

Immissionsgutachten

Mobilfunk in Kempten-Betzenbühl: Vergleichende Untersuchung von Standortalternativen hinsichtlich der Minimierung der Strahlenbelastung

Auftraggeber:	Stadt Kempten im Allgäu, Stadtplanungsamt, Kronenstr. 16, 87435 Kempten im Allgäu
Durchführung:	Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang:	32 Seiten
Veröffentlichung:	Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Die auszugsweise Veröffentlichung ist möglich, wenn auf eine öffentlich zugängliche Quelle der vollständigen Fassung verwiesen und die Quelle dabei angegeben wird. Andernfalls bedarf eine auszugsweise Veröffentlichung der vorherigen schriftlichen Genehmigung.

Inhalt

- 1. Allgemeine 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 nun ein Kriterium 4
- 2. Auftragstellung / Sachverhalt 4**
- 3. Lageplan zu den betrachteten Standorten und Alternativ-Varianten 5**
- 4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung 6**
 - 4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten 6
 - 4.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite 6
- 5. Immissionsprognosen 9**
 - 5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter) 9
 - 5.2 Aus Betreibersicht diskussionswürdige Varianten in geplanten Konfigurationen 18
- 6. Schlussbemerkung / weitere Angaben 25**
- 7. Anhang 26**
 - 7.1 Vorgehensweise 26
 - 7.2 Betriebsnähe von Antragsdaten 30
 - 7.3 Einheiten, Skala, Grenzwerte 30
 - 7.4 Unterlagen 32

1. Allgemeine Vorbemerkung zur Immissionsminimierung

1.1 Ausgangslage

Anlass der Begutachtung ist in der Regel betreiberseitig benannter Bedarf zum Ausbau des Netzes (Ergänzung eines bestehenden oder Bau eines neuen Standorts). 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 unter Einsatz funktechnischer Fachkenntnisse ergänzt. Dabei wird ausgehend vom betreiberseitig mitgeteilten Suchbereich mit funktechnisch relevantem Umfeld bzw. in dem zu untersuchenden Bereich 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 einen Einblick über die von den jeweiligen Varianten auf die jeweils betroffene Bebauung mit überwiegend wohnlicher Nutzung einwirkenden Immissionen.

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

1.4 Technische Abstimmung, Versorgungsgüte

Paragraph 7a der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung sichert der Kommune eine Mitwirkungsmöglichkeit bei der Standortwahl. Während der Bearbeitung des Immissionsgutachtens im dialogischen Verfahren werden die o.g. Varianten dem Betreiber/den Betreibern im Rahmen einer technischen Vorabstimmung mit der Bitte um Stellungnahme zur Eignung übermittelt. Betreiberseitige Aussagen zur funktechnischen Nicht- oder Schlechter-Eignung von Standortvarianten werden anhand hochentwickelter Funknetzplanungs-Software² überprüft. Dabei wird das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 berücksichtigt, nachdem die Kommunen u.a. zu beachten haben, dass das Gewicht des öffentlichen Interesses an einer flächendeckend angemessenen und ausreichenden Versorgung des Mobilfunks mit der in den letzten Jahren quantitativ und qualitativ erkennbaren Zunahme der Nutzung von Dienstleistungen eher noch gestiegen sei.

1.5 Immissionsminimierung nun ein Kriterium

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

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

2. Auftragstellung / Sachverhalt

Nach Mitteilung der Stadt Kempten im Allgäu plant die Telekom im Bereich Betzenbühl einen neuen Mobilfunk-Standort, da die aktuelle Versorgungsgüte nicht den Anforderungen entspreche.

Mit Schreiben vom 30.03.2017 und 28.09.2017 erteilte die Stadt Kempten im Allgäu den Auftrag, Standort-Alternativen im angegebenen Suchbereich sowie dem funktechnisch relevanten Umfeld anhand von Immissionsprognosen vergleichend zu untersuchen.

Zielsetzung der Untersuchung ist die Immissionsminimierung.

Im Dialog mit der Betreiberseite soll eine technische Vorabstimmung erfolgen.

Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

² An der ich im Rahmen meiner Forschungstätigkeit mitentwickle

3. Lageplan zu den betrachteten Standorten und Alternativ-Varianten



Abbildung 1: Lageplan zu den betrachteten Standorten mit Höhenlinien. Bunte Punkte Axy: Standortalternativen. Index s: nicht lagerelevanter Konfigurationsindex. Schwarze Punkte: Ortsbezeichnungen.

4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung

4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten

Um einen direkten Vergleich der Varianten untereinander 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 und 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 9. In den Grafiken ist auch die Lage der Immissionspunkte eingezeichnet.

Tabelle 1 liefert einen Überblick über die Prognosewerte an den dargestellten Immissionspunkten (Index i) bei Vollast in V/m in einer Höhe von 4 m über Grund. Eine Umrechnungstabelle sowie eine Grenzwerttabelle (ausklappbar) finden sich unter 7.3 auf Seite 30.

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	Prog
A20si	2,9
A21si1	1,0
A21si2	0,7
A22si	3,4
A23si1	2,0
A23si2	2,0
A24si	1,0
A25si1	1,2
A25si2	1,2
A26si1	1,0
A26si2	0,9
A27si	1,1
A28si1	2,0
A28si2	1,0

Tab. 1

4.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite

Nach Abstimmung mit der Stadtverwaltung wurden die Varianten dem Mobilfunk-Betreiber Telekom zur Vorprüfung mit der Bitte um Stellungnahme 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 Konfigurationen nach derzeitigem Planungsstand gebeten.

Nach Mitteilung der Telekom lautet das Versorgungsziel Hinterbach, Hirschdorf, Neuhaus, Heiligkreuz.

Nachfolgend tabellarisch die auf den aktuellen, abgestimmten Datenstand angepasste Bewertung der Telekom (vgl. Tabelle 2 auf folgender Seite):

Standort	Höhe	Prio	Bewertung Telekom
A20s	25	Keine	Standort passt nicht in Telekom-Netzstruktur
A21s	30	5	Standort passt gerade so in Telekom-Netzstruktur; Keine optimale Versorgung für Neuhausen/Heiligkreuz
A22s	12	6	Standort passt gerade so in Telekom-Netzstruktur; Keine optimale Versorgung für Neuhausen/Heiligkreuz
A23s	25	4	Standort passt gerade so in Telekom-Netzstruktur; Versorgungsziele können gerade so erreicht werden; 3. Sektor mit HSR 280° ist aufgrund des ansteigenden Geländes nicht sinnvoll; Statik des Strommasts? -> Notwendige Ertüchtigung meistens sehr teuer
A24s	30	1	Standort passt in Telekom-Netzstruktur; Versorgungsziele können optimal erreicht werden; Masthöhe abhängig vom südlichen Baumbestand
A25s	25	4	Standort passt gerade so in Telekom-Netzstruktur; Versorgungsziele können gerade so erreicht werden; 3. Sektor mit HSR 280° ist aufgrund des ansteigenden Geländes nicht sinnvoll; Statik des Strommasts? -> Notwendige Ertüchtigung meistens sehr teuer
A26s	30	Keine	Keine optimale Versorgung nach Norden, da der Standort nicht über den "Betzenbühl" kommt -> Mast bei A24s direkt an Hangkante
A27s	35	2	Standort passt in Telekom-Netzstruktur; Versorgungsziele können erreicht werden; Masthöhe abhängig vom Baumbestand
A28s	30	3	Standort passt gerade so in Telekom-Netzstruktur; Versorgungsziele können erreicht werden, wobei der nördliche Versorgungsbereich (Rappenscheuchen, Ellatsberg, Bezachmühle) nicht erreicht wird (wegen Topographie); Masthöhe abhängig vom Baumbestand

Tabelle 2: Standortbewertung der Telekom mit Höhen in m über Grund und Priorisierung

Ergänzt wurden die Aussagen in Tabelle 2 von der Telekom dahingehend, dass man sich, wenn A24 nicht zur Verfügung stehe, auch eine 2-Standortlösung A23 und A22 vorstellen könne.

Die Prognosegrafiken (Immission) unter Berücksichtigung der betreiberseitigen Planungsdaten finden sich unter 5.2 ab Seite 18. In den Grafiken ist auch die Lage der Immissionspunkte eingezeichnet.

Tabelle 3 liefert einen Überblick über die Prognosewerte an den Immissionspunkten zu den betreiberseitig als diskussionswürdig erachteten Varianten bei voller Last in V/m.

Nach Mitteilung der Telekom vom 09.08.2017 liegen die zur Einstellung vorgesehenen Wirkleistungen mit ca. 40 W pro Frequenzband bei ca. 20 % bis ca. 60 % der zur Beantragung bei der Bundesnetzagentur vorgesehenen Leistungen. Feldstärkebezogen würden die Immissionen in überschlägiger Abschätzung dabei etwa auf die Hälfte der angegebenen Prognosewerte absinken.³

Name	Prog
A21ni1	1,6
A21ni2	1,1
A22ni	4,5
A23ni	2,8
A24ni	1,2
A25ni1	1,8
A25ni2	1,4
A27ni	1,9
A28ni	2,3

Tab. 3

³ Abhängig vom Anteil der genutzten Frequenzbänder, der jeweils zur Beantragung vorgesehenen Leistungen und den auch frequenzabhängigen räumlichen Signalverteilungen ist je nach Standortvariante und betrachtetem räumlichen Bereich von Abweichungen nach unten und nach oben auszugehen.

Gutachterliche Stellungnahme

Die Varianten wurden mit der Prognosesoftware überprüft, vgl. d) und f) auf den Seiten 27 und 28.

Die seitens der Telekom dargestellten funktechnischen Argumente zur weniger guten Eignung bzw. Nichteignung der betreiberseitig nicht favorisierten Varianten erscheinen plausibel. Ggf. können bei Bedarf auch andere Zwei-Standort-Kombinationen in die Diskussion eingebracht werden.

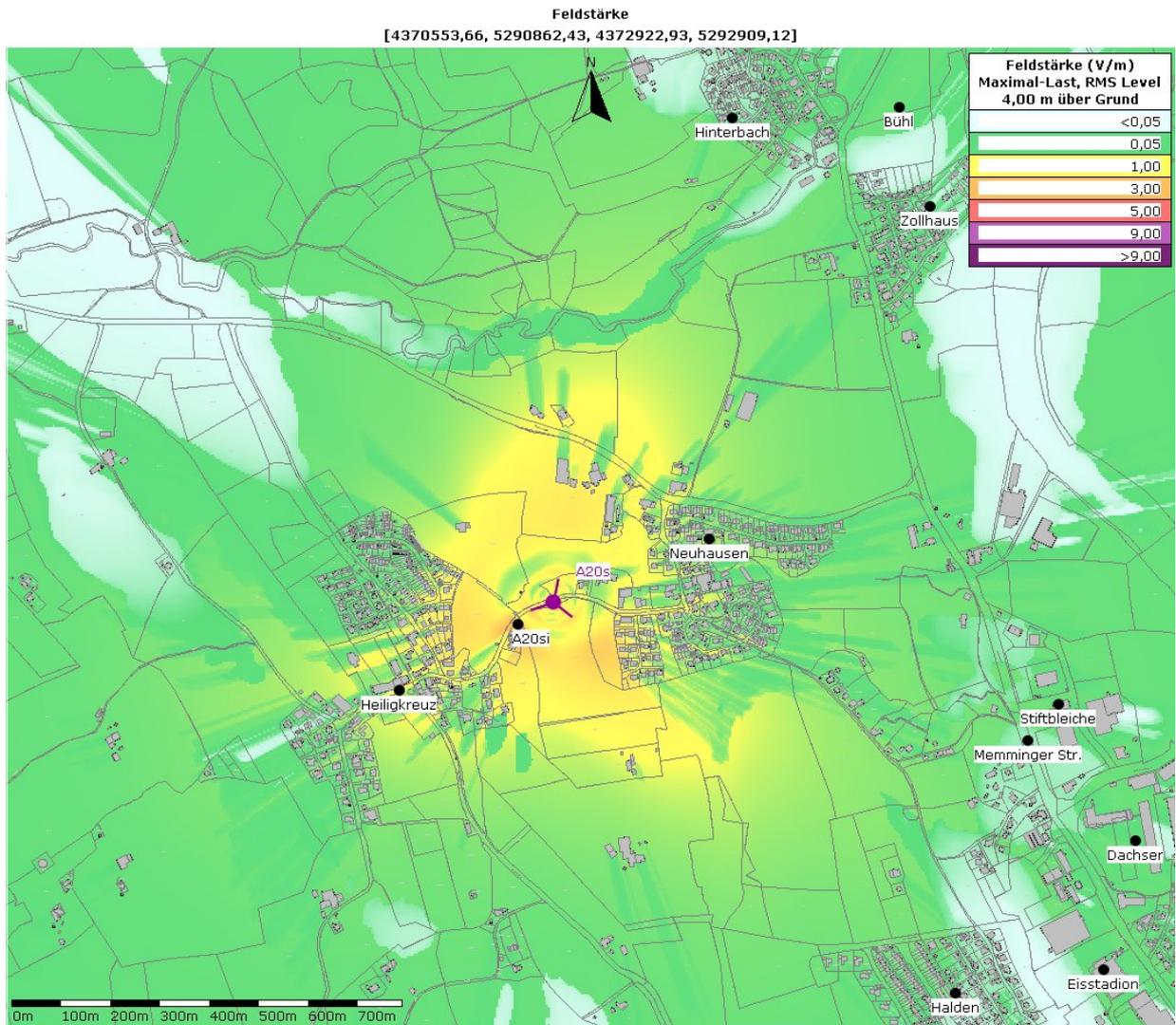
Zu Standorten auf Gebäudedächern:

Die Telekom übermittelte Planungsdaten für Dachkonfigurationen mit Masthöhen zumeist bis 10 m über Firsthöhe der Gebäude. Erfahrungsgemäß können solch große Höhen real aber nur teilweise erreicht werden. Aussagen zu Immissionen in näher benachbarten, höher gelegenen Bereichen haben angesichts des frühen Planungsstands besonders auch hinsichtlich der Fragestellung, ob und in welchem Umfang Nachbargebäude vom Hauptstrahl erfasst werden, noch Entwurfscharakter, vgl. k) auf Seite 29 und e) auf Seite 27.

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. i) und j) ab Seite 29.

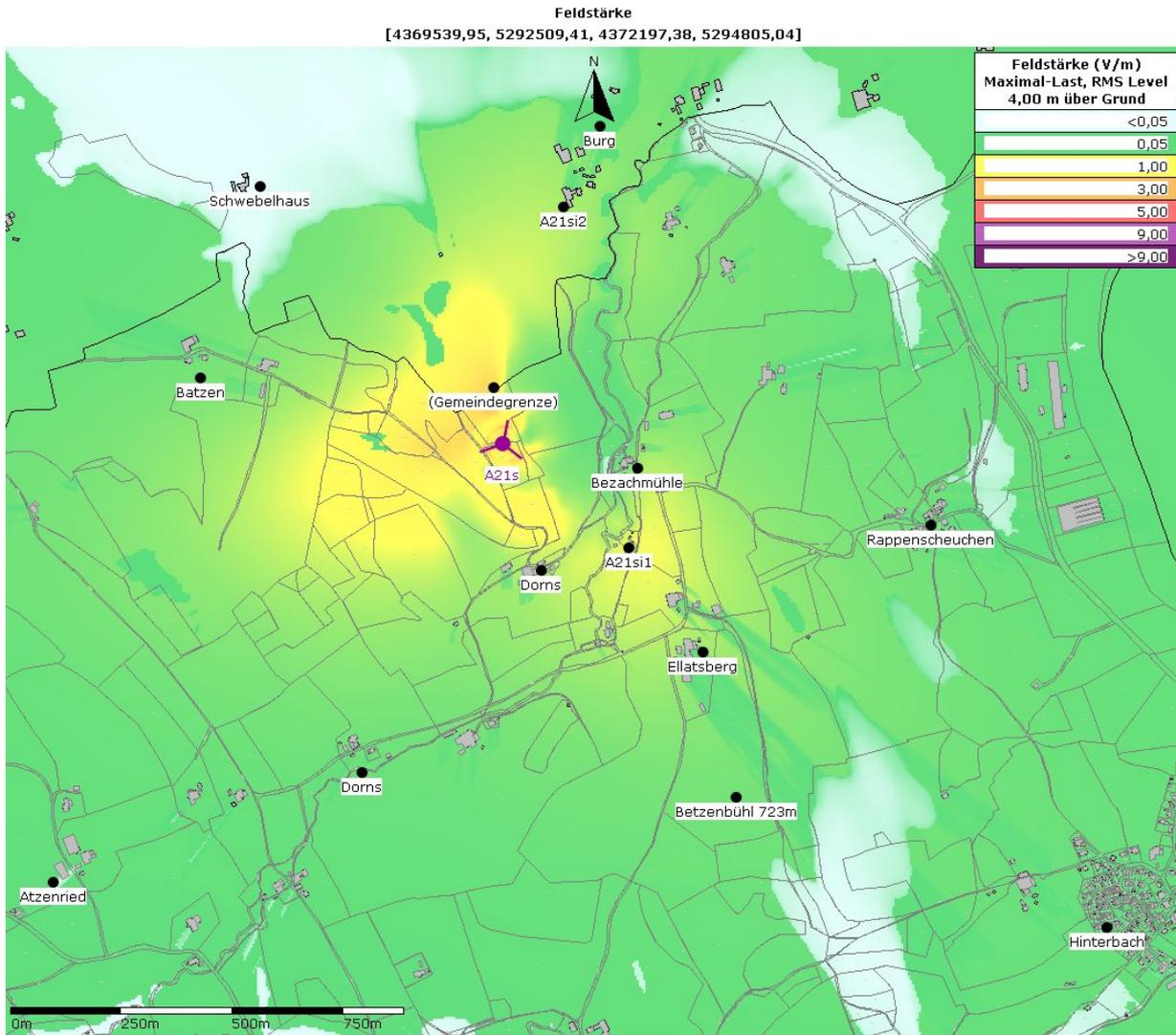


B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A20s:unbekannt:MB09:10	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A20s:unbekannt:MB09:130	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A20s:unbekannt:MB09:250	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A20s:unbekannt:LTE18:10	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A20s:unbekannt:LTE18:130	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A20s:unbekannt:LTE18:250	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB

Abbildung 2: Immissionsprognose zu A20s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

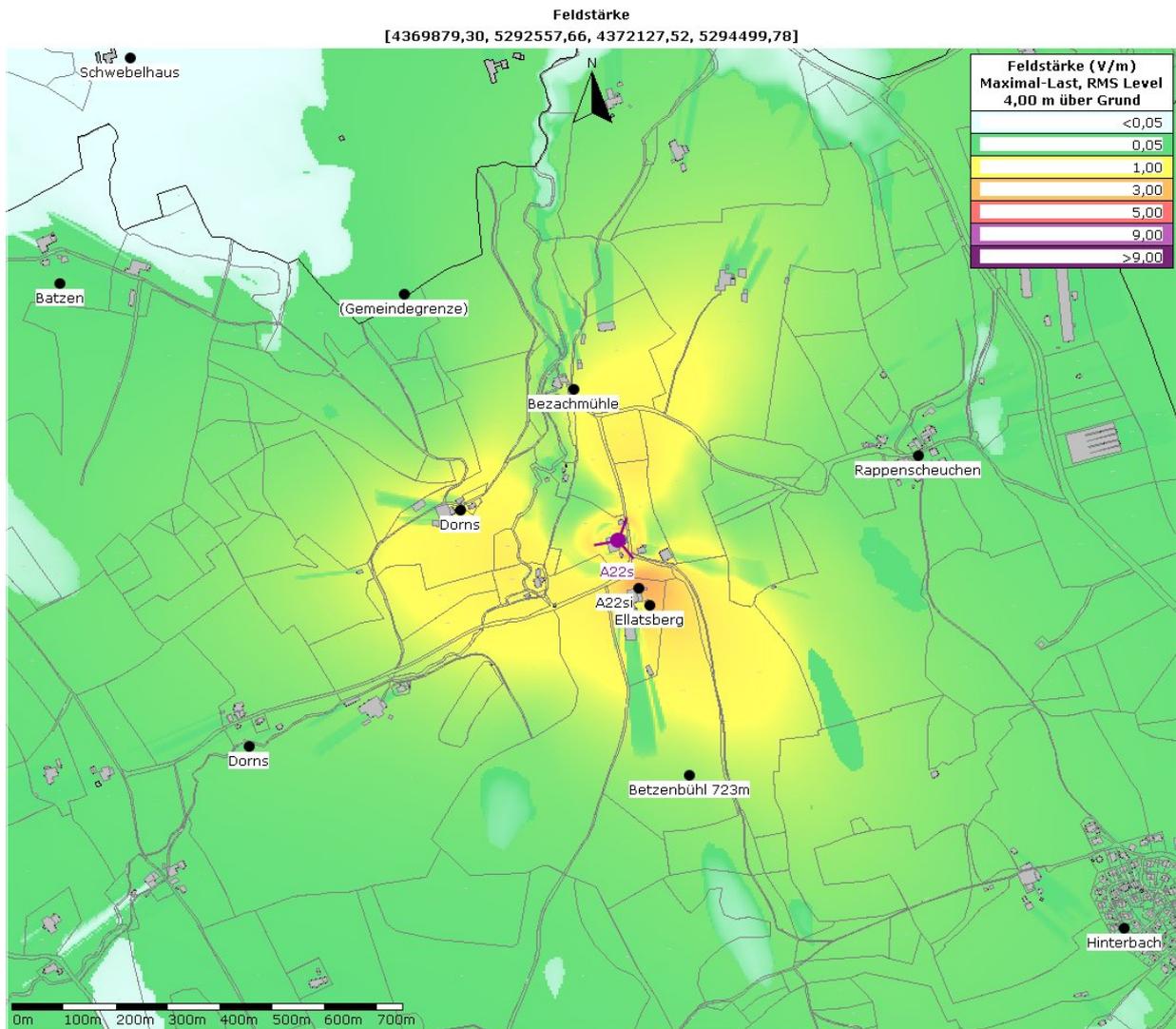
Prognosewert am Immissionspunkt A20si: 2,9 V/m

Ermittlung der Lage der Immissionspunkte: vgl. e) auf Seite 27.



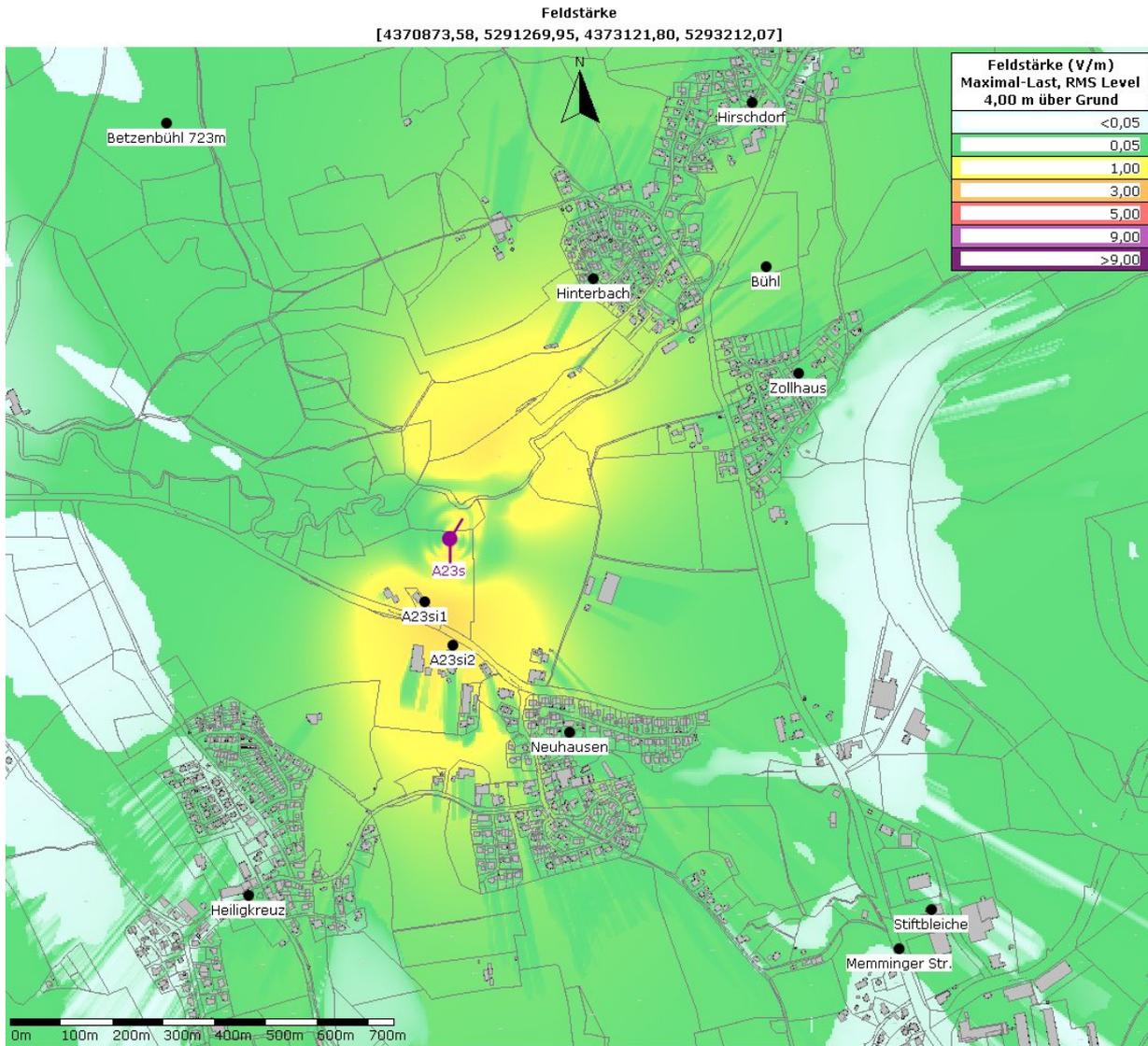
B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A21s:unbekannt:MB09:10	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A21s:unbekannt:MB09:130	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A21s:unbekannt:MB09:250	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A21s:unbekannt:LTE18:10	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A21s:unbekannt:LTE18:130	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A21s:unbekannt:LTE18:250	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 3: Immissionsprognose zu A21s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).
 Prognosewert am Immissionspunkt
 A21si1: 1,0 V/m
 A21si2: 0,7 V/m



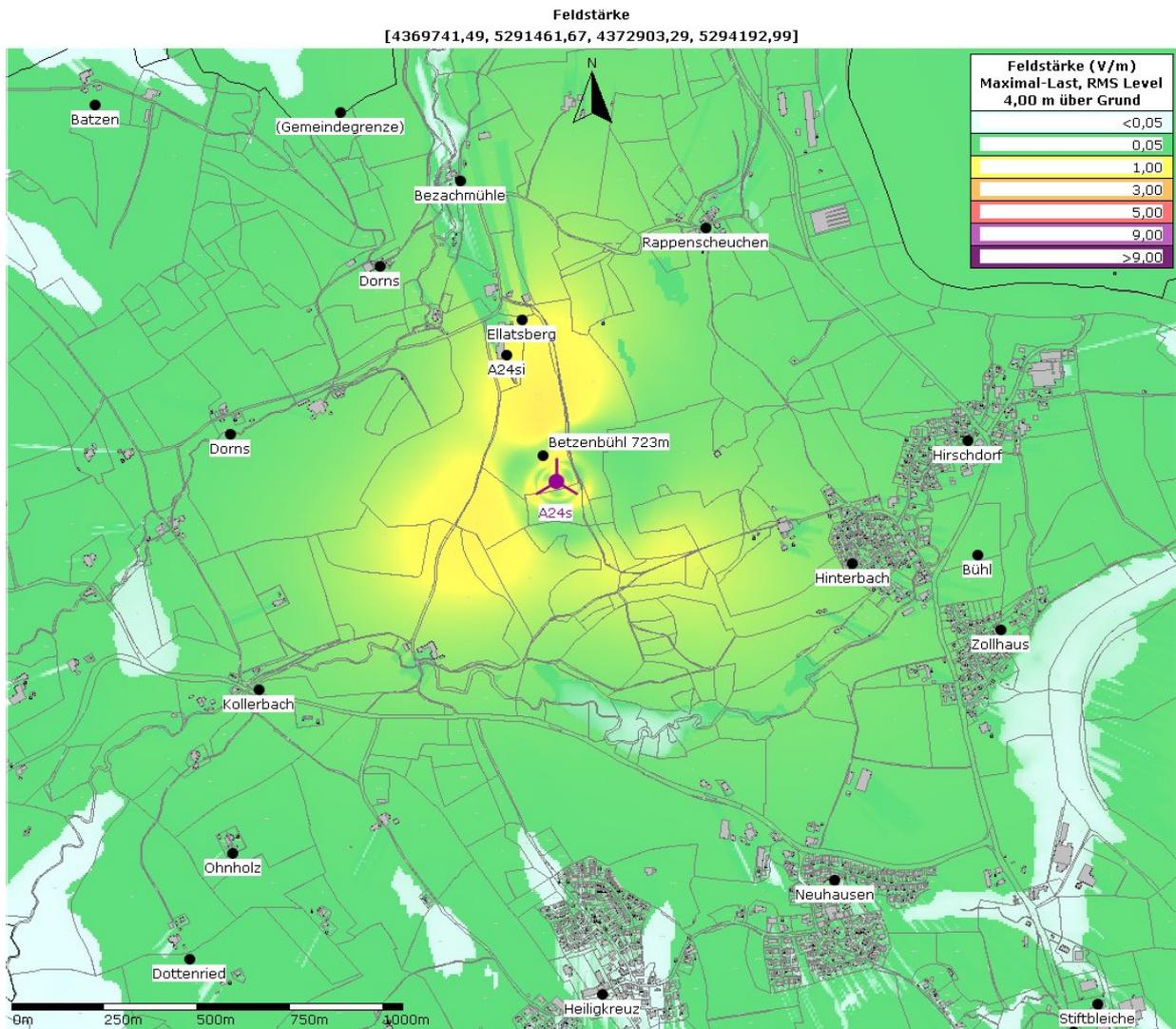
B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A22s:unbekannt:MB09:20	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A22s:unbekannt:MB09:140	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A22s:unbekannt:MB09:260	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A22s:unbekannt:LTE18:20	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A22s:unbekannt:LTE18:140	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A22s:unbekannt:LTE18:260	H APE4518R14v06	19,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 4: Immissionsprognose zu A22s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).
 Prognosewert am Immissionspunkt A22si: 3,4 V/m



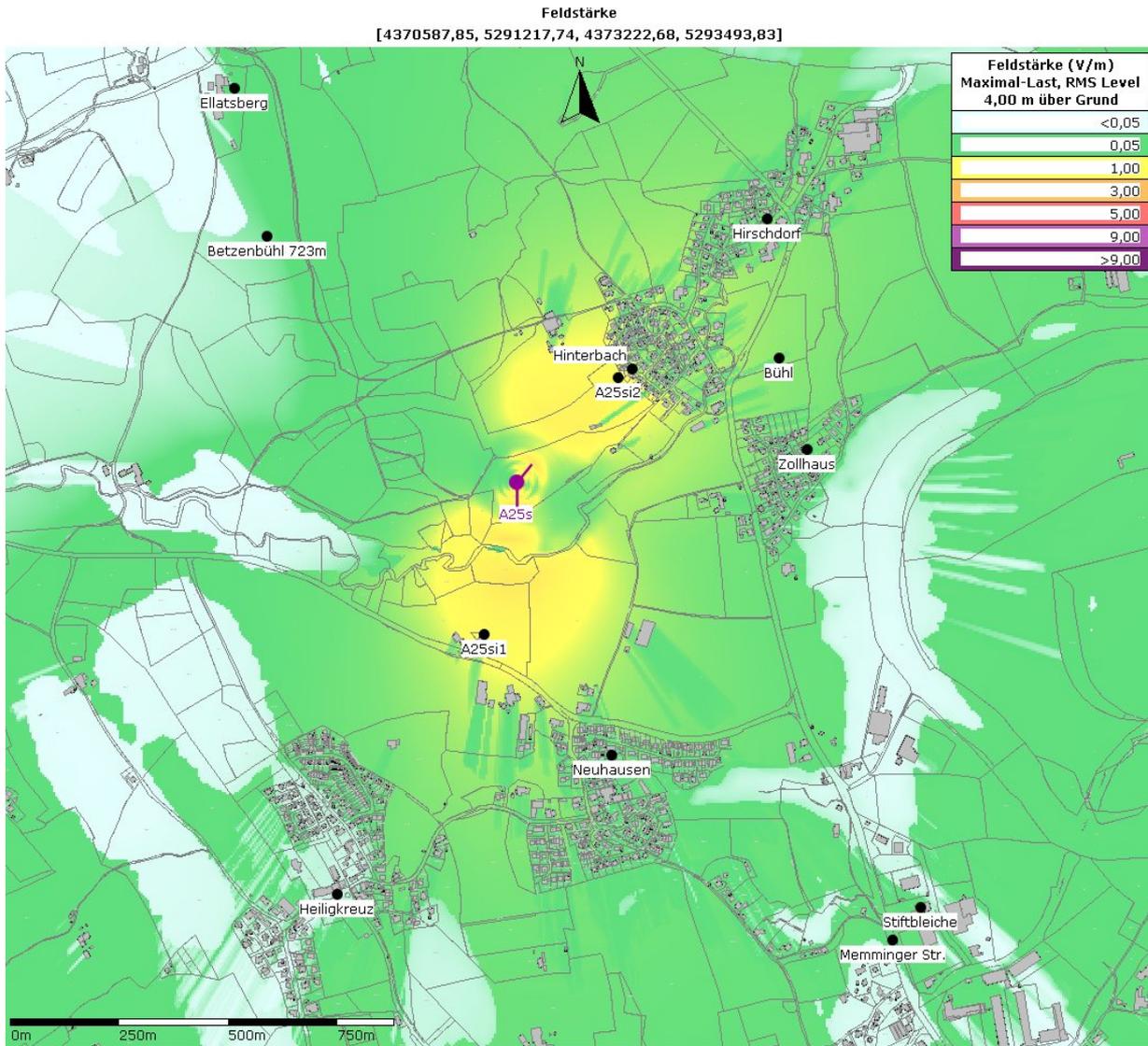
B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A23s:unbekannt:MB09:30	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A23s:unbekannt:MB09:180	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A23s:unbekannt:LTE18:30	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A23s:unbekannt:LTE18:180	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 5: Immissionsprognose zu A23s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).
 Prognosewert am Immissionspunkt A23si1 und A23si2: 2,0 V/m



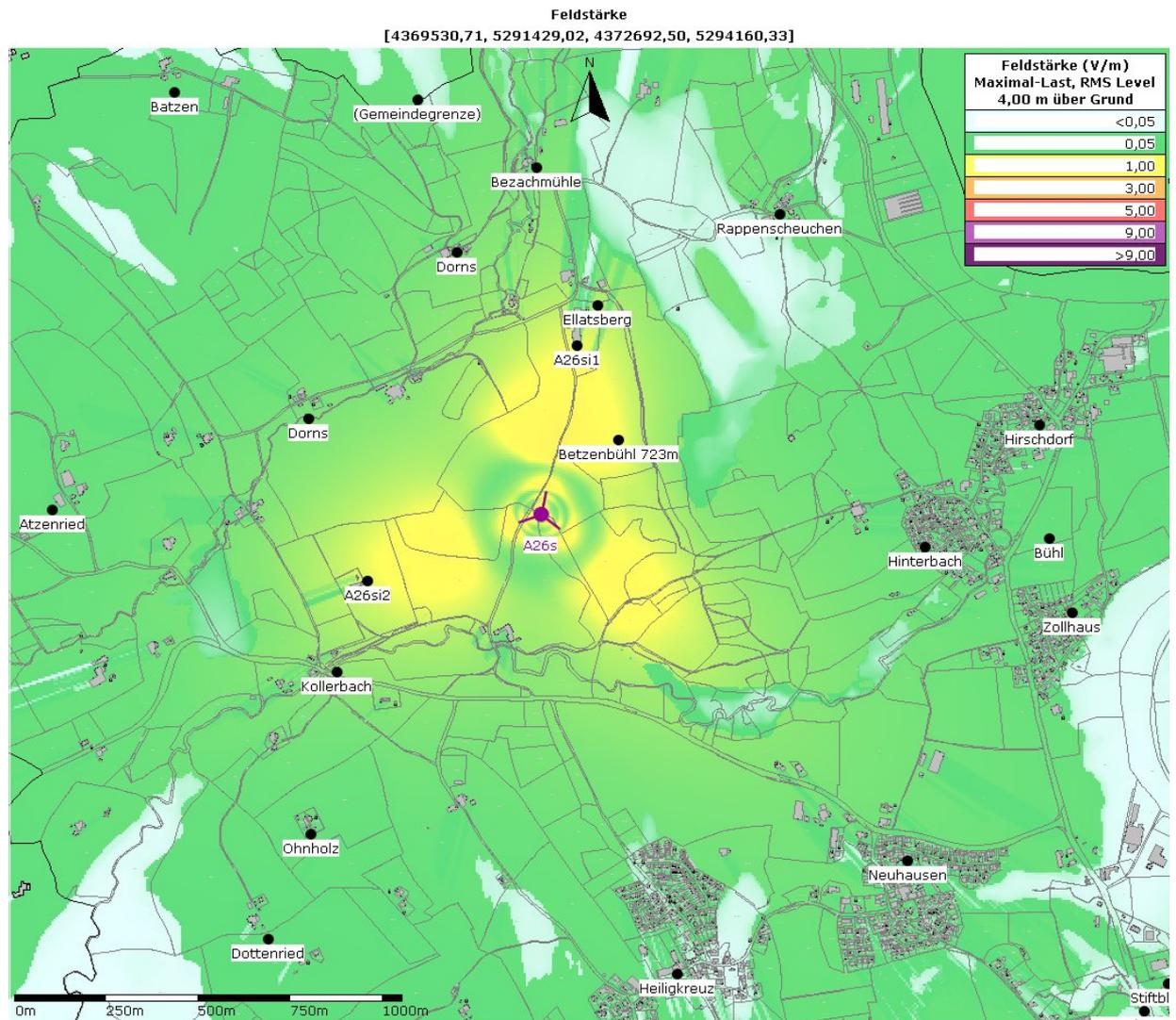
B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A24s:unbekannt:MB09:0	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB
*	A24s:unbekannt:MB09:120	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB
*	A24s:unbekannt:MB09:240	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB
*	A24s:unbekannt:LTE18:0	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB
*	A24s:unbekannt:LTE18:120	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB
*	A24s:unbekannt:LTE18:240	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB

Abbildung 6: Immissionsprognose zu A24s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).
 Prognosewert am Immissionspunkt A24si: 1,0 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A25s:unbekannt:MB09:40	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A25s:unbekannt:MB09:180	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A25s:unbekannt:LTE18:40	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A25s:unbekannt:LTE18:180	H APE4518R14v06	24,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 7: Immissionsprognose zu A25s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).
 Prognosewert am Immissionspunkt A25si1 und A25si2: 1,2 V/m



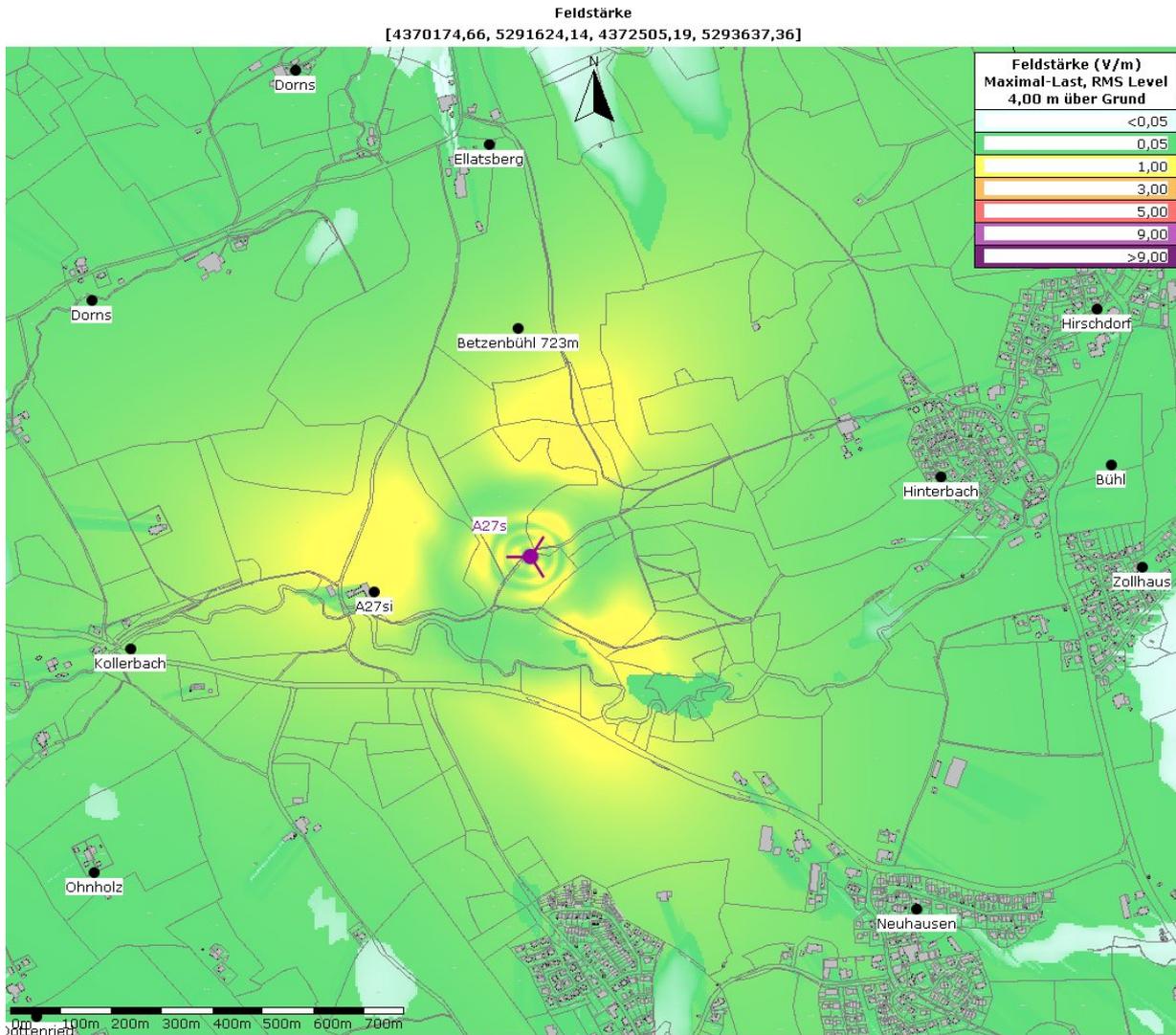
B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A26s:unbekannt:MB09:10	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A26s:unbekannt:MB09:130	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A26s:unbekannt:MB09:250	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A26s:unbekannt:LTE18:10	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB
* A26s:unbekannt:LTE18:130	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB
* A26s:unbekannt:LTE18:250	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB

Abbildung 8: Immissionsprognose zu A26s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt

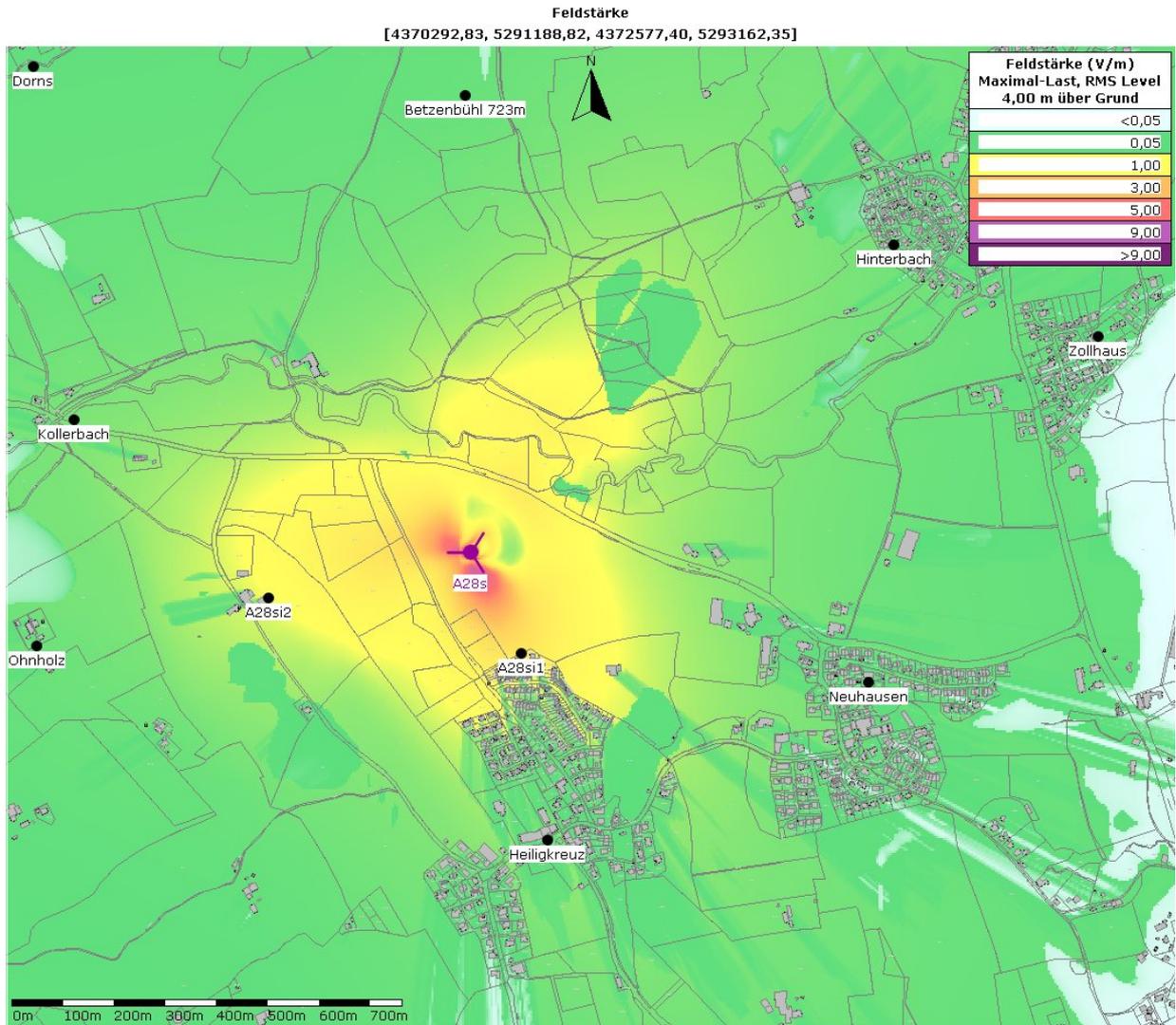
A26si1: 1,0 V/m

A26si2: 0,9 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A27s:unbekannt:MB09:30	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A27s:unbekannt:MB09:150	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A27s:unbekannt:MB09:270	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A27s:unbekannt:LTE18:30	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A27s:unbekannt:LTE18:150	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A27s:unbekannt:LTE18:270	H APE4518R14v06	34,00 m	80,0 W	4	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB

Abbildung 9: Immissionsprognose zu A27s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).
 Prognosewert am Immissionspunkt A27si: 1,1 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A28s:unbekannt:MB09:30	H APE4518R14v06	9,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A28s:unbekannt:MB09:150	H APE4518R14v06	9,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A28s:unbekannt:MB09:270	H APE4518R14v06	9,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A28s:unbekannt:LTE18:30	H APE4518R14v06	9,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A28s:unbekannt:LTE18:150	H APE4518R14v06	9,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A28s:unbekannt:LTE18:270	H APE4518R14v06	9,00 m	80,0 W	4	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB

Abbildung 10: Immissionsprognose zu A28s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

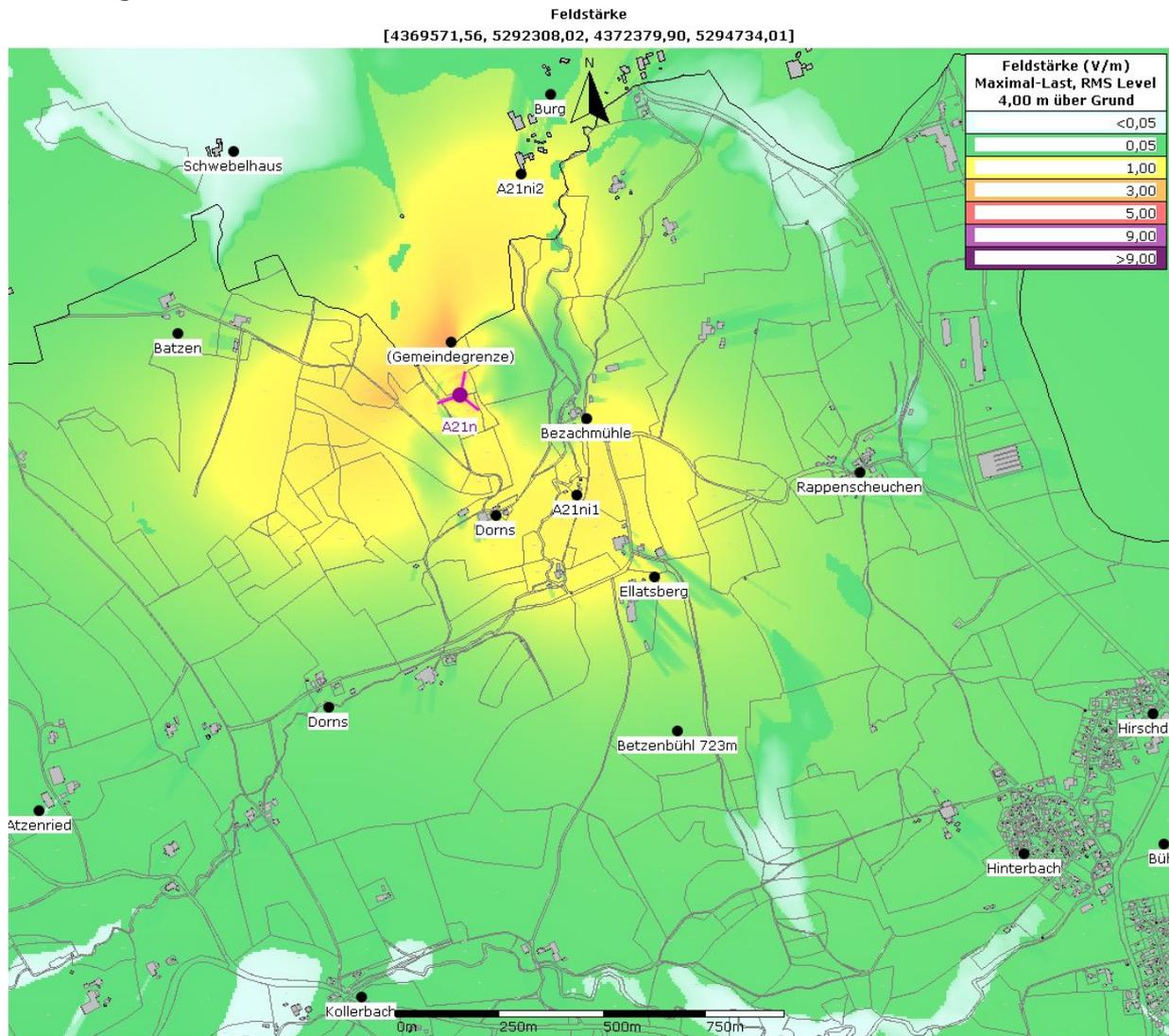
Prognosewert am Immissionspunkt

A28si1: 2,0 V/m

A28si2: 1,0 V/m

5.2 Aus Betreibersicht diskussionswürdige Varianten in geplanten Konfigurationen

Im Folgenden Immissionsprognosen zu den Varianten, die von Betreiberseite als für die weitere Konsenssuche diskussionswürdig eingeschätzt werden in der betreiberseitig mitgeteilten Konfiguration.



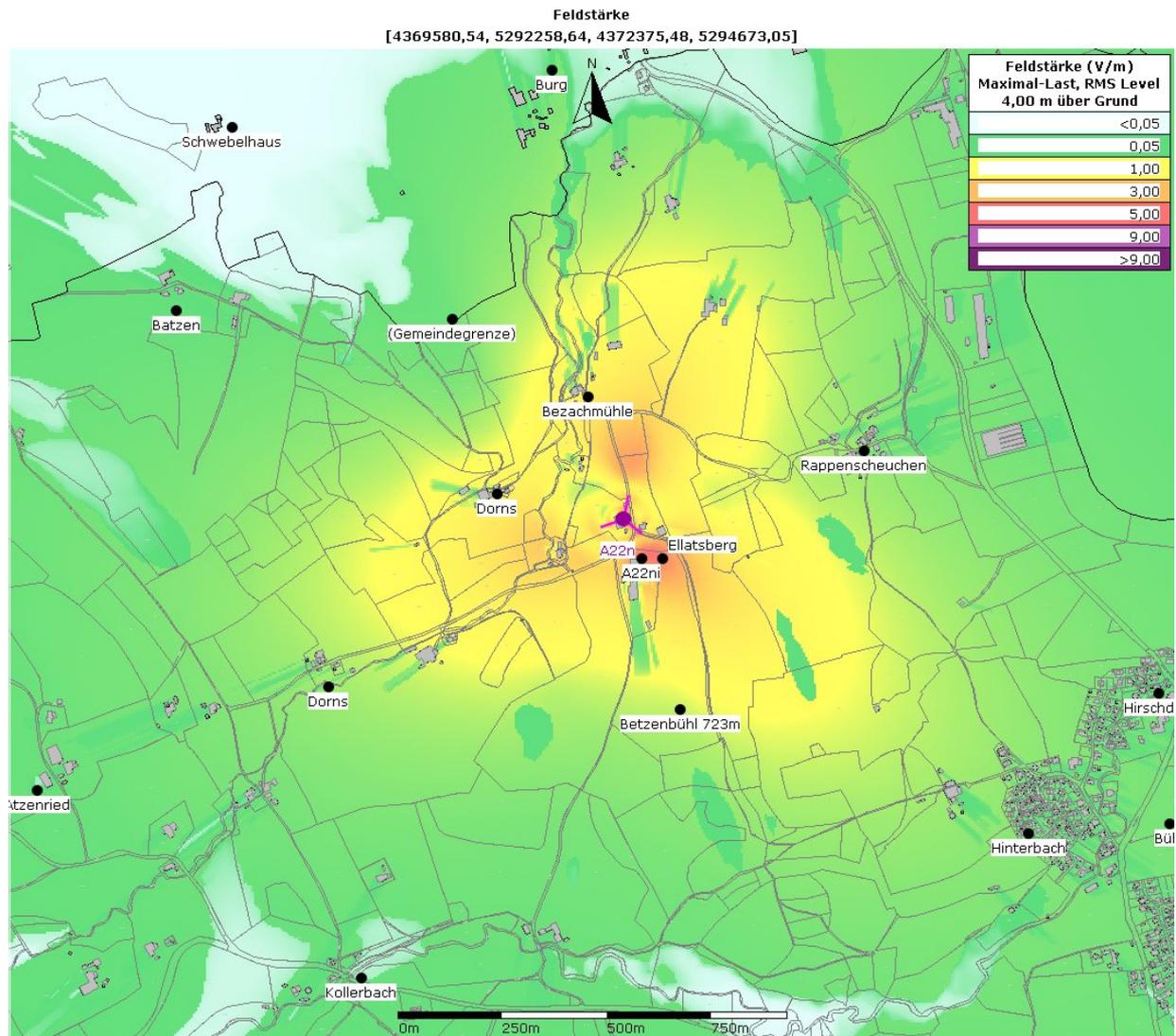
B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A21n:Telekom:MB09:10	H APE4518R14v06	29,00 m	125,0 W	1	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
* A21n:Telekom:MB09:130	H APE4518R14v06	29,00 m	125,0 W	1	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A21n:Telekom:MB09:250	H APE4518R14v06	29,00 m	125,0 W	1	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,20 dB
* A21n:Telekom:LTE08:10	H ADU4518R7v06	29,04 m	60,0 W	2	0,00 °	9,00 °-9,00 °	0,20 dB
* A21n:Telekom:LTE08:130	H ADU4518R7v06	29,04 m	60,0 W	2	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,20 dB
* A21n:Telekom:LTE08:250	H ADU4518R7v06	29,04 m	60,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A21n:Telekom:LTE18:10	H APE4518R14v06	29,00 m	200,0 W	4	0,00 °	9,00 °-9,00 °	0,20 dB
* A21n:Telekom:LTE18:130	H APE4518R14v06	29,00 m	200,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
* A21n:Telekom:LTE18:250	H APE4518R14v06	29,00 m	200,0 W	4	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,20 dB

Abbildung 11: Immissionsprognose zu A21n in betreiberseitig geplanter Konfiguration (MB09, LTE-800 und LTE-1800).

Prognosewert am Immissionspunkt

A21ni1: 1,6 V/m

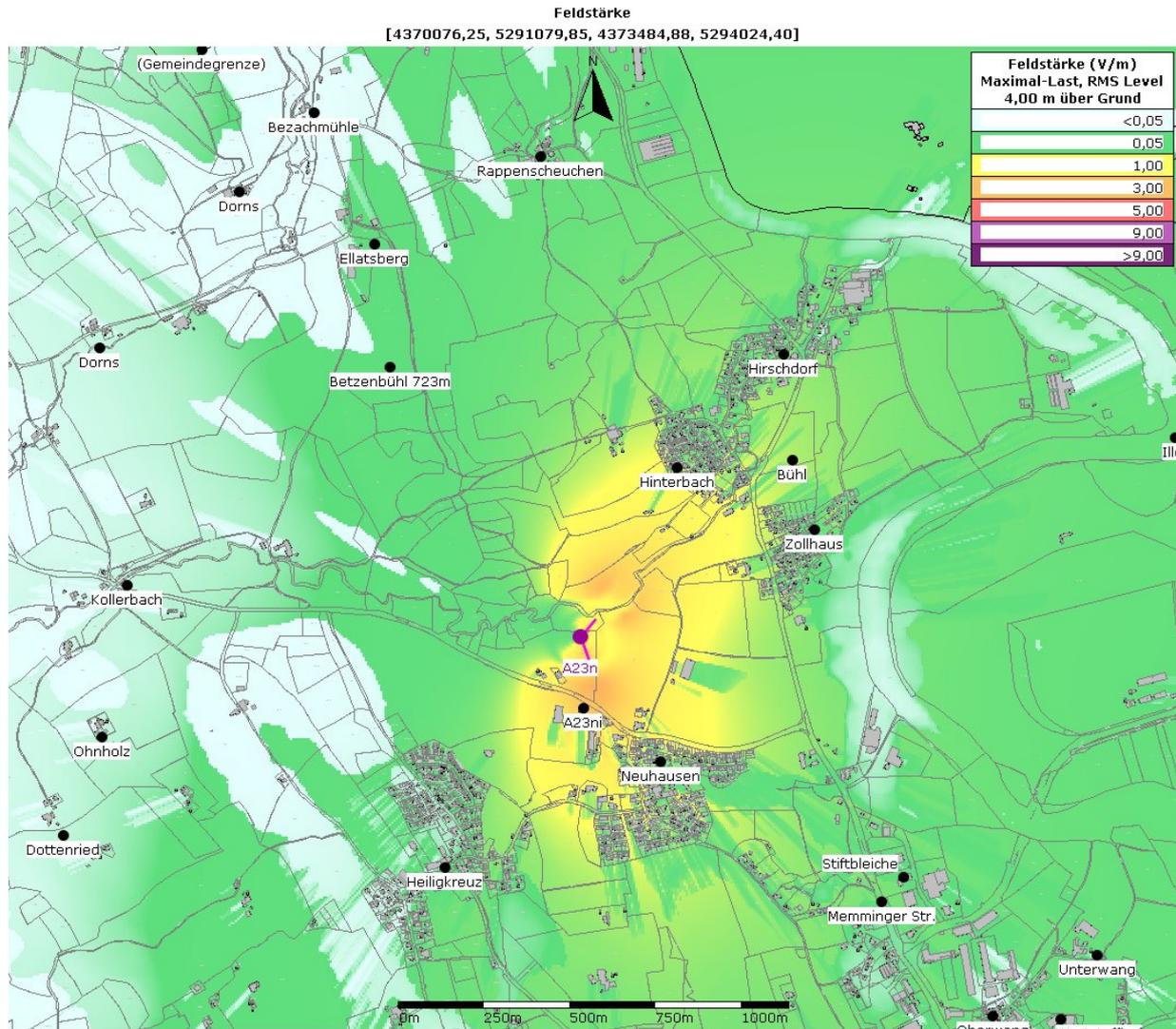
A21ni2: 1,1 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A22n:Telekom:MB09:10	H APE4518R14v06	21,00 m	215,0 W	1	0,00 °	5,00 °-5,00 °	1,00 dB
* A22n:Telekom:MB09:130	H APE4518R14v06	21,00 m	215,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,00 dB
* A22n:Telekom:MB09:250	H APE4518R14v06	21,00 m	215,0 W	1	0,00 °	2,00 °-2,00 °	1,00 dB
* A22n:Telekom:LTE08:10	H APE4518R14v06	21,00 m	102,0 W	2	0,00 °	7,00 °-7,00 °	1,00 dB
* A22n:Telekom:LTE08:130	H APE4518R14v06	21,00 m	102,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	1,00 dB
* A22n:Telekom:LTE08:250	H APE4518R14v06	21,00 m	102,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,00 dB
* A22n:Telekom:LTE18:10	H APE4518R14v06	21,00 m	166,0 W	4	0,00 °	7,00 °-7,00 °	1,00 dB
* A22n:Telekom:LTE18:130	H APE4518R14v06	21,00 m	166,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	1,00 dB
* A22n:Telekom:LTE18:250	H APE4518R14v06	21,00 m	166,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	1,00 dB

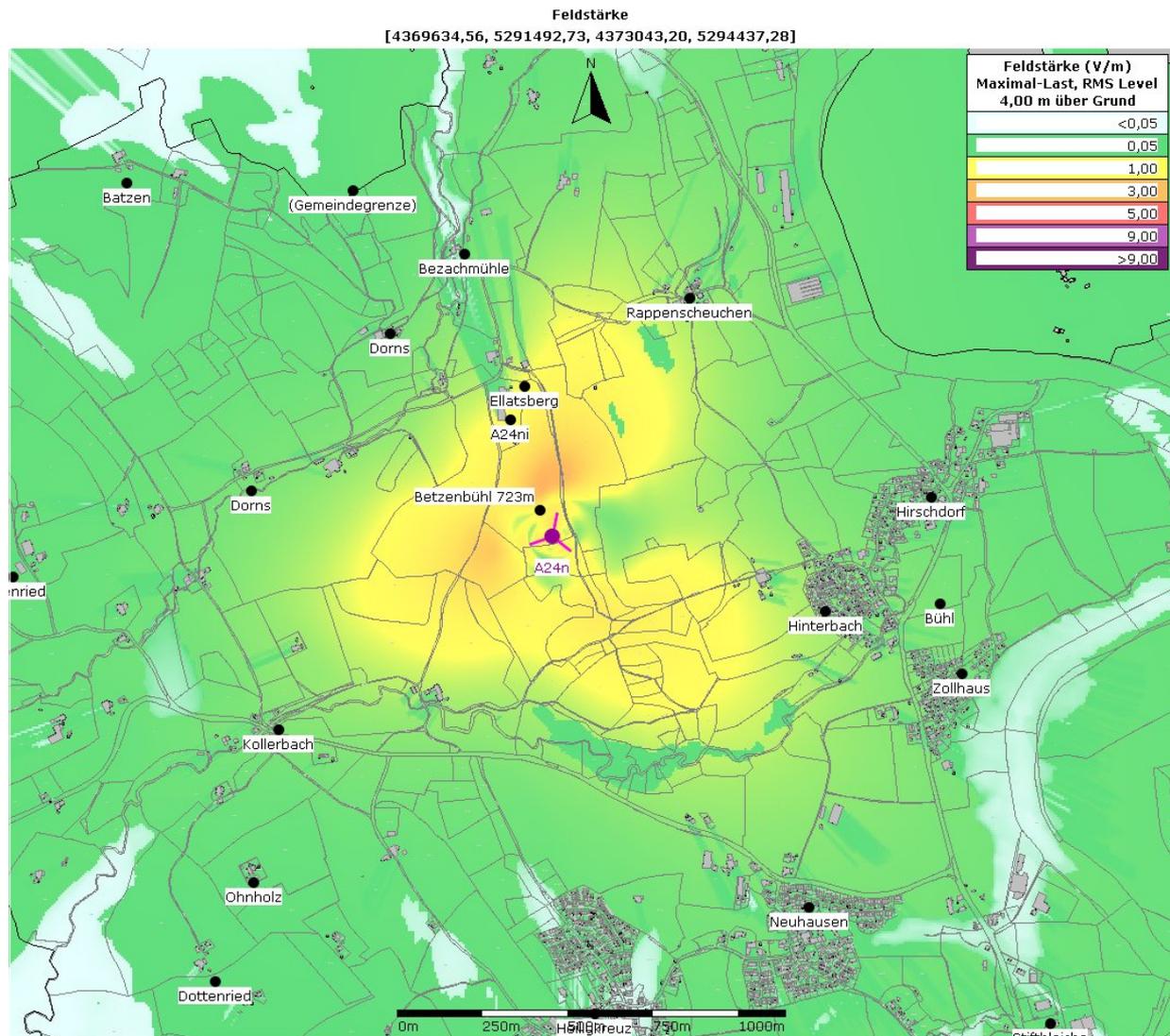
Abbildung 12: Immissionsprognose zu A22n in betreiberseitig geplanter Konfiguration (MB09, LTE-800 und LTE-1800).

Prognosewert am Immissionspunkt A22ni: 4,5 V/m



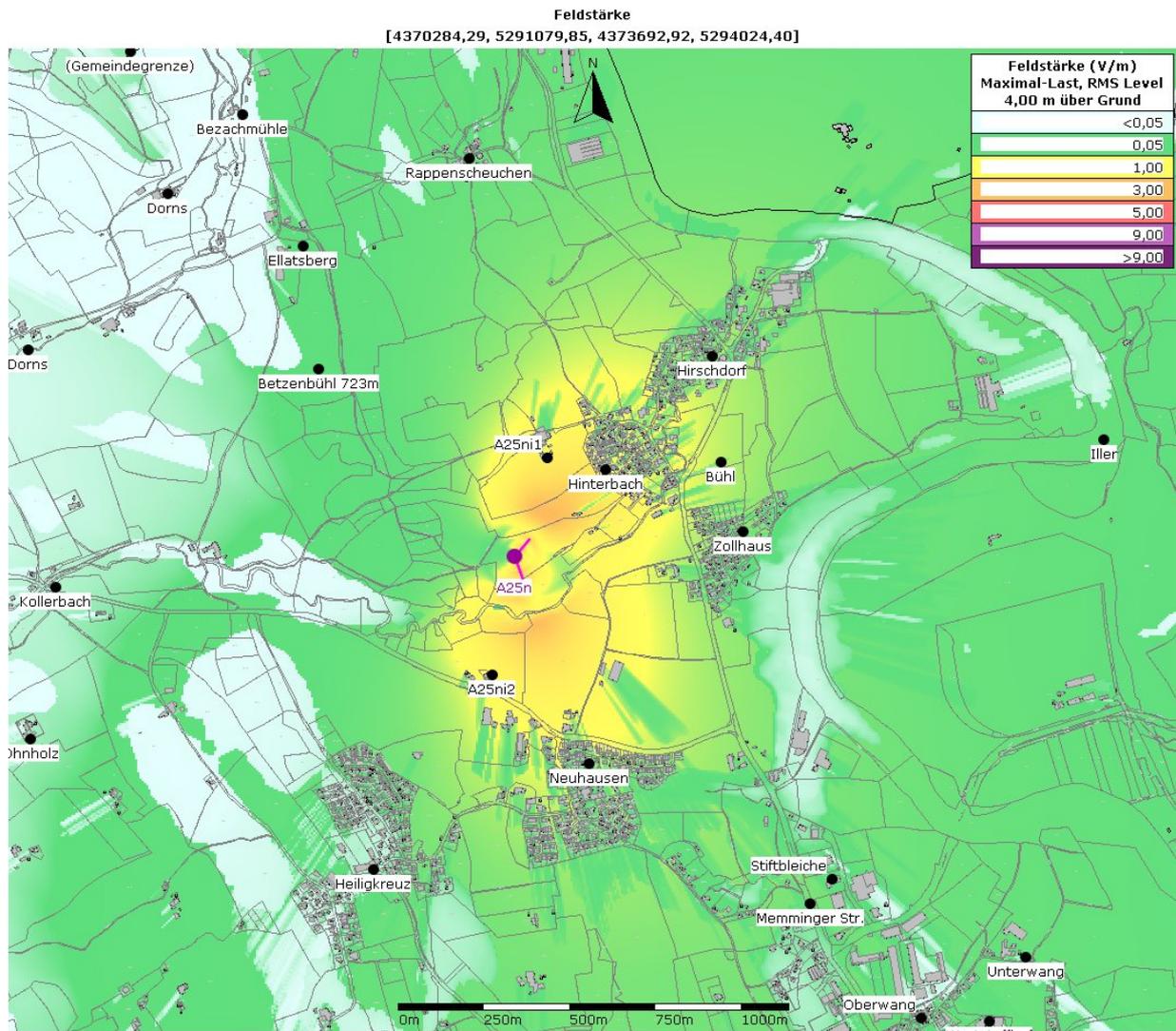
B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A23n:Telekom:MB09:40	H APE4518R14v06	24,00 m	125,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
* A23n:Telekom:MB09:160	H APE4518R14v06	24,00 m	125,0 W	1	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,20 dB
* A23n:Telekom:LTE08:40	H APE4518R14v06	24,00 m	60,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
* A23n:Telekom:LTE08:160	H APE4518R14v06	24,00 m	60,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A23n:Telekom:LTE18:40	H APE4518R14v06	24,00 m	200,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
* A23n:Telekom:LTE18:160	H APE4518R14v06	24,00 m	200,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB

Abbildung 13: Immissionsprognose zu A23n in betreiberseitig geplanter Konfiguration (MB09, LTE-800 und LTE-1800).
 Prognosewert am Immissionspunkt A23ni: 2,8 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A24n:Telekom:MB09:10	H APE4518R14v06	29,00 m	125,0 W	1	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
* A24n:Telekom:MB09:130	H APE4518R14v06	29,00 m	125,0 W	1	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A24n:Telekom:MB09:250	H APE4518R14v06	29,00 m	125,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
* A24n:Telekom:LTE08:10	H ADU4518R7v06	29,04 m	60,0 W	2	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,20 dB
* A24n:Telekom:LTE08:130	H ADU4518R7v06	29,04 m	60,0 W	2	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,20 dB
* A24n:Telekom:LTE08:250	H ADU4518R7v06	29,04 m	60,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A24n:Telekom:LTE18:10	H APE4518R14v06	29,00 m	200,0 W	4	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,20 dB
* A24n:Telekom:LTE18:130	H APE4518R14v06	29,00 m	200,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
* A24n:Telekom:LTE18:250	H APE4518R14v06	29,00 m	200,0 W	4	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,20 dB

Abbildung 14: Immissionsprognose zu A24n in betreiberseitig geplanter Konfiguration (MB09, LTE-800 und LTE-1800).
 Prognosewert am Immissionspunkt A24ni: 1,2 V/m



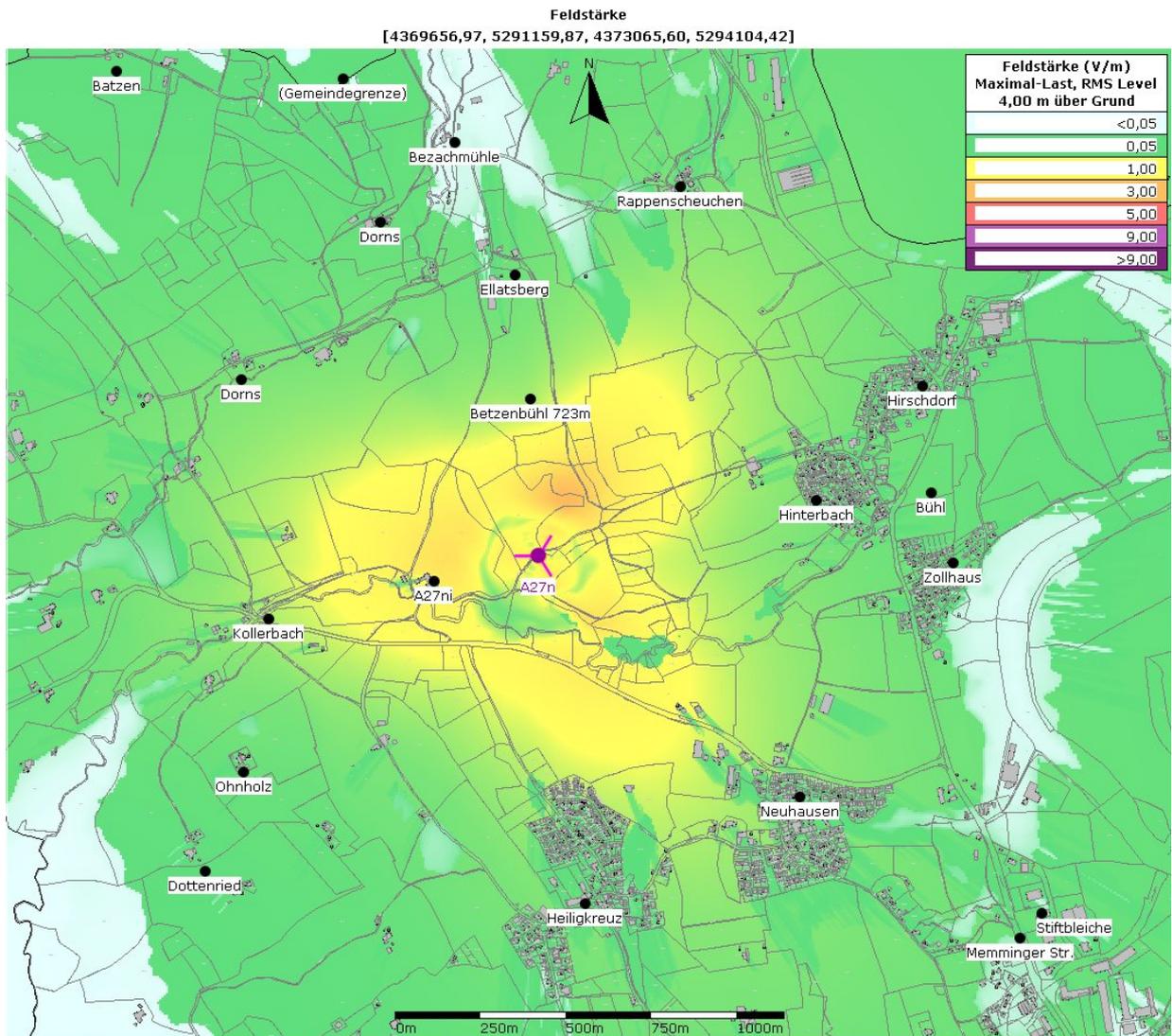
B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A25n:Telekom:MB09:40	H APE4518R14v06	24,00 m	125,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	A25n:Telekom:MB09:160	H APE4518R14v06	24,00 m	125,0 W	1	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,20 dB
*	A25n:Telekom:LTE08:40	H APE4518R14v06	24,00 m	60,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A25n:Telekom:LTE08:160	H APE4518R14v06	24,00 m	60,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
*	A25n:Telekom:LTE18:40	H APE4518R14v06	24,00 m	200,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	A25n:Telekom:LTE18:160	H APE4518R14v06	24,00 m	200,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB

Abbildung 15: Immissionsprognose zu A25n in betreiberseitig geplanter Konfiguration (MB09, LTE-800 und LTE-1800).

Prognosewert am Immissionspunkt

A25ni1: 1,8 V/m

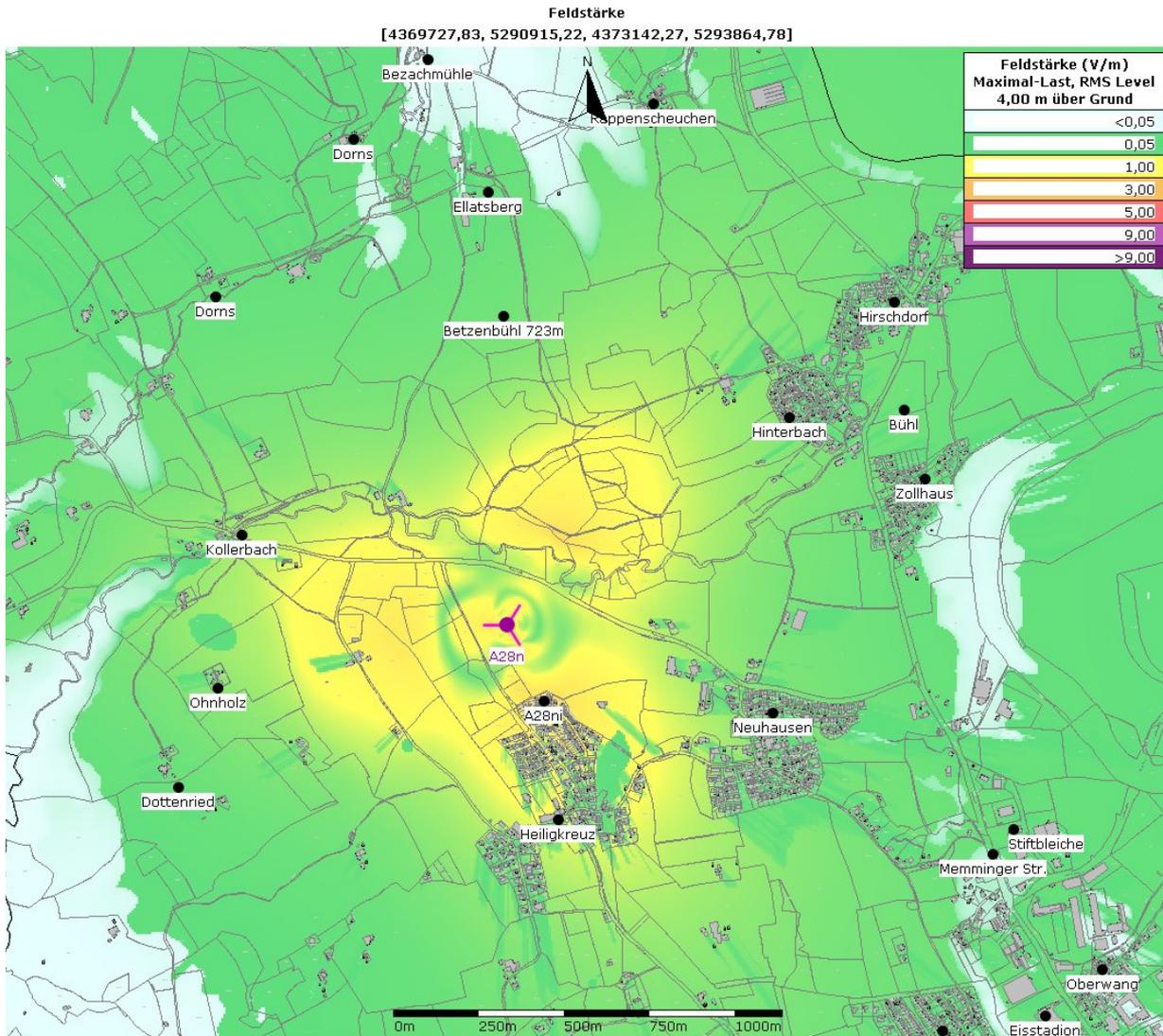
A25ni2: 1,4 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A27n:Telekom:MB09:30	H APE4518R14v06	34,00 m	125,0 W	1	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
* A27n:Telekom:MB09:150	H APE4518R14v06	34,00 m	125,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
* A27n:Telekom:MB09:270	H APE4518R14v06	34,00 m	125,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
* A27n:Telekom:LTE08:30	H ADU4518R7v06	34,04 m	60,0 W	2	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,20 dB
* A27n:Telekom:LTE08:150	H ADU4518R7v06	34,04 m	60,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A27n:Telekom:LTE08:270	H ADU4518R7v06	34,04 m	60,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A27n:Telekom:LTE18:30	H APE4518R14v06	34,00 m	200,0 W	4	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,20 dB
* A27n:Telekom:LTE18:150	H APE4518R14v06	34,00 m	200,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A27n:Telekom:LTE18:270	H APE4518R14v06	34,00 m	200,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB

Abbildung 16: Immissionsprognose zu A27n in betreiberseitig geplanter Konfiguration (MB09, LTE-800 und LTE-1800).

Prognosewert am Immissionspunkt A27ni: 1,9 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A28n:Telekom:MB09:30	H APE4518R14v06	30,00 m	125,0 W	1	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A28n:Telekom:MB09:150	H APE4518R14v06	30,00 m	125,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
* A28n:Telekom:MB09:270	H APE4518R14v06	30,00 m	125,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
* A28n:Telekom:LTE08:30	H ADU4518R7v06	30,04 m	60,0 W	2	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,20 dB
* A28n:Telekom:LTE08:150	H ADU4518R7v06	30,04 m	60,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
* A28n:Telekom:LTE08:270	H ADU4518R7v06	30,04 m	60,0 W	2	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,20 dB
* A28n:Telekom:LTE18:30	H APE4518R14v06	30,00 m	200,0 W	4	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,20 dB
* A28n:Telekom:LTE18:150	H APE4518R14v06	30,00 m	200,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
* A28n:Telekom:LTE18:270	H APE4518R14v06	30,00 m	200,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB

Abbildung 17: Immissionsprognose zu A28n in betreiberseitig geplanter Konfiguration (MB09, LTE-800 und LTE-1800).
 Prognosewert am Immissionspunkt A28ni: 2,3 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.

Weitere Standortalternativen, die bezogen auf das Versorgungsziel eine in immissionsmäßiger Gesamtsicht wesentlich günstigere Situation als die dargestellten erwarten lassen, wurden im Rahmen der Untersuchung nicht festgestellt.

Die hier dargestellten Berechnungen 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, den 8. November 2017

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

7. Anhang

7.1 Vorgehensweise

- a) Im Rahmen einer Vorrecherche werden bestehende Mobil- und Behördenfunkanlagen im Umfeld des zu untersuchenden Bereichs ermittelt⁴. Berücksichtigt werden bei der Untersuchung die Flächen, die der Auftraggeber zur Prüfung von Standortalternativen vorgeschlagen hat. Sofern ergänzend Flächen erkannt werden, auf denen Standortalternativen eine in immissionsmäßiger Gesamtsicht oder der räumlichen Verteilung des Versorgungspegels wesentlich günstigere Situation erwarten lassen, werden diese zusätzlich untersucht und im Bericht ausgewiesen.
- b) Mit dem Berechnungsprogramm NIRView 5.03 wird die Feldstärkeverteilung um die angegebenen Mobilfunkbasisstationen auf Basis der funktechnischen Parameter der in der jeweiligen Grafik farblich dargestellten Anlage(n), des Antennendiagramms, der digitalen Flurkarte, dem Gebäudemodell und dem digitalen Geländemodell⁵ mittels Freifeldberechnung⁶ errechnet und grafisch dargestellt. Die farblich abgestufte Darstellung repräsentiert die Feldstärke unter Berücksichtigung der Geländetopographie. Signalabschwächungen durch Gelände- und Gebäudeabschattungen und deren teilweise Kompensation durch Beugung werden unter grober Abschätzung der Gebäudehöhe und Dämpfung grafisch angedeutet.⁷ Verhindern Bäume oder andere Objekte den Sichtkontakt in Bereichen, in denen aufgrund der Geländetopographie Sichtkontakt zur Antenne bestünde, wird die Feldstärke niedriger sein, als dargestellt⁸. 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 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) berücksichtigt⁹. Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der vollen Anlagenauslastung aller beantragten Kanäle (GSM/TETRA) bzw. Bänder (UMTS/LTE), sofern bei den Prognosegrafiken nicht anders angegeben.
- c) Immissionsprognosen dienen aufgrund der starken 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)

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

⁵ Digitales Geländemodell DGM25: © Landesamt für Vermessung und Geoinformation (BY) bzw. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (BW). Im Folgenden mit „Landesvermessungsamt“ bezeichnet

⁶ Freifeldberechnung durch die untersuchte Anlage mit Sichtkontakt

⁷ Sofern die Gebäude in der Flurkarte verzeichnet sind und als geschlossenes Polygon aus dem betreffenden Gebäudelayer der Digitalen Flurkarte extrahiert werden konnten. Für die Darstellung der Abschattungen wurde das auf das vom Unterzeichner dieses Berichts mitentwickelte empirische Modell "Gebäudeüberschneidung: schnittlängenabhängige Dämpfung" sowie „Längenabhängige Geländedämpfung“ gewählt

⁸ Sofern bewaldete Flächen im Prognosetool als solche angelegt wurden, sind diese in der jeweiligen Prognosegrafik als olivgrüne Flächen gekennzeichnet. Für diese Flächen werden Abschattungen und deren teilweise Kompensation durch Beugung unter grober Abschätzung der Bewuchshöhe und Dämpfung grafisch angedeutet, sofern in der Bildunterschrift ausdrücklich angegeben.

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

eingesetzt werden. Für in Betrieb befindliche Anlagen sollte Messungen der Vorzug gegeben werden. Bei bestehenden Standorten ist die Immissionsprognose auch geeignet, in der betrachteten Prognoseebene abseits von Messpunkten Abschätzungen zur prognostizierten räumlichen Verteilung der Immission zu liefern.

d) Prognostizierter Versorgungspegel:

Die Berechnungen wurden ebenfalls mit NIRView 5.03 durchgeführt. Die Versorgungspegelberechnungen unterliegen den gleichen Modellvereinfachungen wie die Immissionsprognose und dienen daher primär zur vergleichenden Betrachtung der Varianten. Die verwendeten Parameter wurden dahingehend verifiziert, dass die Berechnungsergebnisse durch Messung überprüft und bestätigt wurden. Ergänzend werden die von den Netzbetreibern im Internet publizierten Versorgungskarten berücksichtigt und zur Verifikation herangezogen.

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.¹⁰ 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) Bezogen auf die jeweilige Variante wurde im Bereich der umliegenden Bebauung¹¹ der ungünstigste 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 nicht das Ergebnis einer belastbaren Maximumfindung dar. Sofern die Planungen soweit konkretisiert sind, dass auch Position und Montagehöhe der Antennen zwischen Gebäudeeigentümer und Netzbetreiber abgestimmt sind, können mehrere Immissionspunkte je Nachbargebäude angegeben werden, was eine Entnahme des jeweils höchsten Prognosewerts möglich macht.

¹⁰ 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.

¹¹ Benachbarte Gebäude mit Hausnummern in rosa bzw. rot gekennzeichneten Gebieten gem. Digitale Ortskarte z.B. im Bayern-Atlas oder Baden-Württemberg-Viewer, beide online.

- f) 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 von mir erstellten Gutachtens ergangene Präzedenzurteil 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, ein¹². Danach sind folgende Einflussfaktoren wesentlich:
- Abstand
 - Höhenunterschied zwischen Antenne und Immissionspunkt
 - Antennencharakteristik, Hauptstrahlneigung
 - Sendeleistung
 - Horizontale Ausrichtung der Antennen
 - Sichtbarkeit zur Sendeanlage
- g) Die Ausgangswerte für die Immissionsprognose der jeweiligen Varianten (funktechnische Parameter) finden sich in den in den Grafiken integrierten Fußzeilen. Die Berechnungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dort angegebenen und mit * versehenen Funksysteme. Im und außerhalb des Bildausschnittes können sich weitere Mobilfunkstandorte befinden, welche rechnerisch nur dann berücksichtigt sind, wenn die betreffenden funktechnischen Parameter in den Fußzeilen angegeben und mit * versehen sind. Bei Anlagen gemäß Standortbescheinigung (B) wurden die von der Bundesnetzagentur genehmigten funktechnischen Parameter (Datenblatt Funkanlagen) herangezogen, auch wenn diese (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.
- h) 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“¹³.

¹² 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 Induktionsfunkanlagen, 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

¹³ „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.

i) 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 oder mehr als 2 Funkdienste aufbaut (z.B. GSM + UMTS + LTE)
- Einzelne Funksysteme in mehreren Frequenzen aufbaut (z.B. GSM-900/1800, LTE-800/1800, LTE-800/1800/2600),
- 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 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. LTE wird erst teilweise regulär für die Telefonie genutzt. In Abhängigkeit der Betrachtung: Eingesetzt für die Mobilfunk-Flächenversorgung wurde Mobiles Breitband im Frequenzbereich 900 MHz (MB09, derzeit nutzbar für GSM-900 und LTE-900) mit max. 20 W/Kanal und 4 Kanälen, für Behördenfunk TETRA-400 mit max. 20 W/Kanal bei 4 Kanälen bzw. für die Mobilfunk-Kapazitätsversorgung LTE-1800 mit max. 20 W/Band in vier Bändern. Dieser technologieneutrale Ansatz führt bei anderen Funkdiensten bei sonst ähnlichen funktechnischen Parametern (z.B. Frequenzbereiche, Antennendiagramme, Sendeleistungen) hinsichtlich der Immission zu vergleichbaren Prognoseergebnissen.

j) Die spezifischen Konfigurationen dienen ausschließlich dem Immissionsvergleich der in diesem Bericht untersuchten Standortvarianten untereinander. Bei mehreren Betreibern und mehreren Funkdiensten sind die Werte entsprechend anzuheben. Eine Verdoppelung der Sendeleistung bei sonst gleichen funktechnischen Konfigurationen führt bei der Feldstärkeimmission zu einer Erhöhung um den Faktor 1,4.

k) 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 Parametern¹⁴ gerechnet, wie sie zur Beantragung bei der Bundesnetzagentur vorgesehen sind. Diese Varianten tragen den Index „n“. Die Netzbetreiber weisen mit Verweis auf den Bearbeitungsstand darauf hin, dass sich Daten und Priorisierung im Zuge einer weiteren Konkretisierung der Planungen ändern können.

l) Bildlegende:

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

Schwarze Linie: Gemeinde-/Gemarkungsgrenze

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: Alternativen, V: hinzugefügter fiktiver Dachstandort, W: beantragter/gewünschter Standort (durchnummeriert und ggf. mit Index)

¹⁴ Bei variabler Hauptstrahlabsenkung: Absenkung in der geplanten Startkonfiguration.

Index: n: Betreiberseitig mitgeteilte, geplante Konfiguration; s: 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 für die Summe aller Kanäle angegeben.

- m) Das Kartenmaterial¹⁵ und die Luftbilder¹⁶ 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 diese sind im Text ausdrücklich erwähnt.
- n) Die Farbgrafiken sind in der elektronischen Fassung (PDF) in der Original-Auflösung eingebettet; dh. können dort vergrößert betrachtet werden.
- o) 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, O₂ (alte Bezeichnung) und Telefónica (neue Bezeichnung) bzw. mit T-Mobile und Telekom der gleiche Netzbetreiber gemeint.
- p) Berechnungen zur geländebezogenen Einsehbarkeit beziehen sich von der angegebenen Antenne auf eine Sichtebeine in 1,5 m über Grund, sofern nicht anders angegeben. Abschattungen z.B. durch Bebauung oder Wald kommen hinzu.

7.2 Betriebsnähe von Antragsdaten

Bei Sendeleistungen von mehr als 20 W pro Kanal/Frequenzband am Antenneneingang steigt das Risiko von Qualitätseinbußen im Netz (Interferenzen durch zu große Reichweiten der Basisstationen sowie Störungen und Verbindungsabbrüche, da das Funksignal des am Rand der größeren Funkzelle befindlichen Mobilgeräts die Basisstation nicht kontinuierlich mit ausreichendem Pegel erreicht).

Teilweise werden von Netzbetreiberseite bei der Bundesnetzagentur deutlich höhere Sendeleistungen beantragt als tatsächlich später aufgebaut bzw. zunächst eingestellt. Zum besseren Vergleich mit typischen realen maximalen Sendeleistungen wird bei den vergleichenden Immissionsprognosen (betreiberneutrale Vergleichsparameter) von einer Leistung am Antenneneingang von 20 W pro Kanal/Band ausgegangen.

Neben anderen Parametern kann dies bei Immissionsprognosen anhand der bei der Bundesnetzagentur beantragten bzw. zur Beantragung vorgesehenen Konfigurationen zu Abweichungen führen, wenn diese mit Prognosen zu betreiberneutralen Vergleichsparametern bzw. Messwerten verglichen werden.

7.3 Einheiten, Skala, Grenzwerte

Der Grenzwert für hochfrequente elektromagnetische Felder ist gem. 26. Bundesimmissionschutzverordnung 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 Leis-

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

¹⁶ © Landesvermessungsamt.

tungsflussdichte 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 Feldstärke¹⁷. Um eine leichtere Vergleichbarkeit mit den Grenzwerten zu ermöglichen, erfolgen die Immissionsangaben im Gutachten in der Feldstärke (V/m). Die Tabellen auf Seite 32 geben die für die jeweiligen Frequenzbereiche unterschiedlichen Grenzwerte an und ermöglichen eine 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 in Anlehnung an bisherige Messergebnisse sowie die FEE-Immissionsdatenbank des Bayerischen Umweltministeriums (Stand 2008) 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.

¹⁷ 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

7.4 Unterlagen

- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte digitale Flurkarte im DXF-Format, Luftbild und digitales Geländemodell vom Gemeindegebiet mit Umgriff
- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte Angaben zu Gebäudehöhen, kommunalen Liegenschaften, Standortbescheinigungen und Datenblätter der Bundesnetzagentur zu Mobilfunk-Standorten sowie Standortvorschläge, weitere Informationen und Kartenmaterial
- E-Mail „AW: Kommunaler Dialog Mobilfunk: Kempten-Betzenbühl “ von Herrn Käßler / Herrn Kasperidus, Dt. Telekom vom 02.10.2017 mit Ergänzungen vom 05.10.2017, 6.10.2017 und 12.10.2017

Funkdienst	Grenzwert ca.	
	V/m	mW/m ²
Tetra-400	28	2000
LTE-800	40	4000
GSM-900	41	4500
GSM-1800	59	9000
UMTS-2100	61	10000

E (V/m)	S (mW/m ²)	S (µW/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

Umrechnungstabelle. Eine Online-Umrechnung mit manueller Eingabe der Zwischenwerte finden Sie unter www.funktechnikanalyse.de/umrechnung