Industrie Service

Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.

Gutachten zur Messung und Bewertung hochfrequenter elektromagnetischer Felder

Vorher-Messung Gemeinde Gräfelfing

Version 2

Auftraggeber:	Gemeinde Gräfelfing Ruffiniallee 2 82166 Gräfelfing
Messort:	Ortsgebiet von Gräfelfing
Art der Messung:	Mobilfunkmessung im Frequenzbereich von 27 MHz bis 3000 MHz
Messdatum:	07.09.2017
Berichtsnummer:	2 764 888-MFM-Version 2
Bestellzeichen:	Schreiben Hr. Ramsauer vom 28.07.2017
Sachverständiger:	Dr. Thomas Gritsch Telefon: 089/5791-1110 Telefax: 089/5791-1098 E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de
Berichtsumfang:	34 Seiten

Datum: 17.06.2021

Unsere Zeichen:
IS-USG-MUC/dr.gri

Das Dokument besteht aus
34 Seiten
Seite 1 von 34

Die auszugsweise Wiedergabe des Dokumentes und die Verwendung zu Werbezwecken bedürfen der schriftlichen Genehmigung der TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände.

Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Dr. Thomas Gritsch, Dipl.-Phys. · Öffentl. best. u. beeidigter Sachverständiger · Von der Regierung von Oberbayern für Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU) · Stempel

Dr. Thomas Gritsch
Öffentlich bestellter und beeidigter Sachverständiger für Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)

Industrie Service

Inhaltsverzeichnis

0 ZUSAMMENFASSUNG 3

1 AUFGABENSTELLUNG 5

2 MOBILFUNKANLAGEN 5

3 IMMISSIONSPUNKTE 5

4 MESSDURCHFÜHRUNG 7

4.1 Messgrößen für hochfrequente Felder 7
4.2 Messgeräte 7
4.3 Messunsicherheit 8
4.4 Vorgehensweise bei den Messungen 8

5 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN 8

6 MESSERGEBNISSE 9

6.1 Hinweise zu den Tabellen 9
6.2 Immissionsmesswerte Mobilfunkanlagen 10
6.3 Immissionswerte von sonstigen Funkanwendungen 10
6.4 Anteile der Funkdienste an den Immissionswerten im Überblick 12

7 ANHANG 14

7.1 Ausführliche Angaben zu den Immissionspunkten 14
7.2 Auswertung der Messergebnisse – Bestimmung der Minimalimmission und Maximalimmission 19
7.2.1 GSM-Anlagen 19
7.2.2 UMTS-Anlagen 19
7.2.3 LTE-Anlagen 20
7.2.4 Summenbildung 20
7.2.5 Messparameter 20

7.3 Ausführliche Ergebnistabellen 22
7.4 Literatur 32
7.5 Glossar – Verwendete Abkürzungen 33

Industrie Service

0 Zusammenfassung

Die Gemeinde Gräfelfing beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH die elektromagnetischen Felder ausgehend von Mobilfunkanlagen an zehn Immissionspunkten im Gemeindegebiet zu messen und hinsichtlich der Einhaltung der in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten.

Mit den Messungen soll beurteilt werden, wie sich die Immissionen nach der Inbetriebnahme der im Bau befindlichen Mobilfunkanlage nördlich des Geländes des TSV Gräfelfing im Gemeindegebiet verändern.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Mobilfunkmessungen absteigend sortiert dargestellt. Angegeben ist jeweils die Maximalimmission bei Vollausbau und maximaler Sendeleistung der Anlage. Im Realbetrieb liegen die Immissionen unter den hier dargestellten Werten.

Immissionspunkt		Entfernung zur nächsten Mobilfunk-anlage	Mess-punkt-höhe	Sichtverbin-dung zu den Mobilfunk-antennen	Summen-feldstärke E (Mobilfunk) bei höchster Anlagenaus-lastung	Maximalimmission Grenzwertaus-schöpfung der elektrischen Feld-stärke gemäß 26. BImSchV
1	Freihamer Str. 1 (VN02), Badezimmer, 1. OG	20 m	1. OG	teilweise	5,16 V/m	**12,1%**
5	Jahnstr., zw. Haus 44 und 42 (VN04)	110 m	ebener-dig	ja	4,67 V/m	**11,1%**
2	Eingangsbereich Rat-haus (VN01), am Denkmal	100 m	ebener-dig	ja	4,34 V/m	**9,72%**
10	Bahnhofstr., gegen-über Stefanuskirche (VN07)	180 m	ebener-dig	ja	1,02 V/m	**1,68%**
3	TSV Sportplatz (VN03), Eingangsbe-reich	180 m	ebener-dig	nein	0,61 V/m	**1,29%**
6	Gymnasium, Musiks-aal 2, Raum 122 (VN05)	500 m	1. OG	nein	0,08 V/m	**0,19%**
9	Scharnitzer Str., ge-genüber Haus 31a-b (VN09)	360 m	ebener-dig	nein	0,06 V/m	**0,12%**
4	Ecke Mathil-denstr./Jahnstr. (VN06)	330 m	ebener-dig	nein	0,05 V/m	**0,12%**
8	Adalbert-Stifter-Platz, zw. den Schulen (VN10)	510 m	ebener-dig	nein	0,03 V/m	**0,07%**
7	Grund- u. Mittel-schule, Raum DOG01 (VN08)	560 m	1. OG	nein	0,02 V/m	**0,04%**

Tab. 1: Messergebnisse absteigend sortiert

Industrie Service

Die höchsten Immissionswerte wurden am Messpunkt 1 (VN02) in der Freihamer Str. 1 im 1. OG mit 12,1 % vom Grenzwert der 26. BImSchV ermittelt.

Die höchsten Immissionswerte zurückzuführen auf DECT-, WLAN- oder Handysignale waren am Immissionspunkt 2 messbar. Dabei wurden max. 0,15 % des Grenzwerts der 26. BImSchV erreicht.

In der Klasse der sonstigen Funkquellen waren vor allem DAB (digitales Radio) und DVB-T (digitales Fernsehen) Sender immissionsbestimmend. Maximal wurden hier am Immissionspunkt 9 0,61 % vom Grenzwert der 26. BImSchV gemessen.

An allen Immissionspunkten werden jedoch die Grenzwerte der 26. BImSchV sicher eingehalten.

Es sei darauf hingewiesen, dass im Normalbetrieb der Mobilfunkanlagen, der hier als ungünstigster Fall betrachtete Betrieb bei maximaler Sendeleistung aller Sendeanlagen und –kanäle nie erreicht wird. Die typische mittlere Belastung liegt etwa um den Faktor 2 bis 4 niedriger.

Industrie Service

1 Aufgabenstellung

Die Gemeinde Gräfelfing beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH, im Rahmen des FEE 2 – Projektes Messungen der elektromagnetischen Immission durch Mobilfunkanlagen an zehn Immissionspunkten im Gemeindegebiet durchzuführen und hinsichtlich der Einhaltung der in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten.

Bei der Messung handelt es sich im Sinne des FEE-2-Projektes um eine Vorher-Messung. Mit den Messungen soll beurteilt werden, wie sich die Immissionen nach der Inbetriebnahme der Mobilfunkanlage nördlich des TSV Gräfelfing im Gemeindegebiet verändern.

Zur besseren Einordnung der ermittelten Feldstärken wurden zusätzlich wesentliche Feldstärken von sonstigen Funkanlagen wie z. B. schnurlose Telefone (DECT), WLAN – Anlagen, und Radio- und Fernsehsender mit ermittelt, soweit relevant.

2 Mobilfunkanlagen

Im Gemeindegebiet von Gräfelfing sind mehrere Mobilfunkanlagen vorhanden. Die Lage der Mobilfunkstandorte im Untersuchungsgebiet kann Abb. 1 entnommen werden.

Zum Zeitpunkt der Messungen waren folgende Mobilfunkanlagen im Untersuchungsgebiet in Betrieb:

Nr.	Adresse	Betreiber	System
1	Freihamer Str. 1	Vodafone Telefonica	GSM900, UMTS, LTE800 GSM900, GSM1800, UMTS
2	Maria-Eich-Str. 18	Telekom	GSM900, UMTS, LTE1800
3	Jahnplatz 1-3	Vodafone	GSM900, UMTS, LTE800
4	Bahnhofstr. 77	Telekom	GSM900, UMTS, LTE1800
5	Amselweg 7	Telefonica	UMTS

Tab. 2: Übersicht Mobilfunkanlagen

Eine weitere Mobilfunkanlage der Fa. Vodafone befindet sich im Tunnel der A96. Für die Immissionssituation in deren Umfeld ist diese jedoch nicht relevant.

3 Immissionspunkte

Die Immissionspunkte (IP) wurden vom Umweltinstitut München zusammen mit dem Auftraggeber ausgewählt, da sie entweder repräsentativ für das Gemeindegebiet bzw. nach einer fachlichen Vorbeurteilung einen besonders exponierten Punkt mit Sichtverbindung zu den Mobilfunkanlagen darstellen.

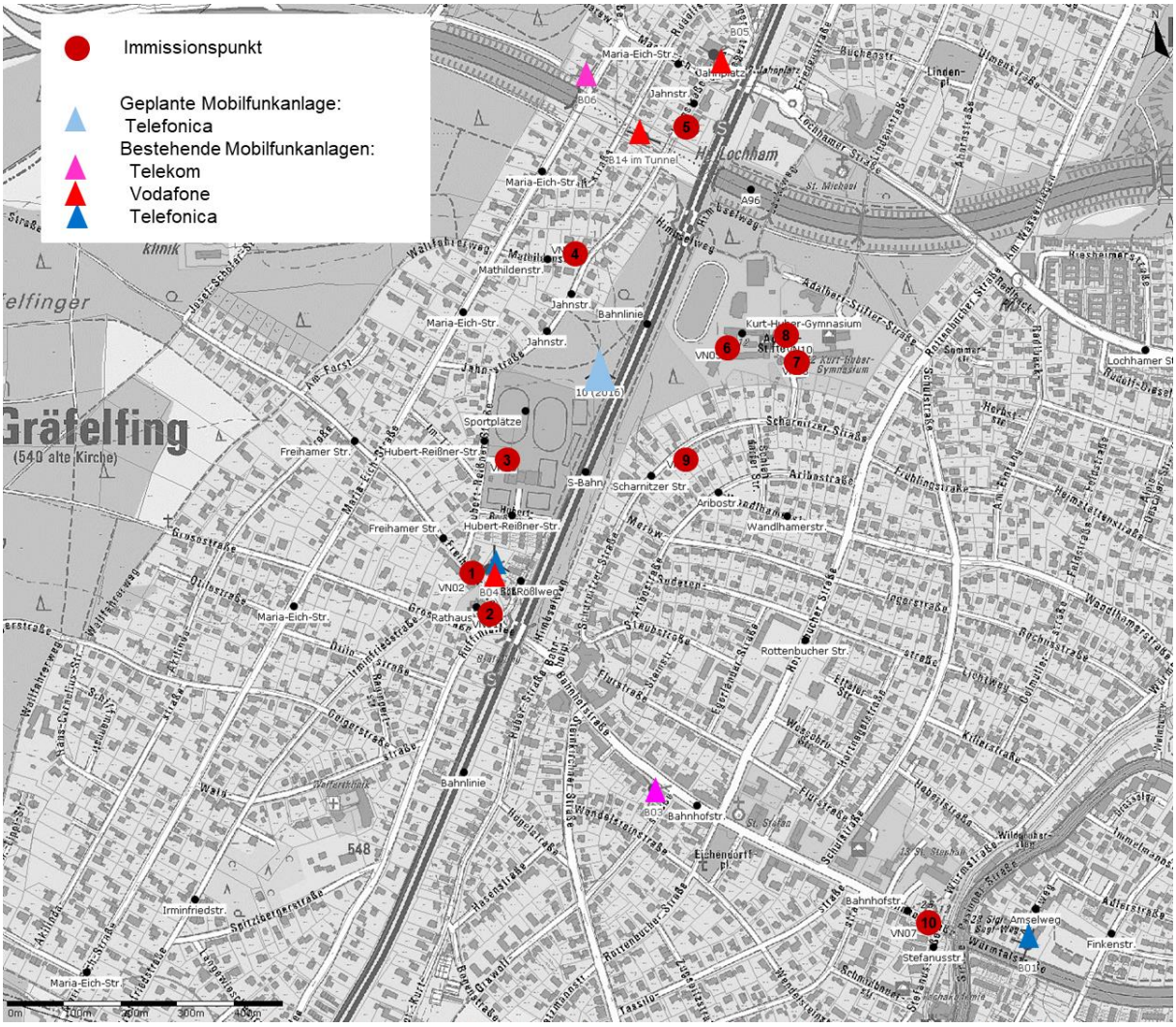

Abb. 1: Standorte der Immissionspunkte und der Mobilfunkanlage im Untersuchungsgebiet

Tab. 3 gibt einen Überblick über die Lage der Immissionspunkte sowie für die jeweilige Expositionssituation wesentliche Parameter. Weitere Angaben sowie Bilder von den Immissionspunkten sind im Anhang enthalten.

Immissionspunkt		Sichtverbindung zu einem Sendemast	Entfernung zum nächsten Sendemast	Fenster offen/zu in Räumen	Messpunkthöhe
1	Freihamer Str. 1 (VN02), Badezimmer, 1. OG	teilweise	20 m	offen	1. OG
2	Eingangsbereich Rathaus (VN01), am Denkmal	ja	100 m	außen	ebenerdig
3	TSV Sportplatz (VN03), Eingangsbereich	nein	180 m	außen	ebenerdig
4	Ecke Mathildenstr./Jahnstr. (VN06)	nein	330 m	außen	ebenerdig
5	Jahnstr., zw. Haus 44 und 42 (VN04)	ja	110 m	außen	ebenerdig

Immissionspunkt		Sichtverbindung zu einem Sendemast	Entfernung zum nächsten Sendemast	Fenster offen/zu in Räumen	Messpunkthöhe
6	Gymnasium, Musiksaal 2, Raum 122 (VN05)	nein	500 m	offen	1. OG
7	Grund- u. Mittelschule, Raum DOG01 (VN08)	nein	560 m	offen	1. OG
8	Adalbert-Stifter-Platz, zw. den Schulen (VN10)	nein	510 m	außen	ebenerdig
9	Scharnitzer Str., gegenüber Haus 31a-b (VN09)	nein	360 m	außen	ebenerdig
10	Bahnhofstr., gegenüber Stefanuskirche (VN07)	ja	180 m	außen	ebenerdig

Tab. 3: Übersicht wesentlicher Parameter der Immissionspunkte

4 Messdurchführung

4.1 Messgrößen für hochfrequente Felder

Für die Beurteilung der Feldintensität in der Umgebung von Sendeanlagen im Hochfrequenzbereich werden üblicherweise die folgenden Größen verwendet:

- der Effektivwert der elektrischen Feldstärke *E* in Volt pro Meter (V/m)
- der Effektivwert der magnetischen Feldstärke *H* in Ampere pro Meter (A/m)
- die Leistungsflussdichte S in Watt pro Quadratmeter (W/m²)

Im Fernfeld eines Senders stehen die elektrische und magnetische Feldstärke sowie die Leistungsflussdichte in einem festen Verhältnis zueinander. Bei Messungen an Mobilfunkanlagen kann im Allgemeinen von Fernfeldbedingungen ausgegangen werden, da man sich in ausreichender Entfernung von den Sendeantennen befindet. Deswegen genügt zur Beurteilung der Immission die Angabe einer dieser drei Größen. In der Auswertung der durchgeführten Messungen wird primär die *elektrische Feldstärke* bzw. ihr Grenzwert-Ausschöpfungsgrad als Größe für die Immissionswerte verwendet.

4.2 Messgeräte

Für die Immissionsmessungen wurden folgende Messgeräte eingesetzt:

Gerät	Hersteller	Art	Frequenzbereich	Seriennummer QS-Nummer
SRM3006	Narda	Spektrumanalysator frequenz- und codeselektive Messung	9 kHz – 6 GHz	G-0150 QS-00403974
3501/03	Narda	Dreiachsige Antenne	27 MHz – 3 GHz	M-0018 QS-00409920

Tab. 4: Übersicht über die verwendeten Messeinrichtungen

Alle Messeinrichtungen werden in regelmäßigen Abständen mit auf nationale bzw. internationale Normale rückführbaren Messgeräten kalibriert.

4.3 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit für die Immissionsmessungen beträgt ± 3 dB (erweiterte Messunsicherheit für k=2, d.h. Vertrauensintervall 95%). Hierbei sind sowohl die Unsicherheitsbeiträge für die Kalibrierung von Messantenne, Messkabel und Spektrumanalysator als auch die Unsicherheit der Messung berücksichtigt.

Die Messunsicherheit wurde nicht zu den Messergebnissen addiert.

4.4 Vorgehensweise bei den Messungen

Die Messung der elektromagnetischen Felder wurde von Herrn Dr. Thomas Gritsch am 07.09.2017 zwischen 09:30 Uhr und 11:00 Uhr durchgeführt.

Mit dem Spektrumanalysator und einer geeigneten Empfangsantenne wurden Frequenz und Empfangspegel der einzelnen am Immissionsort untersuchten Funksignale festgestellt. Unter Berücksichtigung der Kalibrierdaten der verwendeten dreidimensionalen Antenne sowie ggfs. der Dämpfung des Kabels zwischen Antenne und Analysator wird daraus die am Messort herrschende Feldstärke bestimmt.

Nach der 26. BImSchV ist die Einhaltung der Grenzwerte als Effektivwert der elektromagnetischen Felder für die höchste betriebliche Anlagenauslastung nachzuweisen. Die Messungen wurden auf Grundlagen der DIN VDE 50413 und den Durchführungshinweisen des LAI zur 26. BImSchV durchgeführt.

Die Messungen wurden an jedem der Immissionspunkte schrittweise für die einzelnen Frequenzintervalle durchgeführt. Dies ist aufgrund der ggfs. für den jeweiligen Frequenzbereich benötigten unterschiedlichen Antennen, der begrenzten Darstellungsauflösung sowie der auf die einzelnen Funkdienste abgestimmten Messbandbreiten erforderlich.

5 Bewertungsgrundlagen

Grenzwerte zum Schutz von Gesundheitsschäden durch elektromagnetische Felder sind in Deutschland für die Allgemeinbevölkerung in der 26. Verordnung zum Immissionsschutzgesetz niedergelegt (26. BImSchV). Sie basiert auf der Empfehlung der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICNIRP).

Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) – Allgemeinbevölkerung [1]

Aufgrund des § 2 und Anhang 1 der 26. Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.1996, geändert am 14.08.13 (BGBl I vom 21.08.2013 Nr. 50 S. 3266 ff.), sind im Umfeld von ortsfesten Hochfrequenzanlagen mit einer Sendeleistung von 10 Watt EIRP (äquivalente isotrope Strahlungsleistung) oder mehr, die elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 9 Kilohertz bis 300 Gigahertz erzeugen, unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere Hoch- und Niederfrequenzanlagen folgende Grenzwerte für die Effektivwerte der elektrischen und magnetischen Feldstärke für den jeweiligen Frequenzbereich einzuhalten:

Frequenz f [MHz]	Elektrische Feldstärke E (effektiv) [V/m]	Magnetische Feldstärke H (effektiv) [A/m]
0,1 - 1	87	0,73 / f
1 - 10	$87/\sqrt{f}$	0,73 / f
10 - 400	28	0,073

Frequenz f [MHz]	Elektrische Feldstärke E (effektiv) [V/m]	Magnetische Feldstärke H (effektiv) [A/m]
400 - 2.000	$1{,}375 \cdot \sqrt{f}$	$0{,}0037 \cdot \sqrt{f}$
2.000 - 300.000	61	0,16

Tab. 5: Grenzwerte nach Anhang 1b der 26. BImSchV

Da die Mobilfunkbetreiber innerhalb der Frequenzbänder die Frequenzen der Sendekanäle häufiger wechseln, wurde für die Beurteilung des Ausschöpfungsgrads des Grenzwertes jeweils der niedrigste Grenzwert im Frequenzband herangezogen. Die nachfolgende Tabelle (Tab. 6) fasst die relevanten Grenzwerte der 26. BImSchV für die Abstrahlung der Basisstationen (Downlink) für die Mobilfunksysteme GSM-R, GSM, UMTS und LTE zusammen. Für die Auswertung in diesem Bericht wird je System derjenige Grenzwert verwendet, der für die Banduntergrenze des jeweiligen Frequenzbereiches gültig ist.

Mobilfunksystem	Grenzwert für die Banduntergrenze in V/m
LTE 800	38,6
GSM 900, GSM-R	41,7
GSM 1800, LTE 1800	58,4
UMTS 2100	61,0
LTE 2600	61,0

Tab. 6: Grenzwerte für die Mobilfunkfrequenzbereiche nach 26. BImSchV.

6 Messergebnisse

6.1 Hinweise zu den Tabellen

In den folgenden Tabellen sind die an den Immissionspunkten ermittelten und ausgewerteten Summenimmissionswerte dargestellt. Es sind dabei folgende Werte angegeben:

- Mobilfunk – Minimalimmission als elektrische Feldstärke E in Volt pro Meter (V/m), d. h. welche Immissionen auftreten, wenn die Mobilfunkanlagen keinen Telefon- bzw. Datenverkehr abwickeln (z. B. nachts). Dieser Wert stellt die *Minimalimmission* dar und wird nur von den permanent von der Anlage abgegebenen Signalisierungssignalen im derzeit vorliegenden Ausbauzustand erzeugt.
- Mobilfunk- Maximale Sendeleistung, d. h. die maximal mögliche Immission für Vollausbau und Vollauslastung der Mobilfunkanlagen, so wie sie in der StOB genehmigt wurden. Dieser tritt auf, wenn die Anlagen gerade den maximal möglichen Telefon- bzw. Datenverkehr mit größtmöglicher Sendeleistung abwickeln.

Für eine Beurteilung der gemessenen Immissionen bezüglich der Grenzwerte der 26. BImSchV ist die Maximalimmission relevant. Diese Maximal-Immission ist jeweils als elektrische Feldstärke E in V/m, als Leistungsflussdichte S in Milliwatt pro Quadratmeter (mW/m²) sowie als Anteil des Grenzwertes der 26. BImSchV (Q_E) in Prozent angegeben.

In der Realität liegen die Immissionen je nach momentaner Gesprächsauslastung und Ausbau der Anlagen zwischen den beiden Werten für Minimal- und Maximalimmission.

Industrie Service

Eine ausführlichere Darstellung der Messergebnisse sowie Bilder der Immissionspunkte finden sich im Anhang.

6.2 Immissionsmesswerte Mobilfunkanlagen

Immissionspunkt		Mobilfunk minimal	Mobilfunk maximale Sendeleistung		
		E in V/m	E in V/m	S in mW/m²	Q_E
1	Freihamer Str. 1 (VN02), Badezimmer, 1. OG	1,45	**5,16**	70,63	**12,1%**
2	Eingangsbereich Rathaus (VN01), am Denkmal	1,24	**4,34**	49,92	**9,72%**
3	TSV Sportplatz (VN03), Eingangsbereich	0,28	**0,61**	0,99	**1,29%**
4	Ecke Mathildenstr./Jahnstr. (VN06)	0,02	**0,05**	<0,01	**0,12%**
5	Jahnstr., zw. Haus 44 und 42 (VN04)	1,05	**4,67**	57,96	**11,1%**
6	Gymnasium, Musiksaal 2, Raum 122 (VN05)	0,02	**0,08**	0,02	**0,19%**
7	Grund- u. Mittelschule, Raum DOG01 (VN08)	<0,01	**0,02**	<0,01	**0,04%**
8	Adalbert-Stifter-Platz, zw. den Schulen (VN10)	0,01	**0,03**	<0,01	**0,07%**
9	Scharnitzer Str., gegenüber Haus 31a-b (VN09)	0,02	**0,06**	<0,01	**0,12%**
10	Bahnhofstr., gegenüber Stefanuskirche (VN07)	0,19	**1,02**	2,78	**1,68%**

E: Elektrische Feldstärke in Volt pro Meter
S: Leistungsflussdichte in Mikrowatt pro Quadratmeter
Q_E: Ausschöpfungsgrad des Grenzwerts der 26. BImSchV bezogen auf die Feldstärke

Tab. 7: Messwerte der Mobilfunkimmissionen hochgerechnet auf maximale Sendeleistung bei Vollausbau laut StOB

Die höchsten Immissionen wurden an Messpunkt 1 (VN02 in der Freihamer Str. 1 bei offenem Fenster im 1. OG gemessen. Der Grenzwert der 26. BImSchV wird hier zu 12,1 % ausgeschöpft.

6.3 Immissionswerte von sonstigen Funkanwendungen

An allen Immissionspunkten wurden zusätzlich Funkaussendungen von schnurlosen DECT-Telefonen, Handys, WLAN-Anlagen, BOS-, Rundfunk- und Fernsehsendern etc. im Frequenzband von 27 MHz bis 3000 MHz mitbestimmt. Dabei wurden folgende Immissionswerte ermittelt:

Industrie Service

Immissionspunkt		DECT / WLAN / Handy Istwerte		Radio / TV / Sonstige Istwerte	
		E in V/m	Q_E	E in V/m	Q_E
1	Freihamer Str. 1 (VN02), Badezimmer, 1. OG	0,05	0,09%	0,08	0,26%
2	Eingangsbereich Rathaus (VN01), am Denkmal	0,09	0,15%	0,08	0,25%
3	TSV Sportplatz (VN03), Eingangsbereich	0,01	0,03%	0,10	0,30%
4	Ecke Mathildenstr./Jahnstr. (VN06)	0,02	0,03%	0,08	0,27%
5	Jahnstr., zw. Haus 44 und 42 (VN04)	<0,01	0,01%	0,06	0,18%
6	Gymnasium, Musiksaal 2, Raum 122 (VN05)	n.n.	n.n.	0,08	0,24%
7	Grund- u. Mittelschule, Raum DOG01 (VN08)	0,01	0,03%	0,02	0,05%
8	Adalbert-Stifter-Platz, zw. den Schulen (VN10)	<0,01	0,01%	0,07	0,21%
9	Scharnitzer Str., gegenüber Haus 31a-b (VN09)	<0,01	<0,01%	0,19	0,61%
10	Bahnhofstr., gegenüber Stefanuskirche (VN07)	0,07	0,12%	0,05	0,18%

Tab. 8: Messwerte für die sonstigen Funkquellen, außer Mobilfunk

Die höchsten Immissionswerte zurückzuführen auf DECT-, WLAN- oder Handysignale waren am Immissionspunkt 2 messbar. Dabei wurden max. 0,15 % des Grenzwerts der 26. BImSchV erreicht.

In der Klasse der sonstigen Funkquellen waren vor allem DAB (digitales Radio) und DVB-T (digitales Fernsehen) Sender immissionsbestimmend. Maximal wurden hier am Immissionspunkt 9 0,61 % vom Grenzwert der 26. BImSchV gemessen.

6.4 Anteile der Funkdienste an den Immissionswerten im Überblick

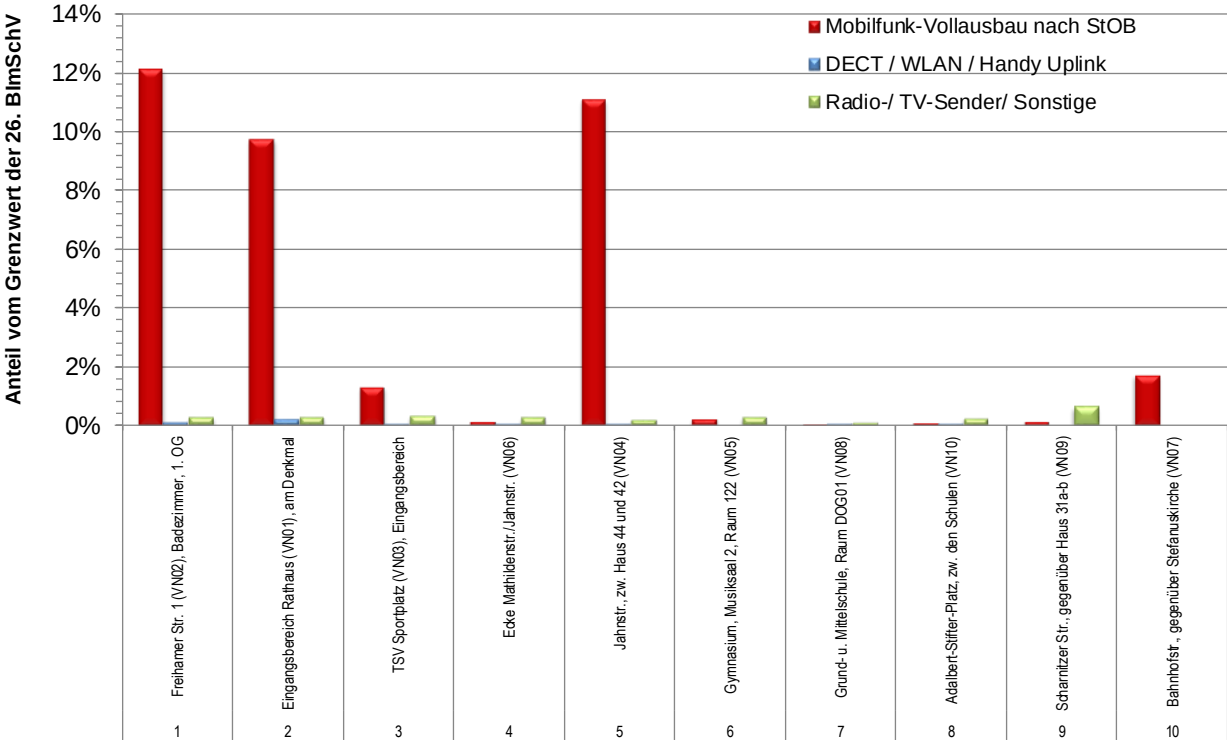

Abb. 2: Messergebnisse (Maximalwerte) in Prozent vom Grenzwert der 26. BImSchV

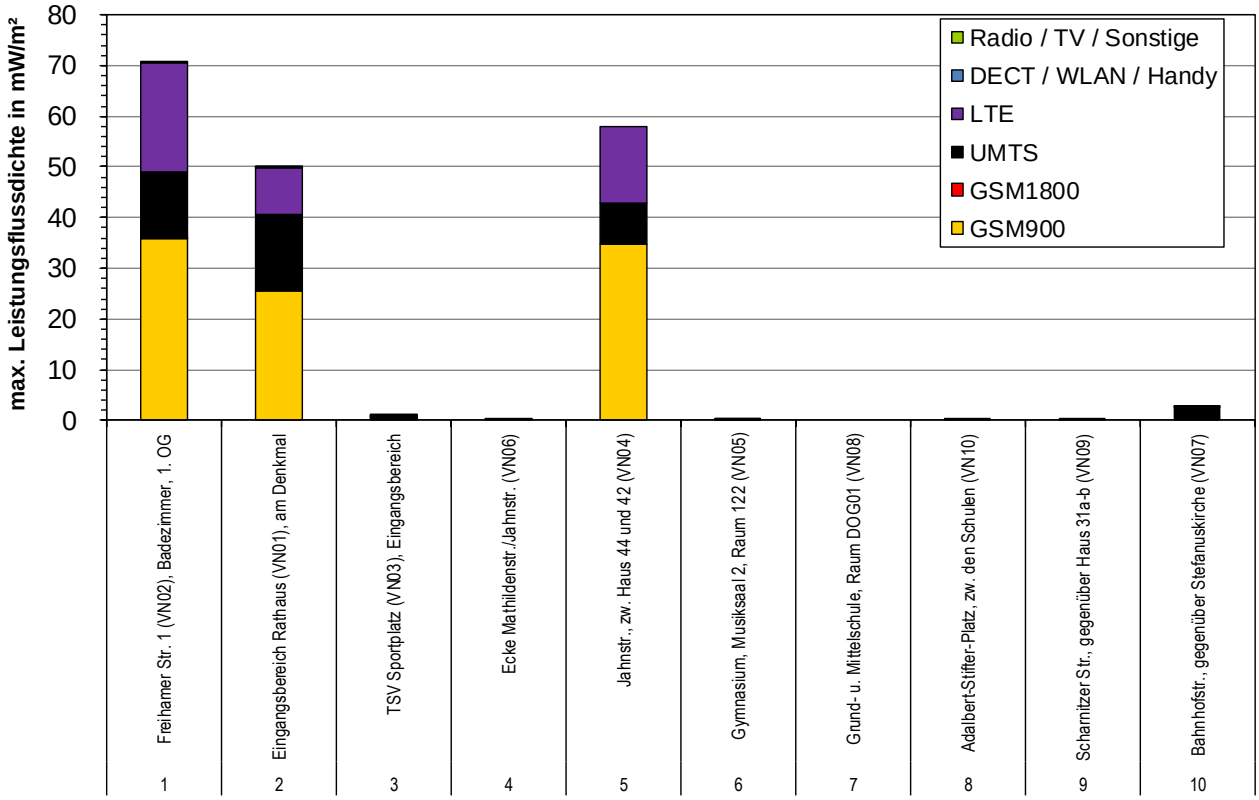

Abb. 3: Beiträge der verschiedenen Funkanwendungen an der Gesamtbelastung (angegeben als Leistungsflussdichte S in mW/m²)

Industrie Service

Immissionspunkt		GSM900	GSM1800	UMTS	LTE	DECT WLAN Handy	Radio / TV Sonstige
1	Freihamer Str. 1 (VN02), Badezimmer, 1. OG	35,94	0,03	13,05	21,61	<0,01	0,02
2	Eingangsbereich Rathaus (VN01), am Denkmal	25,44	0,42	14,77	9,28	0,02	0,02
3	TSV Sportplatz (VN03), Eingangsbereich	0,29	0,33	0,16	0,20	<0,01	0,02
4	Ecke Mathildenstr./Jahnstr. (VN06)	<0,01	<0,01	<0,01	n.n.	<0,01	0,02
5	Jahnstr., zw. Haus 44 und 42 (VN04)	34,81	n.n.	8,09	15,06	<0,01	<0,01
6	Gymnasium, Musiksaal 2, Raum 122 (VN05)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	n.n.	0,02
7	Grund- u. Mittelschule, Raum DOG01 (VN08)	<0,01	n.n.	n.n.	n.n.	<0,01	<0,01
8	Adalbert-Stifter-Platz, zw. den Schulen (VN10)	<0,01	n.n.	<0,01	n.n.	<0,01	0,01
9	Scharnitzer Str., gegenüber Haus 31a-b (VN09)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	n.n.	0,10
10	Bahnhofstr., gegenüber Stefanuskirche (VN07)	<0,01	<0,01	2,74	0,03	0,01	<0,01

Tab. 9: Messwerte in der Einheit der Leistungsflussdichte mW/m², aufgeschlüsselt auf die einzelnen Funkquellen

7 Anhang

7.1 Ausführliche Angaben zu den Immissionspunkten

Immissionspunkt 1 (VN02)	**Freihamer Str. 1, Badezimmer**
Abb. 4: Immissionspunkt	Abb. 5: Immissionspunkt mit Blick Richtung Mobilfunkanlage Freihamer Str. 2

Immissionspunkt 2 (VN01)	**Eingangsbereich Rathaus, am Denkmal**
Abb. 6: Immissionspunkt	Abb. 7: Immissionspunkt mit Blick auf Mobilfunkanlage Freihamer Str. 2

Immissionspunkt 3 (VN03)	**TSV Sportplatz, Eingangsbereich**
Abb. 8: Immissionspunkt	Abb. 9: Immissionspunkt mit Blick auf geplante Mobilfunkanlage

Immissionspunkt 4 (VNo6)	**Ecke Mathildenstr./Jahnstr.**
Abb. 10: Immissionspunkt	Abb. 11: Immissionspunkt (Blick auf geplanten Mobilfunk-Standort)

Immissionspunkt 5 (VN04)	**Jahnstr., zwischen Haus 44 und 42**

Abb. 12: Immissionspunkt

Abb. 13: Immissionspunkt (Blick auf Mobilfunk-Standort Jahnplatz)

Immissionspunkt 6 (VN05)	**Gymnasium, Musiksaal, Raum 122 am offenen Fenster**

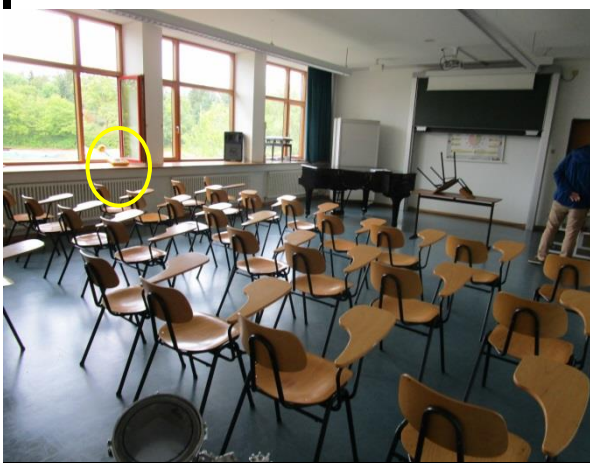

Abb. 14: Immissionspunkt

Abb. 15: Immissionspunkt (Blick auf geplanten Mobilfunk-Standort)

Immissionspunkt 7 (VN08)	**Grund- u. Mittelschule, Raum DOG01, am offenen Fenster**

Abb. 16: Immissionspunkt

Abb. 17: Immissionspunkt (Blick auf geplanten Mobilfunk-Standort)

Immissionspunkt 8 (VN10)	**Adalbert-Stifter-Platz, zw. den Schulen**

Abb. 18: Immissionspunkt

Abb. 19: Immissionspunkt

Immissionspunkt 9 (VN09)	**Scharnitzer Str., gegenüber 31a/b**

Abb. 20: Immissionspunkt

Abb. 21: Immissionspunkt (Blick auf Mobilfunk-Standort)

Immissionspunkt 10 (VN07)	**Bahnhofstr., gegenüber Stefanuskirche**

Abb. 22: Immissionspunkt

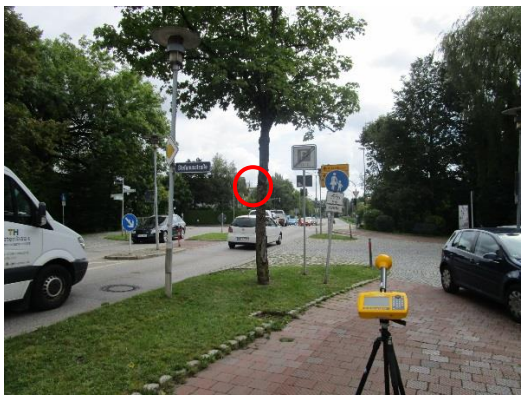

Abb. 23: Immissionspunkt (Blick auf Mobilfunk-Standort)

7.2 Auswertung der Messergebnisse – Bestimmung der Minimalimmission und Maximalimmission

Die von Mobilfunkbasisstationen erzeugten elektromagnetischen Felder sind zeitlich nicht konstant, sondern schwanken in Abhängigkeit von Verkehrsauslastung und Verbindungsqualität.

Bei geringer Verkehrsauslastung (z.B. nachts) sinkt die Immission durch geringes Verkehrsaufkommen in der Regel bis auf einen Minimalwert, der nur durch die permanent abgestrahlten Signalisierungssignale erzeugt wird.

Nach 26. BImSchV (§2 Abs. 1) ist zu überprüfen, ob im ungünstigsten Fall, d.h. bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung, die Grenzwerte eingehalten werden. Die höchste betriebliche Anlagenauslastung wird durch den in den Standortbescheinigungen genehmigten Ausbauzustand definiert. Dies erfolgt wir folgt:

7.2.1 GSM-Anlagen

GSM-Anlagen mit mehreren Sendekanälen senden ab Kanal 2 meist mit einer Leistungsregelung, wohingegen Kanal 1 (Signalisierungskanal, BCCH-Träger) permanent mit maximaler Sendeleistung arbeitet. Um aus den mit dem Spektrumanalysator gemessenen Werten auf die maximale Anlagenauslastung zu schließen, wird je Sektor die durch den Signalisierungskanal erzeugte Immission mit der maximalen Anzahl der Sendekanäle (TRX, typischerweise 2 bis 6) verknüpft. Die in diesem Bericht dokumentierte *Maximalimmission* beinhaltet die Hochrechnung auf den *bei der Bundesnetzagentur beantragten bzw. genehmigten maximalen Betriebszustand der Anlage*, auch wenn dieser derzeit noch nicht realisiert ist. Die *Minimalimmission* ergibt sich durch alleinige Betrachtung der installierten *BCCH-Kanäle* mit ihren *derzeit* verwendeten Sendeleistungen. Arbeitet ein GSM-Sender mit einer niedrigeren Sendeleistung als beantragt, wird für die Bestimmung der Minimalimmission der derzeit verwendete, niedrigere Wert angesetzt. Die Zahl der bei der BNetzA beantragten bzw. genehmigten Kanäle sowie deren Kanalnummern wurde von den Netzbetreibern zur Verfügung gestellt.

Wurde bei den Messungen festgestellt, dass ein Verkehrskanal (TCH) am Immissionspunkt eine höhere Immission erzeugt als der dazugehörige BCCH, bildet die Immission des TCH die Basis für die weitere Auswertung.

7.2.2 UMTS-Anlagen

Bei UMTS-Stationen existiert ein Signalisierungssignal (der "Common Pilot Channel", kurz "CPICH"), das mit definierter, konstanter Leistung abgegeben wird. Die Feldstärke jedes vorhandenen CPICH wird mittels einer codeselektiven Messung bestimmt. Die *Minimalimmission* ergibt sich aus der *CPICH-Feldstärke mit einem Aufschlag von 3 dB* (Faktor zwei bezogen auf die Leistung) zur Berücksichtigung anderer permanent vorhandener Signalisierungskanäle. Für die Minimalimmission werden alle derzeit betriebenen Kanäle berücksichtigt (d. h. 1 bis 3).

Die *Maximalimmission* ergibt sich durch Multiplikation der gemessenen *CPICH-Immission mit einem Faktor, der sich aus der aktuell eingestellten Leistung des CPICH und der maximal beantragten Sendeleistung des Frequenzkanals ergibt*. Dieser Faktor (in der Regel 10 bezüglich der Leistung) wurde für vorliegende Messungen bei den Netzbetreibern abgefragt. Die somit ermittelte Immission wird dann auf die Zahl der maximal beantragten bzw. genehmigten Frequenzkanäle hochgerechnet.

7.2.3 LTE-Anlagen

Bei LTE-Basisstationen werden die Signale P-SS (Primary Synchronization Signal), S-SS (Secondary Synchronization Signal), RS (Reference Signal) und der Kanal PBCH (Physical Broadcast Channel) permanent mit konstanter und von der derzeitigen Verkehrslast unabhängiger Leistung gesendet. Sie sind daher als Basis für eine Extrapolation auf maximale Anlagenauslastung geeignet. P-SS, S-SS und PBCH belegen eine Bandbreite von ca. 1 MHz in der Kanalmitte unabhängig von der Bandbreite des gesamten LTE-Signals, die RS-Signale sind hingegen gleichmäßig über das gesamte Signal-spektrum verteilt.

Beim codeselektiven Verfahren wird der Pegel des RS-Signals jeder Zelle getrennt erfasst, da dieses Signal zellspezifisch codiert ist. Decodiert bzw. gemessen wurde die RS nur über einen Bereich von 72 Unterträgern um die Mittenfrequenz. Die Hochrechnung auf *Maximalimmission* erfolgt mit Hilfe des *Verhältnisses aus eingestellter Leistung (ERPE-Wert) des RS-Signals und maximal möglicher Sende-leistung* der LTE-Zelle. Die *Minimalimmission* bestimmt sich aus dem *Verhältnis zur Maximalimmission* und spiegelt einen Anlagenzustand wieder, bei dem nur auslastungsunabhängig das Signalisierungssignal von der Anlage abgestrahlt wird.

7.2.4 Summenbildung

Die berechneten Maximalwerte wurden anschließend nachfolgender Formel zu den jeweiligen Grenzwerten ins Verhältnis gesetzt, quadratisch addiert und anschließend die Wurzel gezogen. Der damit erhaltene Summenwert darf den Wert 1 (100 %) nicht überschreiten.

$$GI = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{E_{eff,i}}{E_{eff,gi}} \right)^2} \leq 1$$

GI: wirksame Gesamtimmission (Summenwert)
n: Anzahl der Frequenzen im Spektrum
$E_{eff,i}$: Effektivwert der elektrischen Feldstärke der i-ten Frequenz
$E_{eff,gi}$: Effektiv-Grenzwert der elektrischen Feldstärke der i-ten Frequenz

7.2.5 Messparameter

In der nachfolgenden Tabelle sind die untersuchten Frequenzbänder sowie die dort jeweils verwendeten Messbandbreiten (RBW) dargestellt:

Funkanwendung	Startfrequenz	Stoppfrequenz	RBW
Fernsehen DVB-T, LTE800, BOS	250 MHz	790 MHz	1 MHz
Übersicht Mobilfunk, Radar, WLAN etc.	600 MHz	6.000 MHz	1 MHz
GSM 900	920 MHz	960 MHz	200 kHz
LTE1800, GSM 1800, DECT	1.805 MHz	1.900 MHz	200 kHz
DECT, UMTS, WLAN	1.880 MHz	2.700 MHz	1 MHz
LTE800	775 MHz	865 MHz	200 kHz

Tab. 10: Messbandbreiten in den einzelnen Frequenzbändern

Abweichend von den in Tab. 4 genannten Messbandbreiten für die Spektren wurden die Empfangspegel der Kontrolkanäle von UMTS und LTE codeselektiv bestimmt.

Die Einzelimmissionen der verschiedenen gemessenen Funksignale wurden gemäß dem in Abschnitt 7.2 beschriebenen Verfahren auf die Maximalimmission hochgerechnet und zur Bildung

Industrie Service

einer Gesamtimmission aufsummiert. Einzelimmissionen, die aufgrund geringer Stärke nur einen vernachlässigbar kleinen Beitrag zur Gesamtimmission liefern, wurden vernachlässigt.

Ergaben sich bei den Übersichtsmessungen auffällige Signale wie z.B. von Radar oder BOS – Anwendungen, so wurden diese Signale spezifisch mit den zugehörigen Messbandbreiten vermessen. Funksignale, die einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtbelastung liefern und bei denen die Signalbandbreite von der Messbandbreite wesentlich abweicht, werden mit der in der Messvorschrift der RegTP MV 09/EMF/3 [9] angegebenen Formel korrigiert.

Elektrische und magnetische Feldstärken sind im Fernfeld einer Strahlungsquelle über den Wellenwiderstand des Freiraumes, $Z_0 \approx 377\ \Omega$, ineinander überführbar und beinhalten dieselbe Information. Deswegen ist es hier ausreichend, lediglich die Größe des elektrischen Feldes zu messen.

Das Produkt von elektrischer und magnetischer Feldstärke im Fernfeld einer Strahlungsquelle ergibt die elektrische Leistungsflussdichte S. Da auch diese dieselbe Information wie die Feldstärken beinhaltet, wird sie oft alternativ zur elektrischen Feldstärke bei der Grenzwertüberprüfung herangezogen.

Industrie Service

7.3 Ausführliche Ergebnistabellen

Berechnungsblätter zur Hochrechnung auf maximale Sendeleistung der Anlagen

Legende:

Spalte 1	Frequenz des Signalisierungskanals BCCH bei GSM bzw. Mittenfrequenz bei UMTS, LTE

Mobilfunk

Spalte 2	Kanal Nr. bei GSM, Scrambling Code bei UMTS oder Zellen-Identifizierungscode bei LTE
Spalte 3	Bezeichnung des Mobilfunkstandorts von dem das Signal ausgesendet wird soweit bekannt
Spalte 4	Mobilfunkbetreiber

Sonstige Funkquellen

Spalten 2-4	Bezeichnung der Funkquelle
Spalte 5	Gemessene Feldstärke E_{min} des BCCH (GSM) bzw. CPICH (UMTS) bzw. RS-Max (LTE) in der Einheit dBµV/m
Spalte 6	Gemessene Feldstärke E_{min} umgerechnet in die Einheit V/m
Spalte 7	Anzahl der in der Standortbescheinigung maximal genehmigten Sendekanäle
Spalte 8	Korrekturfaktor für den Fall, dass die zum Zeitpunkt der Messung von der Sendeanlage abgestrahlte Leistung geringer eingestellt war, wie sie in der Standortbescheinigung genehmigt ist
Spalte 9	Auf maximale Sendeleistung und Vollauslastung aller Sendekanäle hochgerechnete Feldstärke E_{max} in der Einheit V/m
Spalte 10	Maximale Feldstärke E_{max} umgerechnet in die Leistungsflussdichte in der Einheit Milliwatt je Quadratmeter [mW/m²]
Spalte 11	Zur Frequenz bzw. zum Frequenzband zugehörige Auslöseschwelle der EMFV
Spalte 12	Maximale Immission als Ausschöpfungsgrad des Grenzwertes (<Spalte 12> = <Spalte 9> / <Spalte 11>)

Industrie Service

Messpunkt: **1**

Messort: **Freihamer Str. 1 (VN02), Badezimmer, 1. OG** **Messpunkthöhe:** 1. OG

Messzeit: **07.09.2017** 09:35 bis 09:45 **Fenster:** offen

Sichtkontakt zu einem Sender: teilweise

Entfernung zum nächsten Sender: 20 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
941,2	31	Freihamer Str. 2	Vodafone	116,0	0,630	4	6	2,515	16,777	41,7	6,03%
944,8	49	Freihamer Str. 2	Vodafone	115,6	0,601	4	6	2,399	15,266	41,7	5,75%
938,2	16	Freihamer Str. 2	Vodafone	97,7	0,077	4	6,8	0,335	0,298	41,7	0,80%
927,0	984	Freihamer Str. 2	Telefonica	118,3	0,824	2		1,166	3,603	41,7	2,79%
Summe GSM 900:					**1,20**			**3,68**	**35,944**		**8,83%**
E-Band											
1 835,4	663	Freihamer Str. 2	Telefonica	95,8	0,062	2		0,087	0,020	58,4	0,15%
1 850,4	738	Freihamer Str. 2	Telefonica	91,5	0,038	2		0,053	0,008	58,4	0,09%
Summe GSM 1800:					**0,072**			**0,102**	**0,028**		**0,17%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH**		**bez. auf CPICH**				
2112,5	399	Freihamer Str. 2	Vodafone	105,1	0,254	3	12,4	1,299	4,475	61,0	2,13%
2112,5	71	Freihamer Str. 2	Vodafone	100,9	0,156	3	12,4	1,127	3,371	61,0	1,85%
2158,2	296	Freihamer Str. 2	Telefonica	105,2	0,256	3	10	1,400	5,197	61,0	2,29%
2158,2	303	Freihamer Str. 2	Telefonica	77,1	0,010	3	10	0,055	0,008	61,0	0,09%
Summe UMTS:					**0,393**			**2,22**	**13,051**		**3,64%**
LTE	**Cell-ID**			**RS-Symbole**							
806	330-RS-Max	Freihamer Str. 2	Vodafone	94,1	0,714	2	32	2,854	21,612	38,3	7,45%
Summe LTE:					**0,714**			**2,85**	**21,612**		**7,45%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**1,45**			**5,16**	**70,635**		**12,11%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1885,2	schnurloses Telefon DECT	85,2	0,018	5		0,041	0,004	59,7	0,07%
2 454,0	WLAN Kanal 9 (Hauptkanal ab 802.11g)	90,0	0,032	1		0,032	0,003	61,0	0,05%
833,4	LTE800 Telefonica UL	73,5	0,005	1		0,005	0,000	39,7	0,01%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:			**0,037**			**0,052**	**0,007**		**0,09%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

178,8	T-DAB Kanal 5C	81,4	0,012	3		0,020	0,001	28,0	0,07%
107,2	Rundfunk UKW	74,8	0,006	5		0,012	0,000	28,0	0,04%
511,0	Kanal 26 - DVB-T	90,8	0,035	5		0,078	0,016	31,1	0,25%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:			**0,037**			**0,081**	**0,018**		**0,26%**

Industrie Service

Messpunkt: **2**

Messort: **Eingangsbereich Rathaus (VN01), am Denkmal** **Messpunkthöhe:** ebenerdig

Messzeit: **07.09.2017** 09:45 bis 09:55 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: ja

Entfernung zum nächsten Sender: 100 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
934,0	1019	Freihamer Str. 2	Telefonica	117,8	0,776	2		1,098	3,197	41,7	2,63%
944,8	49	Freihamer Str. 2	Vodafone	117,0	0,709	4	6	2,828	21,219	41,7	6,78%
941,2	31	Freihamer Str. 2	Vodafone	103,3	0,146	4	6	0,581	0,895	41,7	1,39%
938,2	16	Freihamer Str. 2	Vodafone	94,1	0,050	4	6,8	0,221	0,129	41,7	0,53%
948,8	69	Bahnhofstr.	Telekom	74,2	0,005	4		0,010	0,000	41,7	0,02%
Summe GSM 900:					**1,06**			**3,10**	**25,440**		**7,43%**
E-Band											
1 835,4	663	Freihamer Str. 2	Telefonica	109,0	0,282	2		0,399	0,422	58,4	0,68%
1 850,4	738	Freihamer Str. 2	Telefonica	85,0	0,018	2		0,025	0,002	58,4	0,04%
Summe GSM 1800:					**0,283**			**0,400**	**0,424**		**0,68%**
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	179	Bahnhofstr.	Telekom	72,6	0,006	2	10	0,019	0,001	61,0	0,03%
2112,5	399	Freihamer Str. 2	Vodafone	107,1	0,318	3	12,4	2,299	14,021	61,0	3,77%
2112,5	391	Freihamer Str. 2	Vodafone	85,9	0,028	3	12,4	0,202	0,108	61,0	0,33%
2158,2	296	Freihamer Str. 2	Telefonica	95,7	0,086	3	10	0,472	0,590	61,0	0,77%
2158,2	303	Freihamer Str. 2	Telefonica	84,9	0,025	3	10	0,136	0,049	61,0	0,22%
Summe UMTS:					**0,332**			**2,36**	**14,769**		**3,87%**
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
806	330-RS-Max	Freihamer Str. 2	Vodafone	90,4	0,468	2	32	1,871	9,283	38,3	4,88%
1815	97-RS-Max	Bahnhofstr.	Telekom	60,8	0,007	2	24,8	0,027	0,002	58,6	0,05%
Summe LTE:					**0,468**			**1,87**	**9,285**		**4,88%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**1,24**			**4,34**	**49,918**		**9,72%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1897,3	schnurloses Telefon DECT	72,3	0,004	2		0,006	0,000	59,9	0,01%
2 410,0	WLAN (CH 1 - 13, 3 x 5,5 MHz belegt)	99,2	0,091	1		0,091	0,022	61,0	0,15%
	#NV			1					
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:			**0,091**			**0,091**	**0,022**		**0,15%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

177,8	T-DAB Kanal 5C	73,2	0,005	3		0,008	0,000	28,0	0,03%
89,5	Rundfunk UKW	73,1	0,005	5		0,010	0,000	28,0	0,04%
511,0	Kanal 26 - DVB-T	90,8	0,035	5		0,078	0,016	31,1	0,25%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:			**0,035**			**0,079**	**0,016**		**0,25%**

Industrie Service

Messpunkt: **3**

Messort: **TSV Sportplatz (VN03), Eingangsbereich** **Messpunkthöhe:** ebenerdig

Messzeit: **07.09.2017** 10:10 bis 10:15 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: nein

Entfernung zum nächsten Sender: 180 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
941,2	31	Freihamer Str. 2	Vodafone	95,1	0,057	4	6	0,228	0,138	41,7	0,55%
938,2	16	Freihamer Str. 2	Vodafone	94,6	0,054	4	6,8	0,234	0,146	41,7	0,56%
927,0	984	Freihamer Str. 2	Telefonica	88,5	0,027	2		0,037	0,004	41,7	0,09%
948,8	69	Bahnhofstr.	Telekom	70,8	0,003	2		0,005	0,000	41,7	0,01%
Summe GSM 900:					**0,083**			**0,329**	**0,288**		**0,79%**
E-Band											
1 850,4	738	Freihamer Str. 2	Telefonica	106,8	0,218	2		0,308	0,252	58,4	0,53%
1 837,2	672	Freihamer Str. 2	Telefonica	102,0	0,125	2		0,177	0,083	58,4	0,30%
Summe GSM 1800:					**0,251**			**0,355**	**0,335**		**0,61%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH**		**bez. auf CPICH**				
2112,5	391	Freihamer Str. 2	Vodafone	84,0	0,022	3	12,4	0,115	0,035	61,0	0,19%
2112,5	71	Freihamer Str. 2	Vodafone	72,7	0,006	3	12,4	0,044	0,005	61,0	0,07%
2158,2	299	Freihamer Str. 2	Telefonica	89,0	0,040	3	10	0,217	0,125	61,0	0,36%
Summe UMTS:					**0,046**			**0,249**	**0,165**		**0,41%**
LTE	**Cell-ID**			**RS-Symbole**							
806	331-RS-Max	Freihamer Str. 2	Vodafone	73,7	0,068	2	32	0,273	0,198	38,3	0,71%
Summe LTE:					**0,068**			**0,273**	**0,198**		**0,71%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,277**			**0,609**	**0,985**		**1,29%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

834,9	LTE800 Telefonica UL	80,2	0,010	1		0,010	0,000	39,7	0,03%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:			**0,010**			**0,010**	**0,000**		**0,03%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

210,2	T-DAB Kanal 10A	71,9	0,004	3		0,007	0,000	28,0	0,02%
102,3	Rundfunk UKW	70,3	0,003	5		0,007	0,000	28,0	0,03%
550,5	Kanal 31 - DVB-T	92,6	0,043	5		0,096	0,024	32,3	0,30%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:			**0,043**			**0,096**	**0,024**		**0,30%**

Industrie Service

Messpunkt: **4**

Messort: **Ecke Mathildenstr./Jahnstr. (VN06)** **Messpunkthöhe:** ebenerdig

Messzeit: **07.09.2017** 10:20 bis 10:25 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: nein

Entfernung zum nächsten Sender: 330 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	**Kanal Nr.**	**BST Standort**	**Betreiber**	**E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m**	**E_{min} in V/m**	**Anzahl Kanäle (TRX) genehm.**	**Hoch-rechnungs-faktor in dB**	**Max. Feldstärke E in V/m**	**Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²**	**Grenzwert der 26. BImSchV in V/m**	**Anteil Q_E vom Grenzwert in %**
D-Band											
943,6	43	Jahnplatz 1-3	Vodafone	79,4	0,009	4	6,8	0,041	0,004	41,7	0,10%
941,2	31	Jahnplatz 1-3	Vodafone	69,0	0,003	4	6,8	0,012	0,000	41,7	0,03%
931,2	1005	unbekannt	Telefonica	77,5	0,008	2		0,011	0,000	41,7	0,03%
958,6	118	Maria Eichstr.	Telekom	69,1	0,003	4	3,6	0,009	0,000	41,7	0,02%
950,0	75	unbekannt	Telekom	64,1	0,002	4	3,6	0,005	0,000	41,7	0,01%
Summe GSM 900:					**0,013**			**0,045**	**0,005**		**0,11%**
E-Band											
1 850,4	738	Freihamer Str. 2	Telefonica	83,3	0,015	2		0,021	0,001	58,4	0,04%
1 854,8	760	Freihamer Str. 2	Telefonica	68,8	0,003	2		0,004	0,000	58,4	0,01%
Summe GSM 1800:					**0,015**			**0,021**	**0,001**		**0,04%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH**		**bez. auf CPICH**				
2158,2	299	Freihamer Str. 2	Telefonica	65,3	0,003	3	10	0,014	0,001	61,0	0,02%
Summe UMTS:					**0,003**			**0,015**	**0,001**		**0,02%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,020**			**0,052**	**0,007**		**0,12%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1895,2	schnurloses Telefon DECT	81,9	0,012	2		0,018	0,001	59,9	0,03%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:			**0,013**			**0,018**	**0,001**		**0,03%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

107,2	Rundfunk UKW	75,2	0,006	5		0,013	0,000	28,0	0,05%
222,1	T-DAB Kanal 11 D	69,8	0,003	3		0,005	0,000	28,0	0,02%
515,5	Kanal 26 - DVB-T	91,4	0,037	5		0,083	0,018	31,2	0,27%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:			**0,038**			**0,084**	**0,019**		**0,27%**

Industrie Service

Messpunkt: **5**

Messort: **Jahnstr., zw. Haus 44 und 42 (VN04)** **Messpunkthöhe:** ebenerdig

Messzeit: **07.09.2017** 10:30 bis 10:40 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: ja

Entfernung zum nächsten Sender: 110 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
943,6	43	Jahnplatz 1-3	Vodafone	118,3	0,823	4	6,8	3,602	34,413	41,7	8,64%
941,2	31	Jahnplatz 1-3	Vodafone	83,8	0,015	4	6,8	0,068	0,012	41,7	0,16%
936,2	6	Jahnplatz 1-3	Vodafone	98,7	0,086	4	6,8	0,378	0,379	41,7	0,91%
959,6	123	Maria Eichstr.	Telekom	86,2	0,020	2	3,6	0,044	0,005	41,7	0,10%
947,2	61	unbekannt	Telekom	78,9	0,009	2	3,6	0,019	0,001	41,7	0,05%
928,0	989	unbekannt	Telefonica	73,3	0,005	2		0,007	0,000	41,7	0,02%
Summe GSM 900:					**0,828**			**3,62**	**34,810**		**8,69%**
E-Band											
1 854,8	760	Freihamer Str. 2	Telefonica	67,3	0,002	2		0,003	0,000	58,4	0,01%
Summe GSM 1800:					**0,003**			**0,004**	**0,000**		**0,01%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH**		**bez. auf CPICH**				
2167,2	98	Maria Eichstr.	Telekom	74,6	0,008	2	12	0,030	0,002	61,0	0,05%
2167,2	189	unbekannt	Telekom	69,5	0,004	2	12	0,024	0,002	61,0	0,04%
2112,5	420	Jahnplatz 1-3	Vodafone	104,7	0,242	3	12,4	1,746	8,087	61,0	2,86%
Summe UMTS:					**0,242**			**1,75**	**8,091**		**2,86%**
LTE	**Cell-ID**			**RS-Symbole**							
806	141-RS-Max	Jahnplatz 1-3	Vodafone	92,5	0,596	2	32	2,382	15,055	38,3	6,22%
Summe LTE:					**0,596**			**2,38**	**15,055**		**6,22%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**1,05**			**4,67**	**57,956**		**11,06%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1895,2	schnurloses Telefon DECT			72,5	0,004	3		0,007	0,000	59,9	0,01%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:					**0,004**			**0,007**	**0,000**		**0,01%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

93,7	Rundfunk UKW			71,2	0,004	5		0,008	0,000	28,0	0,03%
178,1	T-DAB Kanal 5C			70,6	0,003	3		0,006	0,000	28,0	0,02%
512,5	Kanal 26 - DVB-T			87,9	0,025	5		0,055	0,008	31,1	0,18%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:					**0,025**			**0,056**	**0,008**		**0,18%**

Industrie Service

Messpunkt: **6**

Messort: **Gymnasium, Musiksaal 2, Raum 122 (VN05)** **Messpunkthöhe:** 1. OG
Messzeit: **07.09.2017** 10:50 bis 10:55 **Fenster:** offen

Sichtkontakt zu einem Sender: nein
Entfernung zum nächsten Sender: 500 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
940,2	26	Jahnplatz 1-3	Vodafone	82,9	0,014	4	6,8	0,061	0,010	41,7	0,15%
959,6	123	Maria Eichstr.	Telekom	81,4	0,012	2	3,6	0,025	0,002	41,7	0,06%
928,0	989	unbekannt	Telefonica	81,1	0,011	2		0,016	0,001	41,7	0,04%
925,8	978	unbekannt	Telefonica	76,9	0,007	2		0,010	0,000	41,7	0,02%
Summe GSM 900:					**0,023**			**0,069**	**0,013**		**0,17%**
E-Band											
1 838,8	680	unbekannt	Telefonica	73,2	0,005	2		0,006	0,000	58,4	0,01%
Summe GSM 1800:					**0,005**			**0,007**	**0,000**		**0,01%**
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	98	Maria Eichstr.	Telekom	70,0	0,004	2	12	0,018	0,001	61,0	0,03%
2112,5	391	Freihamer Str. 2	Vodafone	66,2	0,003	3	12,4	0,021	0,001	61,0	0,03%
2158,2	299	unbekannt	Telefonica	63,0	0,002	3	10	0,011	0,000	61,0	0,02%
Summe UMTS:					**0,006**			**0,029**	**0,002**		**0,05%**
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
806	141-RS-Max	Jahnplatz 1-3	Vodafone	53,4	0,007	2	32	0,026	0,002	38,3	0,07%
Summe LTE:					**0,007**			**0,026**	**0,002**		**0,07%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,025**			**0,080**	**0,017**		**0,19%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

582,5	Kanal 35 - DVB-T	90,4	0,033	5		0,074	0,015	33,2	0,22%
106,4	Rundfunk UKW	73,7	0,005	5		0,011	0,000	28,0	0,04%
210,0	T-DAB Kanal 10A	82,4	0,013	3		0,023	0,001	28,0	0,08%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:			**0,036**			**0,079**	**0,016**		**0,24%**

Messpunkt: **7**

Messort: **Grund- u. Mittelschule, Raum DOG01 (VN08)** **Messpunkthöhe:** 1. OG
Messzeit: **07.09.2017** 11:00 bis 11:10 **Fenster:** offen

Sichtkontakt zu einem Sender: nein
Entfernung zum nächsten Sender: 560 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
928,0	989	unbekannt	Telefonica	76,5	0,007	2		0,009	0,000	41,7	0,02%
925,8	978	unbekannt	Telefonica	70,9	0,004	2		0,005	0,000	41,7	0,01%
940,4	27	unbekannt	Vodafone	67,0	0,002	4	6,8	0,010	0,000	41,7	0,02%
941,4	32	unbekannt	Vodafone	62,2	0,001	4	6,8	0,006	0,000	41,7	0,01%
945,8	54	unbekannt	Telekom	64,3	0,002	4	6,8	0,007	0,000	41,7	0,02%
958,4	117	Bahnhofstr.	Telekom	60,8	0,001	2		0,002	0,000	41,7	0,00%
Summe GSM 900:					**0,008**			**0,017**	**0,001**		**0,04%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,008**			**0,017**	**0,001**		**0,04%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

905,5	GSM900 UL - Telekom	79,9	0,010	2		0,014	0,001	41,4	0,03%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:			**0,010**			**0,014**	**0,001**		**0,03%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

93,5	Rundfunk UKW	73,6	0,005	1		0,005	0,000	28,0	0,02%
209,5	T-DAB Kanal 10A	75,8	0,006	1		0,006	0,000	28,0	0,02%
577,5	Kanal 34 - DVB-T	83,5	0,015	1		0,015	0,001	33,0	0,05%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:			**0,017**			**0,017**	**0,001**		**0,05%**

Industrie Service

Messpunkt: **8**

Messort: **Adalbert-Stifter-Platz, zw. den Schulen (VN10)** **Messpunkthöhe:** ebenerdig

Messzeit: **07.09.2017** 11:15 bis 11:25 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: nein

Entfernung zum nächsten Sender: 510 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
928,0	989	unbekannt	Telefonica	79,9	0,010	2		0,014	0,001	41,7	0,03%
931,2	1005	unbekannt	Telefonica	74,6	0,005	2		0,008	0,000	41,7	0,02%
936,8	9	Freihamer Str. 2	Vodafone	73,0	0,004	4	6,8	0,020	0,001	41,7	0,05%
941,4	32	unbekannt	Vodafone	65,8	0,002	4	6,8	0,009	0,000	41,7	0,02%
945,8	54	unbekannt	Telekom	68,3	0,003	4		0,005	0,000	41,7	0,01%
Summe GSM 900:					**0,012**			**0,027**	**0,002**		**0,07%**
E-Band											
1 835,4	663	unbekannt	Telefonica	70,7	0,003	2		0,005	0,000	58,4	0,01%
Summe GSM 1800:					**0,004**			**0,005**	**0,000**		**0,01%**
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	391	unbekannt	Telekom	62,9	0,002	2	10	0,006	0,000	61,0	0,01%
2167,2	93	unbekannt	Telekom	54,5	0,001	2	10	0,003	0,000	61,0	0,01%
Summe UMTS:					**0,002**			**0,007**	**0,000**		**0,01%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,013**			**0,029**	**0,002**		**0,07%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1897,3	schnurloses Telefon DECT	68,9	0,003	2		0,004	0,000	59,9	0,01%
1 921,5	UMTS UL FDD 1 - Vodafone	74,9	0,006	2		0,008	0,000	60,3	0,01%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:			**0,006**			**0,009**	**0,000**		**0,01%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

105,7	Rundfunk UKW	69,5	0,003	5		0,007	0,000	28,0	0,02%
178,5	T-DAB Kanal 5C	78,5	0,008	3		0,014	0,001	28,0	0,05%
580,0	Kanal 34 - DVB-T	89,4	0,029	5		0,066	0,011	33,1	0,20%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:			**0,031**			**0,068**	**0,012**		**0,21%**

Industrie Service

Messpunkt: **9**

Messort: **Scharnitzer Str., gegenüber Haus 31a-b (VN09)** **Messpunkthöhe:** ebenerdig

Messzeit: **07.09.2017** 11:35 bis 11:45 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: nein

Entfernung zum nächsten Sender: 360 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
925,8	978	unbekannt	Telefonica	75,3	0,006	2		0,008	0,000	41,7	0,02%
933,2	1015	unbekannt	Telefonica	70,1	0,003	2		0,005	0,000	41,7	0,01%
935,2	1	unbekannt	Vodafone	72,0	0,004	4	6,8	0,017	0,001	41,7	0,04%
941,4	32	unbekannt	Vodafone	67,7	0,002	4	6,8	0,011	0,000	41,7	0,03%
948,8	69	Bahnhofstr.	Telekom	69,3	0,003	2		0,004	0,000	41,7	0,01%
Summe GSM 900:					**0,009**			**0,023**	**0,001**		**0,05%**
E-Band											
1 850,4	738	unbekannt	Telefonica	85,6	0,019	2		0,027	0,002	58,4	0,05%
Summe GSM 1800:					**0,019**			**0,027**	**0,002**		**0,05%**
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	179	Bahnhofstr.	Telekom	61,2	0,002	2	10	0,005	0,000	61,0	0,01%
2112,5	391	Freihamer Str. 2	Vodafone	71,4	0,005	3	12,4	0,038	0,004	61,0	0,06%
2158,2	59	unbekannt	Telefonica	60,5	0,001	2	10	0,007	0,000	61,0	0,01%
2158,2	64	unbekannt	Telefonica	64,7	0,002	2	10	0,011	0,000	61,0	0,02%
Summe UMTS:					**0,006**			**0,040**	**0,004**		**0,07%**
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
806	331-RS-Max	Freihamer Str. 2	Vodafone	53,4	0,007	2	32	0,026	0,002	38,3	0,07%
1815	97-RS-Max	Bahnhofstr.	Telekom	53,7	0,003	2	24,8	0,012	0,000	58,6	0,02%
Summe LTE:					**0,007**			**0,029**	**0,002**		**0,07%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,023**			**0,061**	**0,010**		**0,12%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1885,2	schnurloses Telefon DECT			70,2	0,003	1		0,003	0,000	59,7	0,01%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:					**0,003**			**0,003**	**0,000**		**0,01%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

93,7	Rundfunk UKW			75,6	0,006	5		0,013	0,000	28,0	0,05%
177,7	T-DAB Kanal 5C			68,1	0,003	3		0,004	0,000	28,0	0,02%
433,1	70 cm CB-ähnlicher Funkverkehr 10 mW			72,5	0,004	1		0,004	0,000	28,6	0,01%
512,5	Kanal 26 - DVB-T			98,6	0,085	5		0,189	0,095	31,1	0,61%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:					**0,085**			**0,190**	**0,096**		**0,61%**

Industrie Service

Messpunkt: **10**

Messort: **Bahnhofstr., gegenüber Stefanuskirche (VN07)** **Messpunkthöhe:** ebenerdig

Messzeit: **07.09.2017** 10:50 bis 11:00 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: ja

Entfernung zum nächsten Sender: 180 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E_{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q_E vom Grenzwert in %
D-Band											
937,2	11	unbekannt	Vodafone	81,6	0,012	4	6,8	0,053	0,007	41,7	0,13%
942,8	39	unbekannt	Vodafone	67,1	0,002	4	6,8	0,010	0,000	41,7	0,02%
932,2	1010	unbekannt	Telefonica	78,8	0,009	2		0,012	0,000	41,7	0,03%
933,2	1015	unbekannt	Telefonica	74,8	0,006	2		0,008	0,000	41,7	0,02%
957,6	113	Bahnhofstr.	Telekom	77,1	0,007	2		0,010	0,000	41,7	0,02%
951,8	84	unbekannt	Telekom	72,2	0,004	4		0,008	0,000	41,7	0,02%
Summe GSM 900:					**0,018**			**0,057**	**0,009**		**0,14%**
E-Band											
1 854,8	760	unbekannt	Telefonica	76,6	0,007	2		0,010	0,000	58,4	0,02%
Summe GSM 1800:					**0,007**			**0,010**	**0,000**		**0,02%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH**		**bez. auf CPICH**				
2167,2	490	Bahnhofstr.	Telekom	76,2	0,009	2	10	0,029	0,002	61,0	0,05%
2167,2	50	unbekannt	Telekom	66,0	0,003	2	10	0,013	0,000	61,0	0,02%
2112,5	38	unbekannt	Vodafone	67,5	0,003	3	12,4	0,024	0,002	61,0	0,04%
2132,5	15	Amselweg	E-Plus	102,3	0,185	3	10	1,012	2,715	61,0	1,66%
2132,5	348	unbekannt	E-Plus	81,2	0,016	3	10	0,089	0,021	61,0	0,15%
2158,2	303	Freihamer Str. 2	Telefonica	55,8	0,001	3	10	0,005	0,000	61,0	0,01%
Summe UMTS:					**0,186**			**1,02**	**2,740**		**1,67%**
LTE	**Cell-ID**			**RS-Symbole**							
796	440-RS-Max	unbekannt	Telefonica	51,7	0,003	2	27,8	0,013	0,000	38,3	0,04%
1815	98-RS-Max	Bahnhofstr.	Telekom	66,2	0,025	2	30,8	0,100	0,026	58,6	0,17%
Summe LTE:					**0,025**			**0,101**	**0,027**		**0,17%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,188**			**1,02**	**2,776**		**1,68%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1883,5	schnurloses Telefon DECT	87,1	0,023	2		0,032	0,003	59,7	0,05%
2 454,5	WLAN Kanal 9 (Hauptkanal ab 802.11g)	96,5	0,067	1		0,067	0,012	61,0	0,11%
1 972,0	UMTS UL FDD 6 - Telekom	80,0	0,010	1		0,010	0,000	61,1	0,02%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:			**0,071**			**0,075**	**0,015**		**0,12%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

90,0	Rundfunk UKW	69,8	0,003	5		0,007	0,000	28,0	0,02%
178,5	T-DAB Kanal 5C	79,7	0,010	3		0,017	0,001	28,0	0,06%
517,0	Kanal 26 - DVB-T	87,3	0,023	5		0,052	0,007	31,3	0,16%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:			**0,025**			**0,055**	**0,008**		**0,18%**

Industrie Service

7.4 Literatur

[1] Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966)

[2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 2004

[3] DIN VDE 0848-1/ August 2000, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern

[4] DIN EN 50413 (VDE 0848-1) / August 2009, Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)

[5] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), Schweizer Bundesrat vom 23.12.1999; veröffentlicht durch Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

[6] 1999/519/EG; Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz — 300 GHz); Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 199/59

[7] ICNIRP – Richtlinie 1998, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, und electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics 74 (4): 494-522; 1998.

[8] SSK 2001, Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern, Empfehlung der Strahlenschutzkommission; Verabschiedet in der 173. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 04. Juli 2001.

[9] Reg TP MV 09/EMF/3; Messvorschrift für bundesweite EMVU - Messreihen der vorhandenen Umgebungsfeldstärken; Februar 2003; Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, Bonn.

[10] Elektromagnetische Felder im Alltag - Aktuelle Informationen über Quellen, Einsatz und Wirkungen; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe und Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm

[11] Schirmung elektromagnetischer Wellen im persönlichen Umfeld, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm

[12] Wissenschaf(f)t Vertrauen: Auswertung der FEE-Immissions-Datenbank; IZMF, 2009

[13] TÜV SÜD / IHF der Universität Stuttgart im Auftrag der LUBW; Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg 2009, veröffentlich unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/53103/

[14] Gritsch, Th., Menges, H, Ratzel, U., Immissionen durch Funkwellen, Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg, Immissionsschutz 2-2011, S. 78

[15] Schmidt M., Rosentreter M., Drießen S., Gollnik F., Gritsch T., Hüllmandel J., Groß D., Erstellung einer praxisorientierten Handreichung zur Beurteilung von Studienergebnissen für Mitarbeiter von Kommunalverwaltungen – Vorhaben FM8855, Ressortforschungsbericht zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz, BfS-RESFOR-89/14, April 2014

7.5 Glossar – Verwendete Abkürzungen

Antennensektor	horizontaler Winkelbereich, in den die Antennen abstrahlen. Es sind zwei Haupttypen im Einsatz: einerseits Rundstrahler, die einen Winkelbereich von 360 ° mit einer Antenne versorgen, anderseits Sektorantennen, die einen Winkelbereich von 60° bis 90° versorgen. Eine deckende Funkversorgung wird daher durch die Anordnung von 3 um 120° versetzte Antennen erreicht.
AP	Ein Access Point (AP) (englisch für Zugangspunkt) oder Basisstation genannt, ist ein elektronisches Gerät, das als Schnittstelle für kabellose Kommunikationsgeräte fungiert
Basisstation	GSM-Mobilfunksendestation eines Netzbetreibers
BCCH	Broadcast Control Channel, wird immer mit konstanter maximaler Leistung von der Basisstation ausgestrahlt. Das Handy beurteilt anhand dieses Kanals, wie gut der Empfang zu der Basisstation ist
BImSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
BNetzA	Bundesnetzagentur, zuständig für die Ausstellung von Standortbescheinigungen
BOS	Funknetz der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, d. h. Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste
D1	Abkürzung für den Netzbetreiber der Firma Telekom
D2	Abkürzung für den Netzbetreiber Vodafone D2 GmbH
DECT	Digitaler Übertragungsstandard bei schnurlosen Telefonen. DECT-Telefone können im Freien eine Reichweite bis zu 300 m haben. Sie senden im Frequenzbereich von 1880 MHz bis 1900 MHz. Abkürzung für Digital Enhanced Cordless Telecommunication.
Dezibel- Mikrovolt pro Meter (dBµV/m)	in der Hochfrequenztechnik gebräuchliche Maßeinheit für die elektrische Feldstärke auf der Basis von Mikrovolt (entsprechend 1 Millionstel Volt). Dezibel ist eine logarithmische Einheit: Ein Sprung von 6 Dezibel entspricht hier einer Verdopplung der Intensität. Ein Sender dessen Immissionsfeldstärke mit 120 dBµV/m (entsprechend 1 V/m) gemessen wurde ist daher am Immissionsort doppelt so starke, wie ein Sender mit der Feldstärke von 114 dBµV/m (entsprechend 0,5 V/m).
D-Netz	auch GSM 900-Netz genannt. Der Frequenzbereich im Downlink für das D-Netz liegt in Deutschland zwischen 925 MHz bis 960 MHz. Im D-Netz senden die Mobilfunknetzbetreiber T-Mobile und Vodafone.
Downlink	Abstrahlung einer Basisstation bei einer Funkverbindung im Gegensatz zu "Uplink"
E	Formelzeichen für elektrische Feldstärke
E1	Abkürzung für den Netzbetreiber E-Plus Mobilfunk GmbH
E2	Abkürzung für den Netzbetreiber Firma Telefónica Germany GmbH & Co. OHG
EIRP	Equivalent Isotropic Radiation Power – die effektiv über die Antenne abgegebene Sendeleistung in Hauptstrahlrichtung. Diese setzt sich zusammen aus der vom Sender abgegebenen Sendeleistung abzüglich der Verluste in der Kabelleitung vom Sender zur Antenne, multipliziert mit dem Verstärkungsfaktor der Antenne der aufgrund der Richtwirkung von Sektorantennen gegenüber isotropen Antennen ergibt.
EMF	Abkz. für Elektromagnetische Felder
E-Netz	auch GSM 1800-Netz genannt. Der Frequenzbereich im Downlink für das E-Netz liegt in Deutschland zwischen 1805 MHz bis 1880 MHz. Im E-Netz senden hauptsächlich die Mobilfunknetzbetreiber E-Plus und O2, jedoch haben auch T-Mobile und Vodafone hier einen Frequenzbereich zur Verfügung.
Frequenz	Schwingungsanzahl von Wellen je Sekunde, gemessen in Herz
Gigahertz (GHz)	Technische Einheit für 1 Milliarde Schwingung pro Sekunde
GSM	Abkürzung für Global System of Mobile Communication; Mobilfunksystem der zweiten Generation (2G); Bezeichnung für den im D-Netz, E-Netz und GSM Rail gebräuchlichen digitalen Übertragungsstandard.

GSM Rail	Mobilfunknetz der Deutschen Bahn basierend auf dem GSM-Standard. Die Sendefrequenzen liegen im Bereich 920 MHz bis 925 MHz.
Hertz (Hz)	Technische Einheit für 1 Schwingung pro Sekunde
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access stellt eine Weiterentwicklung der UMTS-Technik hin zu höherer Datengeschwindigkeit dar. Datengeschwindigkeiten bis 7 MBit/s sind hiermit möglich.
LTE	Long Term Evolution; Mobilfunksystem der vierten Generation (4G) und zukünftiger UMTS-Nachfolger. LTE soll deutlich höhere Datenübertragungsgeschwindigkeiten mit bis zu 300 Megabit pro Sekunde erreichen. LTE wird abhängig vom Netzbetreiber in den Frequenzbändern 800 MHz, 1800 MHz und 2600 MHz ausgestrahlt.
Megahertz (MHz)	Technische Einheit für 1 Million Schwingung pro Sekunde
Node B	Bezeichnung für eine Basisstation im UMTS-Netz
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access - Übertragungsverfahren für LTE
RegTP	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (heute BNetzA)
Repeater	Verstärkt die Mobilfunkstrahlung; wird z. B. in Gebäuden eingesetzt, in denen schlechter Empfang besteht, oder in hügeligen Gelände um abgeschattete Gebiete besser zu versorgen.
Rx	Receiving Channels; Abkürzung für Empfangskanäle; Im Gegensatz zu Tx
Sendeleistung	Die von einer Sendeantenne abgestrahlte Leistung
StOB	Standortbescheinigung
TCH	Traffic Channel, Verkehrskanal. Die Ausstrahlung der Verkehrskanäle ist abhängig vom Gesprächsaufkommen und der Verbindungsqualität. Bei wenigen Gesprächen wird nur der BCCH-Kanal ausgestrahlt. Bei steigendem Gesprächsaufkommen werden sukzessive ein oder mehrere TCH-Kanäle hinzu geschaltet. Diese sind leistungsgeregelt, d. h. besteht eine gute Verbindung zum Handy kann die abgestrahlte Leistung reduziert werden. Maximal 8 Gespräche können über einen TCH-Kanal gleichzeitig geführt werden.
Tx	Transmitting Channels; Abkürzung für Sendekanäle; Überbegriff für BCCH und TCH-Kanäle, Im Gegensatz zu Rx
UHS	Ultra High Site, von der Fa. E-Plus patentiertes Verfahren, zur ergänzenden, flächendeckenden UMTS-Versorgung von Ballungsräumen von Standorten mit einer Höhe größer 100 m
UKW	Ultrakurzwelle
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System; Mobilfunksystem der dritten Generation (3G) mit deutlich höherer Datenübertragungskapazität und anderem Übertragungsstandard. Datengeschwindigkeiten bis 2 MBit/s sind hiermit möglich.
Uplink	Abstrahlung eines Handys bei einer Funkverbindung im Gegensatz zu "Downlink"
Volt pro Meter (V/m)	Technische Maßeinheit für die elektrische Feldstärke. Diese ist ein Maß für den Spannungsabfall zwischen zwei Punkten. Die Feldstärke von 1 V/m entspricht daher einer Spannungsverminderung von 1 Volt in 1 m Abstand. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV angegeben.
Watt (W)	Technische Einheit für die Sendeleistung
Watt pro Quadratmeter (W/m²)	Technische Einheit für die Leistungsflussdichte, auch in den Einheiten mW/m² = 1/1.000 W/m² und µW/m² = 1/1.000.000 W/m² gebräuchlich
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access, Übertragungsverfahren für UMTS
WLAN	Wireless Local Area Network (drahtloses lokales Netzwerk – Wireless LAN, WLAN) bezeichnet ein lokales Funknetz, auf Grundlage eines Standards der IEEE-802.11-Familie. Es wird in Deutschland im 2,4 GHz- und 5 GHz- Band abgestrahlt.