Umweltinstitut München e.V.

Immissionskarte „Mobilfunk in Pullach“

Dokumentation
- Kurzfassung -

Auftraggeber:	Gemeinde Pullach im Isartal, Postfach 240, 82043 Pullach im Isartal
Durchführung:	Hans Ulrich-Raithel, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang:	8 Seiten
Veröffentlichung:	Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Die auszugsweise Veröffentlichung bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Umweltinstitut München e.V.

Umweltinstitut München e.V.

1. Auftragstellung

Mit Schreiben vom 10.11.2010 beauftragte uns die Gemeinde Pullach zur Erstellung einer Mobilfunk-Immissionskarte für das Gemeindegebiet.

2. Sachverhalt

Bei der Erstellung sollte die Inbetriebnahme des Masts B09 (U04b) abgewartet werden, welche nach Mitteilung der Gemeinde im Herbst 2012 erfolgte. Die durch den Bahnfunk an B02 zu prognostizierenden Immissionen wurden auf Wunsch der Gemeinde rechnerisch berücksichtigt.

3. Inhalt

1. Auftragstellung 2
2. Sachverhalt 2
3. Inhalt 2
4. Bewertung 3
4.1 Betriebsnähe von Antragsdaten 3
5. Ausgangswerte für die Immissionsprognose 4
6. Zur Verfügung gestellte Unterlagen 5
7. Vorgehensweise 5
7.1 Messungen 5
7.2 Immissionsprognose 5
8. Einheitenumrechnung, Grenzwerte 8

4. Bewertung

Unter Bezugnahme auf das Umweltinformationsgesetz wurden behördlich vorliegende, emissionsrelevante Daten abgerufen, welche Voraussetzung zur Erstellung der Immissionskarte sind.

Die Berechnung der Karte erfolgte anhand hochentwickelter 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“ sowie „längenabhängige Geländedämpfung“ eingesetzt, vgl. S. 5.

Die Untersuchung liefert keine Hinweise, dass der in Deutschland gültige Grenzwert nach der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes durch Mobilfunkanlagen überschritten wird bzw. werden könnte. Die farbliche Abstufung „Türkis – Grün – Gelb – Orange - Rot – Violett“ wurde in Anlehnung an im Rahmen des Forschungsprojektes des Umweltinstitut München e.V. ermittelte Messergebnisse sowie die FEE-Immissionsdatenbank (Stand 2008) so gewählt, dass das weit gefächerte Spektrum der berechneten Immissionswerte möglichst gut erkennbar und damit eine anschauliche, vergleichende Betrachtung mit typischen Belastungen möglich ist.

Aus der Immissionskarte wird ersichtlich, das 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.

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.

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 zu[1]. 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.

4.1 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 aufgebaut bzw. aktuell eingestellt. Die Immissionskarte wurde mit den beantragten Sendeleistungen berechnet.

Neben anderen Parametern kann dies zu Abweichungen zwischen der real angetroffenen Situation (Messwert) und berechneter Immissionsprognose führen.

[1] 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.

Umweltinstitut München e.V.

5. Ausgangswerte für die Immissionsprognose

Site	Ortsbezeichnung	Provider	Carrier	Direction [°]	Height (AGL) [m]
B01	Dr. Gustav-Adolph-Str. 3	E-Plus	GSM18	0	38,95
B01		E-Plus	GSM18	100	38,95
B01		E-Plus	GSM18	220	38,95
B01		E-Plus	UMTS21	0	38,65
B01		E-Plus	UMTS21	100	38,65
B01		E-Plus	UMTS21	220	38,65
B01		O2	GSM18	20	40,05
B01		O2	GSM18	120	40,05
B01		O2	GSM18	220	79,65
B01		O2	LTE08	20	40,37
B01		O2	LTE08	120	40,37
B01		O2	LTE08	320	79,72
B01		O2	UMTS21	20	40,00
B01		O2	UMTS21	120	40,00
B01		O2	UMTS21	220	40,00
B01		Vodafone	GSM09	18	81,89
B01		Vodafone	GSM09	75	45,04
B01		Vodafone	GSM09	195	79,35
B01		Vodafone	GSM09	315	41,65
B01		Vodafone	UMTS21	75	41,79
B01		Vodafone	UMTS21	195	44,34
B01		Vodafone	UMTS21	315	41,79
B02	Fl. 441/66	Bahn	GSM09	15	22,50
B02		Bahn	GSM09	205	22,50
B02		O2	UMTS21	60	18,51
B02		O2	UMTS21	180	18,51
B02		O2	UMTS21	300	18,51
B02		Telekom	UMTS21	80	14,80
B02		Telekom	UMTS21	200	14,80
B02		Telekom	UMTS21	320	14,80
B02		Vodafone	UMTS21	60	18,51
B02		Vodafone	UMTS21	180	18,51
B02		Vodafone	UMTS21	300	18,51

Site	Ortsbezeichnung	Provider	Carrier	Direction [°]	Height (AGL) [m]
B05	Wiesenweg 5	E-Plus	GSM09	70	24,21
B05		E-Plus	GSM09	210	24,46
B05		E-Plus	GSM09	340	24,04
B05		E-Plus	GSM18	70	24,21
B05		E-Plus	GSM18	210	24,46
B05		E-Plus	GSM18	340	24,04
B05		E-Plus	UMTS21	90	24,21
B05		E-Plus	UMTS21	220	24,46
B05		E-Plus	UMTS21	330	24,04
B05		O2	GSM09	210	32,39
B05		O2	GSM09	350	32,39
B05		O2	GSM18	120	32,27
B05		O2	LTE08	0	29,87
B05		O2	LTE08	120	29,87
B05		O2	LTE08	240	29,87
B05		O2	UMTS21	0	29,12
B05		O2	UMTS21	120	29,12
B05		O2	UMTS21	240	29,12
B05		Telekom	GSM09	80	26,86
B05		Telekom	GSM09	200	26,86
B05		Telekom	GSM09	320	24,59
B05		Telekom	UMTS21	80	26,86
B05		Telekom	UMTS21	200	26,86
B05		Telekom	UMTS21	320	24,59
B06	Rosenstr. 2	E-Plus	GSM18	80	15,23
B06		E-Plus	GSM18	200	15,23
B06		E-Plus	GSM18	320	15,23
B06		E-Plus	UMTS21	80	15,23
B06		E-Plus	UMTS21	200	15,23
B06		E-Plus	UMTS21	320	15,23
B06		Telekom	GSM09	80	14,97
B06		Telekom	GSM09	200	14,97
B06		Telekom	GSM09	320	14,97

Site	Ortsbezeichnung	Provider	Carrier	Direction [°]	Height (AGL) [m]
B07	Gartenstr. 2	Telekom	UMTS21	80	15,90
B07		Telekom	UMTS21	200	15,90
B07		Telekom	UMTS21	320	15,90
B07		Vodafone	GSM09	60	15,91
B07		Vodafone	GSM09	180	15,91
B07		Vodafone	GSM09	300	15,91
B07		Vodafone	UMTS21	60	15,91
B07		Vodafone	UMTS21	180	15,91
B07		Vodafone	UMTS21	300	15,91
B09 (U04b)	Fl. 366	Telekom	GSM09	45	43,52
B09 (U04b)		Telekom	GSM09	165	43,52
B09 (U04b)		Telekom	UMTS21	45	43,35
B09 (U04b)		Telekom	UMTS21	165	43,35
B10	Gmkg. Baierbrunn, Fl. 423/4	E-Plus	GSM18	20	40,85
B10		E-Plus	UMTS21	20	40,85
B10		Telekom	GSM09	0	45,97
B10		Telekom	GSM09	0	51,79
B10		Telekom	UMTS21	80	40,22
B10		Telekom	UMTS21	320	40,22
B11	München, Irmgardstr. 22	Vodafone	GSM09	60	16,41
B11		Vodafone	GSM09	60	17,32
B11		Vodafone	GSM09	180	16,41
B11		Vodafone	GSM09	180	17,32
B11		Vodafone	UMTS21	60	16,41
B11		Vodafone	UMTS21	60	17,32
B11		Vodafone	UMTS21	180	16,41
B11		Vodafone	UMTS21	180	17,32

6. Zur Verfügung gestellte Unterlagen

- Digitale Flurkarte vom Gemeindegebiet im DXF-Format
- Luftbild
- digitales Geländemodell DGM 25 vom Gemeindegebiet mit Umgriff
- Gebäudehöhen
- Standortbescheinigungen und Datenblätter Funkanlagen der Bundesnetzagentur zu den Mobilfunk-Standorten gem. Gliederungspunkt 5 auf Seite 4.

7. Vorgehensweise

7.1 Messungen

Zur Verifikation von Prognoseparametern wurden Messergebnisse herangezogen. Dokumentation vgl. Mobilfunk-Immissionsgutachten des Umweltinstitut München e.V. vom 12. Oktober 2010.

7.2 Immissionsprognose

a) Mit dem Berechnungsprogramm NIRView 4.6 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 Geländemodell[2] mittels Freifeldberechnung[3] 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[5]. 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/TETRA) bzw. Bänder (UMTS/LTE).

b) Für die Immission sind gem. [6] folgende Einflussfaktoren wesentlich:
   - Abstand
   - Höhenunterschied zwischen Antenne und Immissionspunkt
   - Antennencharakteristik
   - Hauptstrahlneigung
   - Sendeleistung
   - Horizontale Ausrichtung der Antennen
   - Sichtbarkeit zur Sendeanlage

c) Die Berechnung bezieht sich auf eine Höhe über Grund von 4 m (1. OG). und erfolgt unter Zugrundelegung der vollen Anlagenauslastung aller beantragten Kanäle (GSM und TETRA) bzw. Bänder (UMTS und LTE). Die Ausgangswerte für die Immissionsprognose der jeweiligen Varianten (funktechnische Parameter) finden sich im Anhang der Langfassung. Die Höhe über Grund (m) bezieht sich auf die Mitte der Antenne. Bei bestehenden Anlagen (B) wurden die von der Bundesnetzagentur genehmigten funktechnischen Parameter (Datenblatt Funkanlagen) herangezogen. Bei variablen Daten (Hauptstrahlneigung) werden Annahmen getroffen.

d) Bildlegende:
   Schwarzer kleiner Punkt: Lagebeschreibung, z.B. Ortsteil, Verkehrsader, Immissionspunkt
   Graue *Linie:* Gemeinde-/Gemarkungsgrenze
   Graue Linien/Flächen: Weitere Elemente der Digitalen Flurkarte (z.B. Gebäude,

---

[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 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

[5] Sofern bewaldete Flächen im Prognosetool als solche angelegt wurden, sind diese in der jeweiligen Prognosegrafik als olivgrüne Flächen gekennzeichnet. Für diese Flächen werden Abschattungen und deren teilweise Kompensation durch Beugung unter grober Abschätzung der Bewuchshöhe und Dämpfung grafisch angedeutet, sofern in der Bildunterschrift ausdrücklich angegeben.

[6] Beispielhaft seien genannt:
1) „Möglichkeiten und Grenzen der Minimierung von Mobilfunkimmissionen: Auf Messdaten und Simulationen basierende Optionen und Beispiele“, EM-Institut Regensburg im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, Dezember 2004
2) „Minimierung elektromagnetischer Felder des Mobilfunks, UMTS, DECT, Powerline und Induktionsfunkanlagen, IABG Ottobrunn im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums, Ottobrunn 2004
3) „Elektromagnetische Felder in NRW, Untersuchung der Immission durch Mobilfunk-Basisstationen, Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik GmbH im Auftrag des Ministeriums für Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Kamp-Lintfort, 2002

Grundstücksgrenzen)
Große violette Punkte: Standort mit Antenne
Bezeichnung der Punkte: B: Bestehende Standorte, U: Alternativen

e) Das Kartenmaterial[7] und die Luftbilder[8] standen für das Gemeindegebiet zur Verfügung. Stellen die Grafiken auch Flächen außerhalb dieses Bereichs dar, gelten diese nur unverbindlich bzw. nachrichtlich, außer diese sind im Text ausdrücklich erwähnt.

f) 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 300 m befinden, sofern diese von der Kommune übermittelt wurden. 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.

g) 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 dokumentierten Messungen (vgl. 7.1 auf Seite 5) sollte bei weiterem Klärungsbedarf Messungen der Vorzug gegeben werden.

h) Die Standortbescheinigungen und die Datenblätter Funkanlagen der Bundesnetzagentur wurden von der Gemeinde Pullach übermittelt. Redaktionsschluss für die eingegangenen Daten und Änderungen ist der 21.11.2012.

i) Die Ausgangswerte für die Immissionsprognose gem. Standortbescheinigung finden sich unter Gliederungspunkt 5 ab Seite 4. Die weiteren Ausgangswerte gem. Datenblatt Funkanlagen sind dort in der Langfassung dokumentiert. Bei variablen Daten (Hauptstrahlneigung) wurden Annahmen getroffen.

j) Die Farbgrafik der Immissionskarte ist in der elektronischen Fassung (PDF) in der Original-Auflösung eingebettet; dh. sie kann dort vergrößert betrachtet werden.

[7] © Landesvermessungsamt, sofern Lupe unten rechts eingeblendet: © openstreetmap.org. Je nach Bildausschnitt können unterschiedliche Bildquellen zusammengefügt worden sein.

[8] © Landesvermessungsamt.

Umweltinstitut München e.V.

8. Einheitenumrechnung, Grenzwerte

Der Grenzwert für hochfrequente elektromagnetische Felder ist gem. 26. Bundesimmissionsschutzverordnung in der Einheit V/m (Feldstärke) angegeben. Die auch verwendete Einheit der Leistungsflussdichte (mW/m², µW/m²) steht mit der Feldstärke in quadratischem Zusammenhang. Dies hat zur Folge, dass Feldstärkeunterschiede, in der Leistungsflussdichte angegeben, quadratisch überhöht erscheinen: Eine Erhöhung der Feldstärke um das 10fache entspricht einer Erhöhung der Leistungsflussdichte um das 100fache. In der Einheit der Leistungsflussdichte betrachtet, lässt der Vergleich von Messwerten mit dem Grenzwert den Unterschied somit größer erscheinen, auch das Ausmaß der berechneten Grenzwertunterschreitung erscheint größer. Entsprechend dem Urteil des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs (Az 1 CS 12.830) vom 16.07.2012 ist die Berechnung des Ausschöpfungsgrades des Grenzwerts in Bestätigung der Darstellung des Umweltinstitut München e.V. nur dann korrekt, wenn er in der Einheit des Grenzwertes erfolgt, also der Feldstärke.

Um eine leichtere Vergleichbarkeit mit den Grenzwerten zu ermöglichen, erfolgen die Immissionsangaben im Gutachten in der Feldstärke (V/m). Nebenstehende Tabellen geben die für die jeweiligen Frequenzbereiche unterschiedlichen Grenzwerte an und ermöglichen eine Umrechnung.

Funkdienst	Grenzwert ca.	
	V/m	mW/m²
Tetra-400	27,5	2000
LTE-800	40	4000
GSM-900	41	4500
GSM-1800	59	9000
UMTS-2100	61	10000

E (V/m)	S (mW/m²)	S (µW/m²)
0,05	0,0066	6,6
0,5	0,66	663
1	2,7	2653
1,5	6,0	5968
2	11	10610
2,5	17	16578
3	24	23873
3,5	32	32493
4	42	42440
5	66	66313
6	95	95491
7	130	129973
8	170	169761
9	215	214854
10	265	265252
41	4459	4458886
61	9870	9870027

Umrechnungstabelle