



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Gutachten zur Messung und Bewertung hochfrequenter elektromagnetischer Felder

Mobilfunk-Messung Stadtgebiet Kempten

Auftraggeber: funktechanalyse.de
Ingenieurbüro
Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
Schlierseestr. 66
D-81539 München

Messorte: Stadtgebiet von Kempten

Art der Messung: Mobilfunkmessung im Frequenzbereich von 27 MHz bis 6000 MHz

Messdatum: 01.04.2020

Auftragsnummer 3 245 299

Berichtsnummer: F20/124-MFM

Bestellzeichen: E-Mail Hr. Ulrich vom 27.03.2020

Sachverständiger: Dr. Thomas Gritsch
Telefon: 089/5791-1110
Telefax: 089/5791-1098
E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de

Berichtsumfang: 35 Seiten
Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Datum: 09. April 2020

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

Das Dokument besteht aus
35 Seiten
Seite 1 von 35

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.

Stempel

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

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
UST-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuvsud.com/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vors.)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-1040
Telefax: +49 89 5791-1174
www.tuvsud.com/de-is

TUV®

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Niederlassung München
Umwelt Service
Genehmigungsmanagement
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland

Inhaltsverzeichnis

0	ZUSAMMENFASSUNG	3
1	AUFGABENSTELLUNG	5
2	MOBILFUNKANLAGEN	5
3	IMMISSIONSPUNKTE	6
4	MESSDURCHFÜHRUNG	7
4.1	Messgrößen für hochfrequente Felder.....	7
4.2	Messtechnik	8
4.3	Messunsicherheit	8
4.4	Vorgehensweise bei den Messungen.....	8
5	BEWERTUNGSGRUNDLAGEN BUNDESIMMISSIONSSCHUTZGESETZ (26. BIMSCHV) – ALLGEMEINBEVÖLKERUNG [1]	9
6	MESSERGEBNISSE.....	10
6.1	Hinweise zu den Tabellen	10
6.2	Immissionsmesswerte Mobilfunkanlagen	10
6.3	Immissionsmesswerte Handys, WLAN und DECT-Telefone.....	11
6.4	Anteile der Funkdienste an den Immissionswerten im Überblick	12
7	ANHANG	15
7.1	Ausführliche Angaben zu den Immissionspunkten.....	15
7.2	Auswertung der Messergebnisse – Bestimmung der Minimalimmission und Maximalimmission	21
7.2.1	GSM-Anlagen	21
7.2.2	UMTS-Anlagen	21
7.2.3	LTE-Anlagen.....	21
7.2.4	Summenbildung.....	22
7.2.5	Messparameter.....	22
7.3	Ausführliche Ergebnistabellen	23
7.4	Literatur	33
7.5	Glossar – Verwendete Abkürzungen	34

0 Zusammenfassung

Hr. Ulrich vom Ingenieurbüro funktechanalyse.de beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH die von Mobilfunkanlagen ausgehenden elektromagnetischen Felder an neun Immissionspunkten im Stadtgebiet von Kempten zu messen und hinsichtlich der Einhaltung der in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Mobilfunkmessungen absteigend sortiert dargestellt. Angegeben ist jeweils die Maximalimmission bei derzeitig eingestellter Sendeleistung der Anlagen. Im Realbetrieb liegen die Immissionen unter den hier dargestellten Werten.

Immissionspunkt		Entfernung zur nächsten Mobilfunkanlage	Sichtverbindung zu den Mobilfunkantennen	Summenfeldstärke E (Mobilfunk) bei höchster Anlagenauslastung	Maximalimmission Grenzwertausschöpfung der elektrischen Feldstärke gemäß 26. BImSchV
7	MP32_3, Memmingerstr., zwischen Haus Nr. 55 und 57	140 m	ja	1,37 V/m	3,01%
8	MP34_3, Beim Floßerhäusle, gegenüber Haus Nr. 12	275 m	ja	1,18 V/m	2,61%
4	MP28_3, Allgäuer Gymnasium, Nahbereich Funkmast	30 m	ja	1,01 V/m	2,34%
9	MP35_3 Auf der Breite 3	165 m	ja	0,98 V/m	2,22%
6	MP33_3, Herrenstr. Vor Haus 38 (Verlegt wg. SV)!	105 m	ja	0,92 V/m	2,16%
5	MP31_3, Vor'm Stadtweiher 37	200 m	ja	1,14 V/m	2,16%
2	MP29_3, Allgäuer Gymnasium, Auffahrt	100 m	ja	0,67 V/m	1,46%
1	MP01_3, Rathausplatz	55 m	ja	0,75 V/m	1,32%
3	MP30_3, Allgäuer Gymnasium, Eingangsbereich	100 m	nein	0,22 V/m	0,52%

Tab. 1: Messergebnisse absteigend sortiert

Die höchsten Immissionswerte wurden am Immissionspunkt 7 (MP32_3) in der Memmingerstraße zwischen Haus Nr. 55 und 57 mit 3,01 % vom Grenzwert der 26. BImSchV gemessen und auf höchste Anlagenauslastung bei derzeitiger Sendeleistung hochgerechnet.

Die höchsten Immissionswerte zurückzuführen auf DECT-, WLAN- oder Handysignale waren am Immissionspunkt 1, dem Rathausplatz messbar. Dabei wurden max. 0,98 % des Grenzwerts der 26. BImSchV erreicht. Dieser Wert war vor allem durch mehrere Handy-Uplinks im LTE800-Band in der Umgebung bedingt.

Zur besseren Einordnung der Immissionen können die Ergebnisse eines langjährigen kommunalen Messprogramms mit 3563 Immissionspunkten [12] herangezogen werden. Hierbei wurde eine mittlere Immission von 2,8 % vom Grenzwert der 26. BImSchV seit dem Jahr 2009 im Umfeld von Mobilfunkstandorten ermittelt. Die Immissionswerte haben sich damit in letzten 10 Jahren um ca. 10 % erhöht. Der Mittelwert der in Kempten gemessenen Immissionspunkte ist mit im Schnitt 2,0 % vom Grenzwert jedoch als unterdurchschnittlich zu werten.

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 in der Regel nie erreicht wird. Die typische mittlere Belastung liegt etwa um den Faktor 2 bis 4 niedriger.

1 Aufgabenstellung

Hr. Ulrich vom Ingenieurbüro funktechnikanalyse.de beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH die von Mobilfunkanlagen ausgehenden elektromagnetischen Felder an neun Immissionspunkten im Stadtgebiet von Kempten zu messen und hinsichtlich der Einhaltung der in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten.

Bei der Messung handelt es sich um eine Nachher-Messung. Mit den Messungen soll beurteilt werden, wie sich die Immissionen nach Verlegung mehrerer Mobilfunkanlagen im Stadtgebiet 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 Stadtgebiet von Kempten sind eine Vielzahl von Mobilfunkanlagen vorhanden.

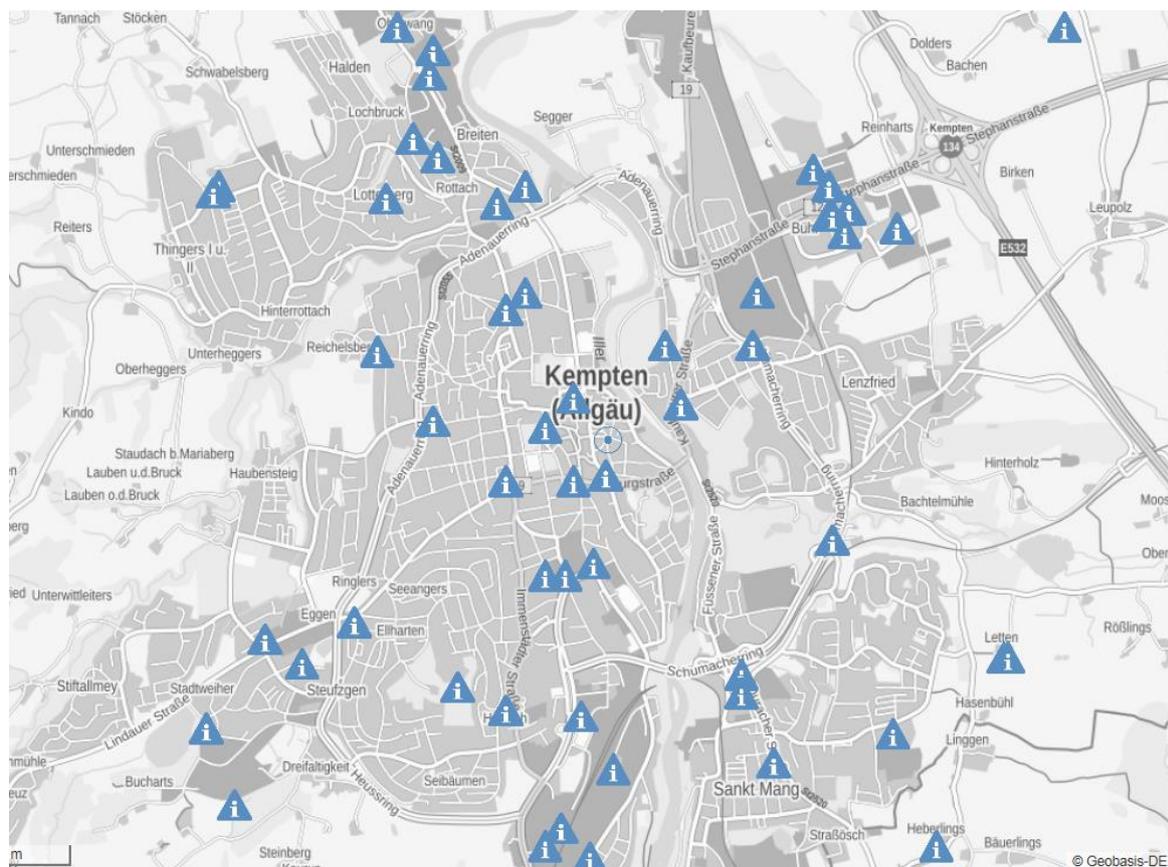


Abb. 1: Übersicht Mobilfunkstandorte im Stadtgebiet (blaue Dreiecke);
Quelle EMF Datenbank der Bundesnetzagentur

Die Lage und Konfiguration der jeweiligen Mobilfunkanlagen ist dem Auftraggeber bekannt und wird hier daher nicht weiter erläutert.

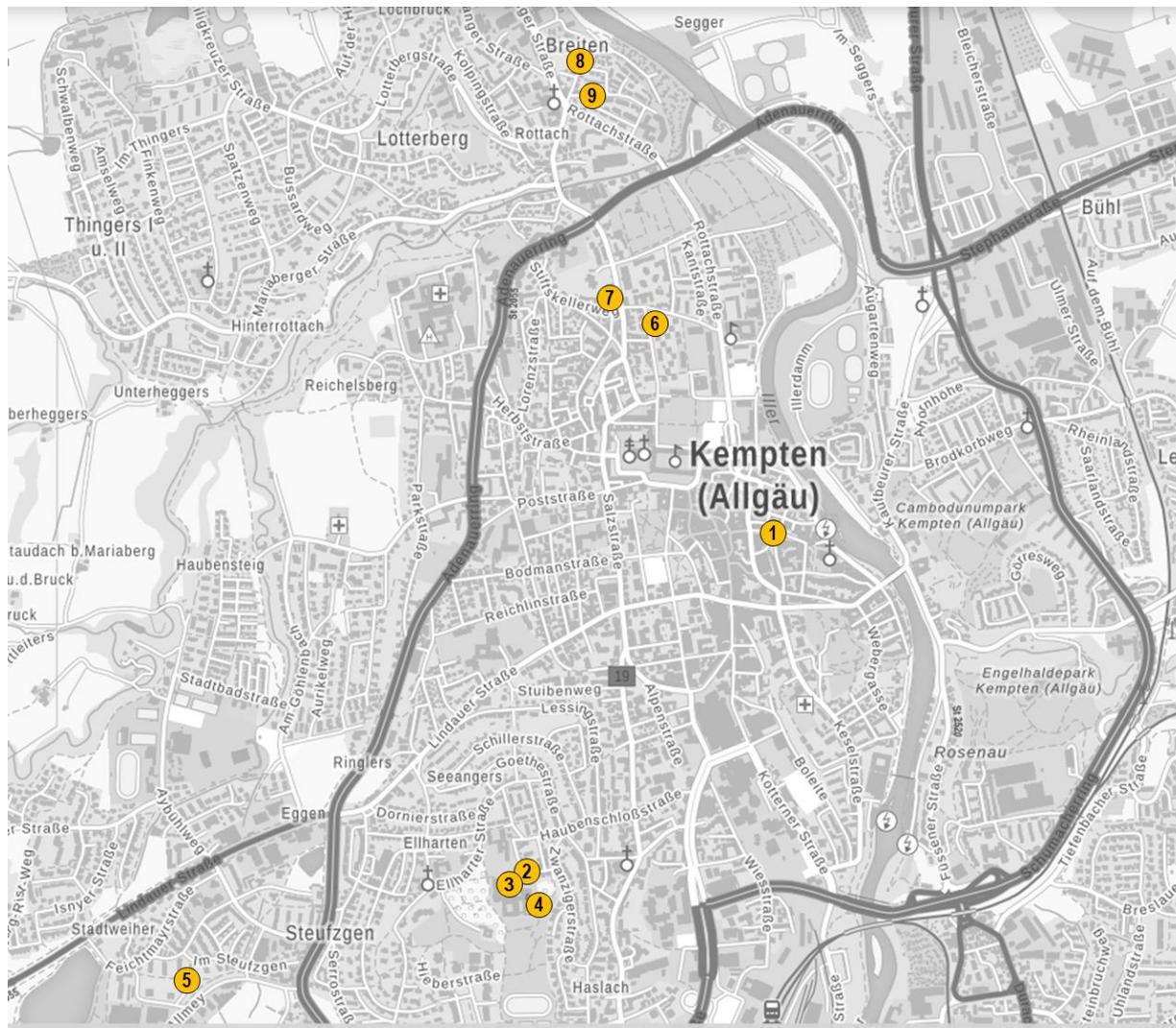


Abb. 2: Immissionspunkte im Untersuchungsgebiet

3 Immissionspunkte

Die Immissionspunkte (IP) wurden von Hr. Ullrich ausgewählt, da sie repräsentativ für das Stadtgebiet bzw. wahrscheinlich in Sichtverbindung zu einer Mobilfunkanlage lagen. Vor Ort wurden von uns einzelne Punkte nach den tatsächlichen Gegebenheiten (z.B. Bäume können die Sichtverbindung zum Mobilfunkanlagen unterbrechen) in der konkreten Lage angepasst, um einen möglichst ungehinderten Blick auf die Sendeanlagen zu gewährleisten.

Tab. 2 und Abb. 2 gibt einen Überblick über die Lage der Immissionspunkte im Stadtgebiet sowie für die jeweilige Expositionssituation wesentliche Parameter. Detaillierte Angaben sowie Bilder von den Immissionspunkten sind im Anhang enthalten.

Immissionspunkt		Sicht- verbindung zu einem Sendemast	Entfernung zum nächsten Sendemast	Koordinaten WGS84	
1	MP01_3, Rathausplatz	ja	55 m	10°19'02,9" E	47°43'34,9" N
2	MP29_3, Allgäuer Gymnasium, Auffahrt	ja	100 m	10°18'24,5" E	47°42'56,3" N
3	MP30_3, Allgäuer Gymnasium, Eingangsbereich	nein	100 m	10°18'23,6" E	47°42'55,9" N
4	MP28_3, Allgäuer Gymnasium, Nahbereich Funkmast	ja	30 m	10°18'26,6" E	47°42'54,3" N
5	MP31_3, Vor'm Stadtweiher 37	ja	200 m	10°17'32,9" E	47°42'46,0" N
6	MP33_3, Herrenstr. Vor Haus 38 (Verlegt wg. SV)!	ja	105 m	10°18'43,2" E	47°43'56,5" N
7	MP32_3, Memmingerstr., zwischen Haus Nr. 55 und 57	ja	140 m	10°18'38,1" E	47°43'59,3" N
8	MP34_3, Beim Floßerhäusle, gegenüber Haus Nr. 12	ja	275 m	10°18'31,6" E	47°44'23,8" N
9	MP35_3 Auf der Breite 3	ja	165 m	10°18'32,8" E	47°44'20,2" N

Tab. 2: 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/m^2)

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 Messtechnik

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	Dreiaxige Antenne	27 MHz – 3 GHz	M-0018 QS-00409920
USLP 9142	Schwarz- beck	Logarithmisch periodische Antenne	600 MHz – 8 GHz	9142-319 QS-00403975

Tab. 3: 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 01.04.2020 zwischen 11:45 Uhr und 15:30 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 Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) – Allgemeinbevölkerung [1]

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).

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]
10 - 400	28	0,073
400 - 2.000	$1,375 \cdot \sqrt{f}$	$0,0037 \cdot \sqrt{f}$
2.000 - 300.000	61	0,16

Tab. 4: 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. 5) 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, MB08	38,6
GSM 900, GSM-R, MB09	41,7
GSM 1800, LTE 1800, MB18	58,4
UMTS, MB21, LTE 2600	61,0

Tab. 5: 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 Vollaustattung 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 Maximal-Immission relevant. Die Maximal-Immission bezieht sich dabei auf die höchste an den jeweiligen Anlagen aktuell eingestellte Sendeleistung sowie die sich derzeit in Betrieb befindenden Anlagen. Die in der Standortbescheinigung beantragten Sendleistung kann höher sein und zusätzlich Anlagen enthalten, die aber hier nicht berücksichtigt sind. 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. Eine ausführlichere Darstellung der Messergebnisse sowie Bilder der Immissionspunkte finden sich im Anhang.

6.2 Immissionsmesswerte Mobilfunkanlagen

Immissionspunkt		Mobilfunk minimal E in V/m	Mobilfunk maximale aktuell Sendeleistung		
			E in V/m	S in mW/m ²	Q _E
1	MP01_3, Rathausplatz	0,18	0,75	1,51	1,32%
2	MP29_3, Allgäuer Gymnasium, Auffahrt	0,19	0,67	1,20	1,46%
3	MP30_3, Allgäuer Gymnasium, Eingangsbereich	0,06	0,22	0,13	0,52%
4	MP28_3, Allgäuer Gymnasium, Nahbereich Funkmast	0,40	1,01	2,72	2,34%

Immissionspunkt		Mobilfunk minimal E in V/m	Mobilfunk maximale aktuell Sendeleistung		
			E in V/m	S in mW/m ²	Q _E
5	MP31_3, Vor'm Stadtweiher 37	0,34	1,14	3,5	2,16%
6	MP33_3, Herrenstr. Vor Haus 38 (Verlegt wg. SV)!	0,29	0,92	2,3	2,16%
7	MP32_3, Memmingerstr., zwischen Haus Nr. 55 und 57	0,34	1,37	5,0	3,01%
8	MP34_3, Beim Floßerhäusle, gegenüber Haus Nr. 12	0,27	1,18	3,7	2,61%
9	MP35_3 Auf der Breite 3	0,26	0,98	2,6	2,22%

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. 6: Messwerte der Mobilfunkimmissionen hochgerechnet auf maximale, derzeitige Sendeleistung

Die höchsten Immissionswerte wurden am Immissionspunkt 7 (MP32_3) in der Memmingerstraße zwischen Haus Nr. 55 und 57 mit 3,01 % vom Grenzwert der 26. BImSchV gemessen und auf höchste Anlagenauslastung bei derzeitiger Sendeleistung hochgerechnet

6.3 Immissionsmesswerte Handys, WLAN und DECT-Telefone

An allen Immissionspunkten wurden zusätzlich Funkaussendungen von schnurlosen DECT-Telefonen, Handys, WLAN-Anlagen mitbestimmt. Dabei wurden folgende Immissionswerte ermittelt:

Immissionspunkt		DECT / WLAN / Handy Istwerte	
		E in V/m	Q _E
1	MP01_3, Rathausplatz	0,39	0,98%
2	MP29_3, Allgäuer Gymnasium, Auffahrt	0,03	0,05%
3	MP30_3, Allgäuer Gymnasium, Eingangsbereich	0,06	0,09%
4	MP28_3, Allgäuer Gymnasium, Nahbereich Funkmast	0,02	0,04%
5	MP31_3, Vor'm Stadtweiher 37	0,05	0,08%
6	MP33_3, Herrenstr. Vor Haus 38 (Verlegt wg. SV)!	0,06	0,10%

Immissionspunkt		DECT / WLAN / Handy Istwerte	
		E in V/m	Q _E
7	MP32_3, Memmingerstr., zwischen Haus Nr. 55 und 57	0,13	0,21%
8	MP34_3, Beim Floßerhäusle, gegenüber Haus Nr. 12	0,05	0,07%
9	MP35_3 Auf der Breite 3	0,19	0,31%

Tab. 7: Messwerte für die sonstigen Funkquellen, außer Mobilfunk

Die höchsten Immissionswerte zurückzuführen auf DECT-, WLAN- oder Handysignale waren am Immissionspunkt 1, dem Rathausplatz messbar. Dabei wurden max. 0,98 % des Grenzwerts der 26. BImSchV erreicht. Dieser Wert war vor allem durch mehrere Handy-Uplinks im LTE800-Band in der Umgebung bedingt.

6.4 Anteile der Funkdienste an den Immissionswerten im Überblick

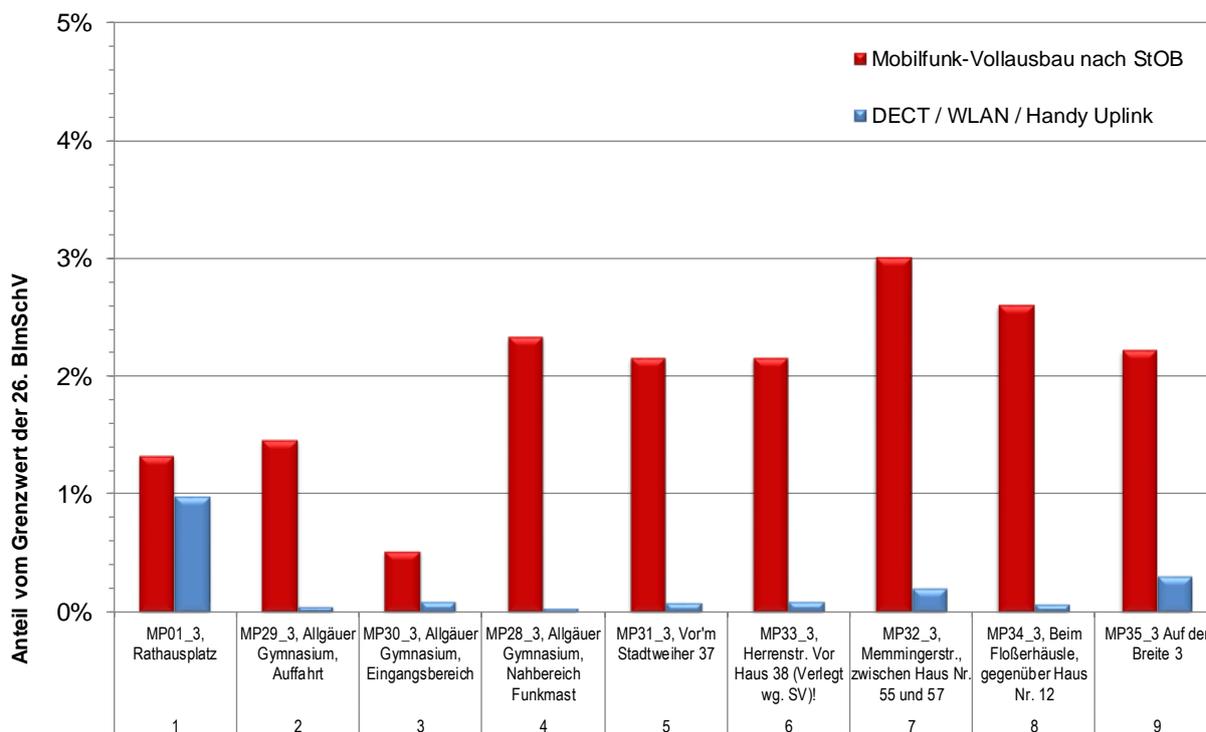


Abb. 3: Messergebnisse (Maximalwerte) in Prozent vom Grenzwert der 26. BImSchV - Vergrößerte Darstellung der Y-Achse

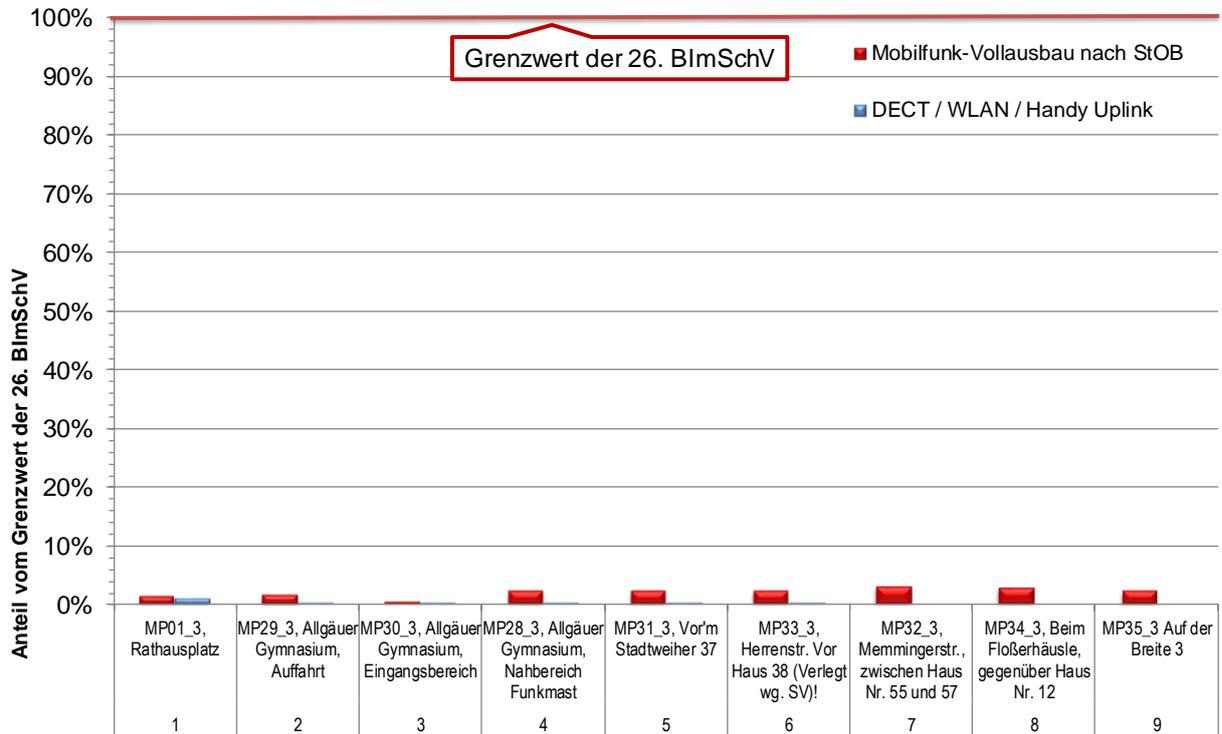


Abb. 4: Messergebnisse (Maximalwerte) in Prozent vom Grenzwert der 26. BImSchV

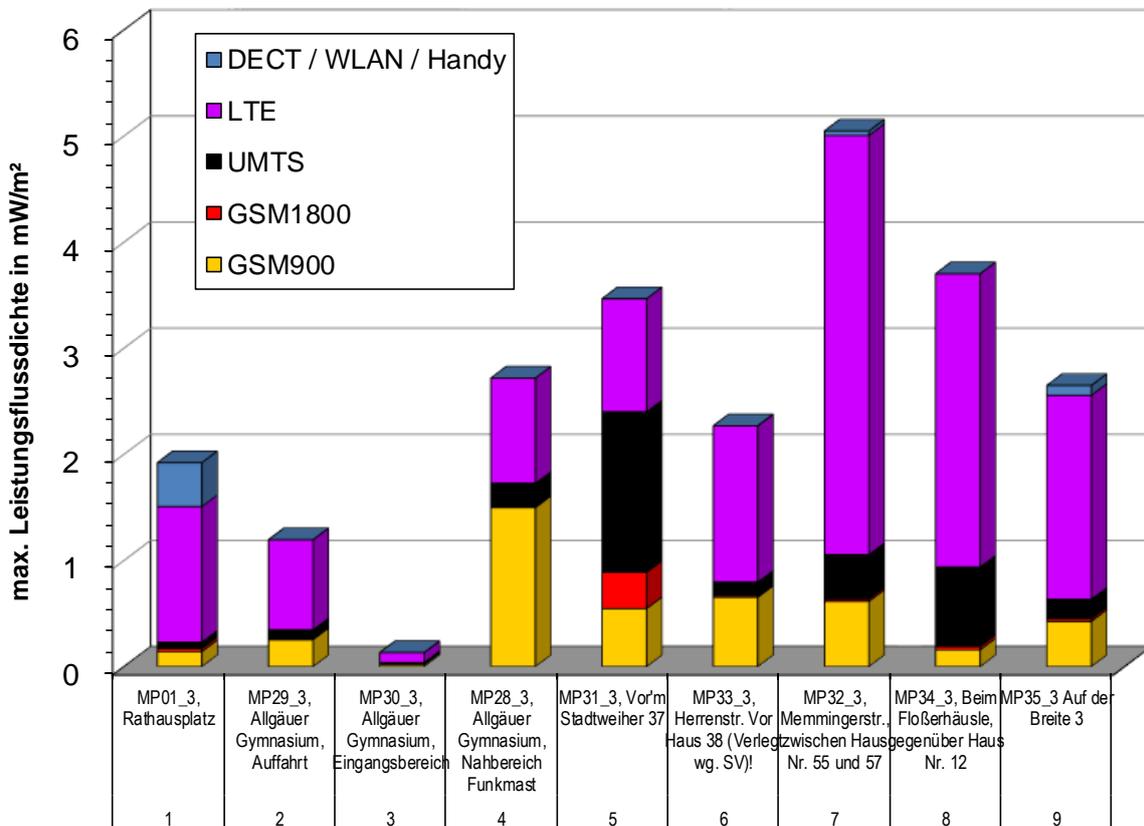


Abb. 5: Beiträge der verschiedenen Funkanwendungen an der Gesamtbelastung (angegeben als Leistungsflussdichte S in mW/m²)

Immissionspunkt		GSM900	GSM1800	UMTS	LTE	DECT WLAN Handy
1	MP01_3, Rathausplatz	0,14	0,03	0,06	1,28	0,41
2	MP29_3, Allgäuer Gymnasium, Auffahrt	0,25	<0,01	0,09	0,85	<0,01
3	MP30_3, Allgäuer Gymnasium, Eingangsbereich	0,02	<0,01	0,02	0,09	<0,01
4	MP28_3, Allgäuer Gymnasium, Nahbereich Funkmast	1,50	<0,01	0,23	0,99	<0,01
5	MP31_3, Vor'm Stadtweiher 37	0,55	0,34	1,51	1,07	<0,01
6	MP33_3, Herrenstr. Vor Haus 38 (Verlegt wg. SV)!	0,65	0,01	0,13	1,47	<0,01
7	MP32_3, Memmingerstr., zwischen Haus Nr. 55 und 57	0,61	0,02	0,42	3,95	0,04
8	MP34_3, Beim Floßerhäusle, gegenüber Haus Nr. 12	0,16	0,03	0,75	2,76	<0,01
9	MP35_3 Auf der Breite 3	0,43	0,02	0,19	1,92	0,09

Tab. 8: Messwerte in der Einheit der Leistungsflussdichte mW/m², aufgeschlüsselt auf die einzelnen Funkquellen

7 Anhang

7.1 Ausführliche Angaben zu den Immissionspunkten

Immissionspunkt 1 (MP01_3) Rathausplatz



Abb. 6: Immissionspunkt



Abb. 7: Immissionspunkt mit Blick Richtung Mobilfunkanlage

Immissionspunkte 2 - 4 (MP28_3 bis MP30_3) Allgäuer Gymnasium

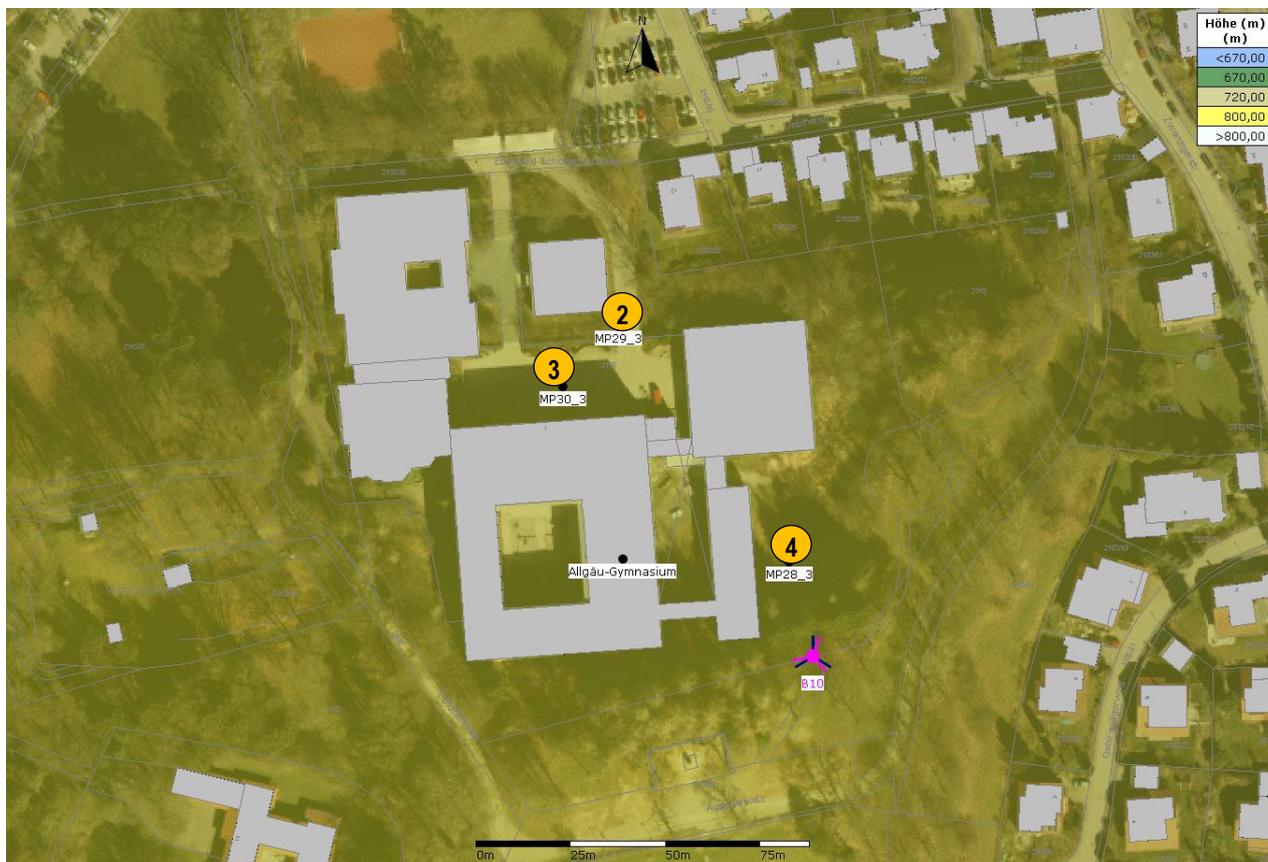


Abb. 8: Immissionspunkt 2 (MP 29_3)
mit Blick Richtung Mobilfunkmast



Abb. 9: Immissionspunkt 3 (MP30_3) ohne Sichtverbindung zur Mobilfunkanlage



Abb. 10: Immissionspunkt 4 (MP 28_3) mit Blick Richtung Mobilfunkmast



Abb. 11: Antennen auf Mobilfunkmast

Immissionspunkt 5 (MP31_3)

Vor'm Stadtweiher 37

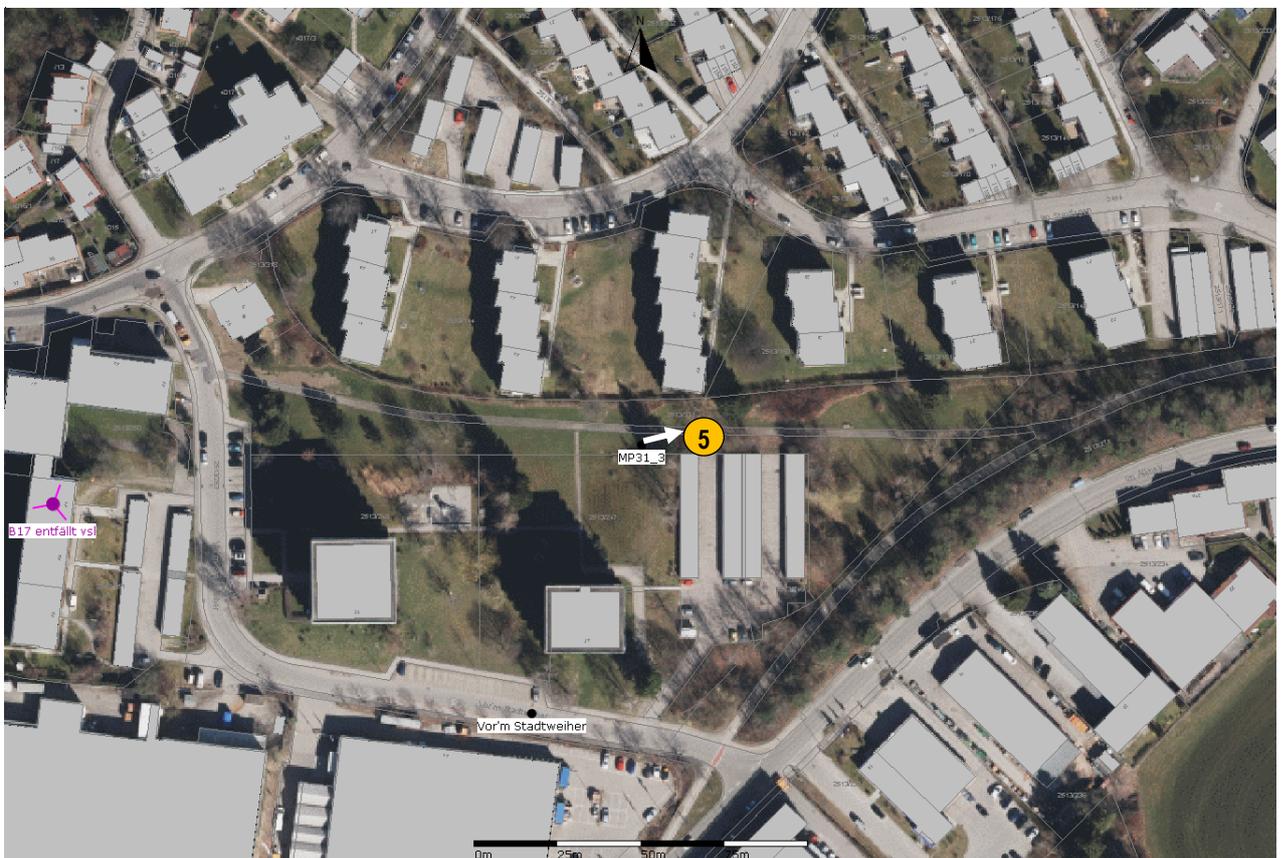




Abb. 12: Immissionspunkt mit Blick Richtung Mobilfunkanlage



Abb. 13: Immissionspunkt mit Blick Richtung Mobilfunkanlage



Abb. 14: Mobilfunkanlage



Abb. 15: Mobilfunkanlage

Immissionspunkt 6 und 7 (MP32_3 / MP33_3)

Memmingerstraße Süd

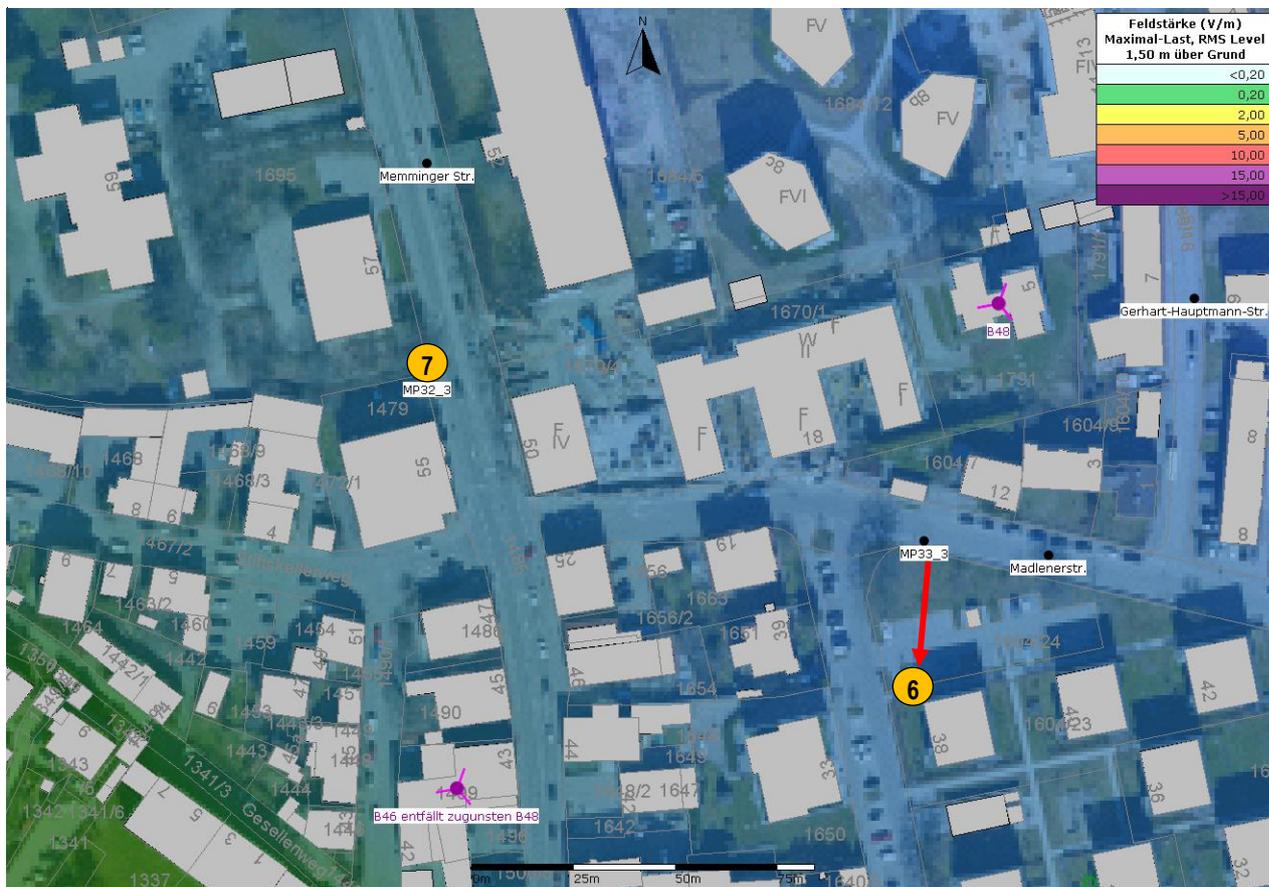


Abb. 16: Immissionspunkt 6 mit Blick Richtung Mobilfunkanlage



Abb. 17: Mobilfunkanlage



Abb. 18: Immissionspunkt 7 mit Blick Richtung Mobilfunkanlage

Immissionspunkt 8 und 9 (MP34_3 / MP35_3)

Memmingerstraße Nord

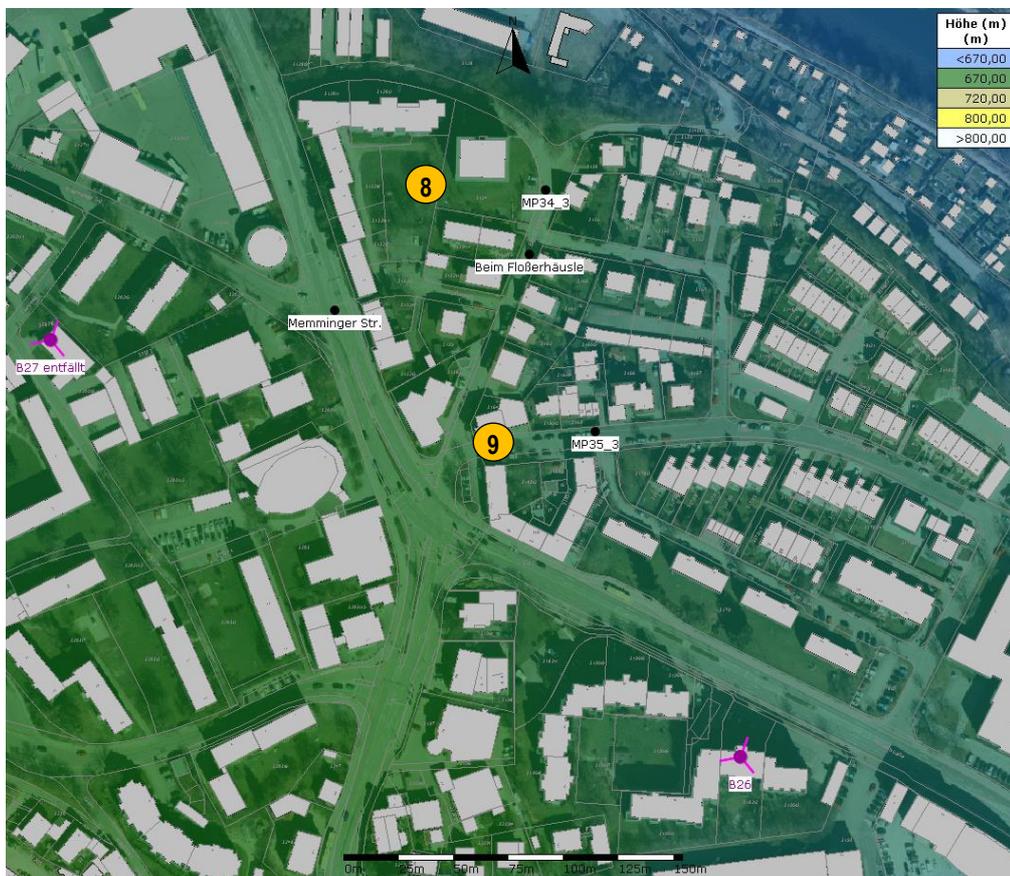


Abb. 19: Immissionspunkt 8 mit Blick Richtung Mobilfunkanlage



Abb. 20: Immissionspunkt 9 mit Blick Richtung Mobilfunkanlage

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 hier durch die aktuell eingestellte maximale Sendeleistung an den Mobilfunkanlagen definiert. Dies erfolgt wie 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 wider, 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. 9: Messbandbreiten in den einzelnen Frequenzbändern

Abweichend von den in Tab. 4 genannten Messbandbreiten für die Spektren wurden die Empfangspegel der Kontrollkanäle 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 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.

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 $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

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 Volllastung 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 $[\text{mW}/\text{m}^2]$

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>)



Messpunkt: **1**

Messort: **MP01_3, Rathausplatz**
 Messzeit: **01.04.2020** 11:55 bis 12:10

Koordinaten: **47°43'34,9" N**
10°19'02,9" E

Sichtkontakt zu einem Sender: ja
 Entfernung zum nächsten Sender: 55 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hochrechnungsfaktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsdichte S in mW/m ²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _e vom Grenzwert in %
D-Band											
935,8	4		Vodafone	97,6	0,076	4		0,152	0,061	41,7	0,36%
938,4	17		Vodafone	88,9	0,028	4		0,056	0,008	41,7	0,13%
959,8	124		Telekom	97,5	0,075	4		0,150	0,059	41,7	0,36%
952,0	85		Telekom	90,5	0,034	4		0,067	0,012	41,7	0,16%
Summe GSM 900:				0,115		0,230		0,141		0,55%	
E-Band											
1.839,8	685		Telefonica	93,2	0,045	4		0,091	0,022	58,4	0,16%
1.842,6	699		Telefonica	88,2	0,026	4		0,051	0,007	58,4	0,09%
Summe GSM 1800:				0,052		0,104		0,029		0,18%	
UMTS											
	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	154		Telekom	83,7	0,022	2	10	0,068	0,012	61,0	0,11%
2167,2	292		Telekom	76,4	0,009	2	10	0,042	0,005	61,0	0,07%
2167,2	19		Telekom	68,3	0,004	2	10	0,016	0,001	61,0	0,03%
2112,5	64		Vodafone	81,2	0,016	3	10	0,089	0,021	61,0	0,15%
2157,2	144		Telefonica	79,0	0,013	5	10	0,089	0,021	61,0	0,15%
Summe UMTS:				0,031		0,150		0,060		0,25%	
LTE											
	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	279-RS-Max		Telekom	70,0	0,026	2	30,8	0,155	0,064	58,6	0,26%
1815	30-RS-Max		Telekom	56,2	0,005	2	30,8	0,032	0,003	58,6	0,05%
1815	280-RS-Max		Telekom	55,8	0,005	2	30,8	0,030	0,002	58,6	0,05%
1865	90-RS-Max		Vodafone	67,7	0,020	2	30,8	0,119	0,037	59,4	0,20%
1865	342-RS-Max		Vodafone	51,5	0,003	2	30,8	0,018	0,001	59,4	0,03%
816	190-RS-Max		Telekom	66,2	0,012	2	27,8	0,071	0,013	38,3	0,18%
806	224-RS-Max		Vodafone	66,9	0,013	2	27,8	0,077	0,016	38,3	0,20%
806	223-RS-Max		Vodafone	45,7	0,001	2	27,8	0,007	0,000	38,3	0,02%
2630	146-RS-Max		Vodafone	64,1	0,013	2	30,8	0,078	0,016	61,0	0,13%
2630	147-RS-Max		Vodafone	62,3	0,011	2	30,8	0,064	0,011	61,0	0,11%
2650	277-RS-Max		Telekom	60,3	0,009	2	30,8	0,051	0,007	61,0	0,08%
2650	271-RS-Max		Telekom	82,4	0,110	2	30,8	0,646	1,108	61,0	1,06%
Summe LTE:				0,118		0,694		1,278		1,16%	
Summenbelastung Mobilfunk:				0,176		0,754		1,508		1,32%	

DECT / WLAN / Handy Uplink

1895,6	schnurloses Telefon DECT	76,8	0,007	5		0,016	0,001	59,9	0,03%		
2.435,0	WLAN Kanal 5 (Hauptkanal ab 802.11g)	96,5	0,066	1		0,066	0,012	61,0	0,11%		
2.470,0	WLAN Kanal 12	91,0	0,035	1		0,035	0,003	61,0	0,06%		
841,0	#LTE800 Telefonica UL	104,2	0,161	1		0,161	0,069	39,9	0,40%		
837,0	#LTE800 Telefonica UL	109,0	0,283	1		0,283	0,213	39,8	0,71%		
832,6	#LTE800 Telefonica UL	106,4	0,209	1		0,209	0,115	39,7	0,53%		
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:				0,394		0,395		0,413		0,98%	



Messpunkt: **2**

Messort: **MP29_3, Allgäuer Gymnasium, Auffahrt**
 Messzeit: **01.04.2020** 12:40 bis 12:50

Koordinaten: **47°42'56,3" N**
10°18'24,5" E

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} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hochrechnungsfaktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsflussdichte S in mW/m ²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _E vom Grenzwert in %
D-Band											
946,4	57		Telekom	102,8	0,138	4		0,276	0,202	41,7	0,66%
951,6	83		Telekom	96,7	0,069	4		0,137	0,050	41,7	0,33%
935,2	1		Vodafone	79,2	0,009	4		0,018	0,001	41,7	0,04%
Summe GSM 900:				0,154				0,309	0,253	0,74%	
E-Band											
1.836,8	670		Telefonica	86,8	0,022	4		0,044	0,005	58,4	0,08%
1.854,8	760		Telefonica	80,0	0,010	4		0,020	0,001	58,4	0,03%
Summe GSM 1800:				0,024				0,048	0,006	0,08%	
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	298		Telekom	90,9	0,049	2	10	0,156	0,065	61,0	0,26%
2167,2	255		Telekom	84,3	0,023	2	10	0,104	0,028	61,0	0,17%
2112,5	16		Vodafone	58,6	0,001	3	10	0,007	0,000	61,0	0,01%
2112,5	486		Vodafone	57,6	0,001	3	10	0,006	0,000	61,0	0,01%
2112,5	168		Vodafone	58,4	0,001	3	10	0,006	0,000	61,0	0,01%
2157,2	142		Telefonica	53,4	0,001	5	10	0,005	0,000	61,0	0,01%
2157,2	432		Telefonica	58,0	0,001	5	10	0,008	0,000	61,0	0,01%
Summe UMTS:				0,054				0,188	0,094	0,31%	
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	23-RS-Max		Telekom	76,7	0,057	2	30,8	0,334	0,296	58,6	0,57%
1815	22-RS-Max		Telekom	74,7	0,045	2	30,8	0,265	0,187	58,6	0,45%
816	63-RS-Max		Telekom	75,6	0,036	2	27,8	0,210	0,117	38,3	0,55%
816	65-RS-Max		Telekom	78,9	0,052	2	27,8	0,306	0,249	38,3	0,80%
806	155-RS-Max		Vodafone	52,1	0,002	2	27,8	0,014	0,001	38,3	0,04%
806	329-RS-Max		Vodafone	54,6	0,003	2	27,8	0,019	0,001	38,3	0,05%
Summe LTE:				0,096				0,566	0,849	1,21%	
Summenbelastung Mobilfunk:				0,191				0,673	1,201	1,46%	

DECT / WLAN / Handy Uplink

2430,0	WLAN Kanal 4			80,8	0,011	1		0,011	0,000	61,0	0,02%
2.460,0	WLAN Kanal 10			88,9	0,028	1		0,028	0,002	61,0	0,05%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:				0,030				0,030	0,002	0,05%	



Messpunkt: **3**

Messort: **MP30_3, Allgäuer Gymnasium, Eingangsbereich**

Koordinaten: 47°42'55,9" N

Messzeit: **01.04.2020** 12:50 bis 13:00

10°18'23,6" E

Sichtkontakt zu einem Sender: nein

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} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsflussdichte S in mW/m ²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _E vom Grenzwert in %
D-Band											
958,6	118		Telekom	91,2	0,036	4		0,072	0,014	41,7	0,17%
947,2	61		Telekom	85,1	0,018	4		0,036	0,003	41,7	0,09%
944,4	47		Vodafone	80,8	0,011	4		0,022	0,001	41,7	0,05%
Summe GSM 900:				0,042				0,084	0,019	0,20%	
E-Band											
1.854,8	760		Telefonica	80,8	0,011	4		0,022	0,001	58,4	0,04%
1.842,4	698		Telefonica	77,0	0,007	4		0,014	0,001	58,4	0,02%
Summe GSM 1800:				0,013				0,026	0,002	0,04%	
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	255		Telekom	82,7	0,019	2	10	0,061	0,010	61,0	0,10%
2167,2	298		Telekom	78,1	0,011	2	10	0,051	0,007	61,0	0,08%
2112,5	168		Vodafone	65,5	0,003	3	10	0,015	0,001	61,0	0,02%
2112,5	486		Vodafone	63,1	0,002	3	10	0,011	0,000	61,0	0,02%
2112,5	16		Vodafone	61,9	0,002	3	10	0,010	0,000	61,0	0,02%
2157,2	142		Telefonica	60,2	0,001	5	10	0,010	0,000	61,0	0,02%
2157,2	48		Telefonica	53,9	0,001	5	10	0,005	0,000	61,0	0,01%
Summe UMTS:				0,023				0,083	0,018	0,14%	
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	22-RS-Max		Telekom	61,6	0,010	2	30,8	0,059	0,009	58,6	0,10%
1815	23-RS-Max		Telekom	63,5	0,012	2	30,8	0,073	0,014	58,6	0,12%
816	65-RS-Max		Telekom	72,7	0,025	2	27,8	0,150	0,060	38,3	0,39%
816	63-RS-Max		Telekom	63,8	0,009	2	27,8	0,054	0,008	38,3	0,14%
806	329-RS-Max		Vodafone	61,1	0,007	2	27,8	0,039	0,004	38,3	0,10%
806	155-RS-Max		Vodafone	48,3	0,002	2	27,8	0,009	0,000	38,3	0,02%
Summe LTE:				0,032				0,189	0,095	0,46%	
Summenbelastung Mobilfunk:				0,059				0,224	0,133	0,52%	

DECT / WLAN / Handy Uplink

2420,0	WLAN Kanal 2			83,4	0,015	1		0,015	0,001	61,0	0,02%
2.460,0	WLAN Kanal 10			94,7	0,055	1		0,055	0,008	61,0	0,09%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:				0,057				0,057	0,008	0,09%	

Messpunkt: **4**

Messort: **MP28_3, Allgäuer Gymnasium, Nahbereich Funkmast**
 Messzeit: **01.04.2020** 13:00 bis 13:10

Koordinaten: 47°42'54,3" N
10°18'26,6" E

Sichtkontakt zu einem Sender: ja
 Entfernung zum nächsten Sender: 30 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hochrechnungsfaktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _E vom Grenzwert in %
GSM-Rail											
923,4	-	-	GSM-Rail	83,5	0,021	2		0,030	0,0	41,7	0,07%
D-Band											
947,2	61		Telekom	111,3	0,368	4		0,736	1,438	41,7	1,77%
958,6	118		Telekom	96,9	0,070	4		0,139	0,052	41,7	0,33%
940,4	27		Vodafone	87,9	0,025	4		0,050	0,007	41,7	0,12%
Summe GSM 900:				0,376				0,752	1,498		1,80%
E-Band											
1.840,4	688		Telefonica	82,0	0,013	4		0,025	0,002	58,4	0,04%
Summe GSM 1800:				0,013				0,025	0,002		0,04%
UMTS											
	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	255		Telekom	91,8	0,055	2	10	0,173	0,079	61,0	0,28%
2167,2	298		Telekom	88,0	0,035	2	10	0,158	0,066	61,0	0,26%
2167,2	115		Telekom	87,8	0,035	2	10	0,155	0,064	61,0	0,25%
2112,5	48		Vodafone	69,9	0,004	3	10	0,024	0,002	61,0	0,04%
2112,5	32		Vodafone	66,9	0,003	3	10	0,017	0,001	61,0	0,03%
2112,5	144		Vodafone	67,1	0,003	3	10	0,018	0,001	61,0	0,03%
2157,2	142		Telefonica	77,0	0,010	6	10	0,077	0,016	61,0	0,13%
Summe UMTS:				0,075				0,294	0,229		0,48%
LTE											
	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	22-RS-Max		Telekom	77,4	0,061	2	30,8	0,361	0,346	58,6	0,62%
1815	23-RS-Max		Telekom	67,7	0,020	2	30,8	0,118	0,037	58,6	0,20%
816	65-RS-Max		Telekom	81,6	0,071	2	27,8	0,417	0,462	38,3	1,09%
816	63-RS-Max		Telekom	76,5	0,040	2	27,8	0,233	0,144	38,3	0,61%
806	254-RS-Max		Vodafone	53,5	0,003	2	27,8	0,016	0,001	38,3	0,04%
806	329-RS-Max		Vodafone	55,6	0,004	2	27,8	0,021	0,001	38,3	0,05%
1865	132-RS-Max		Vodafone	47,1	0,002	2	30,8	0,011	0,000	59,4	0,02%
1865	133-RS-Max		Vodafone	43,2	0,001	2	30,8	0,007	0,000	59,4	0,01%
796	282-RS-Max		Telefonica	38,6	0,000	2	27,8	0,003	0,000	38,3	0,01%
Summe LTE:				0,104				0,611	0,992		1,41%
Summenbelastung Mobilfunk:				0,397				1,01	2,720		2,34%

DECT / WLAN / Handy Uplink

2438,0	WLAN Kanal 6			87,0	0,022	1		0,022	0,001	61,0	0,04%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:				0,022				0,022	0,001		0,04%

Messpunkt: **5**

Messort: **MP31_3, Vor'm Stadtweiher 37**
 Messzeit: **01.04.2020** 13:50 bis 14:00

Koordinaten: **47°42'46,0" N**
10°17'32,9" E

Sichtkontakt zu einem Sender: ja
 Entfernung zum nächsten Sender: 200 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hochrechnungsfaktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsdichte S in mW/m ²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _E vom Grenzwert in %
D-Band											
943,0	40		Vodafone	104,9	0,176	4		0,352	0,328	41,7	0,84%
935,6	3		Vodafone	88,2	0,026	4		0,051	0,007	41,7	0,12%
948,6	68		Telekom	101,4	0,117	4		0,235	0,146	41,7	0,56%
955,2	101		Telekom	93,2	0,046	4		0,092	0,022	41,7	0,22%
930,2	1000		Telefonica	94,3	0,052	4		0,104	0,029	41,7	0,25%
934,2	1020		Telefonica	91,4	0,037	4		0,074	0,015	41,7	0,18%
Summe GSM 900:				0,227				0,454	0,547	1,09%	
E-Band											
1.835,2	662		Telefonica	104,1	0,159	4		0,319	0,270	58,4	0,55%
1.845,0	711		Telefonica	98,2	0,082	4		0,163	0,071	58,4	0,28%
Summe GSM 1800:				0,179				0,358	0,340	0,61%	
UMTS											
	Ser. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	164		Telekom	93,2	0,064	2	10	0,204	0,110	61,0	0,33%
2112,5	3		Vodafone	97,7	0,109	3	10	0,595	0,939	61,0	0,98%
2157,2	146		Telefonica	93,4	0,066	4	10	0,418	0,464	61,0	0,69%
Summe UMTS:				0,143				0,755	1,514	1,24%	
LTE											
	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	487-RS-Max		Telekom	81,0	0,094	2	30,8	0,551	0,807	58,6	0,94%
816	63-RS-Max		Telekom	61,9	0,007	2	27,8	0,043	0,005	38,3	0,11%
806	120-RS-Max		Vodafone	75,1	0,034	2	27,8	0,197	0,103	38,3	0,52%
806	204-RS-Max		Vodafone	55,4	0,003	2	27,8	0,021	0,001	38,3	0,05%
806	432-RS-Max		Vodafone	55,0	0,003	2	27,8	0,019	0,001	38,3	0,05%
955	260-RS-Max		Telekom	79,7	0,040	1	27,8	0,237	0,148	38,3	0,62%
Summe LTE:				0,108				0,634	1,065	1,25%	
Summenbelastung Mobilfunk:				0,340				1,14	3,466	2,16%	

DECT / WLAN / Handy Uplink

1894,0	schnurloses Telefon DECT	93,6	0,048	1		0,048	0,006	59,8	0,08%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:		0,048				0,048	0,006	0,08%	

Messpunkt: **6**

Messort: **MP33_3, Herrenstr. Vor Haus 38 (Verlegt wg. SV)**

Koordinaten: **47°43'56,5" N**

Messzeit: **01.04.2020 14:15 bis 14:25**

10°18'43,2" E

Sichtkontakt zu einem Sender: ja

Entfernung zum nächsten Sender: 105 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hochrechnungsfaktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsdichte S in mW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _E vom Grenzwert in %
D-Band											
947,2	61		Telekom	107,6	0,239	4		0,478	0,605	41,7	1,15%
952,2	86		Telekom	95,6	0,060	4		0,121	0,039	41,7	0,29%
936,4	7		Vodafone	87,8	0,025	4		0,049	0,006	41,7	0,12%
944,8	49		Vodafone	83,9	0,016	4		0,031	0,003	41,7	0,08%
Summe GSM 900:				0,248		0,496		0,653		1,19%	
E-Band											
1.841,0	691		Telefonica	91,0	0,035	4		0,071	0,013	58,4	0,12%
1.837,2	672		Telefonica	81,1	0,011	4		0,023	0,001	58,4	0,04%
Summe GSM 1800:				0,037		0,074		0,015		0,13%	
UMTS											
	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	92		Telekom	92,1	0,057	2	10	0,181	0,087	61,0	0,30%
2167,2	77		Telekom	79,2	0,013	2	10	0,057	0,009	61,0	0,09%
2112,5	303		Vodafone	75,2	0,008	3	10	0,044	0,005	61,0	0,07%
2157,2	438		Telefonica	79,0	0,013	6	10	0,097	0,025	61,0	0,16%
2157,2	145		Telefonica	68,0	0,004	6	10	0,028	0,002	61,0	0,05%
Summe UMTS:				0,061		0,220		0,128		0,36%	
LTE											
	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	394-RS-Max		Telekom	73,4	0,039	2	30,8	0,230	0,140	58,6	0,39%
1815	393-RS-Max		Telekom	71,9	0,033	2	30,8	0,194	0,099	58,6	0,33%
1865	91-RS-Max		Vodafone	57,6	0,006	2	30,8	0,037	0,004	59,4	0,06%
816	262-RS-Max		Telekom	80,7	0,064	2	27,8	0,375	0,373	38,3	0,98%
816	263-RS-Max		Telekom	80,3	0,061	2	27,8	0,360	0,344	38,3	0,94%
806	222-RS-Max		Vodafone	54,9	0,003	2	27,8	0,019	0,001	38,3	0,05%
796	245-RS-Max		Telefonica	56,8	0,004	2	27,8	0,024	0,002	38,3	0,06%
2650	222-RS-Max		Telekom	74,6	0,045	2	30,8	0,264	0,185	61,0	0,43%
2650	223-RS-Max		Telekom	66,8	0,018	2	30,8	0,107	0,030	61,0	0,18%
2630	145-RS-Max		Vodafone	56,3	0,005	2	30,8	0,032	0,003	61,0	0,05%
955	226-RS-Max		Telekom	82,6	0,056	1	27,8	0,332	0,293	38,3	0,87%
Summe LTE:				0,127		0,745		1,474		1,76%	
Summenbelastung Mobilfunk:				0,287		0,925		2,269		2,16%	

DECT / WLAN / Handy Uplink

1885,2	schnurloses Telefon DECT	81,3	0,012	8		0,033	0,003	59,7	0,06%
2.465,0	WLAN Kanal 11	90,8	0,035	2		0,049	0,006	61,0	0,08%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:		0,037		0,059		0,009		0,10%	



Messpunkt: **7**

Messort: **MP32_3, Memmingerstr., zwischen Haus Nr. 55 und 57**

Koordinaten: **47°43'59,3" N**

Messzeit: **01.04.2020 14:30 bis 14:40**

10°18'38,1" E

Sichtkontakt zu einem Sender: ja

Entfernung zum nächsten Sender: 140 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsflussdichte S in mW/m ²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _E vom Grenzwert in %
D-Band											
950,6	78		Telekom	106,9	0,222	4		0,444	0,523	41,7	1,07%
946,8	59		Telekom	99,0	0,089	4		0,179	0,085	41,7	0,43%
944,8	49		Vodafone	85,7	0,019	4		0,038	0,004	41,7	0,09%
936,4	7		Vodafone	81,9	0,013	4		0,025	0,002	41,7	0,06%
Summe GSM 900:				0,240				0,481	0,614	1,15%	
E-Band											
1.837,2	672		Telefonica	92,6	0,042	4		0,085	0,019	58,4	0,15%
1.844,0	706		Telefonica	80,6	0,011	4		0,022	0,001	58,4	0,04%
Summe GSM 1800:				0,044				0,088	0,020	0,15%	
UMTS											
	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	184		Telekom	93,6	0,067	2	10	0,213	0,120	61,0	0,35%
2167,2	96		Telekom	94,1	0,072	2	10	0,320	0,271	61,0	0,52%
2167,2	50		Telekom	81,3	0,016	2	10	0,074	0,014	61,0	0,12%
2157,2	438		Telefonica	74,3	0,007	6	10	0,057	0,009	61,0	0,09%
2157,2	145		Telefonica	65,6	0,003	6	10	0,021	0,001	61,0	0,03%
2112,5	303		Vodafone	74,5	0,008	3	10	0,041	0,004	61,0	0,07%
Summe UMTS:				0,100				0,398	0,420	0,65%	
LTE											
	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	393-RS-Max		Telekom	82,6	0,112	2	30,8	0,658	1,150	58,6	1,12%
1815	219-RS-Max		Telekom	67,5	0,020	2	30,8	0,117	0,036	58,6	0,20%
1815	63-RS-Max		Telekom	65,3	0,015	2	30,8	0,090	0,021	58,6	0,15%
1865	91-RS-Max		Vodafone	57,8	0,006	2	30,8	0,038	0,004	59,4	0,06%
816	80-RS-Max		Telekom	84,5	0,099	2	27,8	0,585	0,907	38,3	1,53%
816	263-RS-Max		Telekom	84,2	0,096	2	27,8	0,562	0,839	38,3	1,47%
806	222-RS-Max		Vodafone	55,5	0,004	2	27,8	0,021	0,001	38,3	0,05%
2650	223-RS-Max		Telekom	80,5	0,088	2	30,8	0,517	0,709	61,0	0,85%
955	225-RS-Max		Telekom	80,7	0,045	1	27,8	0,266	0,187	38,3	0,69%
955	227-RS-Max		Telekom	73,9	0,021	1	27,8	0,122	0,039	38,3	0,32%
955	149-RS-Max		Telekom	73,3	0,019	1	27,8	0,114	0,034	38,3	0,30%
955	148-RS-Max		Telekom	71,5	0,016	1	27,8	0,092	0,022	38,3	0,24%
Summe LTE:				0,207				1,22	3,951	2,70%	
Summenbelastung Mobilfunk:				0,336				1,37	5,005	3,01%	

DECT / WLAN / Handy Uplink

1883,4	schnurloses Telefon DECT	80,4	0,010	5		0,023	0,001	59,7	0,04%
2.465,5	WLAN Kanal 11	98,8	0,087	2		0,123	0,040	61,0	0,20%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:		0,088				0,125	0,042	0,21%	

Messpunkt: **8**

Messort: **MP34_3, Beim Floßerhäusle, gegenüber Haus Nr. 12**

Koordinaten: 47°44'23,8" N

Messzeit: **01.04.2020** 14:45 bis 14:55

10°18'31,6" E

Sichtkontakt zu einem Sender: ja

Entfernung zum nächsten Sender: 275 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hochrechnungsfaktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsdichte S in mW/m ²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _E vom Grenzwert in %
D-Band											
949,6	73		Telekom	101,4	0,118	4		0,235	0,147	41,7	0,56%
956,6	108		Telekom	90,0	0,032	4		0,063	0,011	41,7	0,15%
Summe GSM 900:				0,122				0,244	0,157	0,58%	
E-Band											
1.840,4	688		Telefonica	92,9	0,044	4		0,088	0,020	58,4	0,15%
1.837,6	674		Telefonica	89,7	0,031	4		0,061	0,010	58,4	0,10%
Summe GSM 1800:				0,054				0,107	0,030	0,18%	
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	222		Telekom	101,3	0,164	2	10	0,521	0,719	61,0	0,85%
2167,2	489		Telekom	77,3	0,010	2	10	0,046	0,006	61,0	0,08%
2112,5	347		Vodafone	76,5	0,009	3	10	0,051	0,007	61,0	0,08%
2112,5	176		Vodafone	66,3	0,003	3	10	0,016	0,001	61,0	0,03%
2157,2	248		Telefonica	77,4	0,010	6	10	0,081	0,017	61,0	0,13%
2157,2	145		Telefonica	59,2	0,001	6	10	0,010	0,000	61,0	0,02%
Summe UMTS:				0,165				0,532	0,750	0,87%	
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	396-RS-Max		Telekom	78,1	0,067	2	30,8	0,393	0,410	58,6	0,67%
1815	398-RS-Max		Telekom	79,6	0,079	2	30,8	0,466	0,576	58,6	0,80%
816	78-RS-Max		Telekom	86,1	0,119	2	27,8	0,700	1,299	38,3	1,83%
806	271-RS-Max		Vodafone	64,1	0,009	2	27,8	0,056	0,008	38,3	0,15%
816	245-RS-Max		Telekom	55,9	0,004	2	27,8	0,022	0,001	38,3	0,06%
2650	228-RS-Max		Telekom	49,4	0,002	2	30,8	0,015	0,001	61,0	0,02%
955	147-RS-Max		Telekom	84,7	0,071	1	27,8	0,420	0,468	38,3	1,10%
Summe LTE:				0,174				1,02	2,764	2,38%	
Summenbelastung Mobilfunk:				0,274				1,18	3,702	2,61%	

DECT / WLAN / Handy Uplink

1883,4	schnurloses Telefon DECT	71,3	0,004	3		0,006	0,000	59,7	0,01%
2.465,5	WLAN Kanal 11	90,0	0,032	2		0,045	0,005	61,0	0,07%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:		0,032				0,045	0,005	0,07%	



Messpunkt: **9**

Messort: **MP35_3 Auf der Breite 3**
 Messzeit: **01.04.2020** 15:00 bis 15:10

Koordinaten: 47°44'20,2" N
10°18'32,8" E

Sichtkontakt zu einem Sender: ja
 Entfernung zum nächsten Sender: 165 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimalmesswert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hochrechnungsfaktor in dB	Max. Feldstärke E in V/m	Maximale Leistungsdichte S in mW/m ²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _E vom Grenzwert in %
D-Band											
951,6	83		Telekom	105,8	0,194	4		0,388	0,400	41,7	0,93%
956,2	106		Telekom	93,8	0,049	4		0,098	0,025	41,7	0,23%
Summe GSM 900:				0,200				0,400	0,425	0,96%	
E-Band											
1.836,8	670		Telefonica	93,0	0,045	4		0,089	0,021	58,4	0,15%
1.840,4	688		Telefonica	82,6	0,013	4		0,027	0,002	58,4	0,05%
Summe GSM 1800:				0,047				0,093	0,023	0,16%	
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH		bez. auf CPICH				
2167,2	222		Telekom	95,3	0,082	2	10	0,260	0,179	61,0	0,43%
2167,2	184		Telekom	76,0	0,009	2	10	0,040	0,004	61,0	0,07%
2112,5	176		Vodafone	68,3	0,004	3	10	0,020	0,001	61,0	0,03%
2112,5	486		Vodafone	53,6	0,001	3	10	0,004	0,000	61,0	0,01%
2157,2	231		Telefonica	65,3	0,003	6	10	0,020	0,001	61,0	0,03%
2157,2	227		Telefonica	55,0	0,001	6	10	0,006	0,000	61,0	0,01%
Summe UMTS:				0,083				0,265	0,186	0,43%	
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
1815	398-RS-Max		Telekom	79,5	0,079	2	30,8	0,464	0,571	58,6	0,79%
1815	396-RS-Max		Telekom	70,7	0,028	2	30,8	0,168	0,074	58,6	0,29%
1815	282-RS-Max		Telekom	66,0	0,017	2	30,8	0,098	0,026	58,6	0,17%
1815	332-RS-Max		Telekom	64,1	0,035	14	30,8	0,208	0,115	58,6	0,36%
816	78-RS-Max		Telekom	85,5	0,111	2	27,8	0,653	1,132	38,3	1,71%
796	245-RS-Max		Telefonica	61,4	0,007	2	27,8	0,041	0,004	38,3	0,11%
Summe LTE:				0,145				0,851	1,922	1,94%	
Summenbelastung Mobilfunk:				0,265				0,982	2,556	2,22%	

DECT / WLAN / Handy Uplink

1895,6	schnurloses Telefon DECT	83,9	0,016	2		0,022	0,001	59,9	0,04%
2.410,0	WLAN (CH 1 - 13, 3 x 5,5 MHz belegt)	102,4	0,131	2		0,186	0,092	61,0	0,30%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:		0,132				0,187	0,093	0,31%	

7.4 Literatur

- [1] Sechszwanzigste 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] Vortrag des LfU Bayerns (Dr. Kurz) im Rahmen des Treffens der FEE-Messtellen Januar 2020
- [13] TÜV SÜD / IHF der Universität Stuttgart im Auftrag der LUBW; Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg 2009, veröffentlicht 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, andererseits 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 von 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 (dB μ V/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 dB μ V/m (entsprechend 1 V/m) gemessen wurde ist daher am Immissionsort doppelt so stark, wie ein Sender mit der Feldstärke von 114 dB μ V/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	Schwingungszahl 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	Ultrakurzwellen
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/m ²)	Technische Einheit für die Leistungsflussdichte, auch in den Einheiten mW/m ² = 1/1.000 W/m ² und µW/m ² = 1/1.000.000 W/m ² 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.