funktechanalyse.de

Immissionsgutachten

Mobilfunk in Garmisch-Partenkirchen: Messungen und Immissionsprognosen zum Mobilfunk-Standort Törlenstr. 24-26

Auftraggeber:	Markt Garmisch-Partenkirchen, Rathausplatz 1, 82467 Garmisch-Partenkirchen
Durchführung:	Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang:	29 Seiten
Veröffentlichung:	Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden.

funktechanalyse.de · Ingenieurbüro · Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH) · Schlierseestr. 66 · 81539 München
Tel. (089) 21 580 500 · E-Mail: kontakt@funktechanalyse.de

Originaldruck auf 100 % Recyclingpapier

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. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung 5
3.1 Messergebnisse 5

4. Immissionsprognosen 7
4.1 Betriebswerte: Eingestellte Hauptstrahlabsenkungen und Sendeleistungen 7
4.2 Eingestellte Hauptstrahlabsenkung mit maximal genehmigten Sendeleistungen 8
4.3 Genehmigte Werte gemäß Standortbescheinigung 9
4.4 Genehmigte Werte gemäß Standortbescheinigung: Grenzwertanteil 10
4.5 Prognosewerte an den Messpunkten 11
4.6 Prognosewerte an den Immissionspunkten 11
4.7 Beurteilung der Messergebnisse und Immissionsprognosen 12
4.7.1 Messergebnisse 12
4.7.2 Immissionsprognosen 12

5. Schlussbemerkung / weitere Angaben 13

6. Anhang 14
6.1 Messergebnisse im Detail 14
6.2 Dokumentation zu den Messungen 19
6.2.1 Messpunkte mit Lage von B23 und Nachbarstandorten 19
6.2.2 Weitere Daten 20
6.3 Vorgehensweise bei den Messungen 21
6.4 Allgemeine Vorgehensweise in Verbindung mit Prognoseberechnungen 23
6.5 Einheiten, Skala, Grenzwerte 27
6.6 Unterlagen 29

1. Allgemeine Vorbemerkung zur Immissionsminimierung

1.1 Ausgangslage

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

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

1.2 Vorsorge

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

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

1.3 Auswahl der zu untersuchenden Standortvarianten

Für den Fall einer vergleichenden Untersuchung von Standortalternativen: 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.

Für den Fall einer vergleichenden Untersuchung von Standortalternativen: Während der Bearbeitung des Immissionsgutachtens im dialogischen Verfahren werden die 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-Software[2] überprüft.

Dabei wird das o.a. 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.

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

1.5 Immissionsminimierung nun ein Kriterium

Zielsetzung vergleichender Untersuchung von Standortalternativen 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 Immissionsgutachten ermöglicht es der Kommune, die Immissionsminimierung und damit die Vorsorge in die Bewertung von Standortalternativen einzubeziehen.

2. Auftragstellung / Sachverhalt

Mit Schreiben vom 17.07.2017 erteilte der Markt Garmisch-Partenkirchen den Auftrag, zum Mobilfunk-Standort Törlenstr. 24-26 (nachfolgend mit „B23" bezeichnet) eine Messung vor und eine Messung nach Inbetriebnahme, mit ergänzenden Immissionsprognosen zu von B23 ausgehenden Feldern durchzuführen.

Entsprechend einer Mitteilung der Telekom vom 02.08.2017 können die für die Vorhermessung angeforderten Daten nicht zeitgerecht vor der für Ende August 2017 geplanten Einschaltung des Standorts geliefert werden. So wurde abgestimmt, dass das Untersuchungsprogramm dahingehend geändert wird, dass die Messung nach Inbetriebnahme von B23 durchgeführt wird und in einer zusätzlichen Ergebnistabelle der Messwertanteil des Standorts B23 herausgerechnet wird. Diese Auftragsänderung wurde vom Markt Garmisch-Partenkirchen am 03.08.2017 bestätigt.

Später kam hinzu, dass die Einschaltung zunächst nicht für alle laut Standortbescheinigung genehmigten Funkdienste erfolgte. Auf Anfrage vom 07.03.2018 teilte die Telekom am 27.04.2018 mit, dass am Standort Törlenstr. 24-26 nun alle Funkdienste in Betrieb seien. Daraufhin wurden von allen Netzbetreibern eine Überprüfung und ggf. Aktualisierung/ Ergänzung bisher auf Anfrage mitgeteilter Daten erbeten. Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

[2] An der ich im Rahmen meiner Forschungstätigkeit mitentwickle

3. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung

3.1 Messergebnisse

MP Nr.	B23 berücksichtigt Ortsbeschreibung	Sicht-kontakt	Sicht Detail	Messwert Summe	Grenzw. Anteile		GSM	UMTS	LTE	TETRA	DECT WLAN	sonstige	Rundfunk TV
				V/m			V/m	V/m	V/m	V/m	V/m	V/m	V/m
1	Katzensteinstr.	B23	0	2,4	5,7%	↓ Anteile ↓	1,4	0,2	1,9	0,009	-	-	-
2	Törlenstr.33	B23	0	1,1	2,3%		0,5	0,3	0,9	0,003	-	-	-
3	Grainauer Str.13	B23	0	3,1	7,5%		1,6	0,2	2,6	0,01	-	-	-
4	Hochblassenstr./Törlenstr.	kein SK	8	0,5	1,1%		0,1	0,1	0,5	0,005	-	-	-
5	Wehrstr.7	B03	0	0,8	1,4%		0,1	0,2	0,7	0,005	-	-	-
6	Zugspitzstr. 30	B06, B01, B05	0	1,2	2,5%		0,7	0,4	0,8	0,009	-	-	-
7	Rießerseestr./ St.Martin Str.	kein Sk	8	0,15			-	-	-	-	0,05	0,005	0,14

Tabelle 1: Messergebnisse unter Berücksichtigung von Standort B23 (Törlenstr. 24-26). Weitere Legende siehe Seite 6.

MP Nr.	B23 herausgerechnet Ortsbeschreibung	Sicht-kontakt	Messwert Summe	Grenzw. Anteil		GSM	UMTS	LTE	TETRA	DECT WLAN	sonstige	Rundfunk TV
			V/m			V/m	V/m	V/m	V/m	V/m	V/m	V/m
1	Katzensteinstr.	B23	0,1	0,2%	↓ Anteile ↓	0,05	0,04	0,05	0,009	-	-	-
2	Törlenstr.33	B23	0,1	0,2%		0,007	0,02	0,06	0,003	-	-	-
3	Grainauer Str.13	B23	0,1	0,1%		0,03	0,01	0,04	0,01	-	-	-
4	Hochblassenstr./Törlenstr.	kein SK	0,1	0,2%		0,04	0,02	0,05	0,005	-	-	-
5	Wehrstr.7	B03	0,8	1,4%		0,1	0,2	0,7	0,005	-	-	-
6	Zugspitzstr. 30	B06, B01, B05	1,2	2,5%		0,7	0,4	0,8	0,009	-	-	-
7	Rießerseestr./ St.Martin Str.	kein Sk	0,15			-	-	-	-	0,05	0,005	0,14

Tabelle 2: Messergebnisse ohne die Anteile, welche Standort B23 zugeordnet werden konnten. Weitere Legende siehe Seite 6.

Legende zu Tabellen 1 und 2:
Messergebnisse der von Basisstationen (kommerzieller Mobilfunk und digitaler Bahn- sowie Behördenfunk) ausgehenden Befeldung, an Punkt 7 nur DECT/WLAN, sonstige, Rundfunk und Fernsehen.
Bezug: Angetroffene Einstellungen der Mobilfunkanlagen, Hochrechnung auf Vollast, Angaben in V/m; siehe 6.5 auf Seite 27. Umrechnungstabelle und Grenzwerte siehe Seite 29.
Für die von Mobilfunkbasisstationen ausgehenden Signale ist auch der Anteil am deutschen Grenzwert lt. 26. Bundesimmissionsschutzverordnung angegeben.
MP Nr.: Messpunkt. Alle Messpunkte lagen im Freien.
„<": geringfügig im Vergleich zu anderen Signalen am Messpunkt oder verschwindet im Rauschen; „-": nicht bestimmt.
Summenbildung und Rundung: Vgl. [3].

Beide Tabellen beruhen auf den gleichen Messungen nach Inbetriebnahme des Standorts B23, Törlenstr. 24-26.

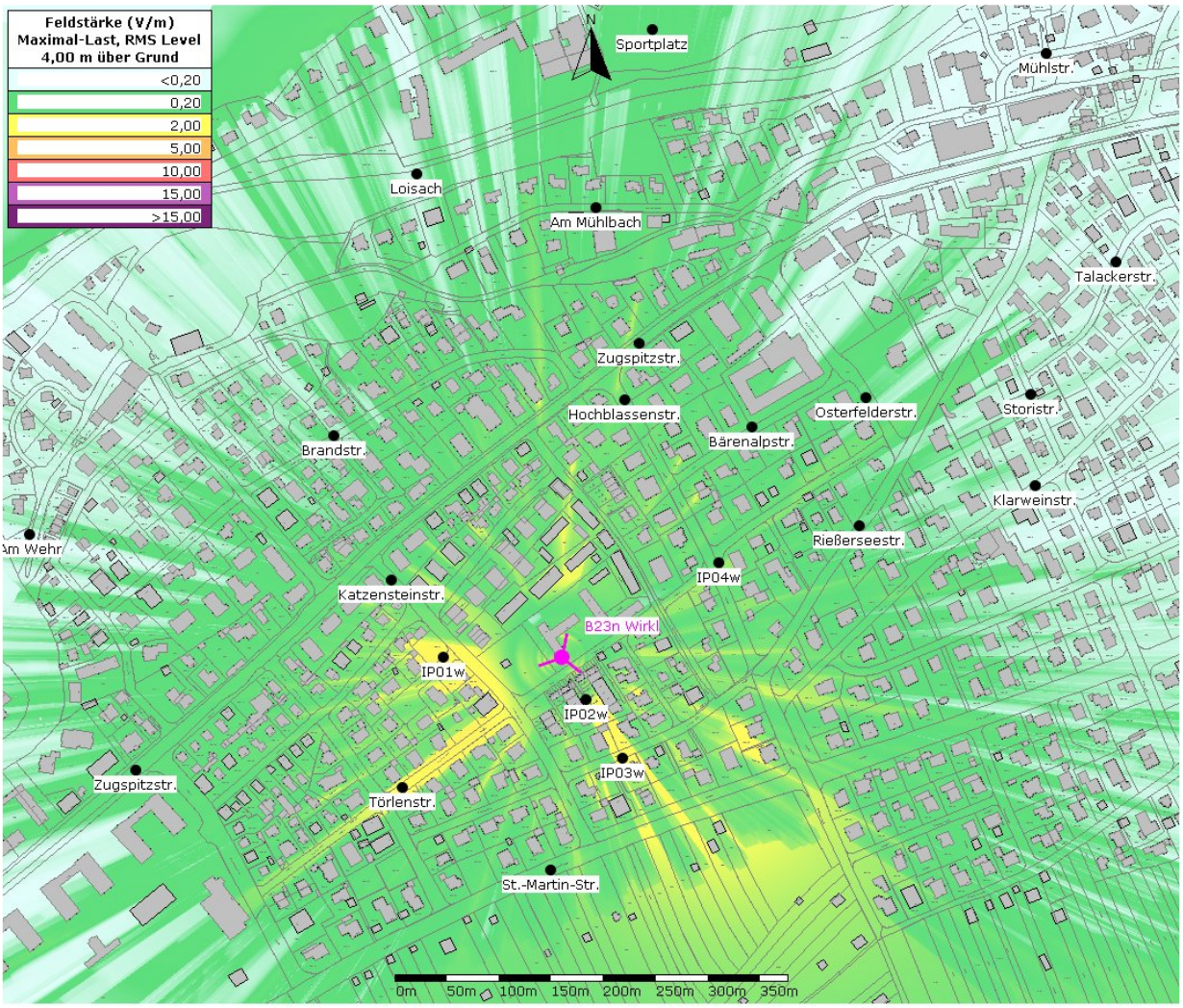
Tabelle 2:
Die Feldstärkenteile, welche Standort B23 zugeordnet werden konnten, wurden herausgerechnet. Dabei wurde die Zahl der GSM-Kanäle / UMTS-Messwertanteile, welche B23 zugeordnet werden konnten, in den Messergebnistabellen unter 6.1 ab Seite 14 auf 0 gesetzt. LTE: Vgl. Tabelle auf Seite 16.

Weitere Angaben zur Messung siehe ab Seite 14.

[3] In der Einheit der Feldstärke erfolgt die Summenbildung über die Wurzel der Summe der Quadrate, so dass die Einzelwerte nicht einfach zusammengezählt werden können. Werden zu einem größeren Feldstärkewert kleine hinzugezählt, kann es sein, dass sich dies in der Summe erst in einer nicht dargestellten Stelle hinterm Komma, innerhalb der Messunsicherheit der Summe, auswirkt.

4. Immissionsprognosen

4.1 Betriebswerte: Eingestellte Hauptstrahlabsenkungen und Sendeleistungen

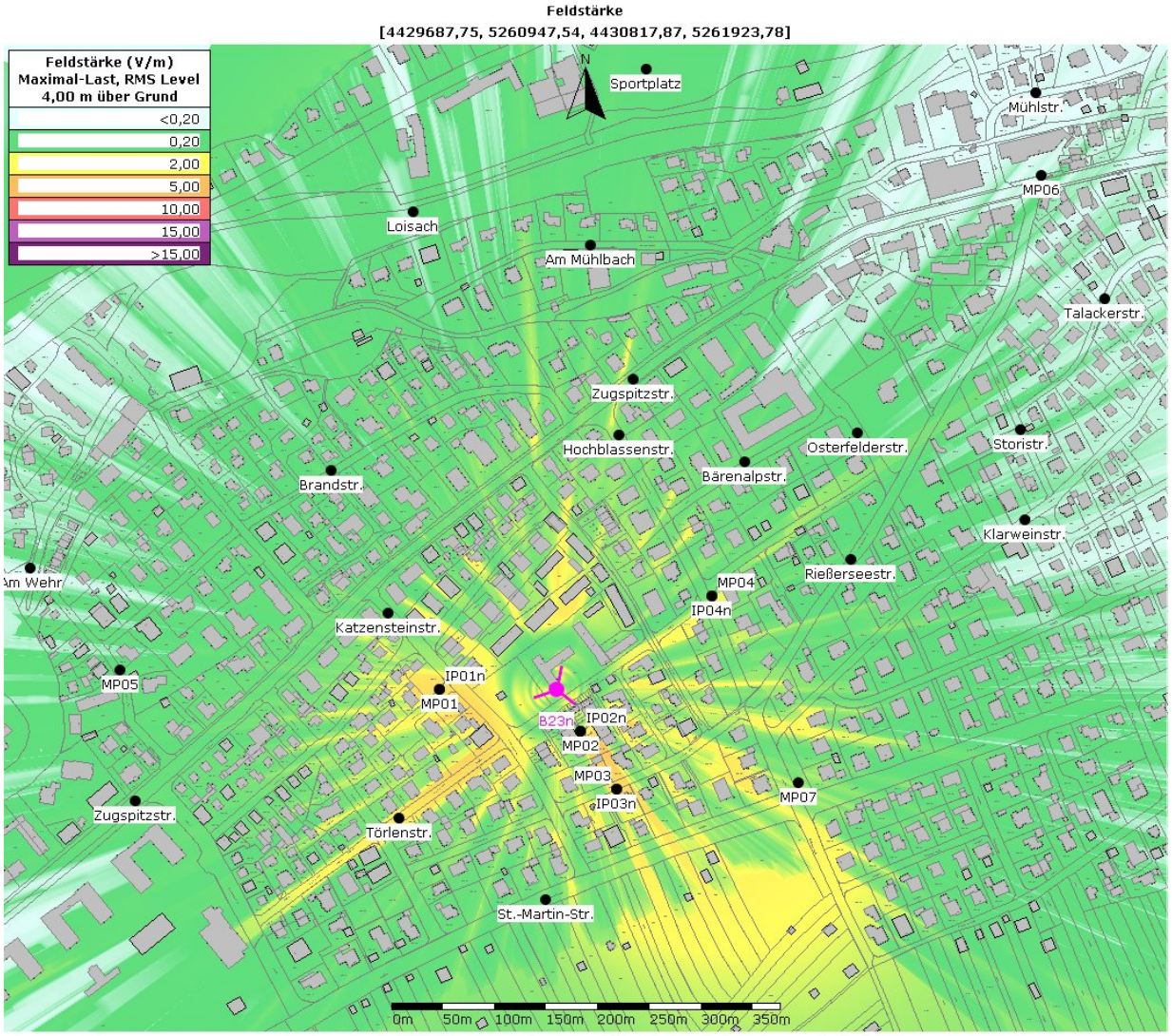


B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	B23n Wirkl:Telekom:GSM09:10	K 742 265 v02	17,13 m	20,0 W	2	0,00 °	2,00 °-2,00 °	1,16 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:GSM09:130	K 742 265 v02	17,13 m	20,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	1,16 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:GSM09:250	K 742 265 v02	17,13 m	20,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,16 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE08:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	40,0 W	1	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,93 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE08:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	40,0 W	1	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,93 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE08:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	40,0 W	1	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,93 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE18:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	80,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,64 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE18:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	80,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,64 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE18:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	80,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	1,64 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE26:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	30,0 W	1	0,00 °	5,00 °-5,00 °	1,97 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE26:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	30,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,97 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:LTE26:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	30,0 W	1	0,00 °	2,00 °-2,00 °	1,97 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:UMTS21:10	K 742 265 v02	17,13 m	40,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	1,73 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:UMTS21:130	K 742 265 v02	17,13 m	40,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,73 dB
*	B23n Wirkl:Telekom:UMTS21:250	K 742 265 v02	17,13 m	40,0 W	2	0,00 °	2,00 °-2,00 °	1,73 dB

Abbildung 1: Immissionsprognose zur Variante B23 in der betreiberseitig mitgeteilten Konfiguration (eingestellte Hauptstrahlabsenkungen und Wirkleistungen bei maximaler Auslastung).

Prognosewerte an den Immissionsunkten IP vgl. Tabelle 4 auf Seite 11.

4.2 Eingestellte Hauptstrahlabsenkung mit maximal genehmigten Sendeleistungen

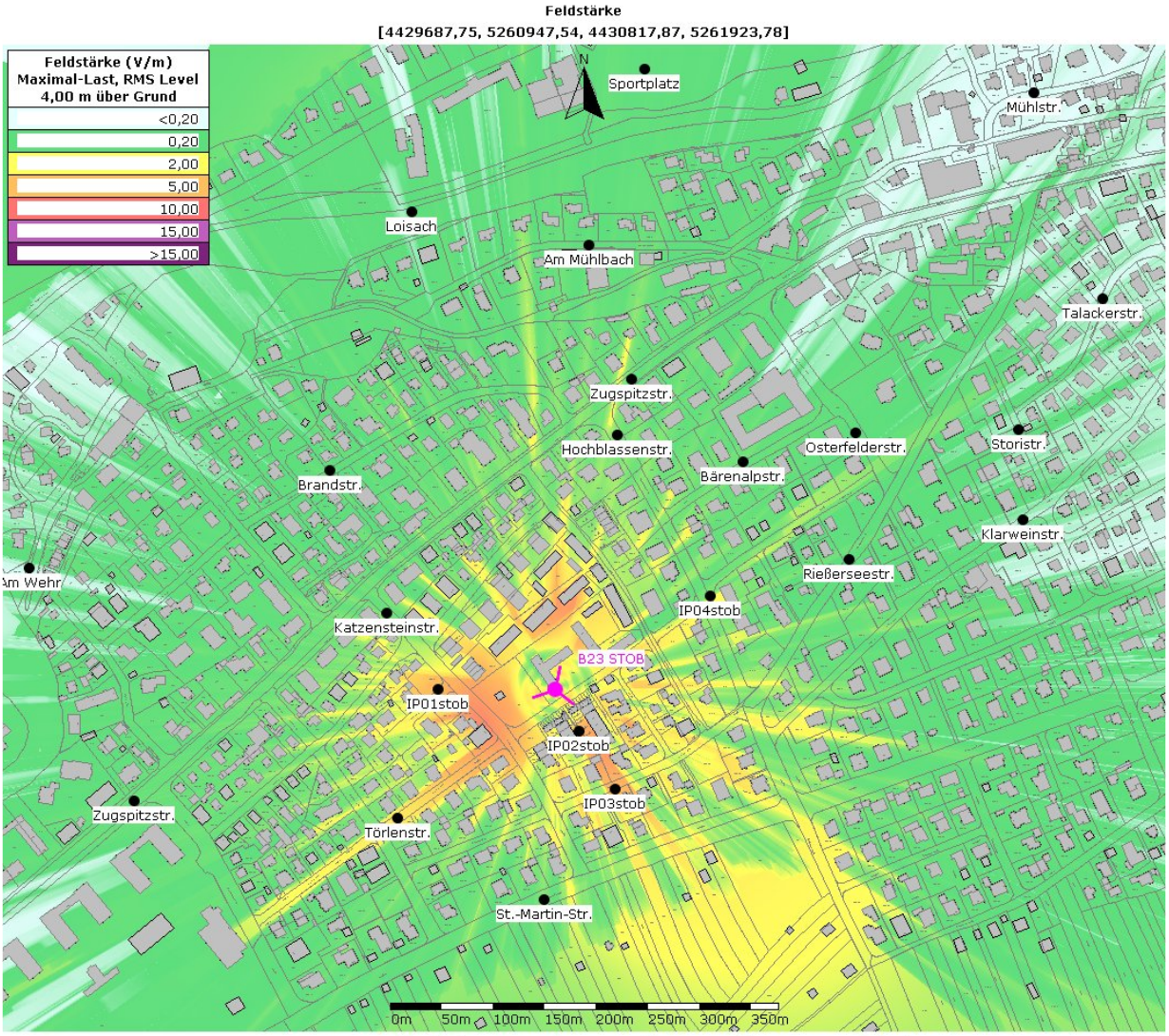


B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	B23n:Telekom:GSM09:10	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	2,00 °-2,00 °	1,16 dB
*	B23n:Telekom:GSM09:130	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	6,00 °-6,00 °	1,16 dB
*	B23n:Telekom:GSM09:250	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,16 dB
*	B23n:Telekom:LTE08:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,93 dB
*	B23n:Telekom:LTE08:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,93 dB
*	B23n:Telekom:LTE08:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,93 dB
*	B23n:Telekom:LTE18:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,64 dB
*	B23n:Telekom:LTE18:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,64 dB
*	B23n:Telekom:LTE18:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	1,64 dB
*	B23n:Telekom:LTE26:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	1,97 dB
*	B23n:Telekom:LTE26:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,97 dB
*	B23n:Telekom:LTE26:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-2,00 °	1,97 dB
*	B23n:Telekom:UMTS21:10	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	1,73 dB
*	B23n:Telekom:UMTS21:130	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	3,00 °-3,00 °	1,73 dB
*	B23n:Telekom:UMTS21:250	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	2,00 °-2,00 °	1,73 dB

Abbildung 2: Immissionsprognose zur Variante B23 in der betreiberseitig mitgeteilten Konfiguration (eingestellte Hauptstrahlabsenkungen und maximal genehmigte Sendeleistungen bei maximaler Auslastung).

Prognosewerte an den Immissionsunkten IP vgl. Tabelle 4 auf Seite 11.

4.3 Genehmigte Werte gemäß Standortbescheinigung

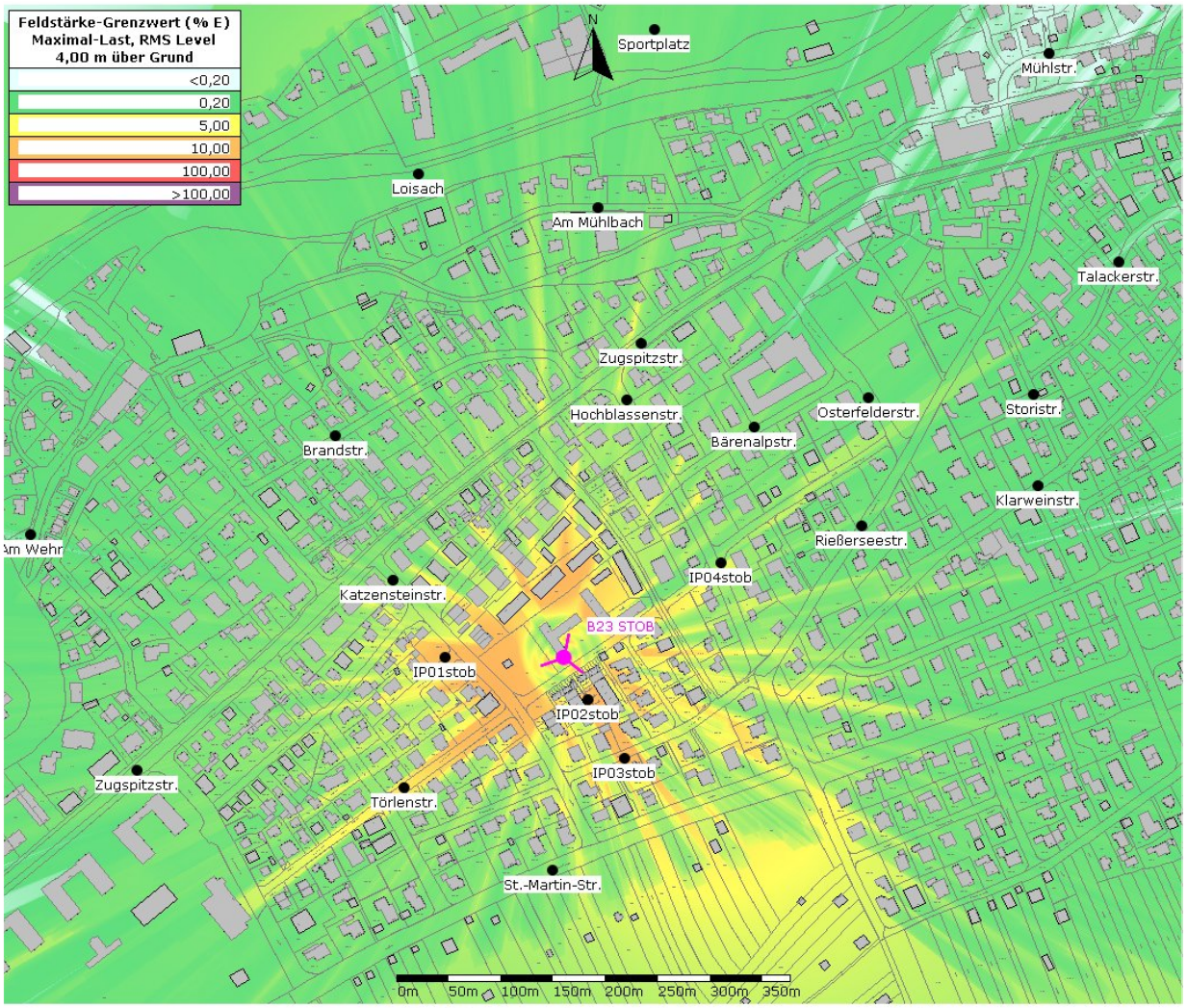


B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	B23 STOB:Telekom:GSM09:10	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	0,00 °-10,00 °	1,16 dB
*	B23 STOB:Telekom:GSM09:130	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	0,00 °-10,00 °	1,16 dB
*	B23 STOB:Telekom:GSM09:250	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	0,00 °-10,00 °	1,16 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE08:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	0,00 °-10,00 °	0,93 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE08:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	0,00 °-10,00 °	0,93 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE08:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	0,00 °-10,00 °	0,93 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE18:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,64 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE18:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,64 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE18:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,64 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE26:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,97 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE26:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,97 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE26:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,97 dB
*	B23 STOB:Telekom:UMTS21:10	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	0,00 °-6,00 °	1,73 dB
*	B23 STOB:Telekom:UMTS21:130	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	0,00 °-6,00 °	1,73 dB
*	B23 STOB:Telekom:UMTS21:250	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	0,00 °-6,00 °	1,73 dB

Abbildung 3: Immissionsprognose zur Variante B23 in der nach Standortbescheinigung genehmigten Konfiguration (Hauptstrahlabsenkungen Hüllkurve [zwischen niedrigstem und größtem Winkel in 1°-Schritten geschwenkt] sowie maximal genehmigte Sendeleistungen bei maximaler Auslastung)

Prognosewerte an den Immissionsunkten IP vgl. Tabelle 4 auf Seite 11.

4.4 Genehmigte Werte gemäß Standortbescheinigung: Grenzwertanteil



B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	B23 STOB:Telekom:GSM09:10	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	0,00 °-10,00 °	1,16 dB
*	B23 STOB:Telekom:GSM09:130	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	0,00 °-10,00 °	1,16 dB
*	B23 STOB:Telekom:GSM09:250	K 742 265 v02	17,13 m	107,0 W	1	0,00 °	0,00 °-10,00 °	1,16 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE08:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	0,00 °-10,00 °	0,93 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE08:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	0,00 °-10,00 °	0,93 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE08:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	0,00 °-10,00 °	0,93 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE18:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,64 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE18:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,64 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE18:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,64 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE26:10	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,97 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE26:130	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,97 dB
*	B23 STOB:Telekom:LTE26:250	K 800 10 675 v01	17,10 m	102,0 W	2	0,00 °	2,00 °-8,00 °	1,97 dB
*	B23 STOB:Telekom:UMTS21:10	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	0,00 °-6,00 °	1,73 dB
*	B23 STOB:Telekom:UMTS21:130	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	0,00 °-6,00 °	1,73 dB
*	B23 STOB:Telekom:UMTS21:250	K 742 265 v02	17,13 m	64,0 W	2	0,00 °	0,00 °-6,00 °	1,73 dB

Abbildung 4: Angabe des Anteils an dem in Deutschland gültigen Grenzwert in Prozent: Immissionsprognose zur Variante B23 in der nach Standortbescheinigung genehmigten Konfiguration (Hauptstrahlabsenkungen Hüllkurve [zwischen niedrigstem und größtem Winkel in 1°-Schritten geschwenkt] sowie maximal genehmigte Sendeleistungen bei maximaler Auslastung)

Prognosewerte an den Immissionsunkten IP vgl. Tabelle 4 auf Seite 11.

4.5 Prognosewerte an den Messpunkten

Name	V/m Msg.	V/m Prog.	% GW Msg.	% GW Prog.	Höhe m
MP01	2,4	3,1	5,7	7,4	1,5
MP02	1,1	0,9	2,3	1,7	1,5
MP03	3,1	3,4	7,5	8,4	1,5
MP04	0,5	0,5	1,1	1,0	1,5
MP05	0,8	0,3	1,4	0,6	1,5
MP06	1,2	0,1	2,5	0,2	1,5

Tabelle 3

Erläuterung: Name: Messpunkt. Msg: Messung. Prog.: Immissionsprognose zu von B23 ausgehenden Signalen. % GW: Grenzwertanteil (deutscher Grenzwert gem. Bundesimmissionsschutzverordnung).

Beurteilung zu den gemessenen und prognostizierten Werten:
Bei den Messpunkten 1 bis 4 stellt B23 den Hauptsignalanteil dar, daher können Messung und Prognose gut verglichen werden. Bei den Messpunkten 5 und 6 überwiegen Signale anderer Stationen, so dass diese Werte nur dahingehend interpretiert werden können, dass die zu B23 prognostizierten Werte dort nur kleinere Anteile am Messwert haben.

Wie auf Seite 23 unter b) angegeben, werden die Feldstärken deutlich auch durch Abschattungen, Reflexion, Beugung und Streuung beeinflusst. Da das Prognosemodell eine Vereinfachung der Realität darstellt, können diese Effekte bei der Immissionsprognose nur abgeschätzt werden. Auch die Messwerte unterliegen technisch bedingten Unsicherheiten, vgl. 6.3 ab Seite 21. Hinzu kommen die Toleranzen an der Mobilfunk-Basisstation.

Vor diesem Hintergrund sind bzgl. der von B23 ausgehenden Felder die Abweichungen zwischen Messwerten und Prognose gering.

4.6 Prognosewerte an den Immissionspunkten

Die Immissionspunkte für die Prognose zu B23 wurden an den gleichen Orten wie die Messpunkte gewählt an denen B23 den Hauptanteil des Messwerts hatte, jedoch in größerer Höhe über Grund. Vgl. Abb. 1 bis 3 ab Seite 7.

Vergleich zwischen Tabelle 3 und Tabelle 4: Ein Vergleich der Werte mit dem Index „n" mit den Prognoseergebnissen aus Tabelle 3 zeigt, dass die Prognosewerte in einer Höhe von 4m über Grund deutlich über denen in 1,5m über Grund liegen.

Vergleich in Tabelle 4: Ein Vergleich der Werte untereinander zeigt die Unterschiede zwischen eingestellten Wirkleistungen (Index: „w"), maximale genehmigter Leistung (Index: n) und maximale genehmigter Leistung mit Durchschwenkung der Hauptstrahlabsenkungen über alle genehmigten Winkelgrade (Hüllkurve; Index: „stob"). Bei den Werten mit Index „stob" handelt es sich um eine Prognose zum maximal genehmigten worst case Zustand.

Name	V/m	% GW	Höhe m
IP01w	2,5	5,4	4,0
IP01n	3,8	8,7	4,0
IP01stob	5,6	11	4,0
IP02w	1,3	3,1	4,0
IP02n	2,2	5,4	4,0
IP02stob	5,6	13	4,0
IP03w	2,3	5,2	4,0
IP03n	3,8	9,0	4,0
IP03stob	5,5	11	4,0
IP04w	0,6	1,3	4,0
IP04n	1,0	2,0	4,0
IP04stob	1,0	2,2	4,0

Tabelle 4

4.7 Beurteilung der Messergebnisse und Immissionsprognosen

4.7.1 Messergebnisse

Die höchste gemessene Befeldung durch Mobilfunk-Basisstationen wurde an Messpunkt 3, Grainauer Str. 13, mit 3,1 V/m festgestellt. Die niedrigste fand sich an Messpunkt 4, Hochblassenstr./Törlenstr. mit 0,5 V/m. Dies verdeutlicht, dass die Befeldungen an den Messpunkten stark variieren.

In den Messergebnissen von Tabelle 2 auf Seite 5 wurden die Anteile, welche Standort B23 (Törlenstr. 24-26) zugeordnet werden konnten, herausgerechnet. Die Immissionen an den näher am Standort B23 gelegenen Messpunkten 1 bis 4 fallen gegenüber Tabelle 1 erwartungsgemäß wesentlich geringer aus. An den weiter entfernten Messpunkten 5 und 6 ergeben sich so geringe Änderungen, dass sich diese in Tabelle 2 nicht niederschlagen.

An Messpunkt 7 wurde zu Rundfunk und Fernsehen ein Ergebnis von 0,14 V/m festgestellt.

4.7.2 Immissionsprognosen

An den Abbildungen 1 bis 3 ab Seite 7 ist deutlich zu erkennen, dass die Strahlenintensität in der Umgebung des Standortes keinesfalls gleichmäßig mit der Entfernung abnimmt sondern vorallem auch durch die Bebauung stark beeinflusst wird.

Ein Vergleich der Abbildungen 1 bis 3 ab Seite 7 zeigt die Auswirkungen unterschiedlicher Einstellungen am Standort B23. Die Befeldung nach gem. Angabe des Betreibers eingestellten Wirkleistungen (Abb. 1) liegt deutlich unter den nach Standortbescheinigung zulässigen Werten (Abb. 3).

Der in Deutschland gültige gesetzliche Grenzwert ist stark frequenzabhängig, vgl. obere Tabelle auf Seite 29. Für den Mobilfunk werden verschiedene Frequenzbänder genutzt. Aufgrund je nach Frequenz unterschiedlichem Abstrahlverhaltens der Antennen sowie unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen der Frequenzen können sich die Feldstärkeanteile aus den unterschiedlichen Frequenzbändern örtlich stark unterscheiden. Wegen alledem müssen Grenzwertanteile bei Immissionsprognosen für jeden einzelnen Bildpunkt berechnet werden. Abb. 4 auf Seite 10 zeigt eine Prognose zur räumlichen Verteilung des Grenzwertanteils von B23 im Umfeld der Station in einer Ebene von 4m über Grund.

5. 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 weitere Messungen erlangt werden.

Die hier dargestellten Berechnungen entsprechen in ihrer Auslegung und Platzierung den dokumentierten Angaben und Annahmen.

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 28. Februar 2019

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

6. Anhang

6.1 Messergebnisse im Detail

				GSM	1	µW / m²	2	µW / m²	3	µW / m²	4	µW / m²	5	µW / m²	6	µW / m²
						5261		718		6657		30		48		1306
Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Frequenz	Betreiber	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert
		°	MHz		dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²
4	B06	260	951,0	Telekom	-100	0,0	-100	0,0	60	0,0	75	0,3	-100	0,0	101	143,1
4			928,6	Telefónica	74	0,3	63,9	0,0	69,1	0,1	80	1,1	85,4	3,7	89,9	10,4
4	B05	25	937,4	Vodafone	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	72,2	0,2	93,6	24,3
4	B05	255	938,2	Vodafone	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	67,6	0,1	110,2	1111,0
4	B05	140	943,2	Vodafone	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	84,2	2,8
4			950,6	Telekom	64	0,0	56,6	0,0	66,5	0,0	-100	0,0	-100	0,0	83,7	2,5
4			959,8	Telekom	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	86,8	5,1
4	B12	80	944,0	Vodafone	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0
2	B11	100	1854,8	Telefónica	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	99	42,1	-100	0,0
4	B23	10	948,0	Telekom	96	46,3	90,7	12,5	87,7	6,2	92	16,8	61,5	0,0	-100	0,0
4	B23	130	946,0	Telekom	90	11,1	108,1	685,0	117,9	6542,1	89,2	8,8	-100	0,0	-100	0,0
4	B23	250	949,0	Telekom	117	5196,6	92,8	20,2	100	106,1	76,5	0,5	79	0,8	88,3	7,2
4	B02	70	948,6	Telekom	84	2,8	67,7	0,1	79,4	0,9	79,3	0,9	68,4	0,1	-100	0,0
4			957,8	Telekom	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	66,8	0,1	-100	0,0
2			1838,8	Telefónica	88	3,3	-100	0,0	84,4	1,5	83	1,1	79,8	0,5	-100	0,0
2			934,4	Telefónica	67	0,0	68	0,0	65,1	0,0	70,8	0,1	-100	0,0	-100	0,0
1			923,4	DB	74	0,1	63,1	0,0	66	0,0	64,5	0,0	-100	0,0	-100	0,0

funktechanalyse.de

					UMTS			1	µW / m²	2	µW / m²	3	µW / m²	4	µW / m²	5	µW / m²	6	µW / m²
									104		199		137		56		127		409
Kanäle	Standort	Sektor	SC	Frequenz	Betreiber	UARFCN	Korrekturfakt	channelPower Messwert oder cPich Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder cPich Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder cPich Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder cPich Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder cPich Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder cPich Messwert	Beurteilungswert
n		°		MHz			%		µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²
1	B05	25	10	2112,8	Vodafone	10564	10%	-100	0,0	-999	0,0	-100	0,0	57,3	0,0	-100	0,0	80	2,7
1	B05	255	20	2112,8	Vodafone	10564	10%	52,3	0,0	-999	0,0	52,7	0,0	-100	0,0	49	0,0	93	52,9
1	B05	25	10	2117,6	Vodafone	10588	10%	-100	0,0	-999	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	83	5,3
1	B05	255	20	2117,6	Vodafone	10588	10%	57,6	0,0	-999	0,0	53,6	0,0	53,7	0,0	49	0,0	95	83,9
1	B05	25	10	2122,4	Vodafone	10612	10%	-100	0,0	-999	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	81	3,3
1	B05	255	20	2122,4	Vodafone	10612	10%	55,6	0,0	-999	0,0	54,7	0,0	52,9	0,0	49	0,0	95	83,9
1	B06	260	31	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-999	0,0	-100	0,0	93,6	60,8
1	B01	260	40	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-999	0,0	-100	0,0	88,2	17,5
1			155	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	84,9	8,2
1			417	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	81	3,3
1	B06	260	31	2167,2	Telekom	10836	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	94,4	73,1
1	B01	260	40	2167,2	Telekom	10836	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	85	8,4
1			155	2167,2	Telekom	10836	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	81,2	3,5
1			417	2167,2	Telekom	10836	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	79	2,1
1	B03	20	494	2162,4	Telekom	10812	10%	71,6	0,4	-100	0,0	60	0,0	-100	0,0	91,1	34,2	-100	0,0
1	B03	140	101	2162,4	Telekom	10812	10%	70	0,3	-100	0,0	66,7	0,1	-100	0,0	85,6	9,6	-100	0,0
1	B03	260	217	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	66,8	0,1	-100	0,0
1	B03	20	494	2167,2	Telekom	10836	10%	75,7	1,0	-100	0,0	-999	0,0	-100	0,0	91,4	36,6	-100	0,0
1	B03	140	101	2167,2	Telekom	10836	10%	73,2	0,6	-100	0,0	-999	0,0	-100	0,0	88,3	17,9	-100	0,0
1	B03	260	217	2167,2	Telekom	10836	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	70	0,3	-100	0,0
1	B23	10	232	2162,4	Telekom	10812	10%	78,5	1,9	80,8	3,2	66,5	0,1	88	16,7	-100	0,0	-999	0,0
1	B23	130	370	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0,0	91,1	34,2	92,3	45,0	79	2,1	-100	0,0	-100	0,0
1	B23	250	384	2162,4	Telekom	10812	10%	93,2	55,4	84,3	7,1	73,3	0,6	-100	0,0	71	0,3	-100	0,0
1	B23	10	232	2166,4	Telekom	10832	10%	78,4	1,8	72	0,4	-999	0,0	91	33,4	-100	0,0	-999	0,0
1	B23	130	370	2166,4	Telekom	10832	10%	71,3	0,4	97,1	136,0	95,3	89,9	80	2,7	-100	0,0	-100	0,0
1	B23	250	384	2166,4	Telekom	10832	10%	91,8	40,1	88	16,7	74,3	0,7	-100	0,0	68	0,2	-100	0,0
1	B12	80	441	2112,8	Vodafone	10564	10%	52,6	0,0	-100	0,0	-999	0,0	-999	0,0	68	0,2	-100	0,0
1	B12	80	441	2117,6	Vodafone	10588	10%	49,5	0,0	-100	0,0	54,9	0,0	-999	0,0	67,5	0,1	-100	0,0
1	B12	80	441	2122,4	Vodafone	10612	10%	51,4	0,0	-100	0,0	50	0,0	58,7	0,0	67,9	0,2	-100	0,0
1	B02	70	476	2162,4	Telekom	10812	10%	-999	0,0	-999	0,0	-999	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0
1	B02	70	476	2167,2	Telekom	10836	10%	-999	0,0	-999	0,0	-999	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0
1	B11	90	34	2147,6	Telefónica	10738	10%	74,6	0,8	72,7	0,5	65,7	0,1	71,5	0,4	83	5,3	-100	0,0
1	B11	200	32	2147,6	Telefónica	10738	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	52,1	0,0	71	0,3	-100	0,0
1	B11	90	34	2152,4	Telefónica	10762	10%	74,1	0,7	71,3	0,4	63,2	0,1	71	0,3	86	10,6	-100	0,0
1	B11	200	32	2152,4	Telefónica	10762	10%	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	56,9	0,0	61	0,0	-100	0,0
1	B11	90	34	2157,2	Telefónica	10786	10%	69	0,2	69	0,2	62,3	0,0	71,4	0,4	86	10,6	-100	0,0
1	B11	200	32	2157,2	Telefónica	10786	10%	53	0,0	-100	0,0	-100	0,0	52,3	0,0	72	0,4	-100	0,0

funktechanalyse.de

Korrekturwert chPow:
Signalbandbreite
5MHz: + 7dB
10MHz: +10dB
20MHz: +13dB
Codeselektive Meßung:
Addiere den dB-Wert,
um den RS unter der
Gesamtleistung liegt

		LTE	mit B23					1	µW / m²	2	µW / m²	3	µW / m²	4	µW / m²	5	µW / m²	6	µW / m²
									9618		2102		18165		694		1399		1874
Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Cell Identity [Grp/ID]	Frequenz	Betreiber	EARFCN	Korrekturwert [dB]	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert
n		°		MHz			dB	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²
1		chPow		796	Telefónica	6200	10	84,6	7,6	86,2	11,1	82	4,2	84	6,7	98	167,4	84,6	7,6
1		chPow		806	Vodafone	6300	10	70,9	0,3	64,9	0,1	73	0,5	65,8	0,1	70	0,3	103,8	636,3
1		chPow		816	Telekom	6400	10	114,8	8010,5	105,9	1031,9	118	16736,3	98,7	196,6	76,4	1,2	87,4	14,6
1		chPow		1815	Telekom	1300	13	104,3	1424,5	100	529,2	102,9	1031,9	95,3	179,3	103,3	1131,5	101,6	765,0
1		chPow		2630	Vodafone	2850	13	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0
1		chPow		2650	Telekom	3050	13	95,2	175,3	100	529,2	98,7	392,3	97,7	311,6	92,7	98,6	99,3	450,5
1		chPow		2680	Telefónica	3350	13	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0

Korrekturwert chPow:
Signalbandbreite
5MHz: + 7dB
10MHz: +10dB
20MHz: +13dB
Codeselektive Meßung:
Addiere den dB-Wert,
um den RS unter der
Gesamtleistung liegt

		LTE	ohne	B23				1	µW / m²	2	µW / m²	3	µW / m²	4	µW / m²	5	µW / m²	6	µW / m²
									8		11		5		7		1398		1859
Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Cell Identity [Grp/ID]	Frequenz	Betreiber	EARFCN	Korrekturwert [dB]	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert	channelPower Messwert oder RS Messwert	Beurteilungswert
n		°		MHz			dB	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²
1		chPow		796	Telefónica	6200	10	84,6	7,6	86,2	11,1	82	4,2	84	6,7	98	167,4	84,6	7,6
1		chPow		806	Vodafone	6300	10	70,9	0,3	64,9	0,1	73	0,5	65,8	0,1	70	0,3	103,8	636,3
1		chPow		816	Telekom	6400	10	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0
1		chPow		1815	Telekom	1300	13	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	103,3	1131,5	101,6	765,0
1		chPow		2630	Vodafone	2850	13	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0
1		chPow		2650	Telekom	3050	13	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	92,7	98,6	99,3	450,5
1		chPow		2680	Telefónica	3350	13	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0	-100	0,0

Erläuterung zu den rosarot gekennzeichneten Feldern in der Tabelle „LTE ohne B23“ siehe Seite 17.

Erläuterung zu den rosarot gekennzeichneten Feldern in der Tebelle „LTE ohne B23“:

Die Anteile, welche Standort B23 zugeordnet werden konnten, wurden herausgerechnet. Bei LTE wurde zu jedem Frequenzband, welches an B23 ausgesendet wurde, durch eine weitere Messung codeselektiv geprüft, ob zusätzlich zu B23 ein Signalanteil anderer Stationen dekodiert werden kann. Dies war bei den Messpunkten 1 bis 4 für alle auf B23 ausgesendeten LTE-Frequenzbändern nicht der Fall. Bei den Messpunkten 5 und 6 konnte der dort gemessene Wert an Telekom-LTE-800 bei codeselektiver Betrachtung alleinig der Station B23 zugeordnet werden (LTE-800 war an den weiteren, nahe umliegenden Standorten des Netzbetreibers nicht in Betrieb). Daher konnte der Anteil von B23 auch bei der für LTE beauftragten Channel-Power-Messung zweifelsfrei herausgerechnet werden, indem die betreffenden Messwerte der LTE-Bänder des betreffenden Netzbetreibers für Tabelle 2 auf 0 (entspricht dem Wert der Tabellenvorbelegung: -100) gesetzt wurden.

				Tetra			**1**	µW / m²	**2**	µW / m²	**3**	µW / m²	**4**	µW / m²	**5**	µW / m²	**6**	µW / m²
								0,2		0,03		0,4		0,1		0		0,2
Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Frequenz	Betreiber		**Bandbreitenkorrektur**	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert
		°	MHz			dB	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²	dBµV / m	µW / m²
4			390,975	BOS		0,0	73	0,2	63,4	0,02	76	0,4	68,5	0,1	64,1	0,03	72,7	0,2
4			392,675	BOS		0,0	53,3	0,002	53,7	0,002	53	0,002	52,4	0,002	65,1	0,034	62,6	0,019

DECT:
eco mode:
a) wie vorgefunden
b) Signal durch Telephonat erzwingen

				DECT WLAN			7	µW / m²
								6
Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Frequenz	Funkdienst		Bandbreitenko	Messwert	Beurteilungswert
		°	MHz			dB	dBµV / m	µW / m²
1			1880	DECT		0,0	84,9	1
1			1890	DECT		0,0	90,7	3
1			2400	W-LAN	1-13	0,0	89,5	2

				sonstige			7	µW / m²
								0,06
Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Frequenz	Funkdienst		Bandbreitenkorrektur	Messwert	Beurteilungswert
		°	MHz			dB	dBµV / m	µW / m²
1			465,0	eMessage		0,0	73,4	0,06

				Rundfunk TV		7	µW / m²
							54
Anzahl der Kanäle	Standort		Frequenz	Funkdienst	Bandbreitenkorrektur	Messwert	Beurteilungswert
			MHz		dB	dBµV / m	µW / m²
1			89,2	UKW analog	0,0	82,1	0,4
1			93,5	UKW analog	0,0	81,6	0,4
1			95,9	UKW analog	0,0	82,3	0,5
1			97,7	UKW analog	0,0	82,2	0,4
1			104,9	UKW analog	0,0	81,7	0,4
1			106,2	UKW analog	0,0	85,1	1
1		10A	209,936	DAB-T	0,0	71,1	0,03
1		11D	222,064	DAB-T	0,0	71,9	0,04
1		28	530	DVB-T	0,0	101,9	41
1		47	682	DVB-T	0,0	92,3	5
1		53	730	DVB-T	0,0	93	5

6.2 Dokumentation zu den Messungen

6.2.1 Messpunkte mit Lage von B23 und Nachbarstandorten

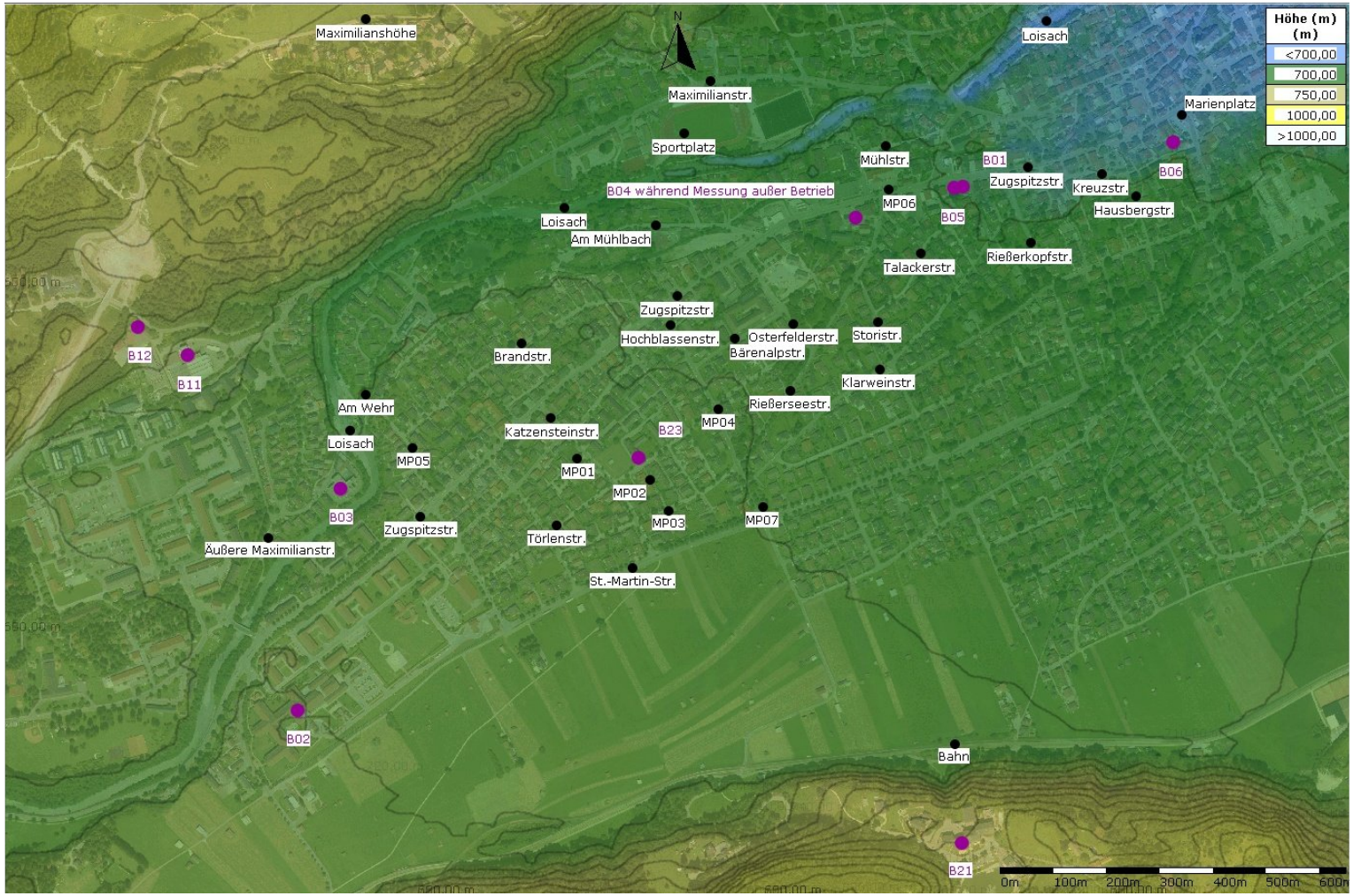


Abbildung 5: Violette Punkte B: Mobilfunk-Standorte. Schwarze Punkte: Ortsbezeichnungen bzw. MP: Messpunkt.

6.2.2 Weitere Daten

Witterungsbedingungen am Messtag

Datum	26.09.18
Wetter	sonnig, trocken
Temperatur	15 °C

Datum	27.09.18
Wetter	Sonnig , trocken
Temperatur	15 °C

Sichteinschränkung

0	freie Sicht
1	laublose Baumreihe
2	belaubte Baumreihe
3	dichte Baumgruppe
6	zwischen der Bebauung erkennbar
8	Bebauung
9	Hügel, Topographie

Verwendete Geräte

Messgerät	Hersteller	Typ	Seriennummer
Spektrumsanalysator	Rohde&Schwarz	FSH8	105509
Antenne	Schwarzbeck	SBA 9113B	364
Kabel	BR-Elektronik	1m N	024K

Legende zu den Tabellen

-999	bedeutet:	Signal nicht messbar; z.B. verschwindet im Rauschen oder läßt sich nicht dekodieren
-333	bedeutet:	am MP arbeitet ein TCH auf ähnlicher Frequenz
-100	bedeutet:	Tabellenvorbelegung. kein Signal, nicht gemessen oder geringfügiger Anteil an der Summe
0	bedeutet:	Detailspalten „Beurteilungswert“ der Messergebnisse: Angabe gerundet.
		Weitergerechnet wird incl. aller Nachkommastellen.
Anzahl der Kanäle:	Sofern keine Angaben verfügbar waren, wurden Annahmen getroffen	
Spalte Meßfehler	0 dB bedeutet: kein allgemeiner Aufschlag auf das Messergebnis	
<	bedeutet:	geringfügiger Anteil an der Summe
-	bedeutet:	nicht untersucht (z.B. Funkdienst am MP nicht vorhanden oder nicht beauftragt)
n.n.	bedeutet:	nicht nachweisbar (z.B. DECT im ECO-Modus)

Einstellungen

Funkdienst	Detektor	Filter Bandbreite MHz	Messmethode	Kanal Bandbreite MHz	rechnerische Bandbreiten korrektur [dB]	Angabe des Scrambling Code	Angabe der Cell ID	Angabe „chPow“ in der Spalte Sektor
GSM	rms	0,2	Frequenzdurchlauf					
TETRA	rms	0,2	Frequenzdurchlauf					
UMTS	rms		codeselektive Messung			✔	✘	✘
UMTS	rms		Kanalleistungsmessung	3,84		✘	✘	✔
LTE	rms		codeselektive Messung			✘	✔	✘
LTE	rms	0,93	Kanalleistungsmessung	5-20	7-13	✘	✘	✔
DAB-T	rms		Kanalleistungsmessung	1,536				
DVB-T (VHF)	rms		Kanalleistungsmessung	6,665				
DVB-T (UHF)	rms		Kanalleistungsmessung	7,607				
UKW	rms	0,3	Frequenzdurchlauf					
DECT	peak	1,0	Frequenzdurchlauf					
W-LAN	peak	20,0	Festfrequenz	11/20/40	0-3			
Radar	peak	3,0	Festfrequenz		zirkular +3dB			

Messfehlerbeaufschlagung	**0,0**	dB

6.3 Vorgehensweise bei den Messungen

Die Messpunkte wurden durch den Ersteller des Berichts ausgewählt mit dem Ziel:

- Erfassung einer ortstypischen Verteilung punktuell ausgewählter stärker und schwächer befeldeter Punkte
- Verifikation der angewandten Prognoseparameter

Die Messungen wurden von Manfred Haider, EMV vor Ort, 83125 Eggstätt durchgeführt.

Zur Bestimmung der maximalen Immission wird die Schwenkmethode[4] angewandt. Die Messantenne wird in etwa 1,5 m über dem Boden langsam in verschiedenen Polarisations- und Raumausrichtungen geführt. Die Beobachtung der „max-hold" Darstellung am Spektrumanalysator zeigt, ob das Maximum der Feldstärke aufgezeichnet wurde. Bei sendernahen Messungen (z.B. Schnurlostelefon) beträgt der Messabstand mindestens fünf Wellenlängen.

Die Messunsicherheit wird in Anlehnung an den „IEC Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" (First edition 1995 ISBN 92-67-10188-9) bestimmt und beträgt ± 3 dB. Sie wird den Ergebnissen nicht aufgeschlagen.

In einem vorbereitenden Arbeitsgang werden die Frequenzen der GSM-Organisationskanäle und die primären Scrambling Codes (UMTS) bzw. Cell Identitys [Grp/ID]´s (LTE) den Mobilfunkbasisstationen zugeordnet.
Berechnung der Messergebnisse:

- GSM/TETRA
  Am Messpunkt wird die Feldstärke der Organisationskanäle gemessen und daraus die Leistungsflussdichte berechnet. Die Multiplikation dieser Leistungsflussdichte mit der Gesamtkanalzahl (Information lt. Antragsdaten zur Standortbescheinigung, vom Betreiber, Berücksichtigung gemessener TCH oder Annahme) ergibt die Leistungsflussdichte bei Anlagenvollauslastung.
- UMTS
  Bei der codeselektiven Messung (stabile Situation) wird der Pegel des primären CPICH gemessen und auf Volllast eines Bandes hochgerechnet. Die Multiplikation dieser Leistungsflussdichte mit der beantragten Anzahl der Bänder ergibt die Leistungsflussdichte bei Anlagenvollauslastung, sofern weniger als die beantragte Anzahl der Bänder in Betrieb ist. Es werden, soweit technisch möglich, die beiden stärksten Scrambling Codes berücksichtigt (Messort im Einfluss von 2 Sektoren).
  Im Falle einer instabilen Situation (ein oder mehrere Signale werden wegen geringer Feldstärke und/oder Interferenzen nicht dauerhaft dekodiert) wird anstatt vieler schwacher Einzelsignale ein Kanalleistungswert angegeben. Da hierbei eine Hochrechnung auf Vollast nicht erfolgen kann, handelt es sich bei dem angegebenen Messwert um einen Momentanwert bei der angetroffenen Auslastung.
- LTE
  Das Pilotsignal RS (reference signal) wird entweder codeselektiv bestimmt (codeselektive Messung). Die Hochrechnung auf Vollast erfolgt über das Verhältnis[5] des Pilotsignals zur Gesamtsendeleistung[6] eines Bandes. Die Multiplikation dieser Leistungsflussdichte mit der beantragten Anzahl der Bänder ergibt die Leistungsflussdichte bei Anlagenvollauslastung, sofern weniger als die beantragte Anzahl der Bänder in Betrieb ist. Es werden, soweit technisch möglich die beiden stärksten Cell Identitys [Grp/ID]´s berücksichtigt (Messort im Einfluss von max. 2 Sektoren).
  Da es bei LTE mehrere Pilotsignale bekannter Bandbreite und Position im Signalband

[4] S. LAI-Hinweise zur Durchführung der 26.BImSchV (09/2014).
[5] Betreiberangabe
[6] Betreiberangabe

gibt, die nicht leistungsgeregelt werden, kann alternativ ein Kanalleistungsmessverfahren angewendet werden, mit dem eine Hochrechnung auf Vollast über die Verhältnisse der Bandbreiten erfolgen kann. Hierbei ist wg. Variationsmöglichkeiten in der Konfiguration eine Überschätzung der max. Anlagenauslastung um 3 dB möglich.

Die Angabe der Scrambling Codes bzw. Cell-ID's bei UMTS bzw. LTE zeigt an, wenn die Messung codeselektiv erfolgte. Die angegebenen Frequenzen und Scrambling Codes wurden in diesem Falle den jeweiligen Standorten im funktechnisch relevanten Umfeld des Messpunkts zugeordnet, sofern diese auf dem Gemeindegebiet lagen.

Sofern kein Wert angegeben wird, wird in der zusammenfassenden Messwerttabelle „<" für „geringfügiger Anteil an der Summenbelastung" bzw. „n.n." für „nicht nachweisbar" eingesetzt; „-" bedeutet „nicht untersucht".

Bei der Messung wurden auftragsgemäß von Mobilfunk-Basisstationen ausgesendete Felder sowie die Felder der ausgewiesenen weiteren Funkanwendungen bestimmt. Somit wurde nicht der gesamte, in der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) angegebene Frequenzbereich untersucht. Hinzu kommt, dass die Messungen bei den angetroffenen Einstellungen der Funkanlagen (Sendeleistung, Hauptstrahlabsenkung) bestimmt wurden und somit nicht den worst case Zustand gem. Standortbescheinigung widerspiegeln. Daher handelt es sich bei Angaben zum Grenzwertanteil nicht um eine Überprüfung der Einhaltung des Grenzwerts gem. 26. BImSchV sondern um Angaben zu Teilbereichen.

6.4 Allgemeine Vorgehensweise in Verbindung mit Prognoseberechnungen

a) Bei vergleichenden Untersuchungen: Im Rahmen einer Vorrecherche werden bestehende Mobil- und Behördenfunkanlagen im Umfeld des zu untersuchenden Bereichs ermittelt[7]. 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 7.03 wird die Feldstärkeverteilung um die angegebenen Mobilfunkbasisstationen auf Basis der funktechnischen Parameter der in der jeweiligen Grafik farbig dargestellten Anlage(n), des Antennendiagramms, der digitalen Flurkarte, dem Gebäudemodell[8] und dem digitalen Geländemodell[9] mittels Freifeldberechnung[10] 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.[11] 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[12]. 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) berücksichtigt[13]. 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 abschätzen-

[7] Quelle: Mitteilung der auftraggebenden Gemeinde in Abgleich mit der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur.

[8] Die Gebäudeumringe wurden aus der digitalen Flurkarte entnommen. Bei unvollständigen Daten oder wenn sich Linien schneiden, werden diese in Teilbereichen durch Daten aus Openstreetmap oder manuell anhand der digitalen Ortskarte oder des Luftbildes ersetzt/ergänzt.

[9] Digitales Geländemodell DGM25: © Landesamt für Vermessung und Geoinformation (BY) bzw. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (BW). Im Folgenden mit „Landesvermessungsamt" bezeichnet

[10] Freifeldberechnung durch die untersuchte Anlage mit Sichtkontakt

[11] 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

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

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

den Vergleich verschiedener Varianten im Planungsstadium. Erscheint solch eine Abschätzung als Bestandteil einer Begründung zu einer Entscheidung als nicht ausreichend, sollten zur Absicherung reale Tests (Probebetrieb provisorischer Aufbauten mit Messungen) 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 7.03 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. Sofern Abschattungen durch Wald in grober Abschätzung berücksichtigt wurden, wird dies unter Angabe der angelegten Waldgebiete sowie der angenommenen Bewuchshöhe bei den Prognosegrafiken oder im Bewertungstext angegeben.
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.[14] 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) Für jede Variante wurde im Bereich der umliegenden Bebauung mit wohn- oder wohnähnlicher Nutzung[15] der ungünstigste Feldstärke-Immissionspunkt gewählt, für den der Prognosewert in der Bildunterschrift der Grafik angegeben wird. Die Lage der Immissionspunkte ist in den Grafiken der Immissionsprognosen dargestellt. Das Berechnungsergebnis zum Immissionspunkt bezieht sich auf eine Höhe über Grund von 4 m (1. OG), sofern nicht anders angegeben.
Je nach Fragestellung können ergänzende Immissionspunkte angegeben werden. Ergänzende Immissionspunkte in anderer 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

[14] 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.

[15] Benachbarte Gebäude mit Hausnummern in rosa bzw. rot gekennzeichneten Gebieten gem. Digitaler Ortskarte z.B. im Bayern-Atlas oder Geoportal Baden-Württemberg, beide online.

abgestimmt sind, können mehrere Immissionspunkte je Nachbargebäude angegeben werden, was eine Entnahme des jeweils höchsten Prognosewerts möglich macht.

f) Die Angabe des Grenzwertanteils (Ausschöpfung des Grenzwerts in Prozent) bezieht sich auf den in Deutschland gültigen Grenzwert nach 26. Bundesimmissionsschutzverordnung, hier auf die unteren vorgesehenen Betriebsfrequenzen gem. Antrag der Telekom zur Erteilung einer Standortbescheinigung vom 27.11.2015. Vgl. auch 6.5 auf Seite 27. Konkrete Aussagen zur Einhaltung des Grenzwerts werden mit dieser Untersuchung nicht gegeben sondern können den jeweiligen Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur entnommen werden.

g) 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 Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 Beachtung (Az. BVerwG 4 C 1.11).
In das angewandte Verfahren der Immissionsminimierung flossen die Ergebnisse aktueller Studien, welche sich mit Immissionsminimierung befassen, ein[16]. Danach sind folgende Einflussfaktoren wesentlich:
   - Abstand
   - Höhenunterschied zwischen Antenne und Immissionspunkt
   - Antennencharakteristik, Hauptstrahlneigung
   - Sendeleistung
   - Horizontale Ausrichtung der Antennen
   - Sichtbarkeit zur Sendeanlage

h) 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 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. Sofern der Index „n" angefügt ist, stammt die aktuell eingestellte oder zur Einstellung vorgesehene Hauptstrahlabsenkung aus Betreiberangaben.

i) 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"[17].

[16] 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

[17] *„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 durch-*

j) 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 aufgebaut werden (z.B. GSM-900/1800, UMTS-900/2100, LTE-800/1800, LTE-700/800/900/1500/1800/2100/2600/3500),
   - 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. Möglich ist auch eine Kennzeichnung mit dem Index „v". In Abhängigkeit der Betrachtung: Eingesetzt für die Mobilfunk-Flächenversorgung wurde Mobiles Breitband im Frequenzbereich 900 MHz (MB09, derzeit genutzt 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 Mobiles Breitband im Frequenzbereich 1.800/2.100 MHz 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) zu vergleichbaren Prognoseergebnissen.

k) 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 Feldstärke und beim Grenzwertanteil zu einer Erhöhung um den Faktor 1,4.

l) Im Falle der gutachterlichen Begleitung eines dialogischen Verfahrens der Standortfindung: Zu den Varianten, die dem Netzbetreiber im Rahmen einer technischen Vorabstimmung mit funktechnischer Vorabprüfung als für die weitere Konsenssuche diskussionswürdig erschienen, werden Immissionsprognosen mit den netzbetreiberseitig mitgeteilten funktechnischen Parametern[18] 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. Bei fehlenden Angaben werden Abschätzungen vorgenommen.

*dringen 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.

[18] Maximale Sendeleistung, volle Last. Bei variabler Hauptstrahlabsenkung: Absenkung in der geplanten Startkonfiguration.

m) 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_2); 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
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.

n) Das Kartenmaterial[19] und die Luftbilder[20] 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.

o) Die Farbgrafiken sind in der elektronischen Fassung (PDF) in der Original-Auflösung eingebettet. Dadurch können sie vergrößert betrachtet sowie mögliche Fehlinterpretationen aufgrund von Farbabweichungen des Ausdrucks ausgeschlossen werden.

p) Betreiberbezeichnung: Die im Prognosetool bzw. bei den Messergebnissen verwendeten Namen werden zum Zeitpunkt der Anlage der Funksysteme vergeben; in diesem Sinne ist in der Begutachtung z.B. mit E-Plus, O_2 (alte Bezeichnung) und Telefónica (neue Bezeichnung) bzw. mit T-Mobile und Telekom der gleiche Netzbetreiber gemeint.

q) Berechnungen zur geländebezogenen Einsehbarkeit beziehen sich von der angegebenen Antenne auf eine Sichtebene in 1,5 m über Grund, sofern nicht anders angegeben. Abschattungen z.B. durch Bebauung oder Wald kommen hinzu.

6.5 Einheiten, Skala, Grenzwerte

Der Grenzwert für hochfrequente elektromagnetische Felder ist gem. 26. Bundesimmissionsschutzverordnung in der Einheit V/m (Feldstärke) angegeben. Die vor allem auch früher verwendete Einheit der Leistungsflussdichte (mW/m^2, µW/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.

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

Die Berechnung des Ausschöpfungsgrades des Grenzwerts (Grenzwertanteil) ist nur dann korrekt, wenn diese in der Einheit des Grenzwertes erfolgt, also der Feldstärke (V/m)[21]. Die Tabellen auf Seite 29 geben die für die jeweiligen Frequenzbereiche unterschiedlichen gesetzlichen deutschen 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 die FEE-Immissionsdatenbank des Bayerischen Umweltministeriums (Stand 2008) sowie seither in der Begutachtung entstandene Messergebnisse so gewählt, dass das weit gefächerte Spektrum der berechneten Immissionswerte möglichst gut erkennbar und damit eine anschauliche, vergleichende Betrachtung mit typischen Belastungen möglich ist. Die Hellblau- und Grünfärbung markiert Feldstärken, wie sie bei vergleichsweise niedrigen Messwerten auftreten, Werte um den Mittelwert/Medianwert der Messungen sind gelb markiert, Bereiche mit Orange- und Rotfärbungen liegen darüber, Violett markierte Bereiche kennzeichnen vergleichsweise hohe Befeldungen, wie sie bei Messungen selten angetroffen werden.

[21] 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

6.6 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 (bei vergleichenden Untersuchungen) Standortvorschläge, weitere Informationen und Kartenmaterial
- Von den Netzbetreibern Telekom, Vodafone und Telefónica auch an das Bauamt des Marktes Garmisch übermittelte Informationen und technische Daten zu Mobilfunk-Standorten

Funkdienst	Grenzwert ca.	
	V/m	mW/m²
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/m²)	S (µW/m²)
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.funktechanalyse.de/umrechnung