



EINSATZ EINES AUTOMATISCHEN EMF-MESSSYSTEMS IN 36100 PETERSBERG



ABBILDUNG 2: DAS AMS DER BUNDESNETZAGENTUR

Auf Wunsch der Stadt Petersberg wurde von der Bundesnetzagentur für den Zeitraum vom 06. Juli 2016 bis zum 30. November 2016 ein automatisches Messsystem (AMS) zur Darstellung der vorhandenen Immissionen durch elektromagnetische Felder (EMF) an fünf unterschiedlichen Messorten im Stadtgebiet zur Verfügung gestellt.

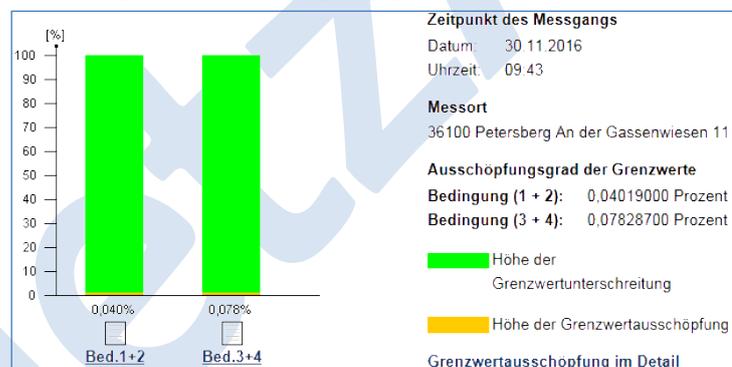


ABBILDUNG 1: AUSZUG AUS DER EMF-DATENBANK DER BUNDESNETZAGENTUR

Dieser Bericht stellt eine zusammenfassende Auswertung der Ergebnisse dieses Messeinsatzes dar. Die vom Messsystem erfassten Messergebnisse können in der für jedermann im Internet frei zugänglichen EMF-Datenbank¹ in Form von Balkendiagrammen weiter aufgerufen werden.

FAZIT DES MESSEINSATZES

Die in Deutschland geltenden Grenzwerte zum Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern (26. BImSchV) wurden über den kompletten Zeitraum des Messeinsatzes hinweg an allen fünf Messorten in allen Frequenzbereichen deutlich unterschritten.

Die geltenden gesetzlichen Personenschutzgrenzwerte für Immissionen durch Funkanlagen wurden im u.a. für den Mobilfunk relevanten Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 3 Gigahertz an allen Messorten um das 500-fache (Messort An den Gassenwiesen) oder mehr unterschritten. Die durchschnittliche Unterschreitung lag über den kompletten Messzeitraum hinweg bei Faktor 1400 (Messort An den Gassenwiesen) oder mehr.

Die Grenzwertausschöpfung für den Frequenzbereich 9 Kilohertz bis 10 Megahertz lag durchgängig um den Faktor 270 (Messort Heerstraße) oder mehr unterhalb des erlaubten Werts. Im Schnitt wurde der Grenzwert um mehr als das 1300-fache (Heerstraße) oder mehr unterschritten.

¹ EMF-Datenbank: <http://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/>

INHALT

Informationen zum AMS	2
Grundlage der Messung	3
Ort und Dauer des Messeinsatzes	7
Anlass des Messeinsatzes	7
Auswertung der Messergebnisse	7
Grafische Darstellung maximal erfasster Feldstärken	14
Standortbescheinigungspflichtige Funkanlagen in der Umgebung	20
Maximal erfasste Feldstärkepegel einzelner Funkdienste	22
Abkürzungsverzeichnis	34

INFORMATIONEN ZUM AMS

WAS IST DAS AUTOMATISCHE MESSSYSTEM DER BUNDESNETZAGENTUR?

Das automatische Messsystem eignet sich in besonderer Weise zur Einschätzung und Bewertung der tatsächlichen Immissionen von Funkanlagen. Mit diesem Messsystem lassen sich an Messorten rund um die Uhr und über längere Zeiträume die Immissionen von Funkanlagen im Frequenzbereich von 9 Kilohertz bis 3 Gigahertz erfassen und in Bezug auf die in Deutschland gültigen Grenzwerte zum Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern dokumentieren. Die Messergebnisse bieten damit eine belastbare und transparente Grundlage zur Einschätzung der von Funkanlagen stammenden Immissionen.

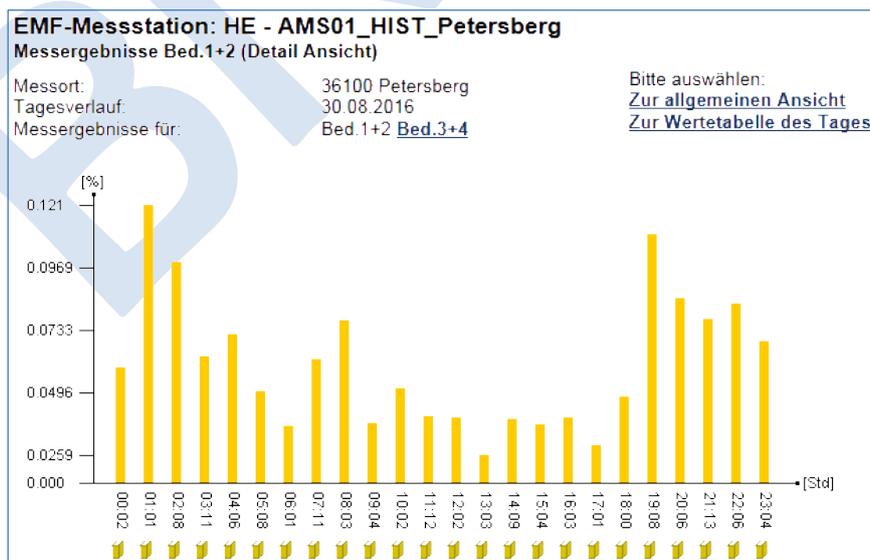


ABBILDUNG 3: AUSZUG AUS DER EMF-DATENBANK DER BUNDESNETZAGENTUR

AUSLEIHE EINES AMS?

Das Messsystem wird von der Bundesnetzagentur für einen zuvor zu vereinbarenden Messzeitraum Gemeinden, Kommunen oder einer für den Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern zuständigen Behörde kostenfrei zur Verfügung gestellt. Die detaillierten Ausleihbedingungen finden Sie auf den EMF-Internetseiten der BNetzA².

Haben Sie als Privatperson Interesse am Einsatz eines AMS, sollten Sie sich mit Ihrem Messwunsch zunächst an die zuständige Stelle der Kommune (z.B. Landratsamt, Umweltamt, Kreisverwaltung) oder des Landes (z.B. Landesumweltamt) wenden.

GRUNDLAGE DER MESSUNG

NACH WELCHEN VORGABEN UND AUF BASIS WELCHER GRENZWERTE WIRD GEMESSEN?

Die Aufnahme der Feldstärken erfolgt im Frequenzbereich von 9 kHz bis 3 GHz nach dem in der Messvorschrift 09/EMF/3³ der Bundesnetzagentur festgelegten Verfahren. Die so erfassten Immissionen (Feldstärken) von Funkanlagen werden IT-gestützt entsprechend den in Abbildung 4 gezeigten Personenschutzgrenzwerten der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV⁴) bewertet. Als Ergebnis lässt sich eine Aussage treffen, um wie viel Prozent der zulässige Grenzwert bei einer erfassten Frequenz ausgeschöpft wird. Für die Auswertung als relevant werden dabei mindestens alle Feldstärkewerte im Bereich von bis zu 40 dB unterhalb der Grenzwerte betrachtet.

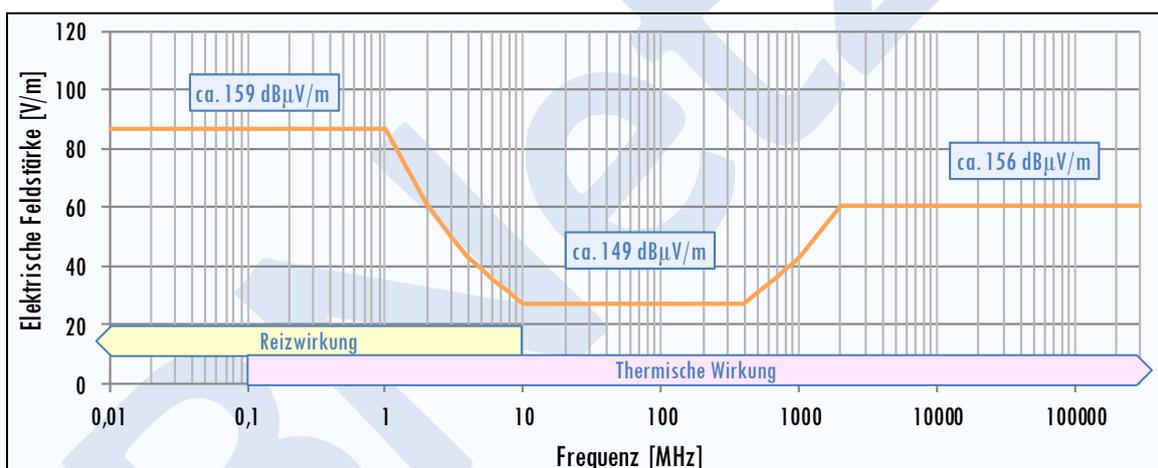


ABBILDUNG 4: GRENZWERTE DER ELEKTRISCHEN FELDSTÄRKE FÜR DIE ALLGEMEINBEVÖLKERUNG NACH 26. BIMSCHV

Aus den für einzelne Frequenzen ermittelten Grenzwertausschöpfungen lässt sich anschließend der Gesamtbetrag der Grenzwertausschöpfung bestimmen. Hierzu werden die in der 26. BImSchV definierten Grenzwertbedingungen mit der entsprechenden Summenformel herangezogen.

GRENZWERTBEDINGUNGEN NACH 26. BIMSCHV

In der Regel erfordert jeder Funkdienst (Mobilfunk, Radio, TV, etc.) für reibungslosen Betrieb einen eigens für ihn zugewiesenen Bereich von Frequenzen. Bei einer typischen Messung elektromagnetischer Felder werden daher nicht nur bei einer Frequenz, sondern bei mehreren unterschiedlichen Frequenzen Feldstärkewerte festgestellt.

² Internetauftritt der Bundesnetzagentur: <http://emf3.bundesnetzagentur.de/ams.html>

³ Messvorschrift 09/EMF/3: <http://emf3.bundesnetzagentur.de/pdf/MV.pdf>

⁴ 26. BImSchV: http://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_26

Um eine Aussage zur vorliegenden Grenzwertausschöpfung unter Berücksichtigung sämtlicher relevanter festgestellter Funkanlagen zu erhalten, müssen diese Feldstärkewerte zu einem Wert kombiniert werden. Wie diese Summation ablaufen soll, ist in den sogenannten Grenzwertbedingungen beschrieben. Die Grenzwertbedingungen mit den entsprechenden Summenformeln sind ebenso wie die Personenschutzgrenzwerte in der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) festgelegt.

- **Summenformeln zu Grenzwertbedingungen 1 und 2 (Reizwirkung):**

Die Überprüfung auf Einhaltung der Grenzwertbedingungen 1 und 2 erfolgt nach Messvorschrift 09/EMF/3 der Bundesnetzagentur im Frequenzbereich von 9 kHz bis 10 MHz. Dieser Bereich beinhaltet im Wesentlichen Radio sowie Amateurfunk im Lang-, Mittel- und unteren Kurzwellenbereich. Hinzu kommen im Unterschied zur Bedingung 3 und 4 Aussendungen im unteren Lang- bzw. Längstwellenbereich (z.B. Zeitzeichensender DCF77 zur Ansteuerung von Funkuhren oder induktive Anwendungen kurzer Reichweite, wie z.B. elektronische Artikelsicherungssysteme).

$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{I_{E,i}}{G_{E,i}} \leq 1$	Mit: <ul style="list-style-type: none"> ▪ $I_{E,i}$ = Gemessene elektrische Feldstärke bei der Frequenz i ▪ $G_{E,i}$ = Grenzwert der elektrischen Feldstärke bei der Frequenz i ▪ $I_{M,i}$ = Gemessene magnetische Feldstärke bei der Frequenz i ▪ $G_{M,i}$ = Grenzwert der magnetischen Feldstärke bei der Frequenz i
GRENZWERTBEDINGUNG 1: ELEKTRISCHES FELD, 1 HZ BIS 10 MHz	
$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{I_{M,i}}{G_{M,i}} \leq 1$	
GRENZWERTBEDINGUNG 2: MAGNETISCHES FELD, 1 HZ BIS 10 MHz	

TABELLE 1: GRENZWERTBEDINGUNGEN 1 UND 2

Zur Berechnung wird zunächst jeder erfasste Feldstärkemesswert eines Messgangs durch den für die jeweilige Frequenz geltenden Grenzwert entsprechend der anzuwendenden Summenformel geteilt. Die Summe dieser Einzelergebnisse ergibt die insgesamt Grenzwertausschöpfung. Ist dieser dimensionslose Wert kleiner oder gleich eins, so ist die Grenzwertbedingung unter Berücksichtigung sämtlicher messtechnisch erfasster Aussendungen von Funkanlagen eingehalten.

- **Summenformeln zu Grenzwertbedingungen 3 und 4 (thermische Wirkung):**

Die Messvorschrift 09/EMF/3 sieht für die Überprüfung der Grenzwertbedingungen 3 und 4 einen Frequenzbereich von 100 kHz bis 3 GHz vor. Dies beinhaltet Radio-, TV-, und Mobilfunkfrequenzbereiche. Im Vergleich zu Bedingung 1 und 2 kommen somit der obere Kurzwellenbereich, UKW, DAB (jeweils Radio), DVB-T (TV) sowie GSM, UMTS und LTE (jeweils Mobilfunk) hinzu. Ebenfalls abgedeckt werden weitere Amateurfunkfrequenzbereiche sowie beispielweise WLAN bei 2,4 GHz.

$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{I_{E,i}}{G_{E,i}} \right)^2 \leq 1$	Mit: <ul style="list-style-type: none"> ▪ $I_{E,i}$ = Gemessene elektrische Feldstärke bei der Frequenz i ▪ $G_{E,i}$ = Grenzwert der elektrischen Feldstärke bei der Frequenz i ▪ $I_{M,i}$ = Gemessene magnetische Feldstärke bei der Frequenz i ▪ $G_{M,i}$ = Grenzwert der magnetischen Feldstärke bei der Frequenz i
GRENZWERTBEDINGUNG 3: ELEKTRISCHES FELD, 100 KHZ BIS 300 GHz	
$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{I_{M,i}}{G_{M,i}} \right)^2 \leq 1$	
GRENZWERTBEDINGUNG 4: MAGNETISCHES FELD, 100 KHZ BIS 300 GHz	

TABELLE 2: GRENZWERTBEDINGUNGEN 3 UND 4

Im Vergleich zu den beiden ersten Bedingungen beinhaltet die Berechnung auf Einhaltung der Grenzwertbedingungen 3 und 4 einen zusätzlichen Schritt. Zunächst wird auch hier für jeden erfassten Feldstärkemesswert eines Messgangs der Quotient ermittelt, der sich aus Feldstärkemesswert geteilt durch den für die jeweilige Frequenz geltenden Grenzwert ergibt.

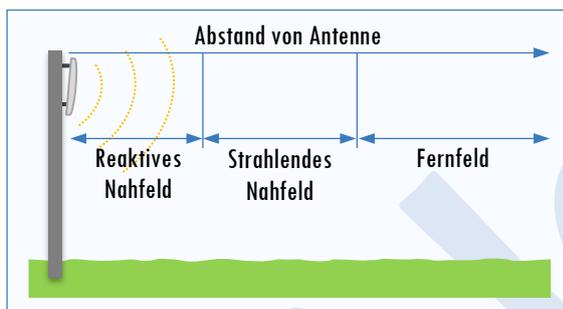
Anders als zuvor werden diese Einzelergebnisse jedoch quadriert, bevor sie im nächsten Schritt aufsummiert werden. Zur Einhaltung der Grenzwertbedingungen 3 und 4 muss diese Summe auch hier jeweils ein Ergebnis von kleiner oder gleich eins ergeben.

Wie zu erkennen, überschneiden sich die Frequenzen für die Überprüfung der Grenzwertbedingungen im Bereich von 100 kHz bis 10 MHz. Innerhalb dieses Bereiches müssen demnach alle der Grenzwertbedingungen eingehalten werden.

Die Darstellung der Grenzwertausschöpfung erfolgt in der EMF-Datenbank zur besseren Verständlichkeit in Prozent, wobei der Wert „1“ gleich 100% entspricht. Zur Einhaltung der Grenzwerte dürfen die Summenwerte aller vier Bedingungen demzufolge nicht über 100 % liegen.

AUSWAHL DER ZU BERECHNENDEN GRENZWERTBEDINGUNGEN

Bei Messungen elektrischer oder magnetischer Feldstärken von Funkanlagen kommt dem Abstand zwischen Messort und den abstrahlenden Antennen eine wesentliche Bedeutung zu. Dieser Abstand



zu einer Antenne wird in der Antennentechnik in die in Abbildung 5 gezeigten Regionen unterteilt, deren Größe jeweils von der Betriebsfrequenz und den Abmaßen der Antenne abhängig ist.

ABBILDUNG 5: NAH- UND FERNFELDREGIONEN

Aufgrund des physikalisch bedingt unterschiedlichen Verhaltens elektromagnetischer Felder in den drei Regionen ist es relevant zu wissen, in welcher Region die Messung erfolgte. Die Angabe einer genauen Grenze zwischen den Regionen ist allerdings

nur bedingt möglich, da der Übergang fließend verläuft. Im Übergangsbereich, auch als strahlendes Nahfeld bezeichnet, liegen jedoch bereits näherungsweise Voraussetzungen wie im Fernfeld vor.

Im Gegensatz zu einer Messung im reaktiven Nahfeld ist es im Fernfeld nicht erforderlich, die Einhaltung sämtlicher vier Grenzwertbedingungen zu überprüfen. Der Grund hierfür liegt darin, dass - anders als im Nahfeld - bei der Messung im Fernfeld die Berechnungen der Summenformeln für das elektrische und magnetische Feld im Ergebnis zu der gleichen Grenzwertausschöpfung führen. Werden die Messungen daher in ausreichendem Abstand unter Fernfeldbedingungen durchgeführt, kann die Einhaltung der Grenzwerte im unteren Frequenzbereich wahlweise mit der Summenformel zu Bedingung 1 (elektrisches Feld) oder 2 (magnetisches Feld) überprüft werden. Gleiches gilt ebenso im oberen Frequenzbereich für den Zusammenhang zwischen den Grenzwertbedingungen 3 bzw. 4.

Die Messungen mit dem AMS erfolgen, wenn nicht anders beschrieben, stets im Fernfeld. Da die vorliegenden Immissionen als elektrische Feldstärke aufgenommen werden, erfolgt auch die weitere Auswertung nach den Summenformeln für das elektrische Feld (Grenzwertbedingungen 1 bzw. 3).

BEISPIELBERECHNUNG ZUR ÜBERPRÜFUNG DER GRENZWERTBEDINGUNGEN

Zum Verständnis der nachfolgenden Berechnungen zeigt Tabelle 3 eine Beispielrechnung zu den verwendeten Grenzwertbedingungen 1 (für gemessene Feldstärkewerte im Frequenzbereich von 9 kHz – 10 MHz) sowie 3 (Frequenzbereich 100 kHz – 3 GHz).

Die in der Tabelle dargestellten Frequenzen und Feldstärkewerte entsprechen den Messergebnissen des AMS vom 15.11.2016 um 09:43 Uhr. Zu diesem Zeitpunkt wurde die im Verlaufe des Messeinsatzes höchste Ausschöpfung der Grenzwerte nach Bedingung 3 ermittelt (vgl. auch Tabelle 5).

Abzulesen sind in jeder Zeile die Messfrequenz, der zugehörige Messwert der elektrischen Feldstärke sowie der für diese Frequenz geltende Grenzwert. Die beiden rechten Spalten geben den Anteil an, den der jeweilige Messwert berechnet nach der zugehörigen Summenformel zur gesamten Grenzwertausschöpfung beiträgt. In den beiden unteren Zeilen sind die berechneten Ergebnisse der Summenformeln bzw. die gesamte Grenzwertausschöpfung in Prozent angegeben.

f [MHz]	Feldstärke I_E [V/m]	Grenzwert G_E [V/m]	Grenzwert- Bedingung 1 $= \frac{I_E}{G_E}$	Grenzwert- Bedingung 3 $= \left(\frac{I_E}{G_E}\right)^2$
0,078	0,0159	87,0	0,00018	-
0,129	0,0182	87,0	0,00021	<0,00001
11,784	0,0037	27,5	-	<0,00001
11,853	0,0082	27,5	-	<0,00001
59,5	0,0046	27,5	-	<0,00001
61,4	0,0045	27,5	-	<0,00001
105,3	0,0067	27,5	-	<0,00001
107,9	0,0088	27,5	-	<0,00001
120,8	0,0012	27,5	-	<0,00001
124,4	0,0024	27,5	-	<0,00001
177,6	0,0006	27,5	-	<0,00001
178,4	0,0293	27,5	-	<0,00001
391,6	0,0055	27,5	-	<0,00001
393,0	0,0012	27,5	-	<0,00001
466,1	0,0004	29,7	-	<0,00001
466,2	0,0008	29,7	-	<0,00001
805,6	0,1461	39,0	-	0,00001
809,5	0,1322	39,1	-	0,00001
938,4	0,0840	42,1	-	<0,00001
941,0	0,0812	42,2	-	<0,00001
1.089,5	0,0033	45,4	-	<0,00001
1.091,3	0,0017	45,4	-	<0,00001
1.813,3	0,0273	58,6	-	<0,00001
1.843,0	0,0454	59,0	-	<0,00001
2.112,8	2,6808	61,0	-	0,00193
2.167,2	0,1598	61,0	-	<0,00001
Ergebnis Summenformel Σ			0,00039	0,00197
Grenzwertausschöpfung in Prozent			0,039%	0,197%

TABELLE 3: BEISPIELBERECHNUNG DER GRENZWERTAUSCHÖPFUNG MIT MESSPAKET VOM 15.11.2016, 09:43 UHR

In diesem Beispiel ergibt die Überprüfung der Grenzwertbedingungen für beide Frequenzbereiche mit etwa 0,04 % bzw. 0,2 % jeweils einen Wert sehr deutlich unterhalb von 100 %. Es kommt dem-

entsprechend unter Betrachtung aller relevanten Feldstärkeimmissionen in Summe zu keiner Überschreitung, sondern einer deutlichen Unterschreitung des Grenzwertes.

Bei Messwerten, die aufgrund einer Frequenz von 10 MHz oder tiefer sowohl die Berechnung nach Grenzwertbedingung 1 als auch Bedingung 3 erfordern, fallen unter Umständen die im Ergebnis für beide Bedingungen unterschiedlichen Grenzwertausschöpfungen auf. Die Ursache hierfür liegt in der wie zuvor erläutert unterschiedlichen Berechnung der beiden Summenformeln, wonach für die Grenzwertbedingung 3 der Quotient aus Messwert zu Grenzwert zusätzlich quadriert wird.

ORT UND DAUER DES MESSEINSATZES

WANN UND WO WURDE GEMESSEN?

Die Messungen erfolgten im Zeitraum vom 06. Juni 2016 bis zum 30. November 2016 an fünf unterschiedlichen Standorten in Stadtgebiet von Petersberg:

06.07. bis 08.08.2016: Flachdach Feuergebäude (Stadtmitte), Landwehr 19

08.08. bis 06.09.2016: Flachdach Kita "St.Aegidius", OT Marbach, Ägidienstraße 8

06.09. bis 05.10.2016: Flachgeneigtes Dach Keltenwellschule, OT Margretenhaun, Heerstraße 5

05.10. bis 02.11.2016: Flachgeneigtes Garagendach Malteser, OT Steinhaus, Am Burggraben

02.11. bis 30.11.2016: Garagendach im Innenstadtbereich, An den Gassenwiesen 11

ANLASS DES MESSEINSATZES

WARUM WURDE IN PETERSBERG GEMESSEN?

Anlass für den Messwunsch waren wiederholte Anfragen bei der Stadt zu Immissionen von Funkanlagen. Mit Hilfe der AMS-Langzeitmessung sollte daher für die ausgewählten Messorte messtechnisch die Einhaltung der Grenzwerte zum Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern von Funkanlagen dokumentiert werden.

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE

ALLGEMEINE INFORMATIONEN ZUM VERLAUF DER DIAGRAMME

Ein AMS führt mehrmals pro Stunde einen Messdurchlauf für den kompletten Frequenzbereich von 9 kHz bis 3 GHz durch. Für die Aussendungen aller in einem Messdurchlauf erfassten Funkdienste in Summe wird anschließend der Ausschöpfungsgrad der Grenzwertbedingungen nach der 26. BImSchV bestimmt. Die Auswertungen enthalten sämtliche Funkdienste (Mobilfunk, Rundfunk, Amateurfunk, etc.), die im jeweiligen Messdurchlauf erfasst wurden.

Hierzu ist zu erwähnen, dass die Sendeleistung von Mobilfunkanlagen nicht konstant ist. Sie ist last- und bedarfsabhängig und passt sich durchgehend automatisch an die jeweiligen Erfordernisse an⁵. Eine hohe Anzahl von Nutzern sowie entferntere Aufenthaltsorte der Nutzer zur relevanten Basisstation führen zu einem Hochregeln und umgekehrt zu einer Absenkung der Sendeleistung, was zu deutlich variierenden Grenzwertausschöpfungen (siehe z.B. Abbildung 3) führt. Ebenfalls abzulesen ist dieser Zusammenhang üblicherweise bei einem Vergleich der Ergebnisse für die Grenzwertbedingung 3 tagsüber (höhere Mobilfunkauslastung) mit denen während der Nacht (geringe Auslastung).

⁵ Bei der Erteilung einer Standortbescheinigung wird stets im Sinne des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern von der maximalen Anlagenauslastung ausgegangen.

Sofern sich im näheren Umfeld des Mess-Standorts keine Funkanlage im betreffenden Frequenzbereich bis 10 MHz befindet (z.B. Mittel- oder Kurzwellenrundfunk), ist auch für die Grenzwertbedingung 1 im Tagesverlauf ein Absinken der empfangenen Feldstärken zu beobachten. Hier liegt diese Absenkung jedoch aufgrund physikalischer Zusammenhänge nicht nachts, sondern tagsüber.

FREQUENZBEREICH 9 KHZ BIS 10 MHZ (GRENZWERTBEDINGUNG 1 UND 2)

Minimale und maximale Grenzwertausschöpfungen 9 kHz – 10 MHz

Messort	Zeitraum	Minimale Ausschöpfung des Grenzwerts	Maximale Ausschöpfung des Grenzwerts	Durchschnittliche Ausschöpfung des Grenzwerts
Landwehr 19	06.07.2016 - 08.08.2016	0,006 %	0,227 %	0,045 %
Ägidienstraße 8	08.08.2016 - 06.09.2016	0,009 %	0,189 %	0,060 %
Heerstraße 5	06.09.2016 - 05.10.2016	0,018 %	0,364 %	0,076 %
Am Burggraben	05.10.2016 - 02.11.2016	0,010 %	0,170 %	0,056 %
An der Gassenwiesen 11	02.11.2016 - 30.11.2016	0,009 %	0,299 %	0,067 %

TABELLE 4: MINIMALE, MAXIMALE UND DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 (SIEHE 26. BIMSCHV)

Die Auswertung der Summationsformel zur Grenzwertbedingung 1 für den Frequenzbereich bis 10 MHz zeigt für alle fünf Messorte eine Unterschreitung der geltenden Personenschutzgrenzwerte aller in diesem Bereich messtechnisch erfassten relevanten Feldstärkeimmissionen um durchgehend mehr als 99,6 %. Durchschnittlich gesehen ergab sich über den kompletten Messzeitraum eine Grenzwertunterschreitung nach Bedingung 1 um, je nach Messort, Faktor 1300 (Heerstraße 5) bis 2200 (Landwehr 19).

Verläufe der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Tagesmittel, Landwehr 19

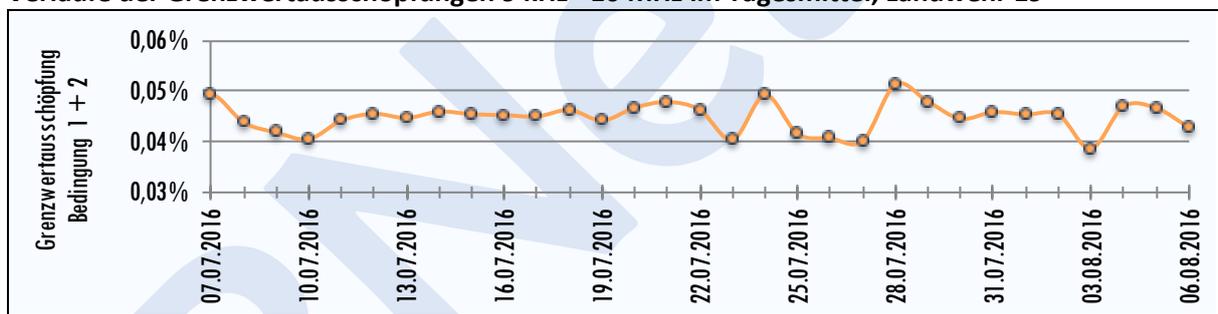


ABBILDUNG 6: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 IM TAGESMITTEL, MESSORT LANDWEHR 19

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Tagesmittel, Ägidienstraße 8

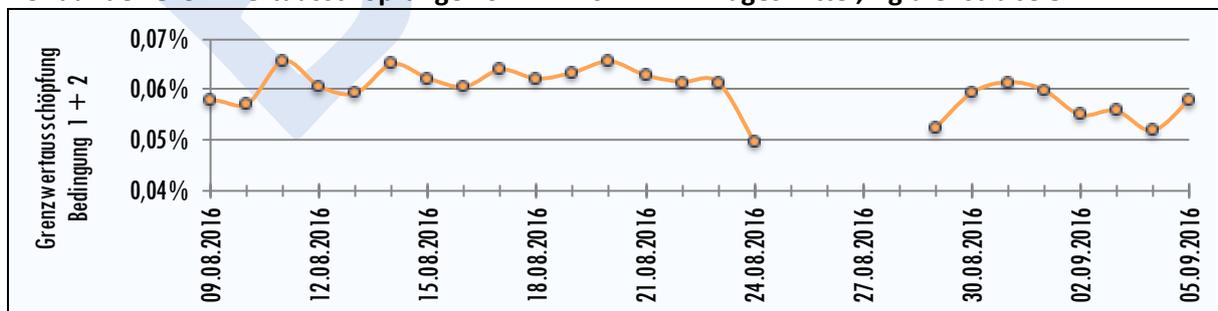


ABBILDUNG 7: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 IM TAGESMITTEL, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Tagesmittel, Heerstraße 5

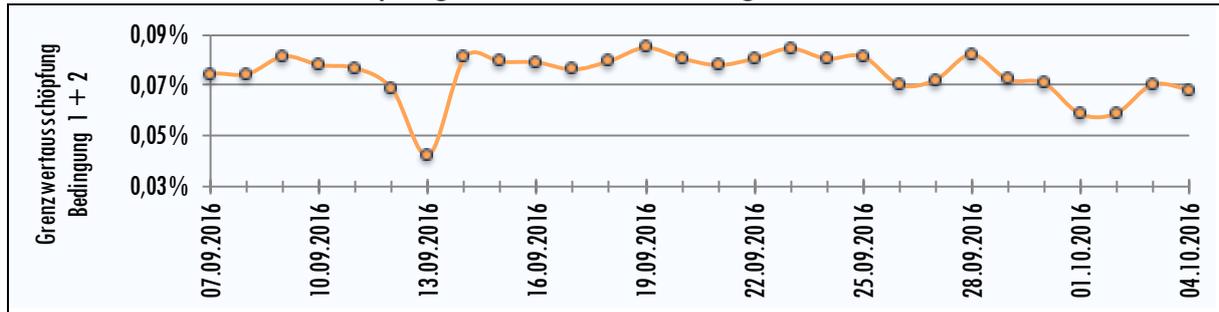


ABBILDUNG 8: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 IM TAGESMITTEL, MESSORT HEERSTRASSE 5

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Tagesmittel, Am Burggraben

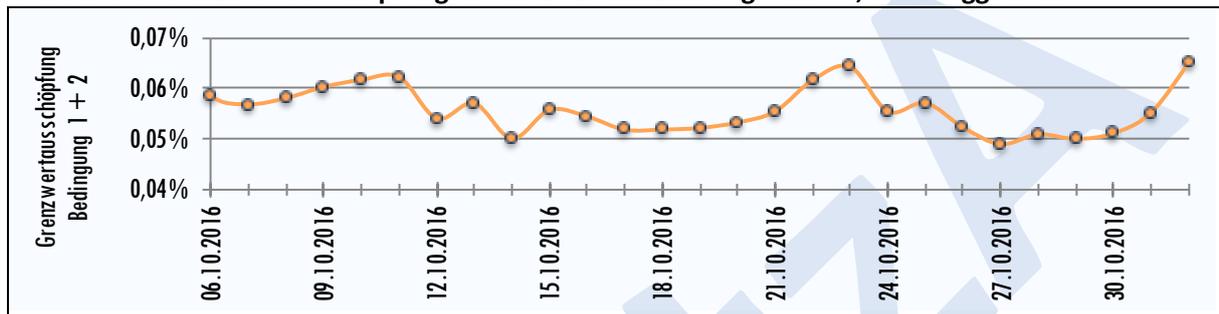


ABBILDUNG 9: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 IM TAGESMITTEL, MESSORT AM BURGGRABEN

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Tagesmittel, An den Gassenwiesen 11

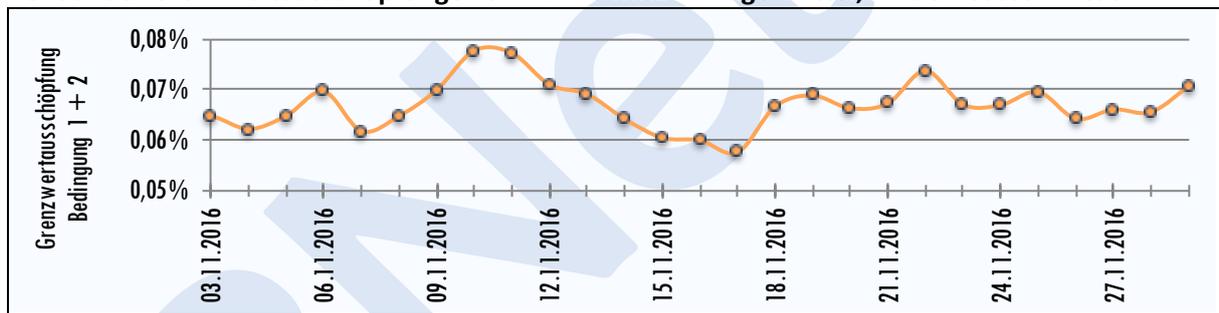


ABBILDUNG 10: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BED. 1 IM TAGESMITTEL, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

In Abbildung 6 bis Abbildung 10 ist der Verlauf der vom Messsystem im Frequenzbereich von 9 kHz bis 10 MHz festgestellten Grenzwertausschöpfung im Tagesmittel zu sehen, d.h. die durchschnittliche Ausschöpfung des Grenzwerts an jedem Tag des Messeinsatzes. Am zweiten Messort (Ägidienstraße 8) ist in Abbildung 7 eine zeitliche Unterbrechung zu sehen, während der aufgrund eines Ausfalls keine Daten vom System aufgenommen wurden. Nach am 29.08.2016 ein Neustart des Messsystems möglich war, setzte das AMS die Messungen fort.

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Stundenmittel, Landwehr 19

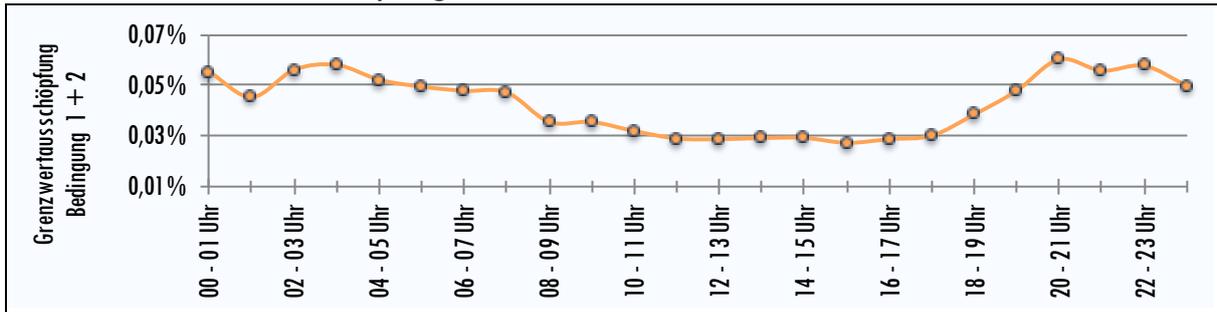


ABBILDUNG 11: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 IM STUNDENMITTEL, MESSORT LANDWEHR 19

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Stundenmittel, Ägidienstraße 8



ABBILDUNG 12: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 IM STUNDENMITTEL, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Stundenmittel, Heerstraße 5

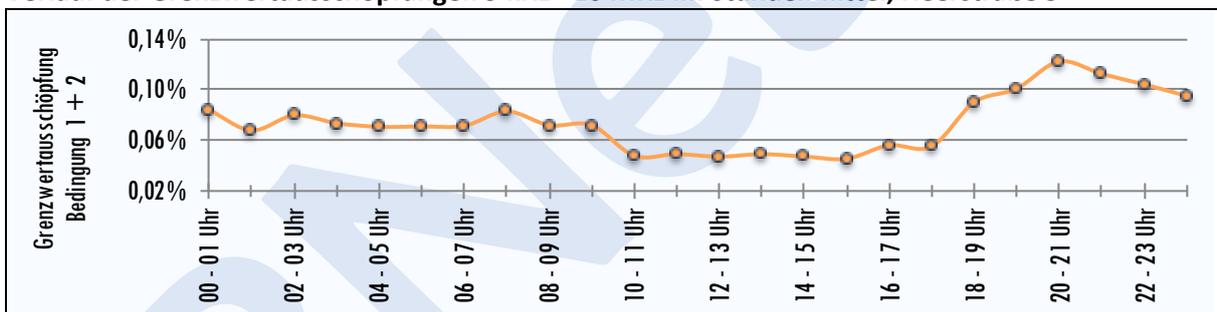


ABBILDUNG 13: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 IM STUNDENMITTEL, MESSORT HEERSTRASSE 5

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Stundenmittel, Am Burggraben



ABBILDUNG 14: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 1 IM STUNDENMITTEL, MESSORT AM BURGRABEN

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 9 kHz - 10 MHz im Stundenmittel, An den Gassenwiesen 11

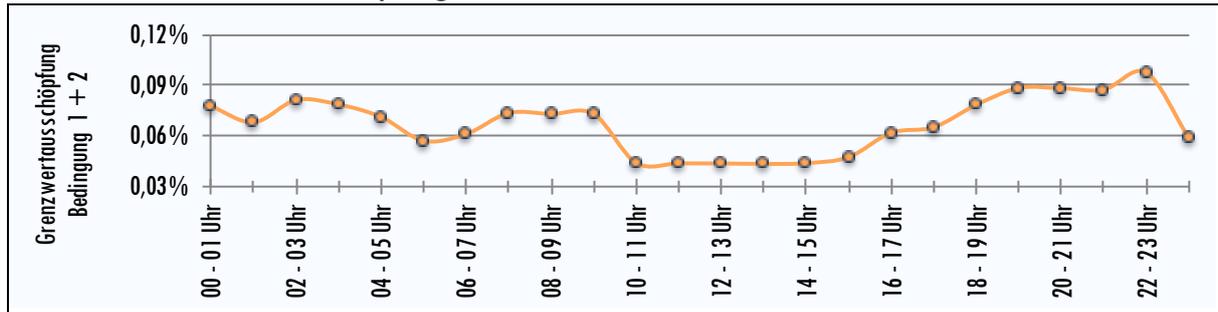


ABBILDUNG 15: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BED. 1 IM STUNDENMITTEL, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

In Abbildung 11 bis Abbildung 15 wird für die fünf Messorte das Stundenmittel der Grenzwertausschöpfung für den Frequenzbereich von 9 kHz bis 10 MHz gezeigt. Hier kann abgelesen werden, wie sich die Ausschöpfung des Grenzwerts durchschnittlich über den Tag hinweg entwickelt hat.

Deutlich zu erkennen ist an allen fünf Messorten die, wie zuvor erläutert, für diesen Frequenzbereich typische Zunahme der Immissionen während der Abend- und Nachtstunden. Insgesamt bewegt sich der Verlauf jedoch in allen Fällen im Bereich sehr niedriger Grenzwertausschöpfungen.

FREQUENZBEREICH 100 KHZ BIS 3 GHZ (GRENZWERTBEDINGUNG 3 UND 4)

Minimale und maximale Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz

Messort	Zeitraum	Minimale Ausschöpfung des Grenzwerts	Maximale Ausschöpfung des Grenzwerts	Durchschnittliche Ausschöpfung des Grenzwerts
Landwehr 19	06.07.2016 - 08.08.2016	0,0088 %	0,083 %	0,023 %
Ägidienstraße 8	08.08.2016 - 06.09.2016	0,0112 %	0,104 %	0,054 %
Heerstraße 5	06.09.2016 - 05.10.2016	0,0002 %	0,020 %	0,010 %
Am Burggraben	05.10.2016 - 02.11.2016	0,0008 %	0,055 %	0,002 %
An der Gassenwiesen 11	02.11.2016 - 30.11.2016	0,0283 %	0,197 %	0,068 %

TABELLE 5: MINIMALE, MAXIMALE UND DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 (SIEHE 26. BImSchV)

Für den Frequenzbereich der Grenzwertbedingung 3 ergab die Auswertung der zugehörigen Summenformel an allen fünf Messorten eine ebenfalls deutliche Unterschreitung der nach der 26. BImSchV geltenden Personenschutzgrenzwerte. Die festgestellte Grenzwertausschöpfung bewegte sich, wie in Tabelle 5 zu sehen, zu jedem Zeitpunkt der Messungen zu mehr als 99,8 % unterhalb des erlaubten Wertes. Durchschnittlich lag der Ausschöpfungsgrad, je nach Messort, um etwa den Faktor 1500 (An den Gassenwiesen) bis 50 000 (Am Burggraben) unter dem Grenzwert nach Bedingung 3.

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Tagesmittel, Landwehr 19

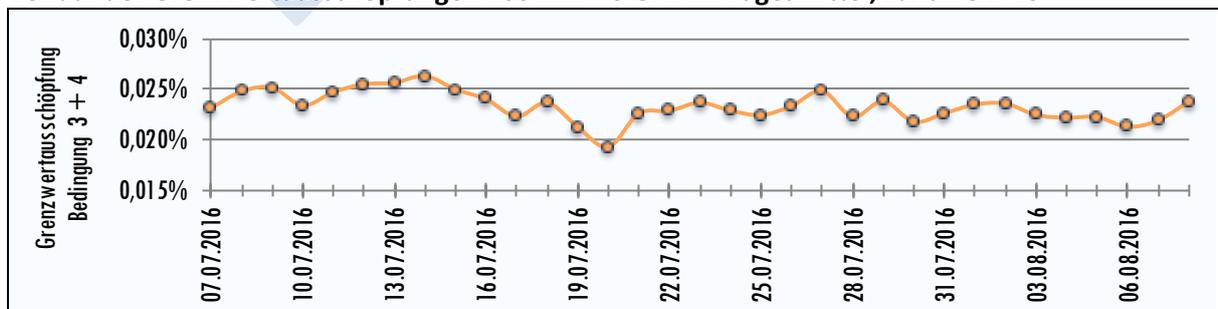


ABBILDUNG 16: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 IM TAGESMITTEL, MESSORT LANDWEHR 19

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Tagesmittel, Ägidienstraße 8

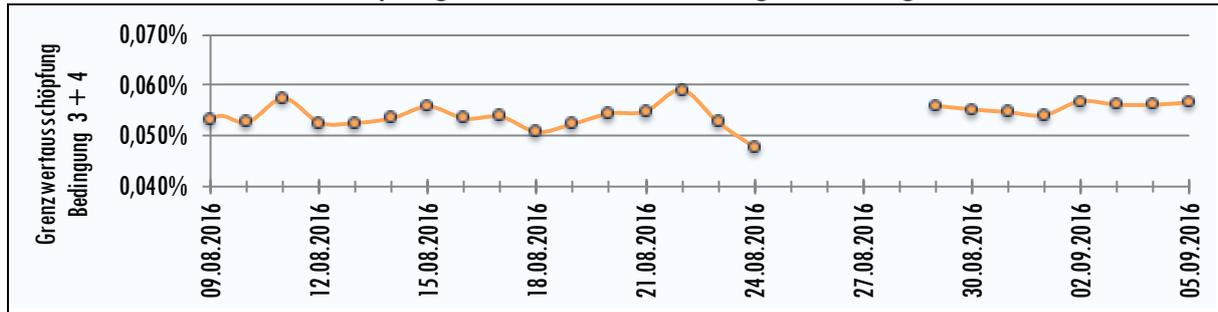


ABBILDUNG 17: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 IM TAGESMITTEL, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Tagesmittel, Heerstraße 5

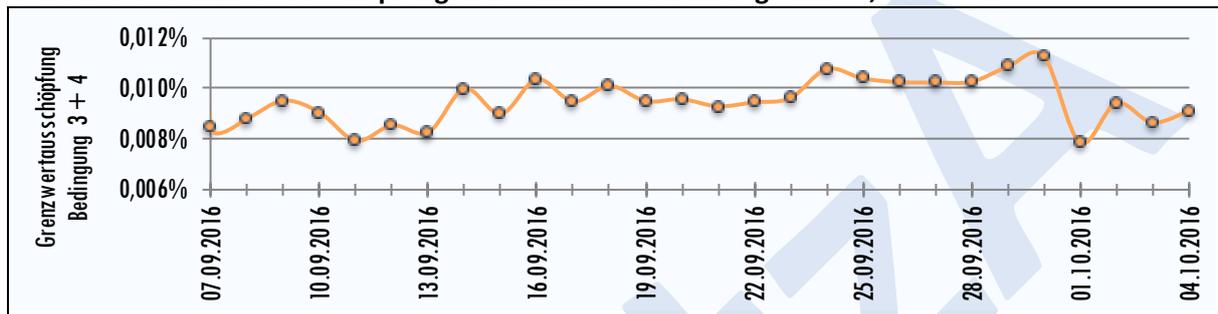


ABBILDUNG 18: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 IM TAGESMITTEL, MESSORT HEERSTRASSE 5

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Tagesmittel, Am Burggraben

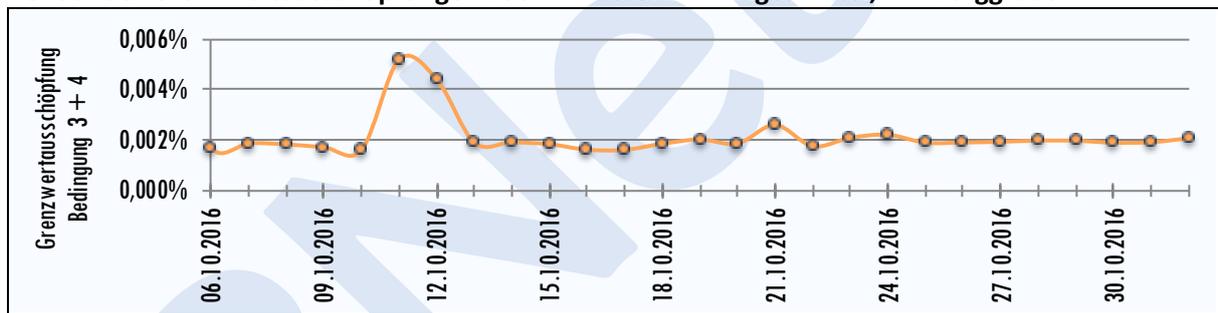


ABBILDUNG 19: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 IM TAGESMITTEL, MESSORT AM BURGGRABEN

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Tagesmittel, An den Gassenwiesen 11

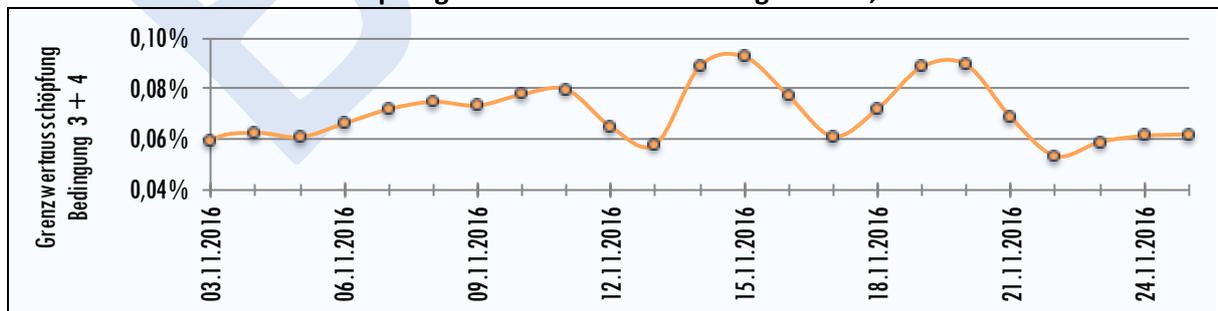


ABBILDUNG 20: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BED. 3 IM TAGESMITTEL, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Im in Abbildung 16 bis Abbildung 20 zu sehenden Verlauf des Tagesmittelwerts der Grenzwertausschöpfung für den Frequenzbereich von 100 kHz bis 3 GHz sind keine besonderen Auffälligkeiten abzulesen. Auch die an manchen Tagen dargestellten ansteigenden Immissionen bewegten sich in einem sehr niedrigen Bereich. In Abbildung 17 ist für die Auswertung ebenfalls eine zeitliche Unter-

brechung der Messungen in der Ägidienstraße 8 zu erkennen, siehe hierzu die Erläuterung zur Abbildung 7 bei den Diagrammen zur Grenzwertbedingung 1 + 2

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Stundenmittel, Landwehr 19

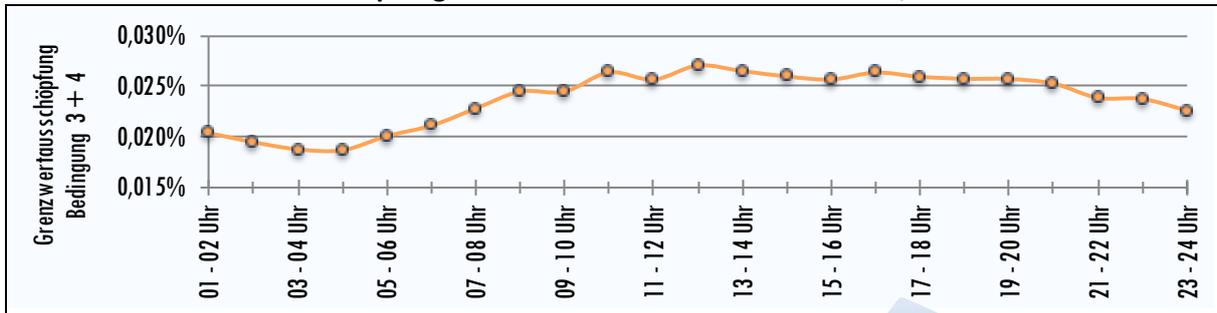


ABBILDUNG 21: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 IM STUNDENMITTEL, MESSORT LANDWEHR 19

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Stundenmittel, Ägidienstraße 8

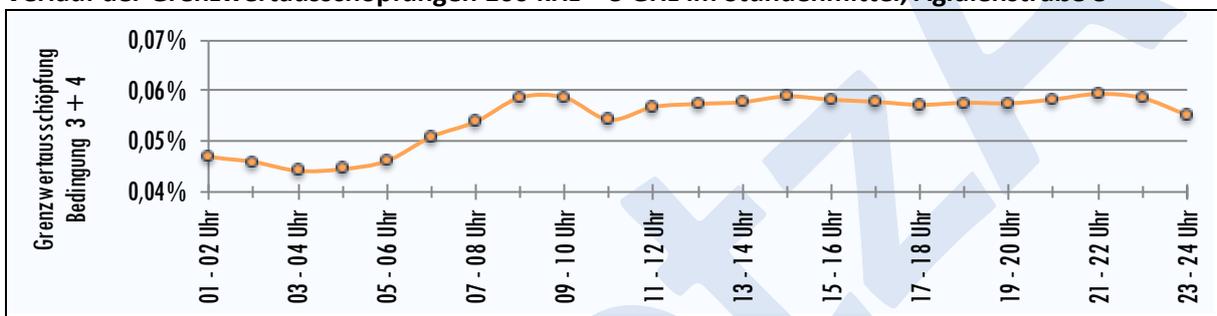


ABBILDUNG 22: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 IM STUNDENMITTEL, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Stundenmittel, Heerstraße 5

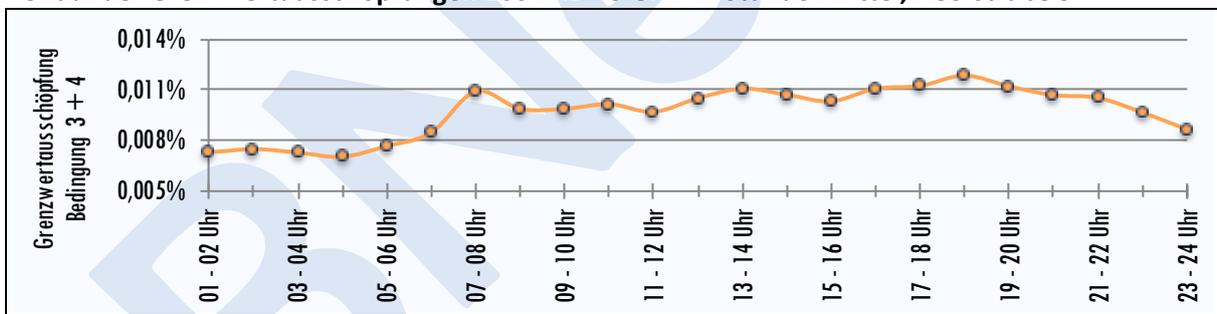


ABBILDUNG 23: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 IM STUNDENMITTEL, MESSORT HEERSTRASSE 5

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Stundenmittel, Am Burggraben

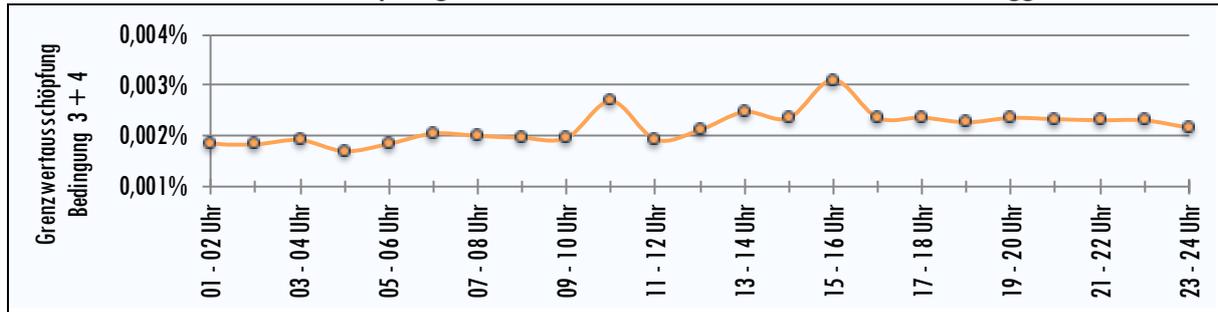


ABBILDUNG 24: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BEDINGUNG 3 IM STUNDENMITTEL, MESSORT AM BURGGRABEN

Verlauf der Grenzwertausschöpfungen 100 kHz – 3 GHz im Stundenmittel, An den Gassenwiesen 11



ABBILDUNG 25: DURCHSCHNITTLICHE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG NACH SUMMATIONSFORMEL ZU BED. 3 IM STUNDENMITTEL, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Der durchschnittliche Tagesverlauf der Grenzwertausschöpfung berechnet nach Summationsformel zu Bedingung 3 weist für den Frequenzbereich von 100 kHz bis 3 GHz an allen Messorten keine besonderen Auffälligkeiten auf.

Nach dieser allgemeinen Auswertung werden die gewonnenen Ergebnisse im Folgenden hinsichtlich der wesentlichen im untersuchten Frequenzbereich betriebenen Funkdienste aufgeschlüsselt. Auf diese Weise kann der jeweilige Anteil vom Mobilfunk (GSM, UMTS, LTE), Rundfunk oder anderen Funkdiensten an der gesamten Grenzwertausschöpfung bewertet werden.

GRAFISCHE DARSTELLUNG MAXIMAL ERFASSTER FELDSTÄRKEN

Um einen Gesamteindruck zu erhalten, werden im Folgenden die über den kompletten Messzeitraum hinweg maximalen messtechnisch erfassten Feldstärken über der Frequenz grafisch dargestellt. Zur besseren Übersicht wurde die Darstellung in zwei Frequenzbereiche aufgeteilt.

Abbildung 26 zeigt für den Messort Landwehr 19 den Frequenzbereich bis 100 MHz, der u.a. den Rundfunkbereich der Mittel- und Kurzwelle sowie teilweise UKW umfasst. In Abbildung 27 ist ebenfalls für den Messort Landwehr 19 der Bereich ab 100 MHz bis 3 GHz zu sehen, der sich vom oberen UKW-Radiobereich u.a. über das terrestrische Fernsehen (DVB-T) und die Mobilfunksysteme (GSM, UMTS und LTE) erstreckt. Bis Abbildung 35 folgt darauf die grafische Darstellung für die weiteren vier Messorte.

Bei den Grafiken ist zu beachten, dass die gemessene Feldstärke in V/m zur besseren Darstellbarkeit in dB μ V/m umgerechnet wurde. Anschließend an die beiden Abbildungen folgt hierzu Tabelle 6 als einfache Umrechnungshilfe.

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 9 kHz – 100 MHz, Landwehr 19

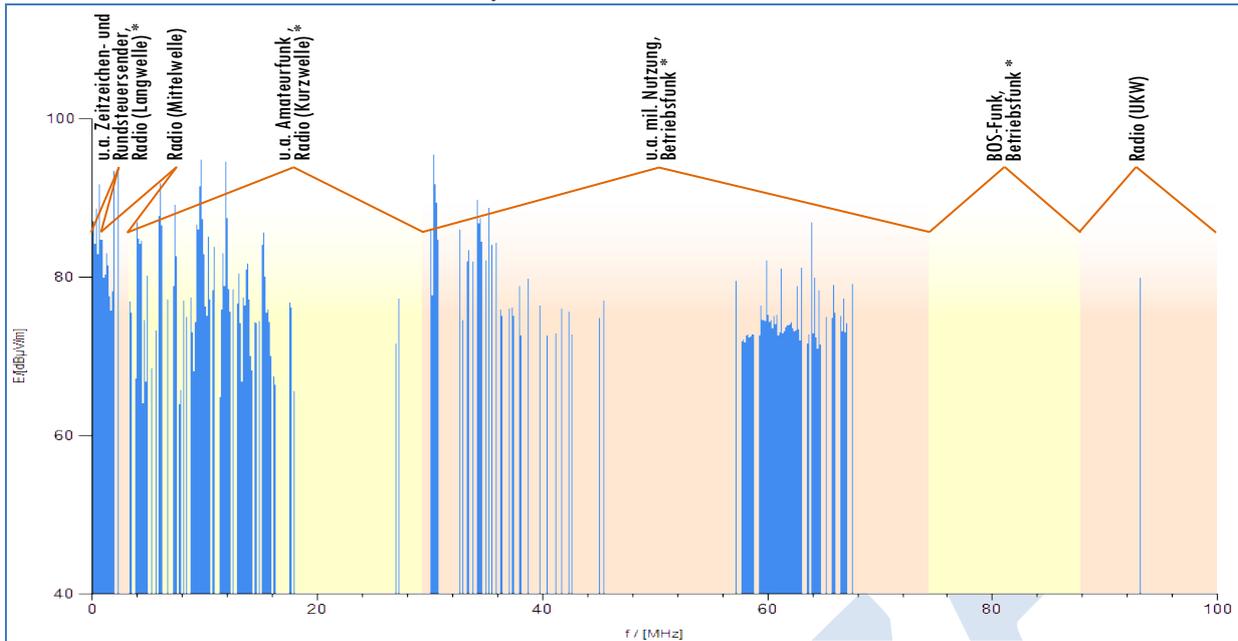


ABBILDUNG 26: MAXIMAL GEMESSENE FELDMÄSSWERTE AM AUFSTELLORT LANDWEHR 19 (9 KHZ – 100 MHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

* In einigen Fällen teilen sich mehrere Funkdienste einen Frequenzbereich, beispielsweise im Bereich um 2400 MHz Amateurfunk und WLAN⁶. Da es sich hier um Immissionsmessungen handelt, ist eine eindeutige Zuordnung zu einzelnen Funkanwendungen nur bedingt möglich. Zur besseren Verständlichkeit sind jedoch für die Frequenzen der für die Auswertung bestimmenden Feldstärken Funkdienste eingetragen.

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich, 100 MHz – 3 GHz, Landwehr 19

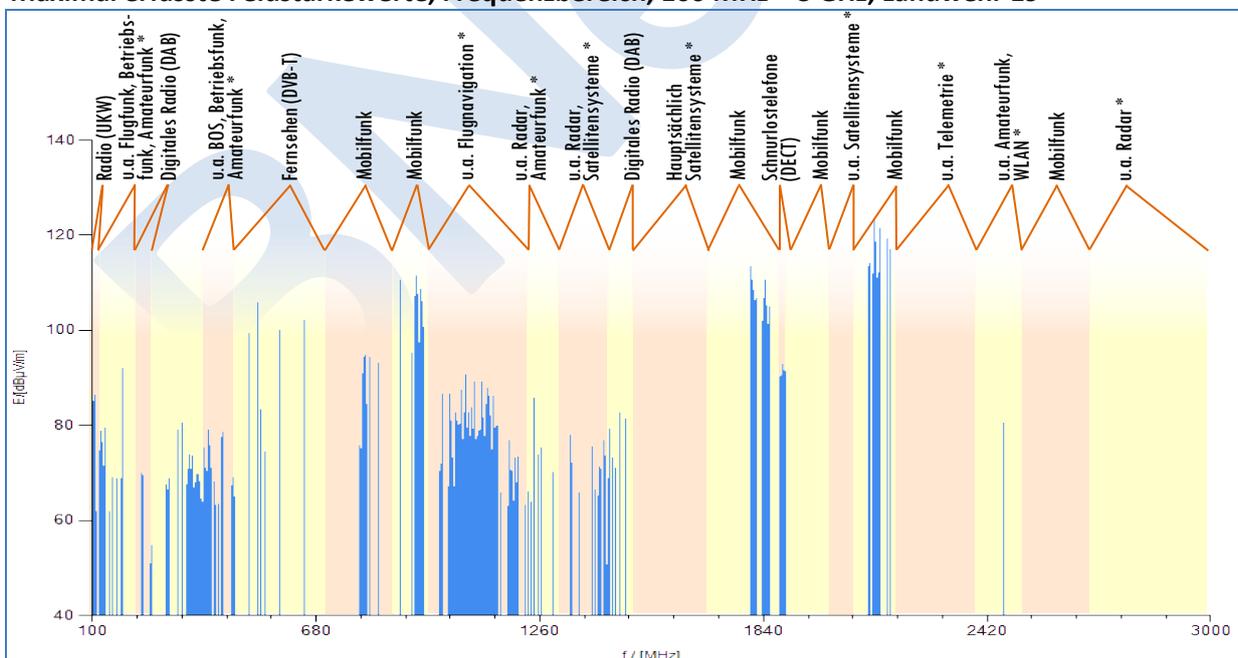


ABBILDUNG 27: MAXIMAL GEMESSENE FELDMÄSSWERTE AM AUFSTELLORT LANDWEHR 19 (100 MHz – 3 GHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

* Frequenzbereich, dem mehrere Funkdienste zugeordnet sind. Siehe Anmerkung zu Abbildung 26.

⁶ Frequenznutzungsplan erhältlich über Internetauftritt der BNetzA: <http://www.bundesnetzagentur.de>

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 9 kHz – 100 MHz, Ägidienstraße 8

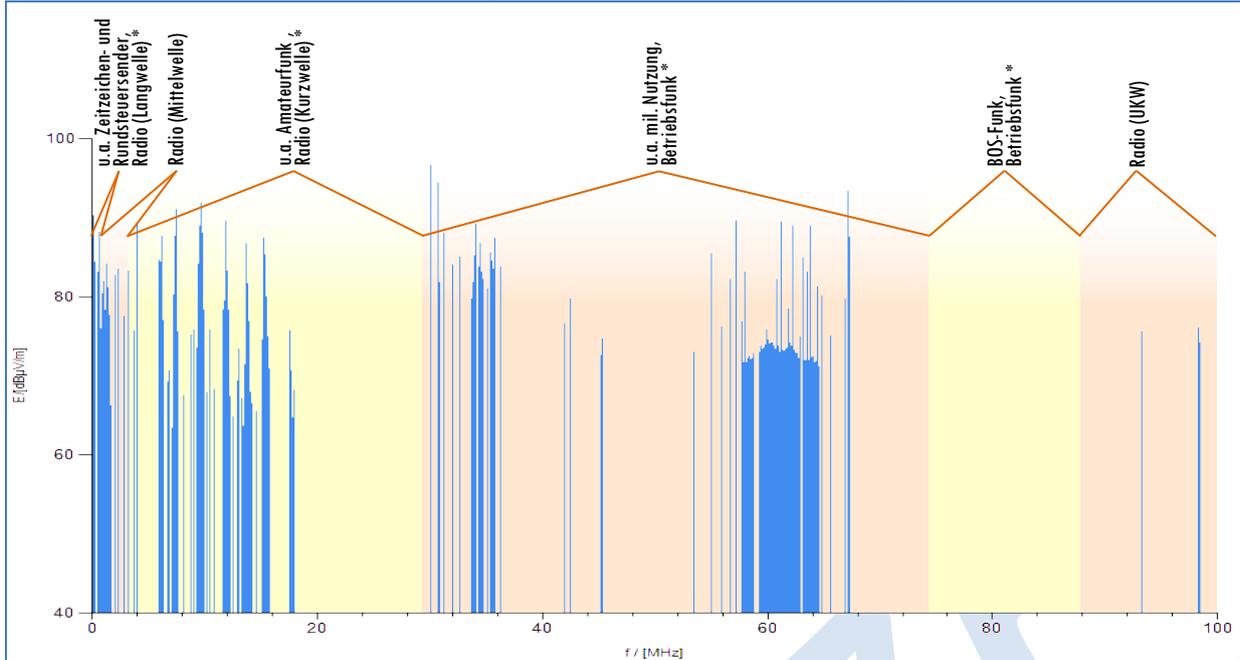


ABBILDUNG 28: MAXIMAL GEMESSENE FELDKÄRKEWERTE AM AUFSTELLORT ÄGIDIENSTRASSE 8 (9 KHZ – 100 MHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 100 MHz – 3 GHz, Ägidienstraße 8

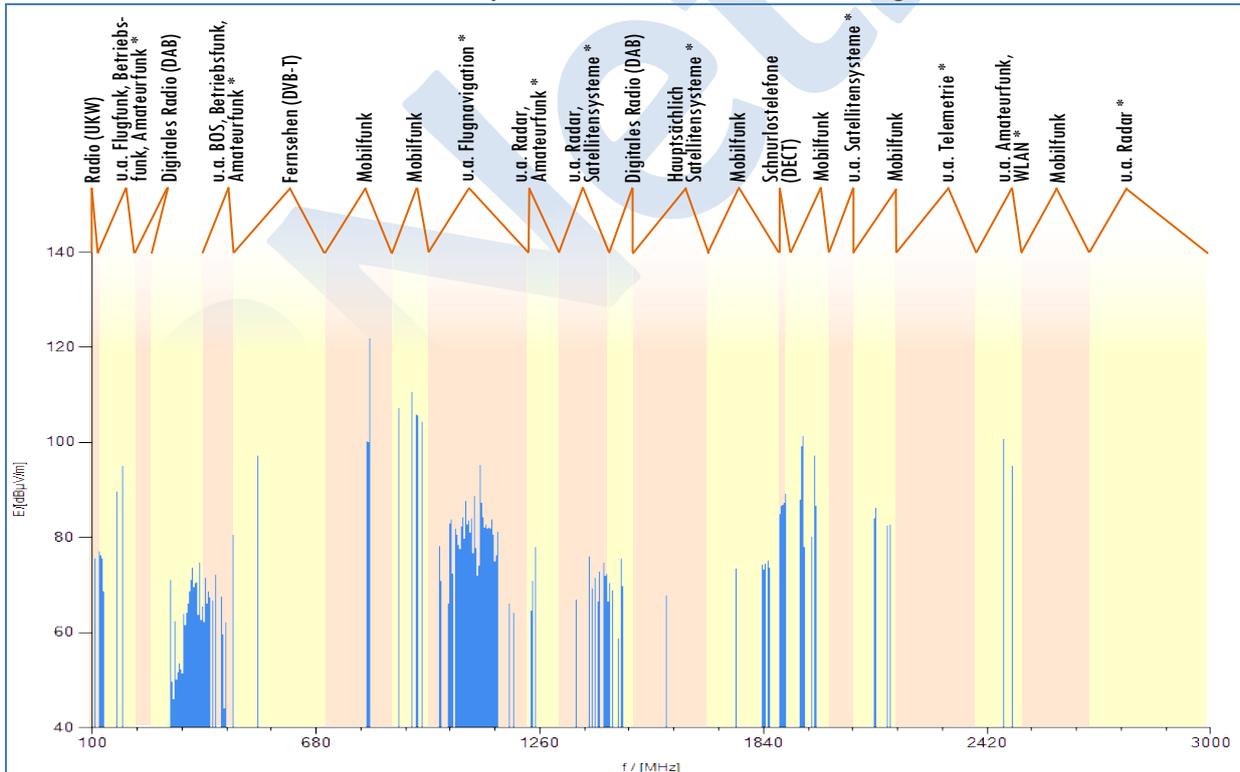


ABBILDUNG 29: MAXIMAL GEMESSENE FELDKÄRKEWERTE AM AUFSTELLORT ÄGIDIENSTRASSE 8 (100 MHz – 3 GHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

* Frequenzbereich, dem mehrere Funkdienste zugeordnet sind. Siehe dazu auch Anmerkung zu Abbildung 26.

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 9 kHz – 100 MHz, Heerstraße 5

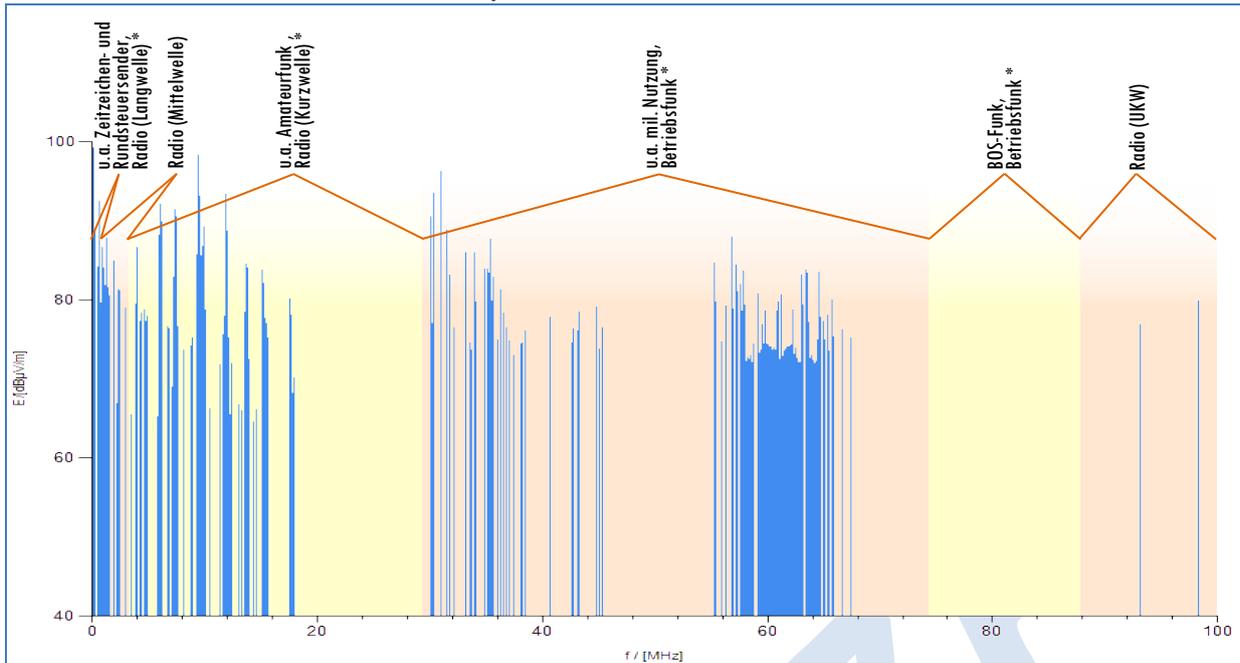


ABBILDUNG 30: MAXIMAL GEMESSENE FELDMÄCHTHEITEN AM AUFSTELLORT HEERSTRASSE 5 (9 KHZ – 100 MHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 100 MHz – 3 GHz, Heerstraße 5

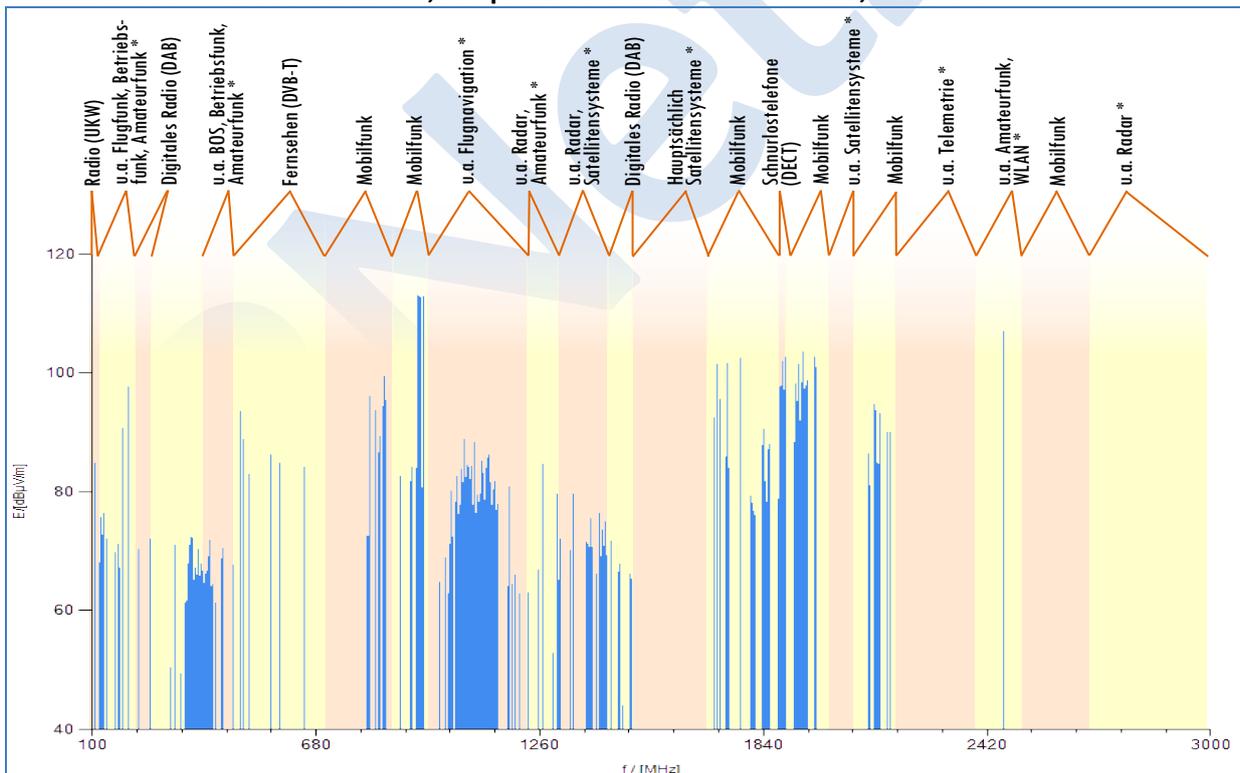


ABBILDUNG 31: MAXIMAL GEMESSENE FELDMÄCHTHEITEN AM AUFSTELLORT HEERSTRASSE 5 (100 MHz – 3 GHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

* Frequenzbereich, dem mehrere Funkdienste zugeordnet sind. Siehe dazu auch Anmerkung zu Abbildung 26.

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 9 kHz – 100 MHz, Am Burggraben

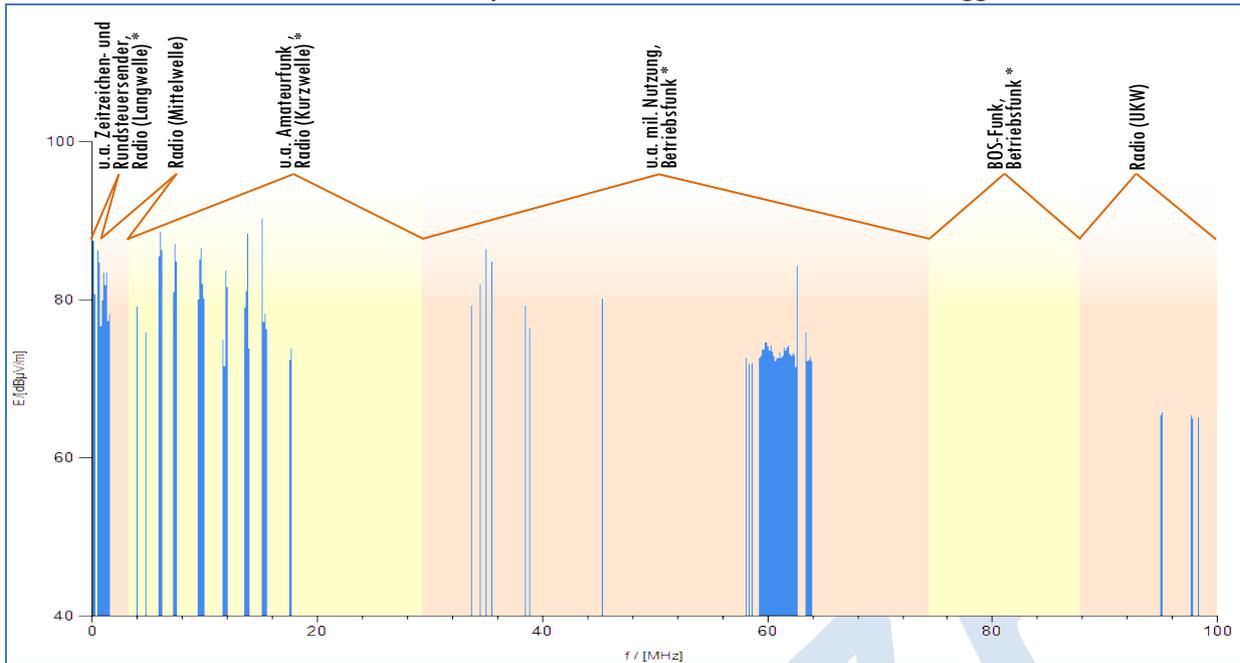


ABBILDUNG 32: MAXIMAL GEMESSENE FELDMÄCHTHEITEN AM AUFSTELLORT AM BURGGRABEN (9 kHz – 100 MHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 100 MHz – 3 GHz, Am Burggraben

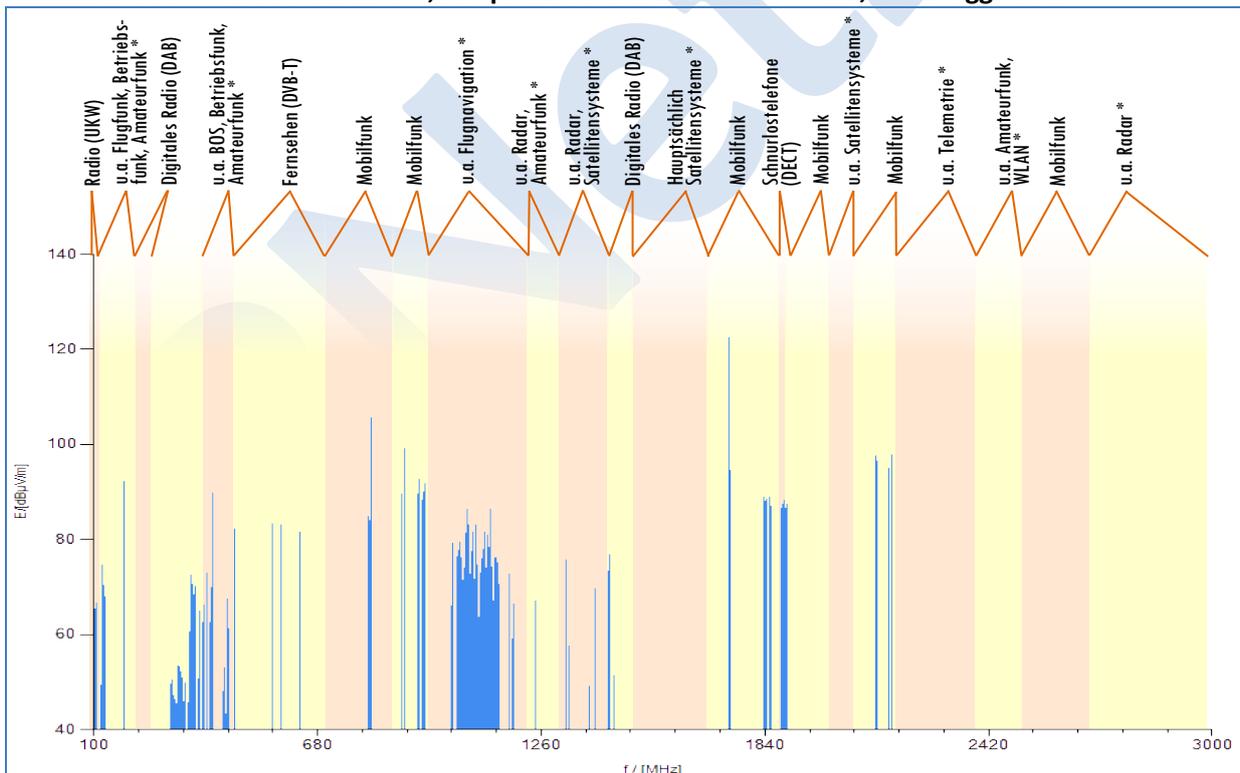


ABBILDUNG 33: MAXIMAL GEMESSENE FELDMÄCHTHEITEN AM AUFSTELLORT AM BURGGRABEN (100 MHz – 3 GHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

* Frequenzbereich, dem mehrere Funkdienste zugeordnet sind. Siehe dazu auch Anmerkung zu Abbildung 26.

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 9 kHz – 100 MHz, An den Gassenwiesen 11

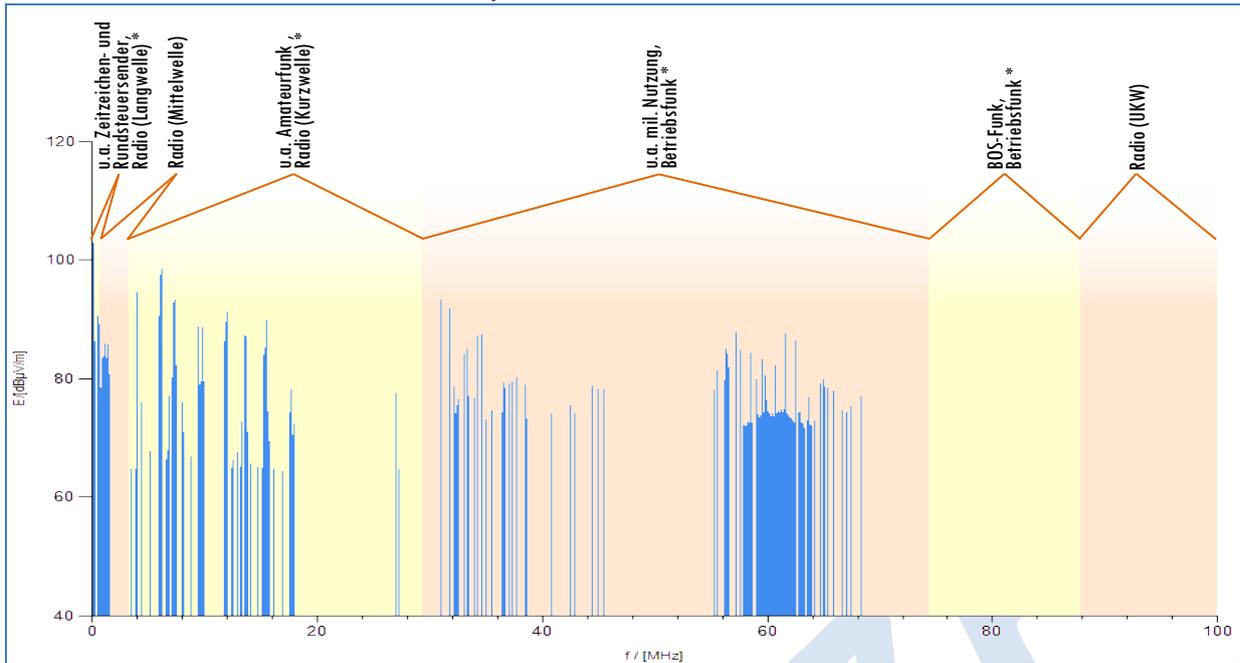


ABBILDUNG 34: MAXIMAL GEMESSENE FELDESTÄRKEWERTE AM AUFSTELLORT AN DEN GASSENWIESEN (9 kHz – 100 MHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

Maximal erfasste Feldstärkewerte, Frequenzbereich 100 MHz – 3 GHz, An den Gassenwiesen 11

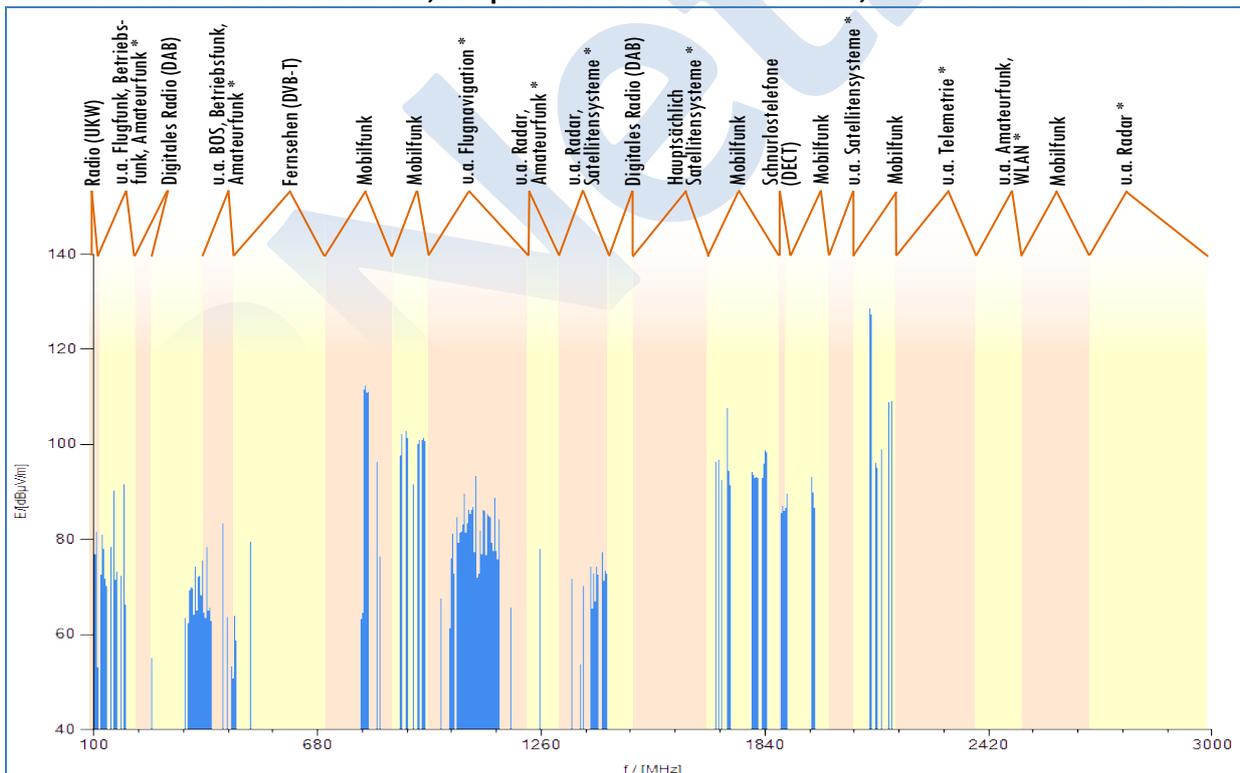


ABBILDUNG 35: MAXIMAL GEMESSENE FELDESTÄRKEWERTE AM AUFSTELLORT AN DEN GASSENWIESEN (100 MHz – 3 GHz) ÜBER DEN KOMPLETTEN MESSZEITRAUM

* Frequenzbereich, dem mehrere Funkdienste zugeordnet sind. Siehe dazu auch Anmerkung zu Abbildung 26.

Hinweis

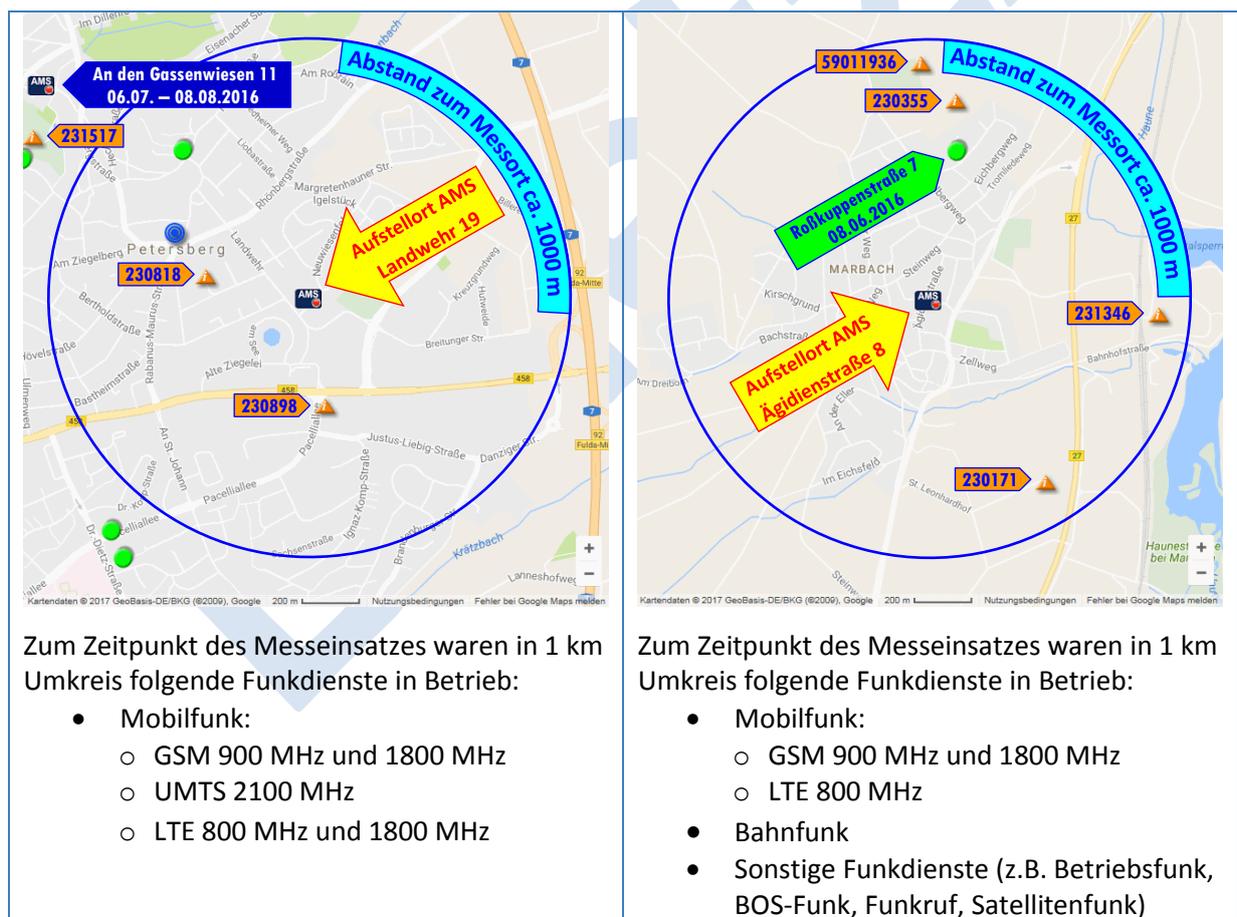
Die nachfolgende Tabelle 6 dient als Hilfe, um die in der Grafik logarithmisch in dBµV/m dargestellten Feldstärkewerte linear in Volt pro Meter (V/m) auszudrücken.

dBµV/m	V/m	dBµV/m	V/m	dBµV/m	V/m	dB - Spannungsverhältnis
0	0,000001	60	0,001	120	1	+6 dB \triangleq Faktor 2
20	0,00001	80	0,01	140	10	+12 dB \triangleq Faktor 4
40	0,0001	100	0,1	160	100	+20 dB \triangleq Faktor 10

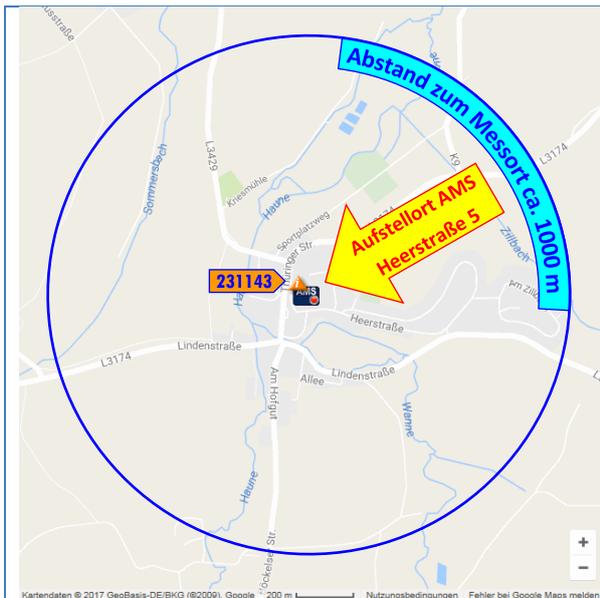
TABELLE 6: UMRECHNUNGSHILFE DBµV/M NACH V/M

STANDORTBESCHEINIGUNGSPFLICHTIGE FUNKANLAGEN IN DER UMGEBUNG

Zur weiteren Einschätzung der Messergebnisse erfolgt zunächst ein Überblick über standortbescheinigungspflichtige Funkanlagen⁷ in der Umgebung der Mess-Standorte. Abbildung 36 zeigt hierfür den aktuellen Ausschnitt aus der Karte der EMF-Datenbank, in der standortbescheinigungspflichtige Funkstandorte jeweils mit einem orangenen Dreieck  markiert sind. Mit einem grünen Punkt  markiert zu erkennen sind Orte, an denen in der Vergangenheit Feldstärkemessungen im Rahmen der durch die Bundesnetzagentur regelmäßig durchgeführten EMF-Messreihen durchgeführt wurden. Aktuelle Messpunkte wurden zusätzlich mit der Adressangabe gekennzeichnet. Aufstellorte eines automatischen Messsystems wurden mit dem Symbol  hervorgehoben.



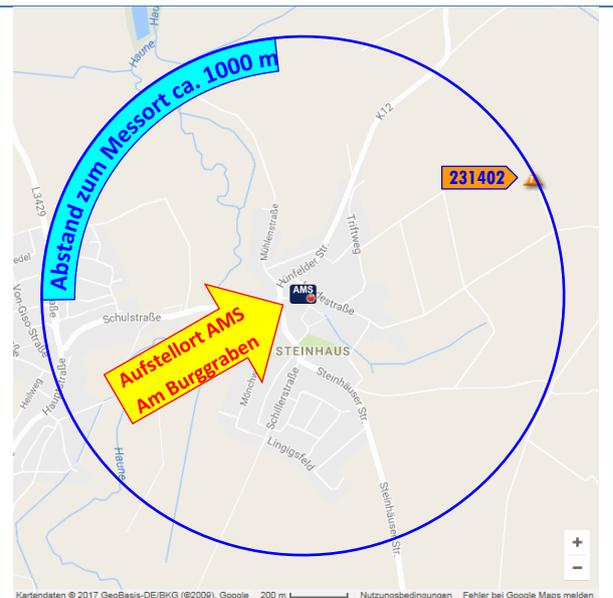
⁷ Eine von der Bundesnetzagentur erteilte Standortbescheinigung ist auf Grundlage der BEMFV erforderlich, wenn an einem Funkstandort eine oder mehrere Funkanlagen mit einer äquivalenten Strahlungsleistung von insgesamt 10 Watt EIRP oder mehr betrieben werden sollen.



Zum Zeitpunkt des Messeinsatzes waren in 1 km Umkreis folgende Funkdienste in Betrieb:

- Mobilfunk GSM 900 MHz

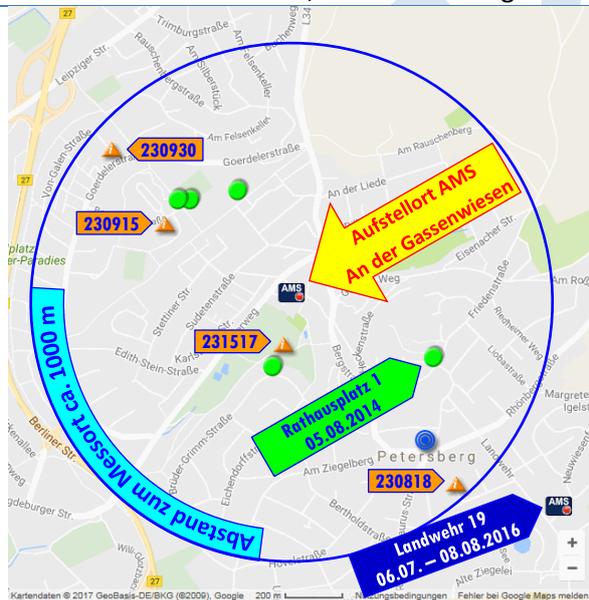
Weitere standortbescheinigungspflichtige Funkstandorte befanden sich zum Zeitraum des Messeinsatzes erst ab etwa 2,5 km Entfernung.



Zum Zeitpunkt des Messeinsatzes waren in 1 km Umkreis folgende Funkdienste in Betrieb:

- Mobilfunk:
 - GSM 900 MHz und 1800 MHz
 - UMTS 2100 MHz
 - LTE 800 MHz

Weitere standortbescheinigungspflichtige Funkstandorte befanden sich zum Zeitraum des Messeinsatzes erst ab etwa 2,5 km Entfernung.



Zum Zeitpunkt des Messeinsatzes waren in 1 km Umkreis folgende Funkdienste in Betrieb:

- Mobilfunk:
 - GSM 900 MHz und 1800 MHz
 - UMTS 2100 MHz
 - LTE 800 MHz und 1800 MHz

ABBILDUNG 36: AUSZUG AUS EMF-DATENBANK DER BUNDESNETZAGENTUR. KARTENDATEN © 2016 GEOBASIS-DE/BKG (©2009), GOOGLE

MAXIMAL ERFASSTE FELDSTÄRKEPEGEL EINZELNER FUNKDIENSTE

Auf den folgenden Seiten werden die während des Messzeitraums erfassten Feldstärkewerte einzelner Funkdienste dargestellt und die jeweilige prozentuale Grenzwertausschöpfung nach der bzw. den für den Frequenzbereich zugehörigen relevanten Grenzwertbedingung(en) beurteilt. Dies soll eine Einschätzung darüber ermöglichen, welchen Beitrag der jeweilige Funkdienst zur gesamten Immissionssituation vor Ort beisteuert.

FOKUS MOBILFUNK

Die folgenden Tabellen zeigen, aufgeschlüsselt in die Frequenzbereiche der einzelnen Mobilfunkdienste, die Frequenzen bzw. Kanäle mit den höchsten innerhalb des Mess-Zeitraums gemessenen elektrischen Feldstärkewerten. Jeweils in der letzten Spalte wurde die aus diesem Messwert resultierende prozentuale Grenzwertausschöpfung bewertet nach Bedingung 3 berechnet. Da die im Mobilfunk verwendeten Frequenzen nicht in den von der Grenzwertbedingung 1 erfassten Frequenzbereich fallen, kann hier keine Auswertung nach Bedingung 1 erfolgen.

LTE, Frequenzbereich 800 MHz, Messort Landwehr 19

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
LTE	805,9	06.07.2016	18:16	0,055	39,0	0,0002%
LTE	818,0	14.07.2016	21:14	0,052	39,3	0,0002%
LTE	793,6	17.07.2016	08:46	0,006	38,7	0,000003%

TABELLE 7: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH LTE 800 MHz, MESSORT LANDWEHR 19

LTE, Frequenzbereich 800 MHz, Messort Ägidienstraße 8

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
LTE	818,0	21.08.2016	19:59	1,218	39,3	0,096%

TABELLE 8: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH LTE 800 MHz, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

LTE, Frequenzbereich 800 MHz, Messort Heerstraße 5

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
LTE	818,0	03.10.2016	23:35	0,063	39,3	0,0003%

TABELLE 9: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH LTE 800 MHz, MESSORT HEERSTRASSE 5

LTE, Frequenzbereich 800 MHz, Messort Am Burggraben

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
LTE	818,0	23.10.2016	13:01	0,194	39,3	0,002%

TABELLE 10: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH LTE 800 MHz, MESSORT AM BURGGRABEN

LTE, Frequenzbereich 800 MHz, Messort An den Gassenwiesen 11

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
LTE	802,1	18.11.2016	01:59	0,410	38,9	0,011%
LTE	796,6	19.11.2016	12:58	0,002	38,8	0,0000002%

TABELLE 11: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH LTE 800 MHz, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Im Frequenzbereich von LTE bei 800 MHz (791 – 821 MHz) wurden im Verlauf der Messungen an allen fünf Messorten nur sehr geringe Feldstärkewerte erfasst. Die an einem Ort maximal festgestellte Grenzwertausschöpfung entspricht einem durchgehenden Anteil an der Grenzwertunterschreitung von mehr als dem Faktor 1000 (Ägidienstraße) bis etwa 500 000 (Landwehr).

GSM + GSM-R, Frequenzbereich 900 MHz (Top 5), Messort Landwehr 19

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
GSM	940,0	28.07.2016	22:56	0,372	42,2	0,008%
GSM	951,8	12.07.2016	21:20	0,270	42,4	0,004%
GSM	952,6	12.07.2016	20:17	0,247	42,4	0,003%
GSM	943,0	04.08.2016	22:10	0,235	42,2	0,003%
GSM	937,8	06.07.2016	09:12	0,225	42,1	0,003%

TABELLE 12: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / GSM-R 900 MHz, MESSORT LANDWEHR 19

GSM + GSM-R, Frequenzbereich 900 MHz (Top 5), Messort Ägidienstraße 8

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
GSM	926,8	05.09.2016	12:58	0,335	41,9	0,006%
GSM	929,2	30.08.2016	19:56	0,308	41,9	0,005%
GSM	940,8	17.08.2016	07:57	0,197	42,2	0,002%
GSM	944,0	22.08.2016	15:34	0,191	42,2	0,002%
GSM	943,2	11.08.2016	01:15	0,171	42,2	0,002%

TABELLE 13: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / GSM-R 900 MHz, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

GSM + GSM-R, Frequenzbereich 900 MHz (Top 5), Messort Heerstraße 5

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
GSM	945,2	28.09.2016	07:40	0,445	42,3	0,011%
GSM	957,0	05.10.2016	13:19	0,443	42,5	0,011%
GSM	947,4	18.09.2016	17:41	0,441	42,3	0,011%
GSM	949,4	16.09.2016	13:13	0,432	42,4	0,010%
GSM	946,6	19.09.2016	09:41	0,418	42,3	0,010%

TABELLE 14: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / GSM-R 900 MHz, MESSORT HEERSTRASSE 5

GSM + GSM-R, Frequenzbereich 900 MHz (Top 5), Messort Am Burggraben

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
GSM	935,6	11.10.2016	18:19	0,092	42,1	0,0005%
GSM	949,0	11.10.2016	22:18	0,074	42,4	0,0003%
GSM	957,4	12.10.2016	06:17	0,066	42,5	0,0002%
GSM	957,8	11.10.2016	18:11	0,064	42,6	0,0002%
GSM	959,2	12.10.2016	07:09	0,063	42,6	0,0002%

TABELLE 15: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / GSM-R 900 MHz, MESSORT AM BURGGRABEN

GSM + GSM-R, Frequenzbereich 900 MHz (Top 5), Messort An den Gassenwiesen 11

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
GSM	954,2	30.11.2016	08:22	0,115	42,5	0,0007%
GSM	941,8	29.11.2016	07:39	0,109	42,2	0,0007%
GSM	952,8	29.11.2016	08:47	0,109	42,4	0,0007%
GSM	959,8	29.11.2016	08:38	0,107	42,6	0,0006%
GSM	940,2	29.11.2016	07:13	0,098	42,2	0,0005%

TABELLE 16: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / GSM-R 900 MHz, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Der Beitrag zur prozentualen Ausschöpfung der Grenzwertbedingung 3 liegt über den kompletten Messzeitraum betrachtet bei allen Messorten für GSM 900-Funksysteme bei geringen Werten, d.h. bei jeder der gemessenen Frequenzen durchgehend um mindestens den Faktor 9000 (Heerstraße) bis 200 000 (Am Burggraben) unterhalb des geltenden Grenzwerts.

GSM/LTE, Frequenzbereich 1800 MHz (Top 5), Messort Landwehr 19

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
LTE	1806,7	14.07.2016	05:59	0,465	58,4	0,006%
GSM	1846,0	19.07.2016	08:15	0,337	59,0	0,003%
GSM	1846,2	26.07.2016	13:47	0,280	59,0	0,002%
GSM	1839,8	14.07.2016	20:59	0,216	59,0	0,001%
GSM	1847,4	06.08.2016	11:22	0,182	59,1	0,001%

TABELLE 17: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / LTE 1800 MHz, MESSORT LANDWEHR 19

GSM/LTE, Frequenzbereich 1800 MHz (Top 5), Messort Ägidienstraße 8

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
GSM	1853,2	16.08.2016	20:16	0,006	59,2	0,000001%
GSM	1853,4	12.08.2016	20:56	0,005	59,0	0,000001%
GSM	1842,8	11.08.2016	15:15	0,005	59,0	0,000001%
GSM	1837,4	15.08.2016	08:35	0,005	58,9	0,000001%
GSM	1853,6	14.08.2016	11:15	0,005	59,2	0,000001%

TABELLE 18: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / LTE 1800 MHz, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

GSM/LTE, Frequenzbereich 1800 MHz (Top 5), Messort Heerstraße 5

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
GSM	1841,2	03.10.2016	19:28	0,034	59,0	0,00003%
GSM	1841,8	04.10.2016	13:58	0,031	59,0	0,00003%
GSM	1841,4	02.10.2016	17:57	0,028	59,0	0,00002%
GSM	1841,6	23.09.2016	16:57	0,027	59,0	0,00002%
GSM	1841,0	04.10.2016	17:06	0,027	59,0	0,00002%

TABELLE 19: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / LTE 1800 MHz, MESSORT HEERSTRASSE 5

⁸ Der Frequenzbereich von 1805 – 1880 MHz wird von allen Netzbetreibern für GSM 1800 eingesetzt, zusätzlich von E-Plus und der Telekom in manchen Regionen auch für LTE 1800. In den Fällen, wo aus diesem Grund eine eindeutige Zuordnung zwischen GSM und LTE nicht möglich war, wurde die Einordnung anhand der aufgenommenen Messdaten vorgenommen.

GSM/LTE, Frequenzbereich 1800 MHz (Top 5), Messort Am Burggraben

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
GSM	1846,0	11.10.2016	23:30	0,090	59,1	0,0002%
GSM	1844,6	11.10.2016	14:30	0,071	59,0	0,0001%
GSM	1846,2	11.10.2016	17:36	0,067	59,0	0,0001%
GSM	1846,4	11.10.2016	19:42	0,059	59,1	0,0001%
GSM	1846,6	12.10.2016	06:54	0,057	59,1	0,0001%

TABELLE 20: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / LTE 1800 MHz, MESSORT AM BURGGRAVEN

GSM/LTE, Frequenzbereich 1800 MHz (Top 5), Messort An den Gassenwiesen 11

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
GSM	1842,6	28.11.2016	22:38	0,086	59,0	0,0002%
GSM	1842,8	28.11.2016	20:52	0,082	59,0	0,0002%
GSM	1843,0	30.11.2016	08:50	0,078	59,0	0,0002%
GSM	1835,2	20.11.2016	14:41	0,062	58,9	0,0001%
GSM	1842,4	20.11.2016	18:27	0,059	59,0	0,0001%

TABELLE 21: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM FREQUENZBEREICH GSM / LTE 1800 MHz, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Die nach der Summenformel für Bedingung 3 ermittelten Grenzwertausschöpfungen bewegen sich ebenso für alle Messorte in einem sehr niedrigen Bereich, der einer Unterschreitung des geltenden Grenzwerts um den Faktor 15 000 (Landwehr) und 100 Millionen (Ägidienstraße) oder mehr entspricht.

UMTS, Frequenzbereich 2100 MHz (Top 5), Messort Landwehr 19

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
UMTS	2127,5	26.07.2016	13:47	1,468	61,0	0,058%
UMTS	2142,5	16.07.2016	10:06	1,167	61,0	0,037%
UMTS	2162,3	09.07.2016	15:36	0,919	61,0	0,023%
UMTS	2132,6	01.08.2016	08:04	0,835	61,0	0,019%
UMTS	2167,2	14.07.2016	19:23	0,705	61,0	0,013%

TABELLE 22: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG IM FREQUENZBEREICH UMTS 2100 MHz, MESSORT LANDWEHR 19

UMTS, Frequenzbereich 2100 MHz, Messort Ägidienstraße 8

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
UMTS	2132,6	24.08.2016	08:20	0,020	61,0	0,000011%
UMTS	2127,5	04.09.2016	20:31	0,016	61,0	0,000006%
UMTS	2167,2	11.08.2016	08:52	0,014	61,0	0,000005%
UMTS	2162,3	04.09.2016	13:22	0,013	61,0	0,000005%

TABELLE 23: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG IM FREQUENZBEREICH UMTS 2100 MHz, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

UMTS, Frequenzbereich 2100 MHz (Top 5), Messort Heerstraße 5

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
UMTS	2127,5	23.09.2016	23:36	0,054	61,0	0,00008%
UMTS	2132,6	30.09.2016	19:02	0,048	61,0	0,00006%
UMTS	2142,5	05.10.2016	11:36	0,045	61,0	0,00006%
UMTS	2162,3	04.10.2016	21:32	0,032	61,0	0,00003%
UMTS	2167,2	14.09.2016	21:33	0,031	61,0	0,00003%

TABELLE 24: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG IM FREQUENZBEREICH UMTS 2100 MHz, MESSORT HEERSTRASSE 5

UMTS, Frequenzbereich 2100 MHz, Messort Am Burggraben

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
UMTS	2132,6	12.10.2016	06:35	0,530	61,0	0,0075%
UMTS	2167,2	11.10.2016	16:57	0,097	61,0	0,0003%
UMTS	2127,5	19.10.2016	21:22	0,093	61,0	0,0002%
UMTS	2162,3	11.10.2016	22:10	0,077	61,0	0,0002%

TABELLE 25: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG IM FREQUENZBEREICH UMTS 2100 MHz, MESSORT AM BURGGRAVEN

UMTS, Frequenzbereich 2100 MHz (Top 5), Messort An den Gassenwiesen 11

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100 \%$
UMTS	2112,8	15.11.2016	09:43	2,681	61,0	0,193%
UMTS	2117,6	11.11.2016	14:34	2,303	61,0	0,142%
UMTS	2167,2	26.11.2016	01:50	0,283	61,0	0,002%
UMTS	2162,3	28.11.2016	23:35	0,277	61,0	0,002%
UMTS	2142,5	29.11.2016	11:56	0,088	61,0	0,0002%

TABELLE 26: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNG IM FREQUENZBEREICH UMTS 2100 MHz, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Der im Verlauf der Messungen höchste festgestellte Beitrag zur Grenzwertausschöpfung im Frequenzbereich von 2110 – 2170 MHz lag um mindestens den Faktor 500 (An den Gassenwiesen) bis 9 Millionen (Ägidienstraße) unter dem geltenden Grenzwert. Damit wurden auch im Bereich der UMTS-Funksysteme an allen Messorten nur geringe Feldstärkeimmissionen gemessen.

LTE, Frequenzbereich 2600 MHz

Im Umfeld der Messorte war von der Bundesnetzagentur zum Zeitpunkt der Messungen kein Funkstandort für die Nutzung von LTE bei 2600 MHz bescheinigt. Der entsprechende Frequenzbereich von 2500 – 2690 MHz war dennoch Teil der Immissionsmessung, es wurden dort jedoch wie erwartet keine Aussendungen von Funkanlagen festgestellt.

Kommunikationsrichtung: Mobilgerät ➔ Basisstation (Mobilgerät sendet)

Durch die lückenlose Messung von 9 kHz bis 3 GHz ermöglicht der Einsatz eines AMS als weitere Vergleichsmöglichkeit ebenso eine Auswertung für die umgekehrte Kommunikationsrichtung⁹, d.h. die Auswertung der Anteile von sendenden Mobilgeräten an der Ausschöpfung zur zu erfüllenden Grenzwertbedingung 3. Oder mit anderen Worten: Wie viel Sendeleistung von im Umfeld betriebenen Mobilgeräten (Smartphone, Handy, etc.) kommt am Messsystem an?

Messort Landwehr 19 (Top 2)

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
GSM	896,5	07.08.2016	09:22	0,336	41,2	0,0067%
GSM	841,5	03.08.2016	17:06	0,045	39,9	0,0001%

TABELLE 27: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN DURCH MOBILGERÄTE, MESSORT LANDWEHR 19

Messort Ägidienstraße 8 (Top 2)

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
GSM	895,7	18.08.2016	12:13	0,226	41,2	0,0030%
UMTS	1941,4	18.08.2016	12:34	0,117	60,6	0,0004%

TABELLE 28: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN DURCH MOBILGERÄTE, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

Messort Heerstraße 5 (Top 2)

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
UMTS	1941,8	18.09.2016	20:55	0,149	60,6	0,0006%
GSM	1780,6	09.09.2016	18:05	0,133	58,0	0,0005%

TABELLE 29: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN DURCH MOBILGERÄTE, MESSORT HEERSTRASSE 5

Messort Am Burggraben (Top 2)

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
GSM	1746,8	12.10.2016	10:58	1,318	57,5	0,053%
GSM	1747,0	21.10.2016	15:47	1,255	57,5	0,048%

TABELLE 30: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN DURCH MOBILGERÄTE, MESSORT AM BURGGRABEN

Messort An den Gassenwiesen 11 (Top 2)

Mobilfunk-Technologie	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Prozentuale Ausschöpfung = $\left(\frac{E_{\text{mess}}}{E_{\text{grenz}}}\right)^2 \cdot 100\%$
GSM	1741,8	07.11.2016	18:01	0,237	57,4	0,002%
GSM	908,5	12.11.2016	08:38	0,139	41,4	0,001%

TABELLE 31: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN DURCH MOBILGERÄTE, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

⁹ Eine Funkverbindung im Mobilfunk besteht zwischen Basisstation und Mobilgerät (z.B. Handy oder Smartphone). Die Kommunikation erfolgt dabei in beide Richtungen: Sowohl die Basisstation als auch das Mobilgerät senden ihre Informationen zur jeweiligen Gegenseite. Bei den aktuell betriebenen Mobilfunktechnologien sind beiden Seiten unterschiedliche Frequenzbereiche zugewiesen, so dass anhand der Sendefrequenz zugeordnet werden kann, ob das gemessene Signal von einer Basisstation oder einem Mobilgerät stammt.

Wo und in welcher Entfernung zum Messsystem sich das jeweilige Mobilgerät zum Zeitpunkt der Messung befand ist nicht bekannt, weshalb eine wirkliche Wertung der Messergebnisse dieser Tabelle nicht möglich ist. Sie soll daher nur deutlich machen, dass auch Smartphones, Handys, etc. zur gesamten Grenzwertausschöpfung beitragen.

FOKUS RADIO & TV

Die folgende Tabelle zeigt die für den Rundfunk freigegebenen Frequenzen, bei denen im Verlaufe der Messungen mit dem AMS die höchsten elektrischen Feldstärkewerte registriert wurden. Der Anteil an der Grenzwertausschöpfung wurde jeweils nach der bzw. den für den Frequenzbereich zugehörigen relevanten Grenzwertbedingung(en) beurteilt.

Aufgrund der verwendeten Messbandbreite und der sich damit ergebenden Frequenzauflösung können die Frequenzangaben insbesondere im unteren Frequenzbereich (Lang-, Mittel-, und Kurzwelle) um wenige Kilohertz abweichen. Mehrfach vom Messsystem bei einer Frequenz festgestellte Programme wurden, soweit diese aus dem vorgenannten Grund zuordenbar waren, nur einmal und entsprechend ihrem Maximalwert der Grenzwertausschöpfung aufgeführt.

Messung in Radio- & TV-Frequenzbereichen (Top 8) , Messort Landwehr 19

Programmart	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Bedingung 1	Ausschöpfung Bedingung 3
Fernsehen (DVB-T)	530	28.07.2016	10:49	0,194	31,7	-	0,0038%
Fernsehen (DVB-T)	650	28.07.2016	10:33	0,128	35,1	-	0,0013%
Fernsehen (DVB-T)	586	28.07.2016	10:49	0,064	33,3	-	0,0004%
Radio (KW)	9,613	02.08.2016	22:24	0,055	28,1	0,20%	0,0004%
Radio (KW)	11,799	16.07.2016	20:12	0,053	27,5	-	0,0004%
Fernsehen (DVB-T)	506	24.07.2016	11:09	0,044	30,9	-	0,0002%
Radio (DAB)	178,352	11.07.2016	21:14	0,039	27,5	-	0,0002%
Radio (KW)	6,021	20.07.2016	04:53	0,039	35,5	0,11%	0,0001%

TABELLE 32: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DER RADIO- & TV-FREQUENZBEREICHE, MESSORT LANDWEHR 19

Messung in Radio- & TV-Frequenzbereichen (Top 5) , Messort Ägidienstraße 8

Programmart	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Bedingung 1	Ausschöpfung Bedingung 3
Fernsehen (DVB-T)	530	17.08.2016	20:20	0,072	31,7	-	0,0005%
Radio (DAB)	178	04.09.2016	02:07	0,056	27,5	-	0,0004%
Fernsehen (DVB-T)	9,624	14.08.2016	20:54	0,039	28,0	0,14%	0,0002%
Radio (KW)	7,431	20.08.2016	01:03	0,036	31,9	0,11%	0,0001%
Radio (KW)	11,850	16.08.2016	22:49	0,030	27,5	-	0,0001%

TABELLE 33: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DER RADIO- & TV-FREQUENZBEREICHE, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

Messung in Radio- & TV-Frequenzbereichen (Top 5) , Messort Heerstraße 5

Programmart	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Bedingung 1	Ausschöpfung Bedingung 3
Radio (KW)	9,457	25.09.2016	21:54	0,082	28,3	0,29%	0,0008%
Radio (DAB)	191,500	07.09.2016	23:46	0,077	27,5	-	0,0008%
Fernsehen (DVB-T)	482	29.09.2016	18:30	0,048	30,2	-	0,0002%
Radio (KW)	12	19.09.2016	19:20	0,047	27,5	-	0,0003%
Radio (KW)	9,501	22.09.2016	19:03	0,045	28,2	0,16%	0,0003%

TABELLE 34: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DER RADIO- & TV-FREQUENZBEREICHE, MESSORT HEERSTRASSE 5

Messung in Radio- & TV-Frequenzbereichen (Top 7) , Messort Am Burggraben

Programmart	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Bedingung 1	Ausschöpfung Bedingung 3
Fernsehen (DVB-T)	650	11.10.2016	12:24	0,111	35,1	-	0,0010%
Fernsehen (DVB-T)	586	11.10.2016	15:15	0,100	33,3	-	0,0009%
Fernsehen (DVB-T)	506	11.10.2016	18:11	0,091	30,9	-	0,0009%
Radio (DAB)	178	22.10.2016	19:21	0,047	27,5	-	0,0003%
Radio (KW)	9,497	11.10.2016	18:29	0,037	28,2	0,13%	0,0002%
Radio (KW)	15,130	07.10.2016	13:26	0,032	27,5	-	0,0001%
Radio (KW)	7,427	24.10.2016	00:39	0,030	31,9	0,09%	0,0001%

TABELLE 35: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DER RADIO- & TV-FREQUENZBEREICHE, MESSORT AM BURGGRABEN

Messung in Radio- & TV-Frequenzbereichen (Top 8) , Messort An den Gassenwiesen 11

Programmart	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Bedingung 1	Ausschöpfung Bedingung 3
Fernsehen (DVB-T)	6,169	25.11.2016	22:47	0,084	35,0	0,24%	0,0006%
Fernsehen (DVB-T)	6,021	24.11.2016	02:04	0,075	35,5	0,21%	0,0004%
Fernsehen (DVB-T)	3,954	22.11.2016	07:40	0,054	43,8	0,12%	0,0001%
Radio (KW)	6,046	22.11.2016	09:02	0,047	35,4	0,13%	0,0002%
Radio (KW)	7,286	14.11.2016	22:41	0,047	32,2	0,14%	0,0002%

TABELLE 36: MAXIMALE GRENZWERTAUSSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DER RADIO- & TV-FREQUENZBEREICHE, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Die Beiträge der in den Frequenzbereichen von Radio und Fernsehen festgestellten Feldstärken bewegten sich für die Grenzwertbedingung 1 durchgehend in einem niedrigen Bereich um den Faktor 340 (Heerstraße) bis 750 (Am Burggraben) oder mehr unter dem geltenden Grenzwert. Für die Grenzwertbedingung 3 wurden nochmals tiefere Grenzwertunterschreitungen um mindestens den Faktor 25 000 (Landwehr) bis 200 000 (Ägidienstraße) gemessen.

Insbesondere im Bereich der Lang-, Mittel- und Kurzwellenfrequenzen, die in den Auswertebereich sowohl für Grenzwertbedingung 1 als auch Grenzwertbedingung 3 fallen, sind physikalisch bedingt deutlich höhere Reichweiten als bei Mobilfunkfrequenzen erreichbar. Bei hier festgestellten Feldstärkewerten handelt es sich daher um meist wesentlich weiter entfernt liegende Funkstandorte.

FOKUS AMATEURFUNK

In der folgenden Tabelle werden die Amateurfunkbänder (d.h. Frequenzbereiche) aufgelistet, in denen vom AMS innerhalb des Messzeitraums relevante elektrische Feldstärken gemessen wurden. Es ist jeweils pro Amateurfunkband der während der Messungen maximal gemessene Feldstärkewert mit zugehöriger Frequenz angegeben. Hierzu kann zusätzlich die prozentuale Grenzwertausschöpfung dieses Funkdiensts abgelesen werden, beurteilt nach der bzw. den für den jeweiligen Frequenzbereich relevanten Grenzwertbedingungen.

Messung in Amateurfunkfrequenzbändern (Top 5) , Messort Landwehr 19

Amateurfunkband	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
160 m	1,935	13.07.2016	14:27	0,046	62,5	0,074%	0,000055%
23 cm	1246,125	08.07.2016	20:35	0,019	48,5	-	0,000016%
70 cm	434,156	15.07.2016	12:12	0,007	28,7	-	0,000007%
23 cm	1264,563	27.07.2016	16:11	0,006	48,9	-	0,000001%
30 m	10,139	18.07.2016	20:06	0,006	27,5	-	0,000004%

TABELLE 37: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DES AMATEURFUNKS, MESSORT LANDWEHR 19

Messung in Amateurfunkfrequenzbändern (Top 5) , Messort Ägidienstraße 8

Amateurfunkband	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
23 cm	1249,688	13.08.2016	12:04	0,008	48,6	-	0,000003%
80 m	3,770	02.09.2016	09:50	0,006	44,8	0,014%	0,000002%
23 cm	1242,000	02.09.2016	13:56	0,003	48,5	-	0,000000%
20 m	14,057	17.08.2016	08:56	0,002	27,5	-	0,000001%
30 m	10,150	03.09.2016	13:55	0,002	27,5	-	0,000001%

TABELLE 38: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DES AMATEURFUNKS, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

Messung in Amateurfunkfrequenzbändern (Top 5) , Messort Heerstraße 5

Amateurfunkband	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
2,2 km	0,136	29.09.2016	09:19	0,083	87,0	0,096%	0,000092%
2,2 km	0,136	15.09.2016	12:24	0,060	87,0	0,069%	0,000048%
160 m	1,932	21.09.2016	01:00	0,018	62,6	0,028%	0,000008%
23 cm	1266,375	23.09.2016	20:35	0,017	48,9	-	0,000012%
40 m	7,177	29.09.2016	03:23	0,006	32,5	0,017%	0,000003%

TABELLE 39: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DES AMATEURFUNKS, MESSORT HEERSTRASSE 5

Messung in Amateurfunkfrequenzbändern (Top 5) , Messort Am Burggraben

Amateurfunkband	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
70 cm	438,956	11.10.2016	22:26	0,008	28,8	-	0,000009%
70 cm	438,975	11.10.2016	22:35	0,008	28,8	-	0,000009%
40 m	7,181	16.10.2016	01:21	0,007	32,5	0,022%	0,000005%
40 m	7,184	15.10.2016	23:43	0,004	32,5	0,011%	0,000001%
70 cm	439,463	11.10.2016	21:41	0,003	28,8	-	0,000001%

TABELLE 40: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DES AMATEURFUNKS, MESSORT AM BURGGRABen

Messung in Amateurfunkfrequenzbändern (Top 5) , Messort An den Gassenwiesen 11

Amateurfunkband	Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
70 cm	434,063	23.11.2016	14:39	0,014	28,6	-	0,000026%
40 m	7,130	29.11.2016	18:24	0,010	32,6	0,031%	0,000010%
2 m	144,046	05.11.2016	22:59	0,008	27,5	-	0,000009%
2 m	144,025	06.11.2016	03:52	0,008	27,5	-	0,000008%
* 23 cm	1256,500	30.11.2016	05:02	0,008	48,7	-	0,000003%

TABELLE 41: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN IM BEREICH DES AMATEURFUNKS, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Anhand der in der Tabelle ablesbaren gemessenen Feldstärkewerte war der Anteil von Aussendungen auf unter anderem auch für den Amateurfunk freigegebenen Frequenzen^{6,10} an der örtlichen Grenzwertausschöpfung an allen fünf Messorten nur gering. Die maximale von einer in diesen Frequenzbereich fallenden Funkanlage verursachte Ausschöpfung der Feldstärkegrenzwerte lag im Verlauf der Messungen für die Grenzwertbedingung 1 um mehr als den Faktor 1000 (Heerstraße) bis 7000 (Ägidienstraße) unter dem geltenden Grenzwert. Für die Grenzwertbedingung 3 wurde der Grenzwert für jeden festgestellten Feldstärkewert mindestens um den Faktor 1 Million (Heerstraße) bis 30 Millionen (Ägidienstraße) unterschritten.

FOKUS SONSTIGE FUNKDIENSTE

Neben den bereits aufgeführten Funkdiensten wurden vom Messsystem auch auf weiteren Frequenzen Aussendungen aufgenommen. Dies können beispielsweise Betriebsfunk, Polizei- und Rettungsfunk und Flugradar sein, oder aber auch nahe des Aufstellorts betriebene Systeme mit kürzerer Reichweite wie WLAN oder DECT (Schnurlostelefone).

In der folgenden Übersicht sind hierzu die höchsten bestimmten Feldstärkewerte je nach ihrer Betriebsfrequenz mit ihrem Anteil zur Grenzwertausschöpfung nach Bedingung 1 und bzw. oder Bedingung 3 angegeben¹¹. Pro Frequenzbereich wurde dafür in der Tabelle jeweils nur der höchste festgestellte Wert berücksichtigt. Für eine Zuordnung der aufgenommenen Frequenzen zu den jeweiligen Funkdiensten siehe den Frequenznutzungsplan der Bundesnetzagentur¹².

Vorzugsweise bei niedrigen Frequenzen im Kilohertzbereich kann es sich auch nicht um Funkdienste sondern um kurzzeitige Impulse handeln, beispielsweise erzeugt durch ein im näheren Umfeld betriebenes Steckernetzteil oder auch Gleichrichter von Solaranlagen.

¹⁰ Die Mehrheit der für den Amateurfunk freigegebenen Frequenzbereiche ist ebenfalls für andere Funkdienste freigegeben, beispielsweise WLAN im Frequenzbereich von 2400 – 2483,5 MHz. Eine eindeutige Zuordnung zu einzelnen Funkanwendungen kann daher insbesondere hier nicht erfolgen.

¹¹ Wurden von einem Funkdienst mehrere Frequenzen innerhalb eines gleichen Frequenzbereichs erfasst, wird nur der höchste erfasste Feldstärkewert angegeben.

¹² Frequenznutzungsplan erhältlich über Internetauftritt der BNetzA: <http://www.bundesnetzagentur.de>

Messung in sonstigen Frequenzbereichen (Top 5) , Messort Landwehr 19

Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
30,292	18.07.2016	06:52	0,059	27,5	-	0,00047%
2,287	13.07.2016	14:27	0,045	57,5	0,08%	0,00006%
1069,500	28.07.2016	15:20	0,034	45,0	-	0,00006%
1897,344	19.07.2016	00:39	0,033	59,9	-	0,00003%
0,129	06.07.2016	09:12	0,022	87,0	0,03%	0,00001%

TABELLE 42: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN DURCH SONSTIGE FUNKDIENSTE, MESSORT LANDWEHR 19

Messung in sonstigen Frequenzbereichen (Top 5) , Messort Ägidienstraße 8

Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
2462,000	13.08.2016	12:54	0,107	61,0	-	0,00031%
30,057	18.08.2016	05:10	0,068	27,5	-	0,00061%
1106,563	04.09.2016	17:26	0,057	45,7	-	0,00016%
67,157	19.08.2016	19:35	0,046	27,5	-	0,00029%
0,129	11.08.2016	08:19	0,032	87,0	0,04%	0,00001%

TABELLE 43: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN DURCH SONSTIGE FUNKDIENSTE, MESSORT ÄGIDIENSTRASSE 8

Messung in sonstigen Frequenzbereichen (Top 5) , Messort Heerstraße 5

Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
2462,000	24.09.2016	15:42	0,222	61,0	-	0,0013%
1895,616	08.09.2016	10:27	0,135	59,9	-	0,0005%
0,040	09.09.2016	23:43	0,069	83,0	0,08%	-
30,912	19.09.2016	00:13	0,064	27,5	-	0,0005%
0,081	04.10.2016	08:50	0,050	83,0	0,06%	-

TABELLE 44: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN DURCH SONSTIGE FUNKDIENSTE, MESSORT HEERSTRASSE 5

Messung in sonstigen Frequenzbereichen (Top 5) , Messort Am Burggraben

Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
2462,000	21.10.2016	23:42	0,089	61,0	-	0,00021%
1890,432	12.10.2016	07:34	0,043	59,8	-	0,00005%
0,129	17.10.2016	02:14	0,031	87,0	0,04%	0,00001%
406,800	13.10.2016	19:27	0,031	27,7	-	0,00012%
0,129	17.10.2016	10:15	0,027	87,0	0,03%	0,00001%

TABELLE 45: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN DURCH SONSTIGE FUNKDIENSTE, MESSORT AM BURGGRABEN

Messung in sonstigen Frequenzbereichen (Top 5) , Messort An den Gassenwiesen 11

Frequenz [MHz]	Datum	Uhrzeit	Messwert maximal [V/m]	Grenzwert [V/m]	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 1	Ausschöpfung Grenzwertbedingung 3
0,011	19.11.2016	15:05	0,218	83,0	0,26%	-
1089,813	29.11.2016	15:51	0,046	45,4	-	0,00010%
30,997	26.11.2016	11:53	0,046	27,5	-	0,00028%
0,129	10.11.2016	07:42	0,035	87,0	0,04%	0,00002%
152,929	23.11.2016	15:08	0,032	27,5	-	0,00014%

TABELLE 46: MAXIMALE GRENZWERTAUSCHÖPFUNGEN DURCH SONSTIGE FUNKDIENSTE, MESSORT AN DEN GASSENWIESEN 11

Wie die Tabelle zeigt, lag der Anteil sonstiger Funkdienste an der Grenzwertausschöpfung an allen Messorten nur bei geringen Werten. Die Grenzwerte zu Grenzwertbedingung 1 wurden in jedem Messdurchgang zu mindestens den Faktor 380 (Messort An den Gassenwiesen 11) bis 2500 (Am Burggraben und Ägidienstraße) unterschritten. Im Bereich der Grenzwertbedingung 3 betrug die Unterschreitung mindestens Faktor 160 000 (Ägidienstraße) bis 750 000 (Heerstraße).

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bedeutung
26. BImSchV	26. Bundes-Immissionsschutzverordnung (Verordnung über elektromagnetische Felder)
AMS	Automatisches Messsystem für elektromagnetische Felder
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
BEMFV	Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
DAB, DAB+	Digital Audio Broadcasting (Übertragungsstandard für terrestrische Verbreitung von Digitalradio)
dB	Logarithmisches Verhältnismaß
dB μ V/m	Logarithmisches Maß für die elektrische Feldstärke, bezogen auf 1 Mikrovolt pro Meter
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications (Schnurlostelefon)
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial (Übertragungsstandard für terrestrische Verbreitung von digitalem Radio & TV, findet in Deutschland nur für TV Anwendung)
EMF	Elektromagnetische Felder
GHz	Gigahertz (Frequenzangabe, 1.000.000 kHz = 1.000 MHz = 1 GHz)
GSM	Global System for Mobile Communications (Mobilfunkstandard)
kHz	Kilohertz (Frequenzangabe, 1.000.000 kHz = 1.000 MHz = 1 GHz)
KW	Kurzwelle (Frequenzbereich 3 MHz - 30 MHz)
LTE	Long Term Evolution (Mobilfunkstandard)
LW	Langwelle (Frequenzbereich 30 kHz - 300 kHz)
MHz	Megahertz (Frequenzangabe, 1.000.000 kHz = 1.000 MHz = 1 GHz)
MW	Mittelwelle (Frequenzbereich 300 kHz - 3 MHz)
UKW	Ultrakurzwelle
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (Mobilfunkstandard)
V/m	Volt pro Meter (Maßeinheit für die elektrische Feldstärke)
WLAN	Wireless Local Area Network (Funkübertragungsstandard für kurze Reichweiten)

Bei Fragen zu diesem Bericht oder zum Einsatz des Messsystems wenden Sie sich bitte an:

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
 Referat 414
 Umweltverträglichkeit von Funkanlagen, EMF-Datenbank, Energieeffizienz in der
 Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)
 Postfach 8001
 55003 Mainz

Copyright © Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen 2016
 Vervielfältigung und Verbreitung ausdrücklich gestattet
<http://emf3.bundesnetzagentur.de>