

**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Bochtler**  
Von der Regierung von Unterfranken  
öffentlich bestellter und beeidigter  
Sachverständiger  
für die Gebiete EMVU – NF und HF

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Markt<br>Sulzbach a. Main |  |
| Eing. 22. Jan. 2019       |  |
| Az:                       |  |

*Info*

An den Seen 3  
63773 Goldbach  
Tel.: 06021 921207  
Fax: 06021 921208

Dienstadresse:  
Hochschule für angewandte Wissenschaften  
Fachhochschule Aschaffenburg  
Würzburger Str. 45  
63743 Aschaffenburg  
Tel.: 06021 4206 816  
Fax: 06021 4206 881  
ulrich.bochtler@h-ab.de

# Messung elektromagnetischer Felder

**Gemeindegebiet Sulzbach  
63834 Sulzbach**

Dezember 2018

Messaufbau

Prüfgrößen

Grenzwerte

Beurteilung

**Messprotokoll**  
**Mobilfunkmessung**  
**Marktgemeinde Sulzbach**  
**10.12.2018**

**Prof. Dr.-Ing. U. Bochtler**  
Von der Regierung von  
Unterfranken  
öffentlich bestellter und beeidigter  
Sachverständiger  
für die Gebiete EMVU – NF und HF

**Messprojekt:** Messung elektromagnetischer Felder (Mobilfunk) in der Marktgemeinde Sulzbach, 63834 Sulzbach, mit den Ortsteilen Soden und Dornau

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Ulrich Bochtler  
Hochschule Aschaffenburg  
Würzburger Straße 45  
63743 Aschaffenburg

**Messinstitut:** Labor für Elektromagnetische Verträglichkeit  
Hochschule Aschaffenburg

**Messbericht-  
Nummer:** 03-12/2018

**Teilnehmende  
Personen:** Prof. Dr.-Ing. Ulrich Bochtler  
Armin Huth  
Hochschule Aschaffenburg

**Messorte:** Ringstraße, OT Soden  
Sodentalstr., Kindergarten, OT Soden  
An der Geeb, Kindergarten  
Kreuzung Spessart-/Hauptstraße

Kirchplatz  
Schulstraße, Grund-/Hauptschule  
Am Sportplatz, vor Kinderspielplatz  
Bürgerhaus, OT Dornau

**Messdatum:** 10. Dezember 2018

**Ansprechpartner:** Heike Reis  
Verwaltung Markt Sulzbach  
Hauptstraße 36  
63834 Sulzbach a. Main

Tel.: +49 (0) 6028/9712-35  
Fax: +49 (0) 6028/35 90  
E-Mail.: [heike.reis@sulzbach-main.de](mailto:heike.reis@sulzbach-main.de)

**Ergebnis:** Die ermittelten Maximal-Feldstärken lagen an allen erfassten Orten auch unter Berücksichtigung aller Messunsicherheiten unter den durch die Bundesimmissionsschutzverordnung vorgegebenen gesetzlichen Grenzwerten.

|  | *MP 1 | MP 2 | MP 5 | MP 6 | MP 7 | MP 8 | MP 10 | MP 11 |
|--|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| <b>**Maximal<br/>auftretende Werte<br/>(% vom Grenzwert)</b> | 0,91  | 0,86 | 1,93 | 7,95 | 3,83 | 1,66 | 4,89  | 0,17  |
| <b>**Minimal<br/>auftretende Werte<br/>(% vom Grenzwert)</b> | 0,44  | 0,38 | 0,67 | 3,06 | 1,41 | 0,44 | 1,79  | 0,07  |

\* MP = Messpunkt, Nummerierung nach den Messungen aus 2014, MP 11 neu hinzugekommen

\*\*Die Einzelergebnisse, nach Funkdiensten aufgegliedert, sind unter Punkt 4.4 des Berichts ersichtlich.

Aschaffenburg, 17. Januar 2019

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Bochtler



## INHALTSVERZEICHNIS

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführung</b> .....   | <b>4</b>  |
| 1.1      | Zweck/Auftrag.....  | 4         |
| 1.2      | Richtlinien und Normen .....                                      | 5         |
| <b>2</b> | <b>Felder in der Umgebung von Sendeanlagen</b> .....              | <b>6</b>  |
| 2.1      | Antennentypen .....   | 6         |
| 2.2      | Funkwellenausbreitung.....  | 8         |
| 2.3      | Mobilfunksendeanlagen.....  | 8         |
| <b>3</b> | <b>Angewandte Messverfahren</b> .....                             | <b>9</b>  |
| 3.1      | Hochfrequente elektromagnetische Felder .....                     | 9         |
| 3.2      | Messequipment .....   | 9         |
| 3.3      | Messgenauigkeit.....  | 10        |
| 3.4      | Bestimmung der maximal möglichen Immission bei GSM.....           | 10        |
| 3.5      | Überbewertung von Momentanwerten bei "frequency-hopping" .....    | 11        |
| 3.6      | Bestimmung der minimal möglichen Immission bei GSM.....           | 12        |
| 3.7      | UMTS-Messverfahren.....   | 12        |
| 3.8      | Bestimmung der minimal/maximal möglichen Immission bei UMTS... .. | 14        |
| 3.9      | LTE-Messverfahren .....   | 14        |
| <b>4</b> | <b>Standorte, Messpunkte, Messergebnisse</b> .....                | <b>16</b> |
| 4.1      | Standorte der Mobilfunkbasisstationen.....                        | 16        |
| 4.2      | Lage der Messpunkte .....   | 19        |
| 4.3      | Messpunkte .....  | 21        |
| 4.4      | Übersicht der Messergebnisse .....                                | 25        |
| 4.4.1    | Maximal zu erwartende Messwerte.....                              | 25        |
| 4.4.2    | Minimal zu erwartende Messwerte.....                              | 33        |
| 4.4.3    | Gesamtbetrachtung GSM, UMTS und LTE.....                          | 41        |
| 4.4.4    | Vergleich 2014/2018 .....   | 42        |
| 4.4.5    | Diagramme .....   | 43        |
| 4.5      | Hochrechnung bzw. Überbewertung der Messergebnisse .....          | 45        |
| <b>5</b> | <b>Anhang</b> .....   | <b>46</b> |

# 1 Einführung

## 1.1 Zweck/Auftrag

Zahlreiche ortsfeste elektronische Geräte und Anlagen sowie Mobiltelefone, Funkrufdienste und andere Telekommunikationseinrichtungen tragen in zunehmendem Maße zu einer Erhöhung der elektromagnetischen Immissionen bei.

Die Intensität elektromagnetischer Felder wird durch die **Feldstärke E** oder die **Leistungsflussdichte S** beschrieben.

Einen ersten wichtigen Schritt bei der Funknetzplanung bildet die Simulation der in einem bestimmten Gebiet auftretenden Feldstärke, der Leistungsflussdichte sowie weiterer Parameter. Abgerundet werden diese rechnergestützten Vorhersagen durch Vor-Ort-Messungen.

Ein Vergleich der Messergebnisse mit den gültigen Grenzwerten ermöglicht eine objektive Einschätzung der Immissionssituation an den betrachteten Orten.

Im vorliegenden Fall stehen Messungen der hochfrequenten Immissionen in der Umgebung von bereits im Betrieb befindlichen Mobilfunksendeanlagen im Vordergrund. Folgende Frage soll mittels der hier gewonnenen Messergebnisse beantwortet werden.

- **Welche Immissionen sind in derzeitiger Anlagenkonstellation bei Minimal- sowie Maximalauslastung der GSM-, UMTS- und LTE-Systeme zu erwarten?**
- **Wie groß sind die ermittelten Maximalwerte im Vergleich zur Messung aus dem Jahr 2014?**

## 1.2 Richtlinien und Normen

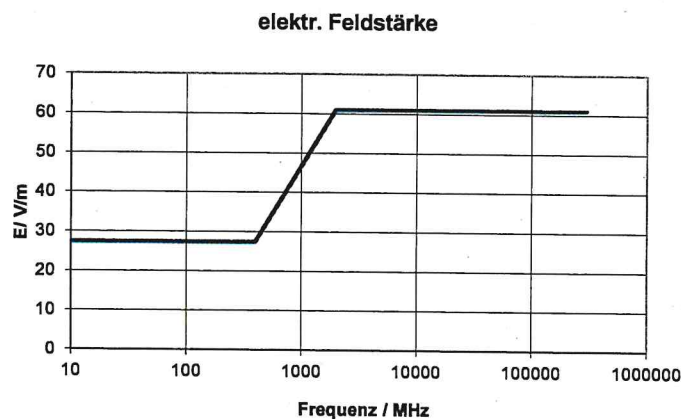
Die Rechtsgrundlage für die Immissionsbewertung in Deutschland wird durch die 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung (26. BImSchV) gegeben. Hierin werden Grenzwerte für Hochfrequenz- (10 MHz – 300 GHz) sowie Niederfrequenzanlagen (16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz und 50 Hz) festgelegt.

Die festgelegten Immissionsgrenzwerte basieren auf den aktuellen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) sowie des Europäischen Rates.

| Frequenz [Hz]                  | Effektivwert der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte |                                    |
|--------------------------------|---|------------------------------------|
|                                | elektrische Feldstärke [kV/m]   | magnetische Flussdichte [ $\mu$ T] |
| 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> | 10  | 300                                |
| 50                             | 5   | 100                                |

**Tabelle 1.2-1:** Anlagengrenzwerte der 26. BImSchV für Niederfrequenzanlagen

| Frequenz [MHz] | Effektivwert der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte |                              |
|----------------|---|------------------------------|
|                | elektrische Feldstärke [V/m]  | magnetische Feldstärke [A/m] |
| 10 – 400       | 27,5  | 0,073                        |
| 400 – 2 000    | $1,375 \sqrt{f}$  | $0,0037 \sqrt{f}$            |
| 2000 - 3000000 | 61  | 0,16                         |



**Abbildung und Tabelle 1.2-2:** Grenzwerte der 26. BImSchV für Hochfrequenzanlagen

## 2 Felder in der Umgebung von Sendeanlagen

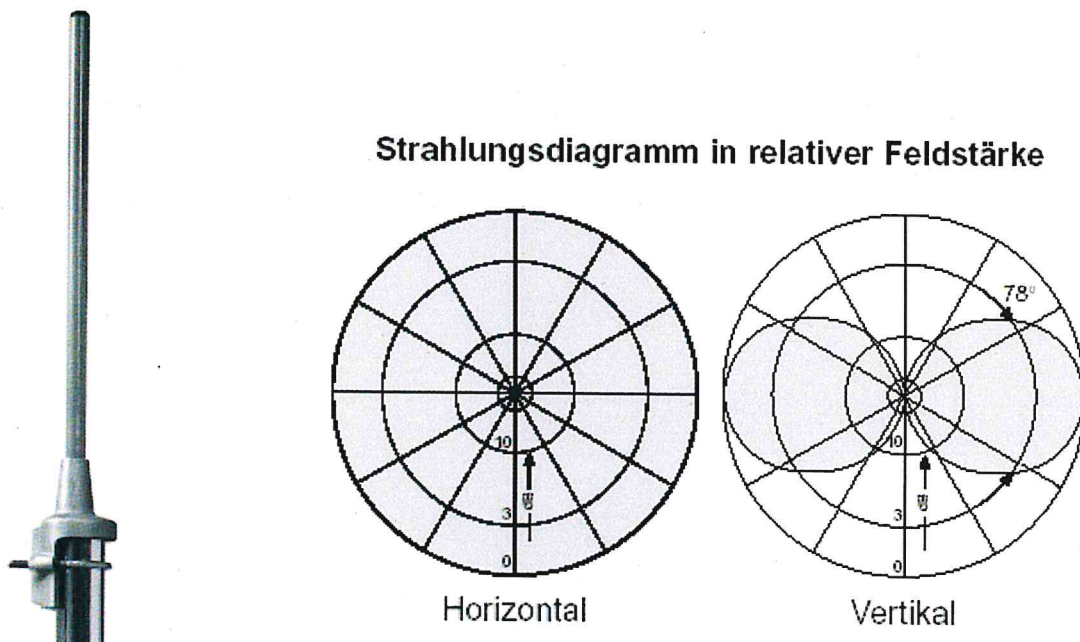
Für die Betrachtung der ausgesendeten Felder einer Sendeanlage ist neben der Sendeleistung vor allem die Richtcharakteristik (Bündelungsverhalten) der eingesetzten Antennen ein maßgebender Faktor für die Stärke der Felder in der unmittelbaren Umgebung der Anlagen.

### 2.1 Antennentypen

Betrachtet man die am häufigsten verbauten Antennentypen, so kann man grundsätzlich zwischen zwei Arten unterscheiden.

- Rundstrahlende Antennen
- Richtantennen

In den nachfolgenden Bildern sind typische Antennen und die dazugehörigen Antennendiagramme abgebildet.



**Abbildung 2.1-1:** Monopolantenne (Rundstrahler) mit Strahlungsdiagramm (Quelle: A. Kathrein)

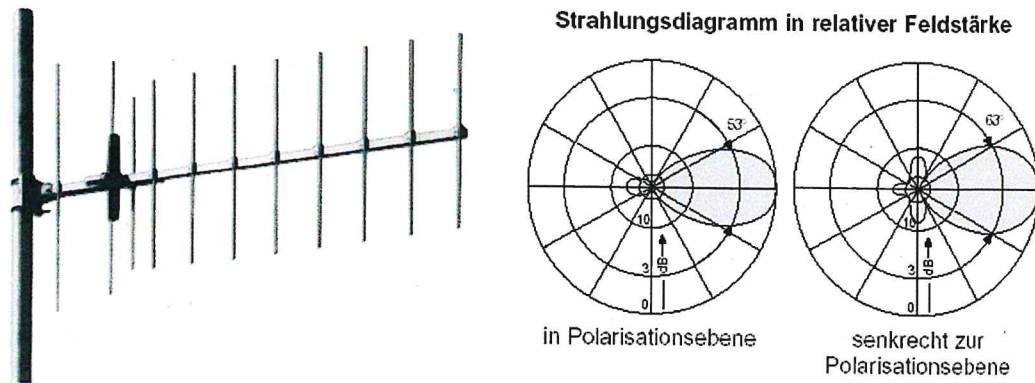


Abbildung 2.1-2: Richtantenne (beispielhaft Yagi-Antenne) mit Strahlungsdiagramm (Quelle: A Kathrein)

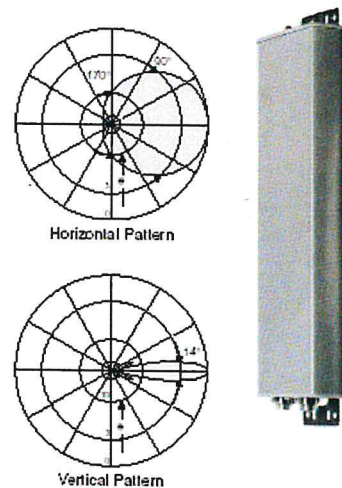


Abbildung 2.1-3: Sektorantenne für Mobilfunk mit Strahlungsdiagramm (Quelle: A. Kathrein)

Typische Sendeleistungen für die unterschiedlichen Funkdienste sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

| Typische Sendeleistungen für verschiedene Sender von Funkwellen |          |
|---|----------|
| Fernsehsendeanlagen   | 40.000 W |
| Radiosendeanlagen   | 2.000 W  |
| Mobilfunksendeanlagen   | 60 W     |

Tabelle 2.1-1: Typische Sendeleistungen verschiedener Funkdienste

## 2.2 Funkwellenausbreitung

Bei der Betrachtung des Ausbreitungsverhaltens von elektromagnetischen Feldern steht im Mittelpunkt, dass die Intensität der Felder mit zunehmendem Abstand von der Sendeantenne abnimmt. Bei einer Freiraumausbreitung (Ausbreitung ohne Hindernisse wie Gebäude, Wälder, etc.) nimmt die Leistung in Hauptstrahlrichtung der Antenne quadratisch mit der Entfernung ab. Dies bedeutet, dass die Verdoppelung der Entfernung eine Reduzierung der Leistungsflussdichte auf ein Viertel des Ausgangswertes zur Folge hat.

Durch diese idealisierten Vorstellungen kann die Empfangsleistung eines beliebigen Punktes mithilfe der so genannten "Freifeldformel" berechnet werden:

$$S = \frac{G \cdot P}{4 \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{E^2}{Z_{F0}} \quad (\text{Gleichung 2.2-1})$$

Hierbei entspricht:

- S: Leistungsflussdichte [W/m<sup>2</sup>]
- G: Gewinn der Basisstationsantenne  
(abhängig vom Raumwinkel)
- P: Sendeleistung [W]
- d: Entfernung zur Basisstationsantenne [m]
- E: Elektrische Feldstärke [V/m]
- Z<sub>F0</sub>: Feldwellenwiderstand (377 Ω)

Bei realen Umgebungsbedingungen (Einfluss von Bebauung, Bewuchs und Landschaft) ist die Abnahme häufig noch wesentlich stärker ausgeprägt.

## 2.3 Mobilfunksendeanlagen

Bei den Mobilfunksendeanlagen werden heute vor allem Richtantennen eingesetzt, die in der Vertikalen sehr stark bündelnd abstrahlen (vorstellbar wie die Bündelung des Lichts bei einem Scheinwerfer). Der Hauptsendebereich einer solchen Antenne hat in vertikaler Richtung nur einen Öffnungswinkel zwischen 5° und 10°. Zusätzlich ist dieser Bereich bezüglich der Horizontalen häufig um etwa -5° bis -10° nach unten geneigt. Diese Einstellungen sollen bewirken, dass die Versorgung der lokalen Funkzelle optimal gewährleistet ist. Außerdem wird durch die Abwärtsneigung der Antenne verhindert, dass Funkwellen in einer weiter entfernten Funkzelle empfangen werden können.



## 3 Angewandte Messverfahren

### 3.1 Hochfrequente elektromagnetische Felder

Die Messung hochfrequenter elektromagnetischer Felder wird mithilfe eines Spektrumanalysators oder Messempfängers und geeigneter Antennen durchgeführt. Hierbei gilt es zu ermitteln, welche Quelle wie stark sendet und wie hoch ihr Anteil an der Gesamtexposition ist. Messtechnisch können diese Fragen nur mit einem frequenzselektiven Feldstärkemesssystem beantwortet werden – ein Messsystem, welches das Spektrum analysiert und dadurch unterscheiden kann, welche Quelle gerade aktiv ist und welche Feldstärke sie verursacht. Anhand dieses Equipments können Frequenz und Empfangspegel der einzelnen am Messort zu untersuchenden Funksignale festgestellt werden. Bei Messpunkten im Freien ermittelt man dabei in mehreren Schritten die maximale Feldstärkekomponente. Der richtungsabhängige Maximalwert der Feldstärken wird mithilfe des Maximalwertspeichers im Feldstärkemesssystem durch bewegen der Antenne in einem bestimmten Raumvolumen bestimmt (**Schwenkmethode**). Dieses Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass mit hoher Zuverlässigkeit der absolute Größtwert der Feldstärke im Raum gefunden wird, auch wenn dieser möglicherweise nur in einem relativ kleinen Volumen vorhanden ist. Die Anwendung dieses Verfahrens gewährleistet eine Immissionsbestimmung nach "worst-case"-Kriterien.

Wenn mehrere etwa gleich große Immissionen vorhanden sind, muss eine normgerechte Summation durchgeführt werden, um die Gesamtmission zu erhalten. Einzelmissionen, die aufgrund geringer Stärke (**30 dB unterhalb des größten erfassten Einzel-Messwertes**) nur einen vernachlässigbar kleinen Beitrag zur Gesamtmission liefern, werden nicht berücksichtigt. Die Immissionen an den einzelnen Messpunkten sind dabei meist durch verschiedene Funkanwendungen bedingt.

### 3.2 Messequipment

Im Rahmen der Messungen wurde das folgende Messequipment eingesetzt:

Messgerät: Selective Radiation Meter SRM-3006, Seriennummer: M-0129  
Antennen: Antenna Three Axis (27 MHz – 3 GHz), Seriennummer: F-0294  
Antenna Three Axis (420 MHz – 6 GHz), Seriennummer: F-0193

### 3.3 Messgenauigkeit

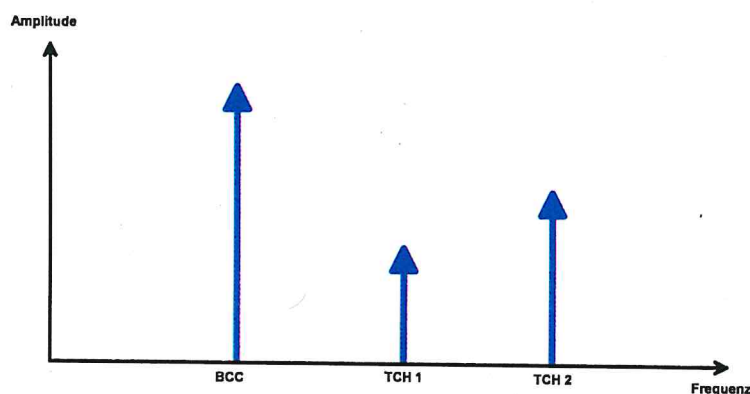
Bei Feldstärkemessungen muss immer von einer gewissen gerätebedingten Messunsicherheit ausgegangen werden. In diese Restunsicherheit gehen die Toleranzen der Messgeräte-, Kabel- und Antennenkalibrierung ein. Weiterhin spielt die Messgenauigkeit des verwendeten Spektrumanalysators eine Rolle (Gesamtmessunsicherheit SRM 3006, Seriennummer M-0129:  $\leq 1,2$  dB Betriebsarten Spectrum Analysis).

**Diese Gesamt-Messunsicherheit von typischerweise  $\pm 3$  dB (Faktor 1,4) wird in der Auswertung der Messergebnisse nicht zu den gemessenen Werten hinzu-addiert. Dies entspricht den Vorgaben des LfU (Landesamt für Umwelt, Bayern).**

### 3.4 Bestimmung der maximal möglichen Immission bei GSM

Bei Funkwellenmessungen hat man es häufig mit zeitvarianten Feldstärken vor allem im Bereich des Mobilfunks zu tun. Diese Zeitvarianz entsteht bei GSM („Global System for Mobile Communications“, Mobilfunksystem der zweiten Generation, D- und E-Netz) durch das folgend beschriebene Szenario.

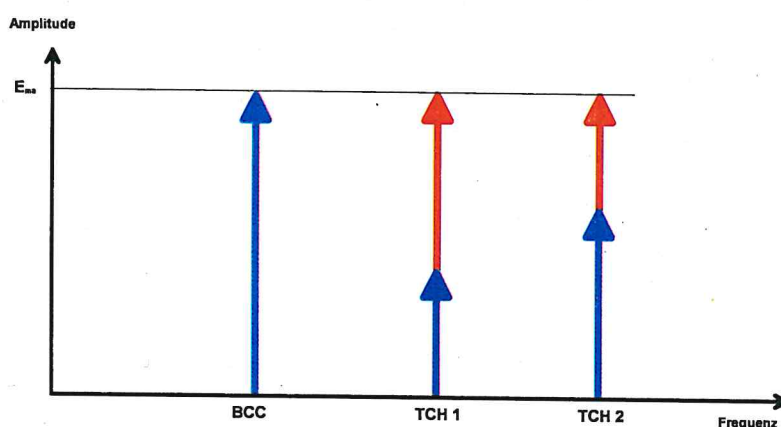
- Bei Mobilfunkanlagen mit mehreren Frequenzen pro Funkzelle sendet nur ein Kanal, der so genannte Signalisierungskanal (BCCH: **B**roadcast **C**ontrol **C**hannel), dauernd mit maximaler Sendeleistung. Alle weiteren Kanäle, die so genannten Gesprächskanäle (TCH: **T**raffic **C**hannel), senden mit einer variablen Sendeleistung, die im Verhältnis zu dem momentanen Gesprächsaufkommen steht. Misst man nun in einer Phase mit geringem Gesprächsaufkommen, kann die tatsächlich mögliche Feldstärke am untersuchten Ort deutlich unterschätzt werden.



**Abbildung 3.4-1:** Schematische Darstellung der gemessenen zeitvarianten Mobilfunk-Pegel (GSM)

Mit den folgenden Maßnahmen wird dem oben beschriebenen Problem bei Anlagen, deren Daten dem Messteam zugänglich gemacht werden, entgegengetreten.

- Die maximal mögliche Immission einer Mobilfunksendeanlage kann durch Messung des Feldstärkepegels (**Auflösebandbreite 200 kHz**, „True-RMS“-Detektor), ausgehend vom BCCH der Anlage, berechnet werden. Hierzu wird die gemessene Feldstärke des Signalisierungskanals mit einem Faktor multipliziert, welcher die Anzahl der Gesprächskanäle (Anzahl der durch die Bundesnetzagentur genehmigten Kanäle) und deren maximale Sendeleistung enthält.



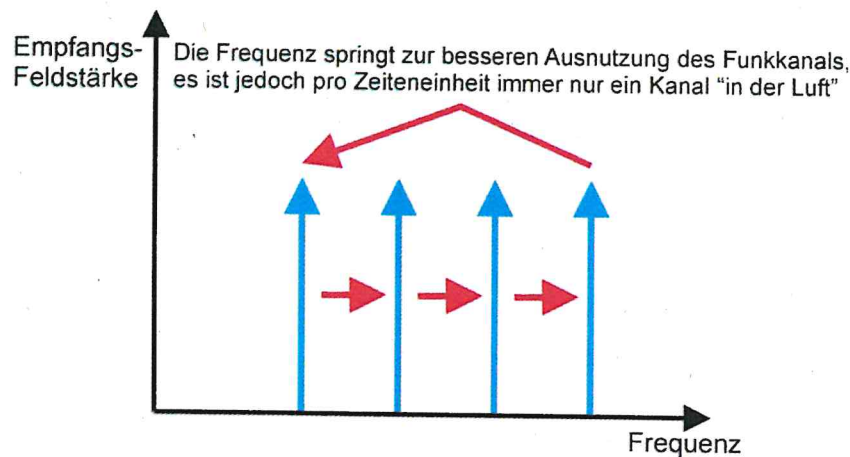
**Abbildung 3.4-2:** Verkehrskanäle werden bis zum Signalisierungskanalpegel „aufgefüllt“

- Ist in einem vorgegebenen Gebiet der Pegel eines TCHs (Traffic Channel: Verkehrskanal) größer als der zugeordnete BCCH, so wird dieser für die Maximalwertabschätzung herangezogen.
- Weiterhin wird das Verhältnis von genehmigter zu aktueller Sendeleistung in die Hochrechnung einbezogen.

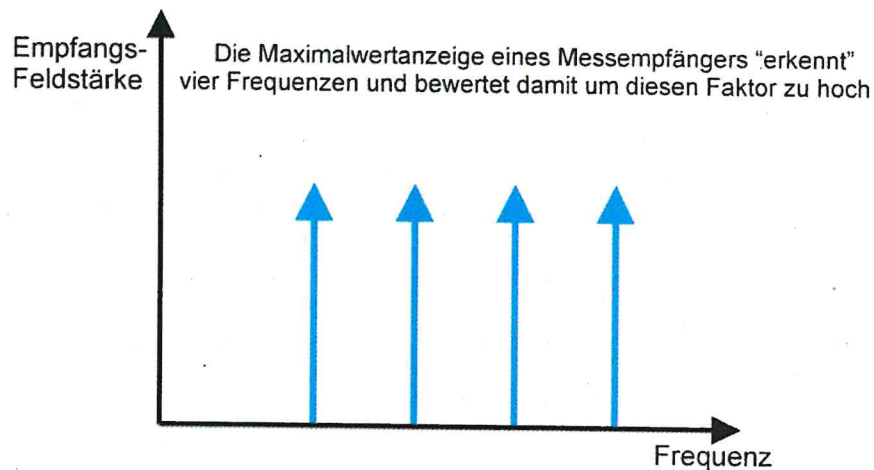
### 3.5 Überbewertung von Momentanwerten bei „frequency-hopping“

Der GSM-Standard erlaubt die Anwendung des so genannten „frequency-hoppings“, d.h. ein Frequenzsprungverfahren, bei dem ein Übertragungskanal zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Frequenzen belegt. Dies kann zu einem wesentlich verbesserten Übertragungsverhalten führen.

Wird die Feldstärke mithilfe eines Spektrumanalysators oder Messempfängers mit Maximalwertanzeige (Max Hold Funktion) erfasst, findet eine **Überbewertung** – wie in den folgenden zwei Abbildungen gezeigt – **der Momentanwerte** statt.



**Abbildung 3.5-1:** "Hüpfender" Verkehrskanal: Beim Frequenzsprungverfahren werden in kurzen Zeitabständen (z.B. Millisekunden) die Frequenzen gewechselt



**Abbildung 3.5-2:** Eine Überbewertung der Immissionen findet bei einer Maximalwertbetrachtung (Max Hold) mit einem Messempfänger bzw. einem Spektrumanalysator statt

### 3.6 Bestimmung der minimal möglichen Immission bei GSM

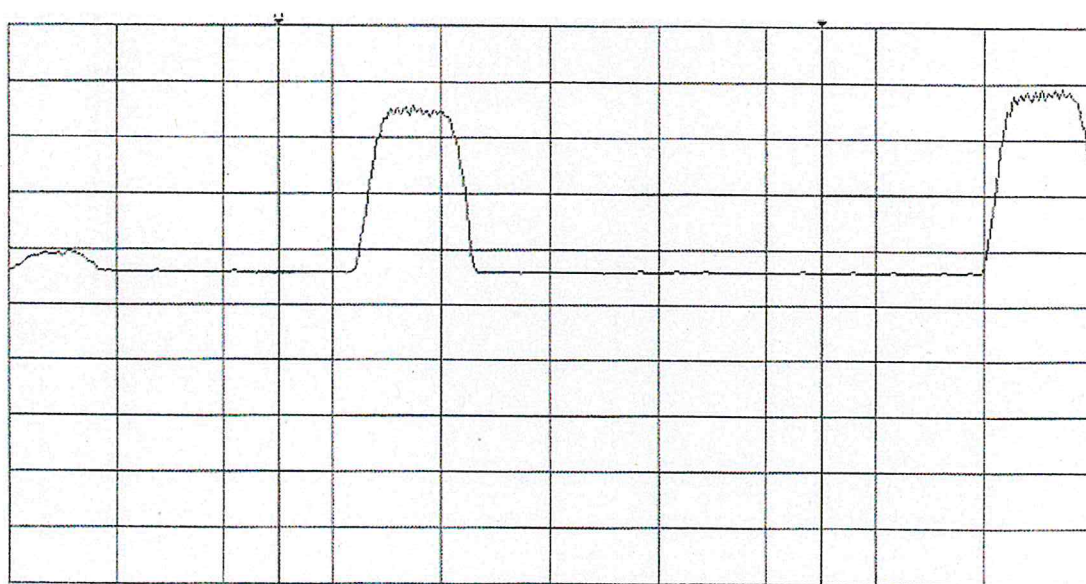
Die minimal von den Anlagen ausgehenden GSM-Immissionen lassen sich ermitteln, indem lediglich eine Bewertung der installierten BCCH-Kanäle mit deren zum Zeitpunkt der Messung eingestellten Sendeleistung erfolgt.

### 3.7 UMTS-Messverfahren

Mit einer Messantenne und einem Spektrumanalysator oder einem Messempfänger kann die elektrische Feldstärke der einzelnen UMTS-Kanäle frequenzselektiv dargestellt werden (UMTS: „Universal Mobile Telecommunications System“, steht für den Mobilfunk der dritten Generation).

Ein UMTS-Kanal ist durch eine bestimmte Trägerfrequenz definiert. Da die Trägerfrequenzen den Betreibern eindeutig zugeordnet sind, erlaubt eine spektrale Messung die Identifikation und Zuordnung der UMTS-Signale der einzelnen Netze. Nicht unterscheiden kann diese Methode hingegen, von welcher Anlage und von welcher Antenne ein UMTS-Signal stammt, da die UMTS-Netze als Gleichwellennetze betrieben werden.

Das UMTS-Signal, das eine bestimmte Zelle versorgt, ist durch seine Trägerfrequenz und durch den Scrambling-Code eindeutig definiert. Anhand der Trägerfrequenz lässt sich feststellen, zu welchem Netz (Betreiber) ein Signal gehört. Aus den Informationen des decodierten Verkehrskanals bzw. durch Angaben des Netzbetreibers ist die aktuell eingestellte Sendeleistung des primären Signalisierungskanals (CPICH) bekannt.



Analyzer

Center Frequency: 2.14 GHz

Span: 60 MHz

**Abbildung 3.7-1:** UMTS-Kanäle der Betreiber Vodafone, E-Plus und T-Mobile (Beispiel, v.l.n.r.), schematische Darstellung

Im Allgemeinen wird die Erfassung der momentanen UMTS-Immissionen nach der Spektral-Methode (vergleiche Metas/Buwal) durchgeführt. Gemessen wird dabei die Feldstärke der UMTS-Kanäle und zwar für jeden Kanal einzeln jeweils bei einer **Auflösebandbreite von 5 MHz** und mit dem „True-RMS“-Detektor. Diese Messmethode erlaubt UMTS-Signale verschiedener Betreiber zu unterscheiden und zuzuordnen. Sie kann allerdings nicht unterscheiden, von welcher Sendeanlage oder Sendeantenne ein gemessenes UMTS-Signal stammt, da alle Basisstationen eines Betreibers dieselben Trägerfrequenzen verwenden können. Die gemessene Feldstärke je UMTS-Kanal schwankt infolge der variierenden Auslastung der Anlage.

### 3.8 Bestimmung der minimal/maximal möglichen Immission bei UMTS

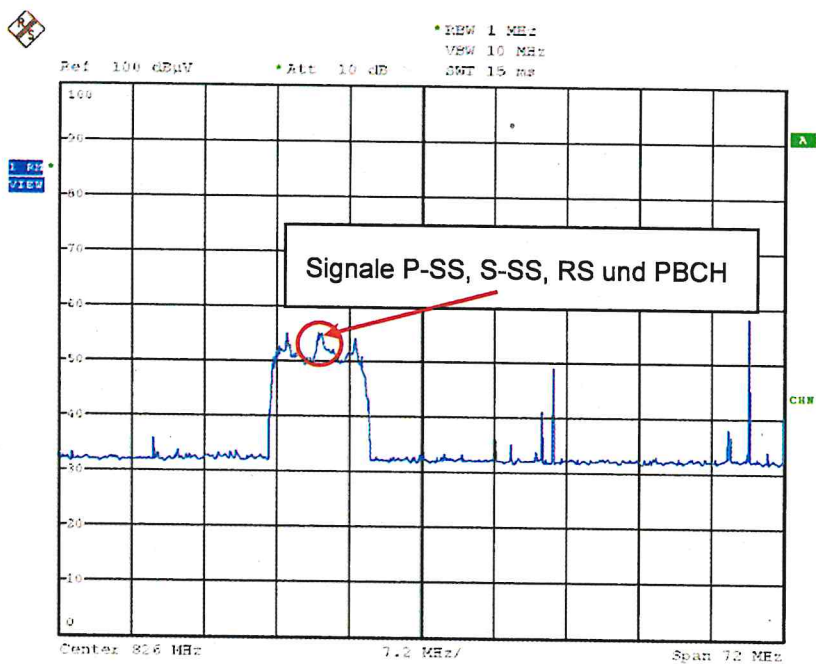
Die Ermittlung der UMTS-Maximalwerte erfolgte mit dem Messsystem SRM 3006. Die Hochrechnung erfolgt dann über den Hochrechnungsfaktor (Angabe des Betreibers), der die Skalierung zwischen CPICH und der maximalen Basisstationsleistung wiedergibt. Weiterhin wird die Anzahl der maximal genehmigten Frequenzkanäle das Verhältnis von aktueller zu genehmigter Sendeleistung in der Hochrechnung der Maximal-Immissionen berücksichtigt.

Zur Ermittlung der Minimalimmissionen dient die gemessene CPICH-Feldstärke. Diese wird mit einem Aufschlag von 6 dB bezogen auf die Feldstärke bzw. 3 dB bezogen auf die Leistung versehen, um eine Berücksichtigung weiterer, permanent aktiver Signalisierungskanäle zu gewährleisten (bei aktuell eingestellter Sendeleistung).

### 3.9 LTE-Messverfahren

Bei LTE-Mobilfunkanlagen werden die Signale P-SS (**P**rimäry **S**ynchronization **S**ignal), S-SS (**S**ekundäry **S**ynchronization **S**ignal) und RS (**R**eference **S**ignal) sowie der PBCH-Kanal (**P**hysical **B**roadcast **C**hannel) kontinuierlich und unabhängig vom aktuellen Funkverkehr mit einer konstanten Sendeleistung gesendet. P-SS, S-SS und PBCH belegen dabei unabhängig von der Bandbreite des gesamten LTE-Signals eine Bandbreite von ca. 1 MHz und liegen symmetrisch um die Kanalmitte. Bei den Messungen wird zuerst ermittelt, welcher der genannten Signale die höchste Amplitude am Spektrumanalysator erzeugt. Es wird also die maximale Immission durch den stärksten dieser leistungskonstanten Signale ermittelt. Zur Ermittlung der maximal möglichen Gesamt-Immission des LTE-Signals werden die vom Anlagenbetreiber zur Verfügung gestellten Daten über die Konfiguration der Station herangezogen und hier insbesondere die Angabe zum EPRE (**E**nergy **p**er **R**esource **E**lement) des jeweiligen Signals bzw. Kanals bezogen auf RS berücksichtigt. Zusammen mit der maximalen Bandbreite des LTE-Signals (hier 10 bzw. 20 MHz) wird daraus ein Extrapolationsfaktor zur Ermittlung der maximal möglichen Exposition im bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) beantragten bzw. genehmigten maximalen Betriebszustand der Anlage abgeleitet.

In die Ermittlung der Minimalimmissionen der LTE-Anlagen fließen derzeit die Anzahl der tatsächlich betriebenen Kanäle sowie ein entsprechender Teiler des Maximalwert-Faktors ein.



Date: 11.NOV.2011 10:15:32

**Abbildung 3.9-1:** LTE-Signal mit o. g. Signalen um die Kanalmitte

## 4 Standorte, Messpunkte, Messergebnisse

### 4.1 Standorte der Mobilfunkbasisstationen

Die folgenden Tabellen und Abbildungen sind eine Zusammenstellung der Mobilfunkstandorte, die sich in der Nähe der betrachteten Messorte befinden:

#### 63834 Sulzbach

| Standort BS | Standortbescheinigungs-Nr. | Gebiete/Adresse/Anmerkung (falls bekannt) |
|-------------|----------------------------|---|
| 1           | 661409                     | --  |
| 2           | 661496                     | --  |
| 3           | 660302                     | Am Festplatz                              |
| 4           | 660823                     | --  |
| 5           | 660564                     | --  |
| 6           | 660336                     | --  |

Tabelle 4.1-1: Standorte von Funkanlagen im betrachteten Gemeindegebiet von Sulzbach

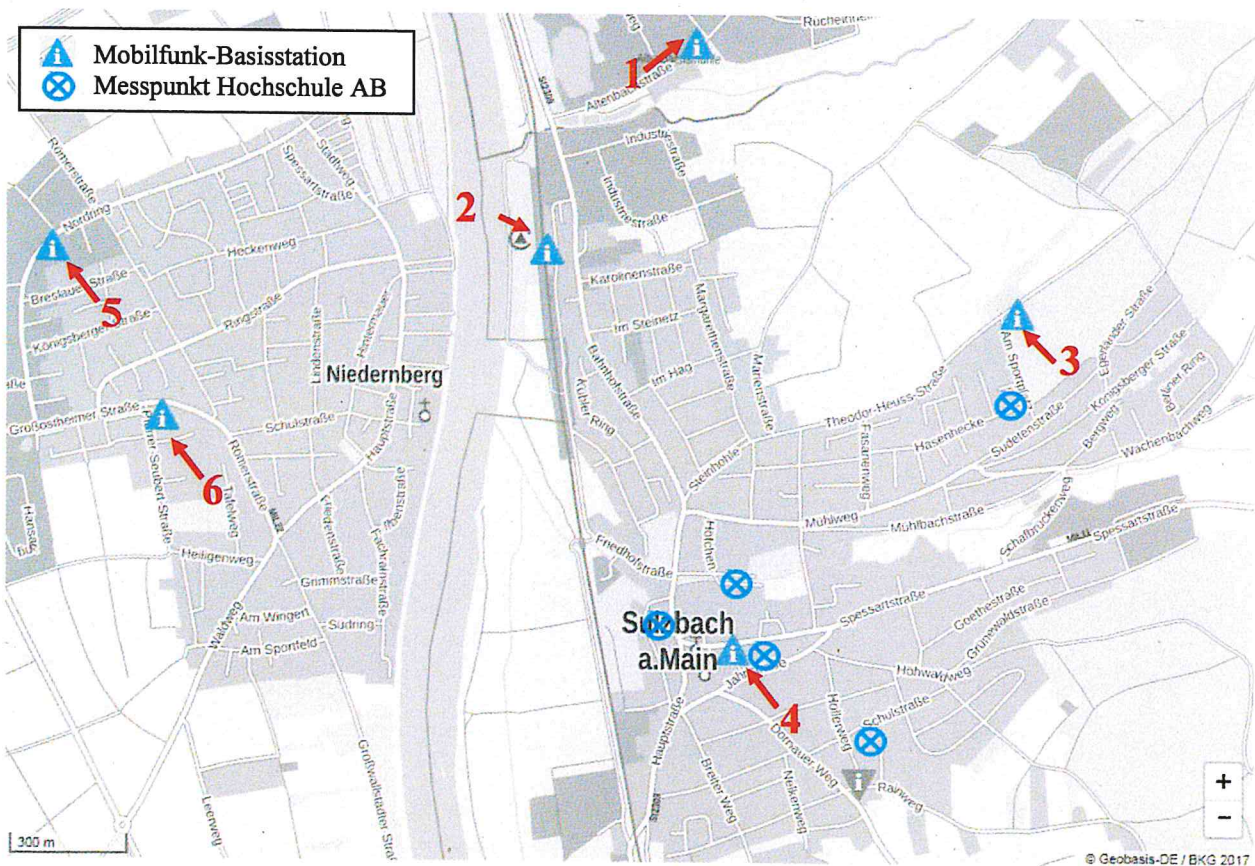


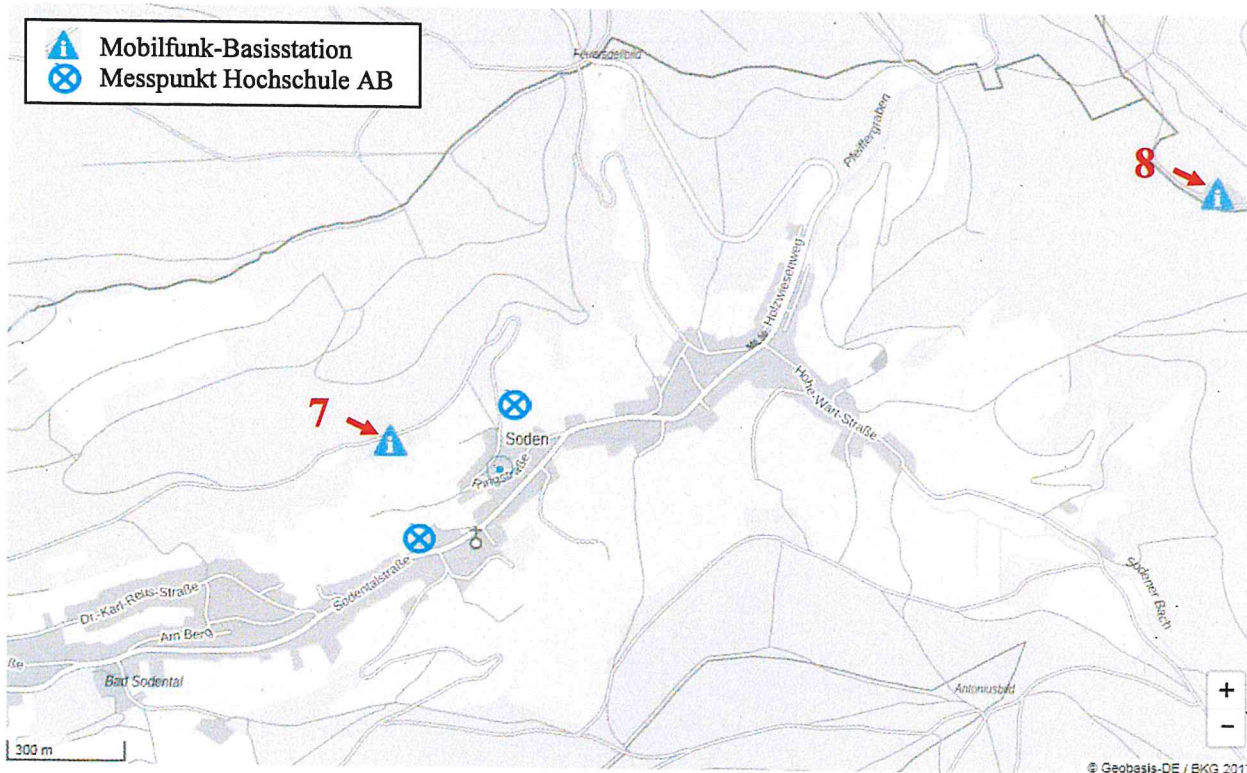
Abbildung 4.1-1: Verteilung der Mobilfunk-Standorte im betrachteten Gemeindegebiet von 63834 Sulzbach (Quelle Bundesnetzagentur, 12/2018)



### 63834 Sulzbach, Ortsteil Soden

| Standort BS | Standortbescheinigungs-Nr. | Gebiete/Adresse/Anmerkung (falls bekannt) |
|-------------|----------------------------|---|
| 7           | 660593                     | --  |
| 8           | 660093                     | Gem. Bessenbach, Flurst. 6807/1           |

**Tabelle 4.1-2:** Standorte von Funkanlagen im betrachteten Ortsteil Soden, 63834 Sulzbach

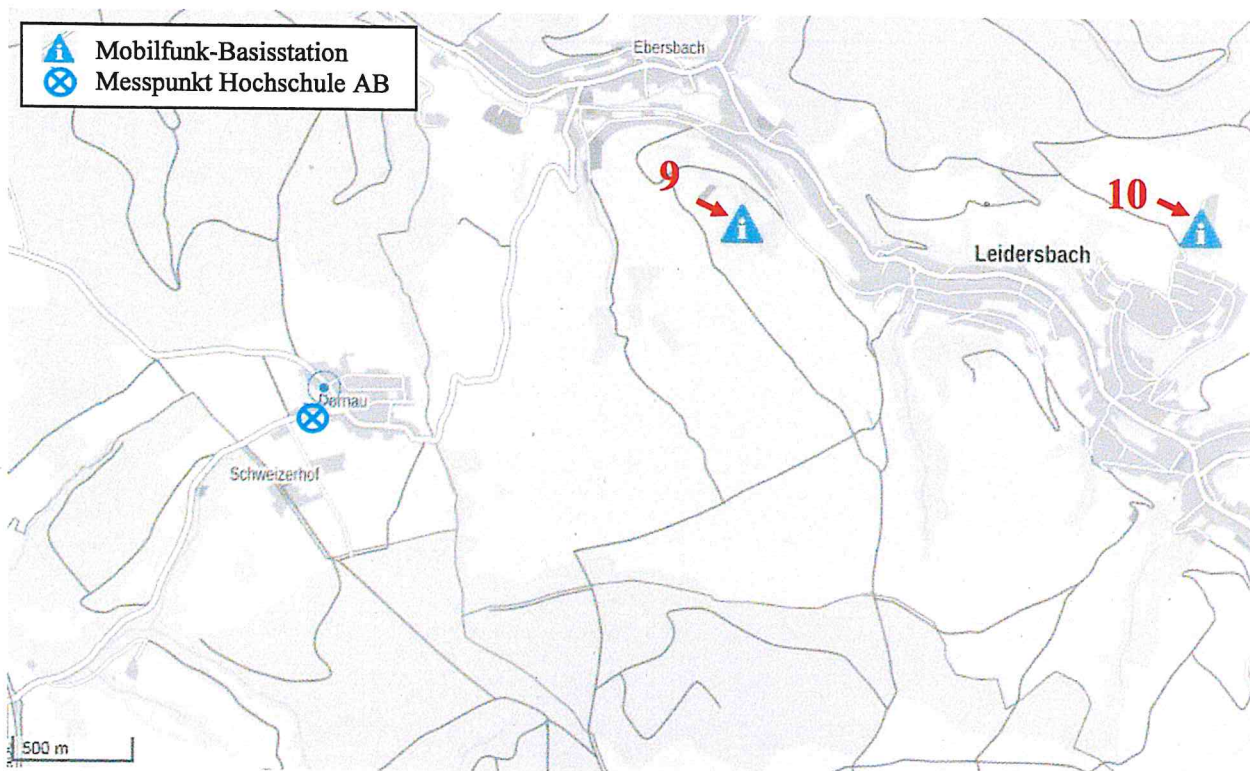


**Abbildung 4.1-2:** Verteilung der Mobilfunk-Standorte im betrachteten Ortsteil Soden, 63834 Sulzbach (Quelle Bundesnetzagentur, 12/2018)

### 63834 Sulzbach, Ortsteil Dornau

| Standort BS | Standortbescheinigungs-Nr. | Gebiete/Adresse/Anmerkung (falls bekannt) |
|-------------|----------------------------|---|
| 9           | 660214                     | --  |
| 10          | 660357                     | --  |

**Tabelle 4.1-3:** Standorte von Funkanlagen im betrachteten Ortsteil Dornau, 63834 Sulzbach



**Abbildung 4.1-3:** Verteilung der Mobilfunk-Standorte im betrachteten Ortsteil Dornau, 63834 Sulzbach (Quelle Bundesnetzagentur, 12/2018)

## 4.2 Lage der Messpunkte

Übersicht der Messpunkte:

| *Messpunkt-Nummer* | Beschreibung Messpunkt                                  | Sichtverb. Basisstation         | Abbild.-Nr. |
|--------------------|---|---------------------------------|-------------|
| 1                  | Ringstraße 21, Ortsteil Soden                           | BS7 ca. 275 m<br>BS8 ca. 900 m  | 4.3-1       |
| 2                  | Sodentalstraße 92, Kindergarten Pustebume, Dachgeschoss | BS7 ca. 370 m                   | 4.3-2       |
| 5                  | An der Geeb 12, Kindergarten Märchenland, Außenbereich  | BS4 ca. 135 m                   | 4.3-3       |
| 6                  | Kreuzung Spessart-/Hauptstraße, vor Anwesen Haus-Nr. 20 | BS4 ca. 120 m                   | 4.3-4       |
| 7                  | Kirchplatz, vor Haupteingang Kirche St. Margareta       | BS4 ca. 105 m                   | 4.3-5       |
| 8                  | Schulstraße, Grund-/Hauptschule, 3. OG                  | BS4 ca. 375 m<br>BS3 ca. 1100 m | 4.3-6       |
| 10                 | Am Sportplatz, vor Kinderspielplatz                     | BS3 ca. 200 m                   | 4.3-7       |
| 11                 | Am Bürgerhaus, Ortsteil Dornau                          | BS8 ca. 5700 m                  | 4.3-8       |

\* Die Nummerierung der Messpunkte wurde im Vergleich zu den Messungen im Jahr 2014 beibehalten, Messpunkt 11 wurde zusätzlich aufgenommen.

Tabelle 4.2-1: Übersicht Messpunkte

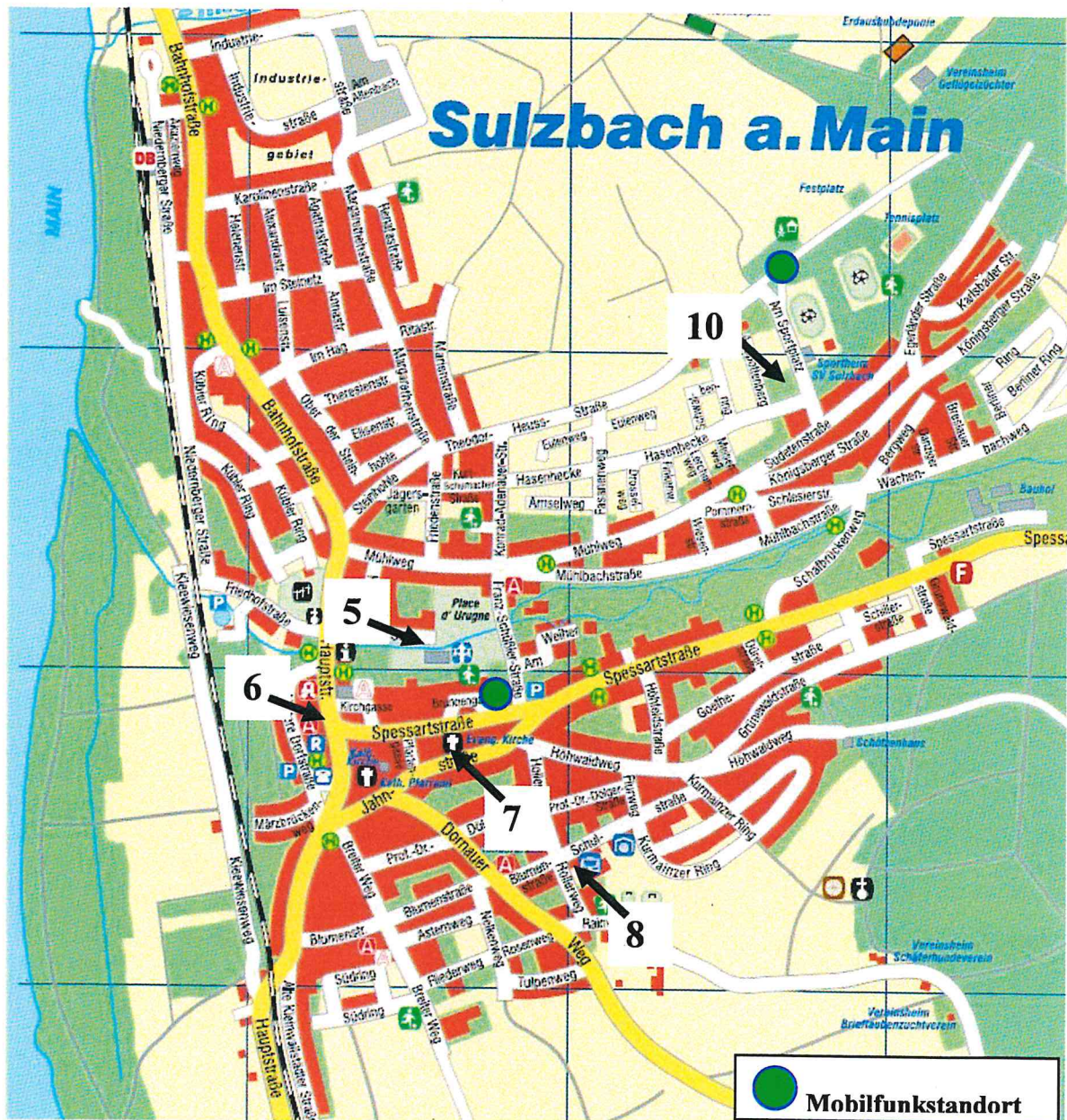


Abbildung 4.2-1: Grobe Lage der Messpunkte in Sulzbach (Quelle [www.stadtplan.net](http://www.stadtplan.net))

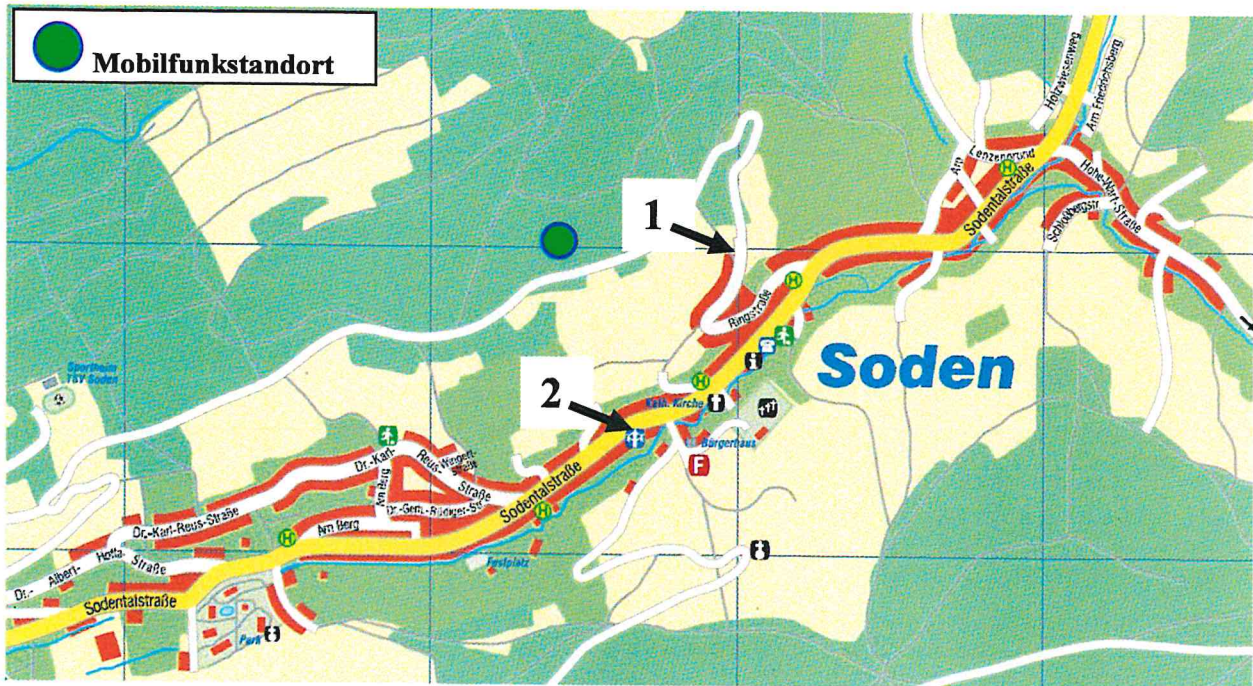


Abbildung 4.2-2: Grobe Lage der Messpunkte im Ortsteil Soden (Quelle [www.stadtplan.net](http://www.stadtplan.net))

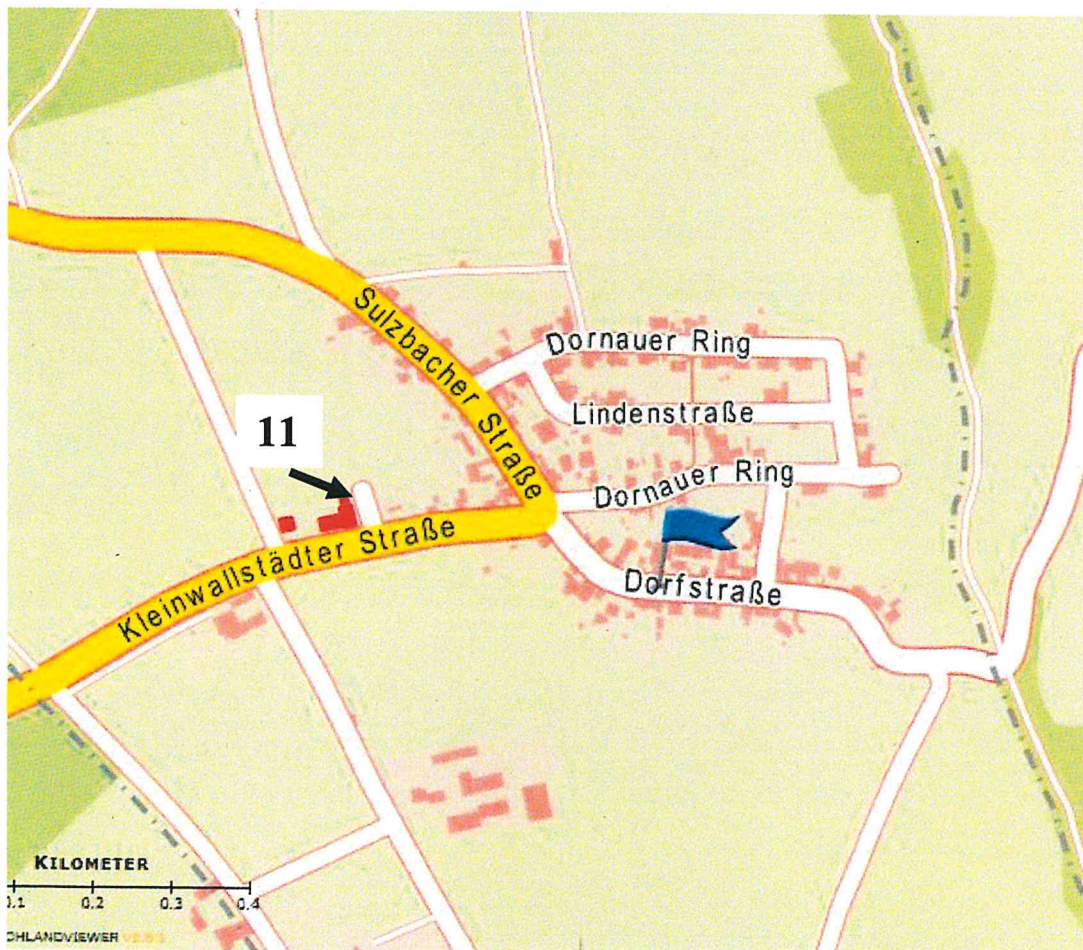


Abbildung 4.2-3: Grobe Lage der Messpunkte im Ortsteil Dornau (Quelle [www.stadtplan.net](http://www.stadtplan.net))

### 4.3 Messpunkte

Über die folgenden Abbildungen können die einzelnen Messpunkte zugeordnet werden.



**Abbildung 4.3-1, Messpunkt 1: Ringstraße 21, OT Soden**



**Abbildung 4.3-2, Messpunkt 2: Sodentalstr. 92, OT Soden, Kindergarten Pustebume, Dachgeschoss**



**Abbildung 4.3-3, Messpunkt 5: An der Geeb 12, Kindergarten Märchenland, Außenbereich**



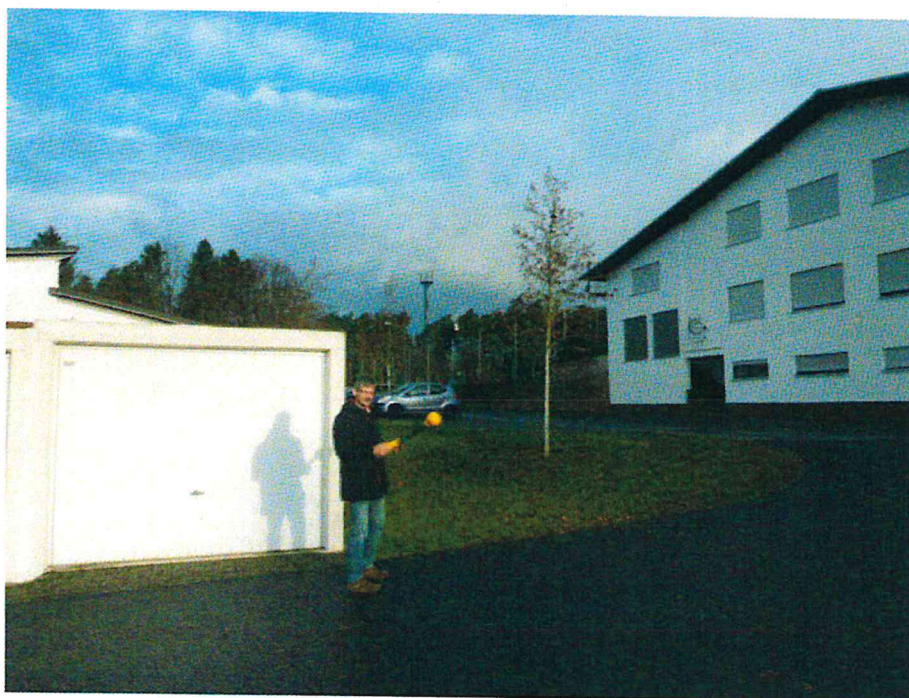
**Abbildung 4.3-4, Messpunkt 6: Kreuzung Spessart-/Hauptstraße, vor Anwesen Haus-Nr. 20**



**Abbildung 4.3-5, Messpunkt 7: Kirchplatz, vor Haupteingang Kirche St. Margareta**



**Abbildung 4.3-6, Messpunkt 8: Schulstraße, Grund-/Hauptschule, 3. OG**



**Abbildung 4.3-7, Messpunkt 10: Am Sportplatz, vor Kinderspielplatz**



**Abbildung 4.3-8, Messpunkt 11: Kleinwallstädter Straße, Ortsteil Dornau, Am Bürgerhaus**



## 4.4 Übersicht der Messergebnisse

In den folgenden Tabellen sind die Messergebnisse als zusammengefasste Daten übersichtlich aufgelistet.

### 4.4.1 Maximal zu erwartende Messwerte

#### 4.4.1.1 Messpunkt 1

|                  |  |            |                    |                          |                          |                         |                              |                           |                                       |                             |  |
|------------------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--|
| Ort:             | 63834 Sulzbach/Main  |            |                    |                          |                          | Zeit:                   | 08:00 - 10:15                |                           |                                       |                             |  |
| Durchführung:    | Prof. Dr.-Ing. Bochtler  |            |                    |                          |                          | Wetter:                 | wechselhaft 10°C             |                           |                                       |                             |  |
| Signale:         | GSM+UMTS+LTE   |            |                    |                          |                          | Analyser                | SRM-3006                     |                           |                                       |                             |  |
| Datum:           | 10.12.2018   |            |                    |                          |                          | Antenne:                | 3AX75M-3G                    |                           |                                       |                             |  |
| <b>1</b>         | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>4</b>           | <b>5</b>                 | <b>6</b>                 | <b>7</b>                | <b>8</b>                     | <b>9</b>                  | <b>10</b>                             | <b>11</b>                   |  |
| f [MHz]          | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immision | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |  |
| <b>Messpunkt</b> | <b>1</b>   |            |                    |                          |                          |                         |                              |                           |                                       |                             |  |
| 930,6            | 1003   | Telefonica | 41,7               | 97,7                     | 0,0                      | 2,1                     | 100,9                        | 0,11                      | 0,27                                  | 0,033                       |  |
| 934,6            | 1023   | Telefonica | 41,7               | 78,6                     | 0,0                      | 2,1                     | 81,8                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |  |
| 945,2            | 51   | T-Mobile   | 41,7               | 81,1                     | 0,0                      | 8,5                     | 90,4                         | 0,03                      | 0,08                                  | 0,003                       |  |
| 959,4            | 122  | T-Mobile   | 41,7               | 92,9                     | 0,0                      | 8,3                     | 102,1                        | 0,13                      | 0,30                                  | 0,043                       |  |
| 1850,8           | 740  | Telefonica | 58,4               | 95,1                     | 0,0                      | 2,1                     | 98,3                         | 0,08                      | 0,14                                  | 0,018                       |  |
| 2112,8           | 314  | Vodafone   | 61,0               | 69,6                     | 0,0                      | 33,3                    | 84,8                         | 0,02                      | 0,03                                  | 0,001                       |  |
| 2117,6           | 314  | Vodafone   | 61,0               | 69,9                     | 0,0                      | 33,3                    | 85,1                         | 0,02                      | 0,03                                  | 0,001                       |  |
| 2127,8           | 91   | Telefonica | 61,0               | 95,0                     | 0,0                      | 11,3                    | 105,5                        | 0,19                      | 0,31                                  | 0,094                       |  |
| 2132,6           | 91   | Telefonica | 61,0               | 93,2                     | 0,0                      | 11,3                    | 103,8                        | 0,15                      | 0,25                                  | 0,063                       |  |
| 2162,4           | 209  | T-Mobile   | 61,0               | 87,5                     | 0,0                      | 16,0                    | 99,5                         | 0,09                      | 0,15                                  | 0,024                       |  |
| 2162,4           | 313  | T-Mobile   | 61,0               | 67,5                     | 0,0                      | 16,0                    | 79,6                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |  |
| 2167,2           | 209  | T-Mobile   | 61,0               | 86,6                     | 0,0                      | 16,0                    | 98,7                         | 0,09                      | 0,14                                  | 0,020                       |  |
| 2167,2           | 313  | T-Mobile   | 61,0               | 77,6                     | 0,0                      | 16,0                    | 89,6                         | 0,03                      | 0,05                                  | 0,002                       |  |
| 796,0            | 59-0   | Telefonica | 38,7               | 68,8                     | 0,0                      | 600,0                   | 96,6                         | 0,07                      | 0,17                                  | 0,012                       |  |
| 796,0            | 59-1   | Telefonica | 38,7               | 70,4                     | 0,0                      | 600,0                   | 98,1                         | 0,08                      | 0,21                                  | 0,017                       |  |
| 816,0            | 73-0   | T-Mobile   | 39,2               | 70,9                     | 0,0                      | 900,0                   | 100,5                        | 0,11                      | 0,27                                  | 0,030                       |  |
| 816,0            | 73-1   | T-Mobile   | 39,2               | 75,6                     | 0,0                      | 900,0                   | 105,1                        | 0,18                      | 0,46                                  | 0,086                       |  |
| 816,0            | 74-0   | T-Mobile   | 39,2               | 59,8                     | 0,0                      | 900,0                   | 89,4                         | 0,03                      | 0,08                                  | 0,002                       |  |
| 816,0            | 74-1   | T-Mobile   | 39,2               | 64,0                     | 0,0                      | 900,0                   | 93,6                         | 0,05                      | 0,12                                  | 0,006                       |  |
| 1815,0           | 423-0  | T-Mobile   | 58,5               | 65,7                     | 0,0                      | 1800,0                  | 98,3                         | 0,08                      | 0,14                                  | 0,018                       |  |
| 1815,0           | 423-1  | T-Mobile   | 58,5               | 60,2                     | 0,0                      | 1800,0                  | 92,8                         | 0,04                      | 0,07                                  | 0,005                       |  |
| 1815,0           | 425-0  | T-Mobile   | 58,5               | 66,0                     | 0,0                      | 1800,0                  | 98,6                         | 0,08                      | 0,15                                  | 0,019                       |  |
| 1815,0           | 425-1  | T-Mobile   | 58,5               | 61,3                     | 0,0                      | 1800,0                  | 93,8                         | 0,05                      | 0,08                                  | 0,006                       |  |
|                  |  |            |                    |                          |                          |                         | <b>Sum:</b>                  | <b>0,4</b>                | <b>0,91</b>                           | <b>0,50</b>                 |  |

Tabelle 4.4.1.1-1: Übersicht der maximal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 1

### 4.4.1.2 Messpunkt 2

|                      |   |                  |                            |                                  |                                  |                                  |                                     |                                  |  |                                    |  |
|----------------------|---|------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main   |                  |                            |                                  |                                  | <b>Zeit:</b>                     | 08:00 - 10:15                       |                                  |  |                                    |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler   |                  |                            |                                  |                                  | <b>Wetter:</b>                   | wechselhaft 10°C                    |                                  |  |                                    |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE  |                  |                            |                                  |                                  | <b>Analyser:</b>                 | SRM-3006                            |                                  |  |                                    |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018  |                  |                            |                                  |                                  | <b>Antenne:</b>                  | 3AX75M-3G                           |                                  |  |                                    |  |
| <b>1</b>             | <b>2</b>  | <b>3</b>         | <b>4</b>                   | <b>5</b>                         | <b>6</b>                         | <b>7</b>                         | <b>8</b>                            | <b>9</b>                         | <b>10</b>                                    | <b>11</b>                          |  |
| <b>f [MHz]</b>       | <b>Kanal (GSM)<br/>Scr. Code (UMTS)<br/>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE)</b> | <b>Betreiber</b> | <b>Grenzwert<br/>[V/m]</b> | <b>E (gemessen)<br/>[dBµV/m]</b> | <b>Messunsicherheit<br/>[dB]</b> | <b>Faktor max.<br/>Immission</b> | <b>E<sub>max</sub><br/>[dBµV/m]</b> | <b>E<sub>max</sub><br/>[V/m]</b> | <b>E<sub>max</sub><br/>[% vom Grenzwert]</b> | <b>S<sub>max</sub><br/>[mW/m²]</b> |  |
| <b>Messpunkt</b>     | <b>2</b>  |                  |                            |                                  |                                  |                                  |                                     |                                  |  |                                    |  |
| 930,6                | 1003  | Telefonica       | 41,7                       | 80,8                             | 0,0                              | 2,1                              | 84,0                                | 0,02                             | 0,04   | 0,001                              |  |
| 945,2                | 51  | T-Mobile         | 41,7                       | 95,1                             | 0,0                              | 8,5                              | 104,4                               | 0,17                             | 0,40   | 0,074                              |  |
| 959,4                | 122   | T-Mobile         | 41,7                       | 95,0                             | 0,0                              | 8,3                              | 104,2                               | 0,16                             | 0,39   | 0,069                              |  |
| 1837,2               | 672   | Telefonica       | 58,4                       | 81,7                             | 0,0                              | 2,1                              | 84,9                                | 0,02                             | 0,03   | 0,001                              |  |
| 1850,8               | 740   | Telefonica       | 58,4                       | 80,0                             | 0,0                              | 2,1                              | 83,2                                | 0,01                             | 0,02   | 0,001                              |  |
| 2112,8               | 314   | Vodafone         | 61,0                       | 51,1                             | 0,0                              | 33,3                             | 66,3                                | 0,00                             | 0,00   | 0,000                              |  |
| 2117,6               | 314   | Vodafone         | 61,0                       | 52,5                             | 0,0                              | 33,3                             | 67,8                                | 0,00                             | 0,00   | 0,000                              |  |
| 2127,8               | 91  | Telefonica       | 61,0                       | 75,0                             | 0,0                              | 11,3                             | 85,5                                | 0,02                             | 0,03   | 0,001                              |  |
| 2132,6               | 91  | Telefonica       | 61,0                       | 77,0                             | 0,0                              | 11,3                             | 87,5                                | 0,02                             | 0,04   | 0,001                              |  |
| 2162,4               | 209   | T-Mobile         | 61,0                       | 82,7                             | 0,0                              | 16,0                             | 94,8                                | 0,05                             | 0,09   | 0,008                              |  |
| 2162,4               | 313   | T-Mobile         | 61,0                       | 84,7                             | 0,0                              | 16,0                             | 96,8                                | 0,07                             | 0,11   | 0,013                              |  |
| 2167,2               | 209   | T-Mobile         | 61,0                       | 79,7                             | 0,0                              | 16,0                             | 91,8                                | 0,04                             | 0,06   | 0,004                              |  |
| 2167,2               | 313   | T-Mobile         | 61,0                       | 83,3                             | 0,0                              | 16,0                             | 95,3                                | 0,06                             | 0,10   | 0,009                              |  |
| 796,0                | 59-0  | Telefonica       | 38,7                       | 55,4                             | 0,0                              | 600,0                            | 83,2                                | 0,01                             | 0,04   | 0,001                              |  |
| 796,0                | 59-1  | Telefonica       | 38,7                       | 56,7                             | 0,0                              | 600,0                            | 84,5                                | 0,02                             | 0,04   | 0,001                              |  |
| 816,0                | 73-0  | T-Mobile         | 39,2                       | 70,0                             | 0,0                              | 900,0                            | 99,5                                | 0,09                             | 0,24   | 0,024                              |  |
| 816,0                | 73-1  | T-Mobile         | 39,2                       | 53,5                             | 0,0                              | 900,0                            | 83,0                                | 0,01                             | 0,04   | 0,001                              |  |
| 816,0                | 74-0  | T-Mobile         | 39,2                       | 75,1                             | 0,0                              | 900,0                            | 104,7                               | 0,17                             | 0,44   | 0,078                              |  |
| 816,0                | 74-1  | T-Mobile         | 39,2                       | 64,0                             | 0,0                              | 900,0                            | 93,5                                | 0,05                             | 0,12   | 0,006                              |  |
| 1815,0               | 423-0   | T-Mobile         | 58,5                       | 71,2                             | 0,0                              | 1800,0                           | 103,7                               | 0,15                             | 0,26   | 0,063                              |  |
| 1815,0               | 423-1   | T-Mobile         | 58,5                       | 65,6                             | 0,0                              | 1800,0                           | 98,1                                | 0,08                             | 0,14   | 0,017                              |  |
| 1815,0               | 425-0   | T-Mobile         | 58,5                       | 68,6                             | 0,0                              | 1800,0                           | 101,2                               | 0,11                             | 0,20   | 0,035                              |  |
| 1815,0               | 425-1   | T-Mobile         | 58,5                       | 54,0                             | 0,0                              | 1800,0                           | 86,6                                | 0,02                             | 0,04   | 0,001                              |  |
|                      |   |                  |                            |                                  |                                  |                                  | <b>Sum:</b>                         | <b>0,4</b>                       | <b>0,86</b>                                  | <b>0,41</b>                        |  |

Tabelle 4.4.1.2-1: Übersicht der maximal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 2

### 4.4.1.3 Messpunkt 5

|                      |                         |  |  |  |  |  |                  |                  |  |  |  |
|----------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|------------------|------------------|--|--|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  |  | <b>Zeit:</b>     | 08:00 - 10:15    |  |  |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  |  | <b>Wetter:</b>   | wechselhaft 10°C |  |  |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  |  | <b>Analyser:</b> | SRM-3006         |  |  |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018              |  |  |  |  |  | <b>Antenne:</b>  | 3AX75M-3G        |  |  |  |

| 1         | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                        | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |
|-----------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| f [MHz]   | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID*Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immission | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |
| Messpunkt | 5  |            |                    |                          |                          |                          |                              |                           |                                       |                             |
| 935,8     | 4  | Vodafone   | 41,7               | 83,4                     | 0,0                      | 6,6                      | 91,6                         | 0,04                      | 0,09                                  | 0,004                       |
| 946,0     | 55   | T-Mobile   | 41,7               | 98,4                     | 0,0                      | 9,2                      | 108,1                        | 0,25                      | 0,61                                  | 0,170                       |
| 947,6     | 63   | T-Mobile   | 41,7               | 106,3                    | 0,0                      | 9,2                      | 115,9                        | 0,63                      | 1,50                                  | 1,036                       |
| 1853,0    | 751  | Telefonica | 58,4               | 83,7                     | 0,0                      | 16,0                     | 95,8                         | 0,06                      | 0,10                                  | 0,010                       |
| 2112,8    | 363  | Vodafone   | 61,0               | 90,1                     | 0,0                      | 33,3                     | 105,3                        | 0,18                      | 0,30                                  | 0,090                       |
| 2112,8    | 371  | Vodafone   | 61,0               | 81,1                     | 0,0                      | 33,3                     | 96,3                         | 0,07                      | 0,11                                  | 0,011                       |
| 2112,8    | 456  | Vodafone   | 61,0               | 96,7                     | 0,0                      | 33,3                     | 112,0                        | 0,40                      | 0,65                                  | 0,417                       |
| 2117,6    | 152  | Vodafone   | 61,0               | 54,0                     | 0,0                      | 72,4                     | 72,6                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 187  | Vodafone   | 61,0               | 59,0                     | 0,0                      | 72,4                     | 77,6                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 225  | Vodafone   | 61,0               | 62,9                     | 0,0                      | 60,6                     | 80,7                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2127,8    | 20   | Telefonica | 61,0               | 69,1                     | 0,0                      | 22,5                     | 82,6                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2127,8    | 91   | Telefonica | 61,0               | 61,4                     | 0,0                      | 11,3                     | 72,0                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 20   | Telefonica | 61,0               | 66,9                     | 0,0                      | 11,3                     | 77,4                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 21   | Telefonica | 61,0               | 55,0                     | 0,0                      | 11,3                     | 65,5                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 91   | Telefonica | 61,0               | 60,6                     | 0,0                      | 11,3                     | 71,1                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2162,4    | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 84,8                     | 0,0                      | 16,0                     | 96,8                         | 0,07                      | 0,11                                  | 0,013                       |
| 2162,4    | 121  | T-Mobile   | 61,0               | 84,2                     | 0,0                      | 16,0                     | 96,3                         | 0,06                      | 0,11                                  | 0,011                       |
| 2167,2    | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 86,9                     | 0,0                      | 16,0                     | 99,0                         | 0,09                      | 0,15                                  | 0,021                       |
| 2167,2    | 121  | T-Mobile   | 61,0               | 85,1                     | 0,0                      | 16,0                     | 97,1                         | 0,07                      | 0,12                                  | 0,014                       |
| 2167,2    | 481  | T-Mobile   | 61,0               | 64,0                     | 0,0                      | 16,0                     | 76,0                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 1815,0    | 231-0  | T-Mobile   | 58,5               | 68,5                     | 0,0                      | 1800,0                   | 101,1                        | 0,11                      | 0,19                                  | 0,034                       |
| 1815,0    | 231-1  | T-Mobile   | 58,5               | 74,2                     | 0,0                      | 1800,0                   | 106,8                        | 0,22                      | 0,37                                  | 0,126                       |
| 1815,0    | 214-0  | T-Mobile   | 58,5               | 72,1                     | 0,0                      | 1800,0                   | 104,7                        | 0,17                      | 0,29                                  | 0,078                       |
| 1815,0    | 214-1  | T-Mobile   | 58,5               | 76,6                     | 0,0                      | 1800,0                   | 109,2                        | 0,29                      | 0,49                                  | 0,219                       |
|           |  |            |                    |                          |                          |                          | <b>Sum:</b>                  | <b>0,9</b>                | <b>1,93</b>                           | <b>2,26</b>                 |

Tabelle 4.4.1.3-1: Übersicht der maximal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 5

#### 4.4.1.4 Messpunkt 6

|                      |   |                  |                            |                                  |                                  |                                  |                          |                       |                                   |                         |  |
|----------------------|---|------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main   |                  |                            |                                  |                                  | <b>Zeit:</b>                     | 08:00 - 10:15            |                       |                                   |                         |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler   |                  |                            |                                  |                                  | <b>Wetter:</b>                   | wechselhaft 10°C         |                       |                                   |                         |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE  |                  |                            |                                  |                                  | <b>Analyser:</b>                 | SRM-3006                 |                       |                                   |                         |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018  |                  |                            |                                  |                                  | <b>Antenne:</b>                  | 3AX75M-3G                |                       |                                   |                         |  |
| <b>1</b>             | <b>2</b>  | <b>3</b>         | <b>4</b>                   | <b>5</b>                         | <b>6</b>                         | <b>7</b>                         | <b>8</b>                 | <b>9</b>              | <b>10</b>                         | <b>11</b>               |  |
| <b>f [MHz]</b>       | <b>Kanal (GSM)<br/>Ser. Code (UMTS)<br/>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE)</b> | <b>Betreiber</b> | <b>Grenzwert<br/>[V/m]</b> | <b>E (gemessen)<br/>[dBµV/m]</b> | <b>Messunsicherheit<br/>[dB]</b> | <b>Faktor max.<br/>Immission</b> | <b>Emax<br/>[dBµV/m]</b> | <b>Emax<br/>[V/m]</b> | <b>Emax<br/>[% vom Grenzwert]</b> | <b>Smax<br/>[mW/m²]</b> |  |
| <b>Messpunkt</b>     | <b>6</b>  |                  |                            |                                  |                                  |                                  |                          |                       |                                   |                         |  |
| 935,8                | 4   | Vodafone         | 41,7                       | 90,0                             | 0,0                              | 6,6                              | 98,1                     | 0,08                  | 0,19                              | 0,017                   |  |
| 946,0                | 55  | T-Mobile         | 41,7                       | 118,8                            | 0,0                              | 9,2                              | 128,4                    | 2,64                  | 6,32                              | 18,427                  |  |
| 946,8                | 59  | T-Mobile         | 41,7                       | 92,3                             | 0,0                              | 9,2                              | 101,9                    | 0,12                  | 0,30                              | 0,041                   |  |
| 947,6                | 63  | T-Mobile         | 41,7                       | 94,2                             | 0,0                              | 9,2                              | 103,9                    | 0,16                  | 0,37                              | 0,064                   |  |
| 1853,0               | 751   | Telefonica       | 58,4                       | 84,1                             | 0,0                              | 16,0                             | 96,1                     | 0,06                  | 0,11                              | 0,011                   |  |
| 2112,8               | 363   | Vodafone         | 61,0                       | 87,2                             | 0,0                              | 33,3                             | 102,4                    | 0,13                  | 0,22                              | 0,046                   |  |
| 2112,8               | 371   | Vodafone         | 61,0                       | 100,0                            | 0,0                              | 33,3                             | 115,2                    | 0,58                  | 0,94                              | 0,880                   |  |
| 2112,8               | 456   | Vodafone         | 61,0                       | 91,6                             | 0,0                              | 33,3                             | 106,8                    | 0,22                  | 0,36                              | 0,128                   |  |
| 2117,6               | 152   | Vodafone         | 61,0                       | 58,3                             | 0,0                              | 72,4                             | 76,9                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2117,6               | 187   | Vodafone         | 61,0                       | 57,7                             | 0,0                              | 72,4                             | 76,3                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2117,6               | 225   | Vodafone         | 61,0                       | 62,4                             | 0,0                              | 60,6                             | 80,2                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 2117,6               | 314   | Vodafone         | 61,0                       | 59,3                             | 0,0                              | 33,3                             | 74,5                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2132,6               | 20  | Telefonica       | 61,0                       | 68,8                             | 0,0                              | 22,5                             | 82,3                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 2132,6               | 91  | Telefonica       | 61,0                       | 61,4                             | 0,0                              | 22,5                             | 74,9                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2162,4               | 121   | T-Mobile         | 61,0                       | 105,6                            | 0,0                              | 16,0                             | 117,6                    | 0,76                  | 1,25                              | 1,541                   |  |
| 2167,2               | 121   | T-Mobile         | 61,0                       | 108,1                            | 0,0                              | 16,0                             | 120,1                    | 1,01                  | 1,66                              | 2,715                   |  |
| 1815,0               | 214-0   | T-Mobile         | 58,5                       | 93,0                             | 0,0                              | 1800,0                           | 125,5                    | 1,89                  | 3,24                              | 9,505                   |  |
| 1815,0               | 214-1   | T-Mobile         | 58,5                       | 91,3                             | 0,0                              | 1800,0                           | 123,9                    | 1,57                  | 2,68                              | 6,500                   |  |
|                      |   |                  |                            |                                  |                                  |                                  | <b>Sum:</b>              | <b>3,9</b>            | <b>7,95</b>                       | <b>39,88</b>            |  |

Tabelle 4.4.1.4-1: Übersicht der maximal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 6

### 4.4.1.5 Messpunkt 7

|                      |   |                  |                            |                                  |                                  |                                  |                          |                       |                                   |                         |  |
|----------------------|---|------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main   |                  |                            |                                  |                                  | <b>Zeit:</b>                     | 08:00 - 10:15            |                       |                                   |                         |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler   |                  |                            |                                  |                                  | <b>Wetter:</b>                   | wechselhaft 10°C         |                       |                                   |                         |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE  |                  |                            |                                  |                                  | <b>Analyser:</b>                 | SRM-3006                 |                       |                                   |                         |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018  |                  |                            |                                  |                                  | <b>Antenne:</b>                  | 3AX75M-3G                |                       |                                   |                         |  |
| <b>1</b>             | <b>2</b>  | <b>3</b>         | <b>4</b>                   | <b>5</b>                         | <b>6</b>                         | <b>7</b>                         | <b>8</b>                 | <b>9</b>              | <b>10</b>                         | <b>11</b>               |  |
| <b>f [MHz]</b>       | <b>Kanal (GSM)<br/>Scr. Code (UMTS)<br/>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE)</b> | <b>Betreiber</b> | <b>Grenzwert<br/>[V/m]</b> | <b>E (gemessen)<br/>[dBµV/m]</b> | <b>Messunsicherheit<br/>[dB]</b> | <b>Faktor max.<br/>Immission</b> | <b>Emax<br/>[dBµV/m]</b> | <b>Emax<br/>[V/m]</b> | <b>Emax<br/>[% vom Grenzwert]</b> | <b>Smax<br/>[mW/m²]</b> |  |
| <b>Messpunkt</b>     | <b>7</b>  |                  |                            |                                  |                                  |                                  |                          |                       |                                   |                         |  |
| 935,8                | 4   | Vodafone         | 41,7                       | 82,0                             | 0,0                              | 6,6                              | 90,2                     | 0,03                  | 0,08                              | 0,003                   |  |
| 946,0                | 55  | T-Mobile         | 41,7                       | 98,2                             | 0,0                              | 9,2                              | 107,8                    | 0,25                  | 0,59                              | 0,160                   |  |
| 946,8                | 59  | T-Mobile         | 41,7                       | 112,7                            | 0,0                              | 9,2                              | 122,3                    | 1,30                  | 3,12                              | 4,492                   |  |
| 947,6                | 63  | T-Mobile         | 41,7                       | 87,9                             | 0,0                              | 9,2                              | 97,5                     | 0,08                  | 0,18                              | 0,015                   |  |
| 1853,0               | 751   | Telefonica       | 58,4                       | 82,4                             | 0,0                              | 16,0                             | 94,5                     | 0,05                  | 0,09                              | 0,007                   |  |
| 2112,8               | 363   | Vodafone         | 61,0                       | 76,7                             | 0,0                              | 72,4                             | 95,3                     | 0,06                  | 0,10                              | 0,009                   |  |
| 2112,8               | 371   | Vodafone         | 61,0                       | 96,2                             | 0,0                              | 72,4                             | 114,8                    | 0,55                  | 0,90                              | 0,797                   |  |
| 2112,8               | 456   | Vodafone         | 61,0                       | 86,7                             | 0,0                              | 72,4                             | 105,3                    | 0,18                  | 0,30                              | 0,090                   |  |
| 2117,6               | 152   | Vodafone         | 61,0                       | 51,0                             | 0,0                              | 72,4                             | 69,6                     | 0,00                  | 0,00                              | 0,000                   |  |
| 2117,6               | 187   | Vodafone         | 61,0                       | 57,8                             | 0,0                              | 72,4                             | 76,3                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2117,6               | 225   | Vodafone         | 61,0                       | 58,2                             | 0,0                              | 60,6                             | 76,0                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2127,8               | 20  | Telefonica       | 61,0                       | 67,4                             | 0,0                              | 11,3                             | 77,9                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2127,8               | 91  | Telefonica       | 61,0                       | 58,9                             | 0,0                              | 11,3                             | 69,4                     | 0,00                  | 0,00                              | 0,000                   |  |
| 2132,6               | 20  | Telefonica       | 61,0                       | 68,4                             | 0,0                              | 11,3                             | 78,9                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2132,6               | 91  | Telefonica       | 61,0                       | 58,3                             | 0,0                              | 11,3                             | 68,8                     | 0,00                  | 0,00                              | 0,000                   |  |
| 2147,6               | 165   | Telefonica       | 61,0                       | 56,0                             | 0,0                              | 11,3                             | 66,5                     | 0,00                  | 0,00                              | 0,000                   |  |
| 2152,4               | 165   | Telefonica       | 61,0                       | 51,6                             | 0,0                              | 11,3                             | 62,1                     | 0,00                  | 0,00                              | 0,000                   |  |
| 2157,2               | 165   | Telefonica       | 61,0                       | 53,8                             | 0,0                              | 11,3                             | 64,3                     | 0,00                  | 0,00                              | 0,000                   |  |
| 2162,4               | 71  | T-Mobile         | 61,0                       | 76,4                             | 0,0                              | 16,0                             | 88,4                     | 0,03                  | 0,04                              | 0,002                   |  |
| 2162,4               | 121   | T-Mobile         | 61,0                       | 79,2                             | 0,0                              | 16,0                             | 91,3                     | 0,04                  | 0,06                              | 0,004                   |  |
| 2162,4               | 481   | T-Mobile         | 61,0                       | 94,7                             | 0,0                              | 16,0                             | 106,8                    | 0,22                  | 0,36                              | 0,126                   |  |
| 2167,2               | 71  | T-Mobile         | 61,0                       | 77,3                             | 0,0                              | 16,0                             | 89,4                     | 0,03                  | 0,05                              | 0,002                   |  |
| 2167,2               | 121   | T-Mobile         | 61,0                       | 79,6                             | 0,0                              | 16,0                             | 91,6                     | 0,04                  | 0,06                              | 0,004                   |  |
| 2167,2               | 481   | T-Mobile         | 61,0                       | 91,2                             | 0,0                              | 16,0                             | 103,3                    | 0,15                  | 0,24                              | 0,056                   |  |
| 816,0                | 270-0   | T-Mobile         | 39,2                       | 44,7                             | 0,0                              | 900,0                            | 74,3                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 816,0                | 270-1   | T-Mobile         | 39,2                       | 39,0                             | 0,0                              | 900,0                            | 68,6                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 1815,0               | 215-0   | T-Mobile         | 58,5                       | 85,3                             | 0,0                              | 1800,0                           | 117,8                    | 0,78                  | 1,33                              | 1,599                   |  |
| 1815,0               | 215-1   | T-Mobile         | 58,5                       | 84,9                             | 0,0                              | 1800,0                           | 117,5                    | 0,75                  | 1,28                              | 1,486                   |  |
|                      |   |                  |                            |                                  |                                  |                                  | <b>Sum:</b>              | <b>1,8</b>            | <b>3,83</b>                       | <b>8,85</b>             |  |

Tabelle 4.4.1.5-1: Übersicht der maximal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 7

### 4.4.1.6 Messpunkt 8

| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main  |            |                    |                          |                          | <b>Zeit:</b>            | 08:00 - 10:15                |                           |                                       |                             |  |
|----------------------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler  |            |                    |                          |                          | <b>Wetter:</b>          | wechselhaft 10°C             |                           |                                       |                             |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE   |            |                    |                          |                          | <b>Analyser</b>         | SRM-3006                     |                           |                                       |                             |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018   |            |                    |                          |                          | <b>Antenne:</b>         | 3AX75M-3G                    |                           |                                       |                             |  |
| 1                    | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                       | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |  |
| f [MHz]              | Kanal (GSM)<br>Ser. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immision | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |  |
| <b>Messpunkt</b>     | <b>8</b>   |            |                    |                          |                          |                         |                              |                           |                                       |                             |  |
| 928,8                | 1012   | Telefonica | 41,7               | 75,0                     | 0,0                      | 2,1                     | 78,2                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |  |
| 932,6                | 1012   | Telefonica | 41,7               | 78,8                     | 0,0                      | 2,1                     | 82,0                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |  |
| 934,4                | 1021   | Telefonica | 41,7               | 75,2                     | 0,0                      | 2,1                     | 78,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |  |
| 935,8                | 4  | Vodafone   | 41,7               | 95,7                     | 0,0                      | 6,6                     | 103,9                        | 0,16                      | 0,37                                  | 0,065                       |  |
| 936,2                | 6  | Vodafone   | 41,7               | 81,3                     | 0,0                      | 6,6                     | 89,4                         | 0,03                      | 0,07                                  | 0,002                       |  |
| 944,0                | 45   | Vodafone   | 41,7               | 82,5                     | 0,0                      | 6,6                     | 90,6                         | 0,03                      | 0,08                                  | 0,003                       |  |
| 944,4                | 47   | Vodafone   | 41,7               | 82,0                     | 0,0                      | 6,6                     | 90,2                         | 0,03                      | 0,08                                  | 0,003                       |  |
| 946,0                | 55   | T-Mobile   | 41,7               | 73,4                     | 0,0                      | 9,2                     | 83,1                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,001                       |  |
| 946,4                | 57   | T-Mobile   | 41,7               | 81,2                     | 0,0                      | 8,2                     | 90,3                         | 0,03                      | 0,08                                  | 0,003                       |  |
| 946,6                | 59   | T-Mobile   | 41,7               | 97,0                     | 0,0                      | 9,2                     | 106,6                        | 0,21                      | 0,52                                  | 0,123                       |  |
| 947,6                | 63   | T-Mobile   | 41,7               | 89,2                     | 0,0                      | 9,2                     | 98,8                         | 0,09                      | 0,21                                  | 0,020                       |  |
| 949,0                | 70   | T-Mobile   | 41,7               | 81,8                     | 0,0                      | 8,2                     | 90,9                         | 0,04                      | 0,08                                  | 0,003                       |  |
| 950,8                | 79   | T-Mobile   | 41,7               | 75,2                     | 0,0                      | 8,2                     | 84,3                         | 0,02                      | 0,04                                  | 0,001                       |  |
| 959,6                | 123  | T-Mobile   | 41,7               | 73,4                     | 0,0                      | 9,2                     | 83,0                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,001                       |  |
| 1853,0               | 751  | Telefonica | 58,4               | 105,5                    | 0,0                      | 16,0                    | 117,6                        | 0,75                      | 1,29                                  | 1,509                       |  |
| 2112,8               | 152  | Vodafone   | 61,0               | 68,8                     | 0,0                      | 72,4                    | 87,4                         | 0,02                      | 0,04                                  | 0,001                       |  |
| 2112,8               | 187  | Vodafone   | 61,0               | 82,5                     | 0,0                      | 72,4                    | 101,1                        | 0,11                      | 0,19                                  | 0,034                       |  |
| 2112,8               | 225  | Vodafone   | 61,0               | 70,2                     | 0,0                      | 60,6                    | 88,1                         | 0,03                      | 0,04                                  | 0,002                       |  |
| 2112,8               | 363  | Vodafone   | 61,0               | 91,4                     | 0,0                      | 72,4                    | 110,0                        | 0,32                      | 0,52                                  | 0,266                       |  |
| 2117,6               | 25   | Vodafone   | 61,0               | 58,9                     | 0,0                      | 13,6                    | 70,3                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 2117,6               | 152  | Vodafone   | 61,0               | 75,2                     | 0,0                      | 72,4                    | 93,8                         | 0,05                      | 0,08                                  | 0,006                       |  |
| 2117,6               | 187  | Vodafone   | 61,0               | 80,4                     | 0,0                      | 72,4                    | 98,9                         | 0,09                      | 0,15                                  | 0,021                       |  |
| 2117,6               | 225  | Vodafone   | 61,0               | 90,6                     | 0,0                      | 60,6                    | 108,4                        | 0,26                      | 0,43                                  | 0,184                       |  |
| 2127,8               | 20   | Telefonica | 61,0               | 82,7                     | 0,0                      | 11,3                    | 93,2                         | 0,05                      | 0,08                                  | 0,006                       |  |
| 2132,6               | 20   | Telefonica | 61,0               | 80,4                     | 0,0                      | 11,3                    | 90,9                         | 0,04                      | 0,06                                  | 0,003                       |  |
| 2147,6               | 165  | Telefonica | 61,0               | 62,7                     | 0,0                      | 11,3                    | 73,2                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 2147,6               | 363  | Telefonica | 61,0               | 56,0                     | 0,0                      | 11,3                    | 66,6                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |  |
| 2152,4               | 165  | Telefonica | 61,0               | 65,7                     | 0,0                      | 11,3                    | 76,2                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 2152,4               | 363  | Telefonica | 61,0               | 54,8                     | 0,0                      | 11,3                    | 65,3                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |  |
| 2157,2               | 165  | Telefonica | 61,0               | 64,0                     | 0,0                      | 11,3                    | 74,5                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 2157,2               | 363  | Telefonica | 61,0               | 52,9                     | 0,0                      | 11,3                    | 63,4                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |  |
| 2162,4               | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 76,4                     | 0,0                      | 16,0                    | 88,4                         | 0,03                      | 0,04                                  | 0,002                       |  |
| 2162,4               | 463  | T-Mobile   | 61,0               | 66,1                     | 0,0                      | 16,0                    | 78,1                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 2162,4               | 481  | T-Mobile   | 61,0               | 76,4                     | 0,0                      | 16,0                    | 88,4                         | 0,03                      | 0,04                                  | 0,002                       |  |
| 2167,2               | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 79,0                     | 0,0                      | 16,0                    | 91,1                         | 0,04                      | 0,06                                  | 0,003                       |  |
| 2167,2               | 463  | T-Mobile   | 61,0               | 65,0                     | 0,0                      | 16,0                    | 77,0                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 2167,2               | 481  | T-Mobile   | 61,0               | 79,3                     | 0,0                      | 16,0                    | 91,4                         | 0,04                      | 0,06                                  | 0,004                       |  |
| 806,0                | 6-0  | Vodafone   | 38,9               | 42,0                     | 0,0                      | 1320,0                  | 73,2                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 806,0                | 6-0  | Vodafone   | 38,9               | 38,8                     | 0,0                      | 1320,0                  | 70,0                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 806,0                | 36-0   | Vodafone   | 38,9               | 39,0                     | 0,0                      | 1320,0                  | 70,2                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 806,0                | 36-1   | Vodafone   | 38,9               | 37,4                     | 0,0                      | 1320,0                  | 68,6                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 816,0                | 311-0  | T-Mobile   | 39,2               | 55,5                     | 0,0                      | 900,0                   | 85,1                         | 0,02                      | 0,05                                  | 0,001                       |  |
| 1815,0               | 213-0  | T-Mobile   | 58,5               | 64,2                     | 0,0                      | 1800,0                  | 96,8                         | 0,07                      | 0,12                                  | 0,013                       |  |
| 1815,0               | 213-1  | T-Mobile   | 58,5               | 63,8                     | 0,0                      | 1800,0                  | 96,3                         | 0,07                      | 0,11                                  | 0,011                       |  |
| 1815,0               | 215-0  | T-Mobile   | 58,5               | 60,5                     | 0,0                      | 1800,0                  | 93,1                         | 0,04                      | 0,08                                  | 0,005                       |  |
| 1815,0               | 215-1  | T-Mobile   | 58,5               | 64,4                     | 0,0                      | 1800,0                  | 96,9                         | 0,07                      | 0,12                                  | 0,013                       |  |
| 1815,0               | 462-0  | T-Mobile   | 58,5               | 53,4                     | 0,0                      | 3060,0                  | 88,2                         | 0,03                      | 0,04                                  | 0,002                       |  |
| 1815,0               | 464-0  | T-Mobile   | 58,5               | 40,7                     | 0,0                      | 3060,0                  | 75,6                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |  |
| 1815,0               | 464-1  | T-Mobile   | 58,5               | 44,7                     | 0,0                      | 3060,0                  | 79,5                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |  |
|                      |  |            |                    |                          |                          |                         | <b>Sum:</b>                  | <b>0,9</b>                | <b>1,66</b>                           | <b>2,31</b>                 |  |

Tabelle 4.4.1.6-1: Übersicht der maximal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 8

### 4.4.1.7 Messpunkt 10

|                      |                         |  |  |  |  |  |                 |                  |  |  |  |
|----------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|-----------------|------------------|--|--|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  |  | <b>Zeit:</b>    | 08:00 - 10:15    |  |  |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  |  | <b>Wetter:</b>  | wechselhaft 10°C |  |  |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  |  | <b>Analyser</b> | SRM-3006         |  |  |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018              |  |  |  |  |  | <b>Antenne:</b> | 3AX75M-3G        |  |  |  |

| 1                | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                        | 8                | 9             | 10                        | 11              |
|------------------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|---------------|---------------------------|-----------------|
| f [MHz]          | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID*Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immission | Emax<br>[dBµV/m] | Emax<br>[V/m] | Emax<br>[% vom Grenzwert] | Smax<br>[mW/m²] |
| <b>Messpunkt</b> | <b>10</b>  |            |                    |                          |                          |                          |                  |               |                           |                 |
| 935,8            | 4  | Vodafone   | 41,7               | 117,2                    | 0,0                      | 6,6                      | 125,4            | 1,87          | 4,48                      | 9,251           |
| 944,0            | 45   | Vodafone   | 41,7               | 94,8                     | 0,0                      | 6,6                      | 103,0            | 0,14          | 0,34                      | 0,053           |
| 944,4            | 47   | Vodafone   | 41,7               | 93,1                     | 0,0                      | 6,6                      | 101,2            | 0,12          | 0,28                      | 0,035           |
| 947,6            | 63   | T-Mobile   | 41,7               | 88,6                     | 0,0                      | 9,2                      | 98,3             | 0,08          | 0,20                      | 0,018           |
| 1853,0           | 751  | Telefonica | 58,4               | 104,2                    | 0,0                      | 16,0                     | 116,2            | 0,65          | 1,11                      | 1,111           |
| 2112,8           | 187  | Vodafone   | 61,0               | 99,2                     | 0,0                      | 72,4                     | 117,8            | 0,77          | 1,27                      | 1,589           |
| 2117,6           | 187  | Vodafone   | 61,0               | 96,1                     | 0,0                      | 72,4                     | 114,7            | 0,54          | 0,89                      | 0,775           |
| 2127,8           | 20   | Telefonica | 61,0               | 70,4                     | 0,0                      | 11,3                     | 80,9             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 2127,8           | 26   | Telefonica | 61,0               | 65,0                     | 0,0                      | 11,3                     | 75,5             | 0,01          | 0,01                      | 0,000           |
| 2132,6           | 20   | Telefonica | 61,0               | 69,4                     | 0,0                      | 11,3                     | 79,9             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 2132,6           | 26   | Telefonica | 61,0               | 61,2                     | 0,0                      | 11,3                     | 71,7             | 0,00          | 0,01                      | 0,000           |
| 2147,6           | 165  | Telefonica | 61,0               | 52,3                     | 0,0                      | 11,3                     | 62,8             | 0,00          | 0,00                      | 0,000           |
| 2152,4           | 165  | Telefonica | 61,0               | 52,3                     | 0,0                      | 11,3                     | 62,8             | 0,00          | 0,00                      | 0,000           |
| 2157,2           | 165  | Telefonica | 61,0               | 53,7                     | 0,0                      | 11,3                     | 64,2             | 0,00          | 0,00                      | 0,000           |
| 2162,4           | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 77,5                     | 0,0                      | 16,0                     | 89,5             | 0,03          | 0,05                      | 0,002           |
| 2167,2           | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 78,2                     | 0,0                      | 16,0                     | 90,2             | 0,03          | 0,05                      | 0,003           |
| 1815,0           | 213-0  | T-Mobile   | 58,5               | 62,9                     | 0,0                      | 1800,0                   | 95,4             | 0,06          | 0,10                      | 0,009           |
| 1815,0           | 213-1  | T-Mobile   | 58,5               | 62,8                     | 0,0                      | 1800,0                   | 95,3             | 0,06          | 0,10                      | 0,009           |
|                  |  |            |                    |                          |                          |                          | <b>Sum:</b>      | <b>2,2</b>    | <b>4,89</b>               | <b>12,86</b>    |

Tabelle 4.4.1.7-1: Übersicht der maximal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 10

### 4.4.1.8 Messpunkt 11

|                      |   |                  |                            |                                  |                                  |                                  |                          |                       |                                   |                         |  |
|----------------------|---|------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main   |                  |                            |                                  |                                  | <b>Zeit:</b>                     | 08:00 - 10:15            |                       |                                   |                         |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler   |                  |                            |                                  |                                  | <b>Wetter:</b>                   | wechselhaft 10°C         |                       |                                   |                         |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE  |                  |                            |                                  |                                  | <b>Analyser:</b>                 | SRM-3006                 |                       |                                   |                         |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018  |                  |                            |                                  |                                  | <b>Antenne:</b>                  | 3AX75M-3G                |                       |                                   |                         |  |
| <b>1</b>             | <b>2</b>  | <b>3</b>         | <b>4</b>                   | <b>5</b>                         | <b>6</b>                         | <b>7</b>                         | <b>8</b>                 | <b>9</b>              | <b>10</b>                         | <b>11</b>               |  |
| <b>f [MHz]</b>       | <b>Kanal (GSM)<br/>Scr. Code (UMTS)<br/>/ Cell-ID*Anzahl MIMO Pfade (LTE)</b> | <b>Betreiber</b> | <b>Grenzwert<br/>[V/m]</b> | <b>E (gemessen)<br/>[dBµV/m]</b> | <b>Messunsicherheit<br/>[dB]</b> | <b>Faktor max.<br/>Immission</b> | <b>Emax<br/>[dBµV/m]</b> | <b>Emax<br/>[V/m]</b> | <b>Emax<br/>[% vom Grenzwert]</b> | <b>Smax<br/>[mW/m²]</b> |  |
| <b>Messpunkt</b>     | <b>11</b>   |                  |                            |                                  |                                  |                                  |                          |                       |                                   |                         |  |
| 927,2                | 986   | Telefonica       | 41,7                       | 69,2                             | 0,0                              | 2,1                              | 72,4                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 930,6                | 1003  | Telefonica       | 41,7                       | 76,5                             | 0,0                              | 2,1                              | 79,7                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 942,4                | 37  | Vodafone         | 41,7                       | 79,8                             | 0,0                              | 6,6                              | 88,0                     | 0,03                  | 0,06                              | 0,002                   |  |
| 944,0                | 45  | Vodafone         | 41,7                       | 65,4                             | 0,0                              | 6,6                              | 73,6                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 948,0                | 65  | T-Mobile         | 41,7                       | 70,8                             | 0,0                              | 9,2                              | 80,4                     | 0,01                  | 0,03                              | 0,000                   |  |
| 949,0                | 70  | T-Mobile         | 41,7                       | 77,2                             | 0,0                              | 8,2                              | 86,3                     | 0,02                  | 0,05                              | 0,001                   |  |
| 949,2                | 71  | T-Mobile         | 41,7                       | 76,7                             | 0,0                              | 15,9                             | 88,8                     | 0,03                  | 0,07                              | 0,002                   |  |
| 952,0                | 85  | T-Mobile         | 41,7                       | 67,2                             | 0,0                              | 15,9                             | 79,2                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 1850,8               | 740   | Telefonica       | 58,4                       | 77,3                             | 0,0                              | 2,1                              | 80,5                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 2112,8               | 314   | Vodafone         | 61,0                       | 70,9                             | 0,0                              | 33,3                             | 86,1                     | 0,02                  | 0,03                              | 0,001                   |  |
| 2117,6               | 314   | Vodafone         | 61,0                       | 71,6                             | 0,0                              | 33,3                             | 86,8                     | 0,02                  | 0,04                              | 0,001                   |  |
| 2127,8               | 91  | Telefonica       | 61,0                       | 69,9                             | 0,0                              | 11,3                             | 80,4                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 2132,6               | 91  | Telefonica       | 61,0                       | 70,0                             | 0,0                              | 11,3                             | 80,5                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 2147,6               | 94  | Telefonica       | 61,0                       | 60,6                             | 0,0                              | 11,3                             | 71,1                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2152,4               | 94  | Telefonica       | 61,0                       | 62,8                             | 0,0                              | 11,3                             | 73,3                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2157,2               | 94  | Telefonica       | 61,0                       | 64,5                             | 0,0                              | 11,3                             | 75,0                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2162,4               | 15  | T-Mobile         | 61,0                       | 60,7                             | 0,0                              | 16,0                             | 72,8                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2162,4               | 90  | T-Mobile         | 61,0                       | 55,9                             | 0,0                              | 16,0                             | 67,9                     | 0,00                  | 0,00                              | 0,000                   |  |
| 2162,4               | 113   | T-Mobile         | 61,0                       | 61,6                             | 0,0                              | 16,0                             | 73,6                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 2167,2               | 15  | T-Mobile         | 61,0                       | 68,1                             | 0,0                              | 16,0                             | 80,1                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 2167,2               | 90  | T-Mobile         | 61,0                       | 48,7                             | 0,0                              | 16,0                             | 60,7                     | 0,00                  | 0,00                              | 0,000                   |  |
| 2167,2               | 113   | T-Mobile         | 61,0                       | 58,5                             | 0,0                              | 16,0                             | 70,6                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 796,0                | 32-0  | Telefonica       | 38,7                       | 45,7                             | 0,0                              | 600,0                            | 73,5                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 796,0                | 32-1  | Telefonica       | 38,7                       | 49,1                             | 0,0                              | 600,0                            | 76,8                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 796,0                | 58-0  | Telefonica       | 38,7                       | 41,9                             | 0,0                              | 600,0                            | 69,7                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 796,0                | 58-1  | Telefonica       | 38,7                       | 44,5                             | 0,0                              | 600,0                            | 72,3                     | 0,00                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 796,0                | 59-0  | Telefonica       | 38,7                       | 52,1                             | 0,0                              | 600,0                            | 79,8                     | 0,01                  | 0,03                              | 0,000                   |  |
| 796,0                | 59-1  | Telefonica       | 38,7                       | 54,1                             | 0,0                              | 600,0                            | 81,9                     | 0,01                  | 0,03                              | 0,000                   |  |
| 806,0                | 105-0   | Vodafone         | 38,9                       | 50,8                             | 0,0                              | 1320,0                           | 82,0                     | 0,01                  | 0,03                              | 0,000                   |  |
| 806,0                | 105-1   | Vodafone         | 38,9                       | 51,2                             | 0,0                              | 1320,0                           | 82,4                     | 0,01                  | 0,03                              | 0,000                   |  |
| 816,0                | 13-0  | T-Mobile         | 39,2                       | 46,0                             | 0,0                              | 900,0                            | 75,5                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 816,0                | 13-1  | T-Mobile         | 39,2                       | 48,3                             | 0,0                              | 900,0                            | 77,9                     | 0,01                  | 0,02                              | 0,000                   |  |
| 816,0                | 14-1  | T-Mobile         | 39,2                       | 54,7                             | 0,0                              | 900,0                            | 84,2                     | 0,02                  | 0,04                              | 0,001                   |  |
| 816,0                | 14-1  | T-Mobile         | 39,2                       | 58,2                             | 0,0                              | 900,0                            | 87,8                     | 0,02                  | 0,06                              | 0,002                   |  |
| 816,0                | 355-0   | T-Mobile         | 39,2                       | 45,0                             | 0,0                              | 900,0                            | 74,6                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 816,0                | 355-1   | T-Mobile         | 39,2                       | 44,9                             | 0,0                              | 900,0                            | 74,5                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 1815,0               | 139-0   | T-Mobile         | 58,5                       | 44,7                             | 0,0                              | 1800,0                           | 77,2                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
| 1815,0               | 139-1   | T-Mobile         | 58,5                       | 41,9                             | 0,0                              | 1800,0                           | 74,5                     | 0,01                  | 0,01                              | 0,000                   |  |
|                      |   |                  |                            |                                  |                                  |                                  | <b>Sum:</b>              | <b>0,1</b>            | <b>0,17</b>                       | <b>0,01</b>             |  |

Tabelle 4.4.1.8-1: Übersicht der maximal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 11



## 4.4.2 Minimal zu erwartende Messwerte

### 4.4.2.1 Messpunkt 1

|               |                         |  |  |  |  |          |                  |  |  |  |  |
|---------------|-------------------------|--|--|--|--|----------|------------------|--|--|--|--|
| Ort:          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  | Zeit:    | 08:00 - 10:15    |  |  |  |  |
| Durchführung: | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  | Wetter:  | wechselhaft 10°C |  |  |  |  |
| Signale:      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  | Analyser | SRM-3006         |  |  |  |  |
| Datum:        | 10.12.2018              |  |  |  |  | Antenne: | 3AX75M-3G        |  |  |  |  |

| 1                | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                        | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |
|------------------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| f [MHz]          | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immission | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |
| <b>Messpunkt</b> | <b>1</b>   |            |                    |                          |                          |                          |                              |                           |                                       |                             |
| 930,6            | 1003   | Telefonica | 41,7               | 97,7                     | 0,0                      | 1,0                      | 97,7                         | 0,08                      | 0,18                                  | 0,016                       |
| 934,6            | 1023   | Telefonica | 41,7               | 78,6                     | 0,0                      | 1,0                      | 78,6                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 945,2            | 51   | T-Mobile   | 41,7               | 81,1                     | 0,0                      | 1,0                      | 81,1                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |
| 959,4            | 122  | T-Mobile   | 41,7               | 92,9                     | 0,0                      | 1,0                      | 92,9                         | 0,04                      | 0,11                                  | 0,005                       |
| 1850,8           | 740  | Telefonica | 58,4               | 95,1                     | 0,0                      | 1,0                      | 95,1                         | 0,06                      | 0,10                                  | 0,009                       |
| 2112,8           | 314  | Vodafone   | 61,0               | 69,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 72,6                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2117,6           | 314  | Vodafone   | 61,0               | 69,9                     | 0,0                      | 2,0                      | 72,9                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2127,8           | 91   | Telefonica | 61,0               | 95,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 98,0                         | 0,08                      | 0,13                                  | 0,017                       |
| 2132,6           | 91   | Telefonica | 61,0               | 93,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 96,3                         | 0,06                      | 0,11                                  | 0,011                       |
| 2162,4           | 209  | T-Mobile   | 61,0               | 87,5                     | 0,0                      | 2,0                      | 90,5                         | 0,03                      | 0,05                                  | 0,003                       |
| 2162,4           | 313  | T-Mobile   | 61,0               | 67,5                     | 0,0                      | 2,0                      | 70,5                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2167,2           | 209  | T-Mobile   | 61,0               | 86,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 89,7                         | 0,03                      | 0,05                                  | 0,002                       |
| 2167,2           | 313  | T-Mobile   | 61,0               | 77,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 80,6                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 796,0            | 59-0   | Telefonica | 38,7               | 68,8                     | 0,0                      | 150,0                    | 90,6                         | 0,03                      | 0,09                                  | 0,003                       |
| 796,0            | 59-1   | Telefonica | 38,7               | 70,4                     | 0,0                      | 150,0                    | 92,1                         | 0,04                      | 0,10                                  | 0,004                       |
| 816,0            | 73-0   | T-Mobile   | 39,2               | 70,9                     | 0,0                      | 225,0                    | 94,5                         | 0,05                      | 0,13                                  | 0,007                       |
| 816,0            | 73-1   | T-Mobile   | 39,2               | 75,6                     | 0,0                      | 225,0                    | 99,1                         | 0,09                      | 0,23                                  | 0,022                       |
| 816,0            | 74-0   | T-Mobile   | 39,2               | 59,8                     | 0,0                      | 225,0                    | 83,4                         | 0,01                      | 0,04                                  | 0,001                       |
| 816,0            | 74-1   | T-Mobile   | 39,2               | 64,0                     | 0,0                      | 225,0                    | 87,5                         | 0,02                      | 0,06                                  | 0,002                       |
| 1815,0           | 423-0  | T-Mobile   | 58,5               | 65,7                     | 0,0                      | 450,0                    | 92,2                         | 0,04                      | 0,07                                  | 0,004                       |
| 1815,0           | 423-1  | T-Mobile   | 58,5               | 60,2                     | 0,0                      | 450,0                    | 86,7                         | 0,02                      | 0,04                                  | 0,001                       |
| 1815,0           | 425-0  | T-Mobile   | 58,5               | 66,0                     | 0,0                      | 450,0                    | 92,6                         | 0,04                      | 0,07                                  | 0,005                       |
| 1815,0           | 425-1  | T-Mobile   | 58,5               | 61,3                     | 0,0                      | 450,0                    | 87,8                         | 0,02                      | 0,04                                  | 0,002                       |
|                  |  |            |                    |                          |                          |                          | <b>Sum:</b>                  | <b>0,2</b>                | <b>0,44</b>                           | <b>0,11</b>                 |

Tabelle 4.4.2.1-1: Übersicht der minimal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 1

### 4.4.2.2 Messpunkt 2

|                      |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |                 |                  |
|----------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------|-----------------|------------------|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>Zeit:</b> | 08:00 - 10:15   |                  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              | <b>Wetter:</b>  | wechselhaft 10°C |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              | <b>Analyser</b> | SRM-3006         |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              | <b>Antenne:</b> | 3AX75M-3G        |

| 1         | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                       | 8                | 9             | 10                        | 11              |
|-----------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|---------------|---------------------------|-----------------|
| f [MHz]   | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID*Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immision | Emax<br>[dBµV/m] | Emax<br>[V/m] | Emax<br>[% vom Grenzwert] | Smax<br>[mW/m²] |
| Messpunkt | 2  |            |                    |                          |                          |                         |                  |               |                           |                 |
| 930,6     | 1003   | Telefonica | 41,7               | 80,8                     | 0,0                      | 1,0                     | 80,8             | 0,01          | 0,03                      | 0,000           |
| 945,2     | 51   | T-Mobile   | 41,7               | 95,1                     | 0,0                      | 1,0                     | 95,1             | 0,06          | 0,14                      | 0,009           |
| 959,4     | 122  | T-Mobile   | 41,7               | 95,0                     | 0,0                      | 1,0                     | 95,0             | 0,06          | 0,13                      | 0,008           |
| 1837,2    | 672  | Telefonica | 58,4               | 81,7                     | 0,0                      | 1,0                     | 81,7             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 1850,8    | 740  | Telefonica | 58,4               | 80,0                     | 0,0                      | 1,0                     | 80,0             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 2112,8    | 314  | Vodafone   | 61,0               | 51,1                     | 0,0                      | 2,0                     | 54,1             | 0,00          | 0,00                      | 0,000           |
| 2117,6    | 314  | Vodafone   | 61,0               | 52,5                     | 0,0                      | 2,0                     | 55,6             | 0,00          | 0,00                      | 0,000           |
| 2127,8    | 91   | Telefonica | 61,0               | 75,0                     | 0,0                      | 2,0                     | 78,0             | 0,01          | 0,01                      | 0,000           |
| 2132,6    | 91   | Telefonica | 61,0               | 77,0                     | 0,0                      | 2,0                     | 80,0             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 2162,4    | 209  | T-Mobile   | 61,0               | 82,7                     | 0,0                      | 2,0                     | 85,7             | 0,02          | 0,03                      | 0,001           |
| 2162,4    | 313  | T-Mobile   | 61,0               | 84,7                     | 0,0                      | 2,0                     | 87,7             | 0,02          | 0,04                      | 0,002           |
| 2167,2    | 209  | T-Mobile   | 61,0               | 79,7                     | 0,0                      | 2,0                     | 82,7             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 2167,2    | 313  | T-Mobile   | 61,0               | 83,3                     | 0,0                      | 2,0                     | 86,3             | 0,02          | 0,03                      | 0,001           |
| 796,0     | 59-0   | Telefonica | 38,7               | 55,4                     | 0,0                      | 150,0                   | 77,2             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 796,0     | 59-1   | Telefonica | 38,7               | 56,7                     | 0,0                      | 150,0                   | 78,4             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 816,0     | 73-0   | T-Mobile   | 39,2               | 70,0                     | 0,0                      | 225,0                   | 93,5             | 0,05          | 0,12                      | 0,006           |
| 816,0     | 73-1   | T-Mobile   | 39,2               | 53,5                     | 0,0                      | 225,0                   | 77,0             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
| 816,0     | 74-0   | T-Mobile   | 39,2               | 75,1                     | 0,0                      | 225,0                   | 98,7             | 0,09          | 0,22                      | 0,019           |
| 816,0     | 74-1   | T-Mobile   | 39,2               | 64,0                     | 0,0                      | 225,0                   | 87,5             | 0,02          | 0,06                      | 0,001           |
| 1815,0    | 423-0  | T-Mobile   | 58,5               | 71,2                     | 0,0                      | 450,0                   | 97,7             | 0,08          | 0,13                      | 0,016           |
| 1815,0    | 423-1  | T-Mobile   | 58,5               | 65,6                     | 0,0                      | 450,0                   | 92,1             | 0,04          | 0,07                      | 0,004           |
| 1815,0    | 425-0  | T-Mobile   | 58,5               | 68,6                     | 0,0                      | 450,0                   | 95,2             | 0,06          | 0,10                      | 0,009           |
| 1815,0    | 425-1  | T-Mobile   | 58,5               | 54,0                     | 0,0                      | 450,0                   | 80,6             | 0,01          | 0,02                      | 0,000           |
|           |  |            |                    |                          |                          |                         | <b>Sum:</b>      | <b>0,2</b>    | <b>0,38</b>               | <b>0,08</b>     |

Tabelle 4.4.2.2-1: Übersicht der minimal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 2

### 4.4.2.3 Messpunkt 5

|                      |                         |  |  |  |  |                 |                  |  |  |  |  |
|----------------------|-------------------------|--|--|--|--|-----------------|------------------|--|--|--|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  | <b>Zeit:</b>    | 08:00 - 10:15    |  |  |  |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  | <b>Wetter:</b>  | wechselhaft 10°C |  |  |  |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  | <b>Analyser</b> | SRM-3006         |  |  |  |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018              |  |  |  |  | <b>Antenne:</b> | 3AX75M-3G        |  |  |  |  |

| 1         | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                        | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |
|-----------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| f [MHz]   | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immission | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |
| Messpunkt | 5  |            |                    |                          |                          |                          |                              |                           |                                       |                             |
| 935,8     | 4  | Vodafone   | 41,7               | 83,4                     | 0,0                      | 1,0                      | 83,4                         | 0,01                      | 0,04                                  | 0,001                       |
| 946,0     | 55   | T-Mobile   | 41,7               | 98,4                     | 0,0                      | 1,0                      | 98,4                         | 0,08                      | 0,20                                  | 0,019                       |
| 947,6     | 63   | T-Mobile   | 41,7               | 106,3                    | 0,0                      | 1,0                      | 106,3                        | 0,21                      | 0,49                                  | 0,113                       |
| 1853,0    | 751  | Telefonica | 58,4               | 83,7                     | 0,0                      | 1,0                      | 83,7                         | 0,02                      | 0,03                                  | 0,001                       |
| 2112,8    | 363  | Vodafone   | 61,0               | 90,1                     | 0,0                      | 2,0                      | 93,1                         | 0,05                      | 0,07                                  | 0,005                       |
| 2112,8    | 371  | Vodafone   | 61,0               | 81,1                     | 0,0                      | 2,0                      | 84,1                         | 0,02                      | 0,03                                  | 0,001                       |
| 2112,8    | 456  | Vodafone   | 61,0               | 96,7                     | 0,0                      | 2,0                      | 99,8                         | 0,10                      | 0,16                                  | 0,025                       |
| 2117,6    | 152  | Vodafone   | 61,0               | 54,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 57,1                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 187  | Vodafone   | 61,0               | 59,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 62,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 225  | Vodafone   | 61,0               | 62,9                     | 0,0                      | 2,0                      | 65,9                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2127,8    | 20   | Telefonica | 61,0               | 69,1                     | 0,0                      | 2,0                      | 72,1                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2127,8    | 91   | Telefonica | 61,0               | 61,4                     | 0,0                      | 2,0                      | 64,5                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 20   | Telefonica | 61,0               | 66,9                     | 0,0                      | 2,0                      | 69,9                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 21   | Telefonica | 61,0               | 55,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 58,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 91   | Telefonica | 61,0               | 60,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 63,6                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2162,4    | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 84,8                     | 0,0                      | 2,0                      | 87,8                         | 0,02                      | 0,04                                  | 0,002                       |
| 2162,4    | 121  | T-Mobile   | 61,0               | 84,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 87,2                         | 0,02                      | 0,04                                  | 0,001                       |
| 2167,2    | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 86,9                     | 0,0                      | 2,0                      | 89,9                         | 0,03                      | 0,05                                  | 0,003                       |
| 2167,2    | 121  | T-Mobile   | 61,0               | 85,1                     | 0,0                      | 2,0                      | 88,1                         | 0,03                      | 0,04                                  | 0,002                       |
| 2167,2    | 481  | T-Mobile   | 61,0               | 64,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 67,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 1815,0    | 231-0  | T-Mobile   | 58,5               | 68,5                     | 0,0                      | 450,0                    | 95,0                         | 0,06                      | 0,10                                  | 0,008                       |
| 1815,0    | 231-1  | T-Mobile   | 58,5               | 74,2                     | 0,0                      | 450,0                    | 100,7                        | 0,11                      | 0,19                                  | 0,031                       |
| 1815,0    | 214-0  | T-Mobile   | 58,5               | 72,1                     | 0,0                      | 450,0                    | 98,7                         | 0,09                      | 0,15                                  | 0,020                       |
| 1815,0    | 214-1  | T-Mobile   | 58,5               | 76,6                     | 0,0                      | 450,0                    | 103,2                        | 0,14                      | 0,25                                  | 0,055                       |
|           |  |            |                    |                          |                          |                          | <b>Sum:</b>                  | <b>0,3</b>                | <b>0,67</b>                           | <b>0,29</b>                 |

Tabelle 4.4.2.3-1: Übersicht der minimal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 5

#### 4.4.2.4 Messpunkt 6

|                      |                         |  |  |  |  |                 |                  |  |  |  |  |
|----------------------|-------------------------|--|--|--|--|-----------------|------------------|--|--|--|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  | <b>Zeit:</b>    | 08:00 - 10:15    |  |  |  |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  | <b>Wetter:</b>  | wechselhaft 10°C |  |  |  |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  | <b>Analyser</b> | SRM-3006         |  |  |  |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018              |  |  |  |  | <b>Antenne:</b> | 3AX75M-3G        |  |  |  |  |

| 1         | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                        | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |
|-----------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| f [MHz]   | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immission | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |
| Messpunkt | 6  |            |                    |                          |                          |                          |                              |                           |                                       |                             |
| 935,8     | 4  | Vodafone   | 41,7               | 90,0                     | 0,0                      | 1,0                      | 90,0                         | 0,03                      | 0,08                                  | 0,003                       |
| 946,0     | 55   | T-Mobile   | 41,7               | 118,8                    | 0,0                      | 1,0                      | 118,8                        | 0,87                      | 2,08                                  | 2,003                       |
| 946,8     | 59   | T-Mobile   | 41,7               | 92,3                     | 0,0                      | 1,0                      | 92,3                         | 0,04                      | 0,10                                  | 0,004                       |
| 947,6     | 63   | T-Mobile   | 41,7               | 94,2                     | 0,0                      | 1,0                      | 94,2                         | 0,05                      | 0,12                                  | 0,007                       |
| 1853,0    | 751  | Telefonica | 58,4               | 84,1                     | 0,0                      | 1,0                      | 84,1                         | 0,02                      | 0,03                                  | 0,001                       |
| 2112,8    | 363  | Vodafone   | 61,0               | 87,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 90,2                         | 0,03                      | 0,05                                  | 0,003                       |
| 2112,8    | 371  | Vodafone   | 61,0               | 100,0                    | 0,0                      | 2,0                      | 103,0                        | 0,14                      | 0,23                                  | 0,053                       |
| 2112,8    | 456  | Vodafone   | 61,0               | 91,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 94,6                         | 0,05                      | 0,09                                  | 0,008                       |
| 2117,6    | 152  | Vodafone   | 61,0               | 58,3                     | 0,0                      | 2,0                      | 61,3                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 187  | Vodafone   | 61,0               | 57,7                     | 0,0                      | 2,0                      | 60,7                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 225  | Vodafone   | 61,0               | 62,4                     | 0,0                      | 2,0                      | 65,4                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 314  | Vodafone   | 61,0               | 59,3                     | 0,0                      | 2,0                      | 62,3                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 20   | Telefonica | 61,0               | 68,8                     | 0,0                      | 2,0                      | 71,8                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 91   | Telefonica | 61,0               | 61,4                     | 0,0                      | 2,0                      | 64,4                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2162,4    | 121  | T-Mobile   | 61,0               | 105,6                    | 0,0                      | 2,0                      | 108,6                        | 0,27                      | 0,44                                  | 0,193                       |
| 2167,2    | 121  | T-Mobile   | 61,0               | 108,1                    | 0,0                      | 2,0                      | 111,1                        | 0,36                      | 0,59                                  | 0,339                       |
| 1815,0    | 214-0  | T-Mobile   | 58,5               | 93,0                     | 0,0                      | 450,0                    | 119,5                        | 0,95                      | 1,62                                  | 2,376                       |
| 1815,0    | 214-1  | T-Mobile   | 58,5               | 91,3                     | 0,0                      | 450,0                    | 117,9                        | 0,78                      | 1,34                                  | 1,625                       |
|           |  |            |                    |                          |                          |                          | <b>Sum:</b>                  | <b>1,6</b>                | <b>3,06</b>                           | <b>6,61</b>                 |

Tabelle 4.4.2.4-1: Übersicht der minimal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 6

### 4.4.2.5 Messpunkt 7

|                      |                         |  |  |  |  |  |                 |                  |  |  |  |
|----------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|-----------------|------------------|--|--|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  |  | <b>Zeit:</b>    | 08:00 - 10:15    |  |  |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  |  | <b>Wetter:</b>  | wechselhaft 10°C |  |  |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  |  | <b>Analyser</b> | SRM-3006         |  |  |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018              |  |  |  |  |  | <b>Antenne:</b> | 3AX75M-3G        |  |  |  |

| 1         | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                        | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |
|-----------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| f [MHz]   | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID*Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immission | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |
| Messpunkt | 7  |            |                    |                          |                          |                          |                              |                           |                                       |                             |
| 935,8     | 4  | Vodafone   | 41,7               | 82,0                     | 0,0                      | 1,0                      | 82,0                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |
| 946,0     | 55   | T-Mobile   | 41,7               | 98,2                     | 0,0                      | 1,0                      | 98,2                         | 0,08                      | 0,19                                  | 0,017                       |
| 946,8     | 59   | T-Mobile   | 41,7               | 112,7                    | 0,0                      | 1,0                      | 112,7                        | 0,43                      | 1,03                                  | 0,488                       |
| 947,6     | 63   | T-Mobile   | 41,7               | 87,9                     | 0,0                      | 1,0                      | 87,9                         | 0,02                      | 0,06                                  | 0,002                       |
| 1853,0    | 751  | Telefonica | 58,4               | 82,4                     | 0,0                      | 1,0                      | 82,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2112,8    | 363  | Vodafone   | 61,0               | 76,7                     | 0,0                      | 2,0                      | 79,7                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2112,8    | 371  | Vodafone   | 61,0               | 96,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 99,2                         | 0,09                      | 0,15                                  | 0,022                       |
| 2112,8    | 456  | Vodafone   | 61,0               | 86,7                     | 0,0                      | 2,0                      | 89,7                         | 0,03                      | 0,05                                  | 0,002                       |
| 2117,6    | 152  | Vodafone   | 61,0               | 51,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 54,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 187  | Vodafone   | 61,0               | 57,8                     | 0,0                      | 2,0                      | 60,8                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2117,6    | 225  | Vodafone   | 61,0               | 58,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 61,2                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2127,8    | 20   | Telefonica | 61,0               | 67,4                     | 0,0                      | 2,0                      | 70,4                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2127,8    | 91   | Telefonica | 61,0               | 58,9                     | 0,0                      | 2,0                      | 61,9                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 20   | Telefonica | 61,0               | 68,4                     | 0,0                      | 2,0                      | 71,4                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 91   | Telefonica | 61,0               | 58,3                     | 0,0                      | 2,0                      | 61,3                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2147,6    | 165  | Telefonica | 61,0               | 56,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 59,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2152,4    | 165  | Telefonica | 61,0               | 51,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 54,6                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2157,2    | 165  | Telefonica | 61,0               | 53,8                     | 0,0                      | 2,0                      | 56,8                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2162,4    | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 76,4                     | 0,0                      | 2,0                      | 79,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2162,4    | 121  | T-Mobile   | 61,0               | 79,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 82,2                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2162,4    | 481  | T-Mobile   | 61,0               | 94,7                     | 0,0                      | 2,0                      | 97,8                         | 0,08                      | 0,13                                  | 0,016                       |
| 2167,2    | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 77,3                     | 0,0                      | 2,0                      | 80,3                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2167,2    | 121  | T-Mobile   | 61,0               | 79,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 82,6                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2167,2    | 481  | T-Mobile   | 61,0               | 91,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 94,2                         | 0,05                      | 0,08                                  | 0,007                       |
| 816,0     | 270-0  | T-Mobile   | 39,2               | 44,7                     | 0,0                      | 225,0                    | 68,2                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 816,0     | 270-1  | T-Mobile   | 39,2               | 39,0                     | 0,0                      | 225,0                    | 62,5                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 1815,0    | 215-0  | T-Mobile   | 58,5               | 85,3                     | 0,0                      | 450,0                    | 111,8                        | 0,39                      | 0,66                                  | 0,400                       |
| 1815,0    | 215-1  | T-Mobile   | 58,5               | 84,9                     | 0,0                      | 450,0                    | 111,5                        | 0,37                      | 0,64                                  | 0,371                       |
|           |  |            |                    |                          |                          |                          | <b>Sum:</b>                  | <b>0,7</b>                | <b>1,41</b>                           | <b>1,33</b>                 |

Tabelle 4.4.2.5-1: Übersicht der minimal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 7

### 4.4.2.6 Messpunkt 8

| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main  |            |                    |                          |                          | <b>Zeit:</b>               | 08:00 - 10:15                |                           |                                       |                             |
|----------------------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler  |            |                    |                          |                          | <b>Wetter:</b>             | wechselhaft 10°C             |                           |                                       |                             |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE   |            |                    |                          |                          | <b>Analyser</b>            | SRM-3006                     |                           |                                       |                             |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018   |            |                    |                          |                          | <b>Antenne:</b>            | 3AX75M-3G                    |                           |                                       |                             |
| 1                    | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                          | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |
| f [MHz]              | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>(Immission) | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |
| <b>Messpunkt</b>     | <b>8</b>   |            |                    |                          |                          |                            |                              |                           |                                       |                             |
| 928,8                | 1012   | Telefonica | 41,7               | 75,0                     | 0,0                      | 1,0                        | 75,0                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 932,6                | 1012   | Telefonica | 41,7               | 78,8                     | 0,0                      | 1,0                        | 78,8                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 934,4                | 1021   | Telefonica | 41,7               | 75,2                     | 0,0                      | 1,0                        | 75,2                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 935,8                | 4  | Vodafone   | 41,7               | 95,7                     | 0,0                      | 1,0                        | 95,7                         | 0,06                      | 0,15                                  | 0,010                       |
| 936,2                | 6  | Vodafone   | 41,7               | 81,3                     | 0,0                      | 1,0                        | 81,3                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |
| 944,0                | 45   | Vodafone   | 41,7               | 82,5                     | 0,0                      | 1,0                        | 82,5                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |
| 944,4                | 47   | Vodafone   | 41,7               | 82,0                     | 0,0                      | 1,0                        | 82,0                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |
| 946,0                | 55   | T-Mobile   | 41,7               | 73,4                     | 0,0                      | 1,0                        | 73,4                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 946,4                | 57   | T-Mobile   | 41,7               | 81,2                     | 0,0                      | 1,0                        | 81,2                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |
| 946,8                | 59   | T-Mobile   | 41,7               | 97,0                     | 0,0                      | 1,0                        | 97,0                         | 0,07                      | 0,17                                  | 0,013                       |
| 947,6                | 63   | T-Mobile   | 41,7               | 89,2                     | 0,0                      | 1,0                        | 89,2                         | 0,03                      | 0,07                                  | 0,002                       |
| 949,0                | 70   | T-Mobile   | 41,7               | 81,8                     | 0,0                      | 1,0                        | 81,8                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,000                       |
| 950,8                | 79   | T-Mobile   | 41,7               | 75,2                     | 0,0                      | 1,0                        | 75,2                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 959,6                | 123  | T-Mobile   | 41,7               | 73,4                     | 0,0                      | 1,0                        | 73,4                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 1853,0               | 751  | Telefonica | 58,4               | 105,5                    | 0,0                      | 1,0                        | 105,5                        | 0,19                      | 0,32                                  | 0,094                       |
| 2112,8               | 152  | Vodafone   | 61,0               | 68,8                     | 0,0                      | 2,0                        | 71,8                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2112,8               | 187  | Vodafone   | 61,0               | 82,5                     | 0,0                      | 2,0                        | 85,6                         | 0,02                      | 0,03                                  | 0,001                       |
| 2112,8               | 225  | Vodafone   | 61,0               | 70,2                     | 0,0                      | 2,0                        | 73,2                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2112,8               | 363  | Vodafone   | 61,0               | 91,4                     | 0,0                      | 2,0                        | 94,4                         | 0,05                      | 0,09                                  | 0,007                       |
| 2117,6               | 25   | Vodafone   | 61,0               | 58,9                     | 0,0                      | 2,0                        | 61,9                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2117,6               | 152  | Vodafone   | 61,0               | 75,2                     | 0,0                      | 2,0                        | 78,2                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2117,6               | 187  | Vodafone   | 61,0               | 80,4                     | 0,0                      | 2,0                        | 83,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,001                       |
| 2117,6               | 225  | Vodafone   | 61,0               | 90,6                     | 0,0                      | 2,0                        | 93,6                         | 0,05                      | 0,08                                  | 0,006                       |
| 2127,8               | 20   | Telefonica | 61,0               | 82,7                     | 0,0                      | 2,0                        | 85,7                         | 0,02                      | 0,03                                  | 0,001                       |
| 2132,6               | 20   | Telefonica | 61,0               | 80,4                     | 0,0                      | 2,0                        | 83,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,001                       |
| 2147,6               | 165  | Telefonica | 61,0               | 62,7                     | 0,0                      | 2,0                        | 65,7                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2147,6               | 363  | Telefonica | 61,0               | 56,0                     | 0,0                      | 2,0                        | 59,1                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2152,4               | 165  | Telefonica | 61,0               | 65,7                     | 0,0                      | 2,0                        | 68,7                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2152,4               | 363  | Telefonica | 61,0               | 54,8                     | 0,0                      | 2,0                        | 57,8                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2157,2               | 165  | Telefonica | 61,0               | 64,0                     | 0,0                      | 2,0                        | 67,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2157,2               | 363  | Telefonica | 61,0               | 52,9                     | 0,0                      | 2,0                        | 55,9                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2162,4               | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 76,4                     | 0,0                      | 2,0                        | 79,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2162,4               | 463  | T-Mobile   | 61,0               | 66,1                     | 0,0                      | 2,0                        | 69,1                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2162,4               | 481  | T-Mobile   | 61,0               | 76,4                     | 0,0                      | 2,0                        | 79,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2167,2               | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 79,0                     | 0,0                      | 2,0                        | 82,0                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2167,2               | 463  | T-Mobile   | 61,0               | 65,0                     | 0,0                      | 2,0                        | 68,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2167,2               | 481  | T-Mobile   | 61,0               | 79,3                     | 0,0                      | 2,0                        | 82,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 806,0                | 6-0  | Vodafone   | 38,9               | 42,0                     | 0,0                      | 330,0                      | 67,1                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 806,0                | 6-0  | Vodafone   | 38,9               | 38,8                     | 0,0                      | 330,0                      | 64,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 806,0                | 36-0   | Vodafone   | 38,9               | 39,0                     | 0,0                      | 330,0                      | 64,2                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 806,0                | 36-1   | Vodafone   | 38,9               | 37,4                     | 0,0                      | 330,0                      | 62,6                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 816,0                | 311-0  | T-Mobile   | 39,2               | 55,5                     | 0,0                      | 225,0                      | 79,1                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 1815,0               | 213-0  | T-Mobile   | 58,5               | 64,2                     | 0,0                      | 450,0                      | 90,7                         | 0,03                      | 0,06                                  | 0,003                       |
| 1815,0               | 213-1  | T-Mobile   | 58,5               | 63,8                     | 0,0                      | 450,0                      | 90,3                         | 0,03                      | 0,06                                  | 0,003                       |
| 1815,0               | 215-0  | T-Mobile   | 58,5               | 60,5                     | 0,0                      | 450,0                      | 87,0                         | 0,02                      | 0,04                                  | 0,001                       |
| 1815,0               | 215-1  | T-Mobile   | 58,5               | 64,4                     | 0,0                      | 450,0                      | 90,9                         | 0,04                      | 0,06                                  | 0,003                       |
| 1815,0               | 462-0  | T-Mobile   | 58,5               | 53,4                     | 0,0                      | 765,0                      | 82,2                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 1815,0               | 464-0  | T-Mobile   | 58,5               | 40,7                     | 0,0                      | 765,0                      | 69,5                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 1815,0               | 464-1  | T-Mobile   | 58,5               | 44,7                     | 0,0                      | 765,0                      | 73,5                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
|                      | <b>Sum:</b>  |            |                    |                          |                          |                            |                              | <b>0,2</b>                | <b>0,44</b>                           | <b>0,15</b>                 |

Tabelle 4.4.2.6-1: Übersicht der minimal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 8

### 4.4.2.7 Messpunkt 10

|                      |                         |  |  |  |  |                 |                  |  |  |  |  |
|----------------------|-------------------------|--|--|--|--|-----------------|------------------|--|--|--|--|
| <b>Ort:</b>          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  | <b>Zeit:</b>    | 08:00 - 10:15    |  |  |  |  |
| <b>Durchführung:</b> | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  | <b>Wetter:</b>  | wechselhaft 10°C |  |  |  |  |
| <b>Signale:</b>      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  | <b>Analyser</b> | SRM-3006         |  |  |  |  |
| <b>Datum:</b>        | 10.12.2018              |  |  |  |  | <b>Antenne:</b> | 3AX75M-3G        |  |  |  |  |

| 1         | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                        | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |
|-----------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| f [MHz]   | Kanal (GSM)<br>Scr. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immission | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |
| Messpunkt | 10   |            |                    |                          |                          |                          |                              |                           |                                       |                             |
| 935,8     | 4  | Vodafone   | 41,7               | 117,2                    | 0,0                      | 1,0                      | 117,2                        | 0,73                      | 1,74                                  | 1,402                       |
| 944,0     | 45   | Vodafone   | 41,7               | 94,8                     | 0,0                      | 1,0                      | 94,8                         | 0,06                      | 0,13                                  | 0,008                       |
| 944,4     | 47   | Vodafone   | 41,7               | 93,1                     | 0,0                      | 1,0                      | 93,1                         | 0,04                      | 0,11                                  | 0,005                       |
| 947,6     | 63   | T-Mobile   | 41,7               | 88,6                     | 0,0                      | 1,0                      | 88,6                         | 0,03                      | 0,06                                  | 0,002                       |
| 1853,0    | 751  | Telefonica | 58,4               | 104,2                    | 0,0                      | 1,0                      | 104,2                        | 0,16                      | 0,28                                  | 0,069                       |
| 2112,8    | 187  | Vodafone   | 61,0               | 99,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 102,2                        | 0,13                      | 0,21                                  | 0,044                       |
| 2117,6    | 187  | Vodafone   | 61,0               | 96,1                     | 0,0                      | 2,0                      | 99,1                         | 0,09                      | 0,15                                  | 0,021                       |
| 2127,8    | 20   | Telefonica | 61,0               | 70,4                     | 0,0                      | 2,0                      | 73,4                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2127,8    | 26   | Telefonica | 61,0               | 65,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 68,0                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 20   | Telefonica | 61,0               | 69,4                     | 0,0                      | 2,0                      | 72,4                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,000                       |
| 2132,6    | 26   | Telefonica | 61,0               | 61,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 64,2                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2147,6    | 165  | Telefonica | 61,0               | 52,3                     | 0,0                      | 2,0                      | 55,3                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2152,4    | 165  | Telefonica | 61,0               | 52,3                     | 0,0                      | 2,0                      | 55,3                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2157,2    | 165  | Telefonica | 61,0               | 53,7                     | 0,0                      | 2,0                      | 56,7                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,000                       |
| 2162,4    | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 77,5                     | 0,0                      | 2,0                      | 80,5                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 2167,2    | 71   | T-Mobile   | 61,0               | 78,2                     | 0,0                      | 2,0                      | 81,2                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,000                       |
| 1815,0    | 213-0  | T-Mobile   | 58,5               | 62,9                     | 0,0                      | 450,0                    | 89,4                         | 0,03                      | 0,05                                  | 0,002                       |
| 1815,0    | 213-1  | T-Mobile   | 58,5               | 62,8                     | 0,0                      | 450,0                    | 89,3                         | 0,03                      | 0,05                                  | 0,002                       |
|           |  |            |                    |                          |                          |                          | <b>Sum:</b>                  | <b>0,8</b>                | <b>1,79</b>                           | <b>1,56</b>                 |

Tabelle 4.4.2.7-1: Übersicht der minimal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 10

### 4.4.2.8 Messpunkt 11

|               |                         |  |  |  |  |          |                  |  |  |  |  |
|---------------|-------------------------|--|--|--|--|----------|------------------|--|--|--|--|
| Ort:          | 63834 Sulzbach/Main     |  |  |  |  | Zeit:    | 08:00 - 10:15    |  |  |  |  |
| Durchführung: | Prof. Dr.-Ing. Bochtler |  |  |  |  | Wetter:  | wechselhaft 10°C |  |  |  |  |
| Signale:      | GSM+UMTS+LTE            |  |  |  |  | Analyser | SRM-3006         |  |  |  |  |
| Datum:        | 10.12.2018              |  |  |  |  | Antenne: | 3AX75M-3G        |  |  |  |  |

| 1         | 2  | 3          | 4                  | 5                        | 6                        | 7                        | 8                            | 9                         | 10                                    | 11                          |
|-----------|--|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| f [MHz]   | Kanal (GSM)<br>Ser. Code (UMTS)<br>/ Cell-ID+Anzahl MIMO Pfade (LTE) | Betreiber  | Grenzwert<br>[V/m] | E (gemessen)<br>[dBµV/m] | Messunsicherheit<br>[dB] | Faktor max.<br>Immission | E <sub>max</sub><br>[dBµV/m] | E <sub>max</sub><br>[V/m] | E <sub>max</sub><br>[% vom Grenzwert] | S <sub>max</sub><br>[mW/m²] |
| Messpunkt | 11   |            |                    |                          |                          |                          |                              |                           |                                       |                             |
| 927,2     | 986  | Telefonica | 41,7               | 69,2                     | 0,0                      | 1,0                      | 69,2                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 930,6     | 1003   | Telefonica | 41,7               | 76,5                     | 0,0                      | 1,0                      | 76,5                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,0001                      |
| 942,4     | 37   | Vodafone   | 41,7               | 79,8                     | 0,0                      | 1,0                      | 79,8                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,0003                      |
| 944,0     | 45   | Vodafone   | 41,7               | 65,4                     | 0,0                      | 1,0                      | 65,4                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 948,0     | 65   | T-Mobile   | 41,7               | 70,8                     | 0,0                      | 1,0                      | 70,8                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 949,0     | 70   | T-Mobile   | 41,7               | 77,2                     | 0,0                      | 1,0                      | 77,2                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,0001                      |
| 949,2     | 71   | T-Mobile   | 41,7               | 76,7                     | 0,0                      | 1,0                      | 76,7                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,0001                      |
| 952,0     | 85   | T-Mobile   | 41,7               | 67,2                     | 0,0                      | 1,0                      | 67,2                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 1850,8    | 740  | Telefonica | 58,4               | 77,3                     | 0,0                      | 1,0                      | 77,3                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,0001                      |
| 2112,8    | 314  | Vodafone   | 61,0               | 70,9                     | 0,0                      | 2,0                      | 73,9                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0001                      |
| 2117,6    | 314  | Vodafone   | 61,0               | 71,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 74,6                         | 0,01                      | 0,01                                  | 0,0001                      |
| 2127,8    | 91   | Telefonica | 61,0               | 69,9                     | 0,0                      | 2,0                      | 72,9                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0001                      |
| 2132,6    | 91   | Telefonica | 61,0               | 70,0                     | 0,0                      | 2,0                      | 73,0                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0001                      |
| 2147,6    | 94   | Telefonica | 61,0               | 60,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 63,6                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 2152,4    | 94   | Telefonica | 61,0               | 62,8                     | 0,0                      | 2,0                      | 65,8                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 2157,2    | 94   | Telefonica | 61,0               | 64,5                     | 0,0                      | 2,0                      | 67,5                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 2162,4    | 15   | T-Mobile   | 61,0               | 60,7                     | 0,0                      | 2,0                      | 63,7                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 2162,4    | 90   | T-Mobile   | 61,0               | 55,9                     | 0,0                      | 2,0                      | 58,9                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 2162,4    | 113  | T-Mobile   | 61,0               | 61,6                     | 0,0                      | 2,0                      | 64,6                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 2167,2    | 15   | T-Mobile   | 61,0               | 68,1                     | 0,0                      | 2,0                      | 71,1                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 2167,2    | 90   | T-Mobile   | 61,0               | 48,7                     | 0,0                      | 2,0                      | 51,7                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 2167,2    | 113  | T-Mobile   | 61,0               | 58,5                     | 0,0                      | 2,0                      | 61,5                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 796,0     | 32-0   | Telefonica | 38,7               | 45,7                     | 0,0                      | 150,0                    | 67,5                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 796,0     | 32-1   | Telefonica | 38,7               | 49,1                     | 0,0                      | 150,0                    | 70,8                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 796,0     | 58-0   | Telefonica | 38,7               | 41,9                     | 0,0                      | 150,0                    | 63,7                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
| 796,0     | 58-1   | Telefonica | 38,7               | 44,5                     | 0,0                      | 150,0                    | 66,3                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 796,0     | 59-0   | Telefonica | 38,7               | 52,1                     | 0,0                      | 150,0                    | 73,8                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0001                      |
| 796,0     | 59-1   | Telefonica | 38,7               | 54,1                     | 0,0                      | 150,0                    | 75,9                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,0001                      |
| 806,0     | 105-0  | Vodafone   | 38,9               | 50,8                     | 0,0                      | 330,0                    | 75,9                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,0001                      |
| 806,0     | 105-1  | Vodafone   | 38,9               | 51,2                     | 0,0                      | 330,0                    | 76,4                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,0001                      |
| 816,0     | 13-0   | T-Mobile   | 39,2               | 46,0                     | 0,0                      | 225,0                    | 69,5                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 816,0     | 13-1   | T-Mobile   | 39,2               | 48,3                     | 0,0                      | 225,0                    | 71,8                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 816,0     | 14-0   | T-Mobile   | 39,2               | 54,7                     | 0,0                      | 225,0                    | 78,2                         | 0,01                      | 0,02                                  | 0,0002                      |
| 816,0     | 14-1   | T-Mobile   | 39,2               | 58,2                     | 0,0                      | 225,0                    | 81,7                         | 0,01                      | 0,03                                  | 0,0004                      |
| 816,0     | 355-0  | T-Mobile   | 39,2               | 45,0                     | 0,0                      | 225,0                    | 68,5                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 816,0     | 355-1  | T-Mobile   | 39,2               | 44,9                     | 0,0                      | 225,0                    | 68,5                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 1815,0    | 139-0  | T-Mobile   | 58,5               | 44,7                     | 0,0                      | 450,0                    | 71,2                         | 0,00                      | 0,01                                  | 0,0000                      |
| 1815,0    | 139-1  | T-Mobile   | 58,5               | 41,9                     | 0,0                      | 450,0                    | 68,5                         | 0,00                      | 0,00                                  | 0,0000                      |
|           |  |            |                    |                          |                          |                          | Sum:                         | 0,0                       | 0,07                                  | 0,0024                      |

Tabelle 4.4.2.8-1: Übersicht der minimal zu erwartenden Messwerte an Messpunkt 11



#### 4.4.3 Gesamtbetrachtung GSM, UMTS und LTE

| Messpunkt / -ort   | <b>Maximal</b> mögliche Gesamt-Immissionen durch GSM-/UMTS-/LTE-Anlagen<br>[Prozent vom Grenzwert bezogen auf das elektrische Feld, Hochrechnung] | <b>Minimal</b> mögliche Gesamt-Immissionen durch GSM-/UMTS-/LTE-Anlagen<br>[Prozent vom Grenzwert bezogen auf das elektrische Feld] |
|--|---|---|
| Messpunkt 1:<br>Ringstraße 21,<br>Ortsteil Soden                           | 0,91 %  | 0,44 %  |
| Messpunkt 2:<br>Sodentalstraße 92, Kindergarten<br>Pustebume, Dachgeschoss | 0,86 %  | 0,38 %  |
| Messpunkt 5:<br>An der Geeb 12, Kindergarten<br>Märchenland, Außenbereich  | 1,93 %  | 0,67 %  |
| Messpunkt 6:<br>Kreuzung Spessart-/Hauptstraße,<br>vor Anwesen Haus-Nr. 20 | 7,95 %  | 3,06 %  |
| Messpunkt 7:<br>Kirchplatz, vor Haupteingang<br>Kirche St. Margareta       | 3,83 %  | 1,41 %  |
| Messpunkt 8:<br>Schulstraße,<br>Grund-/Hauptschule, 3. OG                  | 1,66 %  | 0,44 %  |
| Messpunkt 10:<br>Am Sportplatz,<br>vor Kinderspielplatz                    | 4,89 %  | 1,79 %  |
| Messpunkt 11:<br>Kleinwallstädter Str., Bürgerhaus<br>Ortsteil Dornau      | 0,17 %  | 0,07 %  |

Grenzwerte: GSM 900/LTE 900 ca. 42 V/m  
GSM 1800/LTE 1800 ca. 59 V/m  
UMTS/LTE 2600 61 V/m

**Tabelle 4.4.3-1: Gesamtbetrachtung maximale/minimale Summen GSM-/UMTS-/LTE-Messwerte**

#### 4.4.4 Vergleich 2014/2018

| Messpunkt / -ort   | Maximal mögliche Gesamt-Immissionen durch GSM-/UMTS-/LTE-Anlagen<br>[Prozent vom Grenzwert bezogen auf das elektrische Feld, Hochrechnung]<br>Werte aus 2014 | Maximal mögliche Gesamt-Immissionen durch GSM-/UMTS-/LTE-Anlagen<br>[Prozent vom Grenzwert bezogen auf das elektrische Feld, Hochrechnung]<br>Werte aus 2018 |
|--|--|--|
| Messpunkt 1:<br>Ringstraße 21,<br>Ortsteil Soden                             | 1,16 %   | 0,91 %   |
| Messpunkt 2:<br>Sodentalstraße 92, Kindergarten<br>Pustebblume, Dachgeschoss | 0,54 %   | 0,86 %   |
| Messpunkt 5:<br>An der Geeb 12, Kindergarten<br>Märchenland, Außenbereich    | 1,73 %   | 1,93 %   |
| Messpunkt 6:<br>Kreuzung Spessart-/Hauptstraße,<br>vor Anwesen Haus-Nr. 20   | 8,36 %   | 7,95 %   |
| Messpunkt 7:<br>Kirchplatz, vor Haupteingang<br>Kirche St. Margareta         | 4,07 %   | 3,83 %   |
| Messpunkt 8:<br>Schulstraße,<br>Grund-/Hauptschule, 3. OG                    | 2,85 %   | 1,66 %   |
| Messpunkt 10:<br>Am Sportplatz,<br>vor Kinderspielplatz                      | 3,67 %   | 4,89 %   |
| Messpunkt 11:<br>Kleinwallstädter Str., Bürgerhaus<br>Ortsteil Dornau        | zusätzlicher Messpunkt,<br>kein Messwert aus 2014 vorhanden  | 0,17 %   |

Grenzwerte: GSM 900 ca. 42 V/m  
GSM 1800 ca. 59 V/m  
UMTS 61 V/m

**Tabelle 4.4.4-1: Vergleich 2014/2018, Gesamtbetrachtung Summe GSM-/UMTS-/LTE-Messwerte**

## 4.4.5 Diagramme

### 4.4.5.1 Gegenüberstellung Maximal-/Minimalwerte

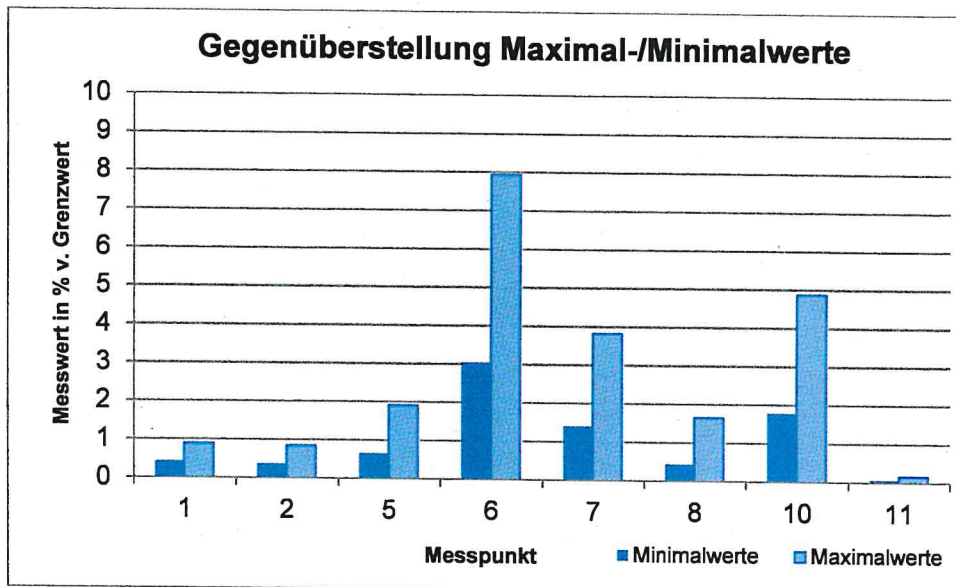


Diagramm 4.4.5.1-1: Gegenüberstellung Maximal-/Minimalwerte an den Messpunkten

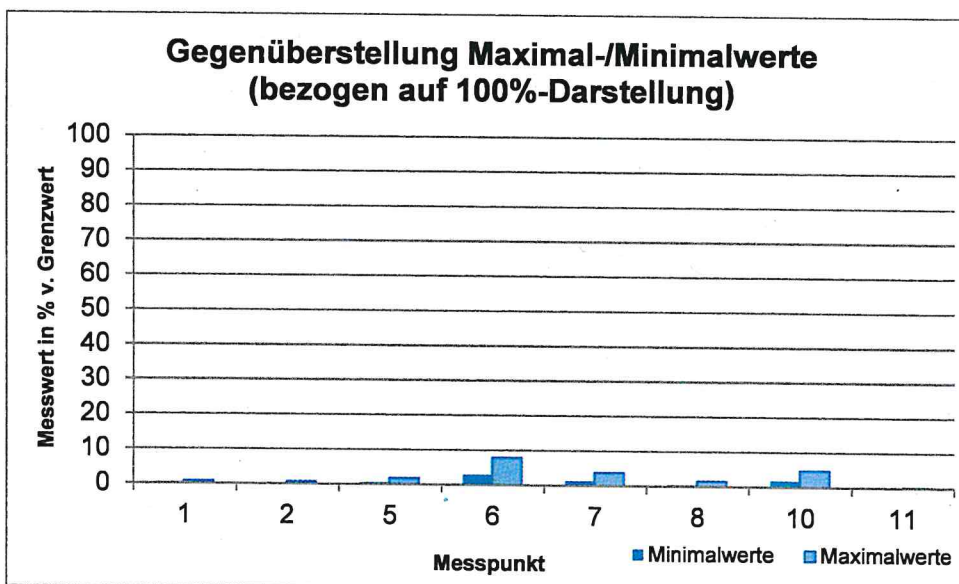


Diagramm 4.4.5.1-2: Gegenüberstellung Maximal-/Minimalwerte an den Messpunkten, 100%-Darstellung

| Messpunkt | Lage  |
|-----------|---|
| 1         | Ringstraße 21, Ortsteil Soden   |
| 2         | Sodentalstraße 92, Kindergarten Pustebume, Dachgeschoss, Ortsteil Soden |
| 5         | An der Geeb 12, Kindergarten Märchenland, Außenbereich                  |
| 6         | Kreuzung Spessart-/Hauptstraße, vor Anwesen Haus-Nr. 20                 |
| 7         | Kirchplatz, vor Haupteingang Kirche St. Margareta                       |
| 8         | Schulstraße, Grund-/Hauptschule, 3. OG                                  |
| 10        | Am Sportplatz, vor Kinderspielplatz                                     |
| 11        | Kleinwallstädter Str., Bürgerhaus Ortsteil Dornau                       |

Tabelle 4.4.5.1-1: Zuordnung Messpunkte

#### 4.4.5.2 Gegenüberstellung Messwerte 2014/2018

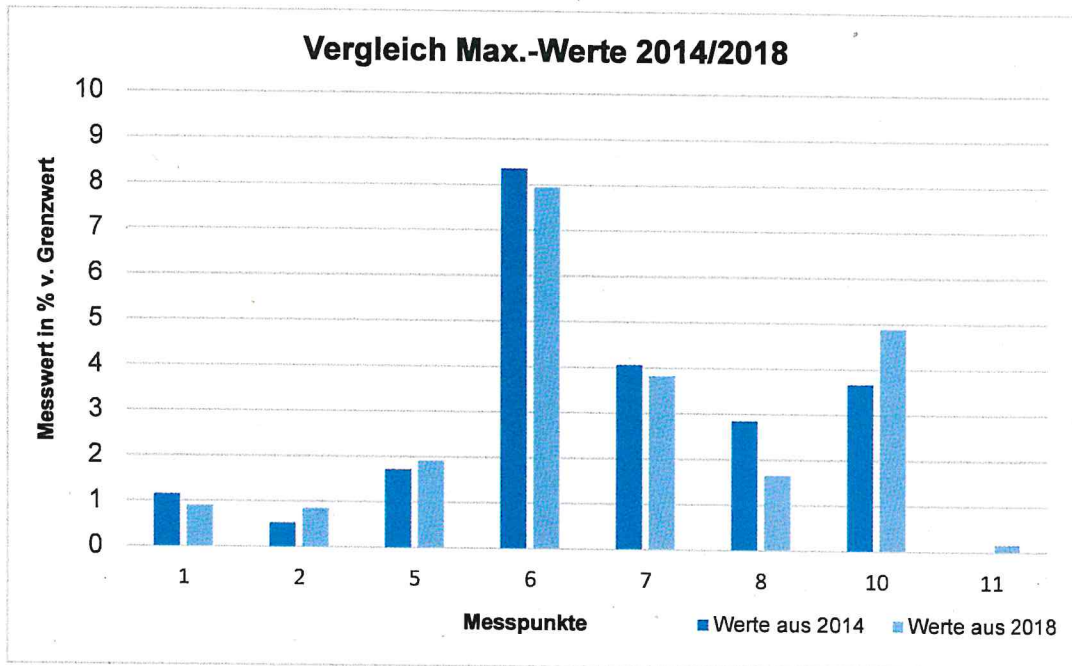


Diagramm 4.4.5.2-1: Gegenüberstellung Messwerte 2014/2018

| Messpunkt | Lage  |
|-----------|---|
| 1         | Ringstraße 21, Ortsteil Soden   |
| 2         | Sodentalstraße 92, Kindergarten Pustebblume, Dachgeschoss, Ortsteil Soden |
| 5         | An der Geeb 12, Kindergarten Märchenland, Außenbereich                    |
| 6         | Kreuzung Spessart-/Hauptstraße, vor Anwesen Haus-Nr. 20                   |
| 7         | Kirchplatz, vor Haupteingang Kirche St. Margareta                         |
| 8         | Schulstraße, Grund-/Hauptschule, 3. OG                                    |
| 10        | Am Sportplatz, vor Kinderspielplatz                                       |
| 11        | Kleinwallstädter Str., Bürgerhaus Ortsteil Dornau                         |

Tabelle 4.4.5.2-1: Zuordnung Messpunkte

## 4.5 Hochrechnung bzw. Überbewertung der Messergebnisse

Im vorliegenden Bericht werden mehrere Abschätzungen und Hochrechnungen vorgenommen, die an dieser Stelle nochmals zusammengefasst erwähnt werden sollen.

### a) Messunsicherheit

Die Messunsicherheit von typischerweise  $\pm 3$  dB (Faktor 1,4) wird in der Auswertung der Messergebnisse **nicht** zu den gemessenen Werten hinzuaddiert. Dies entspricht den Vorgaben des LfU (Landesamt für Umwelt, Bayern).

### b) Hochrechnung auf Anlagen-Gesamtauslastung und Anlagen-Endausbau

Auf die identifizierten Signalisierungskanäle (BCCH-Kanäle bei GSM, CPICH bei UMTS, P-SS, S-SS, RS oder PBCH bei LTE) wird auf Basis der derzeitigen Anlagenkonfiguration eine Hochrechnung auf die Vollaustattung der Anlage vorgenommen. Dieser Wert repräsentiert den Zustand, dass **alle** (!) verfügbaren Sendestationen mit dem maximal möglichen Pegel bzw. für die maximal mögliche Zahl von Teilnehmern senden würden. Üblicherweise werden von den Betreibern im Rahmen der Errichtung von Standorten im Hinblick auf die in Zukunft gegebenenfalls benötigten Übertragungsbandbreiten (5-Jahres-Zeitraum und darüber) bereits die entsprechenden Kanäle auf Reserve beantragt. Die ermittelte Gesamthochrechnung umfasst die Anlagenvollaustattung inklusive des genehmigten Anlagen-Endausbaus.

### c) Messgrenzen für sehr niedrige Pegel

Alle gemessenen Frequenzen, deren Amplituden 30 dB unterhalb des jeweils höchsten gemessenen Pegels liegen, werden bei den Momentanwerterfassungen und damit auch in den jeweiligen Hochrechnungen für die einzelnen Messpunkte nicht berücksichtigt, da diese das Gesamtergebnis nur sehr unwesentlich beeinflussen.

## 5 Anhang

### Literatur

- **26. BImSchV**, *Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV)*, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2013, Teil I, Nr. 50, 21.08.2013.
- **Bundesrats-Drucksache 393/96**, Amtliche Begründung zur Verordnung der Bundesregierung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), 22.05.1996.
- **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, 30.07.1999.
- Christian Bornkessel, Markus Schubert, Matthias Wuschek: **Bestimmung der Exposition der allgemeinen Bevölkerung durch neue Mobilfunktechniken**, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz, Zwischenbericht, Kamp-Lintfort, 2012.
- Christian Bornkessel: **Immissionsmessungen in der Umgebung von LTE-Basisstationen (Teil 2: Messmethoden)**, Application Note Nr. AN\_HF\_1064\_D, Firma Narda Safety Test Solutions GmbH, Pfullingen, 2013.
- **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)*, Health Physics, vol. 74 no. 4, S. 494–522 (1998).
- Helmut Keller: **Bewertung rauschartiger Impulse moderner Kommunikationssysteme**, NIR 2011, 43. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V., 2011; S. 209–223
- **RegTP MV 09/EMF/3**, *Messvorschrift für bundesweite EMVU-Messreihen der vorhandenen Umgebungsfeldstärken*, Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, 28.02.2003.
- **Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren in Haushalt und Büro**, ARC Seibersdorf research GmbH, Abschlussbericht im Rahmen des Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogramms im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz, Juli 2005.
- Matthias Wuschek, Christian Bornkessel: **Bestimmung der Exposition der allgemeinen Bevölkerung durch neue Mobilfunktechniken**, Studie im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz, Abschlussbericht, Kamp-Lintfort, 2013.