



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Gutachten zur Messung und Bewertung der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung von Mobilfunkstationen

Mobilfunkstandorte: Poststr. 4 (Telekom, E-Plus)
Gewerbering 2 (Vodafone, Telefónica)

Auftraggeber: Gemeinde Forstern
Hauptstraße 15
85659 Forstern

Art der Messung: Messung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 9 kHz bis 6.000 MHz

Messdatum: 21. April 2015

Berichtsnummer: 2 306 545-MFM

Bestellung: Auftragsschreiben vom 17. Dezember 2014 durch Herrn Georg Els

Sachverständiger: Dr. Thomas Gritsch
Telefon: 089/5791-1110
Telefax: 089/5791-1174
E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de

Berichtsumfang: 30 Seiten

Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Datum: 12. Juni 2015

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

Das Dokument besteht aus
30 Seiten
Seite 1 von 30

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

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände.

Stempel

Dr. Thomas Gritsch

Öffentlich bestellter und beeidigter Sachverständiger für
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)

Inhaltsverzeichnis

0	ZUSAMMENFASSUNG	3
1	AUFGABENSTELLUNG	5
2	MOBILFUNKANLAGEN	5
3	MESSPUNKTE	7
3	MESSDURCHFÜHRUNG	7
3.1	Messgrößen für hochfrequente Felder	7
3.2	Messverfahren	8
3.3	Messunsicherheit	8
3.4	Vorgehensweise bei den Messungen	8
4	BEWERTUNGSGRUNDLAGEN	10
5	MESSERGEBNISSE.....	11
5.1	Hinweise zu den Tabellen	11
5.2	Immissionsmesswerte Mobilfunkanlagen	11
5.3	Immissionswerte Radio-, Fernsehsender, schnurlose Telefone nach DECT-Standard, WLANs, Handy-Uplinks sowie sonstige Funkanwendungen.....	12
5.4	Anteile der Funkdienste an den Immissionswerten im Überblick	13
6	ANHANG	16
6.1	Ausführliche Angaben zu den Messpunkten.....	16
6.2	Auswertung der Messergebnisse	19
6.2.1	GSM-Anlagen	19
6.2.2	UMTS-Anlagen	19
6.2.3	LTE-Anlagen.....	19
6.3	Ausführliche Ergebnistabellen	21
6.4	Literatur	28
6.5	Glossar – Verwendete Abkürzungen	29

0 Zusammenfassung

Die Gemeinde Forstern beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH, die derzeitigen Immissionswerte der durch Mobilfunkanlagen erzeugten elektromagnetischen Felder in der Gemeinde Forstern messtechnisch zu bestimmen und hinsichtlich der Einhaltung der in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten. Die Messung erfolgte am 21.04.2015 an sechs Messpunkten.

Anlass für die Untersuchung sind Bedenken hinsichtlich einer evtl. gesundheitlichen Gefährdung durch die zwei bestehenden Mobilfunkanlagen im Gemeindegebiet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Mobilfunkmessungen absteigend sortiert dargestellt. Angegeben ist jeweils die Maximalimmission bei Vollobau und maximaler Sendeleistung der Anlage.

Messpunkte		Entfernung zur nächsten Mobilfunkanlage	Messpunkthöhe	Sichtkontakt zu einer Mobilfunkanlage	Summenfeldstärke E (Mobilfunk) bei höchster Anlagenlast	Grenzwertausschöpfung der elektrische Feldstärke gemäß 26. BImSchV
1	Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster	160 m	1. OG	ja	2,16 V/m	5,39%
3	Gewerbehof 3	60 m	EG	ja	1,38 V/m	3,48%
5	Am Zehentstadl 1	130 m	EG	ja	1,14 V/m	2,78%
4	Ringstr. / Sonnenstr.	160 m	EG	ja	1,09 V/m	2,72%
2	Gewerbebogen 6	300 m	EG	ja	0,84 V/m	2,11%
6	Karlsdorfer Weg 11 a, Kinderkrippe "Villa Rappelkiste"	530 m	EG	nein	0,08 V/m	0,20%

Tab. 1: Messergebnisse absteigend sortiert

Die höchsten Immissionen wurden am Messpunkt 1 (Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster) mit 5,39 % des Grenzwerts der 26. BImSchV ermittelt.

Zur besseren Einordnung der Immissionen können die Ergebnisse eines kommunalen Messprogramms mit 1867 Messpunkten [12] herangezogen werden. Hierbei wurde eine mittlere Immission von 2,51 % vom Grenzwert¹ der 26. BImSchV im direkten Umfeld der Mobilfunkstandorte ermittelt. Die über die hier gemessenen sechs Messpunkte gemittelten Immissionswerte sind demnach insgesamt mit im Schnitt 2,78 % vom Grenzwert als leicht überdurchschnittlich zu werten.

Der Messpunkt 1 war im ersten Stock der Mittelschule Forstern, alle anderen lagen im Außenbereich. Im Inneren von Gebäuden ist, vor allem abhängig von den Fenstern, noch einmal eine deutliche Reduzierung der Werte um den Faktor 1,2 bis 10 zu erwarten.

¹ die Messunsicherheit wurde hierbei in Abzug gebracht, inkl. Messunsicherheit beträgt der Wert 3,55 %



Es wurden zudem Immissionen, verursacht durch schnurlose Telefone nach dem DECT-Standard sowie WLAN-Anlagen, gemessen. Diese erreichten maximal 0,11 % vom Grenzwert der 26. BImSchV.

An Messpunkt 4 (Ringstr. / Sonnenstr.) wurden zusätzlich Feldstärken von Funkanlagen im Frequenzbereich ab 9 kHz (Radio, BOS, Flugfunk etc.) ermittelt. Diese erreichten 0,16 % des Grenzwerts der 26. BImSchV.

An allen Messpunkten werden die Grenzwerte der 26. BImSchV damit sicher eingehalten.

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

1 Aufgabenstellung

Die Gemeinde Forstern beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH, die derzeitigen Immissionswerte der durch Mobilfunkanlagen erzeugten elektromagnetischen Felder in der Gemeinde Forstern messtechnisch zu bestimmen und hinsichtlich der Einhaltung der in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten. Die Messung erfolgte am 21.04.2015 an sechs Messpunkten

Anlass für die Untersuchung sind Bedenken hinsichtlich einer evtl. gesundheitlichen Gefährdung durch die zwei bestehenden Mobilfunkanlagen im Gemeindegebiet.

Die Untersuchungen sollen dazu beitragen, die Transparenz in der Öffentlichkeit zu verbessern und den Ausbau des Mobilfunknetzes in Hinblick auf die Immissionsbelastung der Bevölkerung mit elektromagnetischen Feldern kritisch zu begleiten.

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

An Messpunkt 4 (Ringstr. / Sonnenstr.) wurden zusätzlich Feldstärken von Funkanlagen im Frequenzbereich ab 9 kHz (Radio, BOS, Flugfunk etc.) ermittelt.

2 Mobilfunkanlagen

Die Mobilfunkanlagen weisen laut Standortbescheinigungen folgende Kenndaten:

StOB Nr. / Datum	Standort-adresse	Netz-betreiber	Installierte Mobilfunksysteme	Unterkante niedrigste Mobilfunkantenne	horizontaler Standort-sicherheits-abstand
570581 vom 06.06.2014	85659 Forstern, Poststr.4	Telekom	GSM900 UMTS LTE800	23,0 m	16,13 m
		E-Plus	GSM900 UMTS		
571340 Vom 09.10.2013	85659 Forstern, Gewerbering 2	Vodafone	GSM900 LTE800 UMTS	19,9 m	16,81 m
		O2	GSM900 LTE800		

Tab. 2: Bestückung der Mobilfunkstandorte Poststraße 4 und Gewerbering 2



Abb. 1: Standort Poststraße 4



Abb. 2: Standort Gewerbering 2

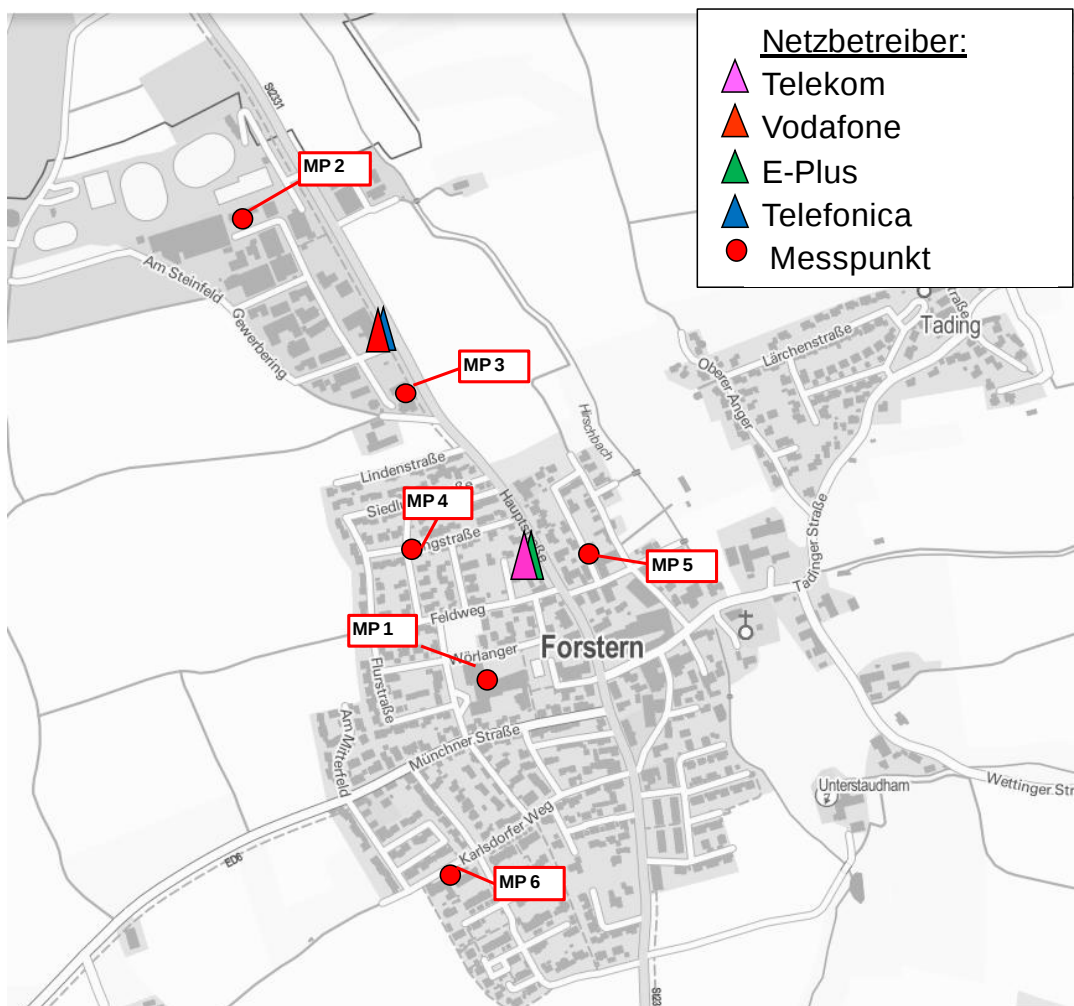


Abb. 3: Standort der Mobilfunkanlagen Poststraße 4 und Gewerbering 2 und der Messpunkte

3 Messpunkte

Die Messpunkte wurden in Abstimmung mit der Verwaltungsgemeinschaft Forstern festgelegt. Der Messpunkt 1 war im ersten Stock der Mittelschule Forstern, alle anderen lagen im Außenbereich. Sie wurden ausgewählt, da sie repräsentativ für die Gemeinde oder nach einer fachlichen Vorbeurteilung einen besonders exponierten Punkt zu der Sendeanlage darstellen.

Die Abb. 3 zeigt die Lage der Messpunkte im Bezug zur den Mobilfunkanlagen. Tab. 1 gibt eine Kurzbeschreibung der Lage der Messpunkte sowie für die jeweilige Expositionssituation wesentliche Parameter. Weitere Angaben sowie Bilder von den Messpunkten sind im Anhang enthalten.

Messpunkte		Sichtkontakt zu einem Sendemast	Entfernung zum nächsten Sendemast	Fenster offen/zu in Räumen	Messpunkt-höhe
1	Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster	ja	160 m	offen	1 OG
2	Gewerbebogen 6	ja	300 m	außen	EG
3	Gewerbehof 3	ja	60 m	außen	EG
4	Ringstr. / Sonnenstr.	ja	160 m	außen	EG
5	Am Zehentstadl 1	ja	130 m	außen	EG
6	Karlsdorfer Weg 11 a, Kinderkrippe "Villa Rappelkiste"	nein	530 m	außen	EG

Tab. 3: Kurzbeschreibung der Messpunkte anhand wichtiger Parameter

3 Messdurchführung

3.1 Messgrößen für hochfrequente Felder

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

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

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

3.2 Messverfahren

Für die Immissionsmessungen wurden folgende Messgeräte eingesetzt:

Gerät	Hersteller	Art	Frequenzbereich	Seriennummer QS-Nummer
EMR300	Wandelt&Goltermann (jetzt Narda)	breitbandiges Strahlungsmessgerät	100 kHz – 3 GHz	AH-0090 QS-51 M 0312
Typ 18	Wandelt&Goltermann (jetzt Narda)	HF-Feldsonde zum EMR300	100 kHz – 3 GHz	C-0033 QS-51 M 0311
SRM3006	Narda	Spektrumanalysator frequenz- und code-selektive Messung	100 kHz – 6 GHz	G-0150 QS-00403974
USLP 9142	Schwarzbeck	Logarithmisch periodische Antenne	600 MHz – 6 GHz	9142-319 QS-00403975
SBA 9113 B	Schwarzbeck	Bikonische Antenne	80 MHz – 3 GHz	312 QS-00401959
AK9531	Schwarzbeck	HF-Messkabel	80 MHz – 10 GHz	96094 QS-00403975

Tab. 4: Übersicht über die verwendeten Messeinrichtungen

Alle Messeinrichtungen werden einer regelmäßigen, auf nationale bzw. internationale Normale rückführbaren Kalibrierung unterzogen.

3.3 Messunsicherheit

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

3.4 Vorgehensweise bei den Messungen

Die Messung der elektromagnetischen Felder wurde von Herrn Dr. Thomas Gritsch am 21.04.2015 in der Zeit von 11:10 bis 12:55 durchgeführt. Während der Messungen betrug die Lufttemperatur außen ca. 12 -17°C. Niederschläge traten nicht auf.

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

Es wurde dabei folgendermaßen vorgegangen:

- Die ungefähre Lage der höchsten Immission an repräsentativen Punkten im Umfeld der Sendemasten wurde abgeschätzt. In diesen Bereichen wurde die Lage des maximalen Immissionswertes im Umkreis mit dem Summenmessgerät (EMR 300) ermittelt.
- Mit dem Spektrumanalysator und einer geeigneten Empfangsantenne wurden Frequenz und Empfangspegel der einzelnen am Immissionsort untersuchten Funksignale festgestellt. Unter Berücksichtigung der Kalibrierdaten der verwendeten Antenne sowie der Dämpfung des Kabels zwischen Antenne und Analysator wird daraus die am Messort herrschende Feldstärke bestimmt. Als Detektor kommt jeweils die bei Narda dem RMS-Detektor analoge Auswertart „Max“ mit Videofilter zum Einsatz. Der Videofilter übernimmt hierbei die RMS-Glättung des Signals.

- Bei den Messungen wurde die *Schwenkmethode* verwendet. Hierbei wird mit der Antenne das Messvolumen abgetastet (Messhöhe ca. 0,75 m — 1,75 m, Durchmesser mindestens 1 m) und dabei die Ausrichtung und Polarisationsrichtung der Antenne variiert. Der Spektrumanalysator wird dabei in der Betriebsart „Max-Hold“ betrieben. Gemessen wurde jeweils so lange, bis keine Änderungen der Messwertanzeige zu beobachten waren. Damit wird zuverlässig die jeweils stärkste vorhandene Immission im Messvolumen gesucht und aufgezeichnet. Beim Schwenken wurde ein Mindestabstand von 50 cm zu Boden, Decke, Wänden und metallischen Objekten eingehalten.

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

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

Funkanwendung	Startfrequenz	Stoppfrequenz	RBW
UKW-Rundfunk, DAB-T	20 MHz	250 MHz	100 kHz
Fernsehen DVB-T, LTE800, BOS	250 MHz	790 MHz	1 MHz
Übersicht Mobilfunk, Radar, WLAN etc.	600 MHz	6.000 MHz	1 MHz
GSM 900	920 MHz	960 MHz	200 kHz
LTE1800, GSM 1800, DECT	1.805 MHz	1.900 MHz	200 kHz
DECT, UMTS, WLAN	1.880 MHz	2.700 MHz	1 MHz
LTE800	775 MHz	865 MHz	200 kHz

Tab. 5: Messbandbreiten in den einzelnen Frequenzbändern

Die Einzelimmissionen der verschiedenen gemessenen Funksignale wurden gemäß dem in Abschnitt 6.2 beschriebenen Verfahren auf die Maximalimmission hochgerechnet und zur Bildung einer Gesamtimmission aufsummiert. Einzelimmissionen, die aufgrund geringer Stärke nur einen vernachlässigbar kleinen Beitrag zur Gesamtimmission liefern, wurden vernachlässigt.

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

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

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

4 Bewertungsgrundlagen

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

Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) – Allgemeinbevölkerung [1]

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

Frequenz f [MHz]	Elektrische Feldstärke E (effektiv) [V/m]	Magnetische Feldstärke H (effektiv) [A/m]
0,1 - 1	87	0,73 / f
1 - 10	$87/\sqrt{f}$	0,73 / f
10 - 400	28	0,073
400 - 2.000	$1,375 \cdot \sqrt{f}$	$0,0037 \cdot \sqrt{f}$
2.000 - 300.000	61	0,16

Tab. 6: Grenzwerte nach Anhang 1b der 26. BImSchV

Da die Mobilfunkbetreiber innerhalb der Frequenzbänder die Frequenzen der Sendekanäle häufiger wechseln, wurde für die Beurteilung des Ausschöpfungsgrads des Grenzwertes jeweils der niedrigste Grenzwert im Frequenzband herangezogen. Die nachfolgende Tabelle (Tab. 7) fasst die relevanten Grenzwerte der 26. BImSchV für die Abstrahlung der Basisstationen (Downlink) für die Mobilfunksysteme GSM-R, GSM, UMTS und LTE zusammen. Für die Auswertung in diesem Bericht wird je System derjenige Grenzwert verwendet, der für die Banduntergrenze des jeweiligen Frequenzbereiches gültig ist.

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

Tab. 7: Grenzwerte für die Mobilfunkfrequenzbereiche nach 26. BImSchV.

5 Messergebnisse

5.1 Hinweise zu den Tabellen

In den folgenden Tabellen sind die an den Messpunkten ermittelten und gemäß Beschreibung im vorausgehenden Abschnitt ausgewerteten Summenimmissionswerte dargestellt. Es sind dabei folgende Werte angegeben:

- Mobilfunk – Minimalimmission als elektrische Feldstärke E in Volt pro Meter (V/m), d. h. nur die Gesamtimmission der BCCH-Kanäle der GSM Anlagen und der CPICH Feldstärken der UMTS-Kanäle; mit diesem Betriebszustand ist beispielsweise in der Nacht zu rechnen.
- Mobilfunk- Maximale Sendeleistung, d. h. die maximal mögliche Immission bei voller Auslastung der Mobilfunkanlagen, so wie sie in der STOB genehmigt wurden. Für GSM-Anlagen wird die Maximalimmission anhand des BCCH-Signals und der Anzahl der aktuell errichteten TCH-Kanäle hochgerechnet; für UMTS-Anlagen wird die Feldstärke des CPICH-Signals über das Leistungsverhältnis von CPICH-Signal zur möglichen Maximalaussendung hochgerechnet. Die Immission ist jeweils als elektrische Feldstärke E in V/m, als Leistungsflussdichte S in Mikrowatt pro Quadratmeter ($\mu\text{W}/\text{m}^2$) sowie als Anteil des Grenzwertes der 26. BImSchV (AGW) in Prozent angegeben.

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

Eine ausführlichere Darstellung der Messergebnisse sowie einer Lagebeschreibung der Messpunkte befindet sich im Anhang.

5.2 Immissionsmesswerte Mobilfunkanlagen

Messpunkt		Vollausbau nach StOB			
		Mobilfunk minimal E in V/m	Mobilfunk maximale Sendeleistung		
			E in V/m	S in $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Q _E
1	Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster	0,94	2,16	12.349,7	5,39%
2	Gewerbebogen 6	0,39	0,84	1.892,4	2,11%
3	Gewerbehof 3	0,48	1,38	5.045,0	3,48%
4	Ringstr. / Sonnenstr.	0,39	1,09	3.129,9	2,72%
5	Am Zehentstadl 1	0,67	1,14	3.423,0	2,78%
6	Karlsdorfer Weg 11 a, Kinderkrippe "Villa Rappelkiste"	0,04	0,08	18,9	0,20%

E: Elektrische Feldstärke in Volt pro Meter

S: Leistungsflussdichte in Mikrowatt pro Quadratmeter

Q_E: Ausschöpfungsgrad des Grenzwerts der 26. BImSchV bezogen auf die Feldstärke

Tab. 8: Messwerte der Mobilfunkimmissionen hochgerechnet auf maximale Sendeleistung

Die Grenzwerte der 26. BImSchV werden demnach an allen Messpunkten eingehalten.

Die höchsten Immissionen wurden am Messpunkt 1 (Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster) mit 5,39 % des Grenzwerts der 26. BImSchV ermittelt.

5.3 Immissionswerte Radio-, Fernsehsender, schnurlose Telefone nach DECT-Standard, WLANs, Handy-Uplinks sowie sonstige Funkanwendungen

An allen Immissionspunkten wurden Funkaussendungen von schnurlosen DECT-Telefonen, Handys und WLAN-Anlagen im Frequenzband von 600 MHz bis 6.000 MHz mit bestimmt. An Messpunkt 4 (Ringstr. / Sonnenstr.) wurden zusätzlich Feldstärken von Funkanlagen im Frequenzbereich ab 9 kHz (Radio, BOS, Flugfunk etc.) ermittelt.

Relevante DECT-Signale waren nur an Messpunkt 1 messbar. Diese leisteten zusammen mit WLAN-Signalen und Handy-Uplinks nur einen geringen Beitrag zur Gesamtimmission.

Messpunkt		DECT / WLAN / Handy Istwerte		Radio / TV / Sonstige Istwerte	
		E in V/m	Q _E	E in V/m	Q _E
1	Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster	0,07	0,11%	n.b. ²	n.b.
2	Gewerbebogen 6	<0,01	<0,01%	n.b.	n.b.
3	Gewerbehof 3	<0,01	0,02%	n.b.	n.b.
4	Ringstr. / Sonnenstr.	<0,01	0,01%	0,12	0,17%
5	Am Zehentstadl 1	<0,01	<0,01%	n.b.	n.b.
6	Karlsdorfer Weg 11 a, Kinder- krippe "Villa Rappelkiste"	<0,01	<0,01%	n.b.	n.b.

Tab. 9: Messwerte für die sonstigen Funkquellen, außer Mobilfunk

Die Immissionen, verursacht durch schnurlose Telefone nach dem DECT-Standard, WLAN-Kanäle sowie Handy-Uplinks, erreichten maximal 0,11 % vom Grenzwert der 26. BImSchV an Messpunkt 1.

An Messpunkt 4 (Ringstr. / Sonnenstr.) erreichten Feldstärken von Funkanlagen im Frequenzbereich ab 9 kHz (Radio, BOS, Flugfunk etc.) 0,16 % des Grenzwerts der 26. BImSchV.

² n.b.: nicht bestimmt

5.4 Anteile der Funkdienste an den Immissionswerten im Überblick

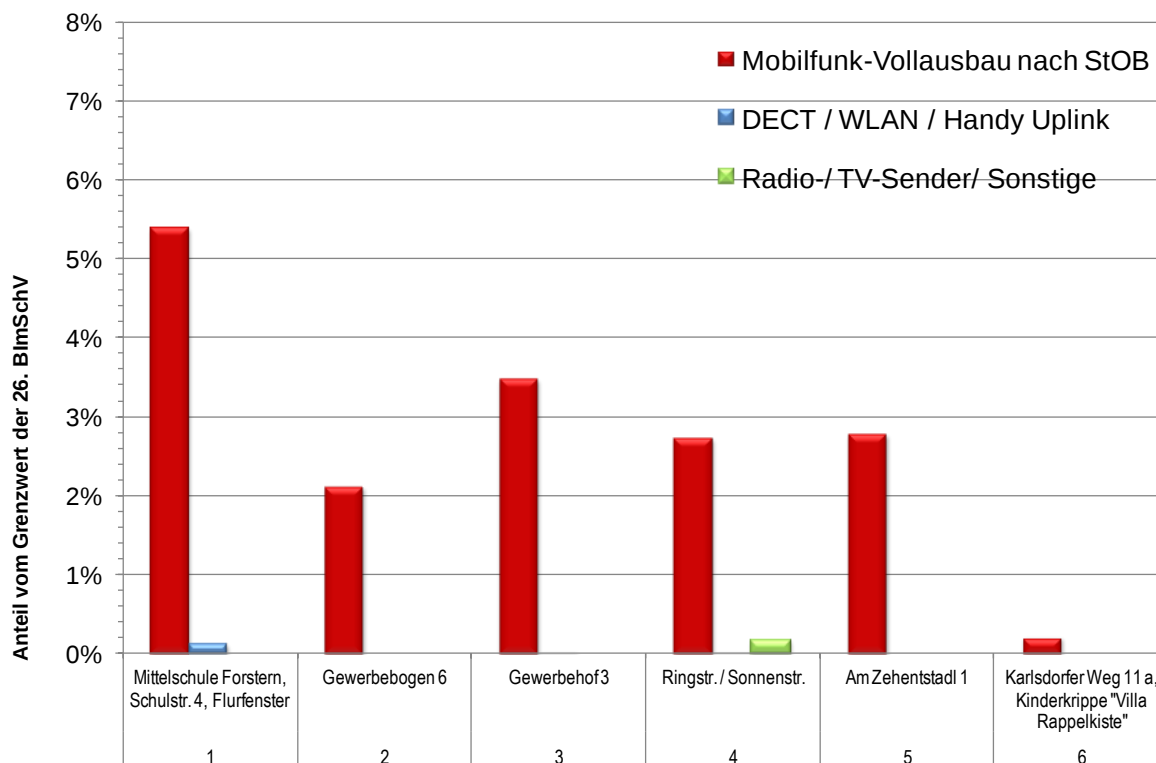


Abb. 4: Messergebnisse (Maximalwerte) in Prozent vom Grenzwert der 26. BImSchV

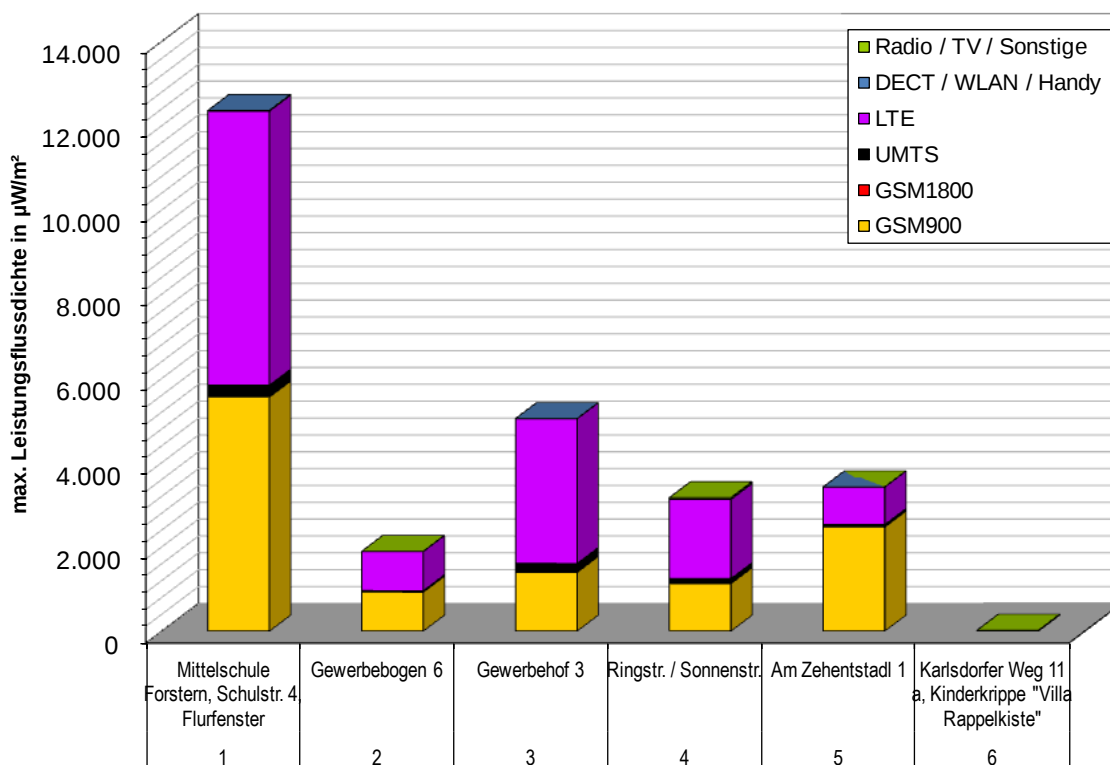


Abb. 5: Beiträge der verschiedenen Funkanwendungen an der Gesamtbelastung (angegeben als Leistungsflussdichte S in $\mu\text{W}/\text{m}^2$)

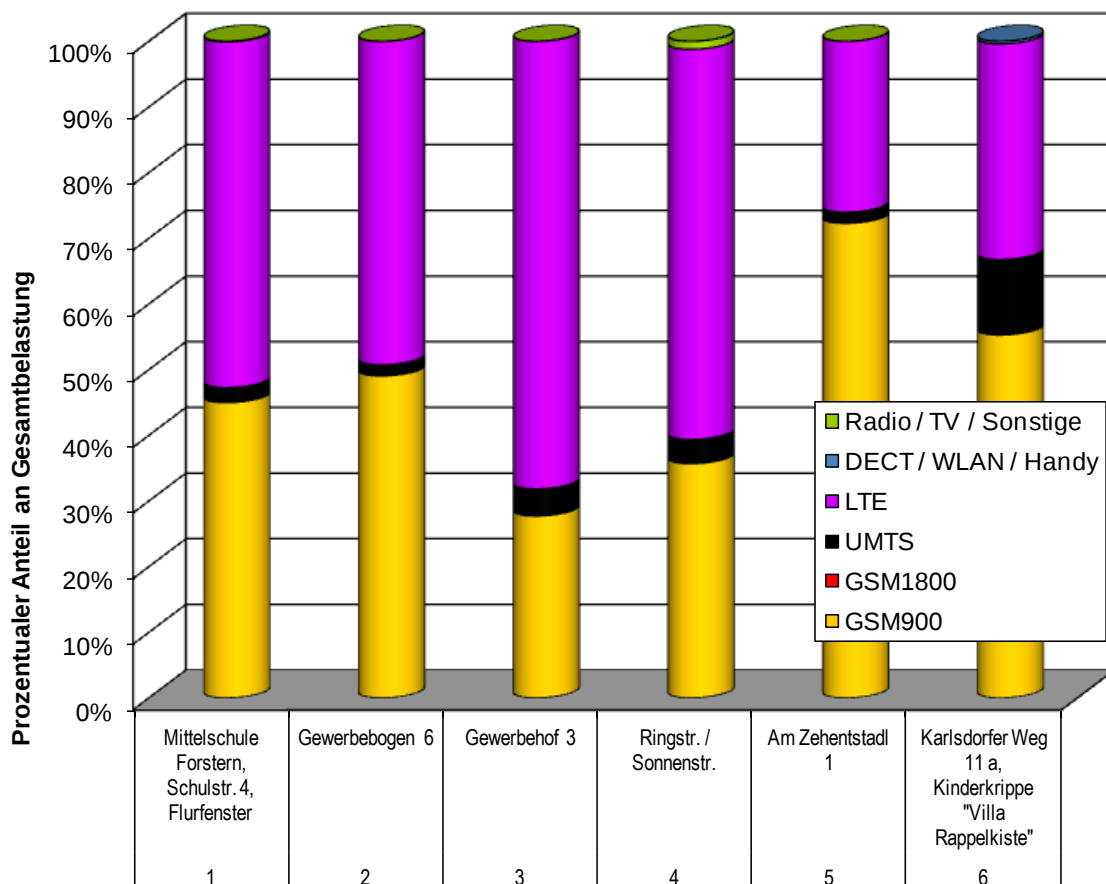


Abb. 6: Prozentualer Anteil der einzelnen Funkdienste an der Gesamtbelastung

Messpunkt		GSM900	GSM1800	UMTS	LTE	DECT WLAN Handy	Radio / TV Sonstige
		Summenbelastung aufgeschlüsselt auf die Funkquellen in $\mu\text{W}/\text{m}^2$					
1	Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster	5.561	n.n.	280,2	6.509	11,35	n.n.
2	Gewerbebogen 6	928,2	n.n.	31,78	932,4	0,08	n.n.
3	Gewerbehof 3	1.399	n.n.	207,8	3.439	0,23	n.n.
4	Ringstr. / Sonnenstr.	1.131	n.n.	116,2	1.883	0,11	38,43
5	Am Zehentstadl 1	2.475	n.n.	57,43	890,9	0,01	n.n.
6	Karlsdorfer Weg 11 a, Kinderkrippe "Villa Rappelkiste"	10,47	n.n.	2,17	6,22	0,07	n.n.

Tab. 10: Summenwerte in Einheiten der Leistungsflussdichte aufgeschlüsselt nach den jeweiligen Funkquellen

Messpunkt		GSM900	GSM1800	UMTS	LTE	DECT WLAN Handy	Radio / TV Sonstige
		Beitrag der einzelnen Funkquellen zur Gesamtmission in %					
1	Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster	45%	< 1%	2%	53%	< 1%	< 1%
2	Gewerbebogen 6	49%	< 1%	2%	49%	< 1%	< 1%
3	Gewerbehof 3	28%	< 1%	4%	68%	< 1%	< 1%
4	Ringstr. / Sonnenstr.	36%	< 1%	4%	59%	< 1%	1%
5	Am Zehentstadl 1	72%	< 1%	2%	26%	< 1%	< 1%
6	Karlsdorfer Weg 11 a, Kinderkrippe "Villa Rappelkiste"	55%	< 1%	11%	33%	< 1%	< 1%

Tab. 11: Prozentuale Summenbelastung nach Funkquelle

Der prozentuale Anteil an der Gesamtbelastung durch DECT (schnurlose Telefone) und sonstige Funkanwendungen hängt maßgeblich von der Stärke der am Messort vorliegenden Mobilfunksignale ab. Sind diese sehr niedrig, da entweder keine Sichtverbindung zu der Mobilfunksendeanlage besteht oder die Entfernung zu groß ist, so steigt der Anteil der anderen Funkanwendungen prozentual am Gesamtsignal dementsprechend an.

6 Anhang

6.1 Ausführliche Angaben zu den Messpunkten

Messpunkt 1	Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Poststr. 4	160 m	ja



Abb. 7: Messpunkt 1, Messgerät



Abb. 8: Messpunkt 1, Blick auf Mobilfunkanlage Poststr. 4

Messpunkt 2	Gewerbebogen 6, Fam. Wintermayr		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Gewerbering 2	300 m	ja



Abb. 9: Messpunkt 2, Messgerät



Abb. 10: Messpunkt 2, Blick auf Mobilfunkanlage Gewerbering 2

Messpunkt 3	Gewerbehof 3, Fam. Neglia		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Gewerbering 2	60 m	ja



Abb. 11: Messpunkt 3, Messgerät



Abb. 12: Messpunkt 3,
Blick auf Mobilfunkanlage Gewerbering 2

Messpunkt 4	Ringstr. / Sonnenstr		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Poststr. 4	160 m	ja



Abb. 13: Messpunkt 4, Messgerät



Abb. 14: Messpunkt 4,
Blick auf Mobilfunkanlage Poststr. 4

Messpunkt 5	Am Zehentstadl 1		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Poststr. 4	130 m	ja



Abb. 15: Messpunkt 5, Messgerät



Abb. 16: Messpunkt 5, Blick auf Poststr. 4

Messpunkt 6	Karlsdorfer Weg 11 a, Kinderkrippe "Villa Rappelkiste"		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Poststr. 4	530 m	nein



Abb. 17: Messpunkt 6, Messgerät

6.2 Auswertung der Messergebnisse

Die von Mobilfunkbasisstationen erzeugten elektromagnetischen Felder sind zeitlich nicht konstant, sondern schwanken in Abhängigkeit von Verkehrsauslastung und Verbindungsqualität. Nachts sinkt die Immission durch geringes Verkehrsaufkommen in der Regel auf einen Minimalwert, der nur durch die permanent abgestrahlten Signalisierungssignale erzeugt wird.

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

6.2.1 GSM-Anlagen

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

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

6.2.2 UMTS-Anlagen

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

Die *Maximalimmission* ergibt sich durch Multiplikation der gemessenen *CPICH-Immission mit einem Faktor, der sich aus der aktuell eingestellten Leistung des CPICH und der maximal beantragten Sendeleistung des Frequenzkanals ergibt*. Dieser Faktor beträgt in der Regel 10 bezüglich der Leistung. Abweichende Verhältnisse wurden entsprechend den Angaben der Netzbetreiber berücksichtigt. Die somit ermittelte Immission wird dann auf die Zahl der maximal beantragten bzw. genehmigten Frequenzkanäle hochgerechnet (in der Regel zwei oder drei, sofern bei der Messung nur ein Kanal in Betrieb war).

6.2.3 LTE-Anlagen

LTE-Stationen unterteilen den Frequenz- und Zeitraum in resource elements/units (RE; entspricht einem OFDM-Symbol auf einem Träger):

- Der Zeitraum ist in Frames zu 10 ms unterteilt. Ein Frame besteht aus 10 Subframes zu je 2 Slots. Ein Slot wiederum umfasst je nach Konfiguration 6 oder 7 Symbole (RE's).

- Der Frequenzraum ergibt sich aus den einzelnen OFDM-Trägern mit einer Breite von je 15 kHz. Je 12 Träger (RE's) werden logisch zu physical resource blocks (PRB's) zusammengefasst.
- Die Matrix aus 1 PRB und 1 Slot besteht aus 72 oder 84 RE's und heißt resource block (RB). Sie stellt die kleinste Einheit dar, die einer Datenübertragung zugewiesen werden kann. Einige resource elements werden für Signalisierungsinformationen verwendet und mit definierter, konstanter Sendeleistung gesendet (Primary und secondary synchronization signal P-SYNC bzw. S-SYNC, Primary broadcast channel PBCH sowie Downlink reference signal RS). Unabhängig von der Kanalbreite umfassen P-SYNC, S-SYNC und PBCH ± 36 OFDM-Träger, d.h. eine Bandbreite von $\pm 0,54$ MHz um die Kanalmitte. P-SYNC und S-SYNC werden zweimal, PBCH einmal je Frame gesendet. Sie dienen als Ausgangspunkt für die Messung.

Bei LTE erfolgt die Messung der maximalen Feldstärke codeselektiv in der Kanalmitte mit einer Messbandbreite (RBW) von 1 MHz, die das höchste Referenzsymbol verursacht. Zur Berechnung der maximalen Feldimmission wird anschließend auf die Signalbandbreite des LTE-Signals extrapoliert und mit der Kanalanzahl multipliziert. Die jeweiligen Hochrechnungsfaktoren sind dabei abhängig von der jeweiligen Signalbandbreite (SBW) und können Tab. 12 entnommen werden. Üblich sind Kanalbandbreiten von 10 MHz und 20 MHz. Im Hochrechnungsfaktor ist bereits die Anzahl der Sendekanäle enthalten. Abweichende Verhältnisse wurden entsprechend den Angaben der Netzbetreiber berücksichtigt.

Kanalbandbreite CBW [MHz]	Signalbandbreite SBW [MHz]	Anzahl Subcarrier / Resourceelemente	Hochrechnungs- faktor [dB]
1,4	1,08	72	18,6
3	2,7	180	22,6
5	4,5	300	24,8
10	9	600	27,8
15	13,5	900	29,5
20	18	1200	30,8

Tab. 12: Hochrechnungsfaktoren bei LTE in Abhängigkeit von der Signalbandbreite

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

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

GI: wirksame Gesamtmission (Summenwert)

n: Anzahl der Frequenzen im Spektrum

$E_{eff,i}$: Effektivwert der elektrischen Feldstärke der i-ten Frequenz

$E_{eff,gi}$: Effektiv-Grenzwert der elektrischen Feldstärke der i-ten Frequenz

6.3 Ausführliche Ergebnistabellen

Berechnungsblätter zur Hochrechnung auf maximale Sendeleistung der Anlagen

Legende:

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

Mobilfunk

Spalte 2 Kanal Nr. bei GSM bzw. Scrambling Code bei UMTS

Spalte 3 Bezeichnung des Mobilfunkstandorts von dem das Signal ausgesendet wird soweit bekannt

Spalte 4 Mobilfunkbetreiber

Sonstige Funkquellen

Spalten 2-4 Bezeichnung der Funkquelle

Spalte 5 Gemessene Feldstärke $E_{\min}$ des BCCH (GSM) bzw. CPICH (UMTS) in der Einheit dB μ V/m

Spalte 6 Gemessene Feldstärke $E_{\min}$ umgerechnet in die Einheit V/m

Spalte 7 Anzahl der in der Standortbescheinigung maximal genehmigten Sendekanäle

Spalte 8 Korrekturfaktor für den Fall, dass die zum Zeitpunkt der Messung von der Sendeanlage abgestrahlte Leistung geringer eingestellt war, wie sie in der Standortbescheinigung genehmigt ist

Spalte 9 Auf maximale Sendeleistung und Volllastung aller Sendekanäle hochgerechnete Feldstärke $E_{\max}$ in der Einheit V/m

Spalte 10 Maximale Feldstärke $E_{\max}$ umgerechnet in die Leistungsflussdichte in der Einheit Mikrowatt je Quadratmeter [μ W/m²]

Spalte 11 Zur Frequenz bzw. zum Frequenzband zugehöriger Grenzwert der 26. BImSchV

Spalte 12 Maximale Immission als Ausschöpfungsgrad des Grenzwertes
 (<Spalte 12> = <Spalte 9> / <Spalte 11>)

Messpunkt: **1**

Messort: **Mittelschule Forstern, Schulstr. 4, Flurfenster**
Messzeit: **21.04.2013** 11:10 bis 11:20

Messpunkthöhe: **1. OG**
Fenster: **offen**

Sichtkontakt zu einem Sender: **ja**

Entfernung zum nächsten Sender: **160 m**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimal-messwert) in dBμV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in μW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q ₀ vom Grenzwert in %
D-Band											
927,8	988	Poststr. 4	E-Plus	118,4	0,833	2		1,178	3.678,7	41,7	2,82%
954,2	96	Poststr. 4	Telekom	111,8	0,388	4		0,775	1.594,8	41,7	1,86%
945,2	51	Gewerbering 2	Vodafone	99,4	0,093	4		0,186	92,2	41,7	0,45%
930,6	1002	Gewerbering 2	Telefonica	99,4	0,093	2		0,132	45,9	41,7	0,32%
925,6	977	Poststr. 4	E-Plus	98,8	0,087	2		0,122	39,8	41,7	0,29%
956,8	109	Gewerbering 2	Vodafone	98,0	0,079	4		0,158	66,3	41,7	0,38%
940,6	28	Poststr. 4	Telekom	94,0	0,050	4		0,101	26,9	41,7	0,24%
928,8	993	Poststr. 4	E-Plus	91,0	0,035	2		0,050	6,6	41,7	0,12%
953,2	91	Poststr. 4	Telekom	88,7	0,027	4		0,055	7,9	41,7	0,13%
947,4	62	Gewerbering 2	Vodafone	82,3	0,013	4		0,026	1,8	41,7	0,06%
Summe GSM 900:				0,938				1,45	5.561		3,47%
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH						
2167,2	216	Poststr. 4	Telekom	88,8	0,039	2	7	0,124	40,5	61,0	0,20%
2167,2	503	Poststr. 4	Telekom	71,0	0,005	2	7	0,016	0,7	61,0	0,03%
2112,5	474	Gewerbering 2	Vodafone	93,8	0,069	3	7	0,268	190,0	61,0	0,44%
2132,5	6	Poststr. 4	E-Plus	88,3	0,037	2	7	0,116	35,9	61,0	0,19%
2132,5	2	Poststr. 4	E-Plus	83,9	0,022	2	7	0,070	13,1	61,0	0,12%
Summe UMTS:				0,090				0,325	280,2		0,53%
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
816	125-RS-Max	Poststr. 4	Telekom	92,9	0,044	2	27,8	1,529	6.204,2	38,3	3,99%
806	294-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	78,9	0,009	2	27,8	0,306	248,7	38,3	0,80%
796	487-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	70,4	0,003	2	27,8	0,114	34,7	38,3	0,30%
796	486-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	68,2	0,003	2	27,8	0,089	20,9	38,3	0,23%
Summe LTE:				0,045				1,57	6.509		4,09%
Summenbelastung Mobilfunk:				0,943				2,16	12.350		5,39%

DECT / WLAN / Handy Uplink

1882,0	schnurloses Telefon DECT	90,3	0,033	4		0,065	11,3	59,7	0,11%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:		0,033				0,065	11,35		0,11%

Messpunkt: **2**

Messort: **Gewerbebogen 6**

Messzeit: **21.04.2013** 11:30 bis 11:40

Messpunkthöhe: **EG**

Fenster: **außen**

Sichtkontakt zu einem Sender: **ja**

Entfernung zum nächsten Sender: **300 m**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimal-messwert) in dBμV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in μW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _g vom Grenzwert in %
D-Band											
935,0	1024	Gewerbering 2	Telefonica	110,0	0,317	2		0,448	531,7	41,7	1,07%
945,6	53	Gewerbering 2	Vodafone	103,9	0,157	4		0,313	260,4	41,7	0,75%
932,2	1010	Gewerbering 2	Telefonica	103,2	0,144	2		0,204	110,1	41,7	0,49%
947,4	62	Gewerbering 2	Vodafone	91,7	0,039	4		0,077	15,8	41,7	0,18%
930,6	1002	Gewerbering 2	Telefonica	88,2	0,026	2		0,037	3,5	41,7	0,09%
957,0	110	Gewerbering 2	Vodafone	86,8	0,022	4		0,044	5,0	41,7	0,10%
928,8	993	Poststr. 4	E-Plus	83,7	0,015	2		0,022	1,2	41,7	0,05%
934,0	1019	Gewerbering 2	Telefonica	75,4	0,006	2		0,008	0,2	41,7	0,02%
959,6	123	Poststr. 4	Telekom	72,7	0,004	4		0,009	0,2	41,7	0,02%
Summe GSM 900:					0,385			0,592	928,2		1,42%
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH						
2167,2	50	Poststr. 4	Telekom	72,6	0,006	2	7	0,019	1,0	61,0	0,03%
2112,5	161	Gewerbering 2	Vodafone	85,7	0,027	3	7	0,106	29,8	61,0	0,17%
2112,5	474	Gewerbering 2	Vodafone	63,0	0,002	3	7	0,008	0,2	61,0	0,01%
2132,5	1	Poststr. 4	E-Plus	71,9	0,006	2	7	0,018	0,8	61,0	0,03%
Summe UMTS:					0,029			0,109	31,78		0,18%
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
816	124-RS-Max	Poststr. 4	Telekom	60,9	0,001	2	27,8	0,038	3,9	38,3	0,10%
806	295-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	82,3	0,013	2	27,8	0,452	541,6	38,3	1,18%
806	296-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	57,3	0,001	2	27,8	0,025	1,7	38,3	0,07%
796	488-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	80,8	0,011	2	27,8	0,381	385,2	38,3	0,99%
Summe LTE:					0,017			0,593	932,4		1,55%
Summenbelastung Mobilfunk:					0,387			0,845	1.892		2,11%

DECT / WLAN / Handy Uplink

1883,5	schnurloses Telefon DECT	73,1	0,004	1		0,004	0,1	59,7	0,01%
1.901,5	UMTS TDD 1/FDD Uplink - Telefonica O2	67,1	0,002	2		0,003	0,0	60,0	0,01%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:			0,005			0,006	0,08		0,01%

Messpunkt: **3**

Messort: **Gewerbehof 3**

Messzeit: **21.04.2013** 11:50 bis 12:00

Messpunkthöhe: **EG**

Fenster: **außen**

Sichtkontakt zu einem Sender: **ja**

Entfernung zum nächsten Sender: **60 m**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimal-messwert) in dBμV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in μW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q ₀ vom Grenzwert in %
D-Band											
934,0	1019	Gewerbering 2	Telefonica	112,0	0,398	2		0,562	838,9	41,7	1,35%
945,2	51	Gewerbering 2	Vodafone	104,9	0,175	4		0,350	324,9	41,7	0,84%
932,6	1012	Gewerbering 2	Telefonica	102,7	0,136	2		0,192	97,9	41,7	0,46%
928,8	993	Poststr. 4	E-Plus	101,0	0,112	2		0,159	66,8	41,7	0,38%
934,8	1023	Gewerbering 2	Telefonica	96,7	0,068	2		0,096	24,6	41,7	0,23%
935,6	3	Gewerbering 2	Vodafone	93,9	0,049	4		0,099	25,7	41,7	0,24%
959,6	123	Poststr. 4	Telekom	89,8	0,031	4		0,062	10,2	41,7	0,15%
955,8	104	Gewerbering 2	Vodafone	89,1	0,029	4		0,057	8,6	41,7	0,14%
925,6	977	Poststr. 4	E-Plus	81,4	0,012	2		0,017	0,7	41,7	0,04%
927,8	988	Poststr. 4	E-Plus	76,3	0,007	2		0,009	0,2	41,7	0,02%
Summe GSM 900:				0,478				0,726	1.399		1,74%
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH						
2167,2	50	Poststr. 4	Telekom	80,8	0,015	2	7	0,049	6,3	61,0	0,08%
2112,5	474	Gewerbering 2	Vodafone	93,3	0,065	3	7	0,253	169,7	61,0	0,41%
2112,5	453	Gewerbering 2	Vodafone	85,5	0,026	3	7	0,103	28,0	61,0	0,17%
2132,5	1	Poststr. 4	E-Plus	78,5	0,012	2	7	0,038	3,7	61,0	0,06%
Summe UMTS:				0,073				0,280	207,8		0,46%
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
816	124-RS-Max	Poststr. 4	Telekom	70,6	0,003	2	27,8	0,117	36,3	38,3	0,31%
806	294-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	85,7	0,019	2	27,8	0,671	1.195,9	38,3	1,75%
806	296-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	68,5	0,003	2	27,8	0,092	22,6	38,3	0,24%
796	486-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	87,2	0,023	2	27,8	0,797	1.685,3	38,3	2,08%
796	487-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	81,9	0,012	2	27,8	0,434	498,5	38,3	1,13%
Summe LTE:				0,033				1,14	3.439		2,97%
Summenbelastung Mobilfunk:				0,485				1,38	5.045		3,48%

DECT / WLAN / Handy Uplink

1890,4	schnurloses Telefon DECT	70,3	0,003	1		0,003	0,0	59,8	0,01%
2.453,0	WLAN Kanal 9 (Hauptkanal ab 802.11g)	78,9	0,009	1		0,009	0,2	61,0	0,01%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:				0,009		0,009	0,23		0,02%

Messpunkt: **4**

Messort: **Ringstr. / Sonnenstr.**

Messzeit: **21.04.2013** 12:05 bis 12:20

Messpunkthöhe: **EG**

Fenster: **außen**

Sichtkontakt zu einem Sender: **ja**

Entfernung zum nächsten Sender: **160 m**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimal-messwert) in dBμV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in μW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q ₀ vom Grenzwert in %
D-Band											
959,6	123	Poststr. 4	Telekom	106,4	0,209	4		0,418	463,1	41,7	1,00%
928,8	993	Poststr. 4	E-Plus	105,7	0,193	2		0,273	198,0	41,7	0,66%
930,6	1002	Gewerbering 2	Telefonica	104,8	0,174	2		0,246	160,9	41,7	0,59%
945,2	51	Gewerbering 2	Vodafone	100,6	0,108	4		0,215	122,7	41,7	0,52%
934,0	1019	Gewerbering 2	Telefonica	99,8	0,097	2		0,137	50,1	41,7	0,33%
954,2	96	Poststr. 4	Telekom	99,3	0,093	4		0,185	91,1	41,7	0,44%
927,8	988	Poststr. 4	E-Plus	96,3	0,065	2		0,093	22,7	41,7	0,22%
933,4	1016	Gewerbering 2	Telefonica	95,7	0,061	2		0,086	19,5	41,7	0,21%
925,6	977	Poststr. 4	E-Plus	86,1	0,020	2		0,029	2,2	41,7	0,07%
947,4	62	Gewerbering 2	Vodafone	78,1	0,008	4		0,016	0,7	41,7	0,04%
Summe GSM 900:				0,386				0,653	1,131		1,57%
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH						
2167,2	50	Poststr. 4	Telekom	82,6	0,019	2	7	0,060	9,7	61,0	0,10%
2167,2	216	Poststr. 4	Telekom	69,6	0,004	2	7	0,013	0,5	61,0	0,02%
2112,5	474	Gewerbering 2	Vodafone	89,1	0,040	3	7	0,156	64,5	61,0	0,26%
2132,5	1	Poststr. 4	E-Plus	88,6	0,038	2	7	0,120	38,0	61,0	0,20%
2132,5	6	Poststr. 4	E-Plus	78,2	0,011	2	7	0,036	3,5	61,0	0,06%
Summe UMTS:				0,060				0,209	116,2		0,34%
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
816	124-RS-Max	Poststr. 4	Telekom	86,4	0,021	2	27,8	0,724	1.389,0	38,3	1,89%
806	294-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	80,4	0,010	2	27,8	0,364	352,1	38,3	0,95%
796	486-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	74,2	0,005	2	27,8	0,178	84,3	38,3	0,47%
796	487-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	72,5	0,004	2	27,8	0,147	57,2	38,3	0,38%
Summe LTE:				0,024				0,842	1.883		2,20%
Summenbelastung Mobilfunk:				0,392				1,09	3.130		2,72%

DECT / WLAN / Handy Uplink

1890,4	schnurloses Telefon DECT	76,2	0,006	1		0,006	0,1	59,8	0,01%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:		0,006				0,006	0,11		0,01%

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

0,044	Zeitzeichensender DCF49	93,6	0,048	1		0,048	6,05	87,0	0,05%
0,129	Zeitzeichensender	71,8	0,004	1		0,004	0,04	87,0	0,00%
0,798	MW Rundfunk, BR-Ismaning (801 kHz)	100,6	0,107	1		0,107	30,60	87,0	0,12%
105,208	Rundfunk UKW	78,1	0,008	8		0,023	1,38	28,0	0,08%
110,2	UKW-Drehfeuer (Flugnavigation)	75,0	0,006	2		0,008	0,17	28,0	0,03%
687,500	Kanal 48 - DVB-T / TV UHF V	69,9	0,003	1		0,003	0,03	36,1	0,01%
11,6	Rundfunk Kurzwelle	64,0	0,002	5		0,004	0,03	28,0	0,01%
199,0	T-DAB Kanal 8C	72,3	0,004	3		0,007	0,14	28,0	0,03%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:		0,118				0,120	38,43		0,16%

Messpunkt: **5**

Messort: **Am Zehentstadl 1**

Messzeit: **21.04.2013** 12:25 bis 12:35

Messpunkthöhe: **EG**

Fenster: **außen**

Sichtkontakt zu einem Sender: **ja**

Entfernung zum nächsten Sender: **130 m**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in µW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q _g vom Grenzwert in %
D-Band											
925,6	977	Poststr. 4	E-Plus	116,3	0,651	2		0,920	2.247,4	41,7	2,21%
951,8	84	Poststr. 4	Telekom	102,4	0,132	4		0,264	185,2	41,7	0,63%
939,2	21	Poststr. 4	Telekom	93,2	0,046	4		0,091	22,2	41,7	0,22%
928,8	993	Poststr. 4	E-Plus	91,1	0,036	2		0,051	6,9	41,7	0,12%
940,6	28	Poststr. 4	Telekom	88,3	0,026	4		0,052	7,2	41,7	0,12%
934,0	1019	Gewerbering 2	Telefonica	86,8	0,022	2		0,031	2,6	41,7	0,07%
956,8	109	Gewerbering 2	Vodafone	82,1	0,013	4		0,025	1,7	41,7	0,06%
938,0	15	Poststr. 4	Telekom	77,7	0,008	4		0,015	0,6	41,7	0,04%
958,2	116	Gewerbering 2	Vodafone	77,6	0,008	4		0,015	0,6	41,7	0,04%
927,8	988	Poststr. 4	E-Plus	77,5	0,008	2		0,011	0,3	41,7	0,03%
Summe GSM 900:				0,668				0,966	2.475		2,32%
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH						
2167,2	503	Poststr. 4	Telekom	82,7	0,019	2	7	0,061	9,9	61,0	0,10%
2167,2	216	Poststr. 4	Telekom	76,5	0,009	2	7	0,030	2,4	61,0	0,05%
2112,5	474	Gewerbering 2	Vodafone	70,8	0,005	3	7	0,019	0,9	61,0	0,03%
2112,5	453	Gewerbering 2	Vodafone	62,0	0,002	3	7	0,007	0,1	61,0	0,01%
2132,5	2	Poststr. 4	E-Plus	87,8	0,035	2	7	0,109	31,7	61,0	0,18%
2132,5	1	Poststr. 4	E-Plus	83,7	0,022	2	7	0,069	12,5	61,0	0,11%
Summe UMTS:				0,046				0,147	57,43		0,24%
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
816	123-RS-Max	Poststr. 4	Telekom	83,4	0,015	2	27,8	0,512	696,1	38,3	1,34%
816	124-RS-Max	Poststr. 4	Telekom	77,7	0,008	2	27,8	0,266	187,4	38,3	0,69%
806	294-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	61,7	0,001	2	27,8	0,042	4,7	38,3	0,11%
806	296-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	45,2	0,000	2	27,8	0,006	0,1	38,3	0,02%
796	487-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	59,2	0,001	2	27,8	0,031	2,6	38,3	0,08%
Summe LTE:				0,017				0,580	890,9		1,51%
Summenbelastung Mobilfunk:				0,670				1,14	3.423		2,78%

Messpunkt: **6**

Messort: **Karlsdorfer Weg 11 a, Kinderkrippe "Villa Rappelkiste"**

Messpunkthöhe: **EG**

Messzeit: **21.04.2013** 12:45 bis 12:55

Fenster: **außen**

Sichtkontakt zu einem Sender: **nein**

Entfernung zum nächsten Sender: **530 m**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	Kanal Nr.	BST Standort	Betreiber	E _{min} (Minimal-messwert) in dBμV/m	E _{min} in V/m	Anzahl Kanäle (TRX) genehm.	Hoch-rechnungs-faktor in dB	Max. Feldstärke in V/m	Maximale Leistungs-flussdichte S in μW/m²	Grenzwert der 26. BImSchV in V/m	Anteil Q ₆ vom Grenzwert in %
D-Band											
927,8	988	Poststr. 4	E-Plus	86,6	0,021	2		0,030	2,4	41,7	0,07%
941,8	34	Poststr. 4	Telekom	86,4	0,021	4		0,042	4,6	41,7	0,10%
952,2	86	Poststr. 4	Telekom	80,8	0,011	4		0,022	1,3	41,7	0,05%
932,6	1012	Gewerbering 2	Telefonica	79,9	0,010	2		0,014	0,5	41,7	0,03%
945,2	51	Gewerbering 2	Vodafone	79,4	0,009	4		0,019	0,9	41,7	0,04%
958,2	116	Gewerbering 2	Vodafone	74,7	0,005	4		0,011	0,3	41,7	0,03%
934,0	1019	Gewerbering 2	Telefonica	73,3	0,005	2		0,007	0,1	41,7	0,02%
943,8	44	Poststr. 4	Telekom	72,0	0,004	4		0,008	0,2	41,7	0,02%
925,6	977	Poststr. 4	E-Plus	70,0	0,003	2		0,004	0,1	41,7	0,01%
939,2	21	Poststr. 4	Telekom	67,1	0,002	4		0,005	0,1	41,7	0,01%
Summe GSM 900:				0,036				0,063	10,47		0,15%
UMTS	Scr. Code			nur CPICH	+3dB SPICH						
2167,2	216	Poststr. 4	Telekom	70,7	0,005	2	7	0,015	0,6	61,0	0,03%
2167,2	503	Poststr. 4	Telekom	51,0	0,000	2	7	0,002	0,0	61,0	0,00%
2112,5	474	Gewerbering 2	Vodafone	63,5	0,002	3	7	0,008	0,2	61,0	0,01%
2112,5	124	Gewerbering 2	Vodafone	43,0	0,000	3	7	0,001	0,0	61,0	0,00%
2132,5	6	Poststr. 4	E-Plus	74,0	0,007	2	7	0,022	1,3	61,0	0,04%
2132,5	2	Poststr. 4	E-Plus	55,7	0,001	2	7	0,003	0,0	61,0	0,00%
Summe UMTS:				0,009				0,029	2,17		0,05%
LTE	Cell-ID			RS-Symbole							
816	125-RS-Max	Poststr. 4	Telekom	61,7	0,001	2	27,8	0,042	4,8	38,3	0,11%
816	123-RS-Max	Poststr. 4	Telekom	45,8	0,000	2	27,8	0,007	0,1	38,3	0,02%
806	294-RS-Max	Gewerbering 2	Vodafone	55,1	0,001	2	27,8	0,020	1,0	38,3	0,05%
796	487-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	46,1	0,000	2	27,8	0,007	0,1	38,3	0,02%
796	486-RS-Max	Gewerbering 2	Telefonica	47,4	0,000	2	27,8	0,008	0,2	38,3	0,02%
Summe LTE:				0,001				0,048	6,22		0,13%
Summenbelastung Mobilfunk:				0,037				0,084	18,87		0,20%

DECT / WLAN / Handy Uplink

1885,1	schnurloses Telefon DECT	61,8	0,001	8		0,003	0,0	59,7	0,01%
2.413,0	WLAN Kanal 1 (Hauptkanal ab 802.11g)	64,9	0,002	5		0,004	0,0	61,0	0,01%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:		0,002				0,005	0,07		0,01%

6.4 Literatur

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966)
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 2004
- [3] DIN VDE 0848-1/ August 2000, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern
- [4] DIN EN 50413 (VDE 0848-1) / August 2009, Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)
- [5] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), Schweizer Bundesrat vom 23.12.1999; veröffentlicht durch Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
- [6] 1999/519/EG; Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz — 300 GHz); Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 199/59
- [7] ICNIRP – Richtlinie 1998, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, und electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics 74 (4): 494-522; 1998.
- [8] SSK 2001, Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern, Empfehlung der Strahlenschutzkommission; Verabschiedet in der 173. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 04. Juli 2001.
- [9] Reg TP MV 09/EMF/3; Messvorschrift für bundesweite EMVU - Messreihen der vorhandenen Umgebungsfeldstärken; Februar 2003; Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, Bonn.
- [10] Elektromagnetische Felder im Alltag - Aktuelle Informationen über Quellen, Einsatz und Wirkungen; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe und Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm
- [11] Schirmung elektromagnetischer Wellen im persönlichen Umfeld, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm
- [12] Wissenschaft(f)t Vertrauen: Auswertung der FEE-Immissions-Datenbank; IZMF, 2009
- [13] TÜV SÜD / IHF der Universität Stuttgart im Auftrag der LUBW; Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg 2009, veröffentlicht unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/53103/

6.5 Glossar – Verwendete Abkürzungen

Antennensektor	horizontaler Winkelbereich, in den die Antennen abstrahlen. Es sind zwei Haupttypen im Einsatz: einerseits Rundstrahler, die einen Winkelbereich von 360 ° mit einer Antenne versorgen, andererseits Sektorantennen, die einen Winkelbereich von 60° bis 90° versorgen. Eine deckende Funkversorgung wird daher durch die Anordnung von 3 um 120° versetzte Antennen erreicht.
Basisstation	GSM-Mobilfunksendestation eines Netzbetreibers
BCCH	Broadcast Control Channel, wird immer mit konstanter maximaler Leistung von der Basisstation ausgestrahlt. Das Handy beurteilt anhand dieses Kanals, wie gut der Empfang zu der Basisstation ist
BImSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
BNetzA	Bundesnetzagentur, zuständig für die Ausstellung von Standortbescheinigungen
BOS	Funknetz der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, d. h. Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste
D1	Abkürzung für den Netzbetreiber der Firma Telekom
D2	Abkürzung für den Netzbetreiber Vodafone D2 GmbH
DECT	Digitaler Übertragungsstandard bei schnurlosen Telefonen. DECT-Telefone können im Freien eine Reichweite bis zu 300 m haben. Sie senden im Frequenzbereich von 1880 MHz bis 1900 MHz. Abkürzung für <u>D</u> igital <u>E</u> nhanced <u>C</u> ordless <u>T</u> elecommunication.
Dezibel- Mikrovolt pro Meter (dBµV/m)	in der Hochfrequenztechnik gebräuchliche Maßeinheit für die elektrische Feldstärke auf der Basis von Mikrovolt (entsprechend 1 Millionstel Volt). Dezibel ist eine logarithmische Einheit: Ein Sprung von 6 Dezibel entspricht hier einer Verdopplung der Intensität. Ein Sender dessen Immissionsfeldstärke mit 120 dBµV/m (entsprechend 1 V/m) gemessen wurde ist daher am Immissionsort doppelt so starke, wie ein Sender mit der Feldstärke von 114 dBµV/m (entsprechend 0,5 V/m).
D-Netz	auch GSM 900-Netz genannt. Der Frequenzbereich im Downlink für das D-Netz liegt in Deutschland zwischen 925 MHz bis 960 MHz. Im D-Netz senden die Mobilfunknetzbetreiber T-Mobile und Vodafone.
Downlink	Abstrahlung einer Basisstation bei einer Funkverbindung im Gegensatz zu "Uplink"
E	Formelzeichen für elektrische Feldstärke
E1	Abkürzung für den Netzbetreiber E-Plus Mobilfunk GmbH
E2	Abkürzung für den Netzbetreiber Firma Telefónica Germany GmbH & Co. OHG
EIRP	<u>E</u> quivalent <u>I</u> sotropic <u>R</u> adiation <u>P</u> ower – die effektiv über die Antenne abgegebene Sendeleistung in Hauptstrahlrichtung. Diese setzt sich zusammen aus der vom Sender abgegebenen Sendeleistung abzüglich der Verluste in der Kabelleitung vom Sender zur Antenne, multipliziert mit dem Verstärkungsfaktor der Antenne der aufgrund der Richtwirkung von Sektorantennen gegenüber isotropen Antennen ergibt.
EMF	Abkz. für <u>E</u> lektromagnetische <u>F</u> elder
E-Netz	auch GSM 1800-Netz genannt. Der Frequenzbereich im Downlink für das E-Netz liegt in Deutschland zwischen 1805 MHz bis 1880 MHz. Im E-Netz senden hauptsächlich die Mobilfunknetzbetreiber E-Plus und O2, jedoch haben auch T-Mobile und Vodafone hier einen Frequenzbereich zur Verfügung.
Frequenz	Schwingungszahl von Wellen je Sekunde, gemessen in Herz
Gigahertz (GHz)	Technische Einheit für 1 Milliarde Schwingung pro Sekunde
GSM	Abkürzung für <u>G</u> lobal <u>S</u> ystem of <u>M</u> obile <u>C</u> ommunication; Mobilfunksystem der zweiten Generation (2G); Bezeichnung für den im D-Netz, E-Netz und GSM Rail gebräuchlichen digitalen Übertragungsstandard.
GSM Rail	Mobilfunknetz der Deutschen Bahn basierend auf dem GSM-Standard. Die Sendefrequenzen liegen im Bereich 920 MHz bis 925 MHz.
Hertz (Hz)	Technische Einheit für 1 Schwingung pro Sekunde

HSDPA	<u>H</u> igh <u>S</u> peed <u>D</u> ownlink <u>P</u> acket <u>A</u> ccess stellt eine Weiterentwicklung der UMTS-Technik hin zu höherer Datengeschwindigkeit dar. Datengeschwindigkeiten bis 7 MBit/s sind hiermit möglich.
HSK	Hauptsendekeule; Hauptabstrahlrichtung einer Antenne
LOS	Line of Sight; es besteht Sichtverbindung zu einer Antenne
LTE	<u>L</u> ong <u>T</u> erm <u>E</u> volution; Mobilfunksystem der vierten Generation (4G) und zukünftiger UMTS-Nachfolger. LTE soll deutlich höhere Datenübertragungsgeschwindigkeiten mit bis zu 300 Megabit pro Sekunde erreichen. LTE wird abhängig vom Netzbetreiber in den Frequenzbändern 800 MHz, 1800 MHz und 2600 MHz ausgestrahlt.
Megahertz (MHz)	Technische Einheit für 1 Million Schwingung pro Sekunde
MCPA	Multi Carrier Power Amplifier: Bei dieser Technik kann die Sendeleistung bedarfsabhängig dynamisch auf die einzelnen Sendekanäle verteilt werden.
NLOS	Non Line of Sight; es besteht keine Sichtverbindung zu einer Antenne
Node B	Bezeichnung für eine Basisstation im UMTS-Netz
nöF	nichtöffentlicher Festfunk
nömL	nichtöffentlicher mobiler Landfunk
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access - Übertragungsverfahren für LTE
RegTP	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (heute BNetzA)
Repeater	Verstärkt die Mobilfunkstrahlung; wird z. B. in Gebäuden eingesetzt, in denen schlechter Empfang besteht, oder in hügeligen Gelände um abgeschattete Gebiete besser zu versorgen.
Rx	Receiving Channels; Abkürzung für Empfangskanäle; Im Gegensatz zu Tx
Sendeleistung	Die von einer Sendeantenne abgestrahlte Leistung
StOB	Standortbescheinigung
TCH	<u>T</u> raffic <u>C</u> hannel, Verkehrskanal. Die Ausstrahlung der Verkehrskanäle ist abhängig vom Gesprächsaufkommen und der Verbindungsqualität. Bei wenigen Gesprächen wird nur der BCCH-Kanal ausgestrahlt. Bei steigendem Gesprächsaufkommen werden sukzessive ein oder mehrere TCH-Kanäle hinzu geschaltet. Diese sind leistungsgeregelt, d. h. besteht eine gute Verbindung zum Handy kann die abgestrahlte Leistung reduziert werden. Maximal 8 Gespräche können über einen TCH-Kanal gleichzeitig geführt werden.
Tx	Transmitting Channels; Abkürzung für Sendekanäle; Überbegriff für BCCH und TCH-Kanäle, Im Gegensatz zu Rx
UHS	<u>U</u> ltra <u>H</u> igh <u>S</u> ite, von der Fa. E-Plus patentiertes Verfahren, zur ergänzenden, flächendeckenden UMTS-Versorgung von Ballungsräumen von Standorten mit einer Höhe größer 100 m
UKW	<u>U</u> ltrakurzwelle
UMTS	<u>U</u> niversal <u>M</u> obile <u>T</u> elecommunication <u>S</u> ystem; Mobilfunksystem der dritten Generation (3G) mit deutlich höherer Datenübertragungskapazität und anderem Übertragungsstandard. Datengeschwindigkeiten bis 2 MBit/s sind hiermit möglich.
Uplink	Abstrahlung eines Handys bei einer Funkverbindung im Gegensatz zu "Downlink"
Volt pro Meter (V/m)	Technische Maßeinheit für die elektrische Feldstärke. Diese ist ein Maß für den Spannungsabfall zwischen zwei Punkten. Die Feldstärke von 1 V/m entspricht daher einer Spannungsverminderung von 1 Volt in 1 m Abstand. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV angegeben.
Watt (W)	Technische Einheit für die Sendeleistung
Watt pro Quadratmeter (W/m²)	Technische Einheit für die Leistungsflussdichte, auch in den Einheiten mW/m² = 1/1.000 W/m² und µW/m² = 1/1.000.000 W/m² gebräuchlich
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access, Übertragungsverfahren für UMTS