

28. Juni 2019

GEMEINDE UNGERHAUSEN

PROGNOSEBERICHT Nr. 433-0619

EMV-Prüflaboratorium



ZAMM - Zentrum für angewandte
Messtechnik Memmingen GmbH

Seite 1 von 18

Berechnung elektromagnetischer Immissionen durch Mobilfunksendeanlagen im Rahmen des FEE 2 Projektes

Auftraggeber: Gemeinde Ungerhausen
Memminger Straße 4
87781 Ungerhausen

Berechnungsort: Gemeindegebiet der Gemeinde 87781 Ungerhausen,

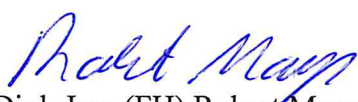
Durchführendes Institut: Zentrum für angewandte Messtechnik Memmingen
(ZAMM) GmbH
In der Neuen Welt 10
87700 Memmingen

Sachbearbeiter Auftraggeber: Hr. Bürgermeister Fickler

Sachbearbeiter EMV-Labor: Robert Mayr Dipl.-Ing.(FH)

Unsere Auftragsnummer: 04 0918 004

Berichterstellung: 2019-06-21

Freigegeben: 
Dipl.-Ing. (FH) Robert Mayr
Leiter EMV-Prüflabor

Gesichtet: 
Jörg Melcher
stellv. Leiter EMV-Prüflabor

Allgemeines: Dieser Bericht besteht aus 18 Seiten. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die zur Verfügung gestellten Informationen. Ohne schriftliche Genehmigung der ZAMM GmbH darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Inhaltsverzeichnis:

1. Zusammenfassung	3
2. Aufgabenstellung	4
3. Beschreibung der Immissionspunkte	5
4. Berechnungsgrundlagen	7
4.1 Mess- und Berechnungsgrößen für hochfrequente Felder	7
4.2 Verwendete Berechnungssoftware und Berechnungsverfahren	7
4.3 Bestimmung von Berechnungsparametern	8
4.3.1 Standortparameter der Sendeanlage	8
4.3.2 Simulationsparameter	10
5. Ergebnisse	11
6. Vergleich der Vorhermessung und Prognose	12
A Daten und Berechnungsergebnisse der Immissionspunkte	13
B Betreiberdaten	14
C Erläuterungen zu den Grenzwerten	16
Literaturverzeichnis	18

ABKÜRZUNGEN:

26.BImSchV: *Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-
Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder)*

MHz: *Frequenz in Megahertz*

RMS: *Messwertdetektor für den Effektivwert (root mean square) der
Feldstärke*

V/m: *Feldstärke in Volt pro Meter*

$\mu\text{W}/\text{m}^2$: *Leistungsdichte in Mikrowatt pro Quadratmeter = 10^{-6} Watt pro
Quadratmeter*

MBS: *Mobilfunk-Basisstation*

GSM: *Mobilfunk-Frequenz*

UMTS: *Mobilfunk-Frequenz*

LTE: *Mobilfunk-Frequenz*

DECT: *Schnurlos Telefon (privat)*

UKW: *UKW-Rundfunk*

DAB: *Digital Audio Rundfunk*

DVBT: *Digital TV terrestrisch*

1. Zusammenfassung

Die ZAMM GmbH wurde von der Gemeinde Ungerhausen beauftragt, im Rahmen des FEE-2-Projektes Berechnungen der elektromagnetischen Immissionen für den Neubau eines Mobilfunkanlagenstandortes (87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465) für sechs Immissionspunkte im Gemeindegebiet durchzuführen. Die für diesen Standort geplanten Mobilfunksendeanlagen des Netzbetreibers Telekom arbeiten nach dem Mobilfunkstandard GSM 900 MHz, UMTS 2100 MHz und LTE 800MHz/1800MHz.

Die Berechnungen wurden für sechs Immissionspunkte durchgeführt. Diese wurden einvernehmlich nach Absprache mit der Gemeinde und dem Auftraggeber vom Gutachter ausgewählt.

Die höchsten Mobilfunkimmissionen wurden am Immissionspunkt 3 (Im Hart, Ecke Birkenweg) mit 18 % Grenzwertausschöpfung der elektrischen Feldstärke gemäß 26. BImSchV berechnet. In der nachstehenden Tabelle sind die Ergebnisse der Berechnungen im Überblick dargestellt. Angegeben ist die Maximalimmission bei Vollausbau und maximaler Sendeleistung der Anlagen. Im Realbetrieb liegen die Immissionen unter den hier dargestellten Werten.

Die Grenzwerte der 26. BImSchV werden im vorliegenden Fall an allen Immissionspunkten unterschritten.

Die Immissionen wurden so berechnet, dass eine Aufschlüsselung nach Betreiber und Funksystem bei Bedarf möglich ist.

Immissionspunkt	Beschreibung	Entfernung zum Anlagenstandort	<u>Maximale</u> <u>Mobilfunkimmission</u> Grenzwertausschöpfung der elektrischen Feldstärke gemäß 26.BImSchV
1	Bahnhofstraße 32	273 m	7,6 %
2	Im Hart 39	31 m	13 %
3	Im Hart, Ecke Birkenweg	132 m	18 %
4	Im Hart, Ecke Wiesenstraße (Nord, bei Haus Nr. 20)	230 m	11 %
5	Am Wald 13, Ecke Westerheimer Weg	586 m	3,7 %
6	Holzgünzer Straße 7 (Beim Kindergarten)	810 m	2,4 %

Tabelle 1: Berechnete Immissionswerte (Grenzwertausschöpfung der elektrischen Feldstärke gemäß 26. BImSchV)

2. Aufgabenstellung

Die ZAMM GmbH wurde von der Gemeinde Ungerhausen im Rahmen des FEE-2 Projektes beauftragt, Berechnungen der elektromagnetischen Feldstärke für den Neubau eines Mobilfunkanlagenstandortes (Betreiber: Telekom) am Standort 87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465 für sechs Immissionspunkte im Gemeindegebiet durchzuführen. Es wird die Summe der elektrischen Feldstärkewerte verursacht durch die in Tabelle B.X (Anhang B) dokumentierten Anlagen berechnet. Es werden nur die Immissionen betrachtet, die durch die Inbetriebnahme dieser Anlagen entstehen.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Grundlage der Bewertung der Ergebnisse sind die gesetzlich geregelten Grenzwerte der 26. BImSchV.

Bei der Berechnung handelt es sich im Sinne des FEE 2-Projektes um eine Immissionsprognose.

Die Berechnungen wurden für die in Anhang B dokumentierten Mobilfunksendeanlagen des Netzbetreibers Telekom für den Funkdienst GSM 900 MHz, UMTS 2100 MHz und LTE 800MHz/1800MHz durchgeführt.

Die Berechnungen wurden von Herrn Robert Mayr vorgenommen.

3. Beschreibung der Immissionspunkte

Die Berechnungen wurden für sechs Immissionspunkte (IP) im Gemeindegebiet der Gemeinde Ungerhausen durchgeführt. Die Immissionspunkte wurden in Absprache mit dem Auftraggeber vom Gutachter ausgewählt. Es wird von einer Lage der Immissionspunkte im Freien unter der Annahme einer direkten Sicht zu den Antennen des Anlagenstandortes ausgegangen. Die Berechnungshöhen der einzelnen Punkte wurden vom Gutachter festgelegt und im Anhang A nachvollziehbar dokumentiert (Tabelle A.1).

Die Immissionspunkte waren möglichst identisch zu denen der Vorhermessung.

Bild 1. zeigt den Anlagenstandort sowie die betrachteten Immissionspunkte.

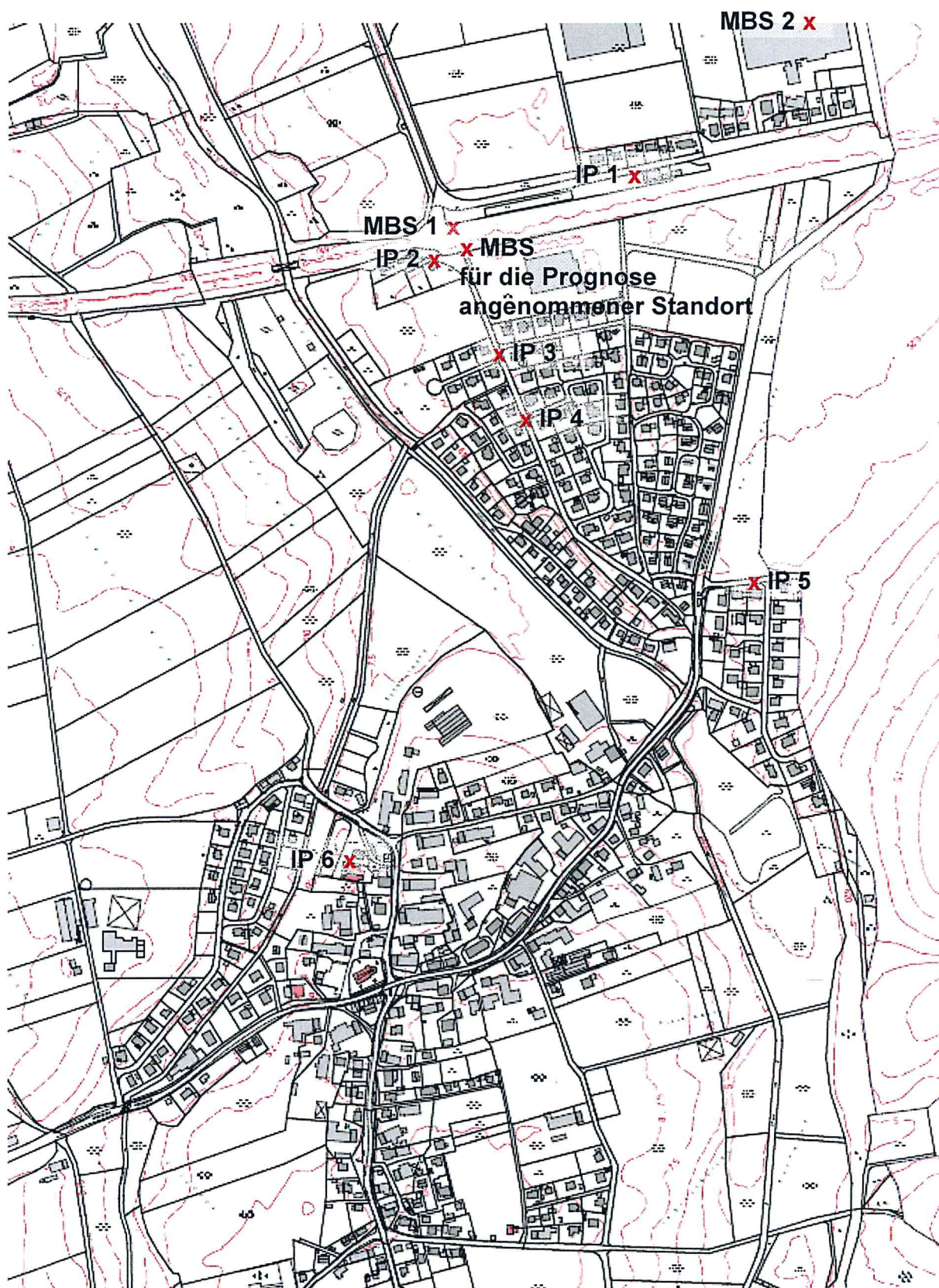


Bild 1: Lageplan mit Anlagenstandort (MBS) und Immissionspunkten (IP)

4. Berechnungsgrundlagen

4.1 Mess- und Berechnungsgrößen für hochfrequente Felder

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

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

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

4.2 Verwendete Berechnungssoftware und Berechnungsverfahren

Für die Immissionsberechnungen wurde folgende Berechnungssoftware eingesetzt:

Gerät	Hersteller	Art	Version.
APT 2.5	em)institut	Antenna Pattern Tool	2.5
FieldView 6.2.0	em)institut	Ungestörte Freiraumausbreitung	6.2.0

Tabelle 2: Verwendete Berechnungssoftware

Für die Berechnung der Maximalimmission wird eine Berechnungssoftware basierend auf dem Modell der ungestörten Freiraumausbreitung verwendet.

Es wird von einer Lage der Immissionspunkte an der Gebäudefassade unter Annahme einer direkten Sicht zur beurteilten Anlage ausgegangen. Auf eine exakte räumliche Modellierung der Umgebung unter Berücksichtigung von Abschattung, Beugung, Reflexion, Dämpfung und Streuung durch Gebäude, Bewuchs, etc. wurde bei dieser Berechnung aufgrund der komplexen und zahlreichen Eingabeparameter verzichtet.

Ein Zuschlagsfaktor von 3 dB wurde auf die Berechnungsergebnisse aufgeschlagen. Im Sinne einer „Worst-Case“ Abschätzung wird dieser Zuschlag in der Vergleichsstudie des Bundesamtes für Strahlenschutz „Entwicklung geeigneter Mess- und Berechnungsverfahren“ bei der Verwendung der Freiraumausbreitung als Berechnungsmodell empfohlen [BfS].

4.3 Bestimmung von Berechnungsparametern

Die von Mobilfunkbasisstationen erzeugten elektromagnetischen Felder sind zeitlich nicht konstant, sondern schwanken in Abhängigkeit von Verkehrsauslastung und Verbindungsqualität. Bei geringen Verkehrsaufkommen (z.B. nachts) sinkt die Immission in der Regel auf einen Minimalwert, der nur durch die permanent abgestrahlten Signalisierungssignale erzeugt wird. Nach 26. BImSchV ist die bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung entstehende Immission zu bestimmen. Dies erfolgt nach Maßgabe der in der Standortbescheinigung der Bundesnetzagentur vom Antragsteller beantragten Daten zur Sendeanlage.

Um die an den Immissionspunkten auftretende und zu berechnende Maximalimmission an den Immissionspunkten zu bestimmen, wurden bei der Prognoserechnung die in Kap. 4.3.1 aufgelisteten Standortparameter und Randbedingungen verwendet.

4.3.1 Standortparameter der Sendeanlage

Folgende Parameter wurden dem Gutachter vom Anlagenbetreiber zur Verfügung gestellt und sind im Anhang B des Messberichtes dokumentiert:

- Antennentypenbezeichnung und Hersteller
- Funksystem GSM-900; UMTS; LTE-800; LTE-1800
- Name des Betreibers Telekom
- Grenzwert für den Funkdienst (Tab. 3) [in V/m]
- Maximale Leistung am Senderausgang [in Watt] und Kabel- und Kopplerdämpfung [in dB]
- Kanalzahl
- Elektrische Absenkung der Hauptstrahlrichtung [in Grad]
- Mechanische Absenkung der Hauptstrahlrichtung [in Grad]
- Montagehöhe der Antennenunterkante [in Meter]
- Bauhöhe der Antenne [in Meter]

Bei Verwendung der ungestörten Freiraumausbreitung wird die Antenne als Punktstrahler angesehen.

Als Ursprung der Leistungsabgabe für die Berechnung wurde die geometrische Mitte der Antenne (halbe mechanische Höhe) angenommen.

Um die laut Betreiber in der Standortbescheinigung beantragten Betriebszustände widerzuspiegeln und die vertikale Bündelung des Abstrahlverhaltens korrekt abzubilden, wurden die Antennendiagramme wie folgt bearbeitet:

- Die maximale Hüllkurve wurde aus den jeweiligen einzelnen Antennendiagrammen des Herstellers nach beantragtem elektrischem Winkelbereich synthetisiert.
- Anschließend erfolgte eine mechanische Drehung dieses Antennendiagrammes mit Bildung einer maximalen Hüllkurve für den beantragten mechanischen Winkelbereich.
- Abschließend wurden die Nullstellen im Strahlungsdiagramm unter der Hauptkeule auf 30 dB aufgefüllt, um zu verhindern, dass kleinräumige Unterbewertungen bei der Berechnung erfolgen, die in der Realität in dieser Form nicht unbedingt existieren. In der Richtcharakteristik der Antennen wird an allen Azimut- und Elevationswinkeln, bei denen die Winkeldämpfung mehr als 30 dB unter dem Wert der Hauptstrahlrichtung liegt, der Wert der entsprechenden Winkeldämpfung auf 30 dB gesetzt, das Antennendiagramm wird also bis auf einen Wert von 30 dB unter der Hauptstrahlrichtung aufgefüllt.

Mobilfunksystem	Elektrische Feldstärke E_{eff} in V/m	Magnetische Feldstärke H_{eff} in A/m	Äquivalente Leistungsdichte S in W/m ²
LTE 800	38,6	0,10	3,9
GSM 900	41,7	0,11	4,6
LTE 1500	52,2	0,14	7,2
GSM 1800, LTE 1800	58,4	0,16	9,0
UMTS 2100	61,0	0,17	10
LTE 2600	61,0	0,17	10

Tabelle 3: Grenzwerte für die Mobilfunkfrequenzbereiche nach 26. BImSchV. In diesem Bericht wird der Grenzwert bei der Auswertung über den gesamten Frequenzbereich des jeweiligen Mobilfunksystems als konstant betrachtet.

4.3.2 Simulationsparameter

Dem Gutachter wurde von der Gemeinde für die Berechnung ein amtlicher Katasterplan mit Höhendaten zur Verfügung gestellt. Zur Berechnung der Immissionen wurden folgende Daten verwendet:

- Entfernung zwischen Berechnungspunkt und Antennenstandort [in Meter]
- Geländehöhe (topografische Höhe) des Immissionspunktes über Normalnull [in Meter]
- Höhe des Immissionspunktes über Geländekante bzw. Geländeniveau (Berechnungshöhe) [in Meter]
- Azimutwinkel (mit Bezugspunkt Antennenstandort) [in Grad]
- Topografische Höhe des Antennenstandortes über Normalnull [in Meter]

5. Ergebnisse

Für eine Beurteilung nach 26. BImSchV ist die maximale Immission zu bestimmen. Diese tritt auf, wenn die Mobilfunksendeanlagen gemäß Betreiberangaben, bzw. BNetzA-Standortbescheinigung voll ausgebaut sind und den maximal möglichen Telefon- bzw. Datenverkehr mit größtmöglicher Sendeleistung abwickeln.

In der Realität liegen die Immissionen je nach momentaner Auslastung und Ausbau der Anlagen unter der angegebenen Maximalimmission.

Immissionspunkt	<u>Maximale Gesamtimmissionen</u>
	Grenzwertausschöpfung der elektrischen Feldstärke gemäß 26.BImSchV
1	7,6 %
2	13 %
3	18 %
4	11 %
5	3,7 %
6	2,4 %

Tabelle 4: Ergebnisse der Immissionsberechnung: Gemeinde Ungerhausen; Standort 87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465; Funkdienst GSM 900, UMTS, LTE 800, LTE 1800; Netzbetreiber Telekom

In Spalte 2 ist die Maximalimmission für Vollausbau und Vollausslastung der Anlagen angegeben. Dargestellt sind die auf die Feldstärke-Grenzwerte der 26. BImSchV bezogenen relativen Werte in Prozent.

Die Berechnungsergebnisse mit den absoluten Werten für Feldstärke (in V/m) und Leistungsdichte (in mW/m²) sind in Tabelle A.1 in Anhang A, dokumentiert.

6. Vergleich der Vorhermessung und Prognose

Bild 2 zeigt zum Vergleich die Maximalimmission von Vorhermessung und Prognose. Die Grenzwertausschöpfung der elektrischen Feldstärke ist durch die Inbetriebnahme der zusätzlichen Mobilfunkstation und Änderung der bestehenden Anlagen um den Faktor 2,6 bis 6,5 angestiegen. Am deutlichsten ist die Erhöhung am Immissionspunkt 2 und 3.

Insgesamt liegen die Werte auch nach der Inbetriebnahme der neuen MBS deutlich unter dem gültigen Grenzwert.

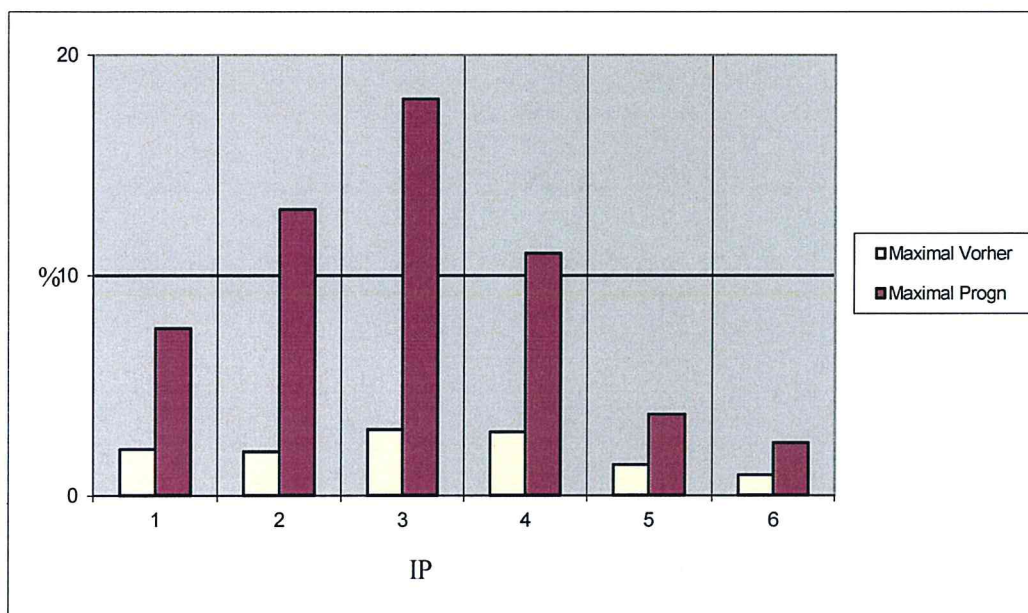


Bild 2: Vergleich der maximalen Grenzwertausschöpfung der elektrischen Feldstärke für die Immissionspunkte 1 bis 6, Vorhermessung und Prognose

A Daten und Berechnungsergebnisse der Immissionspunkte

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IP	Beschreibung	Bodenhöhe des IP über NN	Prognosehöhe über Boden	Lage zum Mobilfunksender			Maximale Gesamtmission		
				Horizontal-Entfernung	Azimet zum Mobilfunkanlagenstandort (Nord über Ost)	Sicht zu den Antennen *)	Grenzwertausschöpfung der el. Feldstärke (26. BImSchV)	Effektivwert der el. Feldstärke	Leistungsdichte
1	Bahnhofstraße 32	616,3 m	1,5 m	273 m	64,6°	ja	7,6 %	3,9 V/m	40 mW/m ²
2	Im Hart 39	615,9 m	1,5 m	31 m	270°	ja	13 %	6,6 V/m	110 mW/m ²
3	Im Hart, Ecke Birkenweg	616,6 m	1,5 m	132 m	155,3°	ja	18 %	9,3 V/m	230 mW/m ²
4	Im Hart, Ecke Wiesenstraße (Nord, bei Haus Nr. 20)	617 m	1,5 m	230 m	156,2°	ja	11 %	5,5 V/m	82 mW/m ²
5	Am Wald 13, Ecke Westerheimer Weg	618,1 m	1,5 m	586 m	137,2°	ja	3,7 %	1,9 V/m	9,4 mW/m ²
6	Holzgünzer Straße 7 (Beim Kindergarten)	615,2 m	1,5 m	810 m	190°	ja	2,4 %	1,2 V/m	4,1 mW/m ²

*) mögliche Gebäudeabschattungen und Vegetation wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle A.1: Lage der Immissionspunkte und jeweilige Berechnungsergebnisse.

Legende	
Spalte 1	Immissionspunktnummer
Spalte 2	Beschreibung des Immissionspunktes
Spalte 3	Geländehöhe (topografische Höhe) am Immissionspunkt über Normalnull
Spalte 4	Berechnungshöhe relativ zum Boden
Spalte 5	horizontale Entfernung (ohne Höhenunterschiede) zwischen Immissionspunkt und Mobilfunkanlagenstandort (MBS)
Spalte 6	Azimet des Immissionspunkts relativ zum Mobilfunkanlagenstandort (0° = Nord, 90° = Ost, 180° = Süd, 270° = West)
Spalte 7	Sichtverbindung zwischen Immissionspunkt und den Antennen des Anlagenstandortes
Spalte 8	maximale Gesamtmissionen als Grenzwertausschöpfung bezogen auf die elektrische Feldstärke in Prozent (vgl. Tabelle A.2)
Spalte 9	maximale Gesamtmissionen als elektrische Feldstärke in V/m
Spalte 10	maximale Gesamtmissionen als Leistungsdichte in mW/m ²

B Betreiberdaten

	Sektor A	Sektor B	Sektor C
Adresse (PLZ, Ort, Straße)	87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465		
Netzbetreiber	Deutsche Telekom		
Funksystem	GSM 900		
Grenzwert	41,7 V/m		
Antennentyp und Bezeichnung	Huawei APE4518R14v06	Huawei APE4518R14v06	Huawei APE4518R14v06
Bodenhöhe am Antennenstandort über NN	616	616	616
Montagehöhe der Sendeantennenunterkante über Grund	32,6	32,6	32,6
Bauhöhe der Antenne	1,999 m	1,999 m	1,999 m
Hauptstrahlrichtung	40°	160°	280°
Mechanische vertikale Absenkung der Hauptstrahlrichtung	0° bis 5°	0° bis 5°	0° bis 5°
Elektrische vertikale Absenkung der Hauptstrahlrichtung	0° bis 10°	0° bis 10°	0° bis 10°
Max.Sendeleistung pro Kanal am Senderausgang	95 W	95 W	95 W
Anzahl der beantragten Kanäle	1	1	1
Verluste zwischen Senderausgang und Antenneneingang	0,2 dB	0,2 dB	0,2 dB
Effektive Gesamtleistung am Antenneneingang	91 W	91 W	91 W

Tabelle B.1: Standortparameter der Sendeanlage 87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465, STOB 69019177, Datum 09.10.2018 für den Funkdienst GSM 900 MHz

	Sektor A	Sektor B	Sektor C
Adresse (PLZ, Ort, Straße)	87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465		
Netzbetreiber	Deutsche Telekom		
Funksystem	UMTS		
Grenzwert	61 V/m		
Antennentyp und Bezeichnung	Huawei APE4518R14v06	Huawei APE4518R14v06	Huawei APE4518R14v06
Bodenhöhe am Antennenstandort über NN	616	616	616
Montagehöhe der Sendeantennenunterkante über Grund	32,6	32,6	32,6
Bauhöhe der Antenne	1,999 m	1,999 m	1,999 m
Hauptstrahlrichtung	40°	160°	280°
Mechanische vertikale Absenkung der Hauptstrahlrichtung	0° bis 5°	0° bis 5°	0° bis 5°
Elektrische vertikale Absenkung der Hauptstrahlrichtung	2° bis 12°	2° bis 12°	2° bis 12°
Max.Sendeleistung pro Kanal am Senderausgang	120 W	120 W	120 W
Anzahl der beantragten Kanäle	1	1	1
Verluste zwischen Senderausgang und Antenneneingang	0,2 dB	0,2 dB	0,2 dB
Effektive Gesamtleistung am Antenneneingang	115 W	115 W	115 W

Tabelle B.2: Standortparameter der Sendeanlage 87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465, STOB 69019177, Datum 09.10.2018 für den Funkdienst UMTS 2100 MHz

	Sektor A	Sektor B	Sektor C
Adresse (PLZ, Ort, Straße)	87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465		
Netzbetreiber	Deutsche Telekom		
Funksystem	LTE 800		
Grenzwert	38,6 V/m		
Antennentyp und Bezeichnung	Huawei ADU4518R7v06	Huawei ADU4518R7v06	Huawei ADU4518R7v06
Bodenhöhe am Antennenstandort über NN	616	616	616
Montagehöhe der Sendeantennenunterkante über Grund	32,6	32,6	32,6
Bauhöhe der Antenne	2,087 m	2,087 m	2,087 m
Hauptstrahlrichtung	40°	160°	280°
Mechanische vertikale Absenkung der Hauptstrahlrichtung	0° bis 5°	0° bis 5°	0° bis 5°
Elektrische vertikale Absenkung der Hauptstrahlrichtung	0° bis 12°	0° bis 12°	0° bis 12°
Max.Sendeleistung pro Kanal am Senderausgang	65 W	65 W	65 W
Anzahl der beantragten Kanäle	1	1	1
Verluste zwischen Senderausgang und Antenneneingang	0,2 dB	0,2 dB	0,2 dB
Effektive Gesamtleistung am Antenneneingang	62 W	62 W	62 W

Tabelle B.3: Standortparameter der Sendeanlage 87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465, STOB 69019177, Datum 09.10.2018 für den Funkdienst LTE 800 MHz

	Sektor A	Sektor B	Sektor C
Adresse (PLZ, Ort, Straße)	87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465		
Netzbetreiber	Deutsche Telekom		
Funksystem	LTE 1800		
Grenzwert	58,4 V/m		
Antennentyp und Bezeichnung	Huawei APE4518R14v06	Huawei APE4518R14v06	Huawei APE4518R14v06
Bodenhöhe am Antennenstandort über NN	616	616	616
Montagehöhe der Sendeantennenunterkante über Grund	32,6	32,6	32,6
Bauhöhe der Antenne	1,999 m	1,999 m	1,999 m
Hauptstrahlrichtung	40°	160°	280°
Mechanische vertikale Absenkung der Hauptstrahlrichtung	0° bis 5°	0° bis 5°	0° bis 5°
Elektrische vertikale Absenkung der Hauptstrahlrichtung	2° bis 12°	2° bis 12°	2° bis 12°
Max.Sendeleistung pro Kanal am Senderausgang	22,5 W	22,5 W	22,5 W
Anzahl der beantragten Kanäle	4	4	4
Verluste zwischen Senderausgang und Antenneneingang	0,2 dB	0,2 dB	0,2 dB
Effektive Gesamtleistung am Antenneneingang	86 W	86 W	86 W

Tabelle B.4: Standortparameter der Sendeanlage 87781 Ungerhausen, Gemarkung Ungerhausen, Flurstück 465, STOB 69019177, Datum 09.10.2018 für den Funkdienst LTE 1800 MHz

C Erläuterungen zu den Grenzwerten

Für den Schutz von Personen vor sowie zur Vorsorge von Personen gegen schädliche Umwelteinwirkungen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder (außermedizinisch) im Hochfrequenzbereich besteht in Deutschland seit dem 16. Dezember 1996 mit der "Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV)" und den darin festgelegten Grenzwerten eine gesetzliche Regelung in diesem Bereich. Dieses Gesetz ist seit dem 01. Januar 1997 in Kraft und wurde zuletzt am 14. August 2013 geändert [26. BImSchV]. Die darin festgelegten Immissionsgrenzwerte basieren auf den international anerkannten Empfehlungen des Komitees für nichtionisierende Strahlen der Internationalen Strahlenschutzvereinigung (IRPA/INIRC), der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierenden Strahlen (ICNIRP), die die Arbeit von IRPA/INIRC fortsetzt sowie den Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (SSK) und gewährleisten als einzuhaltende Schutzwerte den Schutz vor bekannten Gesundheitsgefahren und erheblichen Belästigungen [393/96].

Im Hochfrequenzbereich gilt die 26. BImSchV für ortsfeste Sendeanlagen mit einer Sendeleistung von 10 W EIRP (äquivalente isotrope Strahlungsleistung) oder mehr, die elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz erzeugen. Sie ist damit auf Mobilfunkbasisstationen voll anwendbar.

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Hochfrequenzanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere ortsfeste Sendefunkanlagen die in Tabelle A1 bestimmten Grenzwerte der elektrischen und magnetischen Feldstärke für den jeweiligen Frequenzbereich nicht überschritten werden. Bei gepulsten elektromagnetischen Feldern, wie z.B. von Radaranlagen, darf zusätzlich der Spitzenwert für die elektrische und magnetische Feldstärke das 32-fache der Werte nach Tabelle A1 nicht überschreiten.

Frequenz f	Elektrische Feldstärke in V/m (effektiv)	Magnetische Feldstärke in A/m (effektiv)
10 MHz – 400 MHz	28	0,073
400 MHz – 2000 MHz	$1,375 \sqrt{f / \text{MHz}}$	$0,0037 \sqrt{f / \text{MHz}}$
2,0 GHz – 300 GHz	61	0,16

Tabelle C.1: Grenzwerte der elektrischen und magnetischen Feldstärke im Hochfrequenzbereich nach 26. BImSchV, Anhang 1b.

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

Das Produkt von elektrischer und magnetischer Feldstärke im Fernfeld einer Strahlungsquelle ergibt die elektrische Leistungsdichte S . Letztere lässt sich auch direkt aus der elektrischen Feldstärke E berechnen und wird oft alternativ zur Grenzwertüberprüfung herangezogen.

Tabelle A2 fasst die relevanten Grenzwerte der 26. BImSchV für die Abstrahlung der Basisstationen (Downlink) für die Mobilfunksysteme GSM, UMTS und LTE zusammen. Für die Auswertung in diesem Bericht wird je System derjenige Grenzwert verwendet, der für die Banduntergrenze des jeweiligen Frequenzbereiches gültig ist.

Mobilfunksystem	Elektrische Feldstärke E_{eff} in V/m	Magnetische Feldstärke H_{eff} in A/m	Äquivalente Leistungsdichte S in W/m ²
LTE 800	38,6	0,10	3,9
GSM 900	41,7	0,11	4,6
LTE 1500	52,2	0,14	7,2
GSM 1800, LTE 1800	58,4	0,16	9,0
UMTS 2100	61,0	0,17	10
LTE 2600	61,0	0,17	10

Tabelle C.2: Grenzwerte für die Mobilfunkfrequenzbereiche nach 26. BImSchV. In diesem Bericht wird der Grenzwert bei der Auswertung über den gesamten Frequenzbereich des jeweiligen Mobilfunksystems als konstant betrachtet.

Wirken, so wie in vorliegendem Fall, gleichzeitig Felder unterschiedlicher Frequenzen zusammen, dann sind die grenzwertbezogenen Ausschöpfungsgrade ($GW_ASG_{\text{thermisch}}$) geeignet zu summieren. Für Frequenzbereiche von 100 kHz bis 300 GHz (thermische Wirkungen) gilt nach Anhang 2b 26. BImSchV:

$$GW_ASG_{\text{thermisch}} = \sum_{f=100\text{kHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_f}{E_{L,f}} \right)^2 \quad (1)$$

Hierin sind:

E_f berechnete elektrische Feldstärke bei der Frequenz f ;
 $E_{L,f}$ Referenzwert für die elektrische Feldstärke nach Tabelle A2;

Die summierte Grenzwertausschöpfung nach Gleichung 1 darf den Wert 1 nicht überschreiten.

Literaturverzeichnis

- [26. BImSchV] **26. BImSchV**, Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), BGBl. Jg. 2013 Teil I, Nr. 50, 21.08.2013.
- [393/96] **Bundesrats-Drucksache 393/96**, Amtliche Begründung zur Verordnung der Bundesregierung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), 22.05.1996.
- [99/519/EG] **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.
- [ICNIRP 98] **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).
- [BfS] **Bundesamt für Strahlenschutz**, Entwicklung von Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunk Basisstationen: Abschlussbericht „Entwicklung geeigneter Mess- und Berechnungsverfahren (erstellt von C. Bornkessel et al., IMST GmbH Kamp Lintfort, S174 ff, Oberschleißheim 17.3.2005)