

Immissionskarte „Mobilfunk in Zirndorf“

Dokumentation (Kurzfassung)

Auftraggeber:	Stadt Zirndorf, Postfach 1160, 90505 Zirndorf
Durchführung:	Hans Ulrich-Raithel, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang:	17 Seiten
Veröffentlichung:	Veröffentlichung der Immissionskarte und der vollständigen Kurzfassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Die auszugsweise Veröffentlichung bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Umweltinstitut München e.V.

1. Auftrag/Sachverhalt

Die Stadt Zirndorf möchte zu den Mobilfunk-Immissionen Transparenz schaffen. Mit Schreiben vom 30.07.2009 beauftragte die Stadt Zirndorf das Umweltinstitut München e.V. zur Erstellung einer Mobilfunk-Immissionskarte zum Gemeindegebiet.

Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

2. Vorgelegte Unterlagen

- Digitale Flurkarte vom Gemeindegebiet im DXF-Format, Luftbild und digitales Geländemodell
- Standortbescheinigungen und Datenblätter Funkanlagen der Bundesnetzagentur zu in Betrieb befindlichen Mobilfunkanlagen im Gemeindegebiet und Umgriff:
 - STOB-Nr. 620273, Rote Str. 15 vom 25.03.2010 (nachfolgend B01 genannt)
 - 620388, Bahnhof Weiherhof vom 19.11.2003 (B02)
 - 620409, Weiherstr. 22 vom 07.05.2010 (B03)
 - 620688, Neuseser Str. 1 vom 08.02.2010 (B04)
 - 620846, Fuggerstr. 2 vom 11.11.2004 (B05)
 - 620868, Fl. 205/10 Gmkg. Leichendorf vom 03.04.2003 (B06)
 - 620968, Oberasbacher Str. 19 vom 15.08.2005 (B07)
 - 621210, Albrecht-Dürer-Str. 1 vom 26.03.2002 (B08, derzeit nicht in Betrieb)
 - 621224, Adlerstr. 11 vom 17.07.2002 (B09)
 - 621280, Gmkg. Zirndorf Fl. 310/2 vom 16.05.2007 (B10)
 - 621304, Fürther Str. 83 vom 18.01.2010 (B11)
 - 621458, Gmkg. Leichendorf Fl. 448/1 vom 26.04.2010 (B12)
 - 621522, Österreicher Str. 2 vom 25.03.2010 (B13)
 - 620159, Vordere Hochstr. 11, 90522 Oberasbach vom 09.05.2003 (B14)
 - 620354, Dessauerstr. 26, 90522 Oberasbach vom 10.07.2008 (B15)
 - 620587, Rathausplatz 1, 90522 Oberasbach vom 15.08.2005 (B16)
 - 620694, Eichenfeldstr. 9-13, 90522 Oberasbach vom 19.02.2009 (B17)
 - 621641, Gmkg. Bronnamberg, Fl. 322 (Antragsdatenblatt mit dem Schreiben der Bundesnetzagentur vom 11.06.2010, nachfolgend W01 genannt)
- „Ergebnisbericht über die Messung elektromagnetischer Felder in der Umgebung von Mobilfunksendeanlagen“ für die Stadt Zirndorf von Herrn Wuschek, EM-Institut vom 28.04.2003 incl. Austauschblätter vom 15.07.2003
- I. Beschlussbuchauszug der Sitzung des Stadtrates Zirndorf vom 28.09.2006

3. Vorgehensweise

3.1 Messung

Vorgelegte Messungen anerkannter Institute wurden berücksichtigt. Die zusätzlich nötigen Messpunkte wurden durch den Ersteller des Berichts ausgewählt mit dem Ziel:

- Erfassung einer ortstypischen Verteilung ausgewählter stärker und schwächer befederter Punkte
- Verifikation der angewandten Prognoseparameter.

Die Messungen wurden von Manfred Haider, Fa. EMV vor Ort, 83125 Eggstätt durchgeführt. Zur Bestimmung der maximalen Immission wird die Schwenkmethode¹ angewandt. Die Messantenne wird in etwa 1,5 m über dem Boden langsam in verschiedenen Polarisations- und Raumausrichtungen geführt. Die Beobachtung der „max-hold“ Darstellung am Spektrumanalysator zeigt ob das Maximum der Feldstärke aufgezeichnet wurde.

Verwendete Geräte und Einstellungen: Vgl. Anhang auf Seite 15.

Die Messunsicherheit wird in Anlehnung an den „IEC Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (First edition 1995 ISBN 92-67-10188-9) bestimmt und beträgt ± 3 dB. Sie wird den Ergebnissen nicht aufgeschlagen.

In einem vorbereitenden Arbeitsgang werden die Frequenzen der GSM-Organisationskanäle und die primären Scrambling Codes (UMTS) den Mobilfunkbasisstationen zugeordnet.

Berechnung der Leistungsflussdichte bei Anlagenvollauslastung:

- GSM
Am Messpunkt wird die Feldstärke der Organisationskanäle gemessen und daraus die Leistungsflussdichte berechnet. Die Multiplikation dieser Leistungsflussdichte mit der beantragten Gesamtkanalzahl (Angabe entnommen aus dem Datenblatt Funkanlagen der Bundesnetzagentur) ergibt die Leistungsflussdichte bei Anlagenvollauslastung.
- UMTS
Bei der codeselektiven Messung wird der Pegel des primären CPICH gemessen und auf Vollast eines Bandes hochgerechnet. Die Multiplikation dieser Leistungsflussdichte mit der beantragten Anzahl der Bänder (Angabe entnommen aus dem Datenblatt Funkanlagen der Bundesnetzagentur) ergibt die Leistungsflussdichte bei Anlagenvollauslastung. Der Pegel des CPICH ist konstant und wird mit 10% des Gesamtsignals (bezogen auf Anlagenvollauslastung) angenommen. Es werden die beiden stärksten Scrambling Codes berücksichtigt (Messort im Einfluss von max. 2 Sektoren).

Angegeben werden Messergebnisse zu Frequenzen, die am jeweiligen Messpunkt mindestens 1 Prozent des stärksten Signals aufweisen. Die angegebenen Frequenzen und Scrambling Codes wurden den jeweiligen Standorten zugeordnet, sofern diese auf dem Gemeindegebiet lagen. Alle Angaben sind auf die Leistungsflussdichte bezogen.

3.2 Immissionsprognose

- a) Die Standortbescheinigungen und die Datenblätter Funkanlagen der Bundesnetzagentur zu den bei der Untersuchung zu berücksichtigenden Mobilfunkanlagen wurden von der Stadt Zirndorf übermittelt. Redaktionsschluss für die eingegangenen Daten und Änderungen war der 15.10.2010.

¹ S. III.3.2.2.5 der Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26.BImSchV) des Länderausschusses für Immissionsschutz (107. Sitzung, 15.-17. März 2004).

- b) Mit dem Berechnungsprogramm NIRView 4.52 wird die Feldstärkeverteilung um die angegebenen Mobilfunkbasisstationen auf Basis der funktechnischen Parameter der in der jeweiligen Grafik farbig dargestellten Anlage(n), des Antennendiagramms, der digitalen Flurkarte, dem Gebäudemodell und dem digitalen Geländemodell² mittels Freifeldberechnung³ errechnet und grafisch dargestellt. Die farblich abgestufte Darstellung repräsentiert die Leistungsflussdichte unter Berücksichtigung der Geländetopographie. Signalabschwächungen durch Gelände- und Gebäudeabschattungen und deren teilweise Kompensation durch Beugung werden unter grober Abschätzung der Gebäudehöhe und Dämpfung grafisch angedeutet.⁴ Verhindern Bäume oder andere Objekte den Sichtkontakt in Bereichen, in denen aufgrund der Geländetopographie Sichtkontakt zur Antenne bestünde, wird die Leistungsdichte niedriger sein, als dargestellt. Bei Reflexionen kann die reale Belastung höher sein, als dargestellt. Dies betrifft insbesondere Zonen im Nahbereich von Anlagen, die nicht vom Hauptstrahl erfasst werden und z.B. Bereiche vor angestrahlten Gebäudefronten. Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der vollen Anlagenauslastung aller beantragten Kanäle (GSM) bzw. Bänder (UMTS).
- c) Die Immissionskarte bezieht sich auf Mobilfunkanlagen im Gemeindegebiet. Zudem wurden Daten zu Anlagen berücksichtigt, welche sich außerhalb des Gemeindegebietes in einem Umgriff von bis zu 1 km befinden, sofern diese von der Kommune übermittelt wurden, vgl. Seite 17. Die Immissionskarte stützt sich unter Bezugnahme auf das Umweltinformationsgesetz auf behördlich vorliegende und dort abgerufene Daten. Ausgangswerte für die Immissionsprognose gem. Datenblatt Funkanlagen der Bundesnetzagentur finden sich in Anhang 2 auf Seite 17. Die dort angegebenen Höhen beziehen sich auf die Antennenmitte. Bei variablen Daten (Hauptstrahlneigung) wurden Annahmen getroffen.
- d) Das Karten- und Datenmaterial stand für das Gemeindegebiet mit Umgriff zur Verfügung. Die Immissionskarte erlaubt keine Aussagen außerhalb des Gemeindegebietes sowie zu Auswirkungen nicht betrachteter Anlagen.
- e) Immissionsprognosen dienen aufgrund der starken Modellvereinfachungen ausschließlich der groben, vergleichenden Abschätzung. An ausgewählten Punkten wurde das Prognosemodell durch Messungen verifiziert. Für konkrete, adressgenaue Aussagen abseits der hier dokumentierten Messungen sollte bei weiterem Klärungsbedarf Messungen der Vorzug gegeben werden.
- f) Die Farbgrafiken sind in der elektronischen Fassung (PDF) in der Original-Auflösung eingebettet; dh. können dort vergrößert betrachtet werden.

² Digitales Geländemodell DGM25: © Landesamt für Vermessung und Geoinformation

³ Freifeldberechnung durch die untersuchte Anlage mit Sichtkontakt

⁴ Sofern die Gebäude in der Flurkarte verzeichnet sind und als geschlossenes Polygon aus dem betreffenden Gebäudelayer der Digitalen Flurkarte extrahiert werden konnten. Für die Darstellung der Abschattungen wurde das auf Anregung des Umweltinstitut München e.V. entwickelte empirische Modell "Gebäudeüberschneidung: schnittlängenabhängige Dämpfung" sowie „Längenabhängige Geländedämpfung“ gewählt.

4. Messergebnisse

MP	Ortsteil	Messort	Sichtkontakt	Bem.	Summe	UMTS	GSM	DECT
1	Bronnamberg	Am Brünfeld 10	B09	außen	7713	0	7709	4
2	Weierhof	Schwanenweg 10	B03	außen	665	227	438	0
3	Weierhof	Weierhofer Hauptstr. / Fichte Weg	B02	außen	200	1	199	0
4	Weierhof	Kreuzung Hegelstr./ Wielandstr.	B02	außen	47	3	14	30
5	Zirndorf	Hinterm Bahnhof, Parkplatz (Glascontainer)	B01	außen	4489	188	4301	0
6	Zirndorf	Kleinstr.8	B01	außen	3978	505	3473	0
7	Zirndorf	Kreutleinstr.8	B10	außen	3940	10	3931	0
8	Zirndorf	Sauerbruchstr. gegenüber Hs. Nr. 22	kein Sichtkontakt	außen	225	17	208	0
9	Zirndorf	Felsenstr./ Einmündung in Heimgartenstr.	B05	außen	20276	0	20276	0
10	Zirndorf	Rothenburger Str. (Eingang Küchenladen)	B13	außen	44517	44517	-	-
11	Weinzierlein	Römerstr. / Einmündung Kleestr.	B04	außen	15774	732	15042	0
12	Wintersdorf	AWO Kindergarten, Frankenstr.8a	B12	außen	22	0,5	20	2
13	Wintersdorf	AWO Kiga, Spielbereich Eingangshalle	kein Sichtkontakt	innen	5419	0,0	0,1	5418
14	Zirndorf	Heimgartenstr.	B05	außen	10941	0	10941	0
15	Zirndorf	Neptunstr. / Albrecht Dürer Str.	B13	außen	901	901	-	-
16	Zirndorf	Neptunstraße, am Hallenbad	B13	außen	285	285	-	-
17	Bronnamberg	Am Brünfeld 3	kein Sichtkontakt	außen	216	0	216	0
18	Bronnamberg	Am Brünfeld 31	kein Sichtkontakt	außen	21	0	21	0
19	Bronnamberg	Leichendorfer Str.4	kein Sichtkontakt	außen	2	0	2	0
20	Bronnamberg	Rebhuhnweg, Ende Stichstraße	kein Sichtkontakt	außen	17	0	17	0

MP Nr.	Messort	UKW-Rundfunk	Digit. Radio DAB-T	Digit. TV DVB-T
20	Bronnamberg, Rebhuhnweg	0,7	0,2	7,0

Tabelle: Messergebnisse (Mobilfunk und Schnurlostelefon DECT, an Messpunkt 20 auch UKW-Rundfunk und Fernsehen).

Angaben in $\mu\text{W}/\text{m}^2$. $1000 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 1 \text{mW}/\text{m}^2$.

0: nicht nachweisbar bzw. kleiner als 1 % des stärksten Signals am Messpunkt oder verschwindet im Rauschen.

-: nicht bestimmt

Messergebnisse im Detail und Dokumentation siehe ab Seite 10.

Lage der Messpunkte siehe Seite 13, Koordinaten siehe Seite 16.

5. Beurteilung / Empfehlung

5.1 Vorgelegter Ergebnisbericht des EM-Instituts

Im Rahmen der Eingangsprüfung fiel auf den Seiten 14 und 15 des Berichts vom 28.04.2003 auf, dass die Telekom-Anlage mit zwei beantragten Kanälen je Sektor eine für den Betreiber untypisch schwache Konfiguration aufwies. Ein Vergleich mit den Seiten, welche laut Aktenvermerk am 15.07.2003 ausgetauscht wurden, erbrachte eine dort hinterlegte Anzahl von vier Kanälen je Sektor.

Für die Station in Bronnamberg hat die Telekom bei der Bundesnetzagentur je Sektor vier Kanäle beantragt, wie das von der Stadt Zirndorf bei der Bundesnetzagentur angeforderte Antragsdatenblatt zu der am 17.07.2002 erteilten Standortbescheinigung ausweist.

Der Bericht des EM-Instituts bezieht sich ausdrücklich auf Volllast aller genehmigten Kanäle: *„Nach 26. BImSchV ist die bei der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung entstehende Immission zu bestimmen. Aus diesem Grund wurden zusätzlich die gefundenen Messergebnisse des Mobilfunks (Immission, verursacht durch den Signalisierungskanal je Sektor) unter Zuhilfenahme der uns vom Betreiber zur Verfügung gestellten technischen Anlagendaten (von der RegTP⁵ genehmigte Kanalzahl je Antenne) auf die Immissionswerte bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung hochgerechnet, damit eine echte „worst case“-Berechnung sichergestellt ist“*, so das EM-Institut im Bericht auf Seite 7.⁶

*„Aufgrund Nachfragen bei der T-Mobil wurde seinerzeit mitgeteilt, dass die Anlage nur mit 2 Frequenzen pro Sektor und nicht mit 4 in Betrieb genommen wurde. Aufgrund dessen wurde durch das EM-Institut der Bericht überarbeitet.“*⁷

Es kommt häufig vor, dass Mobilfunkstationen mit weniger Kanälen in Betrieb gehen, als beantragt; die Betreiber möchten vermeiden, bei späteren Kapazitätserweiterungen jeweils neue Standortbescheinigungen beantragen zu müssen.

Für die Hochrechnung auf Volllast ist jedenfalls die genehmigte Kanalzahl je Antenne mit vier Kanälen (Frequenzen) anzusetzen; nicht deren zwei.

Aus diesem Grund erscheinen die ursprünglichen, durchgestrichenen Seiten 9, 10, 11, 14 und 15 als korrekt; der Seitentausch vom 15.07.2003 mit den dann niedrigeren Messwerten als ungerechtfertigt.

Des Weiteren fiel beim Bericht eine Datumsinkonsistenz auf: Die von Prof. Wuschek unter dem Datum 28.04.2003 unterschriebene Seite 11 existiert in zwei Fassungen. Der auf dem Deckblatt angebrachte Aktenvermerk lässt darauf schließen, dass es sich bei der nicht durchgestrichenen Fassung der Seite 11 mit den niedrigeren Messwerten wohl um eines der Austauschblätter vom 15.07.2003 handelt.

5.2 Messwerte der vorliegenden Untersuchung

Die höchsten gemessenen Befeldungen durch Mobilfunk-Basisstationen wurde mit 45 bzw. 20 und 15 mW/m² an den Messpunkten 10, 9 und 11 festgestellt, die niedrigsten mit 0,002 bzw. 0,02 mW/m² an den Messpunkten 19 bzw. 12, 18 und 20.

Im AWO-Kindergarten in der Frankenstr. 8a (Messpunkt 13) betrug die Befeldung im Spielbereich der Eingangshalle durch ein Schnurlostelefon mit 5,4 mW/m² rund das fünfzigtausendfache des Mobilfunks.

⁵ Jetzt: Bundesnetzagentur

⁶ „Ergebnisbericht über die Messung elektromagnetischer Felder in der Umgebung von Mobilfunkstationen“ für die Stadt Zirndorf vom EM-Institut, 28.04.2003 mit Austauschblättern vom 15.07.2003

⁷ I. Beschlussbuchauszug der Sitzung des Stadtrates Zirndorf vom 28.09.2006

Bezugnehmend auf die Forderungen des Bundesamts für Strahlenschutz wird empfohlen, dauerstehende Schnurlostelefone auszutauschen und den Einsatz von Repeatern möglichst zu vermeiden. Bei Verwendung von Einzelgeräten kann eine moderne Technologie⁸ mit geregelter Sendeleistung eingesetzt werden, bei der die Basisstation auch bei entnommenem Mobilteil nur während des Telefonats sendet.

An Messpunkt 20 wurde auch Radio und Fernsehen bestimmt. Die Summenbelastung durch das UKW-Radio betrug $0,0007 \text{ mW/m}^2$, beim digitalen Radio $0,0002 \text{ mW/m}^2$, beim digit. Fernsehen $0,007 \text{ mW/m}^2$.

5.3 Immissionskarte

Dank des Umweltinformationsgesetzes konnten behördlich vorliegende, emissionsrelevante Daten abgerufen werden, welche Voraussetzung zur Erstellung der Immissionskarte sind.⁹

Eingesetzt wurde eine hochentwickelte Prognosetechnologie, welche auch die Darstellung von Abschattungen durch Gebäude ermöglicht. Hierfür wurde das auf Anregung des Umweltinstitut München e.V. entwickelte empirische Modell „Gebäudeüberschneidung: schnittlängenabhängige Dämpfung“ eingesetzt, vgl. Seite 4.

Die farbliche Abstufung „Türkis - Grün - Gelb - Orange - Rot - Violett“ wurde so gewählt, dass das weit gefächerte Spektrum der berechneten Immissionswerte möglichst gut erkennbar und damit eine anschauliche, vergleichende Betrachtung möglich ist.

Dargestellt sind Immissionen außerhalb von Gebäuden. Innerhalb von Gebäuden ist von einer niedrigeren Befeldung durch Mobilfunkanlagen auszugehen. Sind dort zusätzliche Quellen vorhanden wie z.B. Schnurlostelefon/WLAN, ist es möglich, dass diese vor allem im betroffenen Raum die dominierende Hochfrequenz-Feldquelle darstellen. Die Belastung innerhalb von Gebäuden kann bei Klärungsbedarf durch Messung ermittelt werden.

Aus der Immissionskarte wird ersichtlich, dass sich die Strahlenbelastungen im Umfeld der einzelnen Mobilfunkanlagen deutlich unterscheiden. Dies liegt zum Teil an der ausgeführten Konfiguration und Montagehöhe der Antennen, zum Teil aber auch am unterschiedlichen Grad der Betriebsnähe der beantragten Sendeleistung.

Mit 4 m über Grund liegt die Prognoseebene im Bereich des 1. Obergeschosses. Mit kleineren Einschränkungen lässt dies Aussagen zwischen der Fußgängerebene bei Aufenthalt im Freien (1,5 m über Grund) und dem 2. OG zu¹⁰. Besonders in der Nähe von Mobilfunkanlagen kann die Befeldung in größerer Höhe deutlich ansteigen. Bei weiterem Klärungsbedarf können konkrete Aussagen zu höheren Gebäuden z.B. durch Messung oder punktbezogene Immissionsprognosen getroffen werden.

5.4 Betriebsnähe von Antragsdaten

Bei Sendeleistungen von mehr als 20 W pro Kanal besteht die Gefahr von Qualitätseinbußen im Netz (Interferenzen durch zu große Reichweiten der Basisstationen sowie Störungen und Verbindungsabbrüche, da das Funksignal des Handys die Basisstation nicht kontinuierlich mit ausreichendem Pegel erreicht).

Teilweise werden von Netzbetreiberseite bei der Bundesnetzagentur deutlich höhere Sendeleistungen beantragt als tatsächlich später aufgebaut bzw. zunächst eingestellt.

⁸ http://www.bfs.de/elektro/Strahlungsarme_Dect_Schnurlostelefone.html

Hinweis: Einige der mit „Eco-Mode“ gekennzeichneten Geräte schalten nur ab, wenn sich das Mobilteil in der Ladeschale befindet.

⁹ Bei variablen bzw. bei der Bundesnetzagentur nicht verfügbaren Daten (Hauptstrahlabsenkung, cPich Leistungsanteil) wurden Annahmen getroffen.

¹⁰ Die Einschränkungen in der Genauigkeit liegen erfahrungsgemäß innerhalb der Unsicherheit aufgrund der notwendigen Vereinfachungen im Prognosemodell. Für konkrete, gebäudescharfe Aussagen sollten bei bestehenden Mobilfunkanlagen Messwerte bevorzugt herangezogen werden.

Die Immissionskarte wurde mit den beantragten Sendeleistungen berechnet und auf Vollauslastung der Anlagen bezogen.

Neben anderen Effekten bzw. Vereinfachungen im Prognosemodell kann dies bei den Immissionsprognosen zu Abweichungen zwischen der real angetroffenen Situation (Messwert) und berechneter Immissionsprognose führen.

6. Schlussbemerkung

Die hier dargestellten Berechnungen entsprechen in ihrer Auslegung und Platzierung den dokumentierten Annahmen.

Die Untersuchung liefert keine Hinweise, dass der in Deutschland gültige Grenzwert nach der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes überschritten werden könnte. Konkrete Aussagen zur Einhaltung des Grenzwerts an Orten abseits der angegebenen Messpunkte sind mit dieser Untersuchung jedoch nicht verbunden sondern können den jeweiligen Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur entnommen werden. Im Zweifelsfalle können ergänzende Informationen bei in Betrieb befindlichen Anlagen durch Messungen erlangt werden.

Für Rückfragen stehe ich gerne zur Verfügung.

München, den 20. Oktober 2010

Hans Ulrich-Raithel, Dipl.-Ing. (FH)
Referent elektromagnetische Felder

Rundfunk/Fernsehen

MP20	V / m	$\mu\text{W} / \text{m}^2$
Summe		
UKW	0,02	0,7
DAB-T	0,009	0,2
DVB-T	0,05	7

Einzelwerte

UKW

el. Feldstärke	el. Feldstärke	Leistungsdichte	Frequenz	
E bez. $1\mu\text{V}$	E	S		
$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	V / m	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	MHz	
75,4	0,006	0,09	87,6	
71,3	0,004	0,04	88,9	
65,1	0,002	0,009	98,6	
74,7	0,005	0,08	97,9	
68,9	0,003	0,02	92,3	
60,4	0,001	0,003	92,9	
79,3	0,009	0,2	100,6	
72,9	0,004	0,05	104,5	
64,7	0,002	0,008	106,9	
77,4	0,007	0,1	102	
68,2	0,003	0,02	105,1	
60,7	0,001	0,003	105,6	

Einzelwerte

DAB-T

el. Feldstärke	el. Feldstärke	Leistungsdichte	Frequenz	Kanal
E bez. $1\mu\text{V}$	E	S		
$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	V / m	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	MHz	
74,9	0,006	0,08	222,064	11D
76,8	0,007	0,1	229,072	12D

Einzelwerte

DVB-T

el. Feldstärke	el. Feldstärke	Leistungsdichte	Frequenz	Kanal
E bez. $1\mu\text{V}$	E	S		
$\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$	V / m	$\mu\text{W} / \text{m}^2$	MHz	
61,5	0,001	0,004	538	29
88,5	0,03	2	578	34
88,9	0,03	2	682	47
84,9	0,02	0,8	722	52
89,3	0,03	2	746	55
78,5	0,008	0,2	786	60
79,3	0,009	0,2	834	66

Lage der Messpunkte



Abbildung 1: Lage der Messpunkte MP01 sowie MP17 bis MP20



Abbildung 2: Lage der Messpunkte MP02 bis MP 04

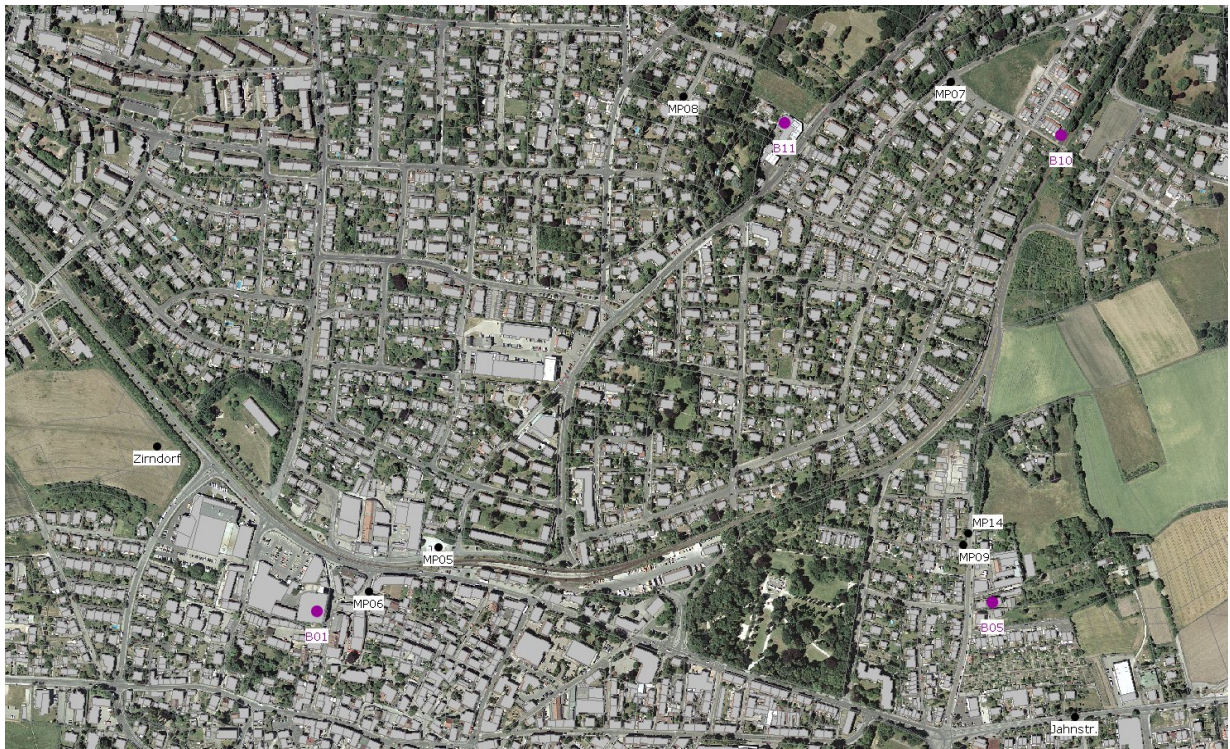


Abbildung 3: Lage der Messpunkte MP05 bis MP09 und MP14



Abbildung 4: Lage der Messpunkte MP10, MP15 und MP16



Abbildung 5: Lage der Messpunkte MP11-MP13

Verwendete Messgeräte

Messgerät	Hersteller	Typ	Seriennummer
Spektrumsanalysator	Rohde&Schwarz	FSH8	101762
Antenne	Schwarzbeck	USLP 9143	287
Antenne	Schwarzbeck	SBA 9113B	364
Antenne	Schwarzbeck	UBAA 9114	208
Kabel	BR-Elektronik	2m N	023K

Witterungsbedingungen am Messtag

Datum 02.08.10
Wetter wechselhaft
Temperatur 15 .. 25 °C

Datum 03.08.10
Wetter wechselhaft
Temperatur 15 .. 25 °C

Koordinaten der Messpunkte

Name	X	Y	Z
MP01	4421079	5478727	350,3
MP02	4421941	5480706	323,1
MP03	4422547	5480730	331,0
MP04	4422505	5480604	341,5
MP05	4424454	5479100	309,7
MP06	4424358	5479038	311,4
MP07	4425165	5479753	330,9
MP08	4424794	5479733	336,9
MP09	4425183	5479104	309,7
MP10	4424764	5478027	311,3
MP11	4420143	5476827	309,9
MP12	4421210	5477434	302,7
MP13	4421224	5477426	302,7
MP14	4425190	5479120	310,1
MP15	4424864	5478170	303,5
MP16	4424613	5478211	301,0
MP17	4421004	5478700	351,3
MP18	4420952	5478669	349,6
MP19	4421050	5478502	334,5
MP20	4421367	5478586	344,7

Bezug: Digitale Flurkarte, Gauss-Krüger, Potsdam-Datum. Z: Höhe in m ü.N.N gem. digitalem Geländemodell

Einstellungen an den Messgeräten

Funkdienst	Detektor	Filter	Kanal
		Bandbreite	Bandbreite
		MHz	MHz
GSM	rms	0,2	
UMTS	rms		codeselektiv
DAB-T	rms		1,536
DVB-T (VHF)	rms		6,665
DVB-T (UHF)	rms		7,607
UKW	rms	0,3	
DECT	peak	1,0	

Anhang 2: Bei der Berechnung berücksichtigte Mobilfunk-Standorte

Site	Provider	Carrier	Direction [°]	Height (AGL) [m]
B01	E-Plus	GSM18	90	27,95
B01	E-Plus	GSM18	210	27,95
B01	E-Plus	GSM18	330	27,95
B01	O2	GSM18	120	29,45
B01	O2	GSM18	240	27,84
B01	O2	GSM18	330	29,35
B01	O2	UMTS	120	28,35
B01	O2	UMTS	240	28,35
B01	O2	UMTS	320	28,35
B01	Telekom	GSM09	90	30,49
B01	Telekom	GSM09	210	30,49
B01	Telekom	GSM09	330	30,49
B01	Telekom	UMTS	90	23,9
B01	Telekom	UMTS	210	22
B01	Telekom	UMTS	330	22
B01	Vodafone	GSM09	60	31,12
B01	Vodafone	GSM09	180	31,12
B01	Vodafone	GSM09	300	31,12
B01	Vodafone	UMTS	60	32,4
B01	Vodafone	UMTS	180	32,4
B01	Vodafone	UMTS	300	32,4
B02	E-Plus	GSM18	omni	30,9
B03	E-Plus	GSM09	60	36,26
B03	E-Plus	GSM09	130	36,26
B03	E-Plus	GSM09	270	36,26
B03	E-Plus	GSM18	60	36,26
B03	E-Plus	GSM18	130	36,26
B03	E-Plus	GSM18	270	36,26
B03	E-Plus	UMTS	60	35,9
B03	E-Plus	UMTS	130	35,9
B03	E-Plus	UMTS	270	35,9
B03	O2	GSM09	0	34,15
B03	O2	GSM09	120	34,15
B03	O2	GSM09	270	34,15
B03	O2	UMTS	60	36,55
B03	O2	UMTS	140	36,55
B03	O2	UMTS	270	36,55
B03	Telekom	GSM09	130	41,59
B03	Telekom	GSM09	265	41,59
B03	Telekom	UMTS	130	43,39
B03	Telekom	UMTS	265	43,39
B03	Vodafone	GSM09	15	38,94
B03	Vodafone	GSM09	135	38,94
B03	Vodafone	GSM09	255	38,94
B03	Vodafone	UMTS	15	38,94
B03	Vodafone	UMTS	135	38,94
B03	Vodafone	UMTS	255	38,94
B04	O2	GSM09	60	20,49
B04	O2	GSM09	180	20,49
B04	O2	GSM09	300	20,49
B04	O2	UMTS	60	20,49
B04	O2	UMTS	180	20,49
B04	O2	UMTS	300	20,49
B04	Telekom	GSM09	60	18,5
B04	Telekom	GSM09	270	18,5
B04	Vodafone	GSM09	70	23,31
B04	Vodafone	GSM09	180	23,31
B04	Vodafone	GSM09	260	23,31
B04	Vodafone	UMTS	70	23,31
B04	Vodafone	UMTS	180	23,31
B04	Vodafone	UMTS	260	23,31
B05	Telekom	GSM09	90	17,51
B05	Telekom	GSM09	210	17,51
B05	Telekom	GSM09	330	17,51
B05	Telekom	UMTS	90	17,51
B05	Telekom	UMTS	210	17,51
B05	Telekom	UMTS	330	17,51

Site	Provider	Carrier	Direction [°]	Height (AGL) [m]
B06	Telekom	GSM09	90	15,85
B06	Telekom	GSM09	210	15,85
B06	Telekom	GSM09	330	15,85
B06	Telekom	UMTS	90	15,55
B06	Telekom	UMTS	210	15,55
B06	Telekom	UMTS	330	15,55
B07	O2	GSM18	0	16,9
B07	O2	GSM18	120	16,9
B07	O2	GSM18	240	16,9
B07	O2	UMTS	30	17,13
B07	O2	UMTS	120	16,48
B07	O2	UMTS	240	16,48
B08	unbekannt	UMTS	0	26
B08	unbekannt	UMTS	120	26
B08	unbekannt	UMTS	240	26
B09	Telekom	GSM09	30	9,47
B09	Telekom	GSM09	150	9,47
B09	Telekom	GSM09	270	9,47
B10	Telekom	GSM09	30	18,46
B10	Telekom	GSM09	270	18,46
B10	Telekom	UMTS	30	18,46
B10	Telekom	UMTS	270	18,46
B11	E-Plus	GSM18	60	17,1
B11	E-Plus	GSM18	160	17,1
B11	E-Plus	GSM18	290	17,1
B11	O2	GSM18	80	17,05
B11	O2	GSM18	180	17,05
B11	O2	GSM18	300	17,05
B11	O2	UMTS	80	17,05
B11	O2	UMTS	180	17,05
B11	O2	UMTS	300	17,05
B11	Vodafone	GSM09	60	16,54
B11	Vodafone	GSM09	180	16,54
B11	Vodafone	GSM09	300	16,54
B11	Vodafone	UMTS	60	16,54
B11	Vodafone	UMTS	180	16,54
B11	Vodafone	UMTS	300	16,54
B12	E-Plus	GSM18	0	45,75
B12	E-Plus	GSM18	90	45,75
B12	E-Plus	GSM18	240	45,75
B12	E-Plus	UMTS	100	45,95
B12	E-Plus	UMTS	230	45,95
B12	E-Plus	UMTS	340	45,95
B13	Vodafone	UMTS	60	14,78
B13	Vodafone	UMTS	180	14,78
B13	Vodafone	UMTS	300	14,78
B14	Telekom	GSM09	90	17,5
B14	Telekom	GSM09	210	17,5
B14	Telekom	GSM09	330	17,5
B14	Telekom	UMTS	90	19,5
B14	Telekom	UMTS	210	19,5
B14	Telekom	UMTS	330	19,5
B15	E-Plus	GSM18	60	12,75
B15	E-Plus	GSM18	120	12,75
B15	E-Plus	GSM18	240	12,75
B16	O2	UMTS	60	18,27
B16	O2	UMTS	180	18,27
B16	O2	UMTS	300	18,27
B16	Vodafone	GSM09	60	18,22
B16	Vodafone	GSM09	180	18,22
B16	Vodafone	GSM09	300	18,22
B16	Vodafone	UMTS	60	17,57
B16	Vodafone	UMTS	180	17,57
B16	Vodafone	UMTS	300	17,57
B17	E-Plus	GSM18	60	32,75
B17	E-Plus	GSM18	180	32,75
B17	E-Plus	GSM18	300	32,75
B17	O2	GSM18	0	32,2
B17	O2	GSM18	120	32,2
B17	O2	GSM18	240	32,2