

Immissionsgutachten

Mobilfunk in Gessertshausen/Margertshausen: Immissionsprognosen zur geplanten LTE-Erweiterung des Telekom-Standorts

Auftraggeber:	Gemeinde Gessertshausen, Hauptstr. 31, 86459 Gessertshausen
Durchführung:	Hans Ulrich-Raithel, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang:	11 Seiten
Veröffentlichung:	Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Die auszugsweise Veröffentlichung bedarf der vorherigen schriftlichen Geneh- migung des Umweltinstitut München e.V.

1. Auftragstellung / Sachverhalt

Der Mobilfunk-Netzbetreiber Telekom plant die Erweiterung des GSM-Standorts Margertshausen um LTE.

Mit Schreiben vom 18.06.2013 beauftragte uns die Gemeinde Gessertshausen zur Erstellung einer Vorher/Nachher-Immissionsprognose. Im Dialog mit der Netzbetreiberseite soll eine technische Vorabstimmung erfolgen.

Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

2. Inhalt

1. Auftragstellung / Sachverhalt	2
2. Inhalt	2
3. Immissionsprognosen	3
3.1 Betreiberneutrale Konfiguration	3
3.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite	3
3.3 Betriebsnähe von Antragsdaten	3
3.4 Beurteilung	4
4. Schlussbemerkung	4
5. Anhang	5
5.1 Immissionsprognosen	5
5.1.1 Varianten in vergleichbarer Bestückung (Vergleichsparameter)	5
5.1.2 Vorher/Nachher-Vergleich	6
5.2 Vorgehensweise	8
5.2.1 Immissionsprognose	8
5.3 Einheitenumrechnung, Grenzwerte	10
5.4 Unterlagen	11

3. Immissionsprognosen

3.1 Betreiberneutrale Konfiguration

Um einen direkten Vergleich der Varianten zu ermöglichen, wurden Immissionsprognosen mit vom Unterzeichner des Berichts angenommenen, vergleichenden Parametern (Bv, Uv) gerechnet.

Die Prognosegrafiken finden sich im Anhang unter 5.1.1 ab Seite 5.

Der Prognosewert am Immissionspunkt B02vi beträgt 1,2 V/m.

Eine Umrechnungstabelle sowie eine Grenzwerttabelle finden sich auf Seite 11 (ausklappbar).

3.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite

Im Zuge der technischen Vorabstimmung wurde die beabsichtigte Konfiguration von der Telekom angefragt.

Die Prognosegrafiken unter Berücksichtigung der übermittelten geplanten funktechnischen Parameter (Variantenbezeichnungen mit Index „n“) finden sich unter 5.1.2 ab Seite 6. Dort ist auch die Lage der Immissionspunkte eingezeichnet.

Tabelle 1 liefert einen Überblick über die Prognosewerte an den Immissionspunkten (Vorher/Nachher-Vergleich) in V/m.

Immissionsort	Volllast
B01i (vorher, GSM Bestand)	0,2
B01ni (nachher, GSM + LTE)	1,0

Tabelle 1: Prognosewerte (Bestand und betreiberseitige Planung) am Immissionspunkt

3.3 Betriebsnähe von Antragsdaten

Bei Sendeleistungen von mehr als 20 W pro Kanal am Antenneneingang besteht die Gefahr von Qualitätseinbußen im Netz (Interferenzen durch zu große Reichweiten der Basisstationen sowie Störungen und Verbindungsabbrüche, da das Funksignal des am Rand der größeren Funkzelle befindlichen Mobilgeräts 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. Zum besseren Vergleich mit typischen realen maximalen Sendeleistungen wird bei den vergleichenden Immissionsprognosen (betreiberneutrale Vergleichsparameter) von einer Kanalleistung am Antenneneingang von 20 W ausgegangen.

Neben anderen Parametern kann dies bei Immissionsprognosen anhand der bei der Bundesnetzagentur beantragten bzw. zur Beantragung vorgesehenen Konfigurationen zu Abweichungen führen, wenn diese mit Prognosen zu betreiberneutralen Vergleichsparametern bzw. Messwerten verglichen werden.

Bzgl. der betreiberseitig übermittelten Konfigurationen der Varianten mit Index „n“ betrifft dies die Telekom (nur LTE). Hier liegt die beantragte Sendeleistung über der getroffenen Annahme betreiberneutraler Vergleichsparameter.

3.4 Beurteilung

Die Prognosewert am Immissionspunkt für die betreiberneutrale Konfiguration (B02vi) beträgt 1,2 V/m.

Der Prognosewert für die bestehende Situation beträgt am Immissionspunkt B01i 0,2 V/m. Der Messwert an Messpunkt 2 (unser Immissionsgutachten vom 15.07.2010, Seite 7) bestätigt diesen Prognosewert.

Mit 1,0 V/m liegt der Prognosewert für die Nachher-Situation gem. Betreiberplanung am Immissionspunkt B01ni im Bereich des Prognosewerts für die betreiberneutrale Vergleichskonfiguration.

Der Unterschied zwischen dem Wert B01i zur einen und B01vi/B01ni liegt u.a. daran, dass bei B01ni für LTE zu der bestehenden GSM-Stabantenne Sektorantennen hinzukommen, welche die Funkwellen enger bündeln, was im Hauptstrahl zu höheren Prognosewerten führt. Bei B01vi wurden aus Gründen vorzuhaltender Spielräume für Kapazitätsreserven für beide Funkdienste Sektorantennen herangezogen.

Aufgrund des mit ca. 300 m vergleichsweise großen Abstands zur Wohnbebauung fällt die Immissionsprognose für Margertshausen vergleichsweise günstig aus.

4. Schlussbemerkung

Die Untersuchung liefert keine Hinweise, dass der in Deutschland gültige Grenzwert überschritten wird bzw. werden könnte. Konkrete Aussagen zur Einhaltung des Grenzwerts¹ 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.

Die hier dargestellten Berechnungen entsprechen in ihrer Auslegung und Platzierung den dokumentierten Annahmen. Im Fortgang der Planungen bzw. Verhandlungen mit der Netzbetreiberseite kann es erforderlich werden, weitere Standortalternativen und geänderte funktechnische Parameter zu prüfen.

München, den 28. Juni 2013

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

¹ Sofern Messungen durchgeführt wurden: abseits der Messpunkte

5. Anhang

5.1 Immissionsprognosen

5.1.1 Varianten in vergleichbarer Bestückung (Vergleichsparameter)

Alle Varianten dieses Punkts sind ausschließlich mit der vergleichenden Konfiguration bestückt: **Netzbetreiberneutral**.

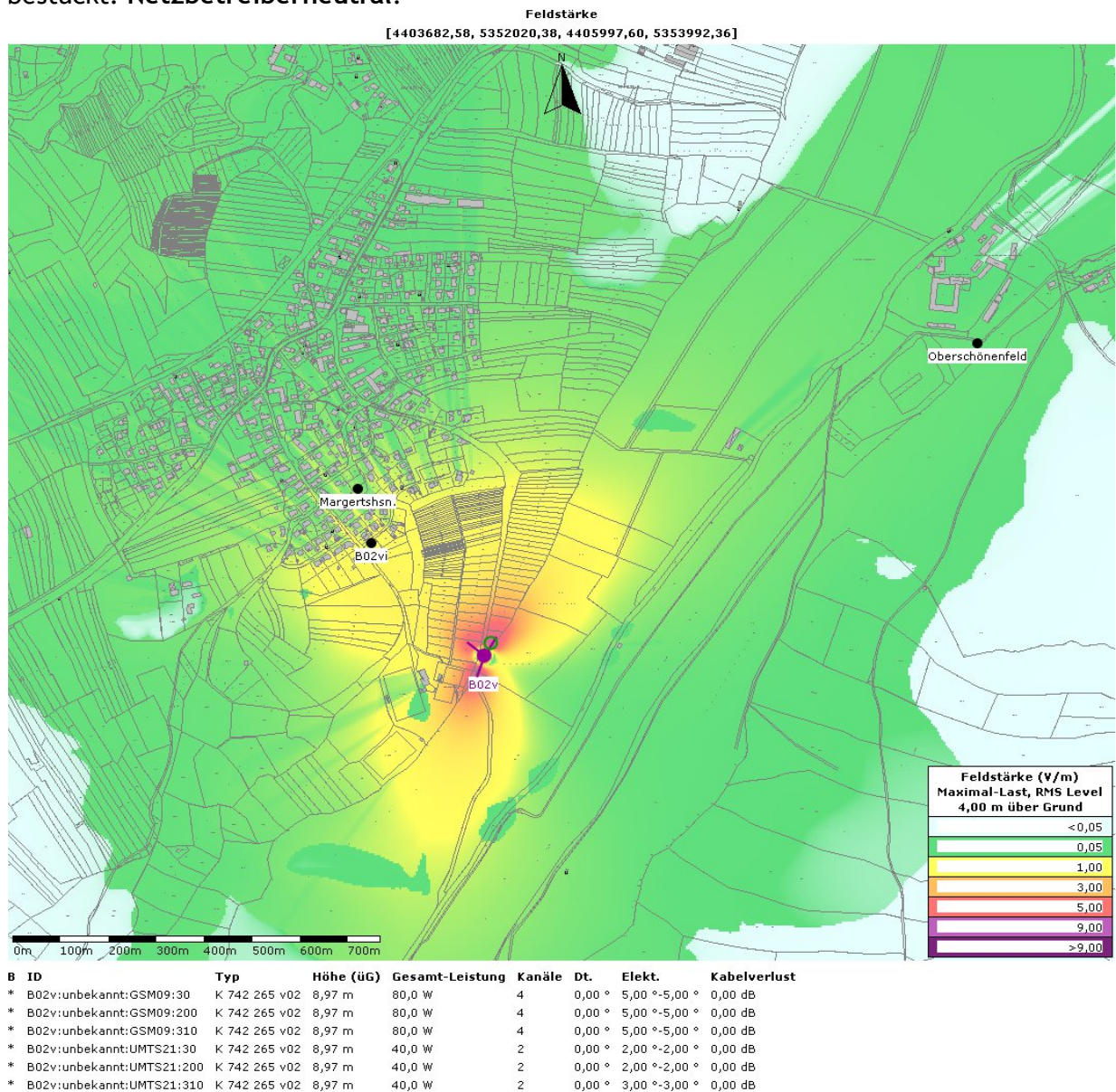


Abbildung 1: Immissionsprognose zu B02v in Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt B02vi: 1,2 V/m

5.1.2 Vorher/Nachher-Vergleich

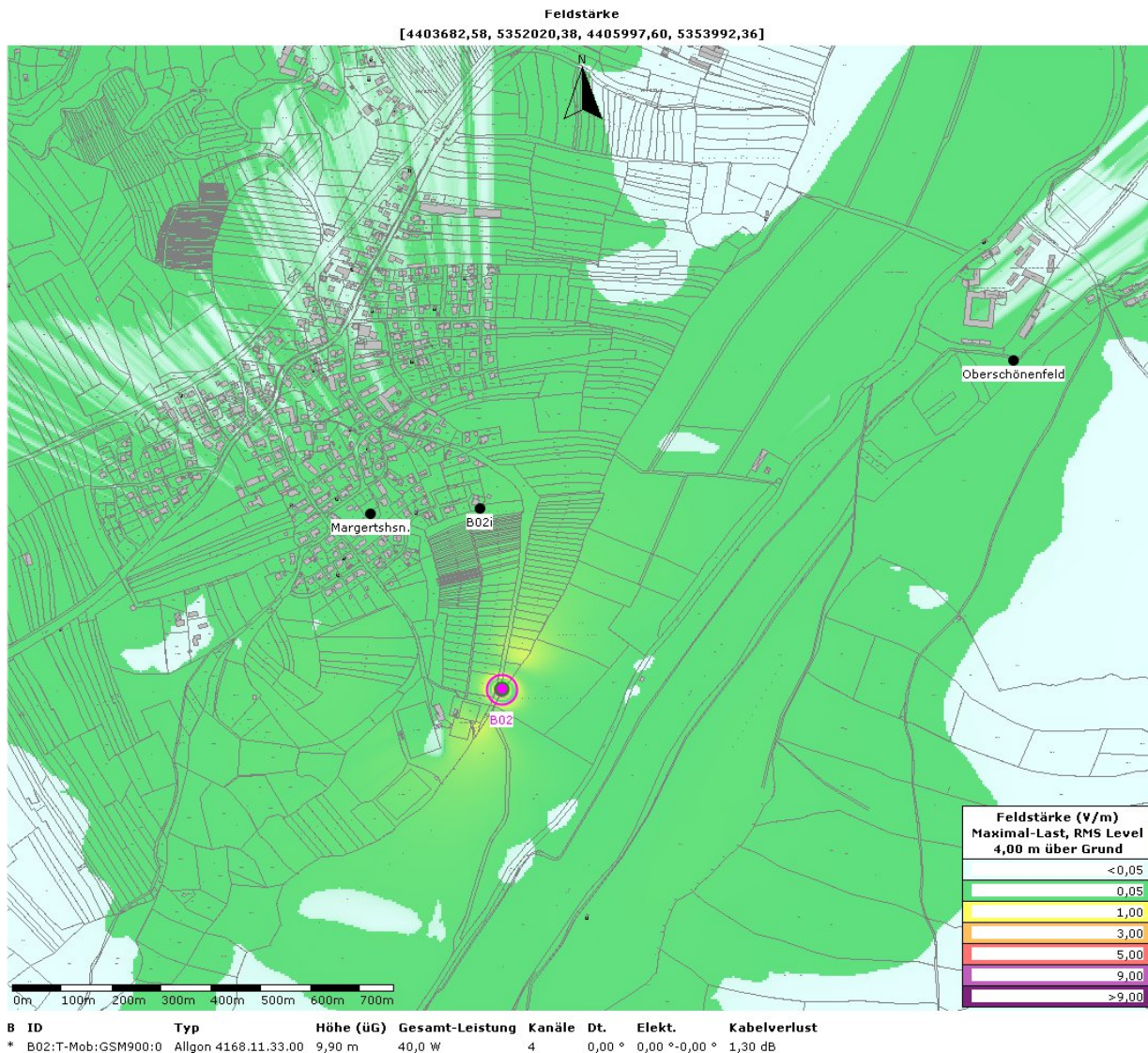


Abbildung 2: Immissionsprognose zu B02 (Bestand: Telekom-GSM-900).
 Prognosewert am Immissionspunkt B02i: 0,2 V/m

*Die Immissionsprognosen unterliegen deutlichen Modellvereinfachungen und dienen nur zum Vergleich verschiedener Varianten, siehe a auf Seite 8.
 Für konkretere Aussagen zur Immissionssituation im Gemeindegebiet ist die Erstellung einer Immissionskarte unter Hinzunahme von Messergebnissen erforderlich.*

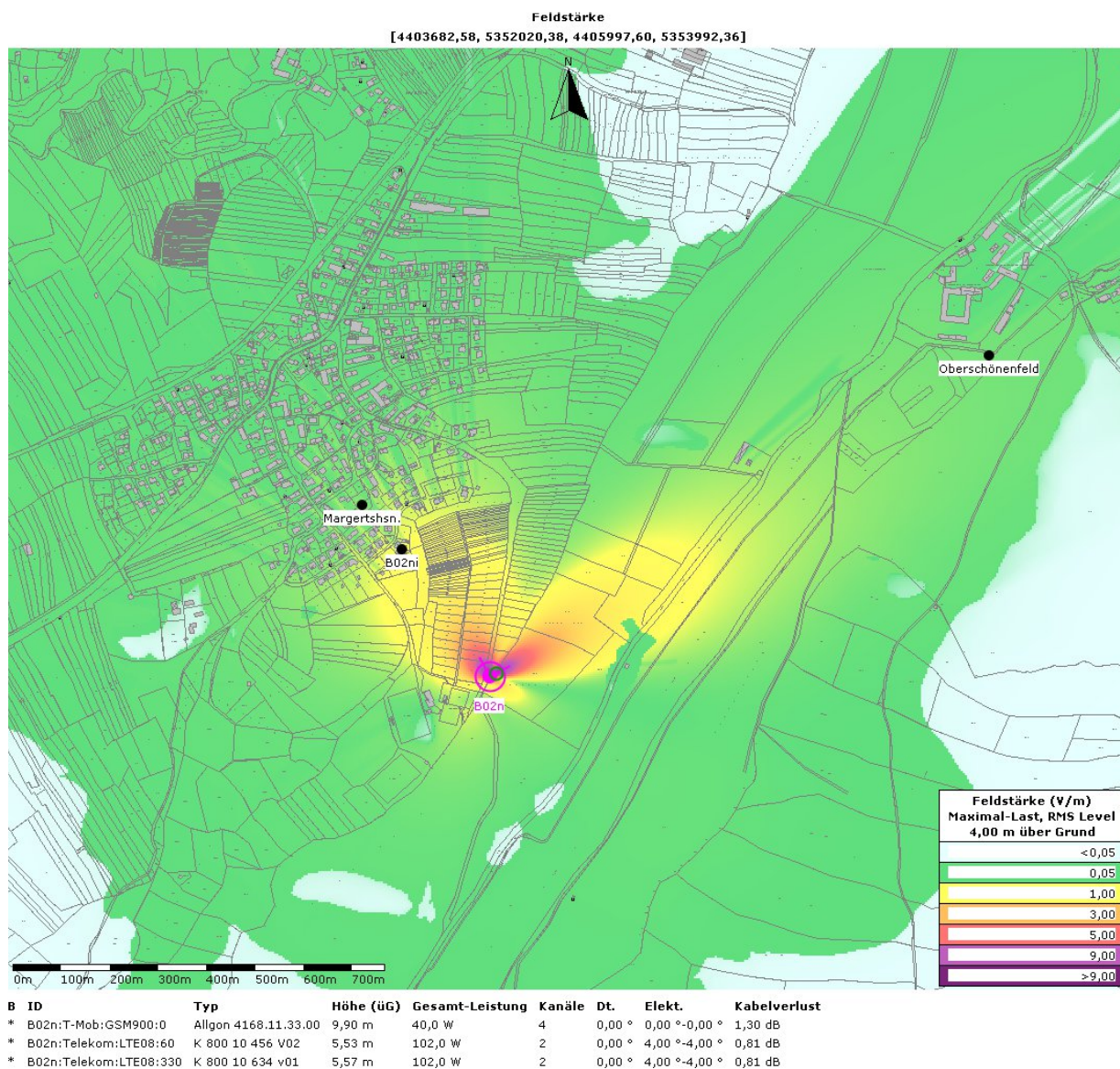


Abbildung 3: Immissionsprognose zu B02n (Bestand: Telekom-GSM-900 und Erweiterung: Telekom-LTE-800).
 Prognosewert am Immissionspunkt B02ni: 1,0 V/m

5.2 Vorgehensweise

5.2.1 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 farblich 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 Leistungsflussdichte niedriger sein, als dargestellt⁵. 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) Zentraler Ansatz der Untersuchung in Anlehnung an die Empfehlungen der Strahlenschutzkommission ist die Minimierung der im Außenbereich der Wohnbebauung und wohnähnlich genutzten Gebäude auftretenden Leistungsflussdichte unter Berücksichtigung der netzbetreiberseitigen Versorgungsziele.
In das vom Umweltinstitut München e.V. angewandte Verfahren der Immissionsminimierung flossen die Ergebnisse aktueller Studien, welche sich mit Immissionsminimierung befassen, ein⁶. Danach sind folgende Einflussfaktoren wesentlich:
- Abstand
 - Höhenunterschied zwischen Antenne und Immissionspunkt
 - Antennencharakteristik
 - Hauptstrahlneigung
 - Sendeleistung
 - Horizontale Ausrichtung der Antennen

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

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

- Sichtbarkeit zur Sendeanlage
- c) Bezogen auf die jeweilige Variante wurde im Bereich der umliegenden Bebauung⁷ der ungünstigste Immissionspunkt gewählt, für den der Prognosewert in der Bildunterschrift der Grafik angegeben wird. Der Immissionspunkt ist in den Grafiken der Immissionsprognosen dargestellt. Das Berechnungsergebnis zum Immissionspunkt bezieht sich auf eine Höhe über Grund von 4 m (1. OG).
- d) Die Berechnung 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 in den in den Grafiken integrierten Fußzeilen. Die Höhe über Grund (m) bezieht sich auf die Mitte der Antenne. Die Sendeleistung wird für die Summe aller Kanäle angegeben. Bei bestehenden Anlagen (B) wurden die von der Bundesnetzagentur genehmigten funktchnischen Parameter (Datenblatt Funkanlagen) herangezogen. Bei variablen Daten (Hauptstrahlneigung) werden Annahmen getroffen.
- e) Die Bundesnetzagentur führt die zum Angebot von Telekommunikationsdiensten gewidmeten Frequenzbereiche aufgrund der unterschiedlichen physikalisch-technischen Ausbreitungs- und Dämpfungseigenschaften der elektromagnetischen Wellen in den Kategorien „Flächenversorgung“ und „Kapazitätsversorgung“⁸.
- f) Die funktchnischen Parameter der Varianten in praxisnaher betreiberneutraler Vergleichskonfiguration werden anhand typischer, installierter Werte vergleichbarer Anlagen abgeschätzt. Da z.B.
 - möglich ist, dass ein Betreiber einen oder mehr als 2 Funkdienste aufbaut (z.B. GSM + UMTS + LTE),
 - die Standorte ggf. auch von mehr als einem Betreiber genutzt werden (es gibt vier Betreiber),werden Vergleichskonfigurationen zur Vermeidung von Verzerrungen als Stellvertreter für einen Betreiber mit je einem Funkdienst der Flächenversorgung und Kapazitätsversorgung bestückt. Dies ermöglicht einen besseren Vergleich der Varianten untereinander. Die mit Vergleichskonfiguration bestückten Varianten werde mit dem Index „v“ gekennzeichnet, z.B. Bv, Wv und Uv. Eingesetzt für die Mobilfunk- Flächenversorgung wurde GSM-900 mit max. 20 W/Kanal und 4 Kanälen, für Behördenfunk TETRA-400 mit max. 20 W/Kanal bei 4 Kanälen bzw. für die Mobilfunk-Kapazitätsversorgung UMTS-2100 mit max. 20 W/Band in zwei Bändern.
- g) Bildlegende:
Schwarzer kleiner Punkt: Lagebeschreibung, z.B. Ortsteil, Verkehrsader, Immissionspunkt
Schwarze Linie: Gemeinde- /Gemarkungsgrenze

⁷ Gebäude in rosa gekennzeichneten Gebieten gem. Bayern-Atlas der Bayerischen Vermessungsverwaltung (online)

⁸ „In der ersten Kategorie können die Frequenzen unterhalb von 1 GHz eingeordnet werden, also z.B. die Frequenzen bei 450 MHz, 800 MHz sowie bei 900 MHz. Diese zeichnen sich bei gleichen Sendeparametern gegenüber den höheren Frequenzen durch größere Nutzreichweiten aus. Ferner durchdringen die Funkwellen mit größerer Wellenlänge Gebäudemauern besser. Diese Frequenzen eignen sich besonders für die Versorgung in der Fläche (Flächenversorgung). Die zweite Kategorie wird durch die Frequenzen oberhalb von 1 GHz gebildet. Mit diesen Frequenzen können aufgrund der günstigeren Kanalwiederholungsrate engmaschigere Netze betrieben werden. Dies ermöglicht insbesondere in dicht bebauten Gebieten eine größere Übertragungskapazität. Diese Frequenzen eignen sich daher besonders für die Versorgung kleiner Funkzellen mit vielen Teilnehmern (Kapazitätsversorgung)“. Quelle: Entscheidung der Präsidentenkammer der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen vom 12.10.2009 zur Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte für drahtlose Netzzugänge zum Angebot von Telekommunikationsdiensten in den Bereichen 450 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2 GHz und 3,5 GHz, Seite 16. Hervorhebung in Fettdruck durch das Umweltinstitut.

Graue Linien/Flächen: Weitere Elemente der Digitalen Flurkarte (z.B. Gebäude, Grundstücksgrenzen)

Große Punkte: Standort mit Antenne (austretenden Linien für Sektorantennen bzw. umliegendem Ring für omnidirektionale Antennen) in den Farbgebungen: Rosa: Telekom; Rot: Vodafone; Grün: E-Plus; Blau: Telefónica (O₂); Violett: Betreiber neutral/unbekannt

Bezeichnung der Punkte: B: Bestehende Standorte, U: Alternativen, W: beantragter/gewünschter Standort (durchnummeriert und ggf. mit Index)

Index: n: Betreiberseitig mitgeteilte, geplante Konfiguration; v: Betreiberneutrale Vergleichskonfiguration

Grüner Ring: Berechnetes Maximum

- h) Im Falle der gutachterlichen Begleitung eines dialogischen Verfahrens der Standortfindung bzw. Erweiterungsplanung: Zu den Varianten, die dem Netzbetreiber geeignet oder nach funkttechnischer Vorabprüfung als für die weitere Konsenssuche diskussionswürdig erschienen, werden Immissionsprognosen mit den netzbetreiberseitig mitgeteilten funkttechnischen Parametern⁹ gerechnet, wie sie zur Beantragung bei der Bundesnetzagentur vorgesehen sind. Diese Varianten tragen den Index „n“. Die Netzbetreiber weisen mit Verweis auf den Bearbeitungsstand darauf hin, dass sich Daten und Priorisierung im Zuge einer weiteren Konkretisierung der Planungen ändern können.
- i) Das Kartenmaterial¹⁰ und die Luftbilder¹¹ 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.
- j) Immissionsprognosen dienen aufgrund der starken Modellvereinfachungen ausschließlich der groben Abschätzung und dem Vergleich verschiedener Varianten im Planungsstadium. Für in Betrieb befindliche Anlagen sollte Messungen der Vorzug gegeben werden.
- k) Die Farbgrafiken sind in der elektronischen Fassung (PDF) in der Original-Auflösung eingebettet; dh. können dort vergrößert betrachtet werden.

5.3 Einheitenumrechnung, Grenzwerte

Der Grenzwert für hochfrequente elektromagnetische Felder ist gem. 26. Bundesimmissionschutzverordnung in der Einheit V/m (Feldstärke) angegeben. Die auch verwendete Einheit der Leistungsflussdichte (mW/m^2 , $\mu\text{W}/\text{m}^2$) 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.

⁹ Bei variabler Hauptstrahlabsenkung: Absenkung in der geplanten Startkonfiguration

¹⁰ © Landesvermessungsamt, sofern Lupe unten rechts eingblendet: © openstreetmap.org. Je nach Bildausschnitt können unterschiedliche Bildquellen zusammengefügt worden sein.

¹¹ © Landesvermessungsamt.

Die Berechnung des Ausschöpfungsgrades des Grenzwerts ist nur dann korrekt, wenn er in der Einheit des Grenzwertes erfolgt, also der Feldstärke¹². 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.

Die Abstufung „Türkis - Grün - Gelb - Orange - Rot - Violett“ der Feldstärke-Farbskala 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.

5.4 Unterlagen

- Digitale Flurkarte vom Gemeindegebiet im DXF-Format, Luftbild und digitales Geländemodell
- Standortbescheinigungen und Datenblatt Funkanlagen von der Bundesnetzagentur für folgenden Standort:
- STOB-Nr. 541803, Gessertshausen-Margertshausen, Fl.-Nr. 348 v. 16.01.2003
- E-Mail „Re: Gessertshausen: Geplante Erweiterung des Standorts Margertshausen“ von Herrn Walch, Telekom vom 17.06.2013 an das Umweltinstitut
- E-Mail „Re: Gessertshausen: Geplante Erweiterung des Standorts Margertshausen“ von Herrn Walch, Telekom vom 24.06.2013 an das Umweltinstitut (2 Mails)
- E-Mail „Re: Gessertshausen: Geplante Erweiterung des Standorts Margertshausen“ von Herrn Walch, Telekom vom 25.06.2013 an das Umweltinstitut

Funkdienst	Grenzwert ca.	
	V/m	mW/m ²
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/m ²)	S (µW/m ²)
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

¹² Vgl. Beschluss des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs (Az 1 CS 12.830) vom 16.07.2012 in Bestätigung der Darstellung des Umweltinstitut München e.V.