

# Immissionsgutachten

Mobilfunk in Leutkirch, Bereich Ottmannshofen:  
Vergleichende Untersuchung von Standortalternativen  
hinsichtlich der Minimierung der Strahlenbelastung

**Auftraggeber:** Große Kreisstadt Leutkirch im Allgäu, Gänsbühl 1,  
88299 Leutkirch im Allgäu

**Durchführung:** Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)

**Umfang:** 22 Seiten

**Veröffentlichung:** Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern  
die Rechte anderer nicht verletzt werden. Die auszugsweise  
Veröffentlichung bedarf der vorherigen schriftlichen Geneh-  
migung des Umweltinstitut München e.V.

## Inhalt

<b>1. Vorbemerkung zur Immissionsminimierung .....</b>	<b>3</b>
1.1 Ausgangslage .....	3
1.2 Vorsorge .....	3
1.3 Standortvarianten .....	3
1.4 Technische Vorabstimmung mit Eignungsaussagen .....	3
1.5 Immissionsminimierung nun ein Kriterium .....	4
<b>2. Auftragstellung / Sachverhalt .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Lageplan .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>6</b>
4.1.1 <i>Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten</i> .....	6
4.1.2 <i>Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite</i> .....	6
4.1.3 <i>Betriebsnähe von Antragsdaten</i> .....	7
<b>5. Immissionsprognosen .....</b>	<b>8</b>
5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter) .....	8
5.1.1 <i>Bestehende Standorte</i> .....	8
5.1.2 <i>Standortalternativen</i> .....	11
5.2 Diskussionswürdige Varianten lt. Betreiberangaben .....	15
<b>6. Schlussbemerkung / weitere Angaben .....</b>	<b>17</b>
<b>7. Anhang .....</b>	<b>18</b>
7.1 Vorgehensweise .....	18
7.2 Einheiten, Skala, Grenzwerte .....	22
7.3 Unterlagen .....	22

# 1. Vorbemerkung zur Immissionsminimierung

## 1.1 Ausgangslage

Anlass der Begutachtung ist die Suche eines Mobilfunk-Netzbetreibers nach einem neuen Mobilfunk-Standort. Der Betreiber begründet den Bedarf entweder damit, dass er Ersatz für einen bestehenden, zu räumenden Standort benötige oder eine Netzverdichtung erforderlich sei, da die zunehmende Nutzung vor allem der Datendienste des Mobilfunks in Verbindung mit höheren Ansprüchen an Qualität und Abdeckung 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 Mobilfunkstrahlung unterhalb des gesetzlichen Grenzwerts hin. Diese wissenschaftlichen Hinweise legen 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.

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.

## 1.3 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 durch das Umweltinstitut unter Einsatz funktechnischer Fachkenntnisse ergänzt. Dabei wird ausgehend vom betreiberseitig mitgeteilten Suchbereich mit funktechnisch relevantem Umfeld 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.

## 1.4 Technische Vorabstimmung mit Eignungsaussagen

Im Rahmen einer technischen Vorabstimmung werden diese Varianten dem Betreiber mit der Bitte um Stellungnahme zur Eignung übermittelt.

---

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

Betreiberseitige Aussagen zur funktechnischen Nicht- oder Schlechter-Eignung von Standortvarianten überprüfen wir anhand hochentwickelter Funknetzplanungs-Software<sup>2</sup>. Dabei wird das Präzedenzurteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 herangezogen, 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 Untersuchung ist, Varianten zu finden, bei denen ein guter Funkversorgungspegel zu erwarten ist und 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 Stadtverwaltung sucht der Mobilfunk-Netzbetreiber Vodafone im Bereich Ottmannshofen einen neuen Mobilfunkstandort.

Mit Schreiben vom 10.11.2014 beauftragte uns die Große Kreisstadt Leutkirch im Allgäu, Standort-Alternativen im funktechnisch relevanten Umfeld des Wasserturms von Ottmannshofen anhand von Immissionsprognosen mit der Zielsetzung der Immissionsminimierung vergleichend zu untersuchen. Im Dialog mit der Betreiberseite soll eine technische Vorabstimmung erfolgen.

Am 26.10.2015 wurden wir beauftragt, eine Immissionsprognose zu Variante B04s hinzuzufügen. Am 27.10.2015 wurden wir beauftragt, eine Immissionsprognose zu Variante B01n hinzuzufügen, bei welcher bei Sektor 1 (60°) und Sektor 2 (180°) die betreiberseitigen Angaben zur Pilotleistung anzusetzen sind (Leerlaufzustand), Sektor 3 (240°) soll bei Vollast bleiben.

Das Untersuchungsergebnis ist auch anhand zwischenzeitlich aktualisierter Angaben zu Ortsteilzugehörigkeiten (Reichenhofen) zu beurteilen.

Die vorliegende Fassung ersetzt das Immissionsgutachten vom 22.07.2015.

---

<sup>2</sup> An der wir im Rahmen unseres Forschungsprojektes mitentwickeln

### 3. Lageplan



Abbildung 1: Varianten (Flurkarte mit Luftbild und Höhenangaben). B04 vgl. Abb. 4 auf Seite 10, A04 vgl. Abb. 8 auf Seite 14.  
Große violette Punkte: B: Bestehende Standorte, A: Untersuchte Alternativen

## 4. Untersuchungsergebnisse

### 4.1.1 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 8. 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. Eine Umrechnungstabelle sowie eine Grenzwerttabelle (ausklappbar) finden sich unter 7.2 auf Seite 22.

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 erfolgt, besteht die Möglichkeit, den Betrachtungen Immissionsprognosen zu konkret geplanten Konfigurationen hinzuzufügen, vgl. nachfolgendes Kapitel.

Name	Prog
A01si	0,5
A02si	1,0
A03si	3,0
A04si	0,8
B01si	0,8
B02si	0,7
B04si1	1,0
B04si2	0,8

Tab. 1

### 4.1.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite

Im Zuge der funktechnischen Vorabstimmung wurden dem Mobilfunk-Betreiber Vodafone die Varianten in Abstimmung mit der Stadtverwaltung am 30.03.2015 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.

Am 10.07.2015 teilte Vodafone mit, dass A03 aufgrund der fehlenden Richtfunkanbindung ausscheide. A01 und A02 benötige für eine Eignung jeweils eine Masthöhe von 45 m. Diese Varianten würden ausscheiden, weil die für einen Mastneubau dieser Größenordnung notwendigen finanziellen Mittel außerhalb des Budgetrahmens lägen. Das Projekt habe nur eine Chance auf Realisierung, wenn der Wasserturm (B01) zur Verfügung gestellt würde. Hierfür wurden Planungsdaten übermittelt.

#### Gutachterliche Stellungnahme:

Die Varianten wurden mit unserer Prognosesoftware überprüft, vgl. c) und e) auf den Seiten 18 und 19.

Danach erscheinen hinsichtlich des Aspektes der Versorgung die Aussagen der betreiberseitig als funktechnisch geeignet eingeschätzten Varianten B01 sowie A01 und A02 als plausibel. B02 vermag Ottmannshofen nicht zu versorgen und hat mit den bei Auenhofen an der A96 gelegenen Standorten, an denen auch Vodafone vertreten ist, größere Überlappungsbereiche mit Doppelversorgung. A03 vermag die tieferliegenden westlichen Bereiche um Auenhofen, Lauben, Grafenbrandhöfe wg. Abschattung nicht relevant zu versorgen.

In der Frühphase der Begutachtung wurden von der Stadtverwaltung schriftliche Diskussionsbeiträge vorgelegt, denen entnommen werden kann, dass man von B01 aus die Ortsteile Ausnang und Hofs breitbandig mit LTE versorgen könne. Wegen zu großer Entfernung und Abschattung ist dies in den genannten Ortsteilen innerhalb von Gebäuden jedoch überwiegend nicht stabil möglich. Ausnang und Hofs könnten z.B. von A04 aus breitbandig versorgt werden; A04 ist wg. zu großer Entfernung jedoch nicht mehr geeignet, Ottmannshofen breitbandig bzw. innerhalb von Gebäuden zu versorgen.

Die Ortschaft Reichenhofen kann von B01 aus wg. Abschattung und zu großer Entfernung nicht versorgt werden. Sie wird im Vodafone-Netz von einem dort situierten Standort (Vorderberg) versorgt. Bei den Ortsteilen Hebrachhofen, Unterzeil und Auenhofen) können durch B01 relevante Versorgungsbeiträge erwartet werden.

Die Prognosegrafiken (Immission) finden sich unter 5.2 ab Seite 15. In den Grafiken ist auch die Lage der Immissionspunkte eingezeichnet.

Tabelle 2 liefert einen Überblick über die Prognosewerte an den Immissionspunkten zu den betreiberseitig als diskussionswürdig erachteten Varianten bei voller Last in V/m. Die weiß hinterlegten Zeilen beziehen sich auf Vollast.

Ergänzend wurde für B01n untersucht, wie sich die Prognosewerte ändern, wenn die beiden in Richtung Nordost und Süd weisenden Antennen ohne Telefon- und Datenverkehr laufen (Leerlauf = Pilotanteil). Die blau hinterlegten Tabellenzeilen geben die Immission im Leerlauf der nach Nordosten und Süden ausgerichteten Antennen an. Im realen Betrieb sind in Ottmannshofen bzw. den südlich von B01 gelegenen Einzelgehöften an den Immissionspunkten je nach Auslastung Werte zwischen dem Pilotanteil (Leerlauf, 0,3 V/m) und der maximalen Last (1,1 V/m) zu erwarten.

Name	Prog
B01ni1	1,1
B01ni2	1,0
B01n_60/180°_Pilot_i1	0,4
B01n_60/180°_Pilot_i2	0,3
B01n_60/180°_Pilot_i3	0,3

Tab. 2

#### 4.1.3 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 Kanalleistung am Antenneneingang von 20 W ausgegangen.

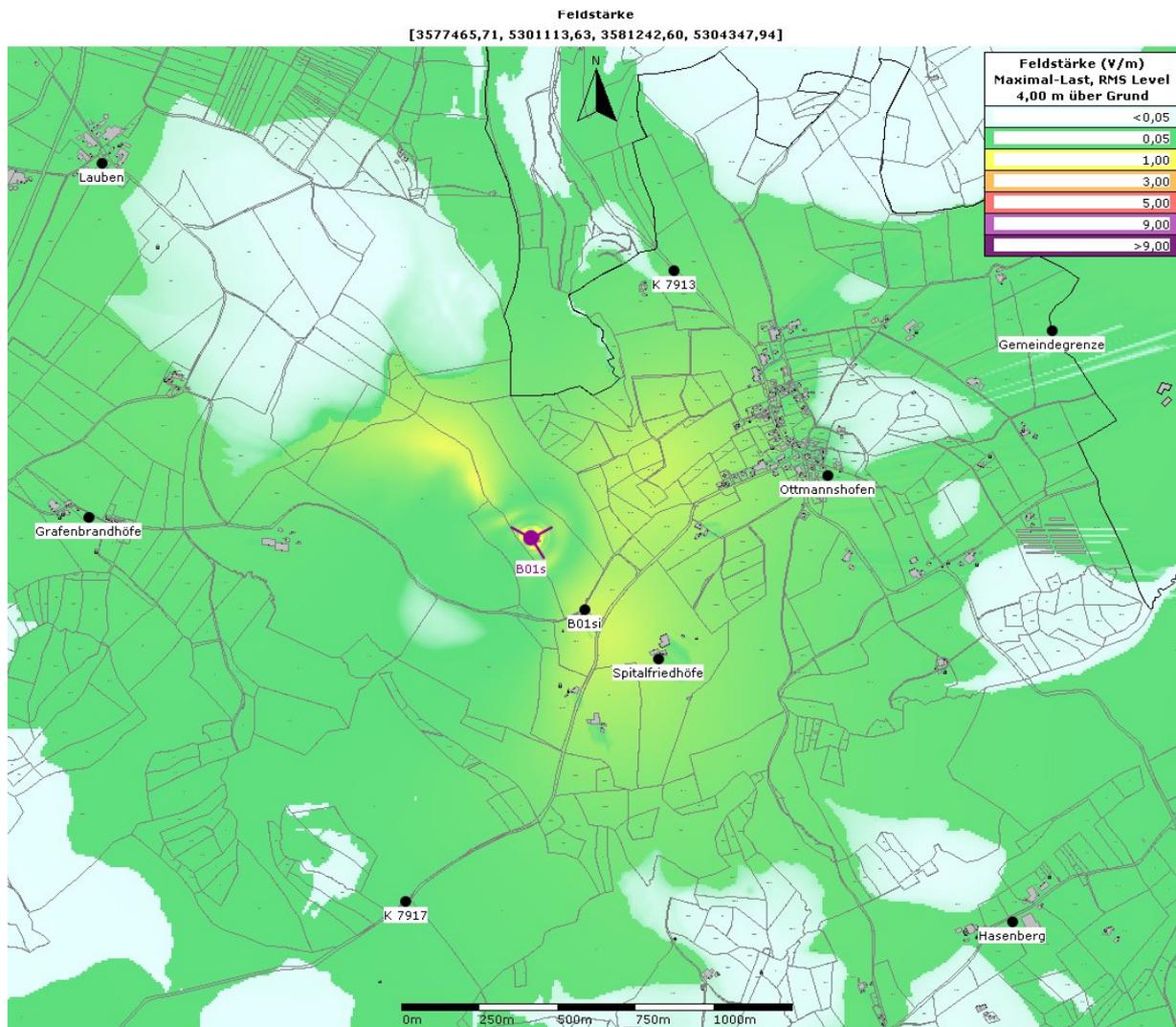
Neben anderen Parametern kann dies bei Immissionsprognosen anhand der bei der Bundesnetzagentur beantragten bzw. zur Beantragung vorgesehenen Konfigurationen zu Abweichungen führen, wenn diese mit Prognosen zu betreiberneutralen Vergleichsparametern bzw. Messwerten verglichen werden.

## 5. Immissionsprognosen

### 5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter)

Alle Varianten dieses Punkts sind ausschließlich mit einer spezifischen, netzbetreiberneutralen Konfiguration für einen Betreiber mit je einem Funkdienst der Flächenversorgung und der Kapazitätsversorgung bestückt.

#### 5.1.1 Bestehende Standorte



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* B01s:unbekannt:GSM09:60	K 800 10 868	31,61 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01s:unbekannt:GSM09:150	K 800 10 868	31,61 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01s:unbekannt:GSM09:300	K 800 10 868	31,61 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01s:unbekannt:UMTS21:60	K 800 10 868	31,61 m	60,0 W	3	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB
* B01s:unbekannt:UMTS21:150	K 800 10 868	31,61 m	60,0 W	3	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* B01s:unbekannt:UMTS21:300	K 800 10 868	31,61 m	60,0 W	3	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB

Abbildung 2: Immissionsprognose zum bestehenden Standort B01s in netzbetreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).  
 Prognosewert am Immissionspunkt B01si: 0,8 V/m

Ermittlung der Lage der Immissionspunkte: vgl. d) auf Seite 19.

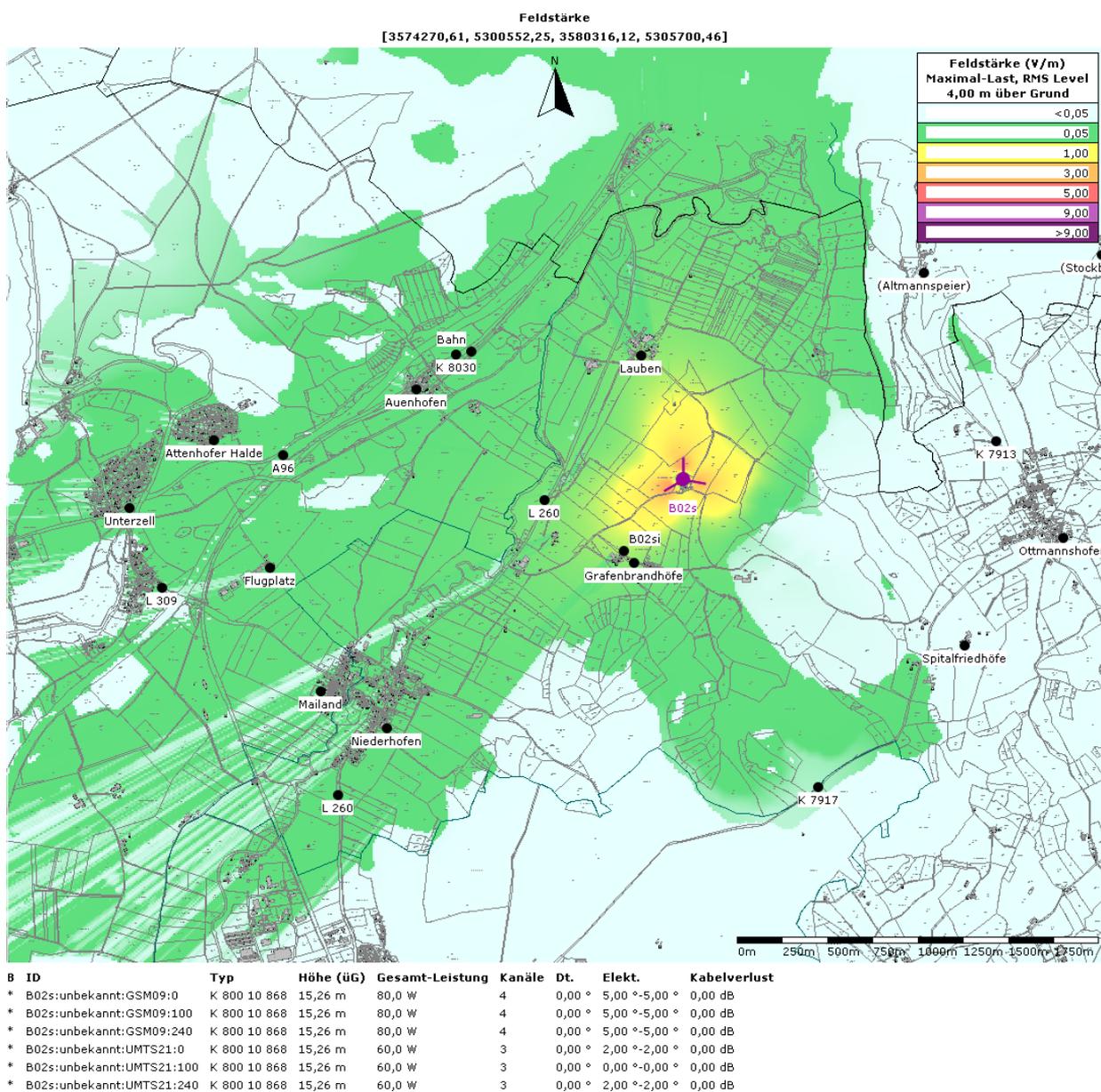
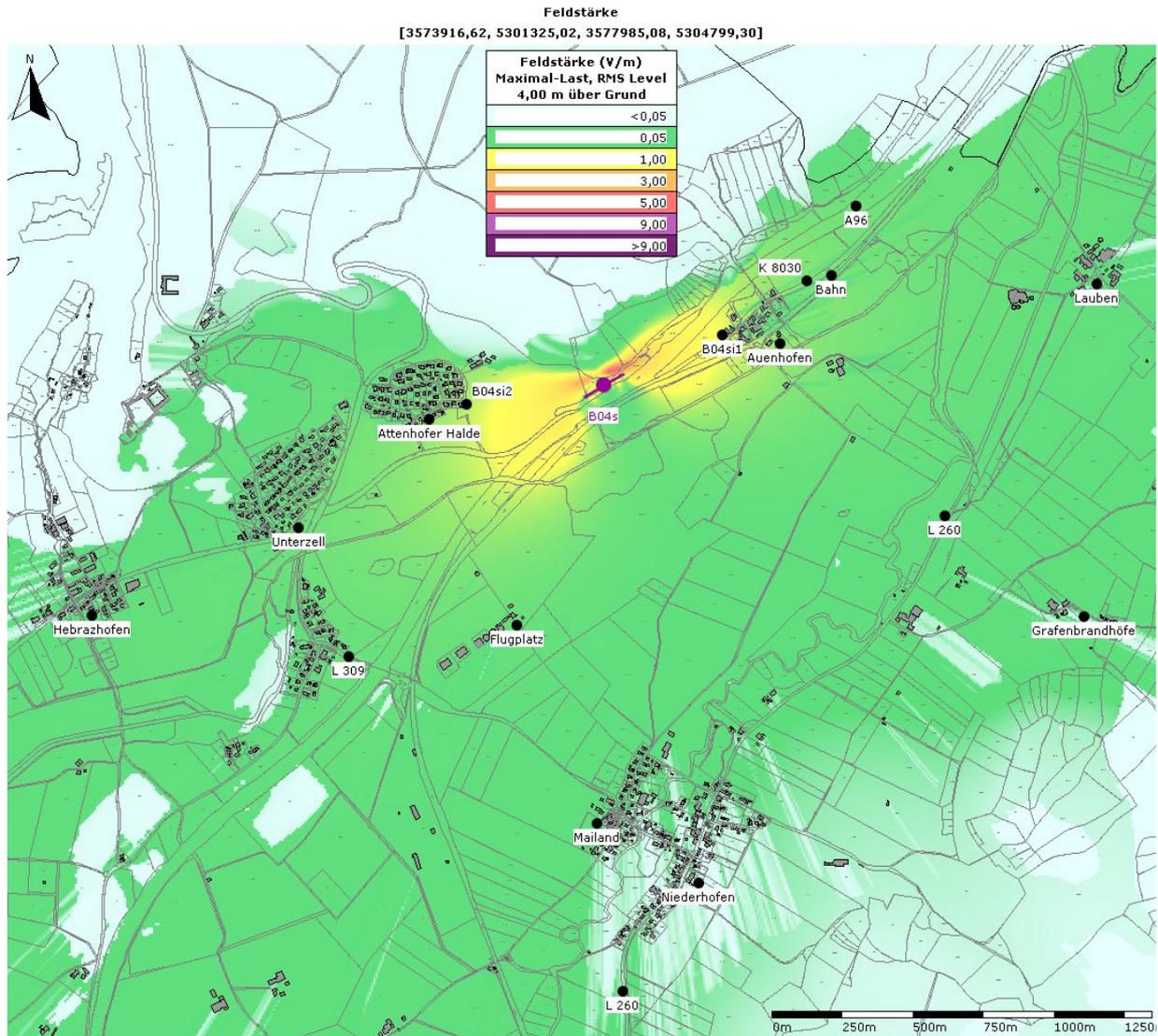


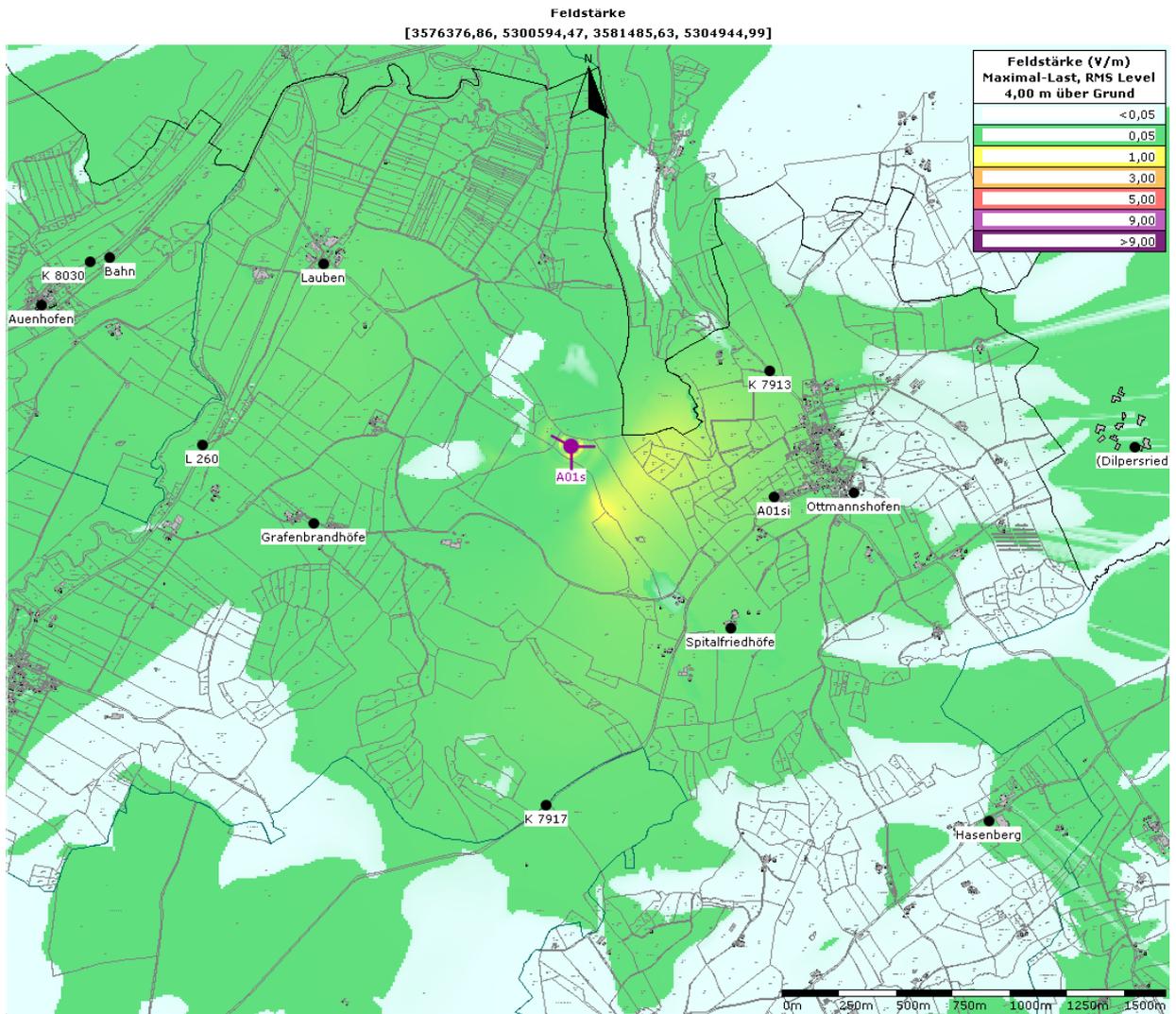
Abbildung 3: Immissionsprognose zum bestehenden Standort B02s in Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).  
 Prognosewert am Immissionspunkt B02si: 0,7 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* B04s:unbekannt:GSM09:60	K 800 10 868	18,96 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B04s:unbekannt:GSM09:240	K 800 10 868	18,96 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B04s:unbekannt:UMTS21:60	K 800 10 868	18,96 m	60,0 W	3	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* B04s:unbekannt:UMTS21:240	K 800 10 868	18,96 m	60,0 W	3	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

**Abbildung 4: Immissionsprognose zum bestehenden Standort B04s in Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).  
 Prognosewert am Immissionspunkt B04si1: 1,0 V/m; B04si2: 0,8 V/m**

## 5.1.2 Standortalternativen



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A01s:unbekannt:GSM09:90	K 800 10 868	43,96 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:GSM09:180	K 800 10 868	43,96 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:GSM09:300	K 800 10 868	43,96 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:UMTS21:90	K 800 10 868	43,96 m	60,0 W	3	0,00 °	1,00 °-1,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:UMTS21:180	K 800 10 868	43,96 m	60,0 W	3	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:UMTS21:300	K 800 10 868	43,96 m	60,0 W	3	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB

Abbildung 5: Immissionsprognose zu A01s in Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A01si: 0,5 V/m

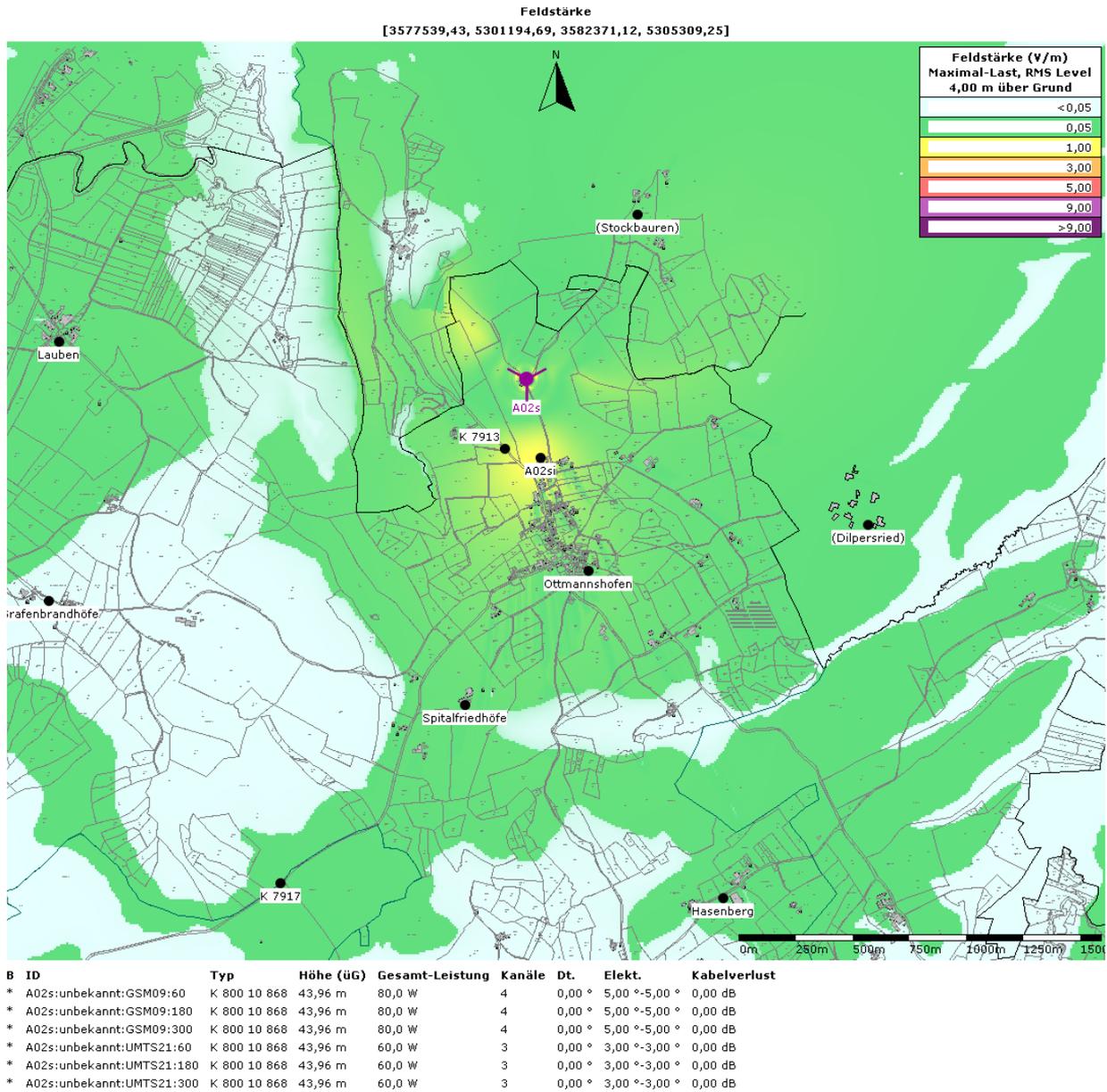


Abbildung 6: Immissionsprognose zu A02s in Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).  
 Prognosewert am Immissionspunkt A02si: 1,0 V/m

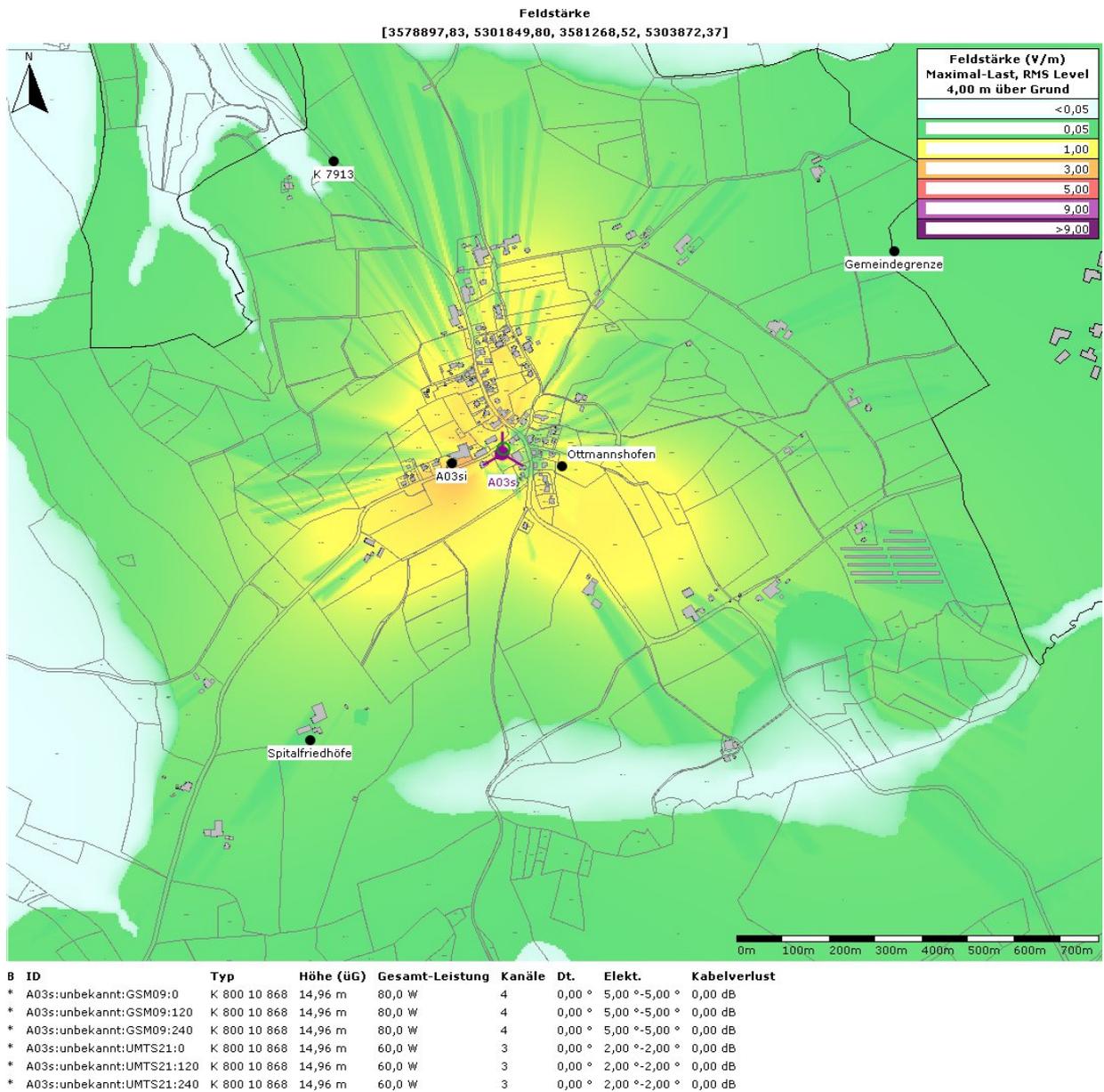
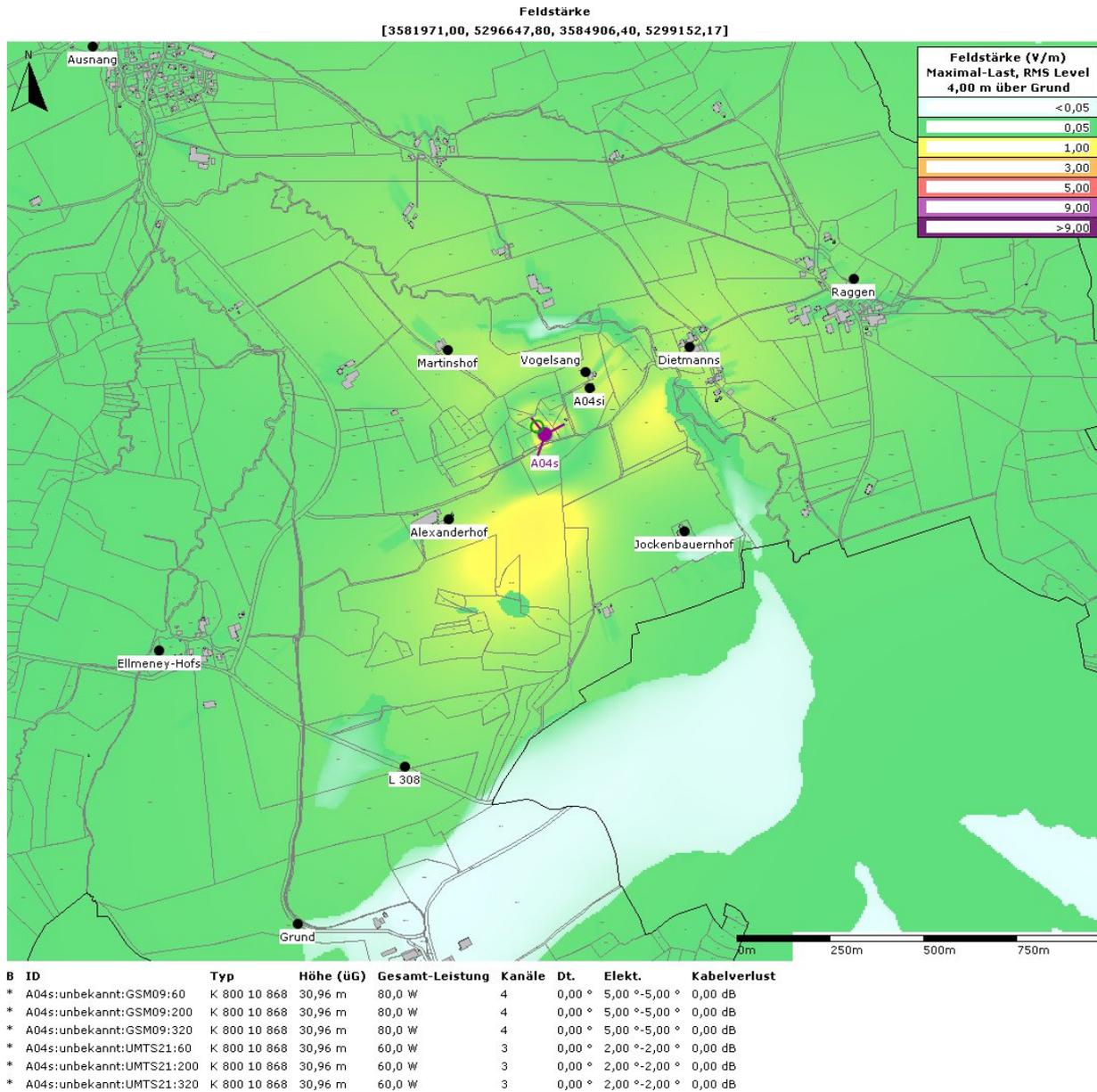


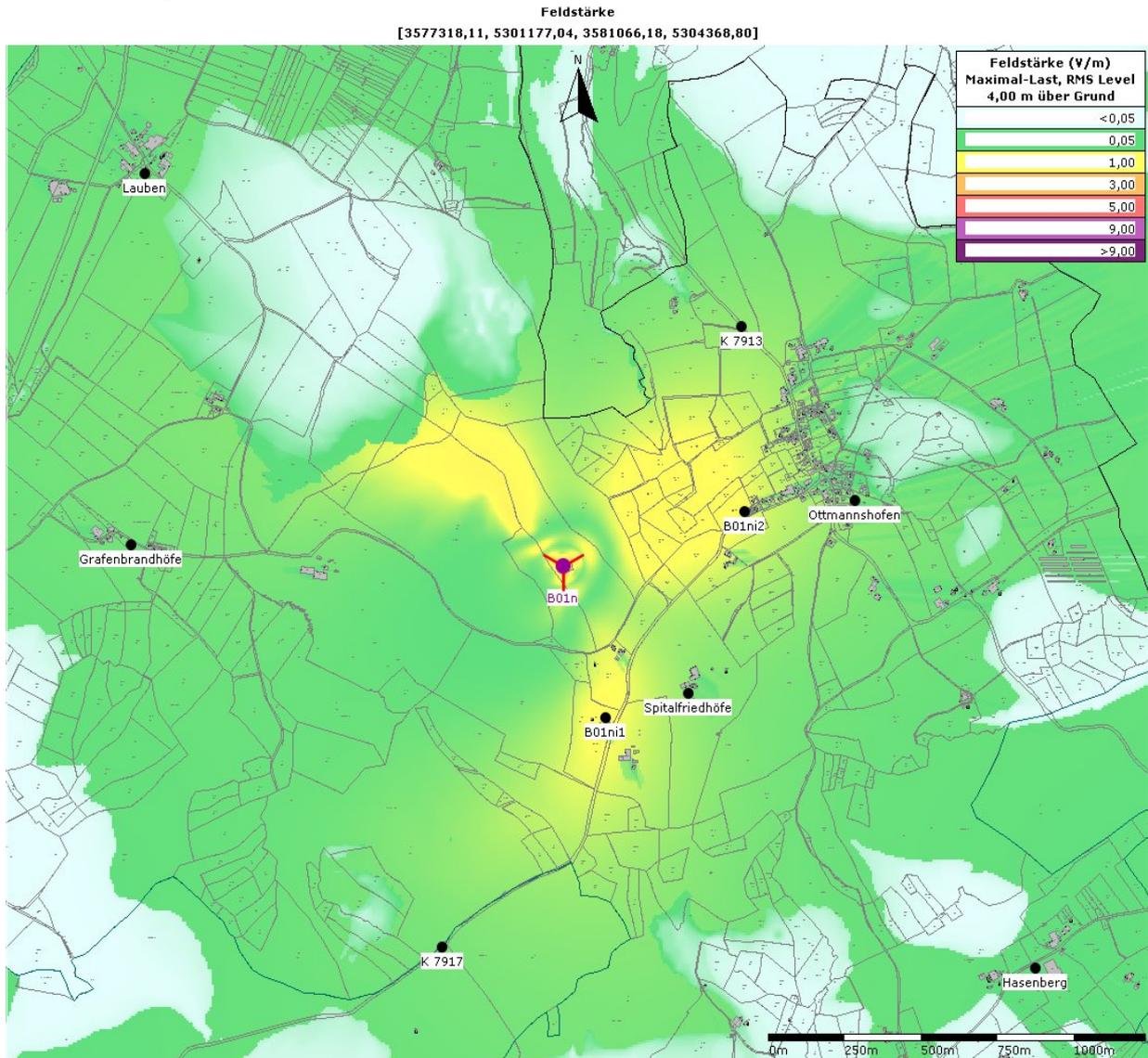
Abbildung 7: Immissionsprognose zu A03s in Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).  
 Prognosewert am Immissionspunkt A03si: 3,0 V/m



**Abbildung 8: Immissionsprognose zu A04s in Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).**  
 Prognosewert am Immissionspunkt A04si: 0,8 V/m

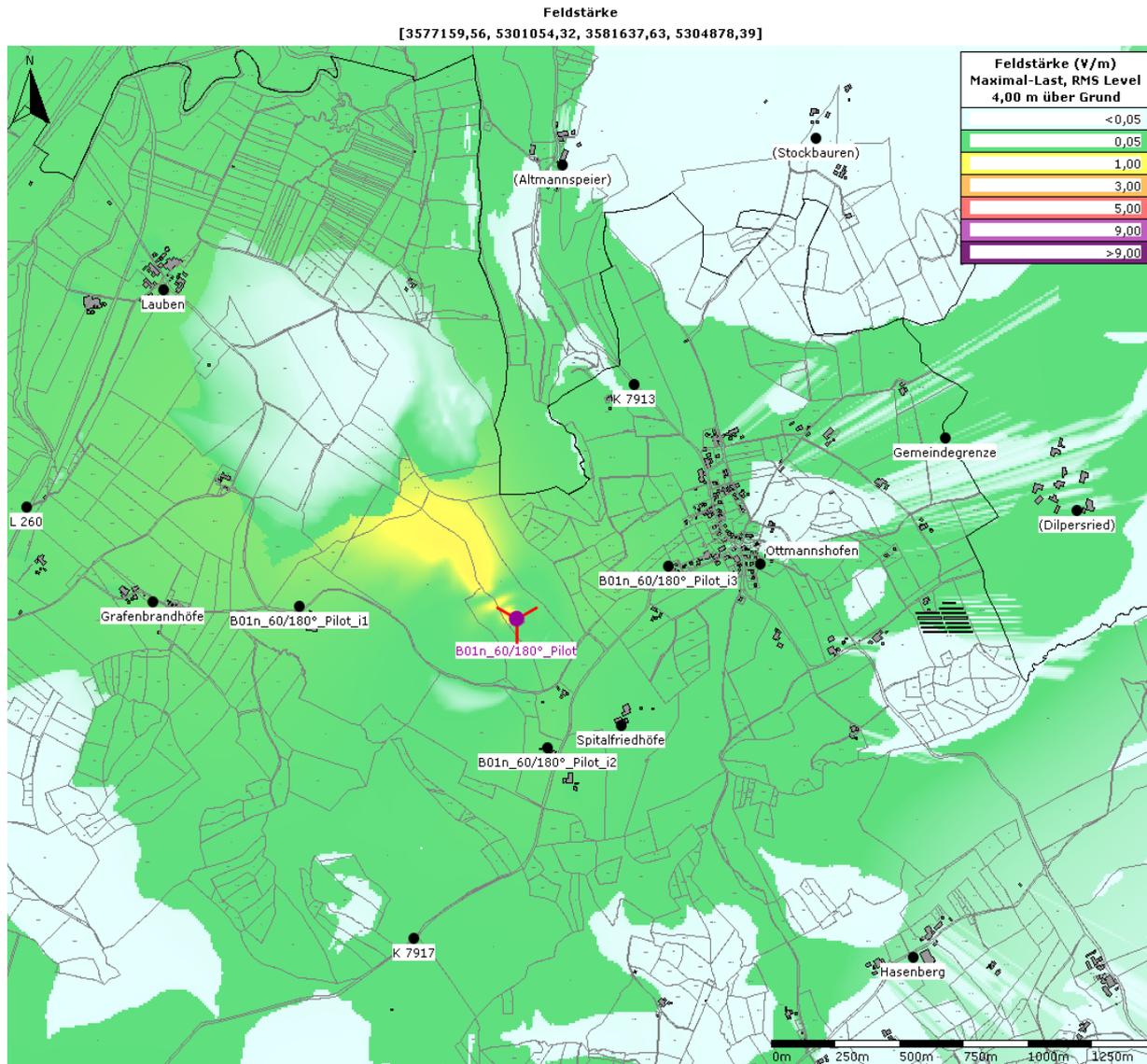
## 5.2 Diskussionswürdige Varianten lt. Betreiberangaben

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
* B01n:Vodafone:GSM09d:60	K 800 10 868	31,61 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n:Vodafone:GSM09d:180	K 800 10 868	31,61 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n:Vodafone:GSM09d:300	K 800 10 868	31,61 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n:Vodafone:LTE08d:60	K 800 10 868	31,61 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n:Vodafone:LTE08d:180	K 800 10 868	31,61 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n:Vodafone:LTE08d:300	K 800 10 868	31,61 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n:Vodafone:UMTS21d:60	K 800 10 868	31,61 m	104,1 W	3	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB
* B01n:Vodafone:UMTS21d:180	K 800 10 868	31,61 m	104,1 W	3	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* B01n:Vodafone:UMTS21d:300	K 800 10 868	31,61 m	104,1 W	3	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB

Abbildung 9: Immissionsprognose zu B01n (Vodafone: LTE-800, GSM-900 und UMTS-2100).  
 Prognosewert am Immissionspunkt B01ni1: 1,1 V/m; B01ni2: 1,0 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:GSM09d:60	K 800 10 868	31,61 m	20,0 W	1	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:GSM09d:180	K 800 10 868	31,61 m	20,0 W	1	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:GSM09d:300	K 800 10 868	31,61 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:LTE08d:60	K 800 10 868	31,61 m	0,1 W	1	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:LTE08d:180	K 800 10 868	31,61 m	0,1 W	1	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:LTE08d:300	K 800 10 868	31,61 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:UMTS21d:60	K 800 10 868	31,61 m	2,0 W	1	0,00 °	2,00 °-2,00 °	0,00 dB
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:UMTS21d:180	K 800 10 868	31,61 m	2,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* B01n_60/180°_Pilot:Vodafone:UMTS21d:300	K 800 10 868	31,61 m	104,1 W	3	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB

Abbildung 10: Immissionsprognose zu B01n\_60/180°\_Pilot (Vodafone: LTE-800, GSM-900 und UMTS-2100).

**Anmerkung:**

Die in 60° (Nordost) und 180° (Süd) weisenden Sektoren sind in der Pilotleistung gem. Betreiberangabe konfiguriert (Leerlauf).

Der in Richtung 240° (Nordwest) zeigende Sektor ist in Vollast konfiguriert.

**Prognosewert am Immissionspunkt**

B01n\_60/180°\_Pilot\_i1: 0,4 V/m

B01n\_60/180°\_Pilot\_i2: 0,3 V/m

B01n\_60/180°\_Pilot\_i3: 0,3 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<sup>3</sup> 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 2. November 2015

Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)  
Referent elektromagnetische Felder

---

<sup>3</sup> Sofern Messungen durchgeführt wurden: abseits der Messpunkte

## 7. Anhang

### 7.1 Vorgehensweise

- a) Im Rahmen einer Vorrecherche werden bestehende Mobil- und Behördenfunkanlagen im Umfeld des zu untersuchenden Bereichs ermittelt<sup>4</sup>. 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 eines guten Versorgungspegels wesentlich günstigere Situation erwarten lassen, werden diese zusätzlich untersucht und im Bericht ausgewiesen. Zielsetzung ist, Varianten zu finden, bei denen ein guter Funkversorgungspegel zu erwarten ist und zugleich unnötig hohe Befeldungen der benachbarten Wohnbevölkerung vermieden werden können.
- b) Mit dem Berechnungsprogramm NIRView 4.62 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 Geländemodell<sup>5</sup> mittels Freifeldberechnung<sup>6</sup> 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.<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 und 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) berücksichtigt<sup>9</sup>. Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der vollen Anlagenauslastung aller beantragten Kanäle (GSM/TETRA) bzw. Bänder (UMTS/LTE), sofern bei der Prognosegrafik nicht anders angegeben.
- c) Prognostizierter Versorgungspegel:  
Die Berechnungen wurden ebenfalls mit NIRView 4.62 durchgeführt. Die Versorgungspegelberechnungen unterliegen den gleichen Modellvereinfachungen wie die Immissions-

<sup>4</sup> Quelle: Mitteilung der auftraggebenden Gemeinde in Abgleich mit der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur.

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

<sup>6</sup> Freifeldberechnung durch die untersuchte Anlage mit Sichtkontakt

<sup>7</sup> 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 Anregung des Umweltinstitut München e.V. entwickelte empirische Modell "Gebäudeüberschneidung: schnittlängenabhängige Dämpfung" sowie „Längenabhängige Geländedämpfung“ gewählt

<sup>8</sup> 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.

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

prognose und dienen daher nur 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.<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.
- d) Bezogen auf die jeweilige Variante wurde im Bereich der umliegenden Bebauung<sup>11</sup> 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.
- e) 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 Gutachtens des Umweltinstitut München e.V. ergangene Präzedenzurteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 Beachtung (Az. BVerwG 4 C 1.11).  
In das vom Umweltinstitut München e.V. 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

<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. Fließend rote Punkte zusammen, sind flächige Versorgungslücken wahrscheinlich.

<sup>11</sup> Benachbarte, in der Flurkarte mit Hausnummern versehene Gebäude in rosa gekennzeichneten Gebieten gem. Bayern-Atlas (BY) bzw. Baden-Württemberg-Viewer (BW), beide online, bzw. Gebäude gem. Angabe der Gemeinde mit Wohnnutzung oder z.B. Schulen

<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

- Antennencharakteristik
  - Hauptstrahlneigung
  - Sendeleistung
  - Horizontale Ausrichtung der Antennen
  - Sichtbarkeit zur Sendeanlage
- f) Die Ausgangswerte für die Immissionsprognose der jeweiligen Varianten (funkttechnische 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 funkttechnischen Parameter in den Fußzeilen angegeben und mit \* versehen sind. Bei Anlagen gemäß Standortbescheinigung (B) wurden die von der Bundesnetzagentur genehmigten funkttechnischen 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.<sup>13</sup>
- g) 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>14</sup>.
- h) Die funkttechnischen Parameter der Varianten in praxisnaher betreiberneutraler spezifischer Konfiguration werden anhand typischer, installierter Werte 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 und GSM-1800, LTE-800 und LTE-1800),
  - die Standorte ggf. auch von mehr als einem Betreiber genutzt werden (es gibt vier Betreiber),

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. Eingesetzt für die Mobilfunk-Flächenversorgung wurde GSM-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 UMTS-2100 mit max. 20 W/Band in drei Bändern.

<sup>13</sup> Sofern eine dynamische Aufteilung von Kanälen/Frequenzbändern beantragt wurde, werden auch hier Annahmen getroffen. In diesem Falle wird in der Funkdienstbezeichnung der ID der Index „d“ angefügt.

<sup>14</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 das Umweltinstitut.

- i) Im Falle der gutachterlichen Begleitung eines dialogischen Verfahrens der Standortfindung: Zu den Varianten, die dem Netzbetreiber als geeignet oder nach funktechnischer Vorabprüfung als für die weitere Konsenssuche diskussionswürdig erschienen, werden Immissionsprognosen mit den netzbetreiberseitig mitgeteilten funktechnischen Parametern<sup>15</sup> 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.
- j) 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 (O<sub>2</sub>); 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)  
*Index:* n: Betreiberseitig mitgeteilte, geplante Konfiguration; s: Betreiberneutrale Vergleichskonfiguration, d: mit dynamischer Aufteilung beantragte Anzahl von Kanälen/Frequenzbändern  
*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.
- k) Das Kartenmaterial<sup>16</sup> und die Luftbilder<sup>17</sup> standen für das Gemeindegebiet der auftraggebenden Kommune 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.
- l) Immissionsprognosen dienen aufgrund der starken Modellvereinfachungen ausschließlich der groben Abschätzung und dem Vergleich verschiedener Varianten im Planungsstadium. Für in Betrieb befindliche Anlagen sollte Messungen der Vorzug gegeben werden.
- m) Die Farbgrafiken sind in der elektronischen Fassung (PDF) in der Original-Auflösung eingebettet; dh. können dort vergrößert betrachtet werden.
- n) Betreiberbezeichnung: Die im Prognosetool verwendete Betreiberbezeichnung wird 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.

<sup>15</sup> Bei variabler Hauptstrahlabsenkung: Absenkung in der geplanten Startkonfiguration. Bei beabsichtigter dynamischer Aufteilung von Kanälen/Frequenzbändern werden Annahmen getroffen. In diesem Falle wird am Ende der Variantenbezeichnung der Index „d“ angefügt.

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

<sup>17</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<sup>18</sup>. Um eine leichtere Vergleichbarkeit mit den Grenzwerten zu ermöglichen, erfolgen die Immissionsangaben im Gutachten in der Feldstärke (V/m). Nebenstehende Tabellen geben die für die jeweiligen Frequenzbereiche unterschiedlichen Grenzwerte an und ermöglichen eine Umrechnung. Weitere Grenz-, Vorsorge- Vergleichs- und Empfehlungswerte siehe z.B. auf Seite 7 der Broschüre „Mobilfunk-Strahlung“ des Umweltinstitut München e.V. vom Oktober 2014, PDF-Fassung erhältlich unter [www.umweltinstitut.org/elektrosmog](http://www.umweltinstitut.org/elektrosmog)

Die Abstufung „Türkis - Grün - Gelb - Orange - Rot - Violett“ der Feldstärke-Farbskala wurde in Anlehnung an im Rahmen des Forschungsprojektes des Umweltinstitut München e.V. ermittelte 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.

## 7.3 Unterlagen

- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte digitale Flurkarte im DXF-Format, Luftbild und digitales Geländemodell vom Gemeindegebiet der auftraggebenden Kommune mit Umgriff
- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte Standortbescheinigungen und Datenblätter der Bundesnetzagentur zu Mobilfunk-Standorten sowie weitere Informationen und Kartenmaterial
- E-Mail „AW: Kommunaler Dialog Mobilfunk: Leutkirch“ von Herrn Schilling, Vodafone vom 10.07.2015 (2) und 17.07.2015 an das Umweltinstitut
- E-Mail „AW: 9182M Kommunaler Dialog Mobilfunk: Leutkirch“ von Herrn Schilling, Vodafone vom 29.10.2015 an das Umweltinstitut

Funkdienst	Grenzwert ca.	
	V/m	mW/m <sup>2</sup>
Tetra-400	27,5	2000
LTE-800	40	4000
GSM-900	41	4500
GSM-1800	59	9000
UMTS-2100	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
1,5	6,0	5968
2	11	10610
2,5	17	16578
3	24	23873
3,5	32	32493
4	42	42440
5	66	66313
6	95	95491
7	130	129973
8	170	169761
9	215	214854
10	265	265252
41	4459	4458886
61	9870	9870027

Umrechnungstabelle.

Eine Online-Einheitsumrechnung mit manueller Eingabe finden Sie z.B. unter [www.umweltinstitut.org/umrechnung](http://www.umweltinstitut.org/umrechnung)

<sup>18</sup> Vgl. Beschluss des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs (Az 1 CS 12.830) vom 16.07.2012 in Bestätigung der Darstellung des Umweltinstitut München e.V. und: 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