

Immissionsgutachten

Mobilfunk in Friedberg: Messung hochfrequenter elektromagnetischer Felder

Auftraggeber:	Stadt Friedberg, Marienplatz 5, 86316 Friedberg
Durchführung:	Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang:	19 Seiten
Veröffentlichung:	Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Die auszugsweise Veröffentlichung bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Umweltinstitut München e.V.

Inhalt

1. Auftragstellung / Sachverhalt	2
2. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung	3
2.1 Messergebnisse	3
3. Schlussbemerkung / weitere Angaben	4
4. Anhang	5
4.1 Messergebnisse im Detail	5
4.2 Dokumentation zu den Messungen	12
4.2.1 Lage der Messpunkte	12
4.2.2 Weitere Daten	16
4.3 Vorgehensweise	17
4.4 Betriebsnähe von Antragsdaten, Vergleich mit Grenzwerten	18
4.5 Einheiten, Skala, Grenzwerte	19
4.6 Unterlagen	19

1. Auftragstellung / Sachverhalt

Mit Schreiben vom 13.11.2015 beauftragte uns die Stadt Friedberg zur Erstellung einer Mobilfunk-Immissionskarte im Gemeindegebiet. Der vorliegende Bericht dokumentiert die Messergebnisse.

Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

2. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung

2.1 Messergebnisse

MP Nr.	Ortsbeschreibung	MP Detail	Sicht-kontakt	Sicht Detail	Bem.	Messwert Summe		GSM	UMTS	LTE	TETRA	DECT WLAN	e-Message	Rundfunk Fernsehen
1	Ludwigstr.25		B04	0	außen	3,6	↓ Anteile ↓	2,1	0,4	2,9	0,003	-	-	-
2	Marienplatz 2		kein Sk		außen	0,06		0,03	0,05	0,02	0,003	-	-	-
3	gegenüber Bozener Str.92		B14	0	außen	1,4		1,4	0,4	0,02	0,03	-	-	-
4	Kreisverkehr „Steirer Berg“		B03	0	außen	0,6		0,6	0,07	0,01	-	-	-	-
5	Aichacher Str.7	Theresia Gehardinger Grundschule	kein Sk		außen	0,10		0,07	0,04	0,06	0,002	-	-	-
6	Aichacher Str.7	Stadthalle, Halle 1 (2.OG) Tribüne	kein Sk		innen	0,1		-	-	-	-	0,1	-	-
7	Aichacher Str.7	Stadthalle, Halle 1 (1.OG) Foyer – Eingang zur Halle	kein Sk		innen	1,5		-	-	-	-	1,5	-	-
8	Stadtmauer		Augsburg	0	außen	0,08		-	-	-	-	-	0,004	0,08
9	Stadtgarten	Spielplatz	B04	2	außen	0,4		0,2	0,10	0,4	0,004	-	-	-
10	Münchner Str.38		B05	0	außen	1,7		1,3	0,7	0,9	0,02	-	-	-

Tabelle: Messergebnisse der von Basisstationen (kommerzieller Mobilfunk und digitaler Behördenfunk) ausgehenden Befeldung, an Punkt 6 und 7 DECT/WLAN, an Punkt 8 Rundfunk/Fernsehen (UKW, DAB und DVB) sowie e-Message.

Angaben in V/m; siehe 4.5 auf Seite 19.

Umrechnungstabelle und Grenzwerte siehe Seite 19 (ausklappbar), Hinweis zum Bezug incl. Vergleich mit Grenzwerten siehe 3. auf Seite 4.

„<“: geringfügig im Vergleich zu anderen Signalen am Messpunkt oder verschwindet im Rauschen; „-“: nicht bestimmt; „n.n.“ nicht nachweisbar.

Summenbildung und Rundung: Vgl. ¹.

¹ 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.

Beurteilung der Messergebnisse:

Die höchste im Freien gemessene Befeldung durch Mobilfunk-Basisstationen wurde an Messpunkt 1, Ludwigstr. 25, mit 3,6 V/m festgestellt. Die niedrigste fand sich an den Messpunkten 2 (Marienplatz 2) mit 0,06 V/m. Dies verdeutlicht, dass die Befeldungen an den Messpunkten stark variieren.

In der Stadthalle befindet sich eine Schnurlostelefon-Anlage (DECT) mit Repeatern. An den Messpunkten 6 und 7 wurden 0,1 bzw. 1,5 V/m gemessen.

Bezugnehmend auf die Forderungen des Bundesamts für Strahlenschutz wird allgemein empfohlen, dauerhaft sendende Schnurlostelefone auszutauschen. Statt Standardgeräten kann eine modernere Technologie mit geregelter Sendeleistung eingesetzt werden, bei der die Basisstation auch bei entnommenem Mobilteil nicht mehr 24 Stunden am Tag, sondern nur während des Telefonats sendet (Eco-Modus). Bei vielen Geräten mit Eco-Modus muss dieser nach dem Kauf allerdings aktiviert werden.

Die seit 2013 erhältlichen Schnurlostelefone mit blauem Engel weisen zusätzliche Vorteile auf: Der Eco-Modus ist im Auslieferungszustand bereits aktiviert, die geforderte Leistungsregelung ist weitergehend als bei manchem Eco-Modus-Gerät ohne blauen Engel.

An Messpunkt 8, Stadtmauer wurde Rundfunk (UKW und DAB) sowie Fernsehen (DVB) bestimmt. Der Summenmesswert lag dort bei 0,08 V/m. Der Wert für eMessage lag bei 0,004 V/m.

3. Schlussbemerkung / weitere Angaben

Die Messergebnisse beziehen sich auf die während der Messungen angetroffenen Einstellungen der Sendeanlagen und wurden in einer Abschätzung auf die maximale Verkehrsauslastung hochgerechnet. Es handelt sich somit um ein Abbild der während der Messungen angetroffenen Situation und nicht um eine Überprüfung der Einhaltung der in Deutschland gültigen Grenzwerte gem. 26. Bundesimmissionsschutzverordnung, vgl. hierzu 4.4 auf Seite 18. Die Messungen liefern jedoch keine Hinweise, dass der in Deutschland gültige Grenzwert nach der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung durch Mobilfunkanlagen (frequenzabhängig zwischen 28 V/m und 61 V/m) außerhalb der in den jeweiligen Standortbescheinigungen angegebenen Sicherheitsbereiche überschritten wird bzw. werden könnte. Details zur Einhaltung der Grenzwerte sind den jeweiligen Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur zu entnehmen.

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 4. November 2016

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

4. Anhang

4.1 Messergebnisse im Detail

1					GSM	1	$\mu W / m^2$	2	$\mu W / m^2$	3	$\mu W / m^2$	4	$\mu W / m^2$	5	$\mu W / m^2$	6	$\mu W / m^2$	7	$\mu W / m^2$	8	$\mu W / m^2$	9	$\mu W / m^2$	10	$\mu W / m^2$
2							12042		2,1		4934		876		12		0		0		0		101		4460
4	Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Frequenz	Betreiber	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert
5			°	MHz		$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$
6	3	B14	220	926,4	E-Plus	-100	0	73	0,2	109	604	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
7	3	B14	330	926,8	E-Plus	-100	0	-100	0	91,5	11	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
8	3	B14	100	928,8	E-Plus	-100	0	-100	0	114,6	2295	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
9	4	B14	20	944,0	Telekom	-100	0	-100	0	96,5	47	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
10	4	B14	260	944,8	Telekom	-100	0	-100	0	85,9	4,1	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	75	0,3
11	4	B14	140	954,8	Telekom	-100	0	-100	0	110,8	1276	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
12	4	B14	180	951,0	Vodafone	-100	0	-100	0	104,8	320	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
13	4	B14	0	936,8	Vodafone	-100	0	-100	0	89,5	9,5	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
14	2	B14	270	1837,6	Telefónica	-100	0	67,6	0,03	107,5	298	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
15	2	B14	180	1838,4	Telefónica	-100	0	-100	0	100,8	64	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	93,8	13
16	2	B14	50	1844,0	Telefónica	-100	0	-100	0	90	5,3	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
17	4	B04	140	937,8	Telekom	94	24	-100	0	-100	0	-100	0	63,4	0,02	-100	0	-100	0	-100	0	72,5	0,2	80,4	1,2
18	4	B04	20	944,4	Telekom	98	62	-100	0	-100	0	-100	0	82,9	2,1	-100	0	-100	0	-100	0	91,8	16	-100	0
19	4	B04		955,0	Telekom	118	6850	78,6	0,8	-100	0	-100	0	89	8,4	-100	0	-100	0	-100	0	97,3	57	-100	0
20	2	B04	250	934,2	Telefónica	120	4951	70,9	0,07	-100	0	-100	0	79,1	0,4	-100	0	-100	0	-100	0	89,9	5,2	71,6	0,08
21	2	B04	110	933,4	Telefónica	97	27	-100	0	-100	0	-100	0	71,9	0,08	-100	0	-100	0	-100	0	80,9	0,7	75,9	0,2
22	2	B04	0	930,8	Telefónica	104	127	-100	0	-100	0	-100	0	84,3	1,4	-100	0	-100	0	-100	0	96,2	22	67,6	0,03
23	4	B03	20	959,8	Telekom	-100	0	74,8	0,3	-100	0	107,7	625	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
24	4	B03	140	941,8	Telekom	-100	0	-100	0	-100	0	103,7	249	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	86,1	4,3
25	4			943,0	Telekom	86	0,04	-100	0	-100	0	71	0,1	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
26	4	B03	260	937,8	Telekom	-100	0	-100	0	-100	0	83,7	2,5	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
27	4	B05		942,4	Telekom	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	107,2	557
28	4	B05	140	939,2	Telekom	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	108,3	717
29	4	?		944,2	Telekom	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	76,2	0,4
30	4	B05	180	950,6	Vodafone	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	112	1682
31	4	B05		949,6	Vodafone	-100	0	65,7	0,04	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	81,9	1,6
32	4	B05		946,0	Vodafone	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	81,6	1,5
33	4	B05	140	934,4	Telefónica	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	107,1	544
34	4	B05		1846,0	Telefónica	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	102,7	198
35	4	B05		1837,6	Telefónica	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	108,3	717
36	2	B05		1837,2	Telefónica	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	95,5	19
37	2	B05	?	1853,6	E-Plus	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	88,5	3,8
38	1	B24	265	923,8	DB	-100	0	60	0,003	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
39	2			927,2	E-Plus	-100	0	76,3	0,2	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0

Abbildung 1: Detaillierergebnisse zu GSM (Teil 1 von 2)

1					GSM	1	$\mu W / m^2$	2	$\mu W / m^2$	3	$\mu W / m^2$	4	$\mu W / m^2$	5	$\mu W / m^2$	6	$\mu W / m^2$	7	$\mu W / m^2$	8	$\mu W / m^2$	9	$\mu W / m^2$	10	$\mu W / m^2$
2							12042		2,1		4934		876		12		0		0		0		101		4460
4	Anzahl der Kanäle	Standort	° Sektor	Frequenz	Betreiber	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert
5				MHz		$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$	$dB\mu V / m$	$\mu W / m^2$
40	2			932,6	Telefónica	-100	0	60,8	0,006	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
41	2			925,8	E-Plus	-100	0	61,9	0,008	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
42	4			948,0	Vodafone	-100	0	59,3	0,009	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
43	4			937,2	Vodafone	-100	0	64,8	0,03	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
44	2			1836,0	Telefónica	-100	0	70,4	0,06	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
45	2			1845,2	Telefónica	-100	0	72	0,08	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
46	2			1842,4	Telefónica	-100	0	70,7	0,06	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
47	2			1847,2	Telefónica	-100	0	64,9	0,02	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
48	2			1835,2	Telefónica	-100	0	66,4	0,02	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
49	2			1858,4	E-Plus	-100	0	64,2	0,01	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
50	2			1854,4	E-Plus	-100	0	74,1	0,1	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0
51	2			1853,2	E-Plus	-100	0	67,9	0,03	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0

Abbildung 2: Detailergebnisse zu GSM (Teil 2 von 2)

		UMTS						1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
								1		2		3		4		5											

Abbildung 3: Detaillierergebnisse zu UMTS (Teil 1 von 2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nicht ausblenden	UMTS								
531	5,8	333	14	4,8	0	0	0	26	1123
ChPow: Angabe 100% bedeutet Summenmessung CodeSel: Angabe des cPich Leistungsanteil									
Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Scrambling Code	Frequenz	Betreiber	UARFCN	Korrekturfaktor	channelPower Messwert oder cPich Messwert	Beurteilungswert
n			MHz				%	$\mu W / m^2$	$\mu W / m^2$
38	1	B03	53	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0
39	1	B03	137	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0
40	1	B03	165	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0
41	1	B03	53	2167,2	Telekom	10836	10%	-100	0
42	1	B03	137	2167,2	Telekom	10836	10%	-100	0
43	1	B03	165	2167,2	Telekom	10836	10%	-100	0
44	1	B02	66	2112,8	Vodafone	10564	10%	-100	0
45	1	B02	66	2117,6	Vodafone	10588	10%	-100	0
46	1	B02	66	2122,4	Vodafone	10612	10%	-100	0
47	1	B05	74	2112,8	Vodafone	10564	10%	-100	0
48	1	B05	369	2112,8	Vodafone	10564	10%	-100	0
49	1	B05	376	2112,8	Vodafone	10564	10%	-100	0
50	1	B05	74	2117,6	Vodafone	10588	10%	-100	0
51	1	B05	369	2117,6	Vodafone	10588	10%	-100	0
52	1	B05	376	2117,6	Vodafone	10588	10%	-100	0
53	1	B05	74	2122,4	Vodafone	10612	10%	-100	0
54	1	B05	369	2122,4	Vodafone	10612	10%	-100	0
55	1	B05	376	2122,4	Vodafone	10612	10%	-100	0
56	1	B05	7	2127,8	E-Plus	10639	10%	-100	0
57	1	B05	13	2127,8	E-Plus	10639	10%	-100	0
58	1	B05	7	2132,6	E-Plus	10663	10%	-100	0
59	1	B05	13	2132,6	E-Plus	10663	10%	-100	0
60	1	B05	148	2153,6	Telefónica	10768	10%	-100	0
61	1	B05	150	2153,6	Telefónica	10768	10%	-100	0
62	1	B05	362	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0
63	1	B05	372	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0
64	1	B05	362	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0
65	1	B05	372	2162,4	Telekom	10812	10%	-100	0

Abbildung 4: Detailergebnisse zu UMTS (Teil 2 von 2)

1					DECT WLAN					1	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		2	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		3	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		4	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		5	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		6	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		7	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		8	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		9	$\mu\text{W} / \text{m}^2$		10	$\mu\text{W} / \text{m}^2$							
2											0			0			0			0			0			53			5992			0			0			0							
4	Anzahl der Kanäle	Standort	Sektor	Frequenz	Funkdienst	Bandbreitenkorrektur	Messfehler	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert	Messwert	Beurteilungswert						
5				MHz		dB	dB	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$								
6	1			1880	DECT	a)	0,0	0,0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	100	27	120	2653	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0							
7	1			1885	DECT		0,0	0,0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	100	27	121	3339	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0							
8	1			5505	WIMAX		10,0	0,0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0	-100	0							

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

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

Abbildung 7: Detailergebnisse zu DECT-Schnurlostelefon. An den Messpunkten 6 und 7 konnte auch um 2,4 GHz kein WLAN nachgewiesen werden.

1			sonstige		8	$\mu\text{W} / \text{m}^2$
2						0,04
4	Anzahl der Kanäle	Frequenz	Funkdienst	Bandbreitenkorrektur	Messwert	Beurteilungswert
5		MHz		dB	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$
6	1	465,0	eMessage	0,0	71,6	0,04

Abbildung 8: Detailergebnisse zu eMessage

1					Rundfunk				8	$\mu\text{W} / \text{m}^2$
2										17
4	Anzahl der Kanäle	Standort		Frequenz	Funkdienst	Betreiber	Bandbreitenkorrektur	Messfehler	Messwert	Beurteilungswert
5				MHz			dB	dB	$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	$\mu\text{W} / \text{m}^2$
6	1			93,4	UKW analog		0,0	0,0	76	0,1
7	1			92,2	UKW analog		0,0	0,0	74,1	0,07
8	1			94,8	UKW analog		0,0	0,0	70,7	0,03
9	1			88,0	UKW analog		0,0	0,0	75,4	0,09
10	1			96,7	UKW analog		0,0	0,0	72,3	0,05
11	1			98,3	UKW analog		0,0	0,0	67,6	0,02
12	1			100,0	UKW analog		0,0	0,0	71,7	0,04
13	1			104,2	UKW analog		0,0	0,0	67,8	0,02
14	1			101,0	UKW analog		0,0	0,0	63,4	0,006
15	1			102,1	UKW analog		0,0	0,0	68,2	0,02
16	1			106,9	UKW analog		0,0	0,0	64,9	0,008
17	1			102,7	UKW analog		0,0	0,0	60	0,003
19	1		5C	178,35	DAB-T		0,0	0,0	92,3	4,5
20	1		9C	206,35	DAB-T		0,0	0,0	90,5	3,0
21	1		10D	215,072	DAB-T		0,0	0,0	89,4	2,3
25	1		11D	222,064	DAB-T		0,0	0,0	92,4	4,6
34	1		23	490	DVB-T		0,0	0,0	59	0,002
36	1		25	506	DVB-T		0,0	0,0	84	0,7
39	1		28	530	DVB-T		0,0	0,0	67	0,01
47	1		36	594	DVB-T		0,0	0,0	85,2	0,9
55	1		44	658	DVB-T		0,0	0,0	82	0,4
56	1		45	666	DVB-T		0,0	0,0	70	0,03
57	1		46	674	DVB-T		0,0	0,0	67	0,01
58	1		47	682	DVB-T		0,0	0,0	63	0,005
61	1		50	706	DVB-T		0,0	0,0	56	0,001
64	1		53	730	DVB-T		0,0	0,0	68	0,02
70	1		59	778	DVB-T		0,0	0,0	57	0,001

Abbildung 9: Detailergebnisse zu Radio/TV

4.2 Dokumentation zu den Messungen

4.2.1 Lage der Messpunkte

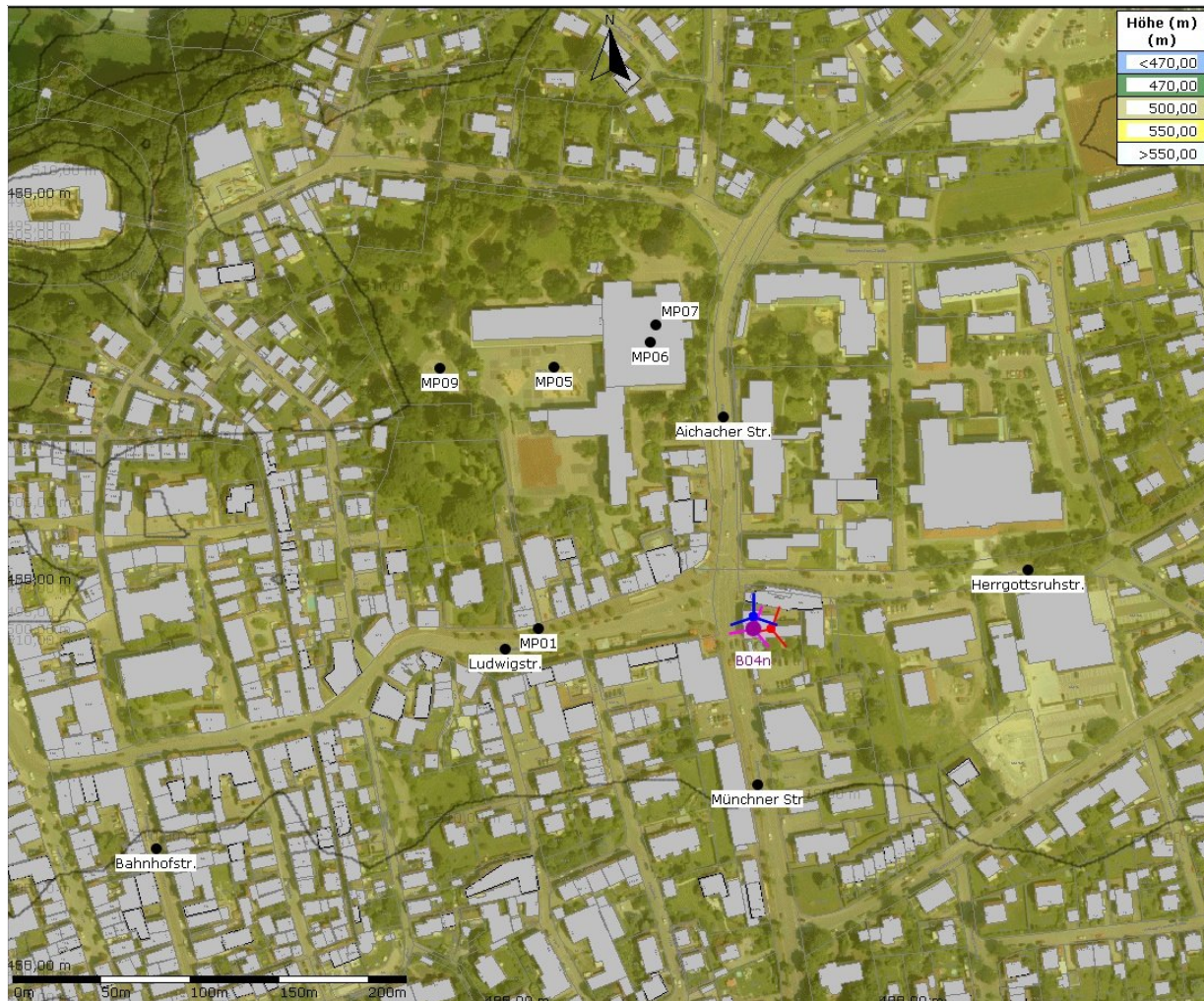


Abbildung 10: Mobilfunk-Standort B04n mit Messpunkten 01, 05, 06, 07 und 09



Abbildung 11: Mobilfunk-Standort B03 mit Messpunkten 02, 04 und 08



Abbildung 12: Mobilfunk-Standorte B14 und B25 mit Messpunkt 03



Abbildung 13: Mobilfunk-Standorte B05 und B24 mit Messpunkt 10

4.2.2 Weitere Daten

Witterungsbedingungen am Messtag

Datum	03.08.16
Wetter	sonnig, trocken
Temperatur	25 °C

Datum	04.08.16
Wetter	sonnig, trocken
Temperatur	25 °C

Sichteinschränkung

0	freie Sicht
1	laublose Baumreihe
2	belaubte Baumreihe
3	dichte Baumgruppe
4	
5	
6	zwischen der Bebauung erkennbar
7	
8	Bebauung
9	Hügel, Topographie

Verwendete Geräte

Messgerät	Hersteller	Typ	Seriennummer	
Spektrumsanalysator	Rohde&Schwarz	FSH8	105509	✓
Antenne	Schwarzbeck	USLP 9143	287	
Antenne	Schwarzbeck	SBA 9113B	364	✓
Antenne	Schwarzbeck	EFS 9218	209	
Antenne	Schwarzbeck	UBAA 9114	208	
Kabel	BR-Elektronik	1m N	024K	✓
Kabel	BR-Elektronik	2m N	023K	

Bedeutung der negativen Zahlenwerte

-999	Signal nicht messbar; z.B. verschwindet im Rauschen oder lässt sich nicht dekodieren
-333	am MP arbeitet ein TCH auf ähnlicher Frequenz
<	geringfügiger Anteil an der Summe
-	nicht untersucht (z.B. Funkdienst am MP nicht vorhanden oder nicht beauftragt)
n.n.	nicht nachweisbar (z.B. DECT im ECO-Modus)

Einstellungen

Funkdienst	Detektor	Filter	Messmethode	Kanal	rechnerische Bandbreiten	Angabe des Scrambling Code	Angabe der Cell ID	Angabe „chPow“ in der Spalte Sektor
		Bandbreite		Bandbreite	korrektur [dB]			
		MHz		MHz				
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			

Messfehlerbeurteilung	0,0	dB
-----------------------	-----	----

4.3 Vorgehensweise

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

- Erfassung einer ortstypischen Verteilung punktuell ausgewählter stärker und schwächer befeldeter Punkte
- Zur fortwährenden Verfeinerung der Prognosegenauigkeit
- Hinzunahme von Indoor-Messpunkten zum Vergleich

Die Messungen wurden von Manfred Haider, Fa. EMV vor Ort, 83125 Eggstätt durchgeführt. Zur Bestimmung der maximalen Immission wird die Schwenkmethode² 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 Identitäts [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 beantragten Gesamtkanalzahl ergibt die Leistungsflussdichte bei Anlagenvollauslastung.
- **UMTS**
Bei der codeselektiven Messung (stabile Situation) wird der Pegel des primären CPICH gemessen und auf Vollast 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 dieses Pilotsignals zur Gesamtsendeleistung 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 Identitäts [Grp/ID]’s berücksichtigt (Messort im Einfluss von max. 2 Sektoren).
Da es bei LTE mehrere Pilotsignale bekannter Bandbreite und Position im Signalband 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

² S. LAI-Hinweise zur Durchführung der 26.BImSchV (09/2014).

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“.

4.4 Betriebsnähe von Antragsdaten, Vergleich mit Grenzwerten

Bei Sendeleistungen von mehr als 20 W pro Kanal besteht die Gefahr von Qualitätseinbußen im Netz (Interferenzen durch zu große Reichweiten der Basisstationen sowie Störungen und Verbindungsabbrüche, da das Funksignal des Handys die Basisstation nicht kontinuierlich mit ausreichendem Pegel erreicht).

Teilweise werden von Netzbetreiberseite bei der Bundesnetzagentur deutlich höhere Sendeleistungen beantragt als tatsächlich aufgebaut bzw. aktuell eingestellt. Auch müssen nicht alle beantragten Funkssysteme aufgebaut bzw. eingeschaltet sein.

Neben anderen Effekten kann dies zu Abweichungen zwischen der real angetroffenen Situation (Messwert) und berechneter Immissionsprognose führen. Im Falle höherer Prognosewerte als der Messergebnisse kann dies z.B. an nicht aktiven Funksystemen, am unterschiedlichen Grad der Betriebsnähe der beantragten Sendeleistung oder an abweichenden Annahmen zur Hauptstrahlabsenkung liegen.

Die Messergebnisse beziehen sich auf die während der Messung angetroffenen Einstellungen der Sendeanlagen und wurden auf eine abgeschätzte maximale Auslastung der Mobilfunk-Netze hochgerechnet. Die Befeldungen durch Mobilfunk können bei Ausnutzung der über die Standortbescheinigung maximal genehmigten Einstellungen (z.B. Sendeleistungen, Kanalzahl, Hauptstrahlabsenkungen) höher als hier gemessen ausfallen. Beim Vergleich mit Grenzwerten nach der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung ist zu beachten, dass bei der Summenbildung das gesamte Frequenzspektrum und somit auch Funkfelder abseits der Mobilfunk-Frequenzen zu berücksichtigen sind.

Bei den hier durchgeführten Messungen handelt sich somit nicht um eine Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte nach 26. Bundesimmissionsschutzverordnung. Angaben zur Einhaltung der Grenzwerte nach 26. Bundesimmissionsschutzverordnung unter Beachtung der diesbezüglich von der Bundesnetzagentur betrachteten Einflüsse können den zugehörigen Standortbescheinigungen sowie Messungen gem. 26. Bundesimmissionsschutzverordnung entnommen werden.

4.5 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/m², µW/m²) 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 Feldstärke³. 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

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.

4.6 Unterlagen

- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte digitale Flurkarte im DXF-Format, Luftbild und digitales Geländemodell vom Gemeindegebiet mit Umgriff
- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte Standortbescheinigungen und Datenblätter der Bundesnetzagentur zu Mobilfunk-Standorten sowie weitere Informationen und Kartenmaterial

Funkdienst	Grenzwert ca.	
	V/m	mW/m²
Tetra-400	28,0	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
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	445886
61	9870	9870027

Umrechnungstabelle.

Eine Online-Einheiten-umrechnung mit manueller Eingabe finden Sie z.B. unter

www.umweltinstitut.org/umrechnung

³ Vgl. Verfahren und Beschluss des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs (Az 1 CS 12.830) vom 16.07.2012 in Bestätigung der Darstellung des Umweltinstitut München e.V. 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