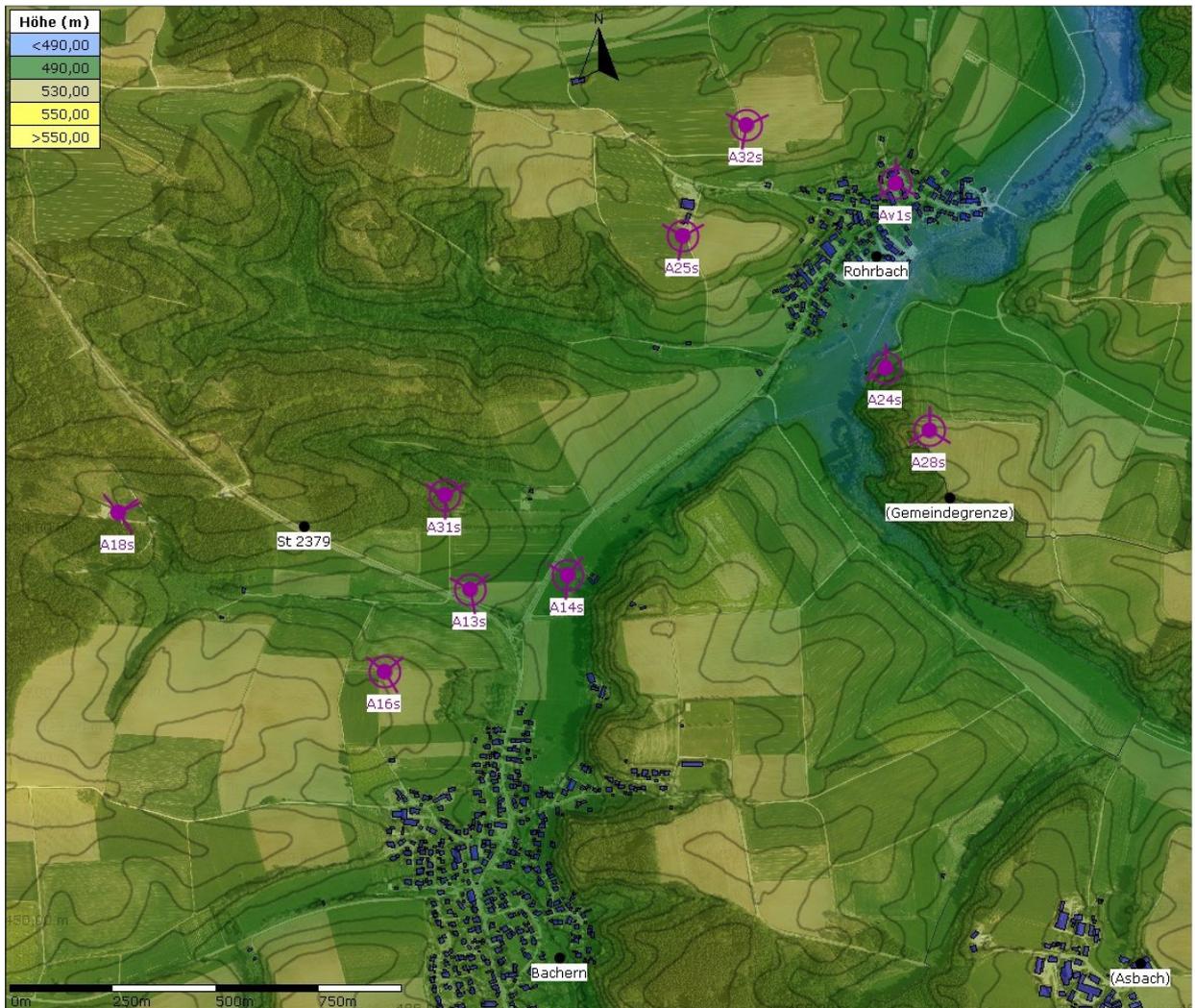


Abbildung 1: Lageplan (Luftbild mit Höhenschattierung und Höhenlinien).

Schwarze Punkte: Orientierungshilfen

Bunte Punkte:

Axy: Standortalternativen

Index „s“, „n“: 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 lassen sich Aussagen zur **spezifischen Immission** der im Vergleich stehenden Standortvarianten treffen.

Die Prognosegrafiken finden sich unter 5.1 ab Seite 10. 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 4 m 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 29. Zu ggf. unterschiedlichen Verhältnissen zwischen Feldstärke und Ausschöpfungsgrad des Grenzwerts vgl. h auf Seite 25.

Die Grafiken zu den Varianten sowie die Prognosewerte an den Immissionspunkten zeigen, dass die jeweils auf das betroffene bebaute Umfeld einwirkende Immission durch Standortwahl und Konfiguration deutlich beeinflusst werden kann. 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 konkret geplanten Konfigurationen hinzugefügt werden, vgl. nachfolgendes Kapitel.

Name	V/m	%GW
Av1si	5,9	12
A13si	1,2	2,7
A14si	1,2	2,6
A16si	1,4	2,9
A18si	0,5	0,9
A24si	1,5	3,2
A25si	1,4	2,9
A28si	0,9	1,9
A31si	0,8	1,6
A32si	1,0	2,2

Tabelle 1

### 4.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite

Nach Abstimmung mit der Stadtverwaltung wurden 1&1 und dem Landeskriminalamt am 19.10.2021 die im den Lageplan verzeichneten Standorte A13 bis A32 mit der Bitte um Stellungnahme zur funktechnischen Eignung übermittelt. Für aus Sicht des Betreibers gegebene funktechnische Eignungseinschränkungen bzw. Nichteignungen wurde bei Angabe des geplanten Versorgungsgebietes um Begründung gebeten. Bzgl. der aus Sicht des Betreibers geeigneten oder eingeschränkt geeigneten Varianten wurde zudem um Übermittlung der funktechnischen Konfigurationen nach derzeitigem Planungsstand gebeten.

Das [Landeskriminalamt](#) teilte am 20.10.2021 mit einer Ergänzung vom 29.11.2021 unter Beifügung funktechnischer Planungsdaten sinngemäß mit:

*Für uns kommen die Alternativen A25 oder A32 in Frage.*

*Beide sind in etwa gleichwertig.*

*Mit den anderen Standorten kann das Versorgungsziel nicht erfüllt werden*

1&1 teilte am 10.11.2021 sinngemäß mit:

*In Abstimmung mit dem Landeskriminalamt kommt als taugliche Schnittmenge für uns der Standortvorschlag A25 in Betracht.*

Die seitens der Telefónica geplanten funktechnischen Parameter gingen am 26.01.2022 ein.

Die Prognosegrafiken (Immission) unter Berücksichtigung der vom Betreiber übermittelten Planungsdaten finden sich unter 5.2 ab Seite 20. 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.

Name	V/m	%GW
A25ni	2,1	4,6
A32ni	0,2	0,7

Tabelle 2

Eine Umrechnungstabelle sowie eine Grenzwerttabelle findet sich unter 7.2 auf Seite 29. Zu ggf. unterschiedlichen Verhältnissen zwischen Feldstärke und Ausschöpfungsgrad des Grenzwerts vgl. h) auf Seite 25.

## 4.3 Gutachterliche Stellungnahme

### 4.3.1 Räumliche Ausdehnung des Versorgungspegels

Die Varianten wurden auch hinsichtlich des Versorgungspegels mit der Prognosesoftware überprüft, vgl. d) auf Seite 24.

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 einsehbar Umfeld können sie die Mobilfunk-Versorgung gegenüber dem aktuellen Zustand erheblich verbessern.

#### 4.3.1.1 Öffentlicher Mobilfunk

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 im dichter besiedelten Bereich sowie entlang stärker genutzter Verkehrsadern häufig zusätzliche Funkdienste im Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung erforderlich.

Viele 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 Bereichen bevorzugt über die Frequenzbänder der Kapazitätsversorgung abgewickelt wird. Die Frequenzbänder der Flächenversorgung werden so für die von den Standorten aus schwerer zu erreichenden Bereiche frei gehalten.

Wegen der stetig wachsenden Datenströme wird der Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung im dichter besiedelten Bereich 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.

Aufgrund von Lizenzauflagen der Bundesnetzagentur sind Autobahnen, Bundes- sowie Staats-/Landesstraßen bis Ende 2022/2024 mit mobilem Breitband zu versorgen. Die Bundesnetzagentur schließt in der Entscheidung der Präsidentenkammer 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.

#### **4.3.1.2 Digitaler Behördenfunk**

Der Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben arbeitet bei 400 MHz im Frequenzbereich der Flächenversorgung deutlich unterhalb der Frequenzen des öffentlichen Mobilfunks. Im Fokus steht die flächige Abdeckung, welche bei den niedrigeren Frequenzen aus physikalischen Gründen leichter erreichbar ist als bei den höheren Frequenzen des öffentlichen Mobilfunks.

#### **4.3.2 Leistungsreserven für zukünftige Entwicklung**

Nach Angaben der Bundesnetzagentur steigt das bundesweit über die öffentlichen Mobilfunknetze übertragene Datenvolumen jährlich um rund 50 % an.

Zum Teil können diese Zuwächse über die Schaltung zusätzlicher Frequenzbänder sowie technische Entwicklungen (von 2G über 3G, 4G nach 5G) aufgefangen werden. Je nach Randbedingungen kann auch der Aufbau zusätzlicher Standorte (Netzverdichtung) erforderlich werden.

#### **4.3.3 Räumliche Ausdehnung des Versorgungspegels**

##### **4.3.3.1 Öffentlicher Mobilfunk**

Av1 vermag im Wesentlichen Rohrbach abzudecken.

A24 und A28 vermögen Rohrbach sowie Streckenabschnitte z.B. im Eisenbachtal etwa zwischen den Staatsstraßen 2379 und 2051 stabil bis optimal abzudecken. Wesentliche Mitnahmeeffekte für Bachern ergeben sich wg Abschattung nicht. Bei A28 leichte Mitnahmeeffekte für Asbach und Holzburg auf dem Level einer einfachen, nicht lückenlosen Weitversorgung.

A25 und A32 vermögen Rohrbach und größere Anteile Bacherns mit zugehörigen Streckenabschnitten z.B. im Eisenbachtal zwischen Bachern und Abzw. St 2051 (Eurasburg) stabil bis optimal abzudecken. A25 dabei mit einer leistungsfähigeren Abdeckung von Bachern. Bezogen auf Bachern ergeben sich abschattungsbedingte Einschränkungen mit Schwerpunktzonen entlang der Asbacher Str. etwa zwischen Hagelbach und Sportplatz sowie in den Bereichen Alter Postweg und tieferliegenden Anteilen der Bergstr., welche bei A32 in allen drei angegebenen Zonen stärker ausfallen als bei A25.

A13, A14, A16 und A31 vermögen Bachern mit zugehörigen Anteilen der St 2379 stabil bis optimal sowie Rohrbach ([mit bei A16 am stärksten] abschattungsbedingten Einschränkungen entlang der Jaisstr.) abzudecken. Die Straße von Bachern durchs Eisenbachtal nach Rohrbach wird bis etwas über Rohrbach hinaus abgedeckt.

A18 deckt Bachern mit der St 2379 von etwa Bachern bis Ottmaring optimal bis stabil ab. Für Rohrbach werden westlich der Dorfstr. bereits ab den ersten Häusern bis etwa zur Kirche sowie den direkten Nachbarn unterhalb der Kirche abschattungsbedingte Einschränkungen der Leistungsfähigkeit prognostiziert.

##### **4.3.3.2 Digitaler Behördenfunk**

Gegenüber A25 und A32 fallen die weiteren untersuchten Varianten bei der Abdeckung des betreiberseitig angegebenen, künftig mit höherem Pegel zu versorgenden Bereichs mäßig bis deutlich ab.

#### **4.3.4 Immissionsvergleich der Standorte untereinander**

Vergleiche der spezifischen Immissionen an den Prognosepunkten der Standorte untereinander können in Tabelle 1 auf Seite 6 angestellt werden. Die zugehörigen Prognosegrafiken un-

ter 5.1 ab Seite 10 geben einen optischen Eindruck über die flächige Ausprägung der Immission in der spezifischen (netzbetreiberneutralen) Konfiguration.

#### **4.3.5 Fazit**

A25 weist in der spezifischen Konfiguration mit einem Prognosewert am Immissionspunkt von 1,4 V/m gegenüber dem Dachstandort Av1 mit 5,9 V/m eine Reduktion um rund 75 Prozent auf und deckt die o.a. Bereiche vergleichsweise schonend und effizient ab.

## 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. l) und m) ab Seite 26.

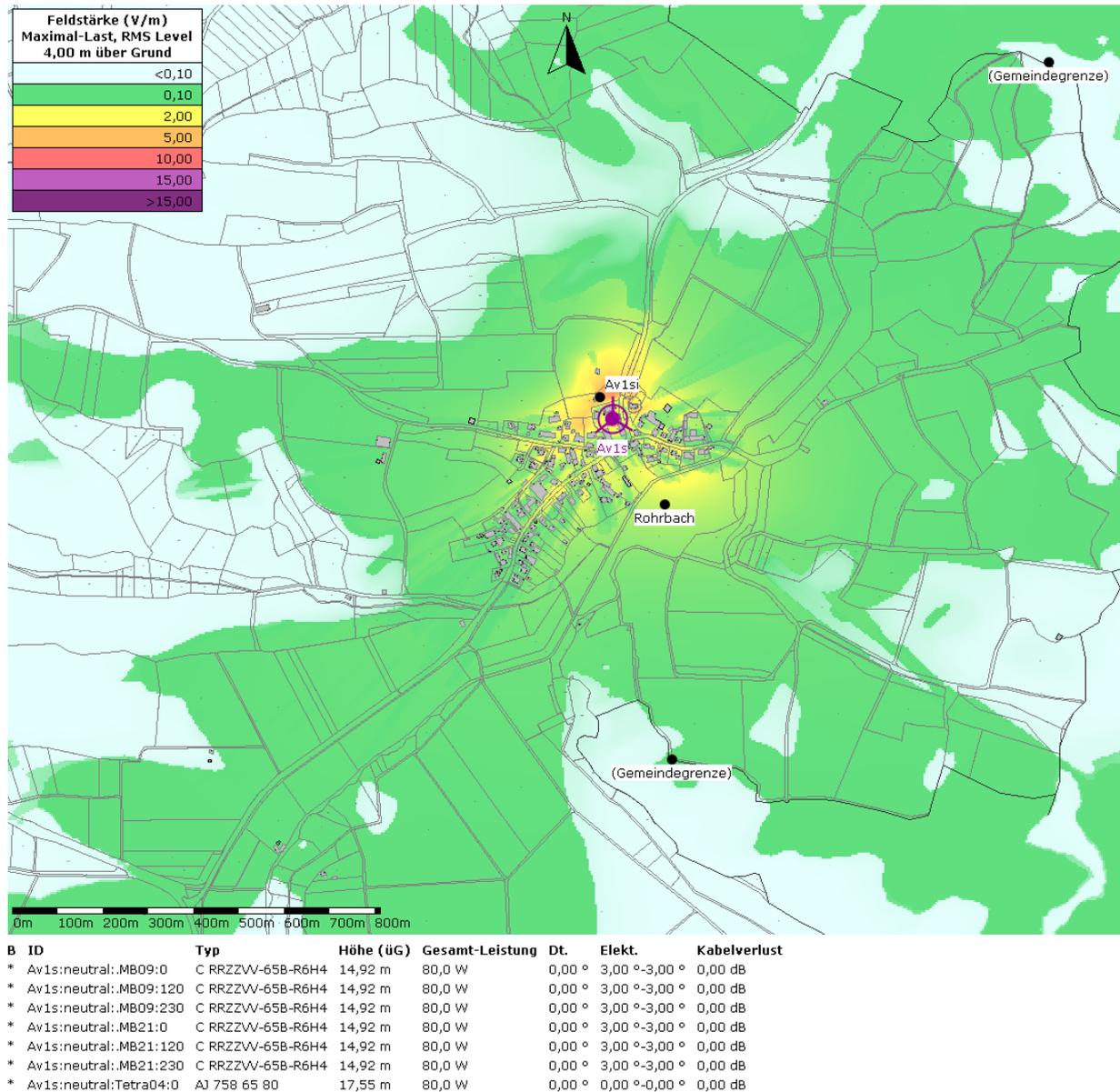
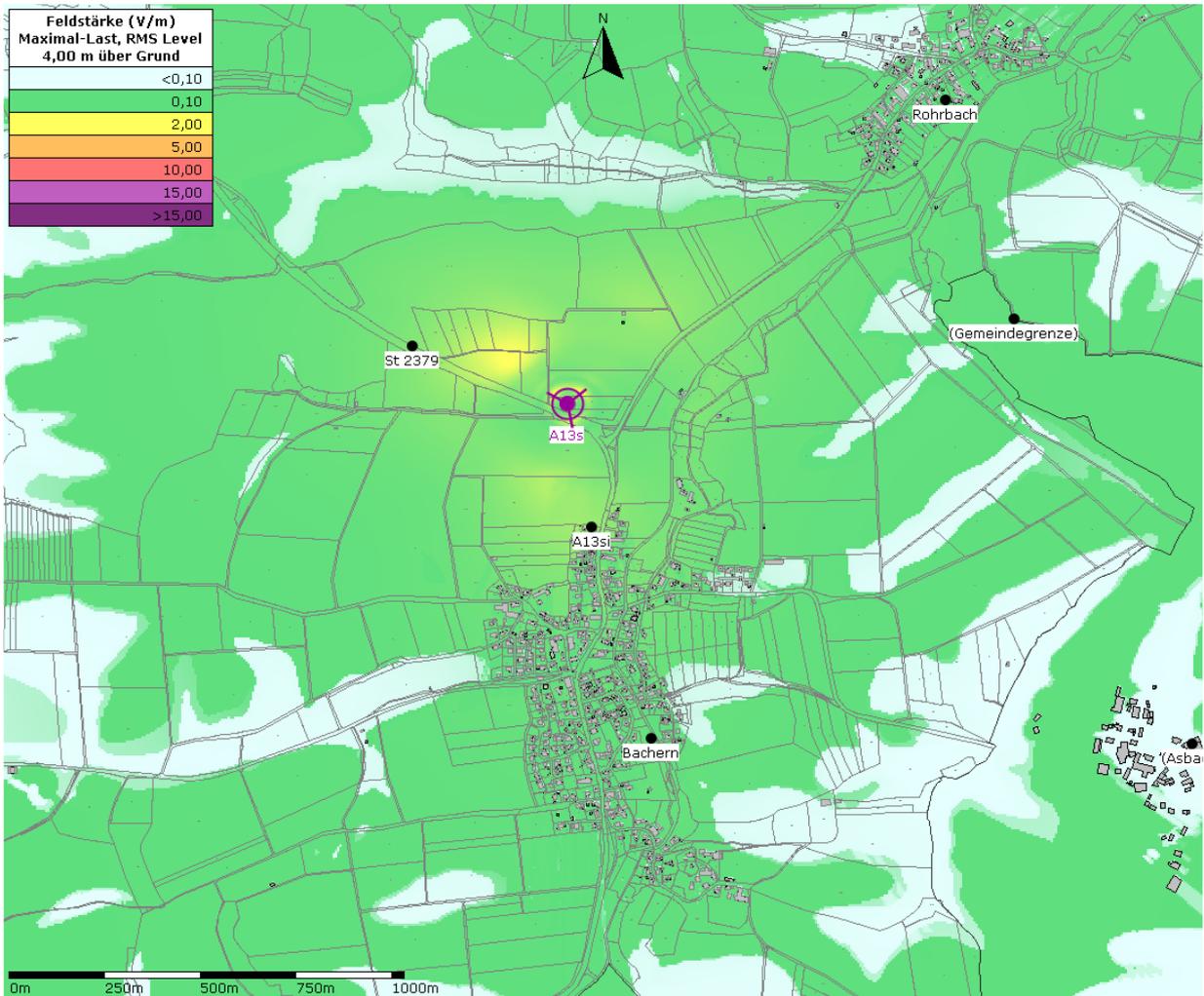


Abbildung 2: Immissionsprognose zu Variante Av1s (Vergleichsstandort im Innenbereich) in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt Av1si: 5,9 V/m

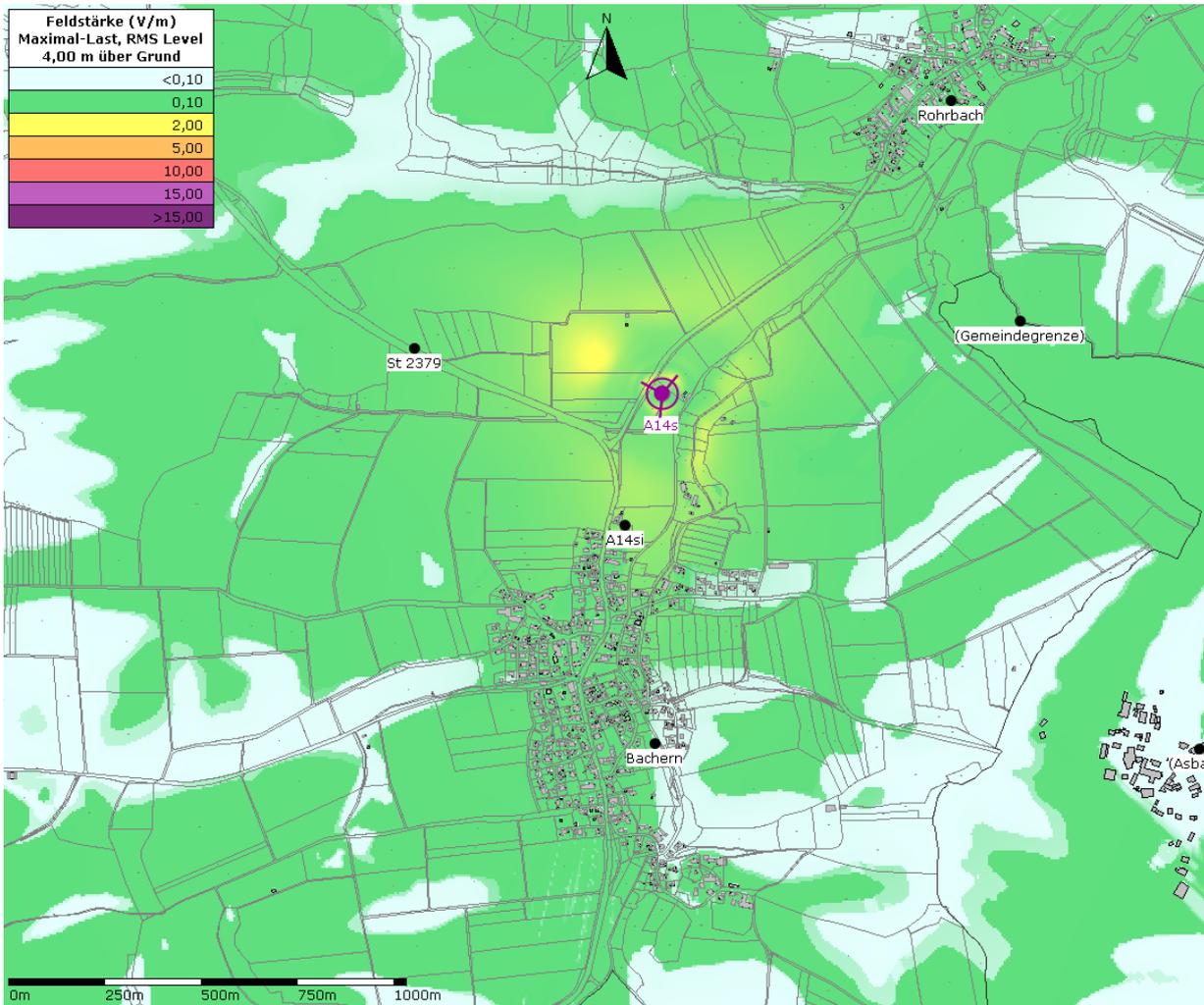
Ermittlung der Lage der Immissionspunkte: vgl. f) auf Seite 25.



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A13s:neutral.:MB09:50	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A13s:neutral.:MB09:170	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A13s:neutral.:MB09:300	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A13s:neutral.:MB21:50	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A13s:neutral.:MB21:170	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A13s:neutral.:MB21:300	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A13s:neutral.:Tetra04:0	AJ 758 63 86	41,55 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB

Abbildung 3: Immissionsprognose zu Variante A13s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

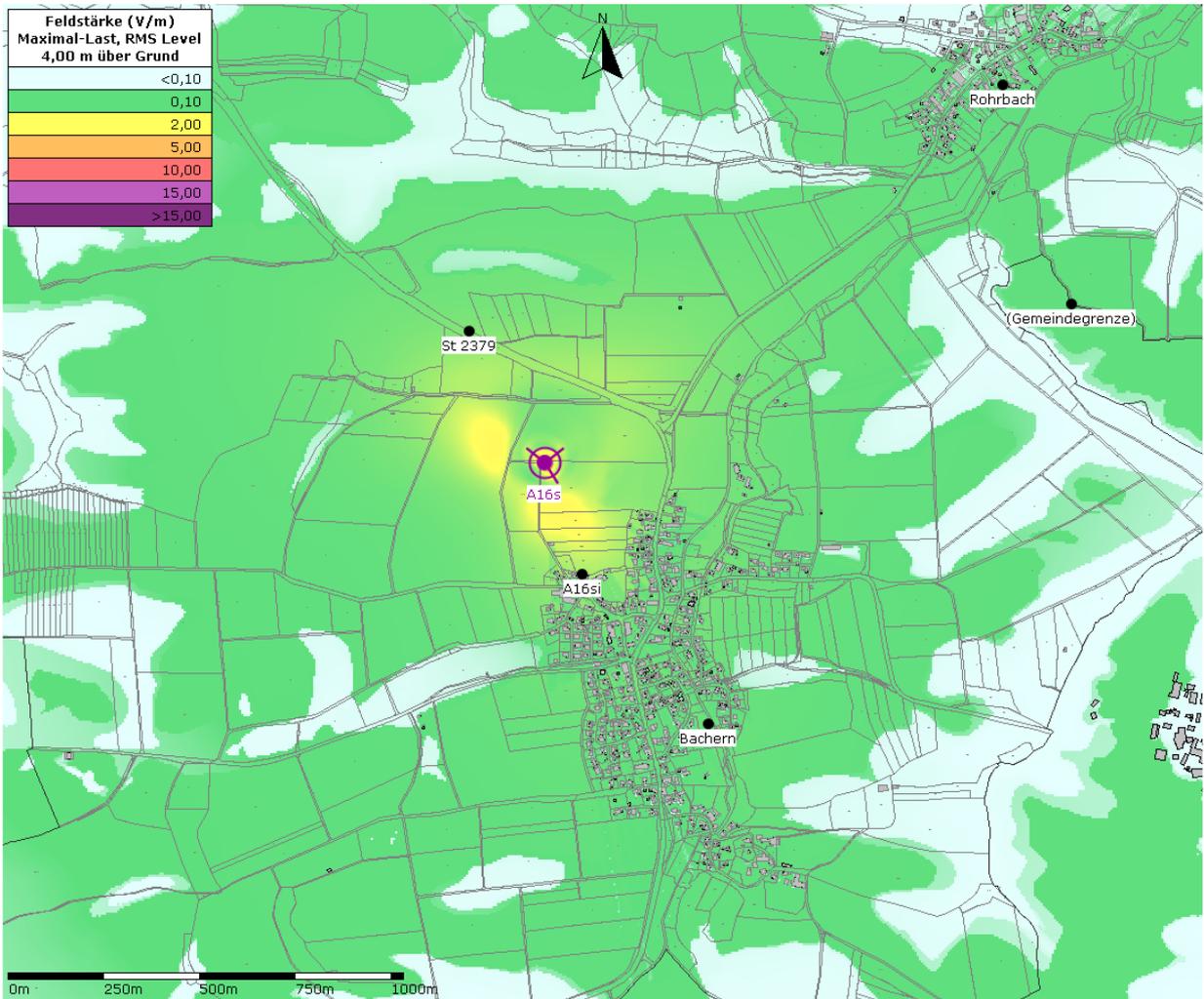
Prognosewert am Immissionspunkt A13si: 1,2 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A14s:neutral:MB09:40	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A14s:neutral:MB09:185	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A14s:neutral:MB09:300	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A14s:neutral:MB21:40	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A14s:neutral:MB21:185	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A14s:neutral:MB21:300	C RRZZV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A14s:neutral:Tetra04:0	AJ 758 63 86	41,55 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB

Abbildung 4: Immissionsprognose zu Variante A14s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

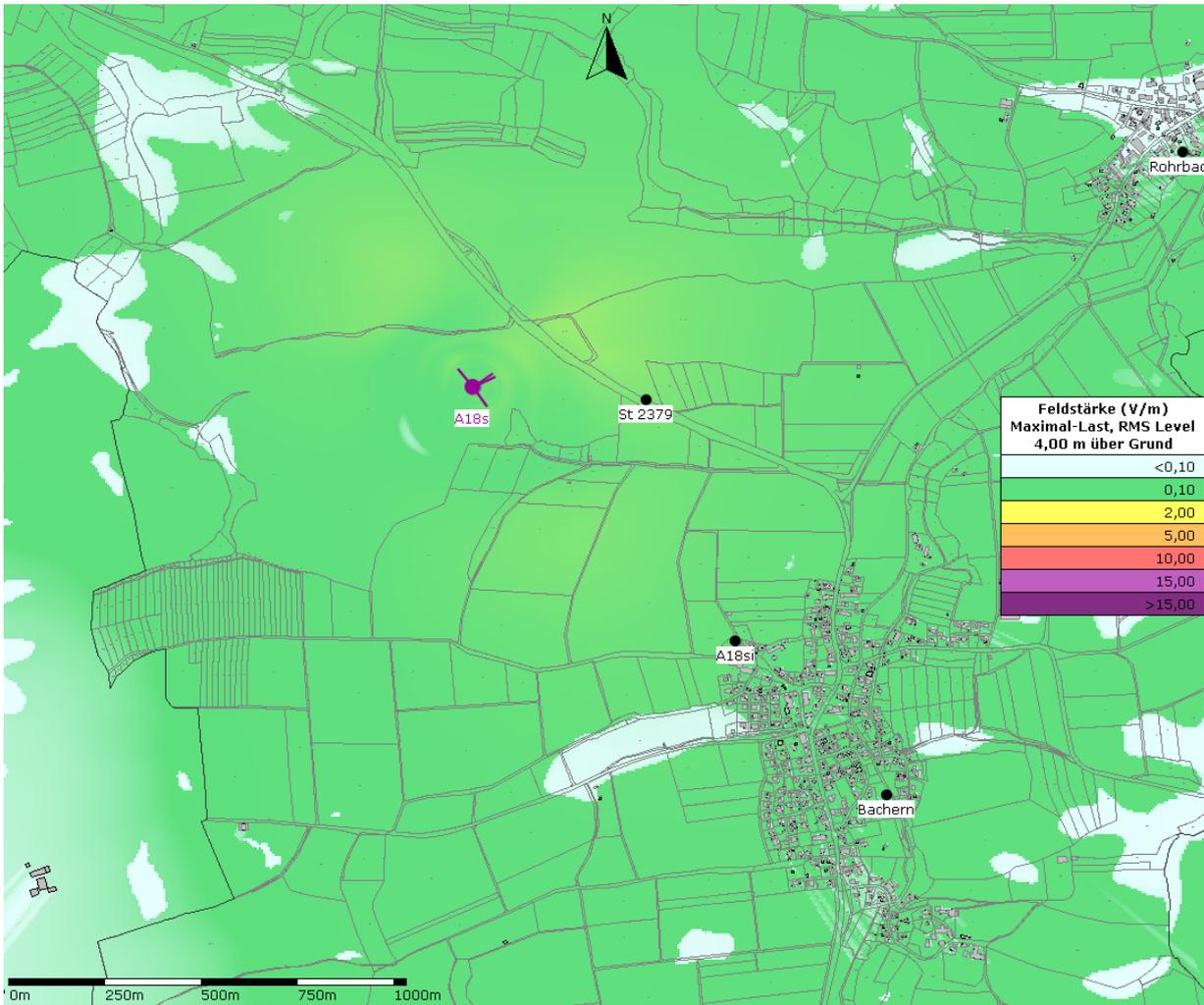
Prognosewert am Immissionspunkt A14si: 1,2 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A16s:neutral:MB09:50	C RRZZV-65B-R6H4	18,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A16s:neutral:MB09:150	C RRZZV-65B-R6H4	18,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A16s:neutral:MB09:310	C RRZZV-65B-R6H4	18,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A16s:neutral:MB21:50	C RRZZV-65B-R6H4	18,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A16s:neutral:MB21:150	C RRZZV-65B-R6H4	18,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A16s:neutral:MB21:310	C RRZZV-65B-R6H4	18,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A16s:neutral:Tetra04:0	AJ 758 63 86	26,55 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB

Abbildung 5: Immissionsprognose zu Variante A16s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

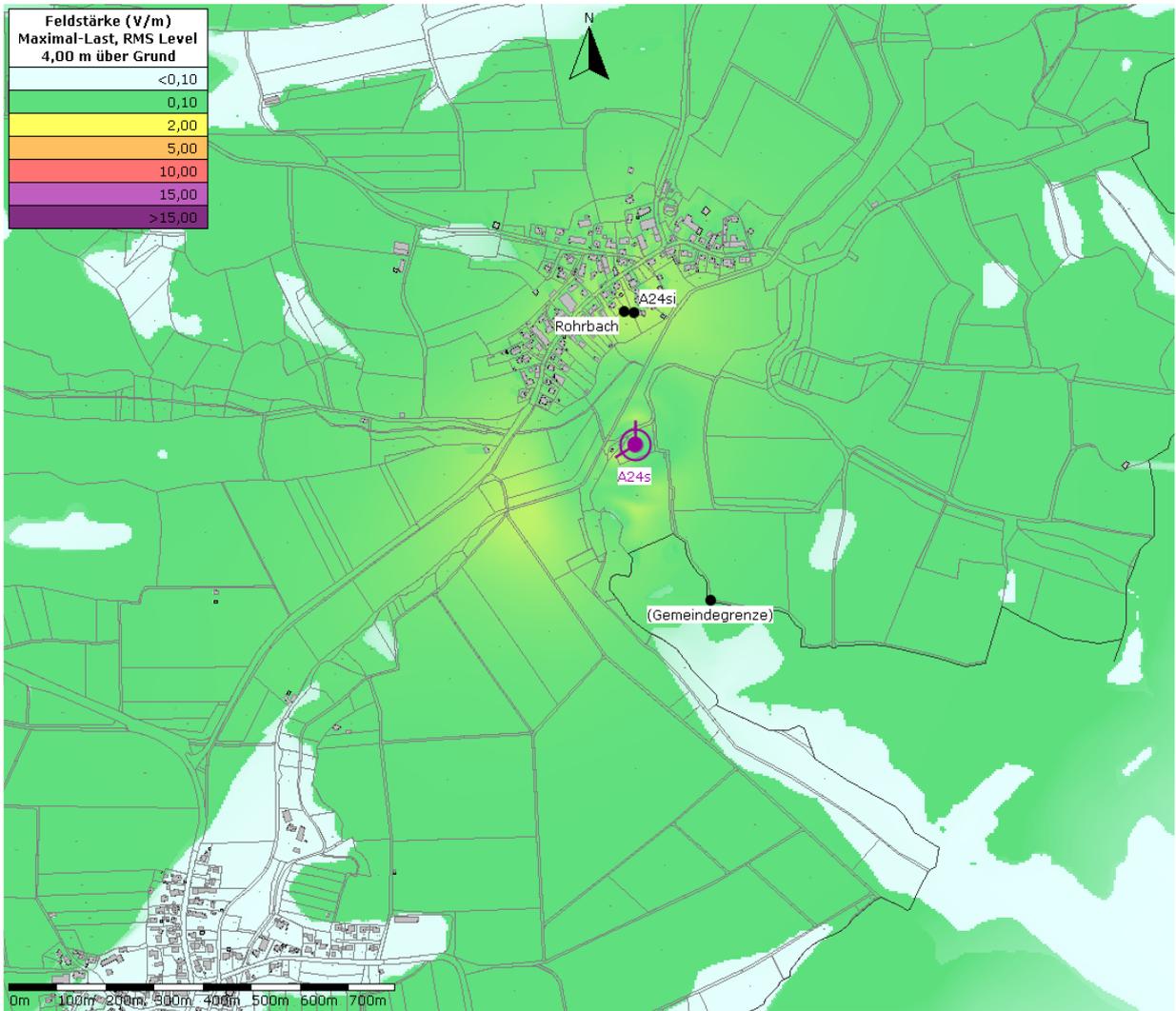
Prognosewert am Immissionspunkt A16si: 1,4 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A18s:neutral:MB09:65	C RRZZW-65B-R6H4	60,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A18s:neutral:MB09:145	C RRZZW-65B-R6H4	60,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A18s:neutral:MB09:320	C RRZZW-65B-R6H4	60,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A18s:neutral:MB21:65	C RRZZW-65B-R6H4	60,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A18s:neutral:MB21:145	C RRZZW-65B-R6H4	60,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A18s:neutral:MB21:320	C RRZZW-65B-R6H4	60,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A18s:neutral:Tetra04:55	K 800 10 403	66,00 m	80,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,00 dB

Abbildung 6: Immissionsprognose zu Variante A18s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

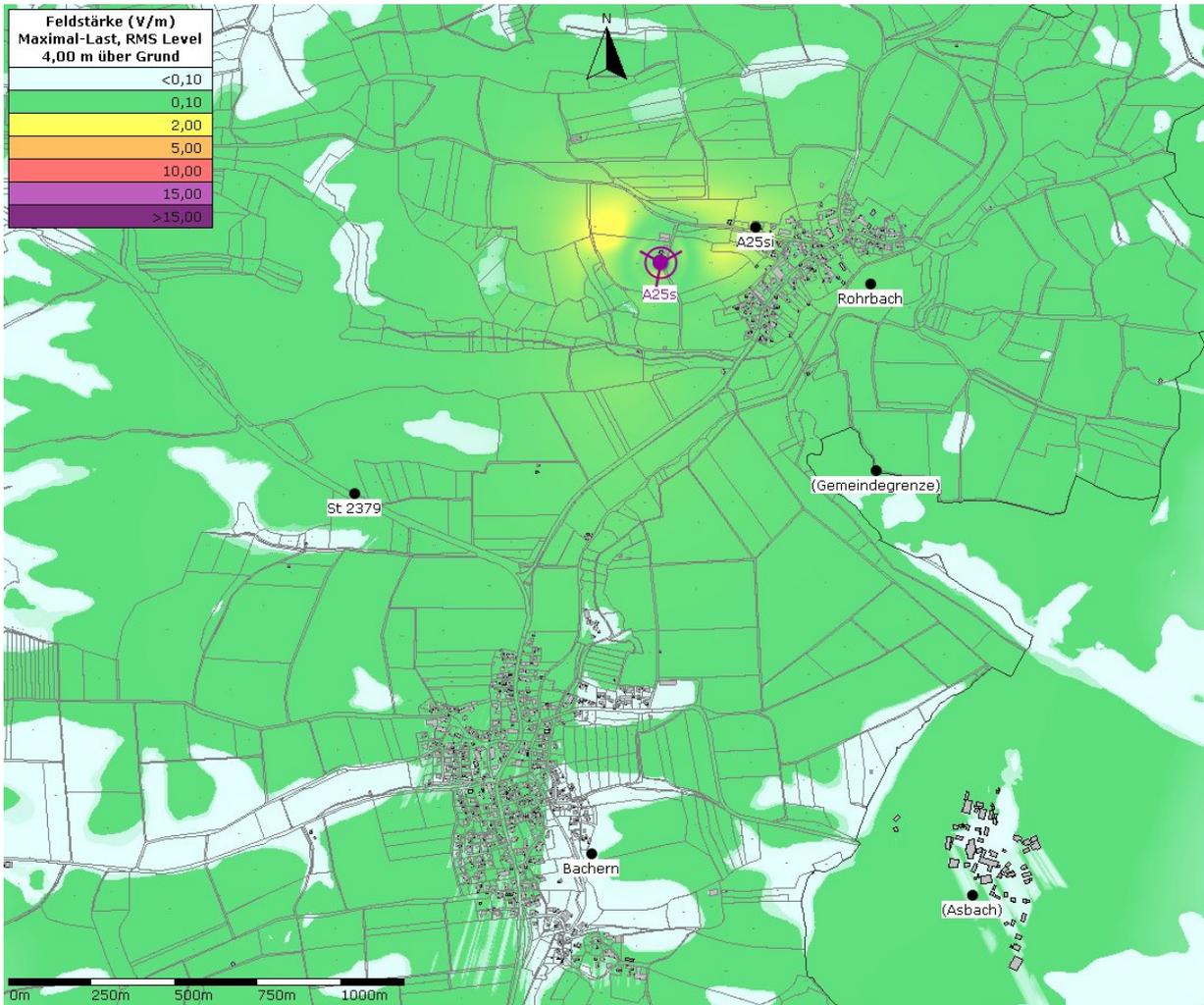
Prognosewert am Immissionspunkt A18si: 0,5 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A24s:neutral:MB09:0	C RRZZVW-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A24s:neutral:MB09:240	C RRZZVW-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A24s:neutral:MB21:0	C RRZZVW-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A24s:neutral:MB21:240	C RRZZVW-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A24s:neutral:Tetra04:0	AJ 758 63 86	41,55 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB

Abbildung 7: Immissionsprognose zu Variante A24s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

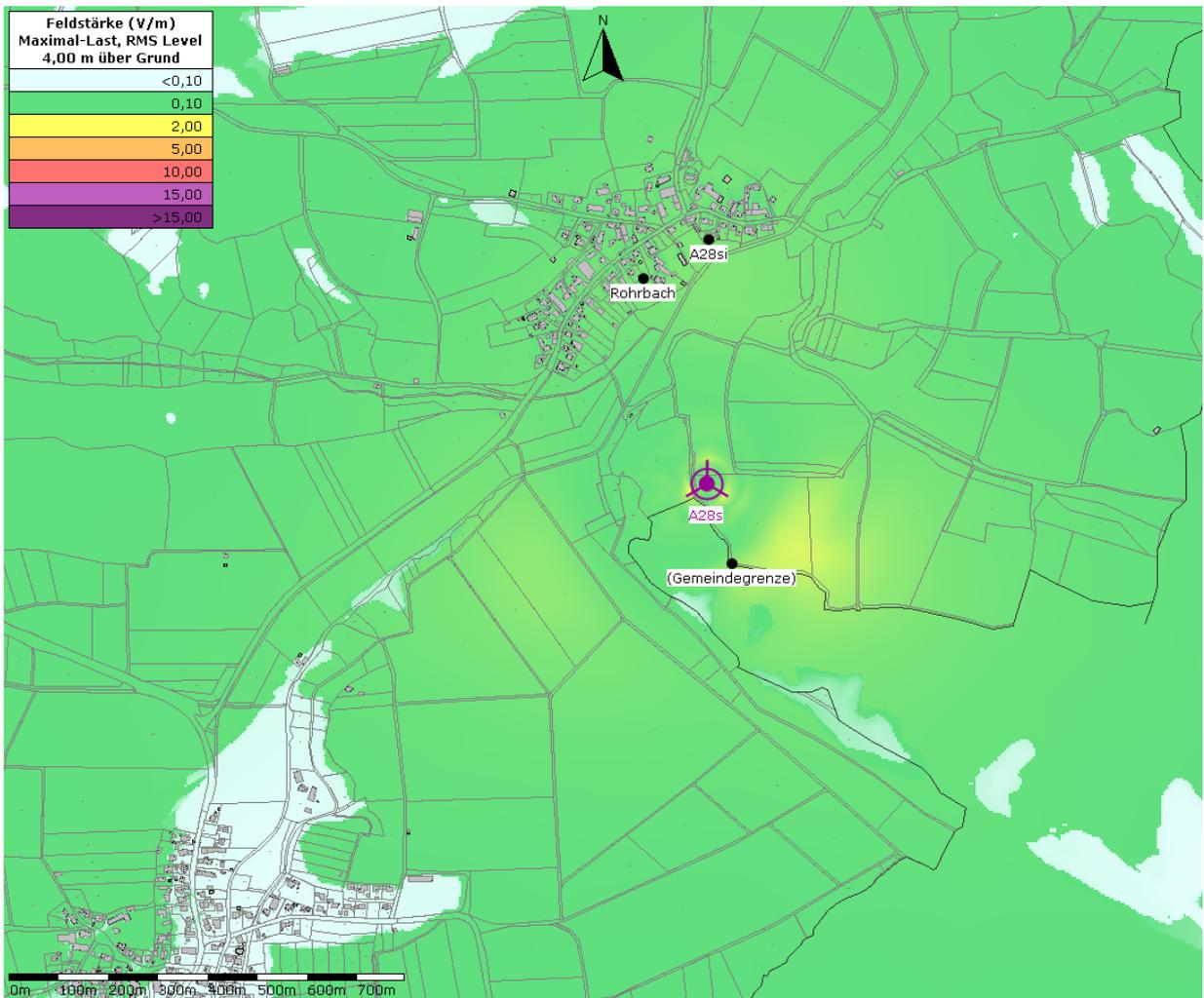
Prognosewert am Immissionspunkt A24si: 1,5 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A25s:neutral:MB09:60	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,00 dB
* A25s:neutral:MB09:190	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A25s:neutral:MB09:300	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB
* A25s:neutral:MB21:60	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,00 dB
* A25s:neutral:MB21:190	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A25s:neutral:MB21:300	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,00 dB
* A25s:neutral:Tetra04:0	AJ 758 63 86	41,55 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB

Abbildung 8: Immissionsprognose zu Variante A25s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

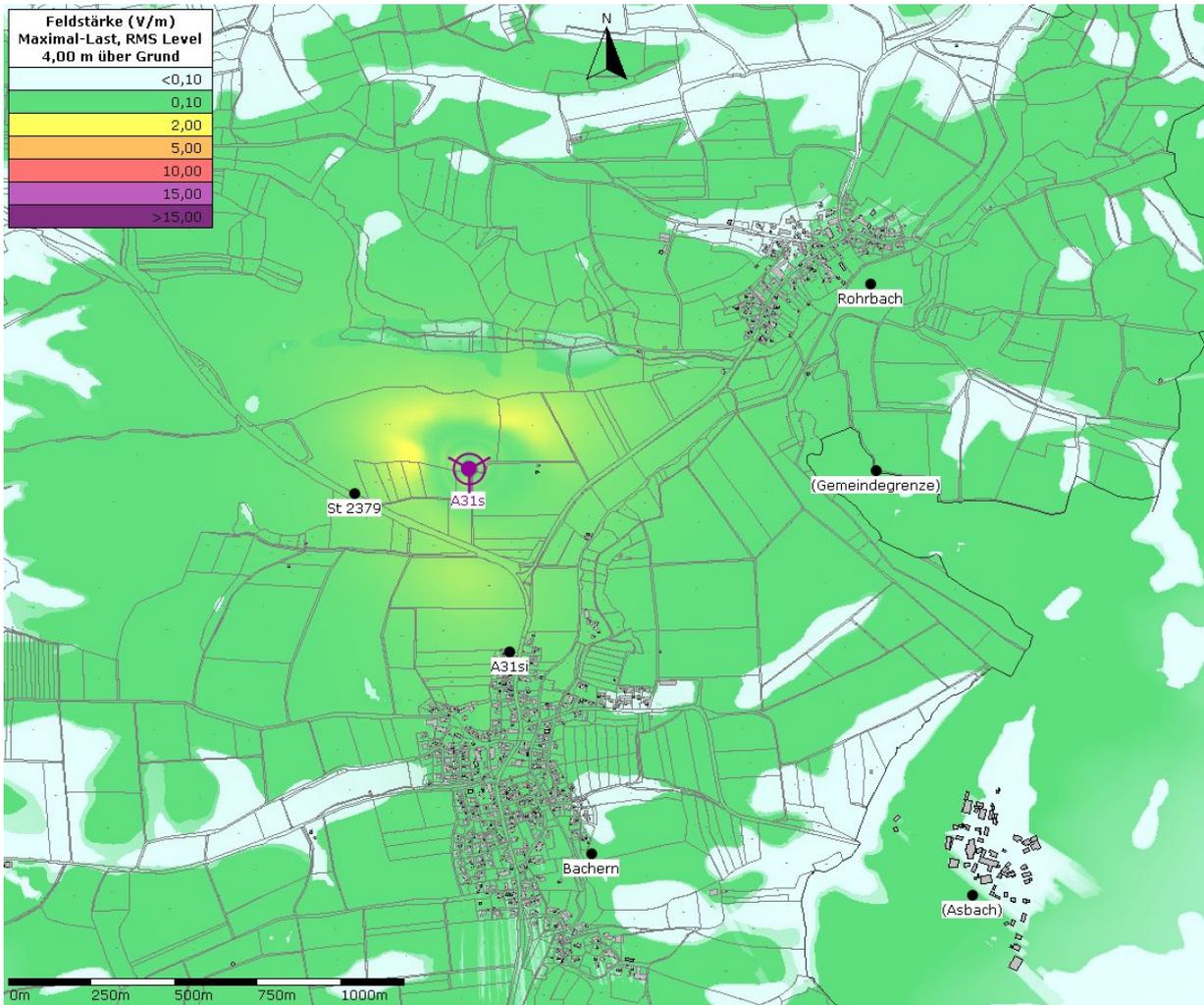
Prognosewert am Immissionspunkt A25si: 1,4 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A28s:neutral:MB09:0	C RRZZV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A28s:neutral:MB09:120	C RRZZV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A28s:neutral:MB09:240	C RRZZV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A28s:neutral:MB21:0	C RRZZV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A28s:neutral:MB21:120	C RRZZV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A28s:neutral:MB21:240	C RRZZV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A28s:neutral:Tetra04:0	AJ 758 63 86	41,55 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB

Abbildung 9: Immissionsprognose zu Variante A28s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

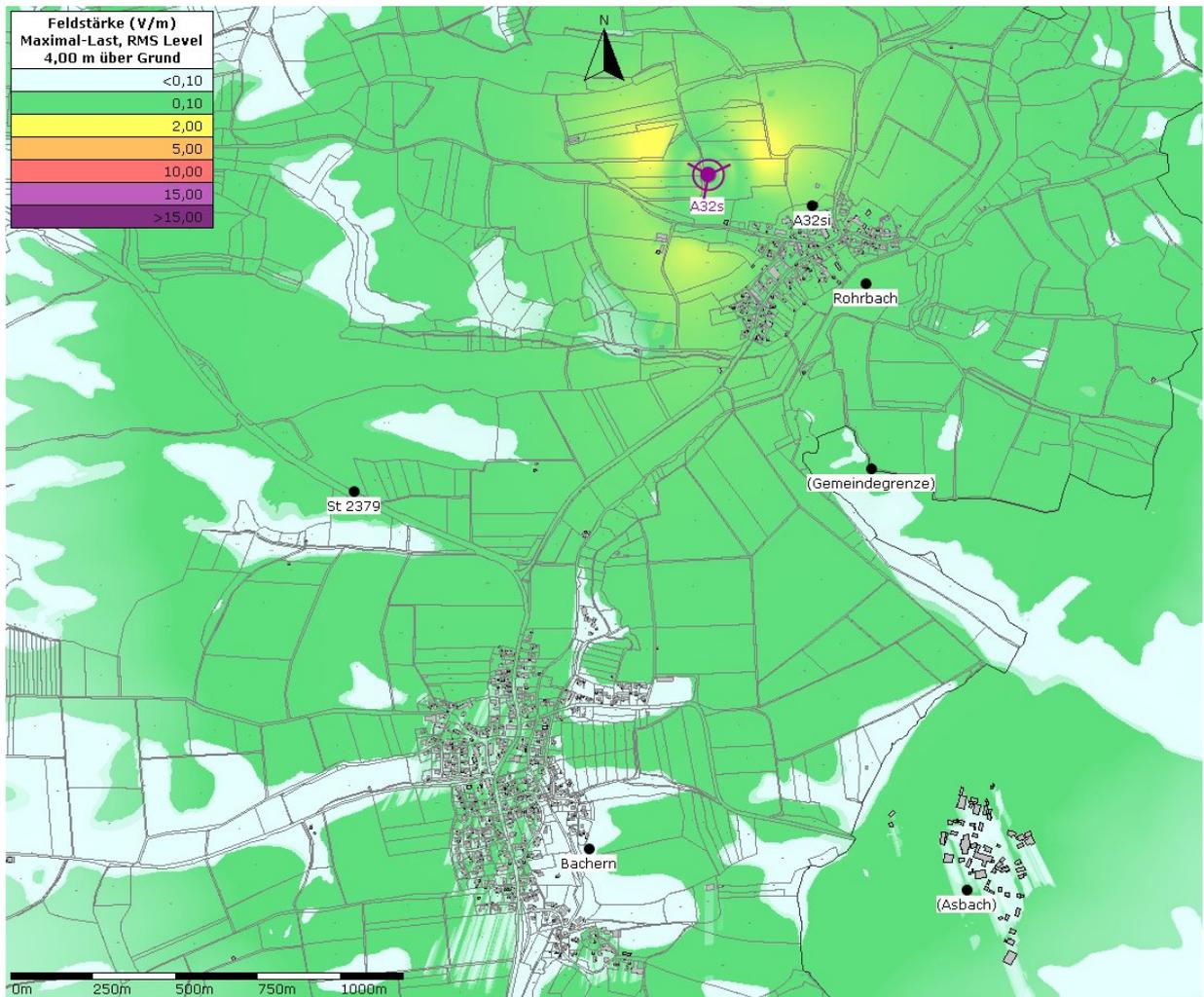
Prognosewert am Immissionspunkt A28si: 0,9 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A31s:neutral:MB09:60	C RRZZVV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A31s:neutral:MB09:180	C RRZZVV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A31s:neutral:MB09:300	C RRZZVV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A31s:neutral:MB21:60	C RRZZVV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A31s:neutral:MB21:180	C RRZZVV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A31s:neutral:MB21:300	C RRZZVV-65B-R6H4	35,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A31s:neutral:Tetra04:0	AJ 758 63 86	41,55 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB

Abbildung 10: Immissionsprognose zu Variante A31s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A31si: 0,8 V/m



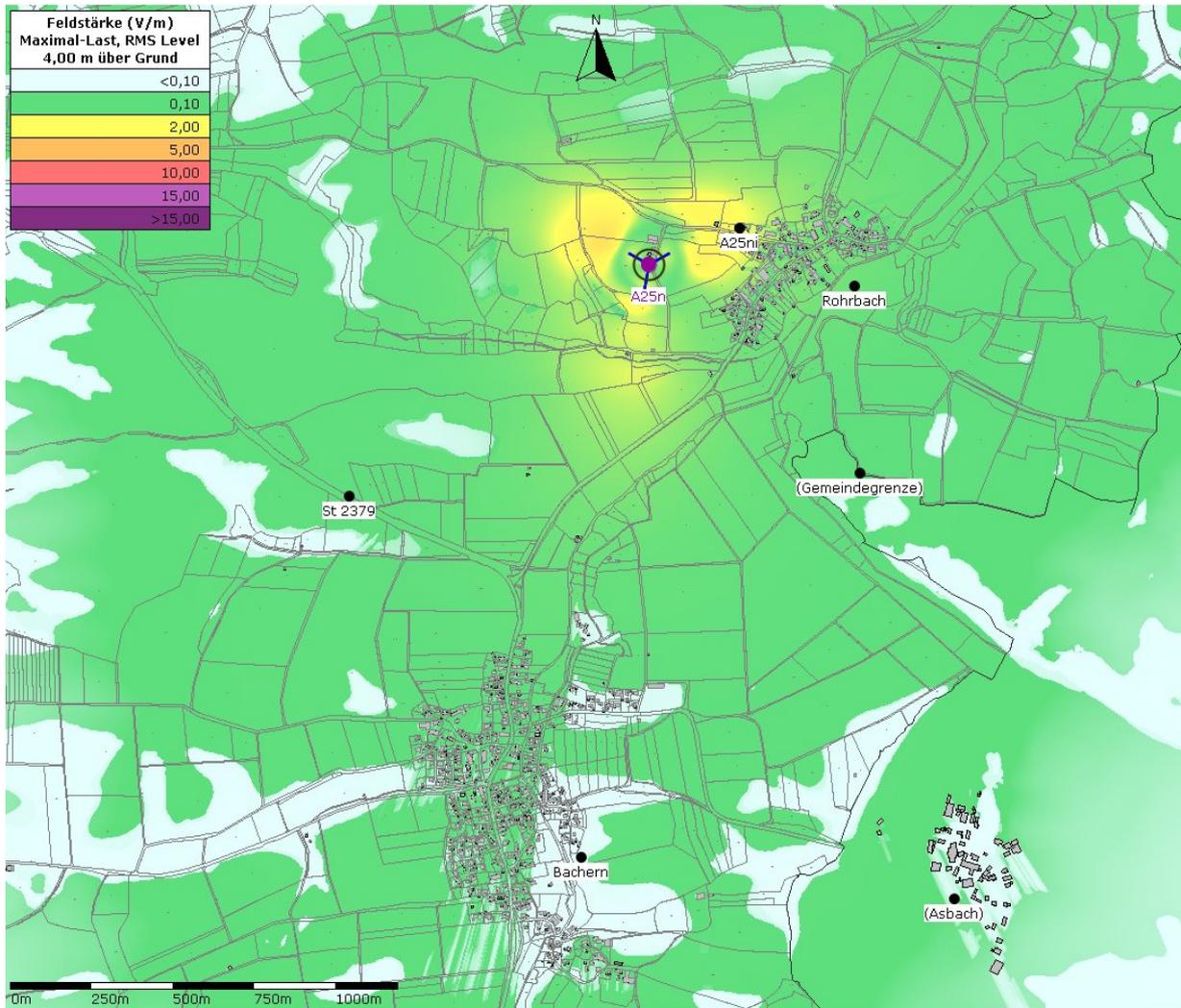
B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A32s:neutral:MB09:65	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,00 dB
* A32s:neutral:MB09:190	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A32s:neutral:MB09:300	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,00 dB
* A32s:neutral:MB21:65	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,00 dB
* A32s:neutral:MB21:190	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A32s:neutral:MB21:300	C RRZZVV-65B-R6H4	34,92 m	80,0 W	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,00 dB
* A32s:neutral:Tetra04:0	AJ 758 63 86	41,55 m	80,0 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB

Abbildung 11: Immissionsprognose zu Variante A32s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A32si: 1,0 V/m

## 5.2 Immissionsprognosen zu betreiberseitig angegebenen Konfigurationen

Im Folgenden Immissionsprognosen zu den Varianten in der betreiberseitig mitgeteilten Konfiguration.



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A25n:BOS:Tetra04:						
* A25n:Telefónica:MB07:60	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB07:190	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB07:300	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB08:60	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB08:190	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB08:300	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB09:60	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB09:190	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB09:300	R 2G2WD-21	35,00 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB18:60	R 4WC-21	34,73 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB18:190	R 4WC-21	34,73 m	160,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB18:300	R 4WC-21	34,73 m	160,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB21:60	R 4WC-21	34,73 m	20,0 W	0,00 °	8,00 °-8,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB21:190	R 4WC-21	34,73 m	20,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	2,00 dB
* A25n:Telefónica:MB21:300	R 4WC-21	34,73 m	20,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	2,00 dB

Abbildung 12: Variante A25n in der netzbetreiberseitig geplanten Konfiguration.  
 Elektrische Hauptstrahlabsenkung Telefónica: Annahme.

Prognosewert am Immissionspunkt A25ni: 2,1 V/m

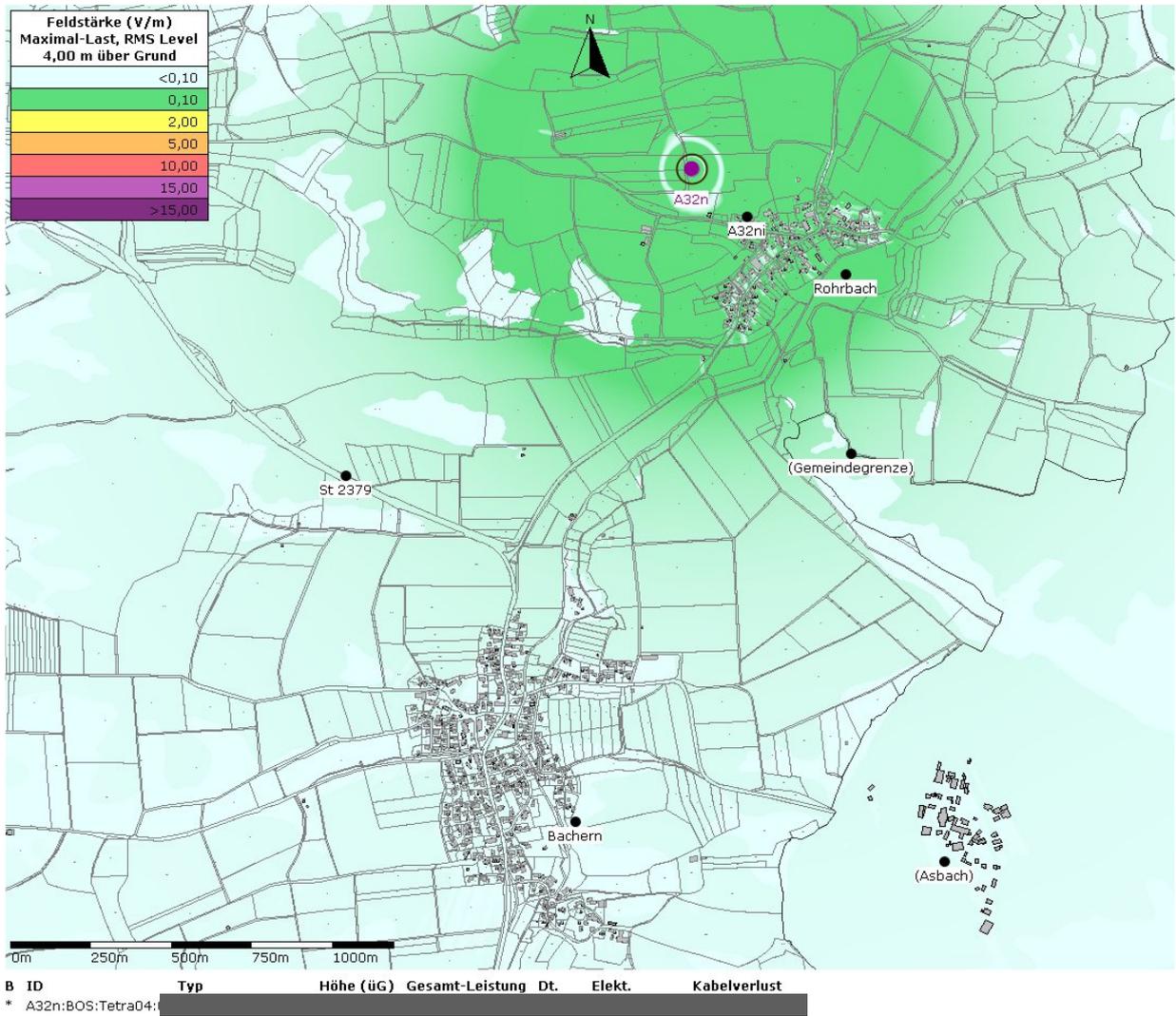


Abbildung 13: Variante A32n in der netzbetreiberseitig geplanten Konfiguration.

Prognosewert am Immissionspunkt A32ni: 0,2 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.

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

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, 21. Februar 2022

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 ermittelt<sup>3</sup>. 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 10.02 wird die Feldstärkeverteilung um die angegebenen Standortvarianten auf Basis der funktechnischen Parameter der in der jeweiligen Grafik farblich dargestellten Anlage(n), des Antennendiagramms, digitalem Kartenmaterial und dem digitalen Geländemodell<sup>4</sup> mittels Freifeldberechnung<sup>5</sup> 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 Gebäudeabschattungen<sup>6</sup> und deren teilweise Kompensation durch Beugung/Streuung werden unter Abschätzung von Gebäudehöhe und Dämpfung angedeutet.<sup>7</sup> Verhindern Bäume oder andere Objekte den Sichtkontakt in Bereichen, in denen aufgrund der Geländetopographie Sichtkontakt zur Antenne bestünde, wird die Feldstärke niedriger sein, als dargestellt<sup>8</sup>. 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

<sup>3</sup> Quelle: Mitteilung der auftraggebenden Gemeinde in Abgleich mit der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur.

<sup>4</sup> Von der Gemeinde übermitteltes digitales Geländemodell DGM25: © Landesamt für Vermessung und Geoinformation (BY) bzw. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (BW). Im Folgenden mit „Landesvermessungsamt“ bezeichnet

<sup>5</sup> 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

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> Für die Darstellung der Abschattungen wurde das auf das vom Unterzeichner dieses Berichts mitentwickelte empirische Modell "Gebäudeüberschneidung: schnittlängenabhängige Dämpfung" sowie „Längenabhängige Geländedämpfung“ gewählt

<sup>8</sup> 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) berücksichtigt<sup>9</sup>. Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der vollen Anlagenauslastung aller beantragten 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. Sofern nicht anders angegeben, werden hierfür die vom Unterzeichner des Berichts erstellten betreiberneutralen 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. Sofern Abschattungen durch Wald in grober Abschätzung berücksichtigt wurden, wird dies im Bewertungstext bzw. bei den weiteren Angaben angegeben. Im Fortgang der Planungen kann eine Anpassung der Masthöhe 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.<sup>10</sup> 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 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

<sup>9</sup> Werte für Tondachziegel (reduziert). Quelle für Dämpfungswerte von Baumaterialien: Schirmung elektromagnetischer Wellen im persönlichen Umfeld, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Januar 2008

<sup>10</sup> 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.

- 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 Nutzung<sup>11</sup> 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 belastbaren 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 29. 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. Häufig unterscheiden sich die Immissionsanteile der verschiedenen Frequenzbereiche, 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 (schmalerer 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. Die Berechnungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dort angegebenen und mit \* versehenen Funkssysteme. Im und außerhalb des Bildausschnittes können sich weitere Mobilfunkstandorte befinden, welche in den Prognoseberechnungen nur dann berücksichtigt sind, wenn die betreffenden funktchnischen 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 funktchnischen Parameter herangezogen, auch wenn einzelne Funkdienste (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 syntetisierten Hüllkurve des Strahlungsdiagramms der Antenne herangezogen, beim Index „n“ die nach Mitteilung des Netzbetreibers eingestellte bzw. zur Einstellung vorgesehene Hauptstrahlabsenkung.

<sup>11</sup> Benachbarte Gebäude mit Hausnummern in rosa bzw. rot gekennzeichneten Gebieten gem. digitaler Karte z.B. im Bayern-Atlas, Geoportal Baden-Württemberg oder WebAtlasDE, jeweils online.

- j) 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, ein<sup>12</sup>. Danach sind folgende Einflussfaktoren wesentlich:
- Abstand
  - Höhenunterschied zwischen Antenne und Immissionspunkt
  - Antennencharakteristik, Hauptstrahlneigung
  - Sendeleistung
  - Horizontale Ausrichtung der Antennen
  - Sichtbarkeit zur Sendeanlage
- k) Die Bundesnetzagentur führt die zum Angebot von Telekommunikationsdiensten gewidmeten Frequenzbereiche aufgrund der unterschiedlichen physikalisch-technischen Ausbreitungs- und Dämpfungseigenschaften der elektromagnetischen Wellen in den Kategorien „Flächenversorgung“ und „Kapazitätsversorgung“<sup>13</sup>.
- l) 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), UMTS (3G), LTE (4G) und 5G genutzt)
  - 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)

<sup>12</sup> 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

<sup>13</sup> „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.

- 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 werde 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.
- m) 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.
- n) 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 funktechnischen Parametern<sup>14</sup> 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.
- o) 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 (O<sub>2</sub>); 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

<sup>14</sup> Maximale Sendeleistung, volle Last. Bei variabler Hauptstrahlabsenkung: Absenkung in der geplanten Startkonfiguration.

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.

- p) Das Kartenmaterial<sup>15</sup> und die Luftbilder<sup>16</sup> 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.
- q) 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.
- r) Betreiberbezeichnung: Die im Prognosetool bzw. bei den Messergebnissen verwendeten Namen werden zum Zeitpunkt der Anlage der Funksysteme vergeben; in diesem Sinne ist in der Begutachtung z.B. mit E-Plus, O<sub>2</sub> (alte Bezeichnung) und Telefónica (neue Bezeichnung) bzw. mit T-Mobile und Telekom der gleiche Netzbetreiber gemeint.
- s) Bei Berechnungen zur geländebezogenen Einsehbarkeit kommen, sofern nicht anders angegeben, Abschattungen z.B. durch Bebauung oder Wald hinzu.

<sup>15</sup> © Landesvermessungsamt, sofern Lupe unten rechts eingeblendet: © openstreetmap.org. Je nach Bildausschnitt können unterschiedliche Bildquellen zusammengefügt worden sein.

<sup>16</sup> © 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 ( $\text{mW}/\text{m}^2$ ,  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ) 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 ( $\text{V}/\text{m}$ )<sup>17</sup>. 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](http://www.funktechanalyse.de/umrechnung)

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

[www.funktechanalyse.de/vorsorge](http://www.funktechanalyse.de/vorsorge)

Die Abstufung „Türkis – Grün – Gelb – Orange - Rot

– Violett“ der Feldstärke-Farbskala wurde in Anlehnung an die FEE-Immissionsdatenbank des Bayerischen Umweltministeriums (Stand 2008) sowie seither in der Begutachtung entstandene Messergebnisse so gewählt, dass das weit gefächerte Spektrum der berechneten Immissionswerte möglichst gut erkennbar und damit eine anschauliche, vergleichende Betrachtung mit typischen Belastungen möglich ist.

Die Hellblau- und Grünfärbung markiert Feldstärken, wie sie bei vergleichsweise niedrigen Messwerten auftreten, Werte um den Mittelwert/Medianwert der Messungen sind gelb markiert, Bereiche mit Orange- und Rotfärbungen liegen darüber, Violett markierte Bereiche kennzeichnen vergleichsweise hohe Befeldungen, wie sie bei Messungen selten angetroffen werden.

Frequenz-Band MHz	Grenzwert ca.	
	V/m	mW/m <sup>2</sup>
400	28	2000
800	38	4000
900	41	4500
1800	58	9000
2100	61	10000
2600	61	10000
3500	61	10000

E (V/m)	S (mW/m <sup>2</sup> )	S (μW/m <sup>2</sup> )
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	445886
61	9870	9870027

<sup>17</sup> 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 Dokumentation

Nach der Sachverständigenordnung der IHK müssen die vom Sachverständigen dargestellten Ergebnisse so begründet werden, dass sie verständlich, nachvollziehbar und nachprüfbar sind.

Die Ausgangswerte für die Immissionsprognose der jeweiligen Varianten (funktechnische Parameter) finden sich in den in den Grafiken integrierten Fußzeilen, so

- a) wird das Gutachten nachprüfbar
- b) lassen sich Verwechslungen ausschließen, da die der Berechnung zugrunde gelegten Werte vom Prognosetool beim Generieren der Grafik in diese integriert werden (Qualitätssicherung).

Da das Bayerische Landeskriminalamt die Weitergabe von übermittelten funktechnischen Informationen und Parametern eingeschränkt hat, wird von der Dokumentation der betroffenen Daten im vorliegenden Bericht abgesehen; betroffene funktechnische Parameter werden in den Fußzeilen der Prognosegrafiken grau abgedeckt.

Die Immissionsprognosen zu den seitens des Behördenfunks übermittelten Konfigurationen mit Index „n“ sind aus diesem Grund unvollständig dokumentiert und werden nur nachrichtlich dargestellt.

### 7.4 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 ist dabei in der Regel im CC)