

EMF-Messprojekt Berlin

Darstellung der wesentlichen Untersuchungsergebnisse



Projektleitung: EM-Institut GmbH
Carlstr. 5
D-93049 Regensburg

Projektpartner: IMST GmbH
Carl-Friedrich Gauß-Str. 2
D-47475 Kamp-Lintfort

Autoren: Prof. Dr.-Ing. Matthias Wuschek
Dr.-Ing. Christian Bornkessel

Projektnummer: 03/095

Revision: 01

Ort und Datum: Berlin, August 2004

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitende Zusammenfassung	3
2 Messergebnisse Mobilfunk (Kurzfassung)	7
2.1 Messort 01	8
2.2 Messort 02	10
2.3 Messort 03	12
2.4 Messort 04	14
2.5 Messort 05	17
2.6 Messort 06	19
2.7 Messort 07	22
2.8 Messort 08	24
2.9 Messort 09	27
2.10 Messort 10	29
2.11 Messort 11	32
2.12 Messort 12	36
2.13 Messort 13	40
2.14 Messort 14	42
2.15 Messort 15	44
2.16 Messort 16	46
2.17 Messort 17	49
2.18 Messort 18	52
2.19 Messort 19	55
2.20 Messort 20	57
2.21 Messort 21	60
2.22 Messort 22	63
2.23 Messort 23	66
2.24 Messort 24	69
2.25 Messort 25	72
3 Kurzportraits der Auftragnehmer	74

1. Einleitende Zusammenfassung

Unter dem Namen "EMF-Messprojekt Berlin" wurde im Frühjahr 2004 eine umfangreiche Messkampagne in der Umgebung von GSM- und UMTS-Mobilfunksendeanlagen im Stadtgebiet von Berlin durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Projektes sollen die Senatsverwaltung von Berlin sowie die Bezirksumweltämter unterstützen, wenn es um die Beantwortung häufig gestellter Fragen bezüglich der Größenordnung und der räumlichen Verteilung von Immissionen verursacht durch Mobilfunksender geht.

Aufgabenstellung der Untersuchungen war, die Größe der Immissionen an Punkten in unmittelbarer Umgebung von Mobilfunksendeanlagen eingehend zu analysieren. Es stand dabei nicht im Vordergrund, die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte an den Messorten in der Umgebung zu überprüfen. Dies wird bereits durch die Ermittlungen der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) im Rahmen des Standortbescheinigungsverfahrens ausreichend konservativ durchgeführt.

Zusätzlich zu den Mobilfunkimmissionen wurden an den Messpunkten auch die Immissionen ermittelt, die dort durch Rundfunk und das neue digitale Fernsehen (DVB-T) entstehen sowie durch DECT-Schnurlostelefonssysteme verursacht werden.

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung legte mit den Bezirken von Berlin für die Untersuchungen insgesamt 25 Messorte fest. An diesen wurden Immissionsmessungen an insgesamt 55 Punkten durchgeführt. 60 Prozent der Messpunkte befanden sich innerhalb von Gebäuden.

Langzeitmessungen über einen Zeitraum von bis zu sieben Tagen an insgesamt sieben Messpunkten lieferten zusätzlich ein Bild über die zeitliche Variabilität der Immissionen, verursacht durch die betrachteten Funksendeanlagen.

Zusammenfassend lässt sich folgendes feststellen:

Immissionen durch Mobilfunk (Summe aus GSM und UMTS)

Es wurden an den 55 Messpunkten Immissionswerte gemessen, die im Durchschnitt etwa 4,8 Prozent vom Grenzwert betragen (bezogen auf die elektrische Feldstärke, bei Maximalausbau und höchster betrieblicher Anlagenauslastung der verursachenden Stationen). Dieser Wert von 4,8 Prozent darf keinesfalls als repräsentativ für das Stadtgebiet von Berlin gesehen werden. Die Messpunkte lagen meist in unmittelbarer Umgebung von Mobilfunkantennen. Deshalb wurden dort in der Regel auch überdurchschnittlich hohe Immissionswerte ermittelt. Im Mittel wird in Berlin eine deutlich geringere Immission durch Mobilfunk auftreten.

Nur an drei von 55 Messpunkten konnten Immissionen größer als zehn Prozent vom Grenzwert gefunden werden. Der absolut größte Wert der Messkampagne betrug 15,6 Prozent.

Vergleich der Immissionen von GSM und UMTS

Immissionen verursacht durch GSM- bzw. UMTS-Sender halten sich derzeit an den Messpunkten in etwa die Waage. Eine endgültige Aussage über die Immissionsaufteilung ist allerdings im Moment nicht möglich, da die UMTS-Netze in Berlin noch nicht vollständig aufgebaut sind.

Einflussfaktoren für die Größe der Immissionen am Messpunkt

In dem hier untersuchten Entfernungsbereich zwischen Mobilfunksendeanlage und Messpunkt (maximal bis etwa 150 Meter) liefert die alleinige Betrachtung des horizontalen Abstandes zwischen beiden kein geeignetes Kriterium zur Beurteilung der Größe der entstehenden Immissionen. Dagegen kann der Vertikalwinkel, unter dem der Messpunkt von der Antenne der Anlage aus gesehen erscheint, zusammen mit dem Horizontalabstand, eher als Bewertungsgröße für die entstehenden Immissionen herangezogen werden. Im Mittel ergeben sich bei Orten, die bezüglich der Antenne unter einem flachen Winkel erscheinen (das heißt, sie befinden sich nahezu auf gleicher Höhe wie die Mobilfunkantennen), größere Immissionen als an Orten in vergleichbarer Entfernung, jedoch mit großem Vertikalwinkel bezüglich der Antennen.

Auch die Anzahl der in der Umgebung installierten Anlagen wird bei den Anwohnern oft für die Bewertung der Größe der Immissionen herangezogen. Die gängige Meinung lautet, dass bei einer großen Anzahl von Antennen die Immissionen in der Umgebung auch besonders hoch sein müssen. Durch die Messergebnisse konnte dieser Zusammenhang nicht belegt werden. Als Beurteilungsmaß für die Größe der Immission ist die Anzahl der in der Umgebung installierten Anlagen offensichtlich kaum geeignet.

Schwankungsbreite der Immissionen an einem Messpunkt

Mobilfunkanlagen geben auch Signale in die Umgebung ab, wenn sie gerade keinen Telefon- bzw. Datenverkehr abwickeln. Festgestellt wurde, dass sich die Feldstärkeimmission (gegenüber dem Minimalwert bei fehlendem Verkehr) unter Volllast und aktuellem Ausbauzustand der Standorte im Mittel etwa verdoppelt (d.h. die maximale Schwankungsbreite beträgt derzeit etwa 6 dB).

Im Vergleich zum aktuellen Ausbauzustand führen die derzeit noch nicht realisierten, aber bereits von der RegTP genehmigten Kapazitätserweiterungen zu einer Immissionszunahme von durchschnittlich etwa 3 dB. Anders ausgedrückt: Die Mobilfunkanlagen werden derzeit im Mittel mit etwa 50 Prozent der von der RegTP genehmigten Leistung betrieben.

Vergleich mit Immissionsberechnungen

Bei 53 von 55 Punkten liefert eine an das Verfahren der RegTP angelehnte rechnerische Immissionsprognose größere Feldstärkewerte, als messtechnisch festgestellt wurde. Im Mittel wurde nur 46 Prozent vom Prognosewert vor Ort durch Messung ermittelt, was bedeutet, dass die Berechnungen die Immissionen durchschnittlich um etwa 6,7 dB überbewerten.

An zwei Punkten wurden etwas größere Immissionswerte ermittelt, als die Berechnung liefert. Die Unterschätzung der Immissionen an diesen beiden Punkten ist allerdings als gering zu bezeichnen. Im Mittel wurde dort um 1,8 dB mehr durch Messung festgestellt, als die Berechnung prognostizierte.

An vier Messpunkten in Gebäuden, auf deren Dächern Mobilfunkantennen installiert sind, ergab sich mit einem mittleren Unterschiedsfaktor (durch Messung ermittelt / Berechnung) von 0,06 (d.h. 6 %) eine besonders große Differenz zwischen Messung und Berechnung (entspricht etwa 24 dB). Da das angewendete Rechenverfahren nur für Immissionsabschätzungen im nahen Umfeld der Sendeantennen ausgelegt ist und auch keine Gebäudedämpfung berücksichtigt, wurden bei derartigen Situationen die zu erwartenden Immissionen also deutlich überschätzt.

Insgesamt gesehen erscheint das im Rahmen dieses Projektes angewendete Rechenverfahren offensichtlich als ein gut geeignetes Mittel für eine ausreichend konservative Immissionsprognose. Es kann jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden, dass nachträgliche Messungen in seltenen Einzelfällen etwas höhere Immissionswerte ergeben als im Vorfeld rechnerisch prognostiziert. Im Durchschnitt betrachtet, liefern die rechnerischen Prognosen jedoch insbesondere bei fehlender Sichtverbindung eine nicht unerhebliche Überschätzung der Immission.

Immissionen, verursacht durch sonstige Funksendeanlagen

Die mittlere Immission, verursacht durch sonstige Funksendeanlagen, ist an den untersuchten Punkten (46 der 55 Messpunkte) mit einem Wert von zirka 1,2 Prozent vom Grenzwert (bezogen auf die elektrische Feldstärke) etwa um den Faktor 4,3 (d.h. ca. 12,7 dB) niedriger, als die an diesen Punkten gefundene mittlere Immission durch Mobilfunk bei Maximalausbau (zirka 5,1 Prozent).

Nur an zwei Messpunkten dominierten die Immissionen, verursacht durch sonstige Funksendeanlagen gegenüber den Feldern des Mobilfunks.

Die Dominanz des Mobilfunks gegenüber den sonstigen Funksendeanlagen darf allerdings keinesfalls als repräsentativ für das Stadtgebiet von Berlin gesehen werden. Man bedenke, dass die Messpunkte bewusst in besondere Nähe zu Mobilfunksendeanlagen gelegt wurden, und daher grundsätzlich überproportionale Immissionen durch Mobilfunksender zu erwarten waren, während gleichzeitig kein besonderes Augenmerk auf eine besondere Nähe zu sonstigen Funksendeanlagen gelegt wurde.

Immissionen, verursacht durch DECT-Telefonsysteme spielten bei dieser Messkampagne eine untergeordnete Rolle. Auch hier muss allerdings berücksichtigt werden, dass kein spezielles Augenmerk auf eine besondere Nähe zu DECT-Anlagen gelegt wurde.

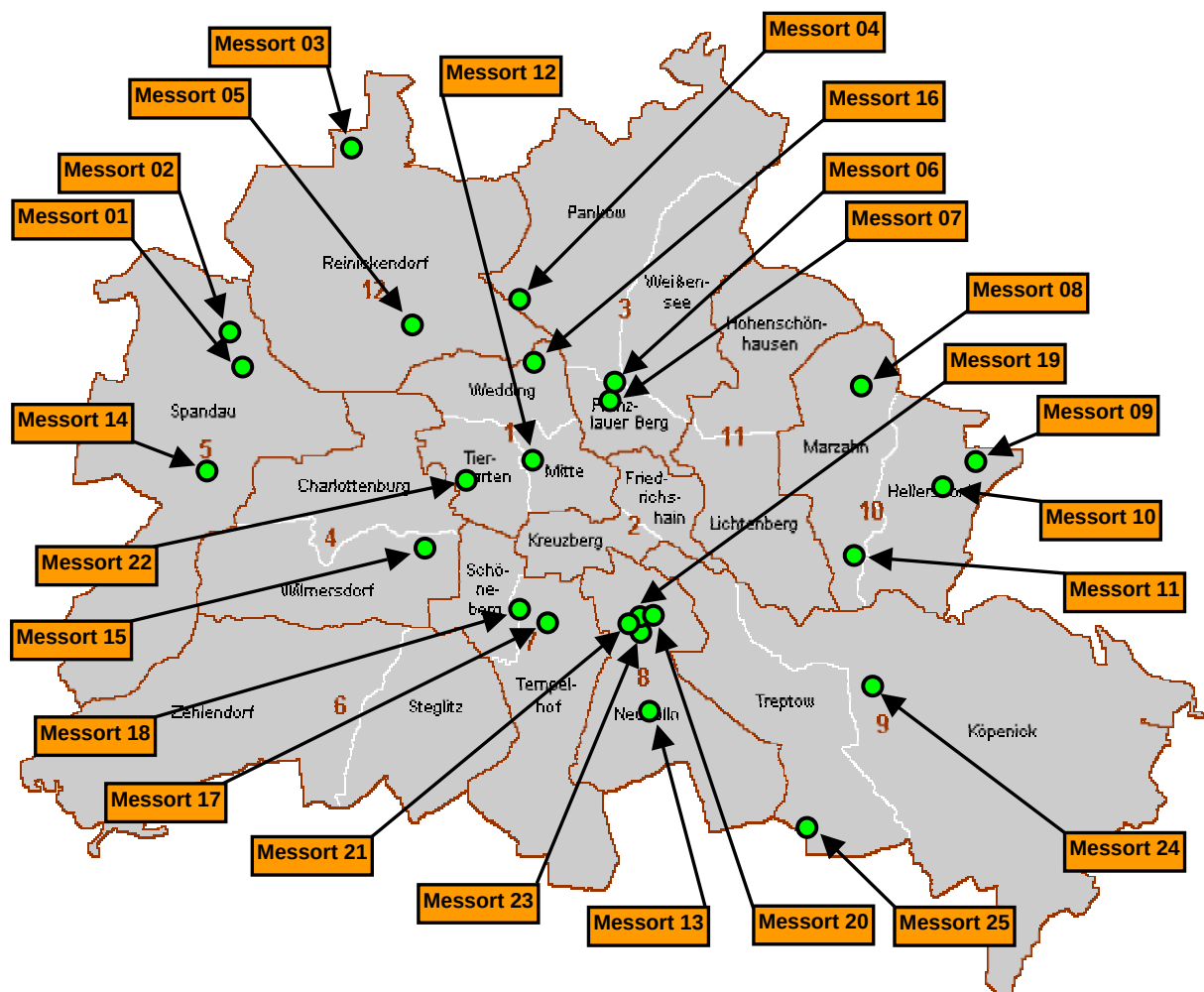
Weitere Maßnahmen

Da der UMTS-Ausbau an einigen relevanten Anlagenstandorten zum Zeitpunkt der Messungen noch nicht abgeschlossen war (manche Betreiber hatten ihre UMTS-Anlagen dort noch nicht in Betrieb genommen), ist durchaus anzuraten, an einigen Messpunkten die Immissionserhebungen in etwa 2 Jahren zu wiederholen und eventuell noch weitere Orte in die Untersuchungen einzubeziehen, um die Entwicklung des Ist-Zustandes der Feldstärkewerte zu beobachten.

2. Messergebnisse Mobilfunk (Kurzfassung)

Bezirk	Zahl der Messorte
Spandau	3
Reinickendorf	2
Pankow	3
Marzahn-Hellersdorf	4
Treptow-Köpenick	2
Mitte	3
Neukölln	5
Charlottenburg-Wilmersdorf	1
Tempelhof-Schöneberg	2

Verteilung auf die Bezirke von Berlin



Räumliche Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Berlin

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 59/64 m
Horizontalwinkel: 74°/95°
Vertikalwinkel: -5°

Hor. Entfernung zum Sender: 82 m
Horizontalwinkel: 251°
Vertikalwinkel: -12°

Anlagenstandort 01_2 befindet sich auf dem Dach des Gebäudes, in dem die Messungen durchgeführt wurden und ist daher nicht sichtbar.

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
01a	2,49 %	6,65 %	8,89 %	15,13 %
01b	0,97 %	1,91 %	2,97 %	6,88 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 57 bzw. 37 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 01 graphisch dar:

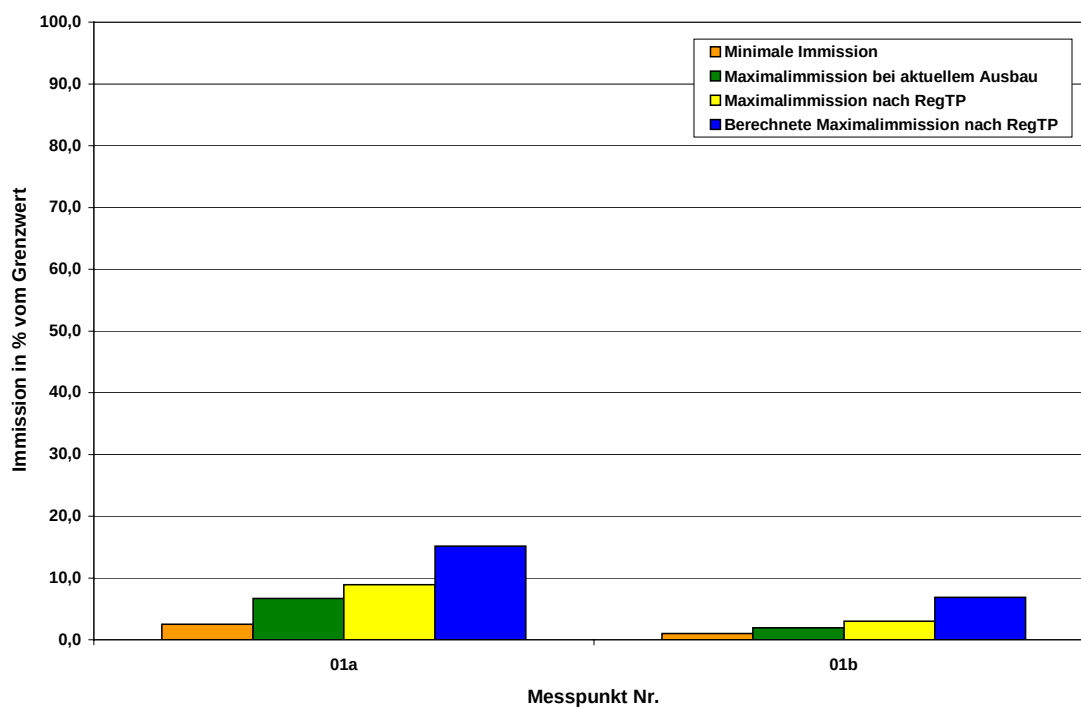


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 01

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

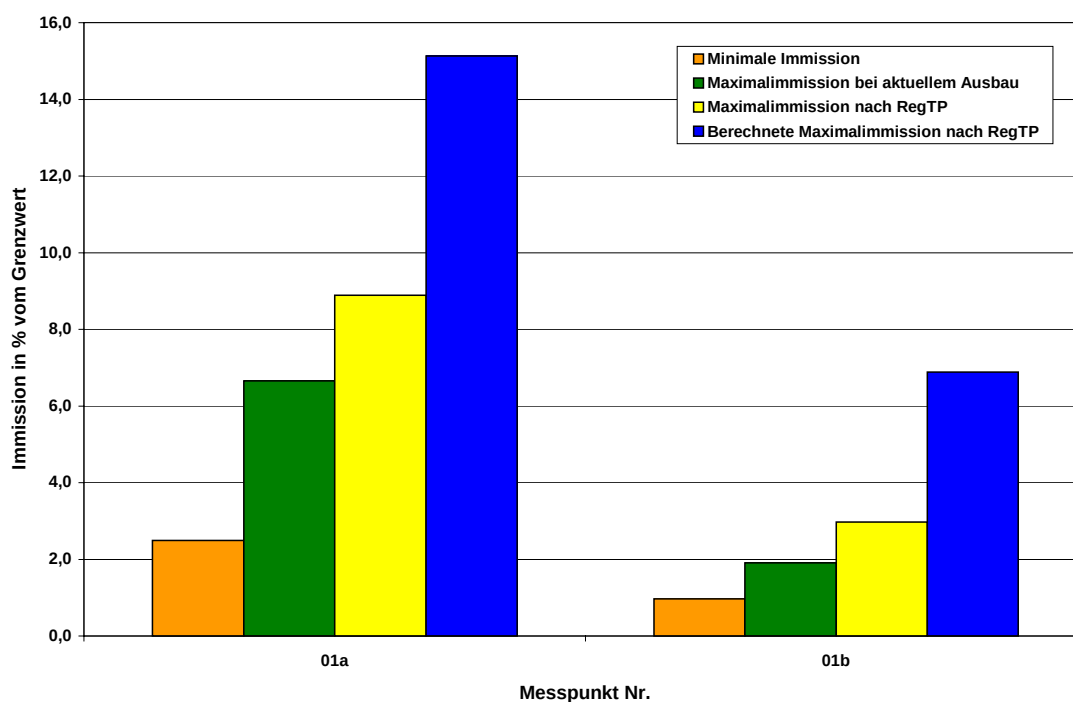


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte

Der Eigentümer hat einer Veröffentlichung der Photos der Messorte nicht zugestimmt.

Messpunkt 02a:

Hor. Entfernung zum Sender: 35 m
Horizontalwinkel: 165°
Vertikalwinkel: -12°

Hor. Entfernung zum Sender: 218 m
Horizontalwinkel: 320°
Vertikalwinkel: -3°

Messpunkt 02b:

Hor. Entfernung zum Sender: 34 m
Horizontalwinkel: 148°
Vertikalwinkel: Messung nicht möglich

Hor. Entfernung zum Sender: 215 m
Horizontalwinkel: 322°
Vertikalwinkel: Messung nicht möglich

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
02a	1,25 %	2,27 %	4,40 %	6,88 %
02b	0,72 %	1,35 %	2,77 %	6,88 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 64 bzw. 40 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 02 graphisch dar:

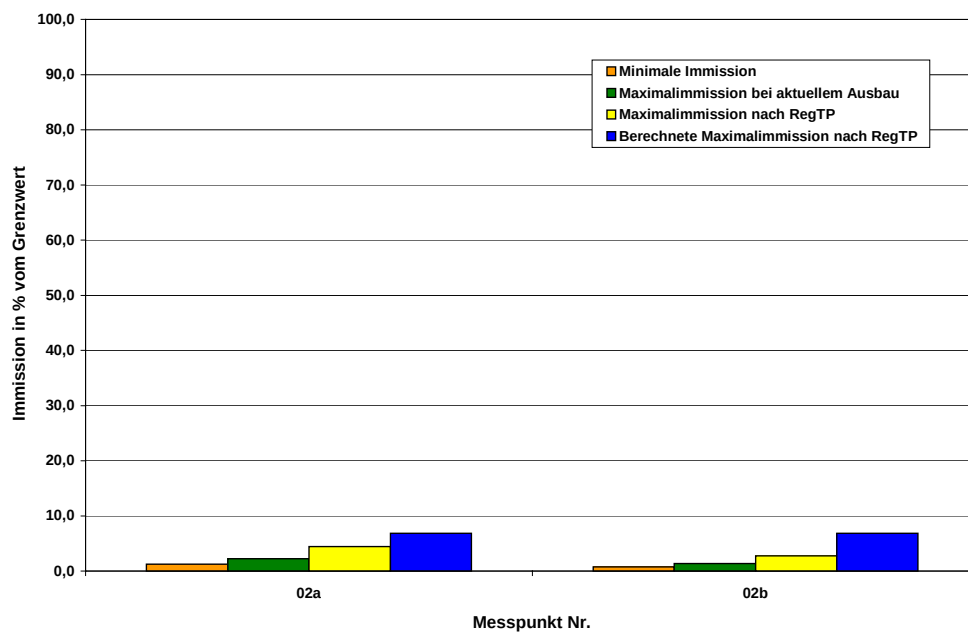


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 02

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

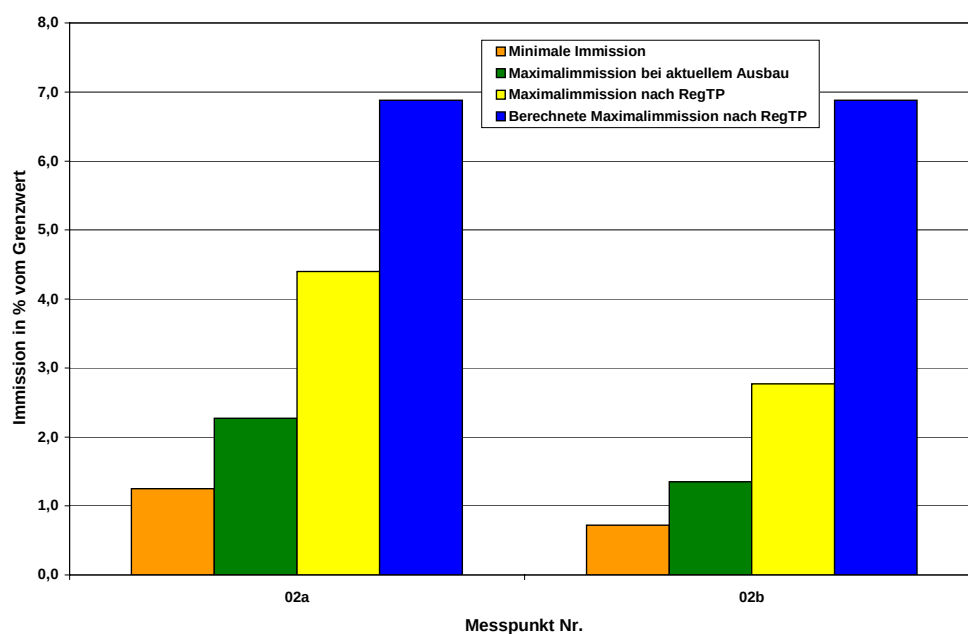
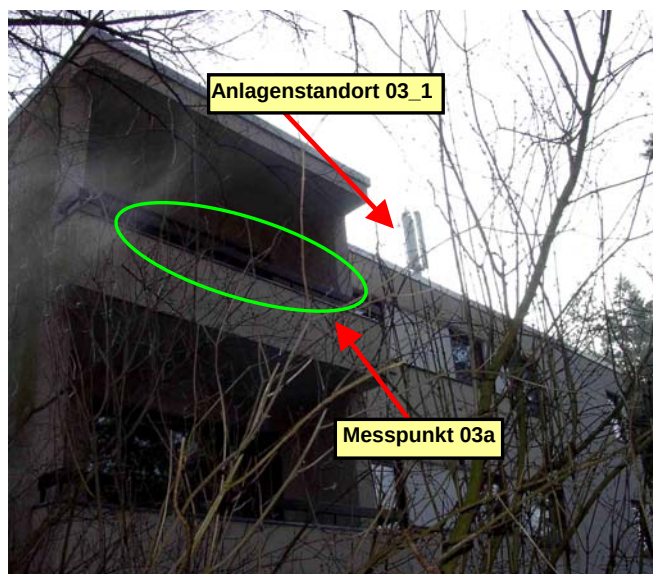


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Der Vermieter hat einer Veröffentlichung des Photos vom Anlagenstandort nicht zugestimmt

Anlagenstandort 03_2

Hor. Entfernung zum Sender: 13 m
Horizontalwinkel: 327°
Vertikalwinkel: -25°

Hor. Entfernung zum Sender: 96 m
Horizontalwinkel: 265°
Vertikalwinkel: Messung nicht möglich

Von Messpunkt 03b aus besteht keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 03_1, daher kein Photo.

Von Messpunkt 03b aus besteht keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 03_2, daher kein Photo.

Hor. Entfernung zum Sender: 11 m
Horizontalwinkel: 324°
Vertikalwinkel: Messung nicht möglich

Hor. Entfernung zum Sender: 96 m
Horizontalwinkel: 262°
Vertikalwinkel: Messung nicht möglich

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
03a	1,47 %	2,39 %	3,38 %	29,76 %
03b	0,63 %	1,28 %	1,80 %	20,09 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 11 bzw. 9 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 03 graphisch dar:

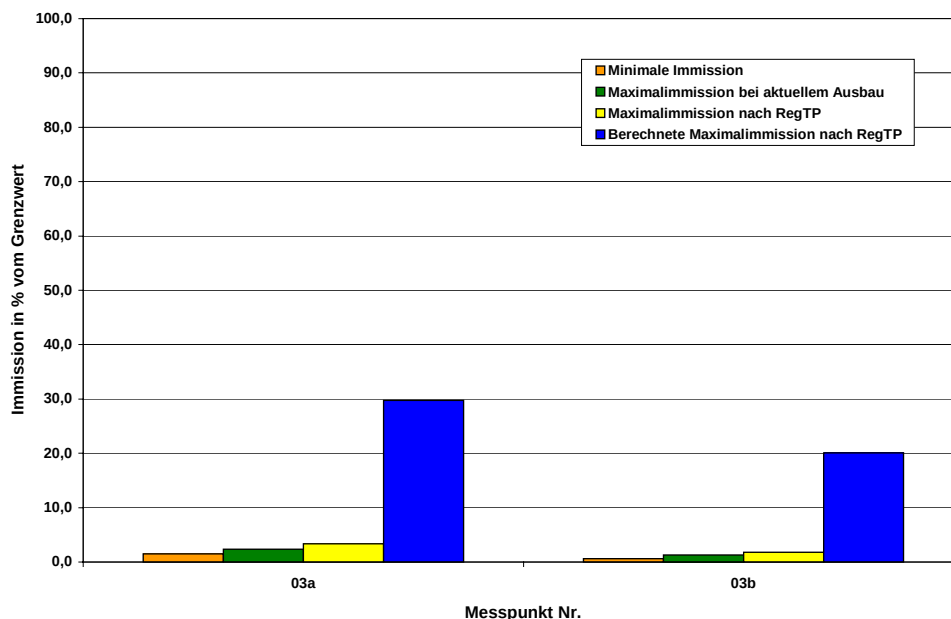


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 03

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

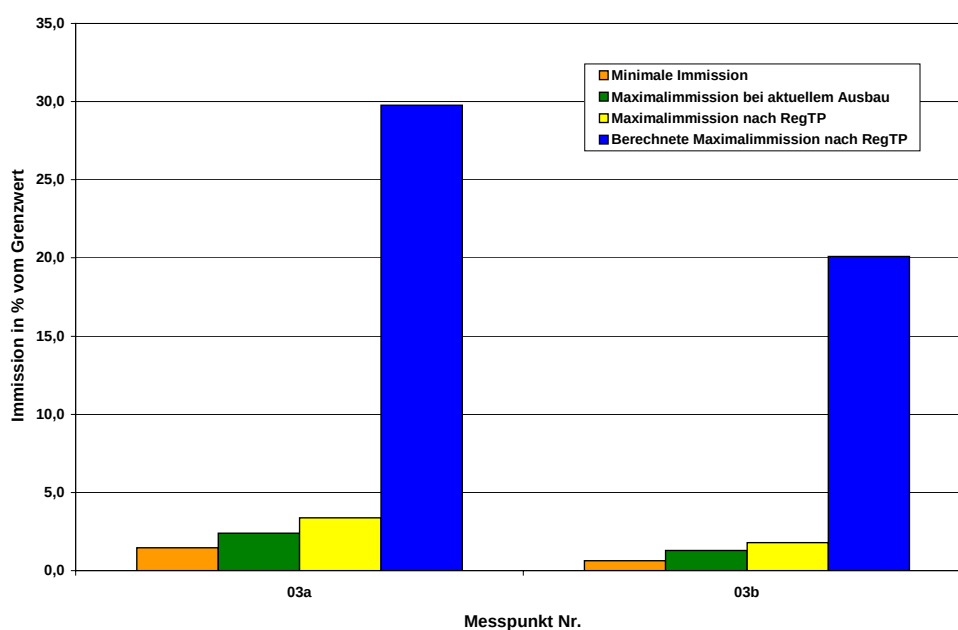
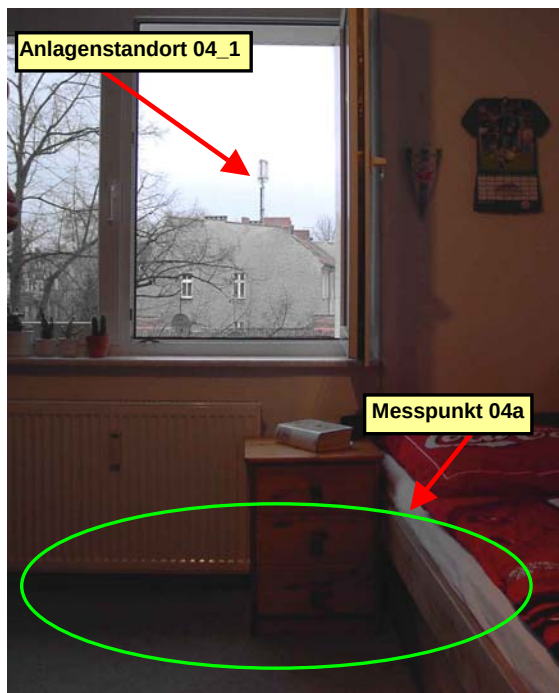


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

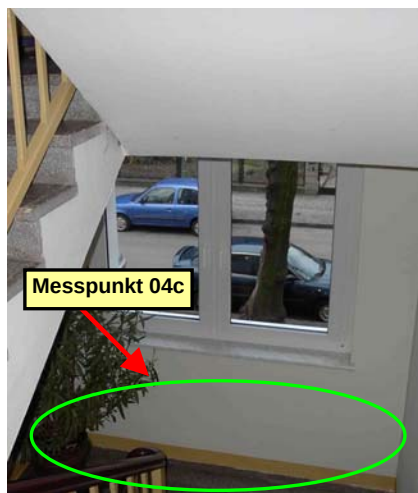
1. Lage der Messpunkte



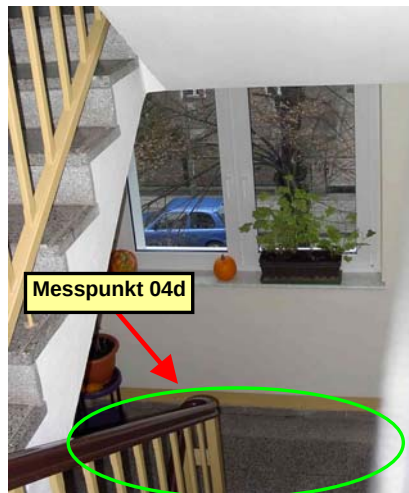
Hor. Entfernung zum Sender: 70 m
Horizontalwinkel: 178°
Vertikalwinkel: -6°



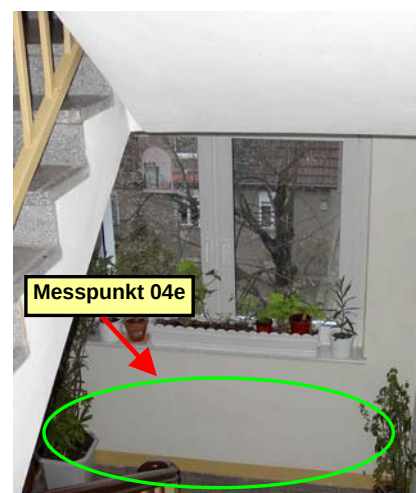
Hor. Entfernung zum Sender: 68 m
Horizontalwinkel: 175°
Vertikalwinkel: -14°



Hor. Entfernung zum Sender: 68 m
Horizontalwinkel: 175°
Vertikalwinkel: -12°



Hor. Entfernung zum Sender: 68 m
Horizontalwinkel: 175°
Vertikalwinkel: -10°



Hor. Entfernung zum Sender: 68 m
Horizontalwinkel: 175°
Vertikalwinkel: -8°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
04a	1,48 %	1,79 %	3,84 %	9,03 %
04b	0,48 %	0,80 %	1,86 %	2,96 %
04c	0,51 %	0,88 %	2,03 %	3,12 %
04d	0,59 %	1,21 %	2,87 %	2,92 %
04e	0,48 %	0,72 %	1,62 %	3,17 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen an den vier betrachteten Punkten etwa 43 bis 98 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 04 graphisch dar:

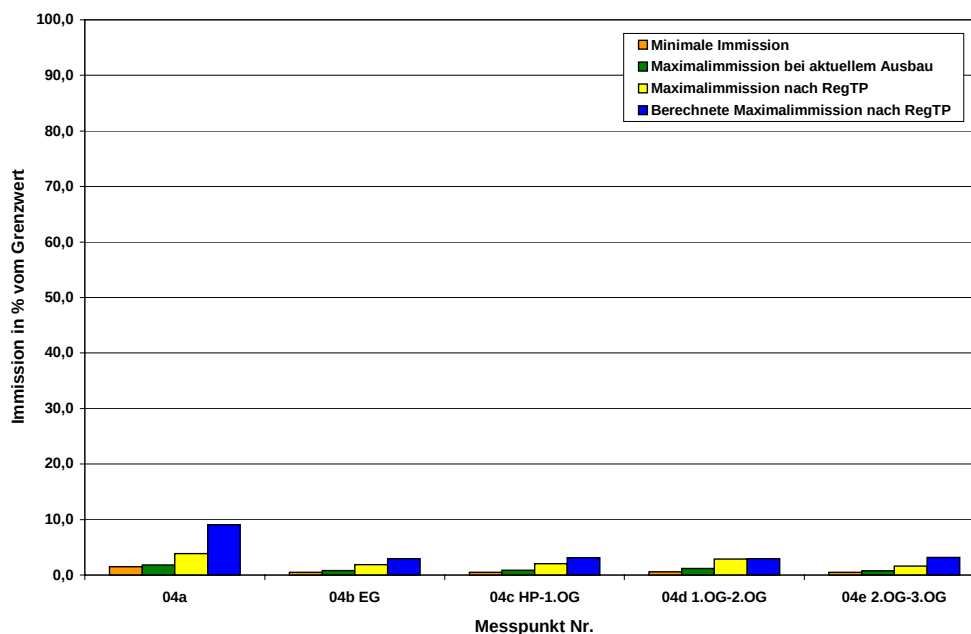


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 04

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

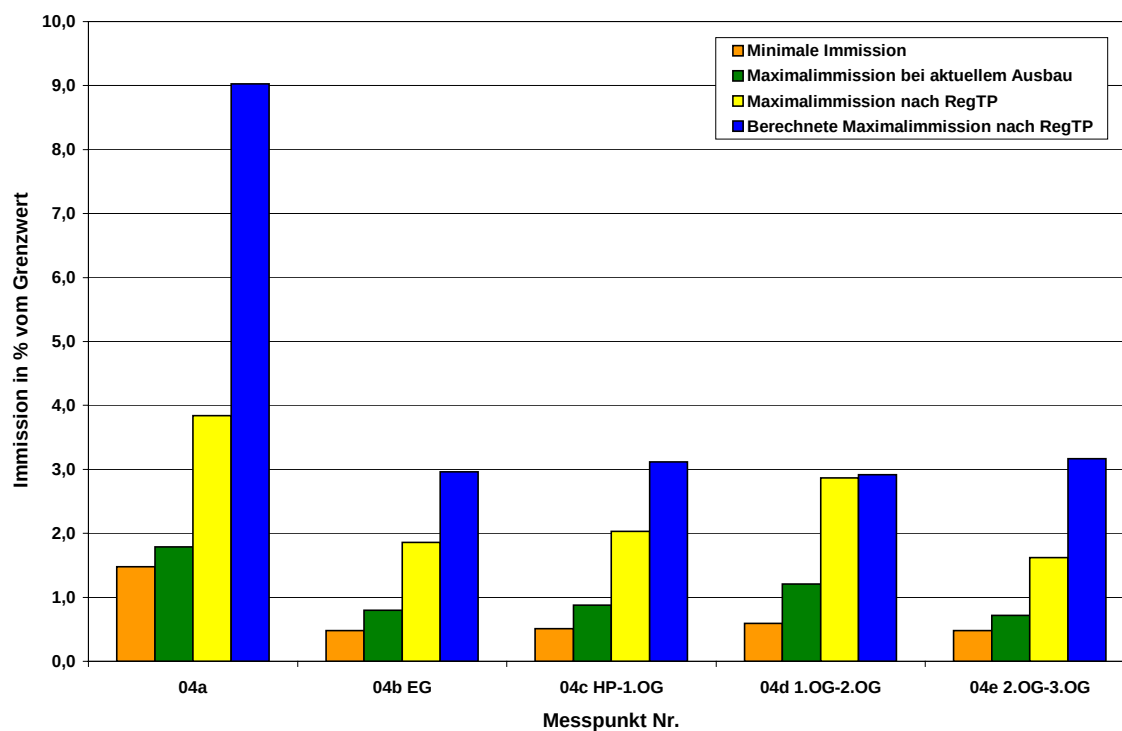
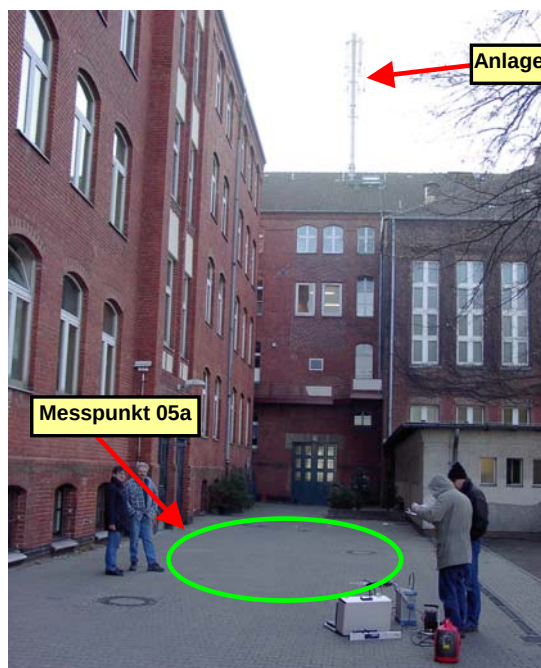
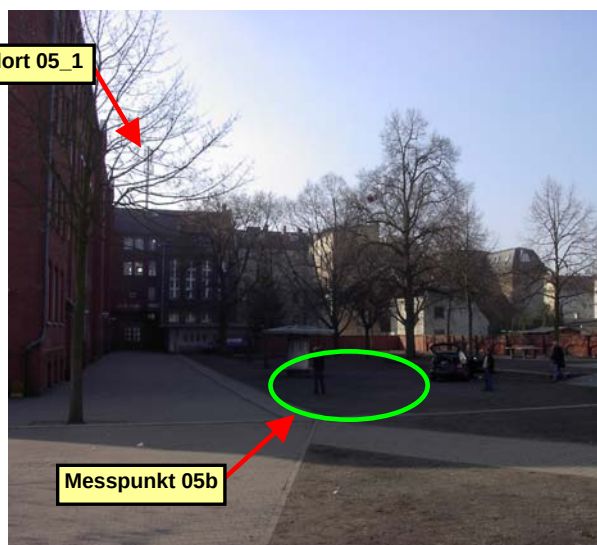


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 44 m
Horizontalwinkel: 8°
Vertikalwinkel: -30°



Hor. Entfernung zum Sender: 89 m
Horizontalwinkel: 11°
Vertikalwinkel: -16°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
05a	1,13 %	2,72 %	3,61 %	3,62 %
05b	0,72 %	1,74 %	2,33 %	1,77 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 100 bzw. 132 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau). Dieser Umstand (Messwert beträgt am Punkt 5b 132 % der Prognose) ist nicht plausibel, jedoch unerheblich für den Immissionsschutz. Um diesen Effekt näher zu klären wäre eine Nachmessung erforderlich.

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 05 graphisch dar:

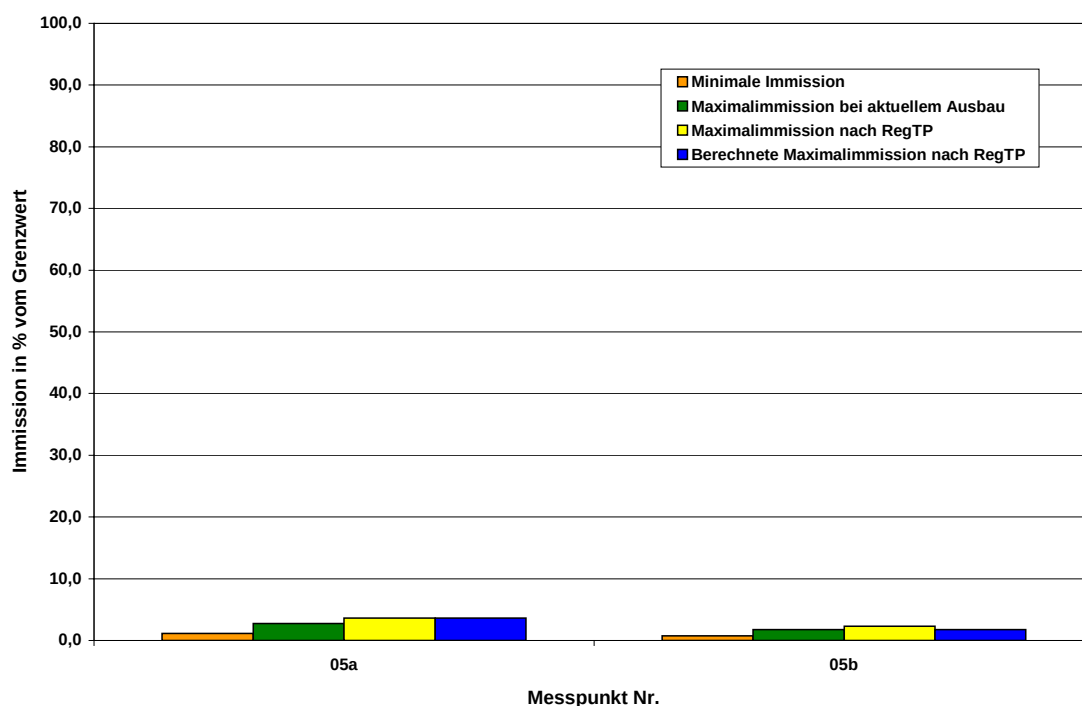


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 05

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

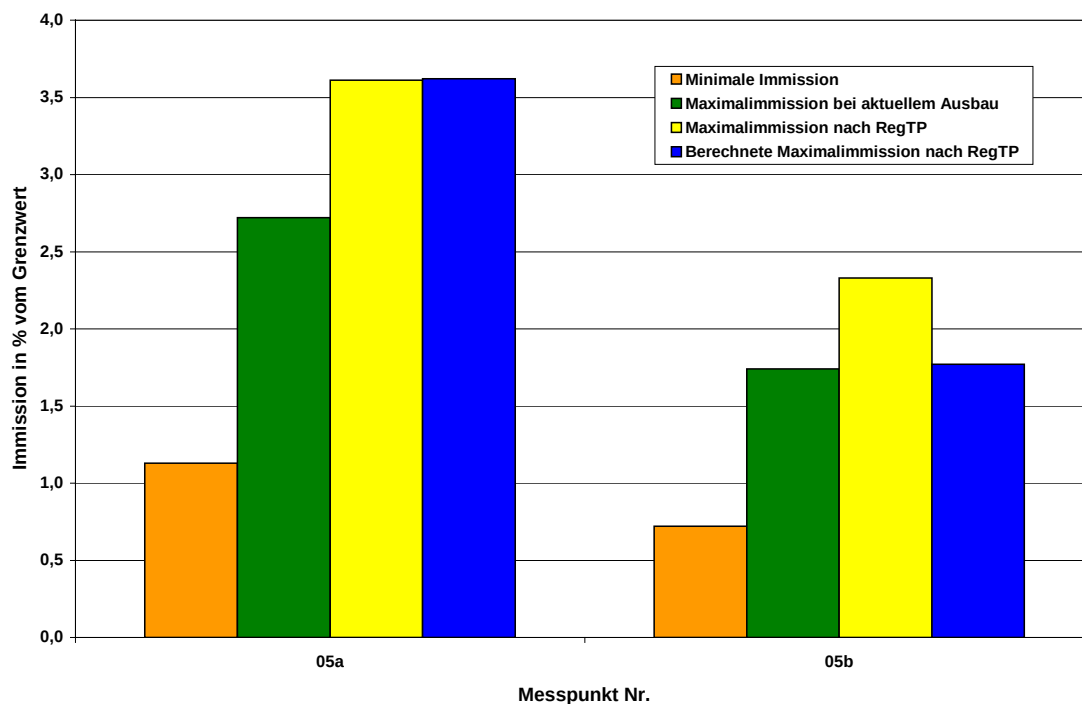


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 107 m
Horizontalwinkel: 220°
Vertikalwinkel: -14°

Der Vermieter hat einer Veröffentlichung des Photos vom Anlagenstandort nicht zugestimmt

Anlagenstandort 06_2

Hor. Entfernung zum Sender: 53 m
Horizontalwinkel: 50°
Vertikalwinkel: -28°



Hor. Entfernung zum Sender: 126 m
Horizontalwinkel: 239°
Vertikalwinkel: -10°

Der Vermieter hat einer Veröffentlichung des Photos vom Anlagenstandort nicht zugestimmt

Anlagenstandort 06_2

Hor. Entfernung zum Sender: 60 m
Horizontalwinkel: 352°
Vertikalwinkel: -23°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
06a	1,52 %	2,67 %	3,10 %	4,95 %
06b	0,79 %	1,39 %	1,64 %	5,82 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 63 bzw. 28 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 06 graphisch dar:

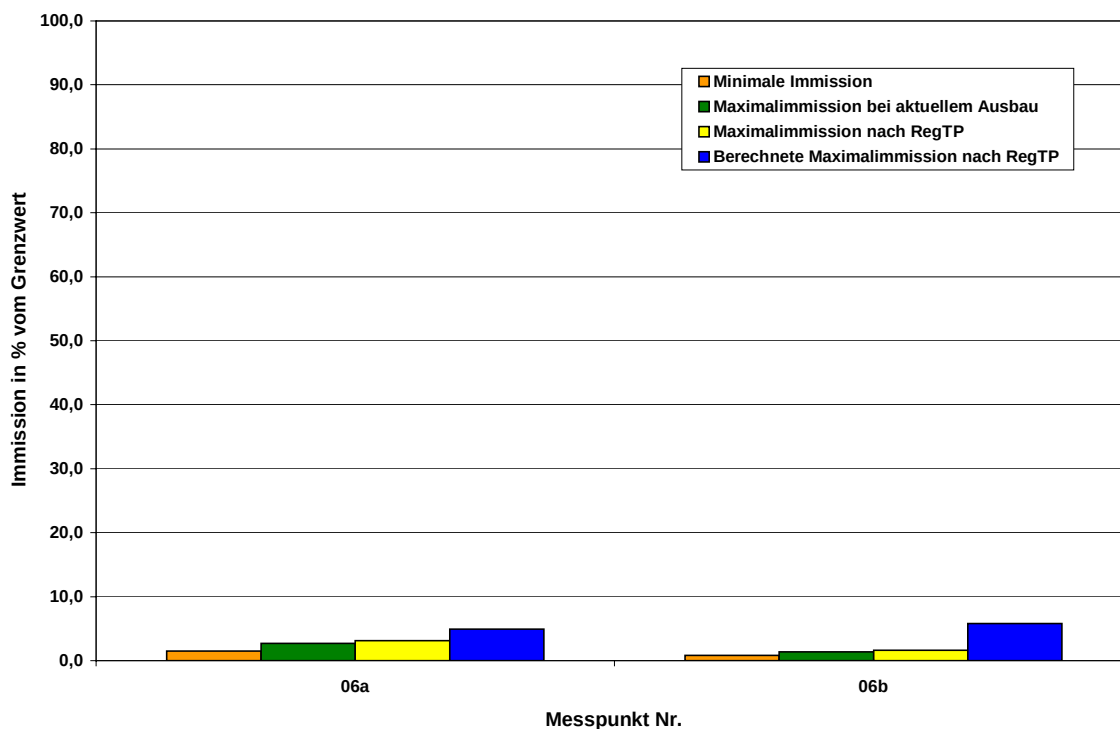


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 06

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

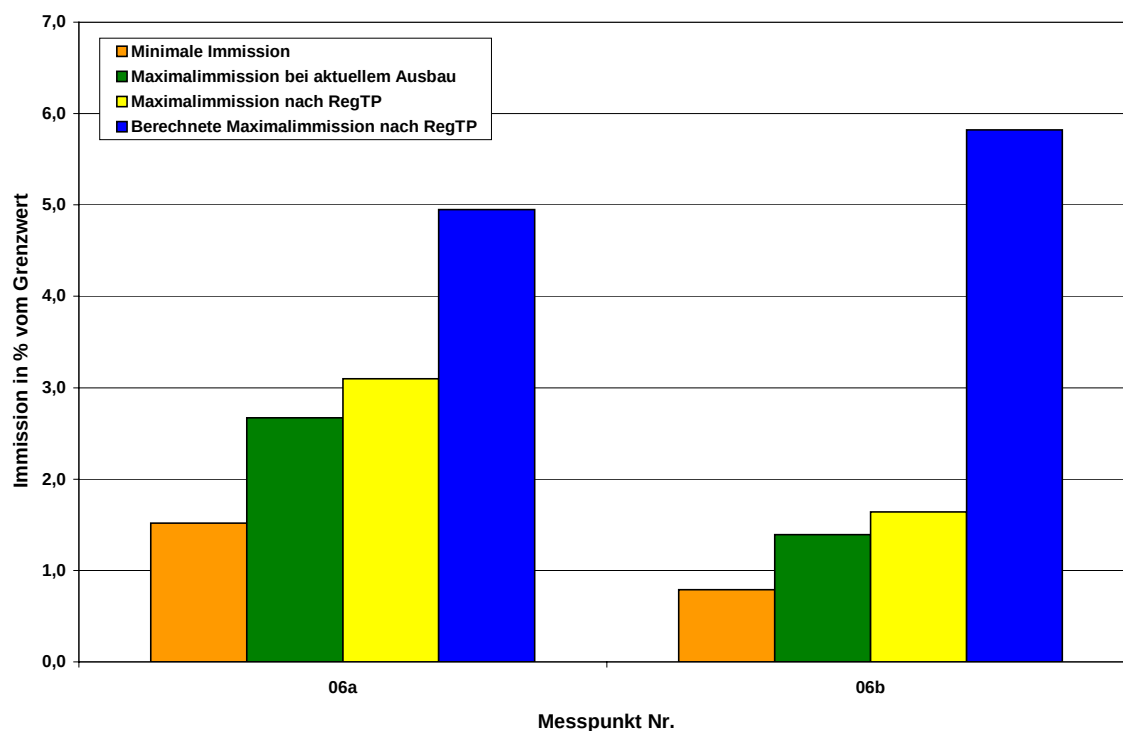
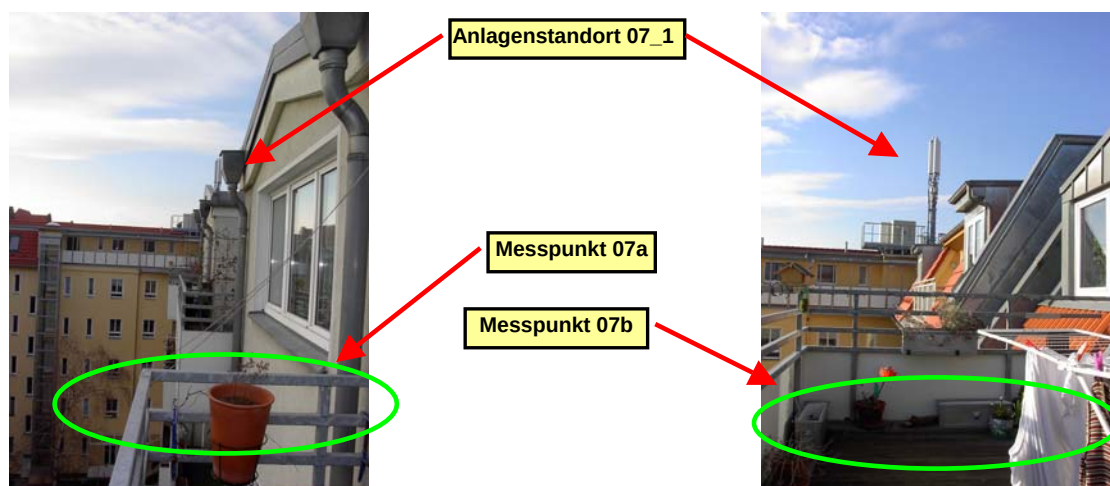


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 39 m
Horizontalwinkel: 125°
Vertikalwinkel: -9°

Hor. Entfernung zum Sender: 28 m
Horizontalwinkel: 125°
Vertikalwinkel: -15°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
07a	3,66 %	6,02 %	7,73 %	17,89 %
07b	2,81 %	7,40 %	10,30 %	13,14 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 43 bzw. 78 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 07 graphisch dar:

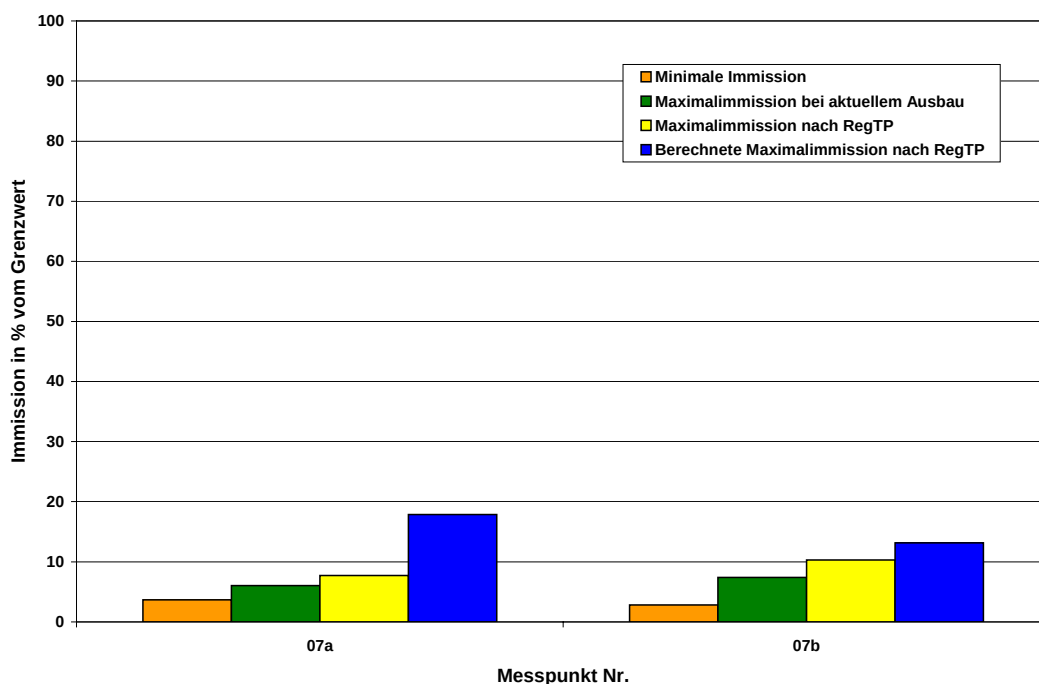


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 07

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

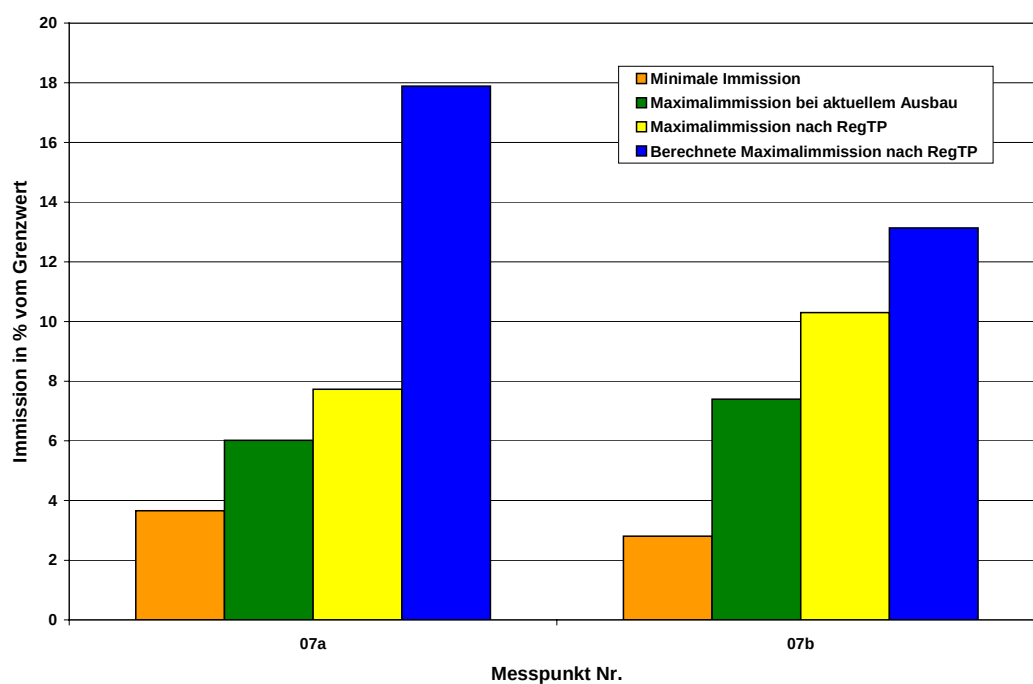
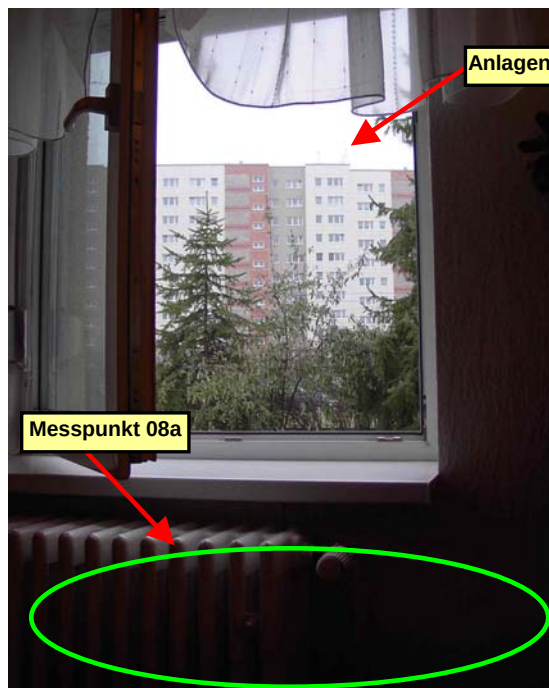
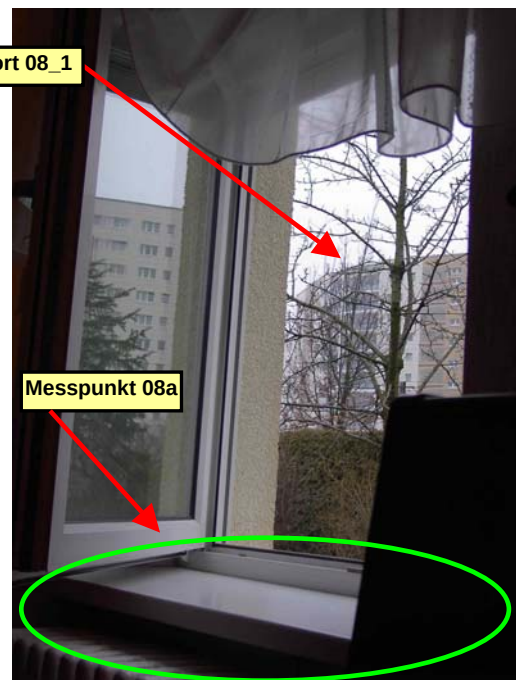


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 116 m
Horizontalwinkel: 48°
Vertikalwinkel: -16°



Hor. Entfernung zum Sender: 133 m
Horizontalwinkel: 40°
Vertikalwinkel: -14°



Hor. Entfernung zum Sender: 116 m
Horizontalwinkel: 48°
Vertikalwinkel: -15°



Hor. Entfernung zum Sender: 134 m
Horizontalwinkel: 40°
Vertikalwinkel: -13°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
08a	0,55 %	1,07 %	1,30 %	4,54 %
08b	0,77 %	1,69 %	2,16 %	4,86 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 29 bzw. 44 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 08 graphisch dar:

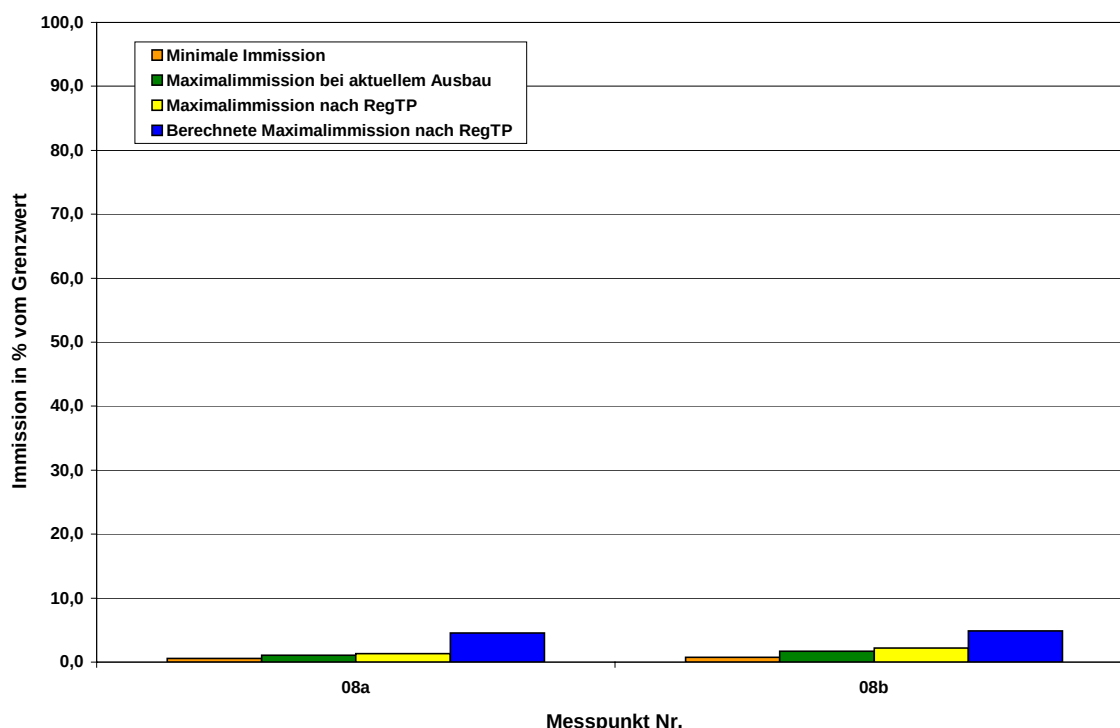


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 08

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

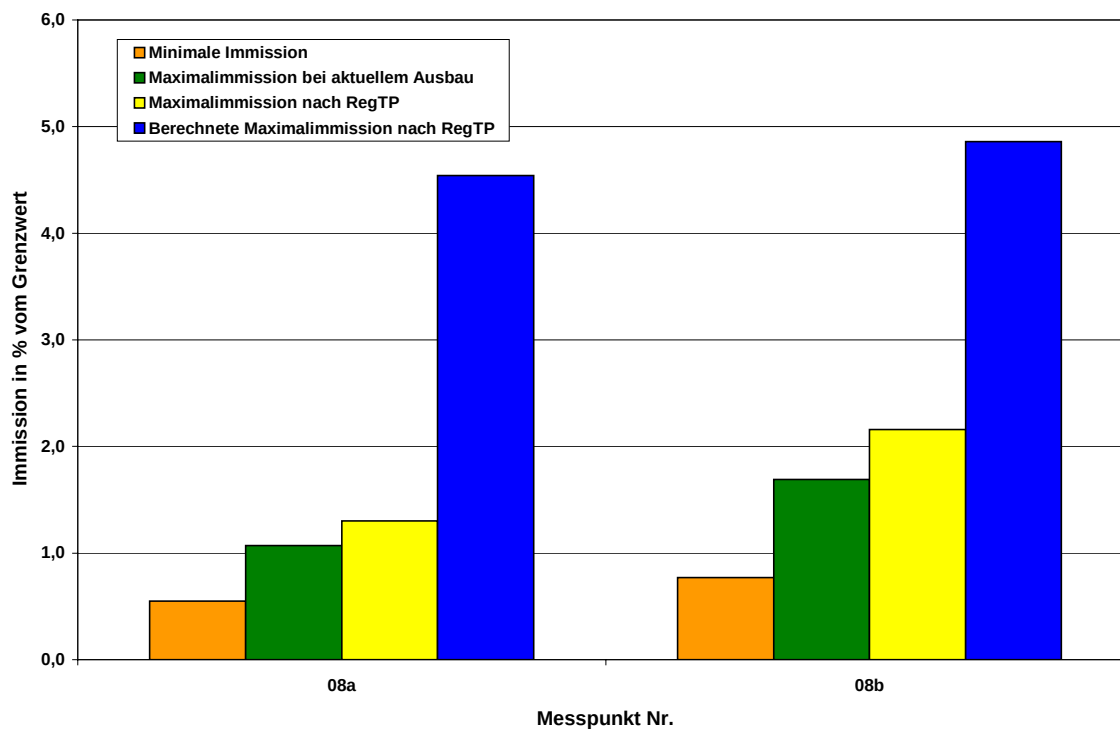
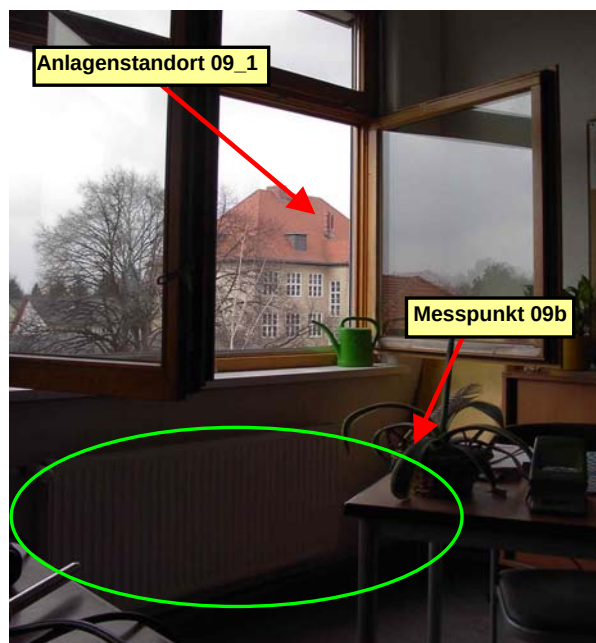


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 6 m
Horizontalwinkel: 320°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Hor. Entfernung zum Sender: 85 m
Horizontalwinkel: 89°
Vertikalwinkel: -5°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
09a	0,53 %	0,75 %	1,06 %	15,36 %
09b	3,49 %	4,94 %	6,99 %	7,10 %

¹⁾: Immission (nur GSM, da keine UMTS-Anlage in der Umgebung vorhanden) in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 7 bzw. 98 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 09 graphisch dar:

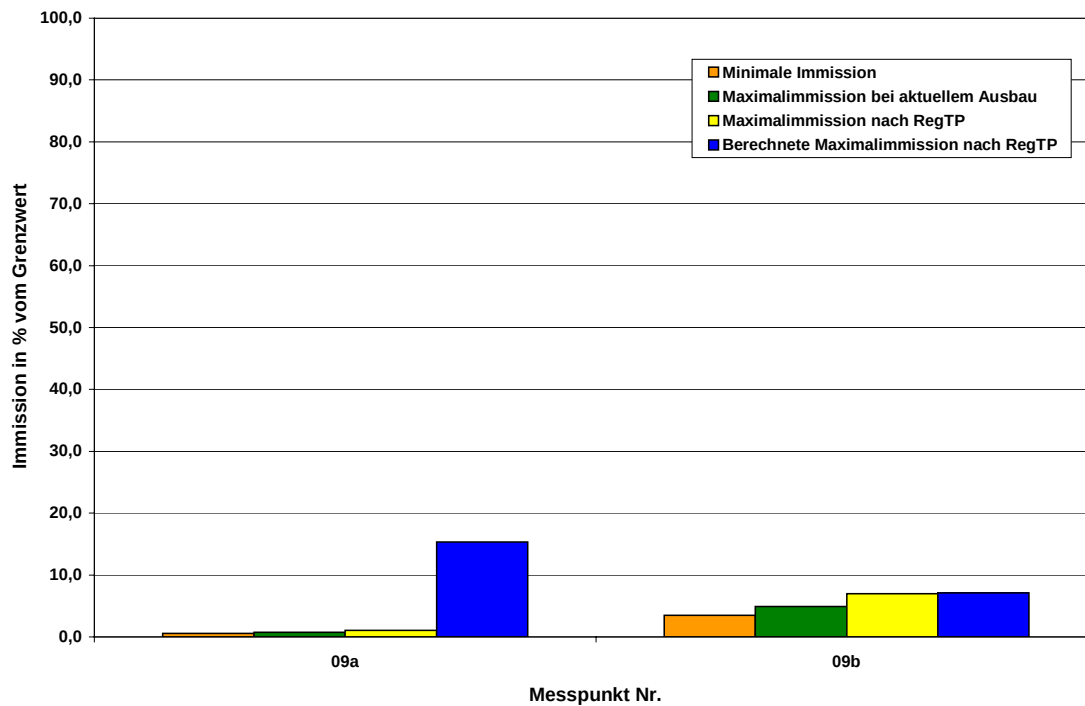


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 09

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

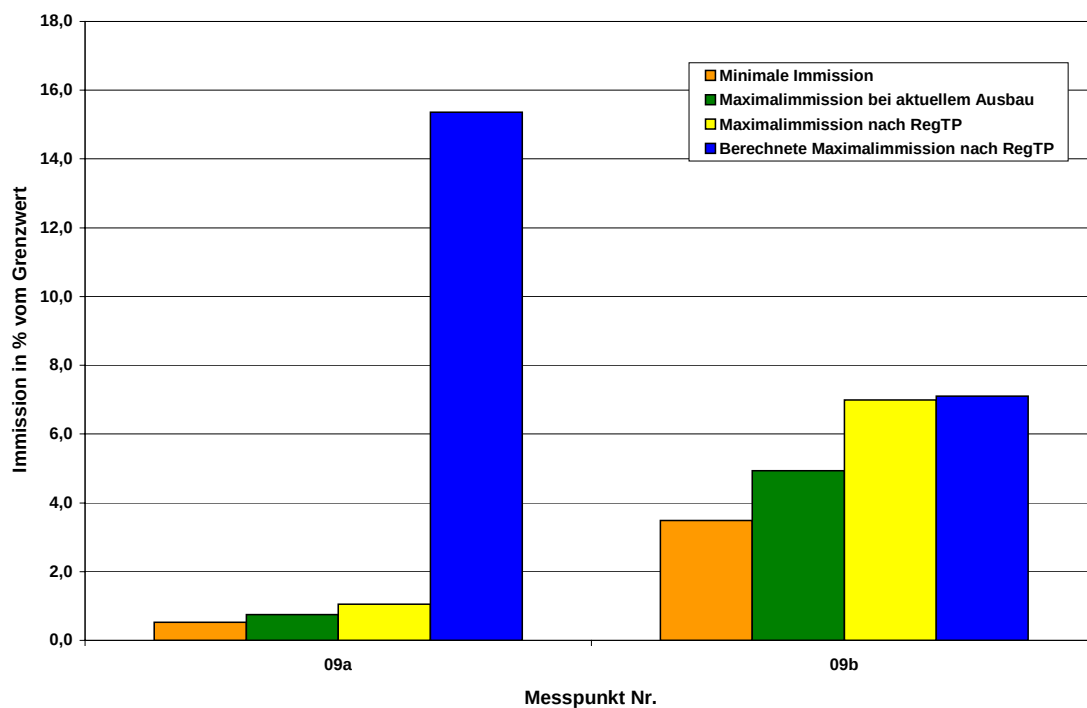


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte

Der Eigentümer hat einer Veröffentlichung der Photos der Messorte nicht zugestimmt.

Messpunkt 10a:

Hor. Entfernung zum Sender: 74 m

Horizontalwinkel: 208°

Vertikalwinkel: -10°

Messpunkt 10b:

Hor. Entfernung zum Sender: 69 m

Horizontalwinkel: 208°

Vertikalwinkel: -11°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
10a	1,58 %	3,02 %	5,63 %	16,41 %
10b	1,11 %	2,22 %	3,84 %	16,43 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 34 bzw. 23 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 10 graphisch dar:

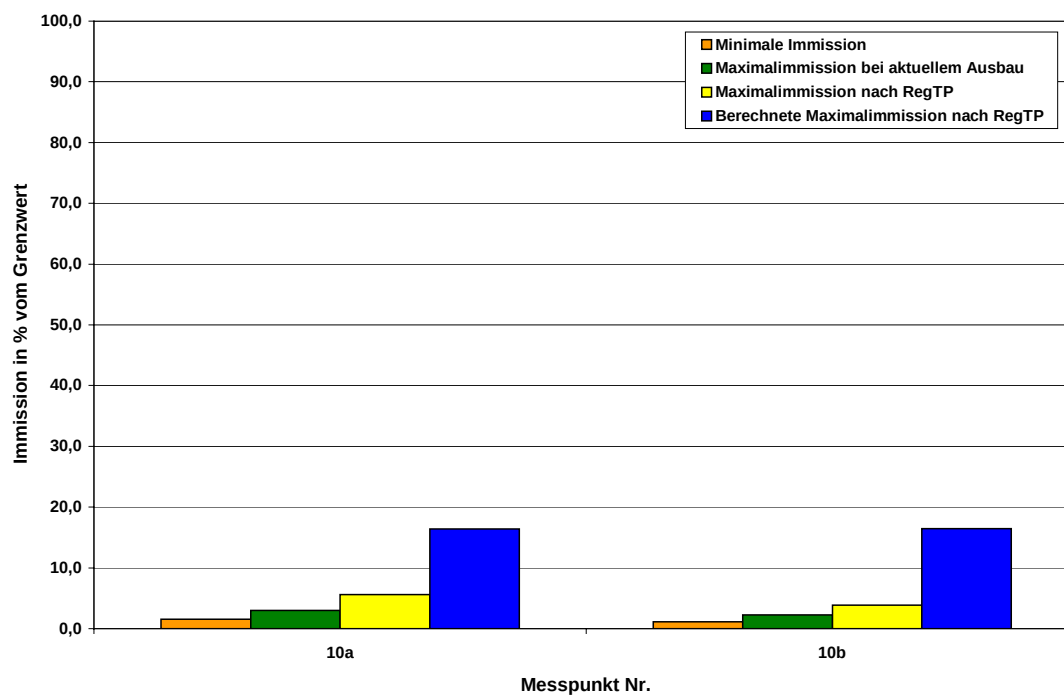


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 10

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

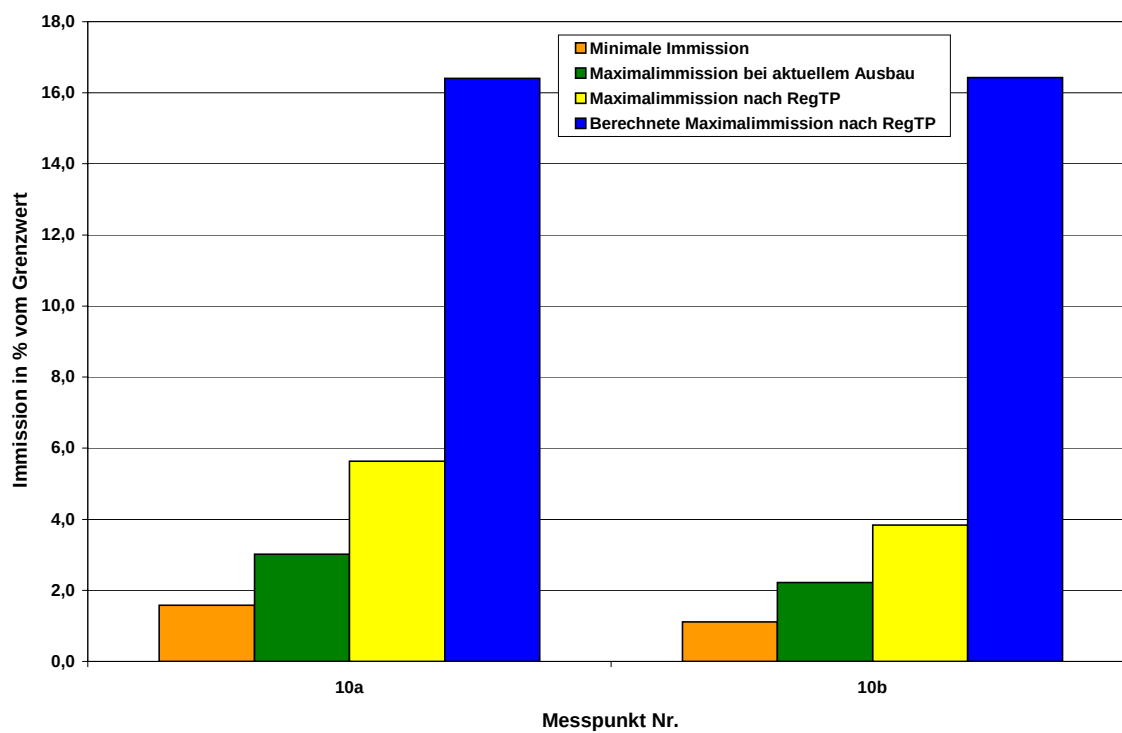


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 86 m
Horizontalwinkel: 232°
Vertikalwinkel: -17°



Von Messpunkt 11a bestand keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 11_2, daher kein Photo

Hor. Entfernung zum Sender: 35 m
Horizontalwinkel: 272°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Von Messpunkt 11a bestand keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 11_3, daher kein Photo

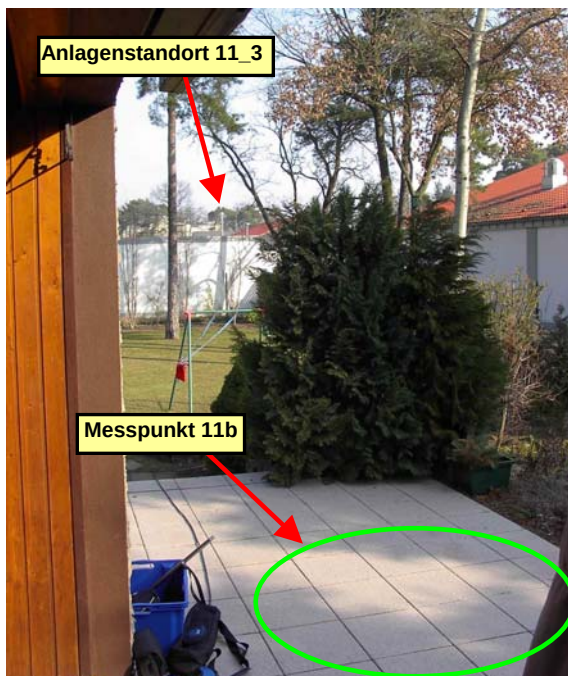
Hor. Entfernung zum Sender: 240 m
Horizontalwinkel: 196°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Hor. Entfernung zum Sender: 78 m
Horizontalwinkel: 236°
Vertikalwinkel: -17°

Von Messpunkt 11b bestand keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 11_2, daher kein Photo

Hor. Entfernung zum Sender: 32 m
Horizontalwinkel: 285°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Hor. Entfernung zum Sender: 227 m
Horizontalwinkel: 196°
Vertikalwinkel: -3°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
11a	0,76 %	1,65 %	2,42 %	9,61 %
11b	1,77 %	3,71 %	5,40 %	7,87 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 25 bzw. 69 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 11 graphisch dar:

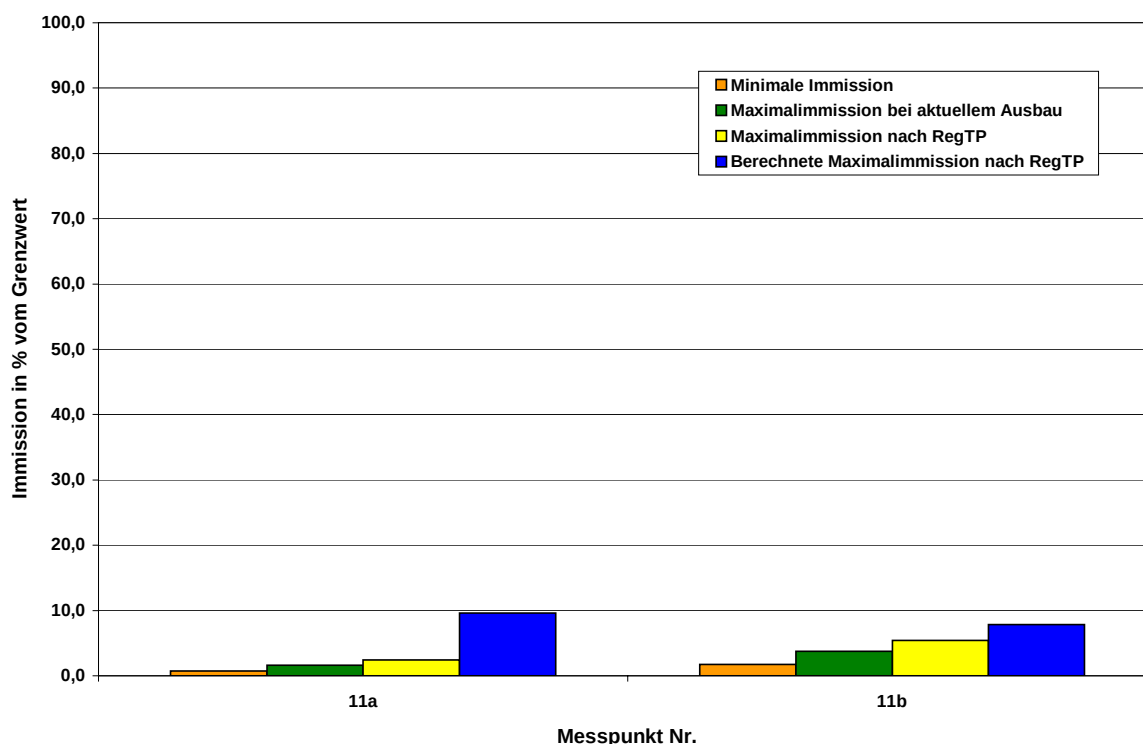


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 11

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

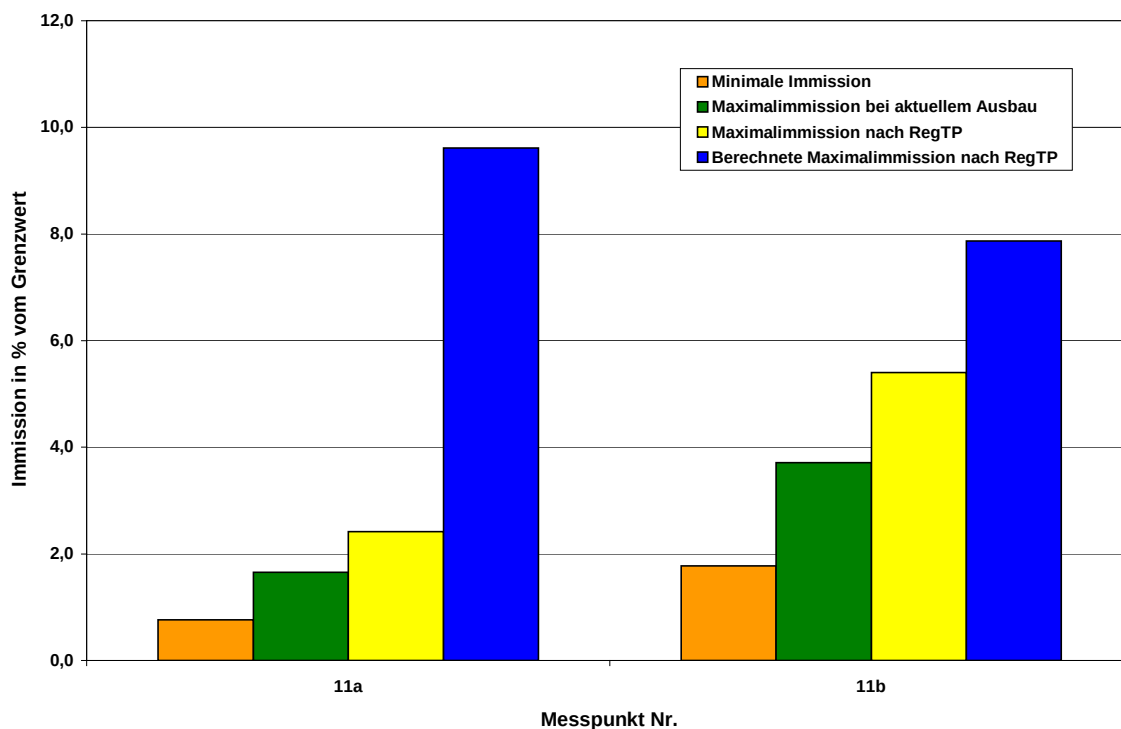
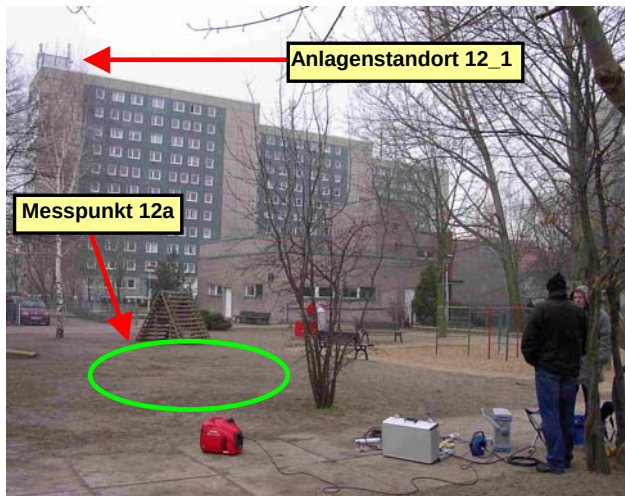


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 96 m
Horizontalwinkel: 338°
Vertikalwinkel: -19°



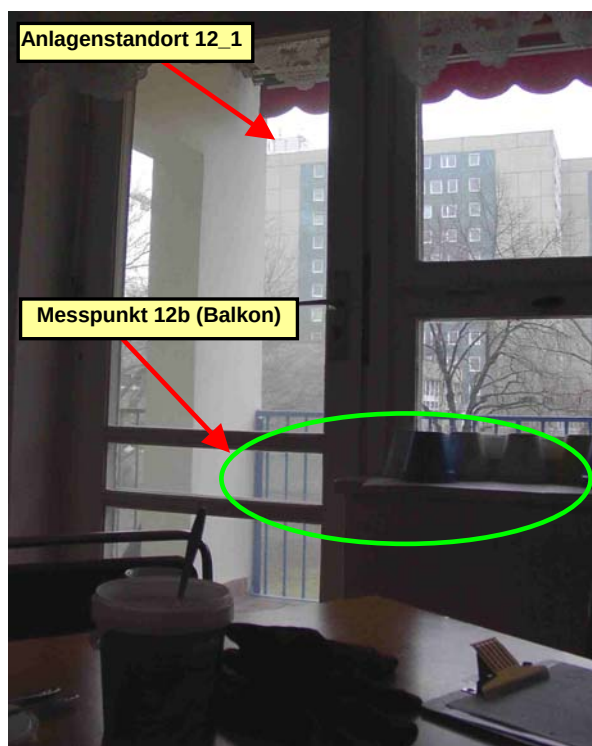
Hor. Entfernung zum Sender: 117 m
Horizontalwinkel: 356°
Vertikalwinkel: -17°



Hor. Entfernung zum Sender: 146 m
Horizontalwinkel: 7°
Vertikalwinkel: -15°



Hor. Entfernung zum Sender: 99 m
Horizontalwinkel: 27°
Vertikalwinkel: -19°



Hor. Entfernung zum Sender: 101 m
Horizontalwinkel: 309°
Vertikalwinkel: -17°



Hor. Entfernung zum Sender: 106 m
Horizontalwinkel: 329°
Vertikalwinkel: -18°



Hor. Entfernung zum Sender: 126 m
Horizontalwinkel: 349°
Vertikalwinkel: -17°



Hor. Entfernung zum Sender: 68 m
Horizontalwinkel: 5°
Vertikalwinkel: -26°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
12a	0,90 %	2,04 %	2,79 %	6,71 %
12b	0,88 %	2,08 %	2,91 %	7,34 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 42 bzw. 40 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 12 graphisch dar:

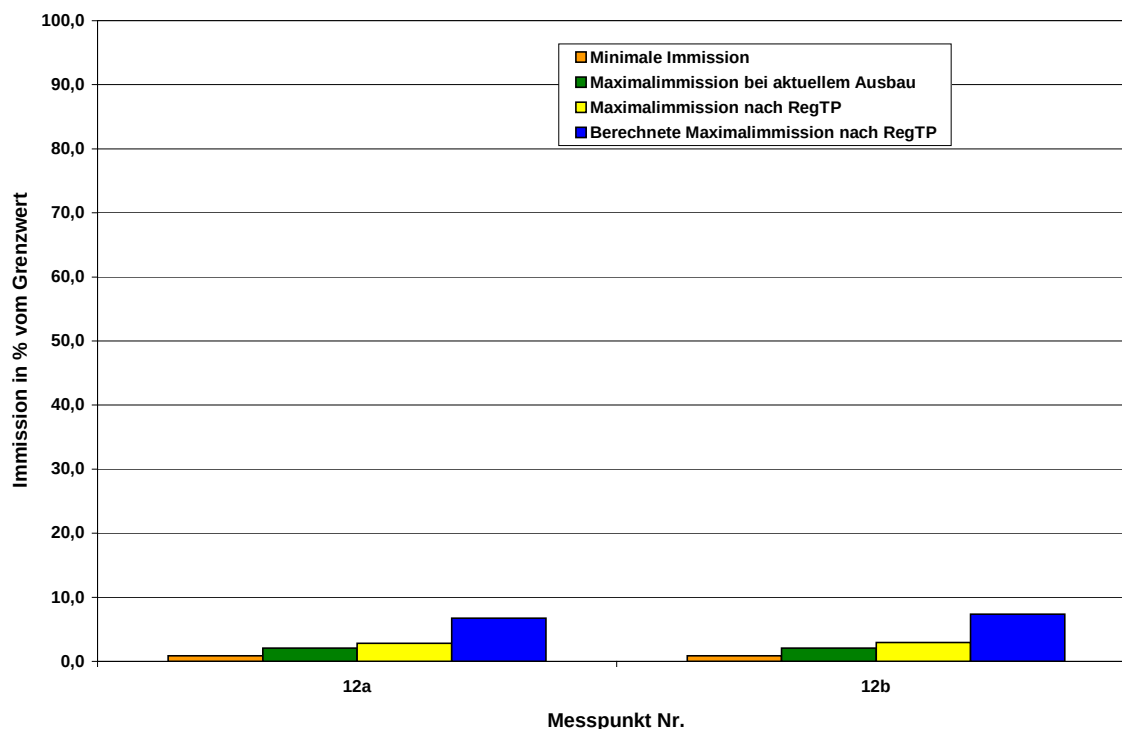


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 12

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

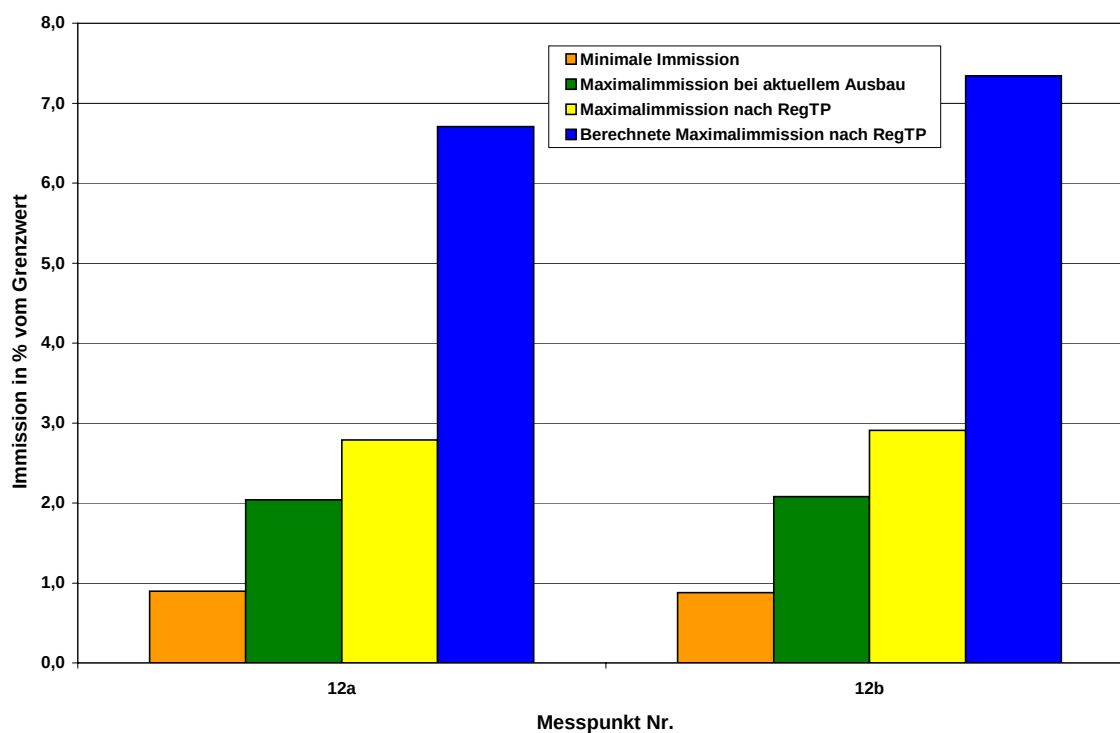
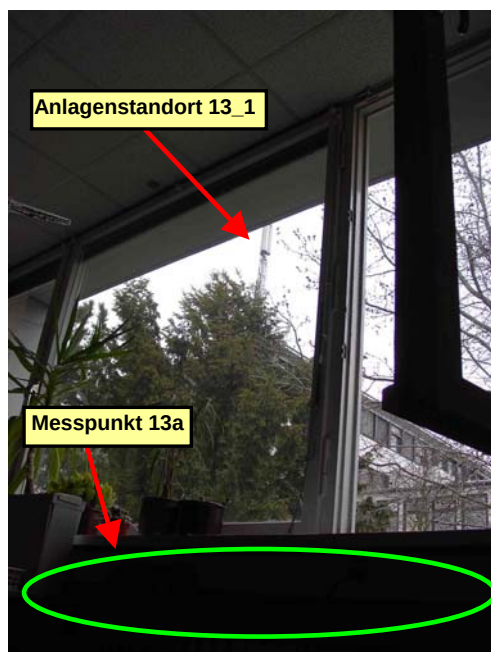
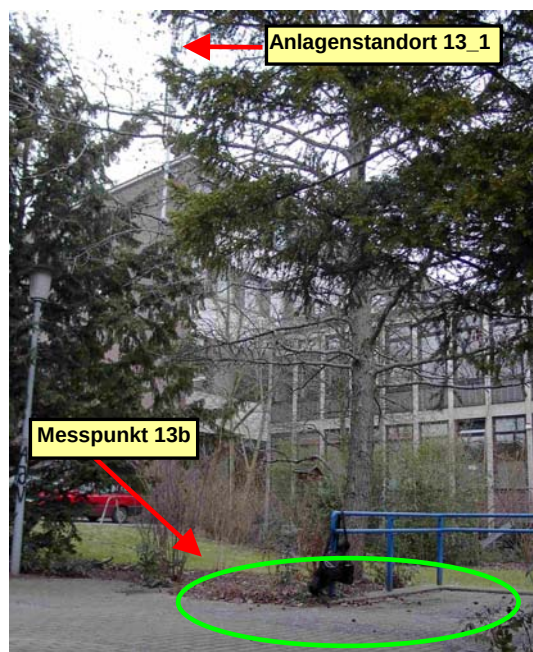


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 30 m
Horizontalwinkel: 230°
Vertikalwinkel: -32°



Hor. Entfernung zum Sender: 24 m
Horizontalwinkel: 217°
Vertikalwinkel: -39°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
13a	1,01 %	1,43 %	2,02 %	3,59 %
13b	1,18 %	1,67 %	2,36 %	3,89 %

¹⁾: Immission (nur GSM, da keine UMTS-Anlage in der Umgebung vorhanden) in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 56 bzw. 61 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 13 graphisch dar:

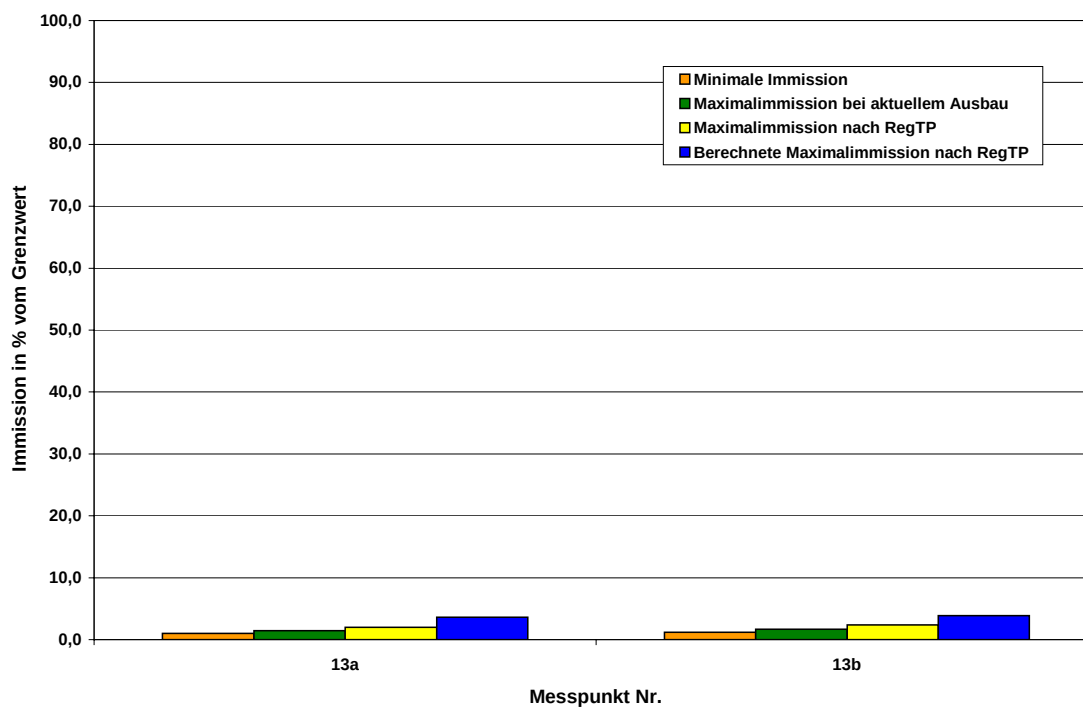


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 13

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

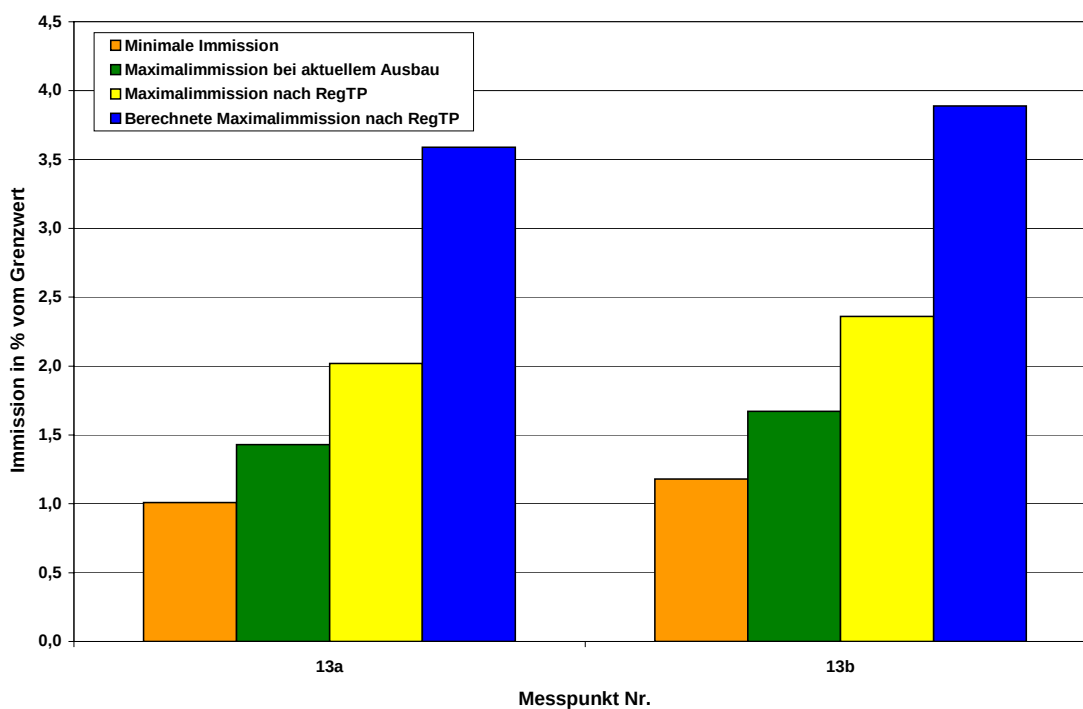
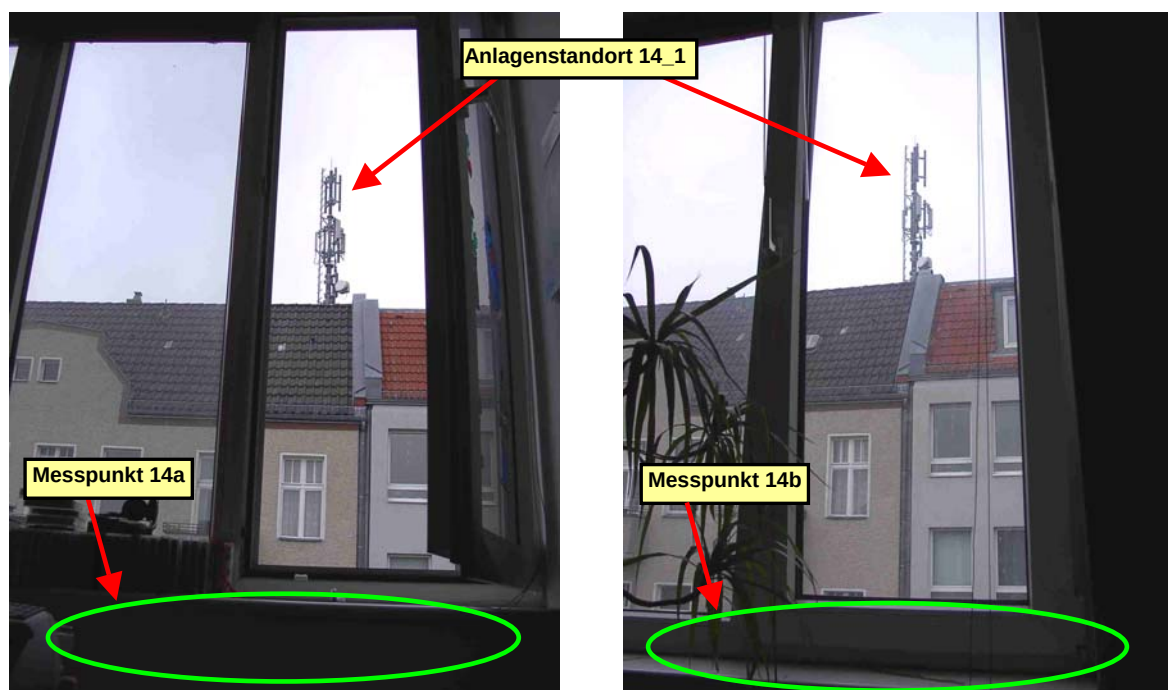


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 21 m
Horizontalwinkel: 272°
Vertikalwinkel: -26°

Hor. Entfernung zum Sender: 21 m
Horizontalwinkel: 268°
Vertikalwinkel: -26°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
14a	1,50 %	4,32 %	6,11 %	10,93 %
14b	1,04 %	2,98 %	4,21 %	10,93 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 54 bzw. 38 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 14 graphisch dar:

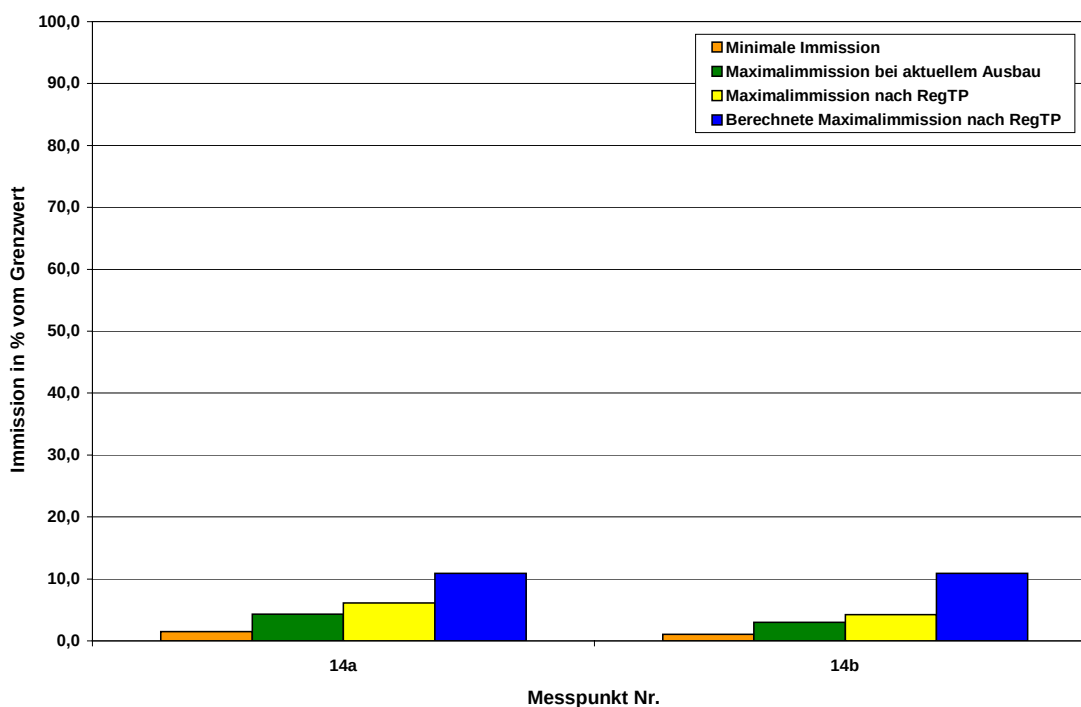


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 14

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

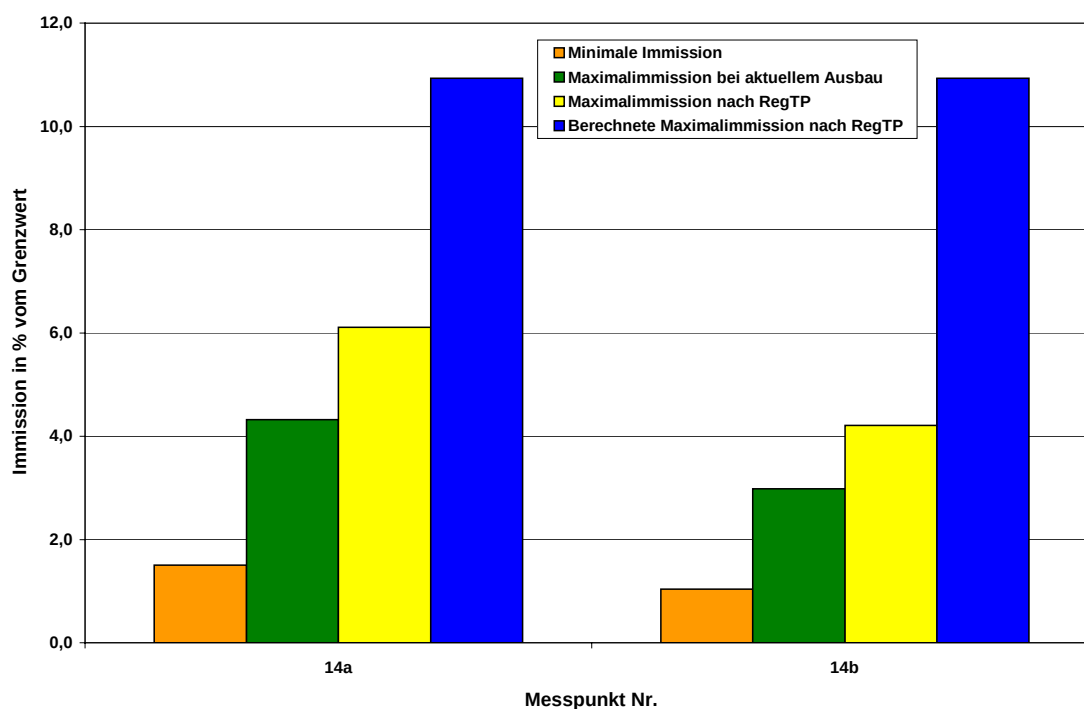
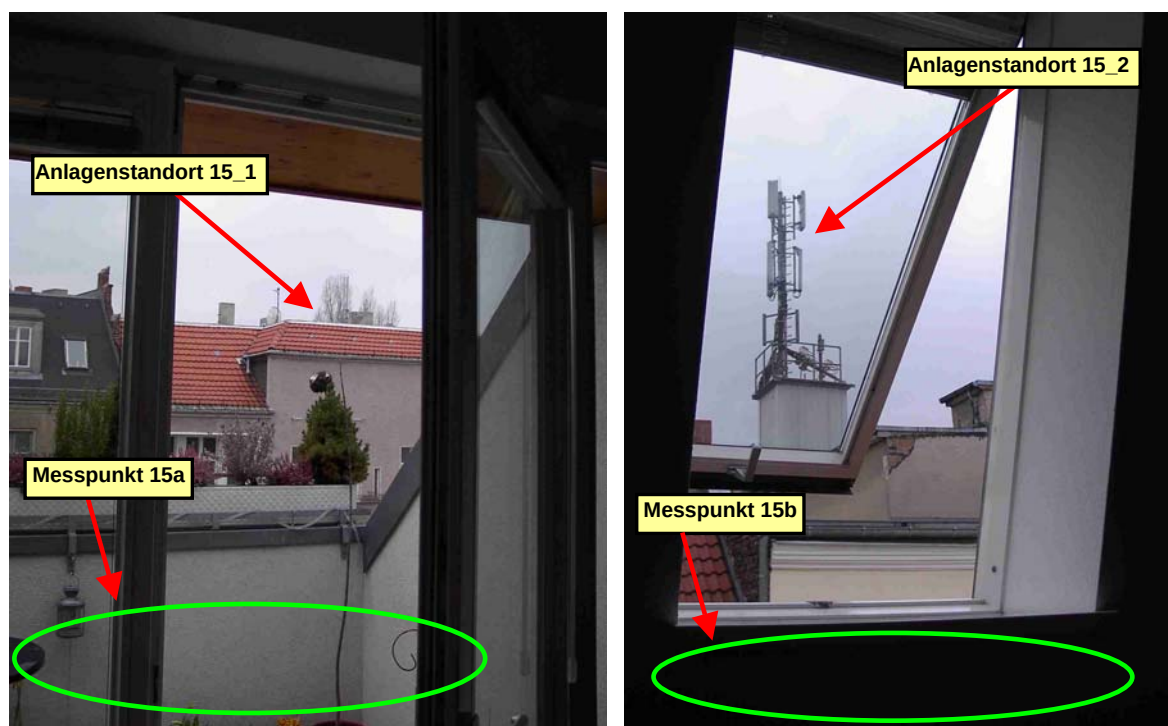


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 53 m
Horizontalwinkel: 50°
Vertikalwinkel: -6°

Hor. Entfernung zum Sender: 22 m
Horizontalwinkel: 304°
Vertikalwinkel: -21°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
15a	3,06 %	9,62 %	13,60 %	11,94 %
15b	0,84 %	2,10 %	2,87 %	19,89 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 114 bzw. 14 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau). Dieser Umstand (Messwert beträgt am Punkt 15a 114 % der Prognose) ist nicht plausi-

bel, jedoch unerheblich für den Immissionsschutz. Um diesen Effekt näher zu klären wäre eine Nachmessung erforderlich.

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 15 graphisch dar:

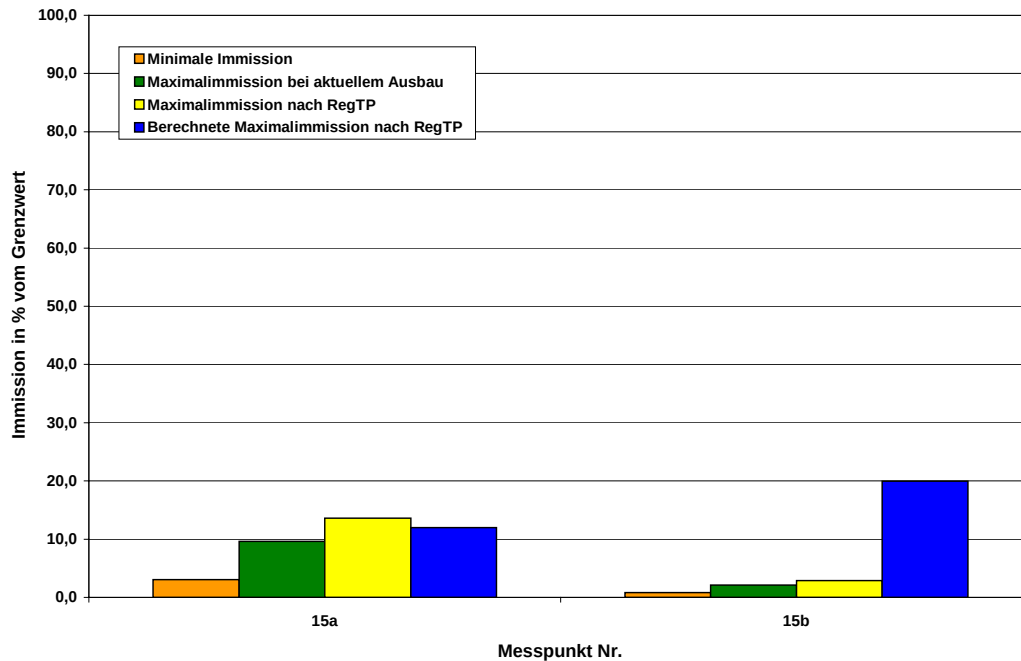


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 15

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

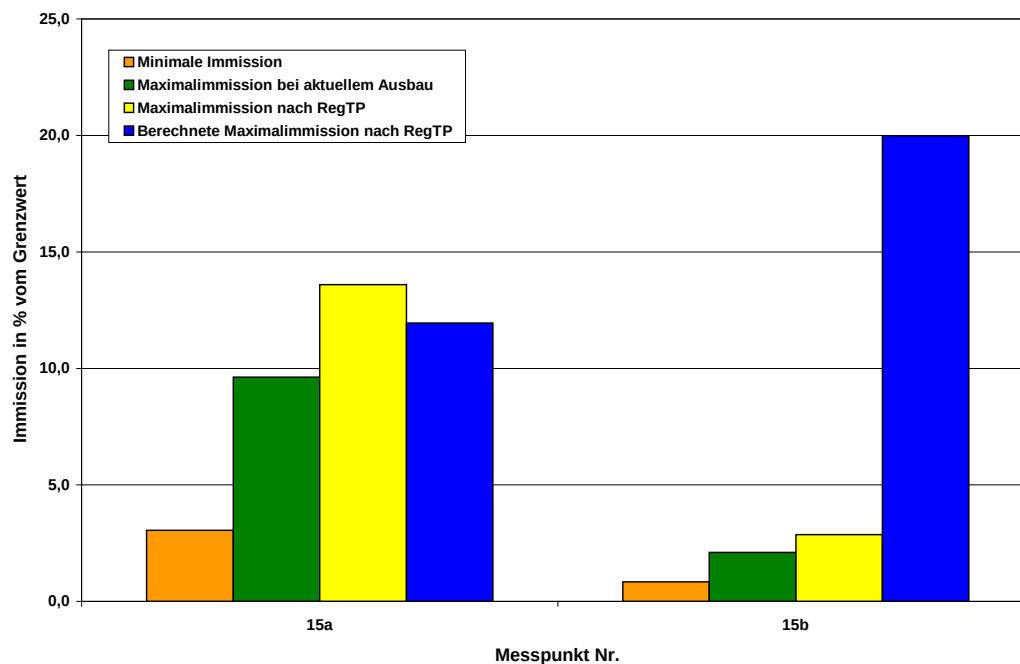


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

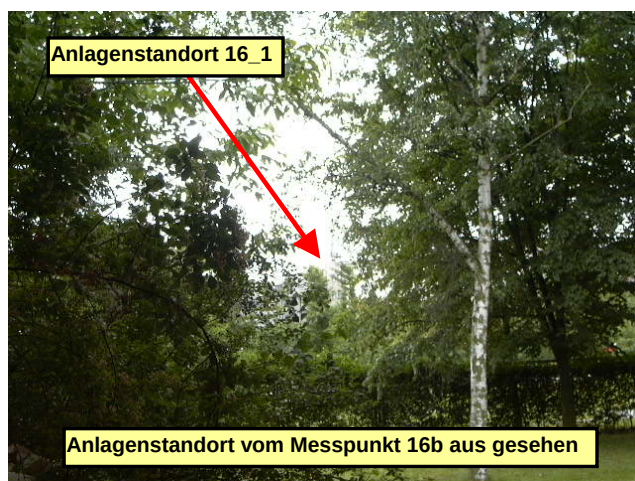
1. Lage der Messpunkte



Von Messpunkt 16a aus besteht keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 16_2, daher kein Photo.

Hor. Entfernung zum Sender: 134 m
Horizontalwinkel: 322°
Vertikalwinkel: -9°

Hor. Entfernung zum Sender: 191 m
Horizontalwinkel: 49°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Von Messpunkt 16b aus besteht keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 16_2, daher kein Photo.

Hor. Entfernung zum Sender: 150 m
Horizontalwinkel: 330°
Vertikalwinkel: -8°

Hor. Entfernung zum Sender: 189 m
Horizontalwinkel: 47°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
16a	1,94 %	3,48 %	4,80 %	6,16 %
16b	2,06 %	3,56 %	4,20 %	5,87 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 78 bzw. 72 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 16 graphisch dar:

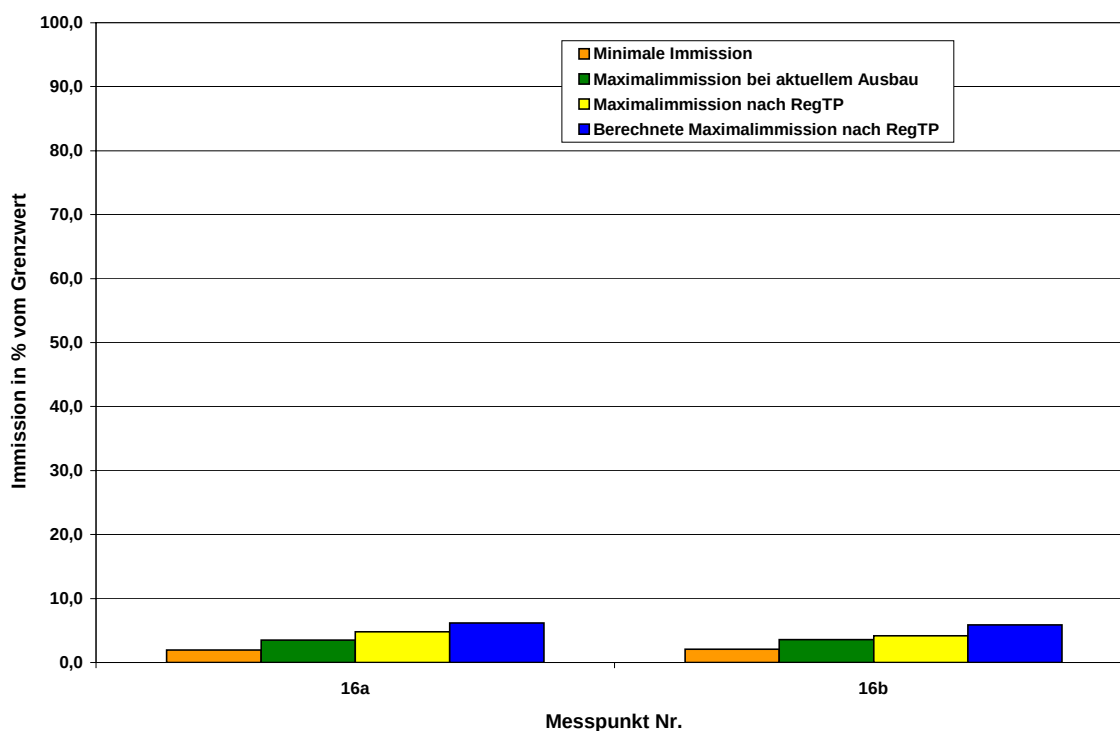


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 16

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

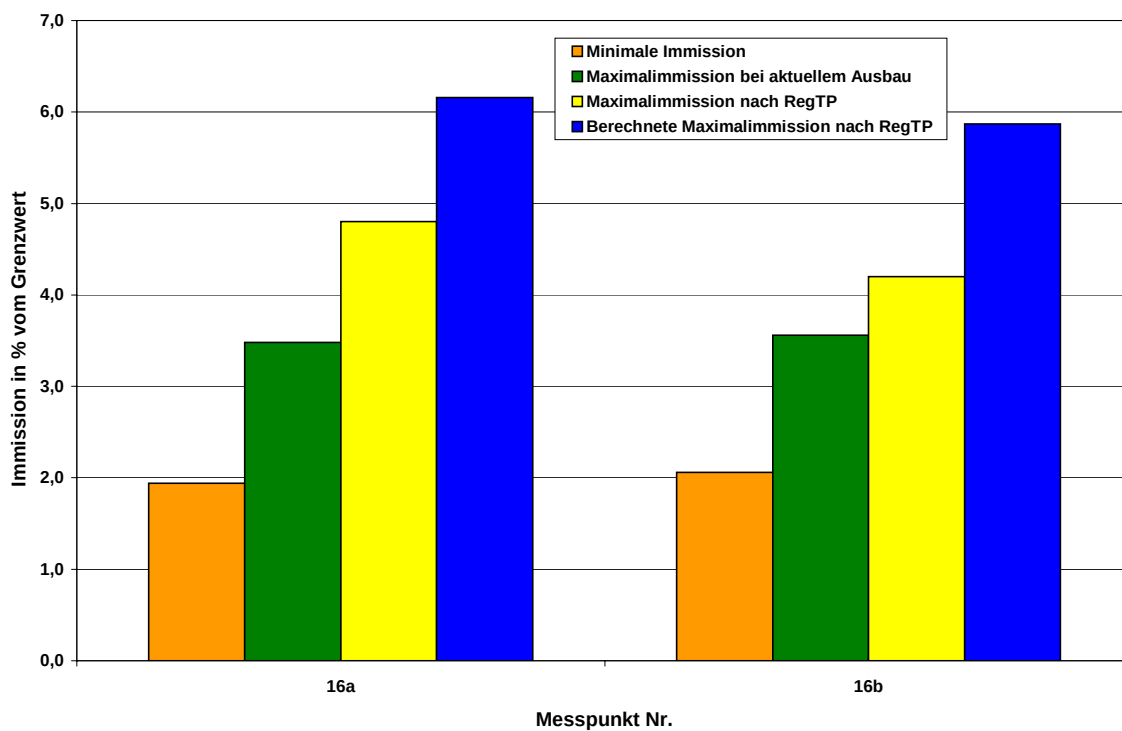
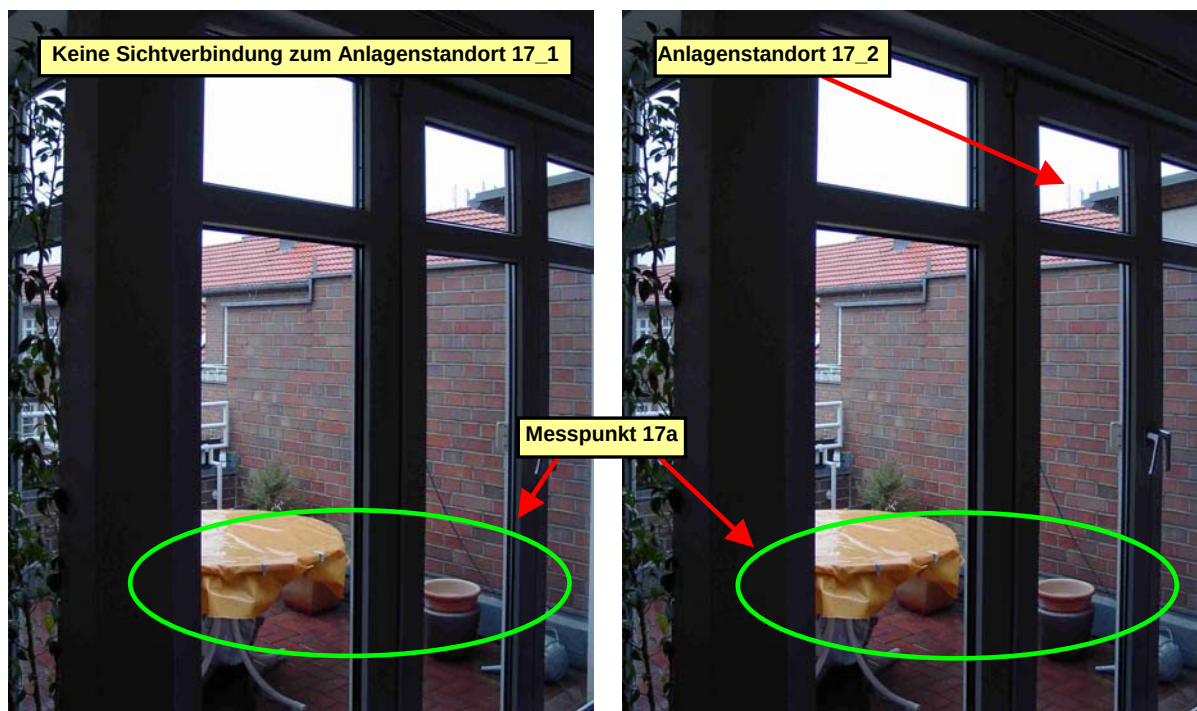


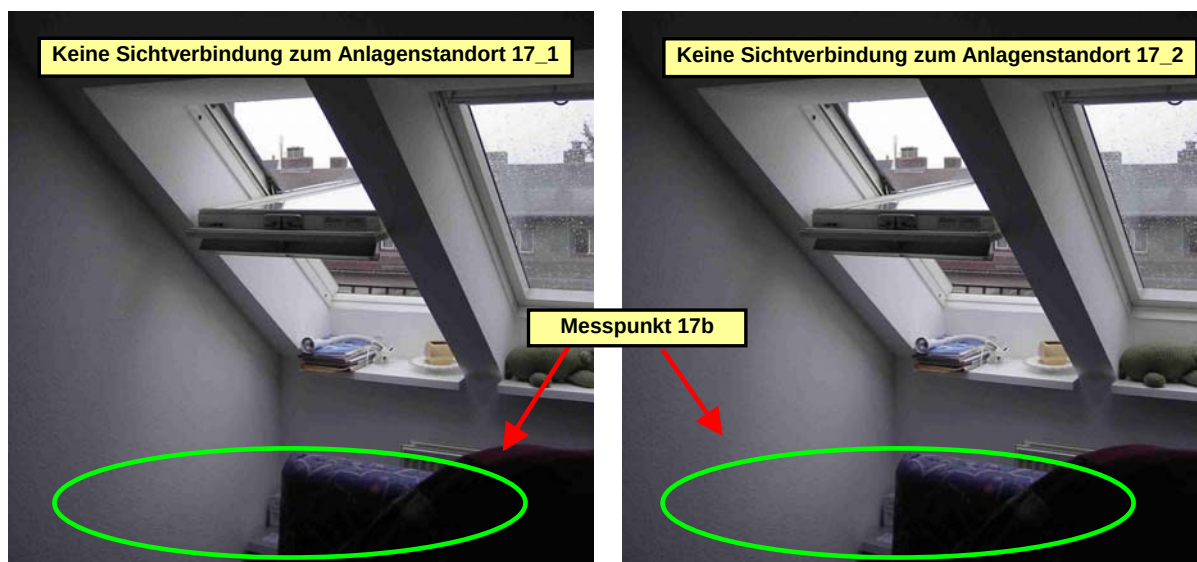
Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 172 m
Horizontalwinkel: 170°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Hor. Entfernung zum Sender: 77 m
Horizontalwinkel: 150°
Vertikalwinkel: -10°



Hor. Entfernung zum Sender: 175 m
Horizontalwinkel: 167°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Hor. Entfernung zum Sender: 80 m
Horizontalwinkel: 145°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
17a	2,53 %	5,25 %	5,57 %	11,23 %
17b	0,28 %	0,58 %	0,63 %	11,01 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 49 bzw. 6 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 17 graphisch dar:

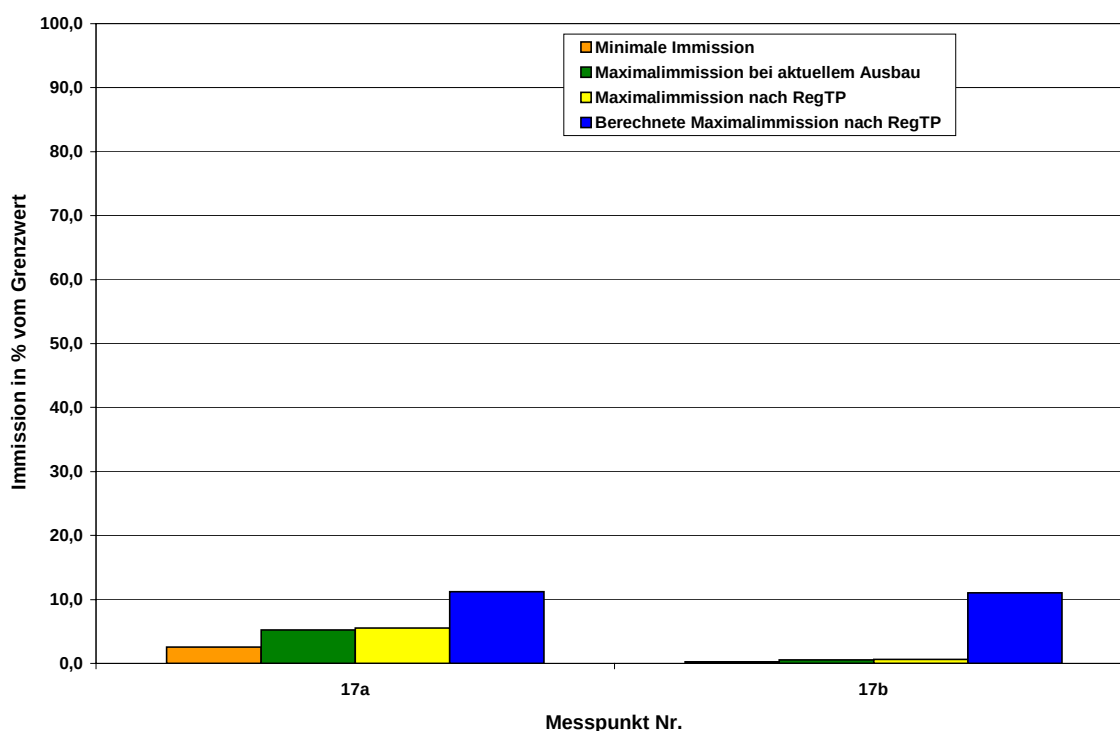


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 17

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

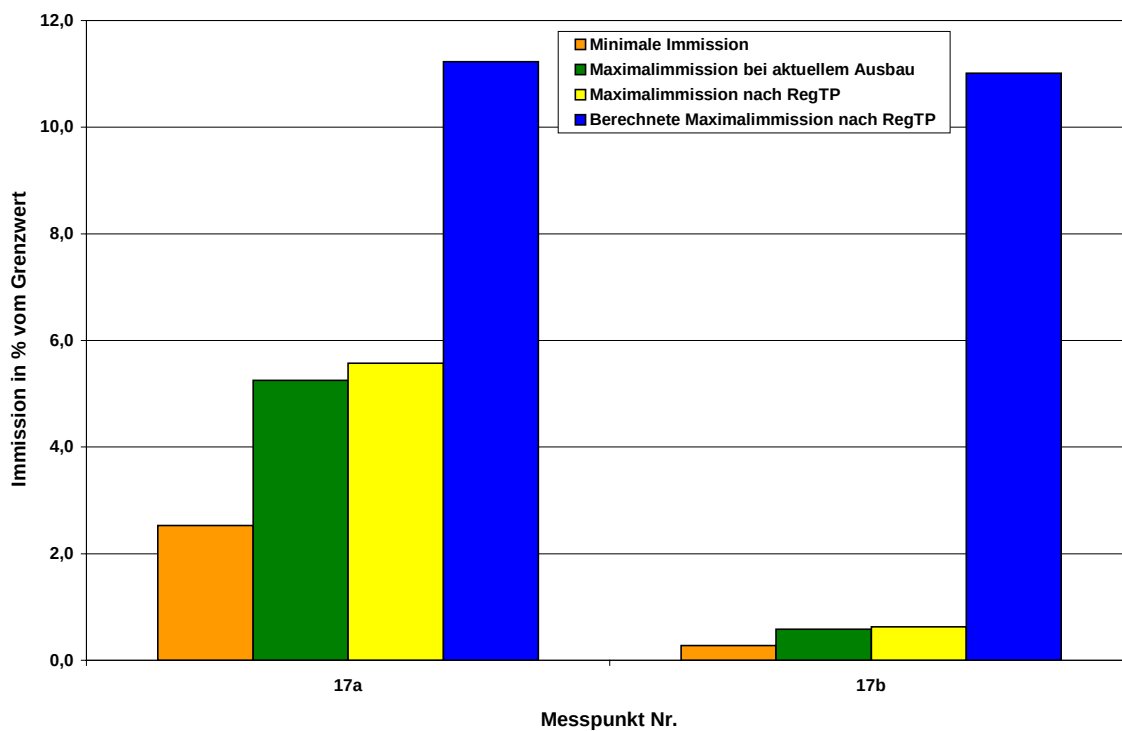


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 23 m
Horizontalwinkel: 15°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Hor. Entfernung zum Sender: 46 m
Horizontalwinkel: 92°
Vertikalwinkel: -22°



Hor. Entfernung zum Sender: 25 m
Horizontalwinkel: 11°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Hor. Entfernung zum Sender: 41 m
Horizontalwinkel: 100°
Vertikalwinkel: -24°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
18a	0,74 %	1,42 %	1,76 %	7,55 %
18b	0,79 %	1,45 %	1,71 %	8,88 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 23 bzw. 19 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 18 graphisch dar:

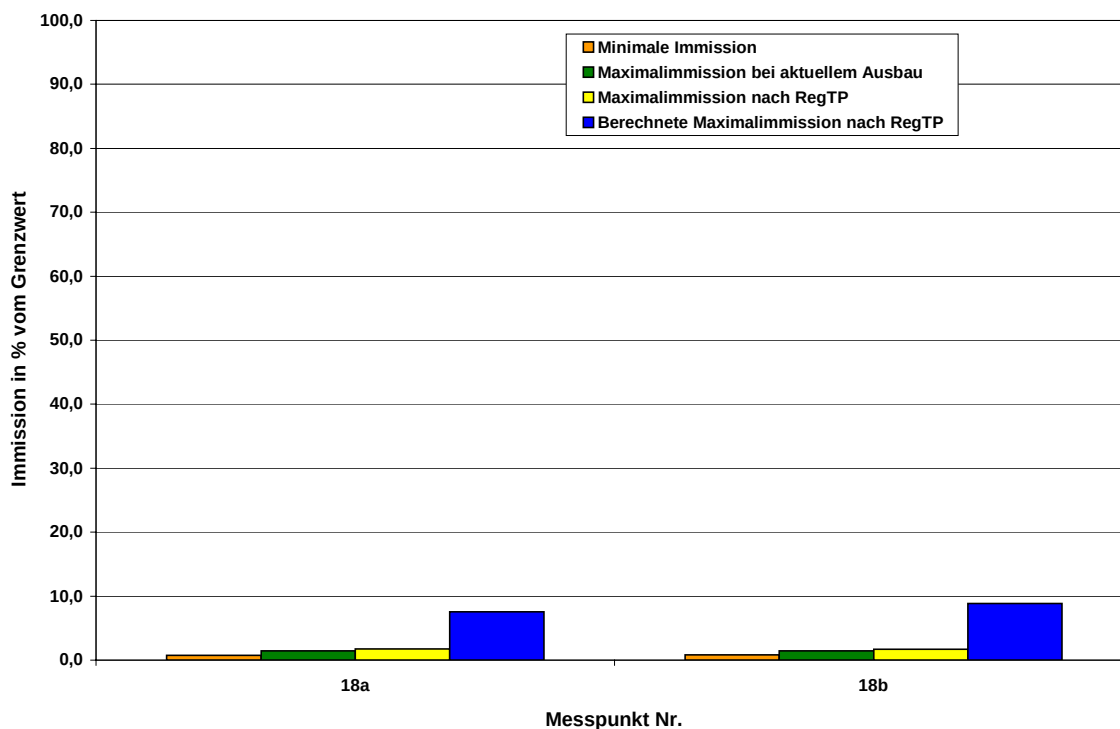


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 18

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

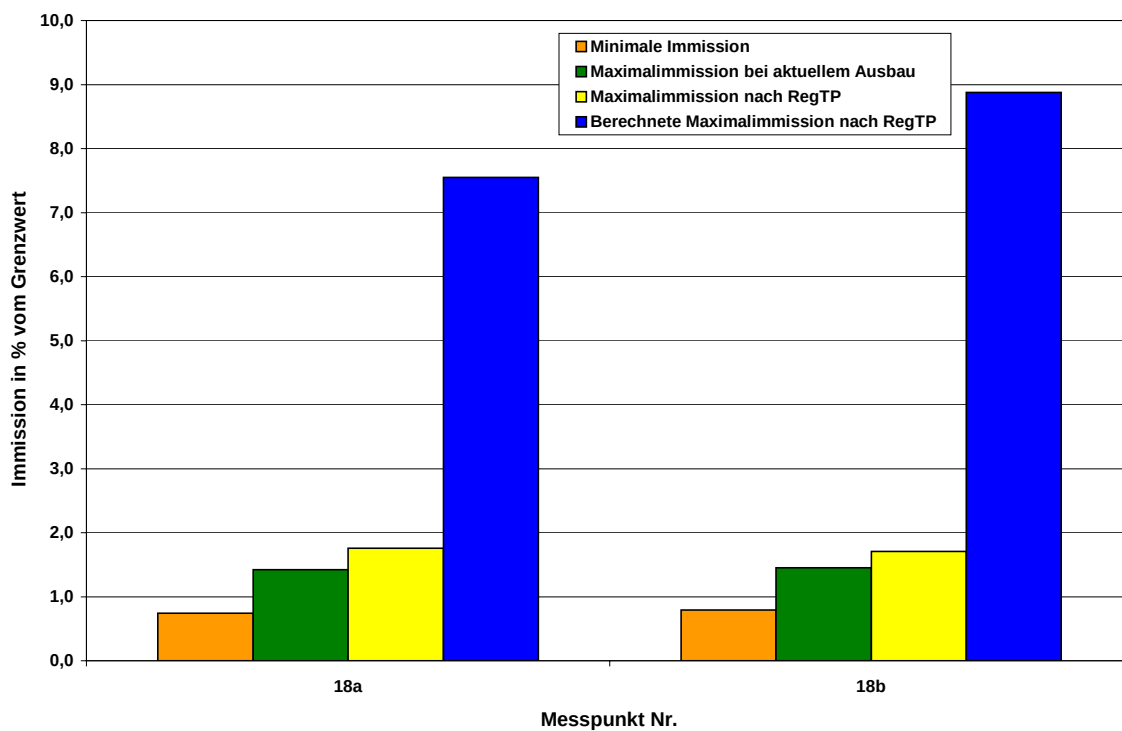
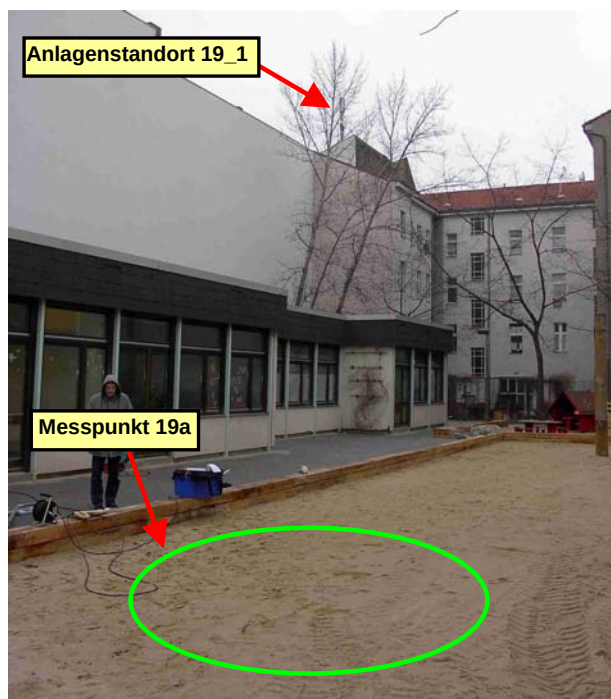


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 39 m
Horizontalwinkel: 225°
Vertikalwinkel: -41°



Hor. Entfernung zum Sender: 37 m
Horizontalwinkel: 228°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
19a	0,17 %	0,53 %	0,92 %	1,86 %
19b	0,15 %	0,49 %	0,84 %	1,77 %

¹⁾: Immission (nur UMTS, da keine GSM-Anlage in der Umgebung vorhanden) in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 49 bzw. 47 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 19 graphisch dar:

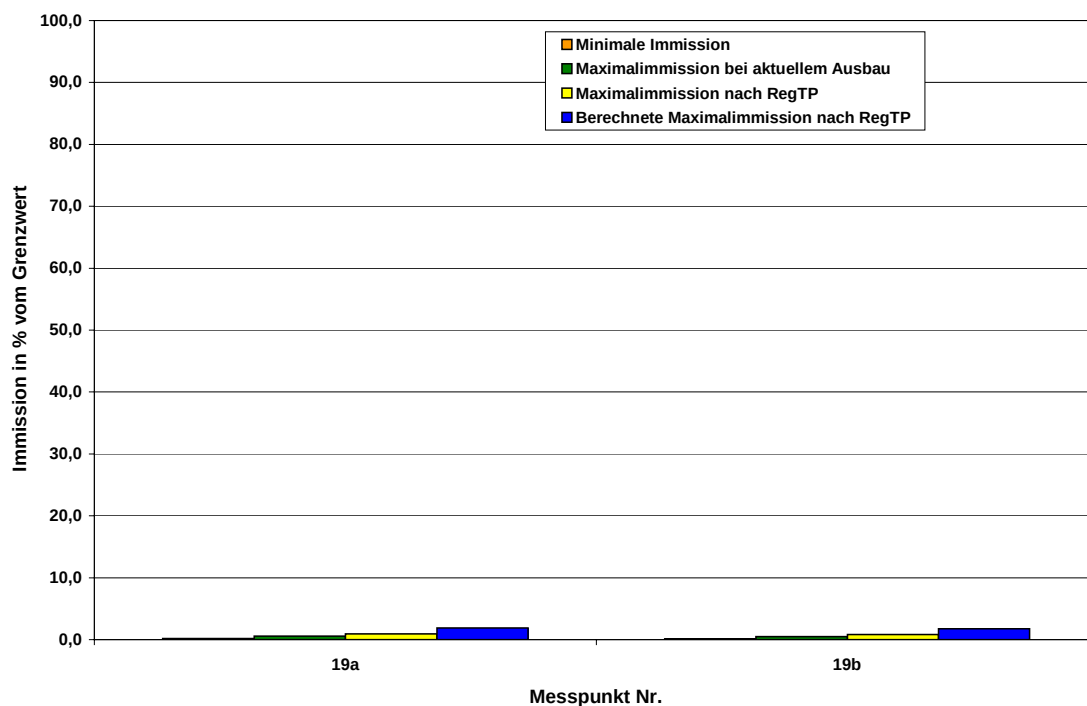


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 19

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

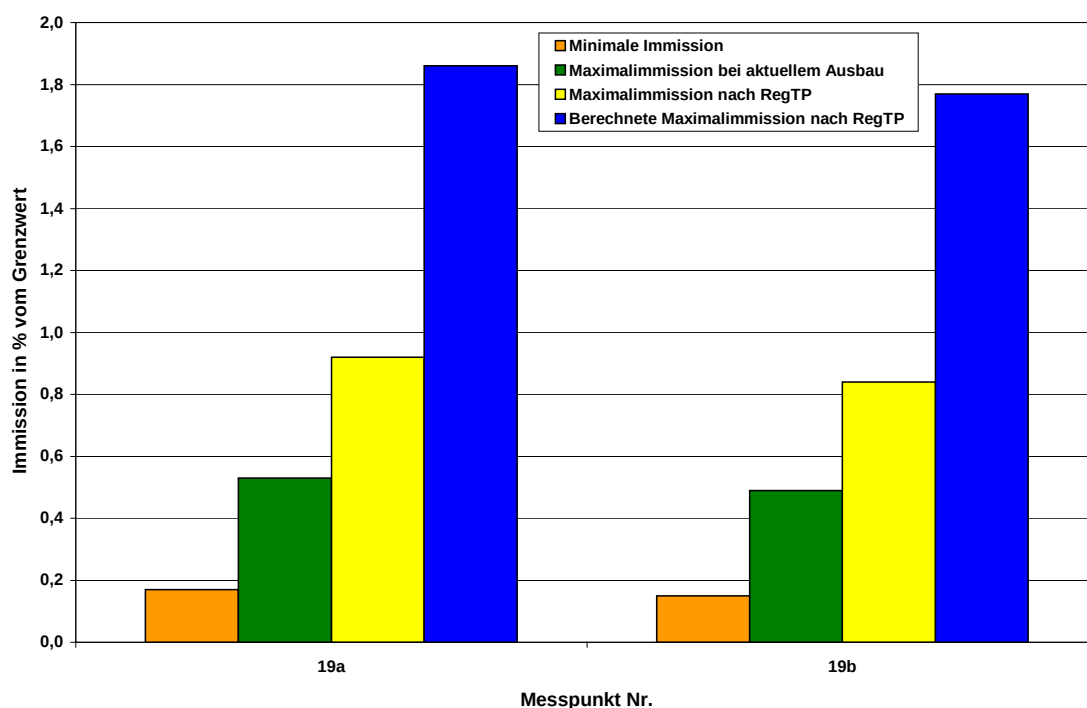


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 56 m
Horizontalwinkel: 30°
Vertikalwinkel: -21°



Hor. Entfernung zum Sender: 60 m
Horizontalwinkel: 13°
Vertikalwinkel: -17°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
20a	2,21 %	3,83 %	4,42 %	6,05 %
20b	1,37 %	2,38 %	2,74 %	7,86 %

¹⁾: Immission (nur GSM, da keine UMTS-Anlage in der Umgebung vorhanden) in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 73 bzw. 35 Prozent der aus den RegTP-Antragsdaten rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 20 graphisch dar:

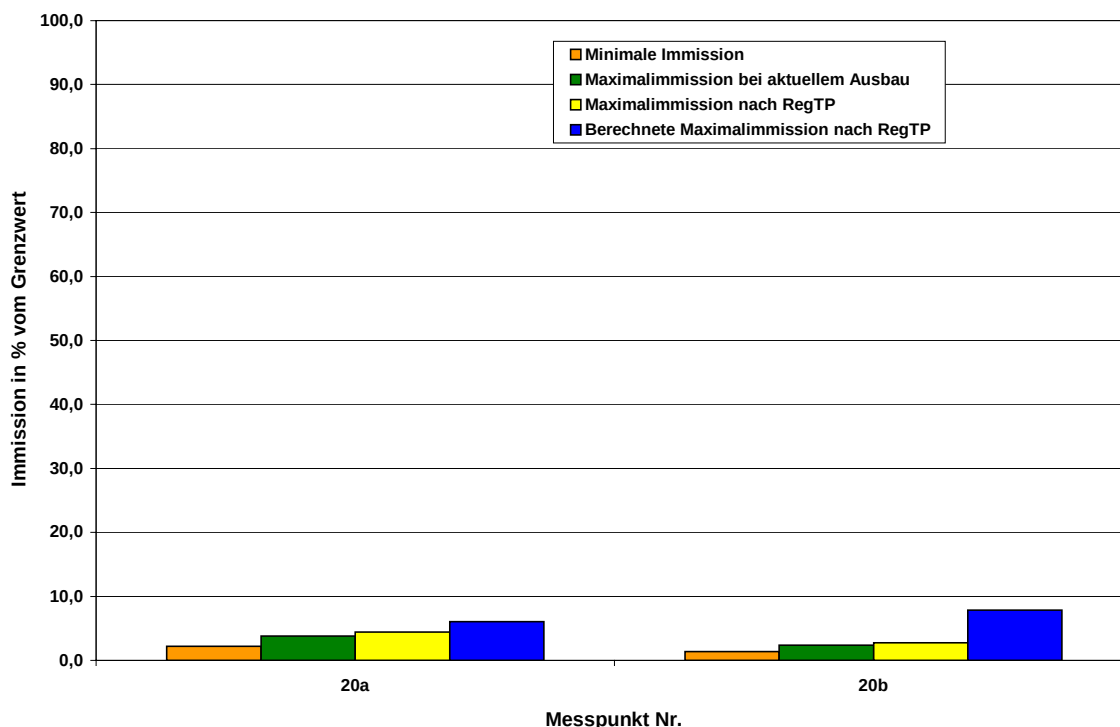


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 20

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

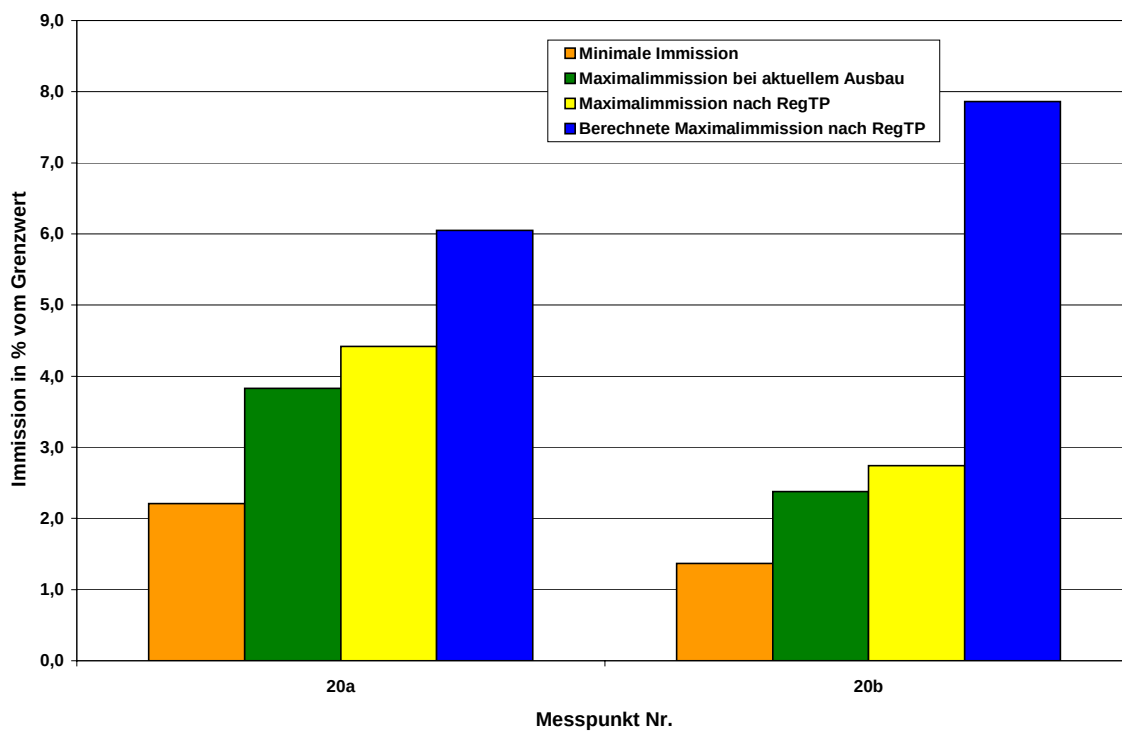
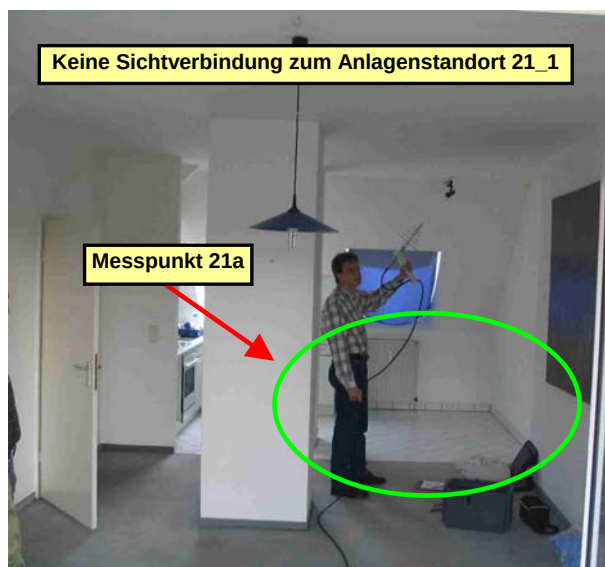


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Von Messpunkt 21a aus besteht keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 21_2, daher kein Photo.

Hor. Entfernung zum Sender: 8 m
Horizontalwinkel: 273°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Hor. Entfernung zum Sender: 240 m
Horizontalwinkel: 46°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Hor. Entfernung zum Sender: 9 m
Horizontalwinkel: 215°
Vertikalwinkel: -38°



Hor. Entfernung zum Sender: 240 m
Horizontalwinkel: 47°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
21a	0,82 %	1,34 %	1,54 %	11,44 %
21b	3,10 %	5,89 %	8,01 %	11,53 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 10 bzw. 34 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 21 graphisch dar:

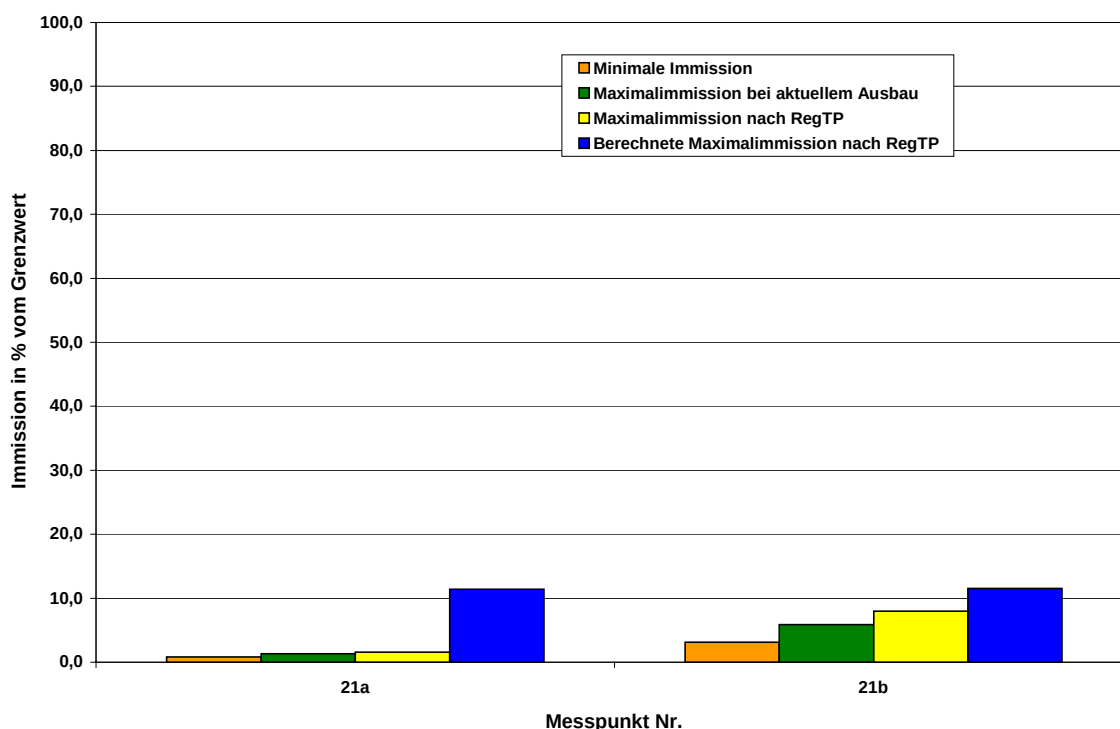


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 21

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

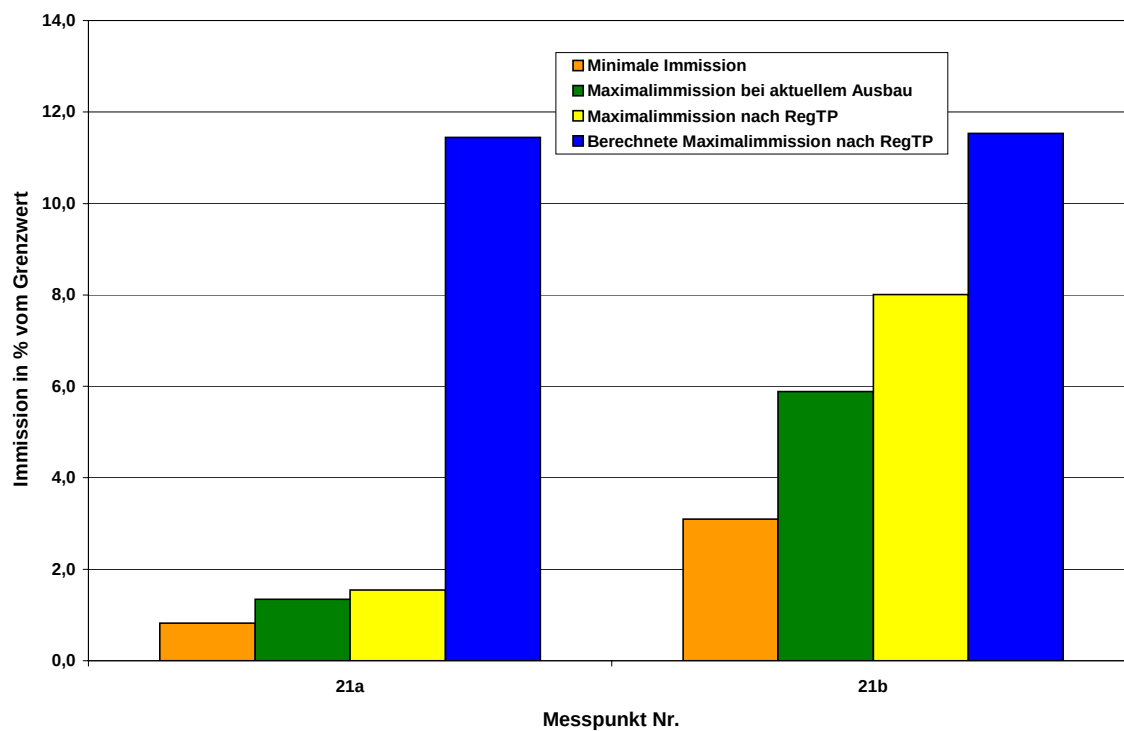


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 5 m
Horizontalwinkel: 168°
Vertikalwinkel: -27°

Von Messpunkt 22a aus besteht keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 22_2, daher kein Photo.

Hor. Entfernung zum Sender: 162 m
Horizontalwinkel: 88°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Von Messpunkt 22b aus besteht keine Sichtverbindung zum Anlagenstandort 22_2, daher kein Photo.

Hor. Entfernung zum Sender: 6 m
Horizontalwinkel: 195°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Hor. Entfernung zum Sender: 155 m
Horizontalwinkel: 88°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
22a	0,57 %	1,69 %	2,34 %	21,00 %
22b	0,73 %	2,07 %	2,80 %	18,26 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 11 bzw. 15 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 22 graphisch dar:

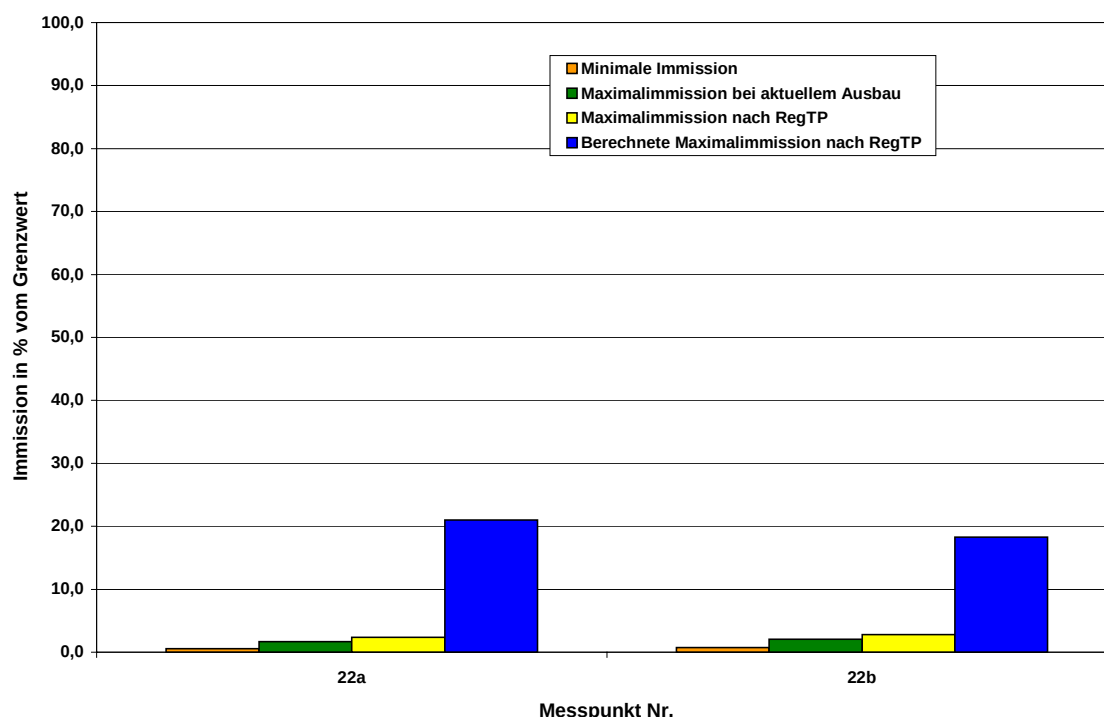


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 22

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

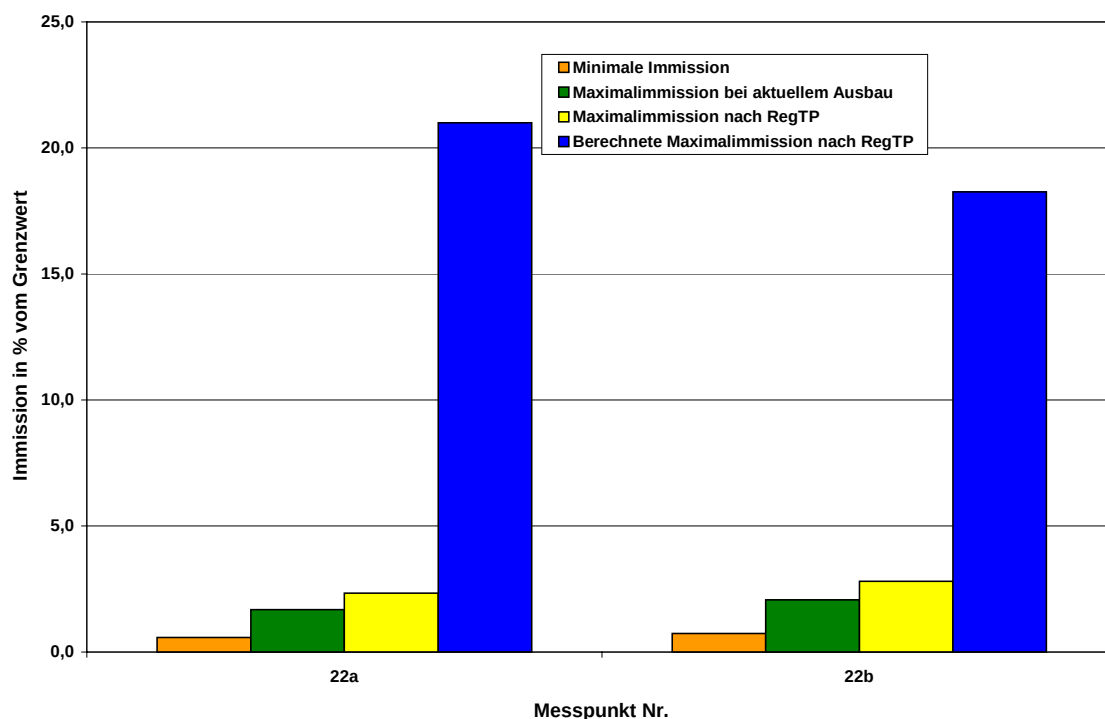
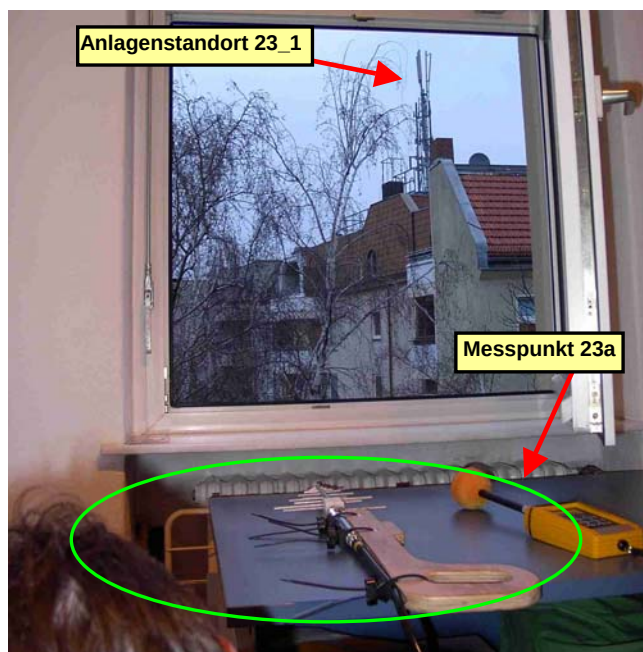


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

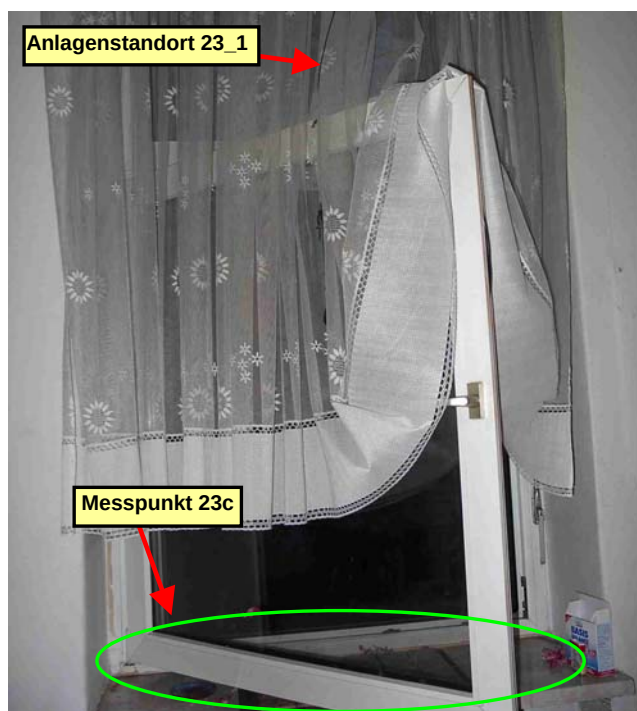
1. Lage der Messpunkte



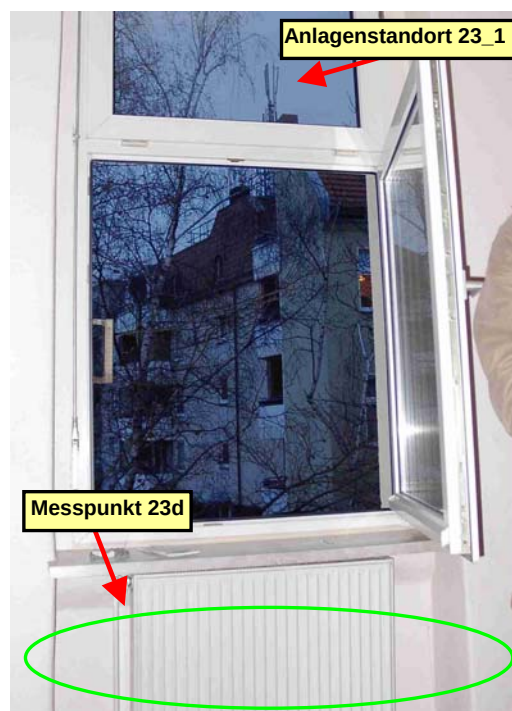
Hor. Entfernung zum Sender: 35 m
Horizontalwinkel: 190°
Vertikalwinkel: -17°

Vom Messpunkt 23b konnte kein Foto gemacht werden, da kein elektrisches Licht vorhanden war und die Dunkelheit bereits eingesetzt hatte.

Hor. Entfernung zum Sender: 35 m
Horizontalwinkel: 190°
Vertikalwinkel: -32°



Hor. Entfernung zum Sender: 35 m
Horizontalwinkel: 190°
Vertikalwinkel: -27°



Hor. Entfernung zum Sender: 35 m
Horizontalwinkel: 190°
Vertikalwinkel: -23°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
23a	0,75 %	1,05 %	1,49 %	4,08 %
23b	0,15 %	0,21 %	0,30 %	3,69 %
23c	0,18 %	0,24 %	0,35 %	3,81 %
23d	0,37 %	0,52 %	0,74 %	3,94 %

¹⁾: Immission (nur GSM, da keine UMTS-Anlage in der Umgebung vorhanden) in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa zwischen 8 und 37 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 23 graphisch dar:

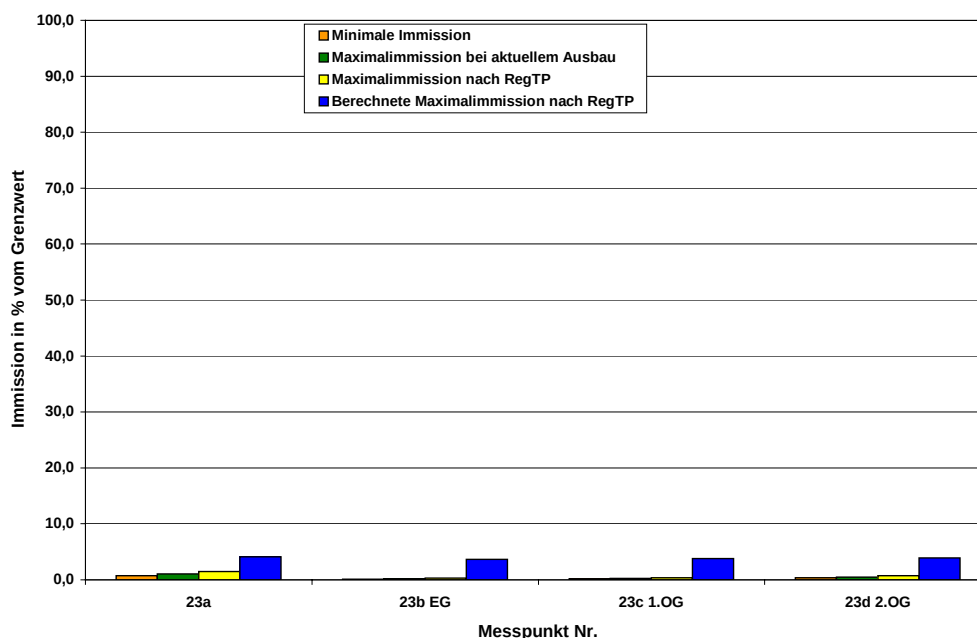


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 23

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

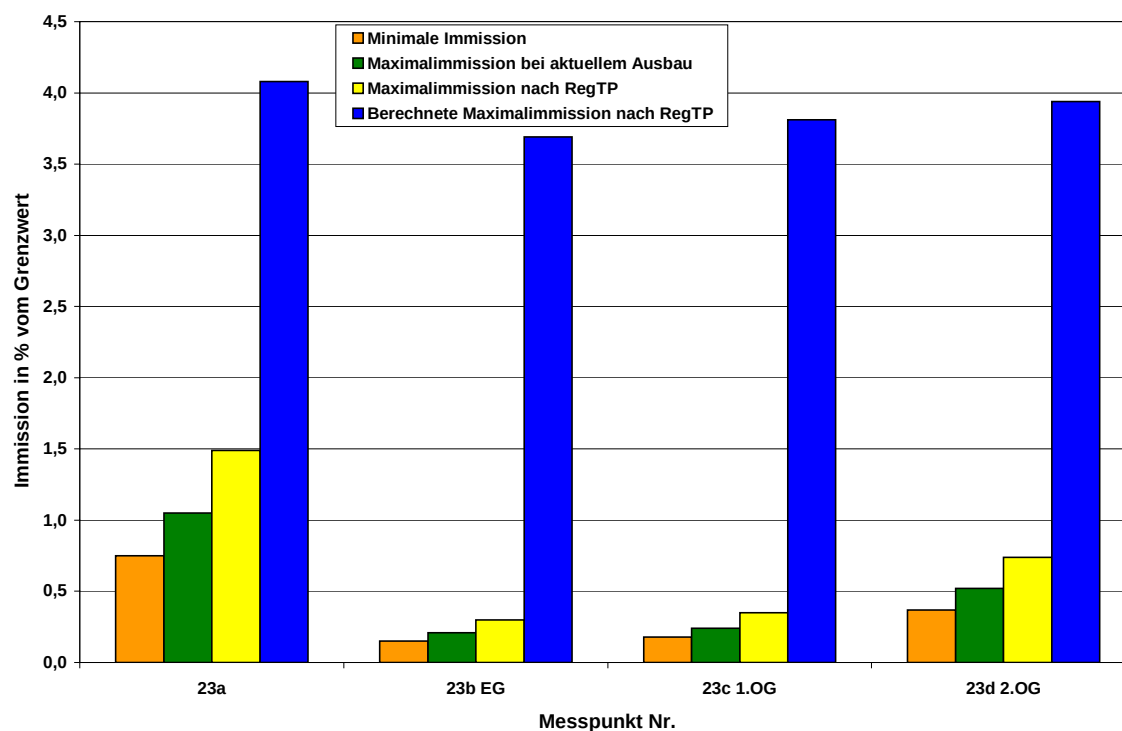


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

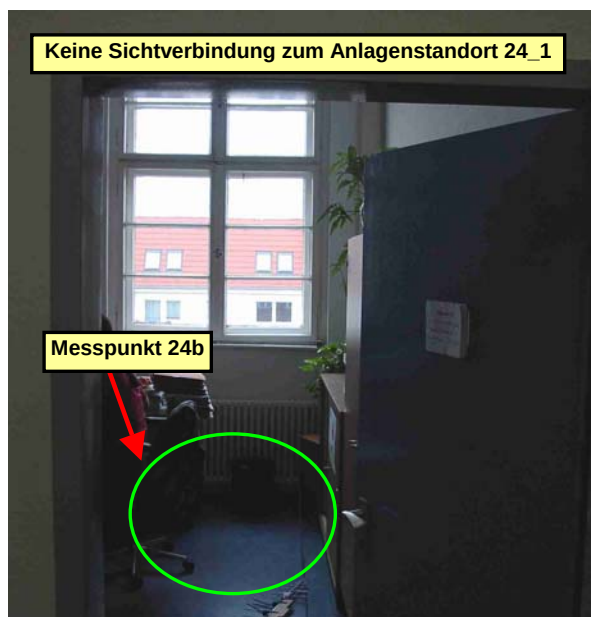
1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 10 m
Horizontalwinkel: 38°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Hor. Entfernung zum Sender: 340 m
Horizontalwinkel: 179°
Vertikalwinkel: -2°



Hor. Entfernung zum Sender: 8 m
Horizontalwinkel: 268°
Vertikalwinkel: keine Messung möglich



Hor. Entfernung zum Sender: 345 m
Horizontalwinkel: 181°
Vertikalwinkel: -2°

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
24a	0,70 %	1,59 %	2,59 %	16,16 %
24b	0,55 %	0,98 %	1,52 %	19,89 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen an beiden Punkten etwa 6 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 24 graphisch dar:

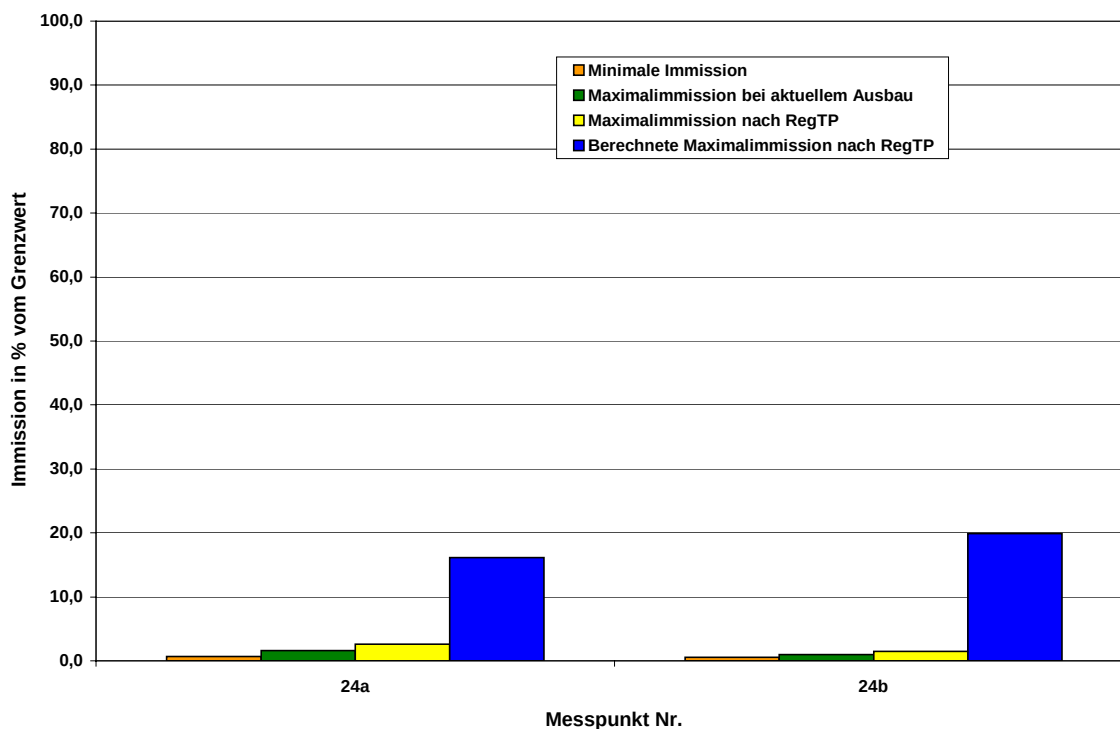


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 24

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

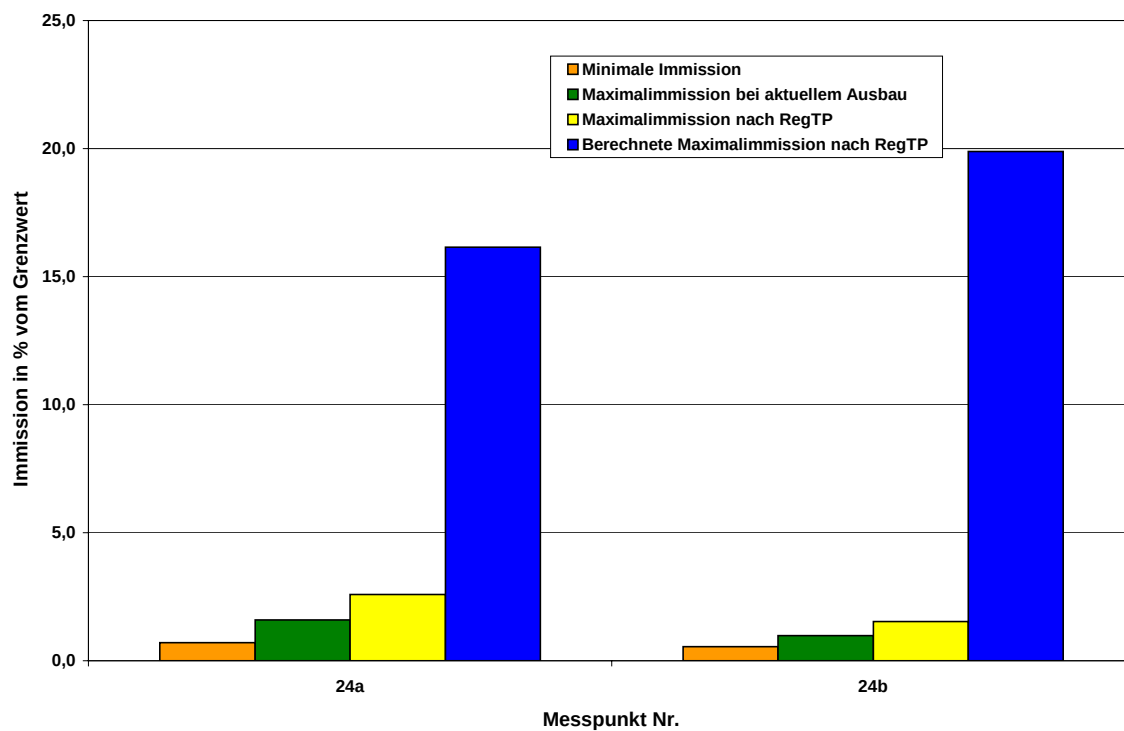
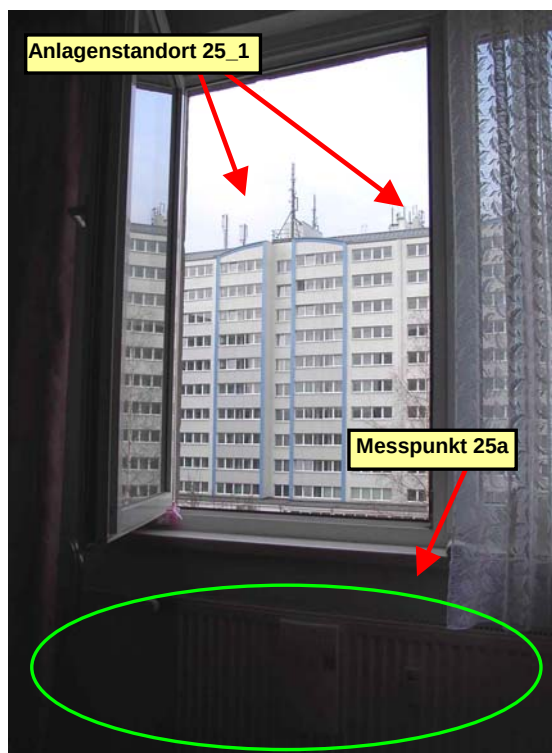
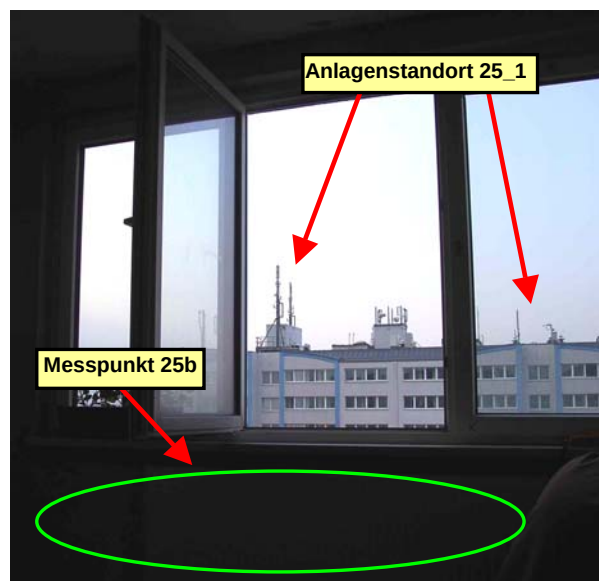


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

1. Lage der Messpunkte



Hor. Entfernung zum Sender: 86-93 m
Horizontalwinkel: 135°-158°
Vertikalwinkel: -16°



Hor. Entfernung zum Sender: 86-95 m
Horizontalwinkel: 133°-158°
Vertikalwinkel: -5°

Hinweis: Aufgrund der hohen Anzahl an Antennen und ihrer großräumigen Verteilung am Standort sind bei der Horizontalentfernung und beim Horizontalwinkel nur Wertebereiche angegeben.

Abb. 1: Lage der Messpunkte

2. Festgestellte Immissionen des Mobilfunks

Messpunkt	Minimale Immission ¹⁾ (durch Messung ermittelt)	Immission bei aktuel- lem Ausbauzustand ¹⁾ (hochgerechnet aus minimaler Immission)	Immission bei Maxima- lausbau ¹⁾ (hochgerechnet aus minima- ler Immission)	Aus Standortbescheinigungsda- ten berechnete Immission bei Maximalausbau ¹⁾
25a	2,93 %	4,67 %	6,74 %	10,20 %
25b	5,66 %	11,03 %	15,57 %	15,64 %

¹⁾: Immission als Summe aus GSM und UMTS in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV.

Tab. 1: Ergebnisse Mobilfunk

Die aus den Messungen ermittelten Immissionen erreichen etwa 66 bzw. 100 Prozent der aus den technischen Daten der Netzbetreiber rechnerisch prognostizierten Werte (Maximalausbau).

Folgende Abbildungen stellen die Resultate für Messort 25 graphisch dar:

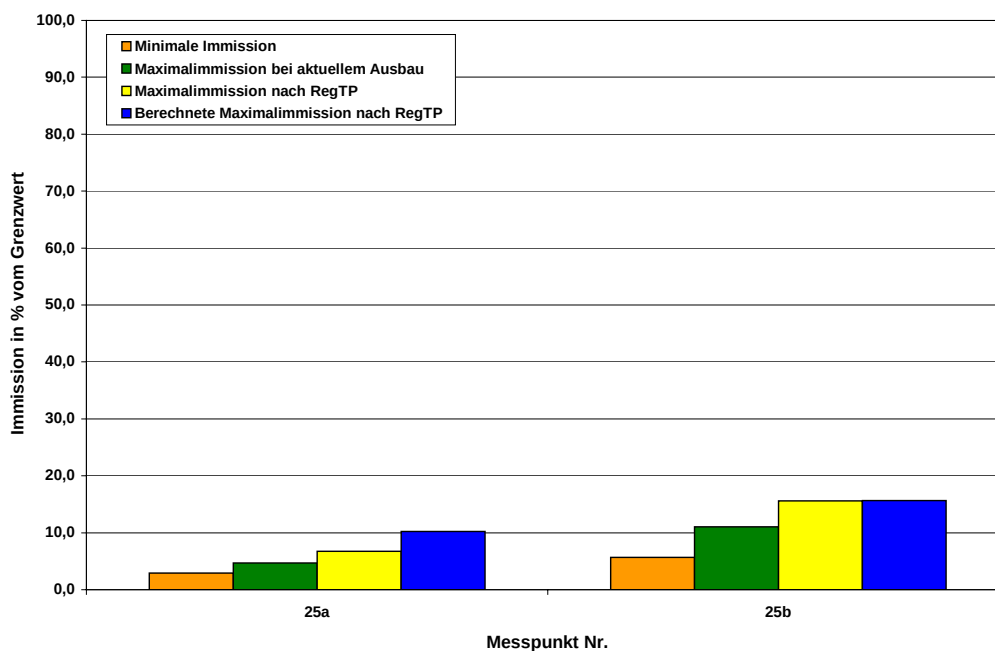


Abb. 2: Mobilfunkimmissionen am Messort 25

Die Vorgaben der 26. BImSchV sind eingehalten, so lange der Immissionswert am Messpunkt den Wert von 100 % unterschreitet.

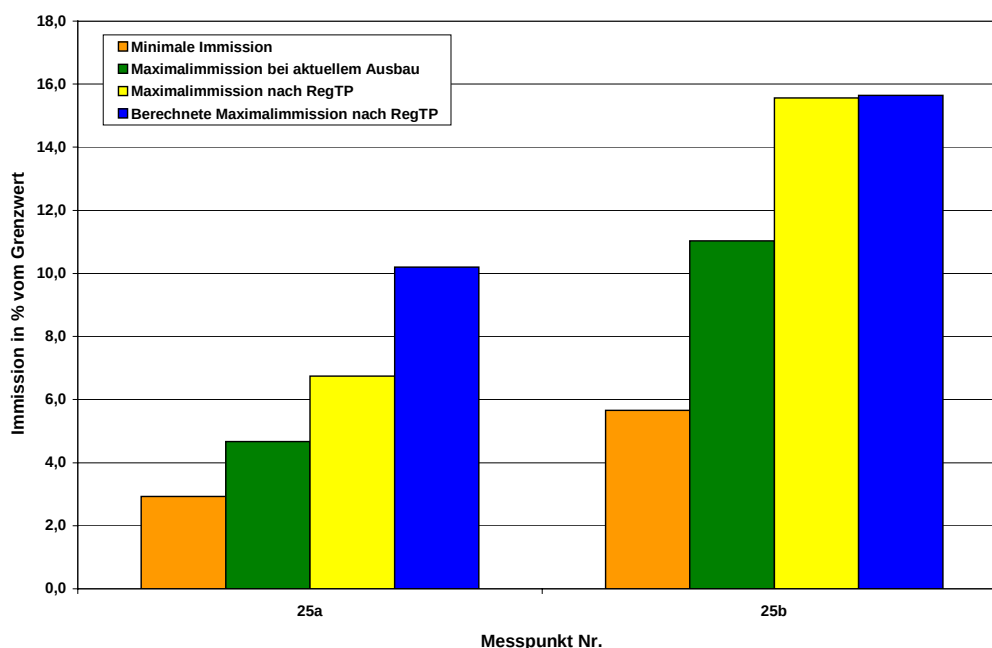


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Abb. 2

3. Kurzportraits der Auftragnehmer

Im folgenden werden die beiden Auftragnehmer, die EM-Institut GmbH und die IMST GmbH, kurz vorgestellt:

EM-Institut GmbH, Regensburg:

Die Ermittlung der Exposition durch hochfrequente Felder in der Umgebung von Sendeanlagen stellt derzeit den Schwerpunkt der wissenschaftlich-technischen Arbeiten der EM-Institut GmbH, Regensburg dar.

Allein in den letzten drei Jahren wurden unter Leitung von Prof. Wuschek mehr als 200 größere Projekte aus dem Gebiet der elektromagnetischen Felder in der Umwelt bearbeitet. Es handelte sich zum überwiegenden Teil um Feldstärkemessungen oder -berechnungen mit zugehöriger Bewertung der Ergebnisse (Grenzwertvergleich). Der Schwerpunkt lag dabei eindeutig auf den Feldern von GSM- und UMTS-Mobilfunkanlagen, jedoch wurden bei manchen Projekten auch die Felder anderer Sendeanlagen (z.B. Rundfunk/TV, Radar) gemessen und bewertet.

Folgende Tabelle gibt einen aktuellen Überblick über große, mit öffentlichen Auftraggebern durchgeführte Projekte:

Projekt	Auftraggeber
Möglichkeiten und Grenzen der Minimierung von Mobilfunkimmissionen: Auf Messdaten und Simulationen basierende Optionen und Beispiele*	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU)
Rahmenvertrag betreffend der Durchführung der im Aufgabengebiet des LfU anfallenden Immissionsmessungen in der Umgebung von Funksendeanlagen (14 Projekte im Jahr 2001)	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU)
Durchführung der Immissionsmessungen Mobilfunk in den "Pilotgemeinden" zum "Runden Tisch Mobilfunk Bayern" (6 große Städte; z.B. Regensburg, Passau, Erlangen, Augsburg, Ingolstadt, Landshut mit je 20 Messpunkten und 40 kleinere Gemeinden mit je 10 Messpunkten)	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU)
Feldstärkemonitoring in Bayern (Messungen an 400 statistisch ausgewählten Punkten): Wissenschaftliche Projektbegleitung und Durchführung eines Teiles der Messungen	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU)

Funkwellenmessprojekt Baden-Württemberg (ca. 900 Messpunkte). Durchführung zusammen mit Fa. Botronic, Stuttgart	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Kontrollmessungen in der Umgebung von 25 Mobilfunkstandorten. Überprüfung der Einhaltung der "Schweizer Anlagegrenzwerte". Vergleich mit Berechnungsergebnissen (Durchführung zusammen mit Fa. Inventis, Zürich)	Kantonsverwaltung Schwyz (Schweiz)
Aufbau und Betrieb eines Systems zur Langzeiterfassung elektromagnetischer Felder im Hochfrequenzbereich (Durchführung zusammen mit Fa. Inventis, Zürich)	Kantonsverwaltung Schwyz (Schweiz)
Messtechnische Ermittlung hochfrequenter elektromagnetischer Felder an repräsentativen Orten im Bundesland Schleswig-Holstein (40 Einzelmessungen)	Staatliches Umweltamt Kiel und Umweltministerium des Landes Schleswig-Holstein
Machbarkeitsstudie zur Einführung einer dauerhaften Überwachung hochfrequenter elektromagnetischer Felder in Bayern	Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
Messtechnische Ermittlung der Feldexposition in 38 Rinderhaltungen	Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
Messung hochfrequenter Felder an 106 Punkten im Fürstentum Liechtenstein	Amt für Kommunikation des Fürstentums Liechtenstein

*: derzeit in Bearbeitung

Zusätzlich zu diesen Großprojekten werden derzeit im Jahresdurchschnitt etwa 50 kleinere Einzelprojekte (meist Immissionsmessungen) im Auftrag von Kommunen, Gerichten oder Netzbetreibern durchgeführt.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt liegt in der Erarbeitung und Validierung von Messverfahren zur Bestimmung der Exposition in der Umgebung von GSM- bzw. UMTS-Mobilfunkbasisstationen. Erfahrungen daraus fließen ein in die nationale und internationale Normung durch Mitarbeit im GAK 764/767 „Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern – Mess- und Berechnungsverfahren“ der DKE.

Anfang 2000 wurde Prof. Wuschek durch die Regierung von Oberbayern zum öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen im Fachgebiet "Elektromagnetische Felder und Umwelt" ernannt.

Das EM-Institut ist außerdem beim Bayerischen Landesamt für Umweltschutz als zertifizierte Messstelle für hochfrequente Felder gelistet.

IMST GmbH, Kamp-Lintfort:

Die IMST GmbH ist im Bereich der Forschung und Entwicklung auf dem gesamten Gebiet der modernen Telekommunikationstechnik und der Mikroelektronik tätig. Die derzeit etwa 120 wissenschaftlichen Mitarbeiter arbeiten in den fünf Abteilungen

- HF-Schaltungen & Systemintegration,
- Antennen & EM Modelling,
- Information & Communication Systems,
- Wireless Solutions und
- Prüfbereich.

Die Abteilung „Prüfbereich“ beschäftigt sich mit der EMV- (Elektromagnetische Verträglichkeit) und EMVU-Prüfung (Elektromagnetische Umweltverträglichkeit) von Geräten und Anlagen. Hierfür steht ein mit Absorberkammer und Schirmkabine modern ausgerüstetes, akkreditiertes EMV-Labor zur Verfügung.

Darüber hinaus ist ein weiterer Schwerpunkt dieser Abteilung die Untersuchung und Bewertung der Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern. Mit dem dosimetrischen Messsystem DASY4 wird sowohl die spezifische Absorptionsrate SAR von Mobiltelefonen messtechnisch ermittelt, als auch Messungen der elektrischen und magnetischen Nahfelder von Hochfrequenz-Sendeinrichtungen durchgeführt. Unterstützt werden diese Messungen durch leistungsfähige numerische Simulationswerkzeuge, mit denen anhand von detaillierten numerischen Phantommodellen und Körpermodellen elektromagnetische Feldverteilungen im menschlichen Körper berechnet werden können.

Im Bereich der Immissionsmessungen unter realen Bedingungen verfügt die IMST GmbH über langjährige, einschlägige Erfahrungen. Hier werden regelmäßig Expositionsmessungen in der Umgebung von Sendeanlagen, wie z.B. Mobilfunk-, Rundfunk-, Fernseh- oder Radaranlagen unterschiedlicher Betreiber durchgeführt. Die messtechnische Überprüfung dieser Anlagen bezüglich der Grenzwerte der 26. BImSchV wird u.a. von Gerichten im Rahmen von Beweissicherungsverfahren in Anspruch genommen. Diese Messungen umfassen seit einigen Monaten auch die Immissionen von UMTS-Basisstationen.

Neben zahlreichen Einzelmessaktivitäten für Verbraucherverbände, Firmen, Privatpersonen, Gerichte sowie Netzbetreiber wurden auf diesem Arbeitsgebiet auch einige relevante Großprojekte durchgeführt:

In 1997 ist eine Studie *"Maßnahmenkatalog zur Verminderung der elektromagnetischen Umweltbelastung"* für das Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW abgeschlossen worden.

In den Jahren 1998 bis 1999 wurde für denselben Auftraggeber ein gemeinsames Großprojekt *"Elektromagnetische Felder in NRW – Vorstudie zur Prüfung der Realisierbarkeit eines Katasters elektrischer und magnetischer Felder für den Immissionsschutz"* erfolgreich durchgeführt. Hierbei wurde untersucht, ob, wie und mit welchem Aufwand ein Emissions- und Im-

missionskataster elektromagnetischer Quellen realisierbar ist. Als Besonderheit wurden hier erstmals nieder- und hochfrequente Quellen in einer gemeinsamen Studie untersucht.

In 2002 wurde für das Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW die Studie *"Elektromagnetische Felder in NRW – Untersuchung der Immissionen durch Mobilfunk Basisstationen"* abgeschlossen, die die Immissionen in der Nähe von Mobilfunk Basisstationen detailliert untersucht hat. Der Schwerpunkt der Studie lag in der messtechnischen Ermittlung der Immission an einer Vielzahl von unterschiedlichen Basisstations-Konfigurationen, wobei auch andere HF-Quellen (DECT, Rundfunk, TV, WLAN, andere Funkdienste) in den Messungen berücksichtigt wurden. Darüber hinaus wurden auch Fragen der Typisierbarkeit von Basisstationen näher untersucht. Mittels geeigneter Wellenausbreitungsmodelle wurde beschrieben, welche strukturellen Auswirkungen eine Absenkung der Grenzwerte (z.B. nach dem Schweizer Modell) auf das Mobilfunknetz hätte und wie die Gesamtimmission dadurch beeinflusst wird. Diese Studie hat sich mittlerweile für die kommunalen und staatlichen Umweltbehörden als Referenzwerk etabliert.

Im Jahre 2002 wurde für das Bundesamt für Strahlenschutz mit den Arbeiten am Projekt StSch 4375 *"Entwicklung von Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunk Basisstationen"* begonnen. In diesem zweijährigen Projekt sollen sowohl das Potential von existierenden numerischen und messtechnischen Verfahren zur Ermittlung von Mobilfunk Immissionen ausgelotet werden, als auch geeignete neue Verfahren entwickelt werden.