## **EMF-INSTITUT**

DR. NIESSEN

Fachinstitut für Elektromagnetische Verträglichkeit zur Umwelt (EMVU)

Dr. Peter Nießen Siebengebirgsallee 60 50939 Köln Tel. 02 21 / 9 41 59 77 Fax 02 21 / 9 41 59 76 info@EMF-Institut.de www.EMF-Institut.de

# Mobilfunkversorgungskonzept unter dem Aspekt der Strahlungsminimierung für die Gemeinde Bad Essen

Oktober 2010

Auftraggeber: Gemeinde Bad Essen

Der Bürgermeister Lindenstraße 41 / 43 49152 Bad Essen

#### Vorwort

Das Thema Mobilfunk und seine Auswirkungen gewinnen in der Öffentlichkeit zunehmend an Bedeutung. Keine andere Technologie hat sich bisher in solcher Geschwindigkeit nahezu flächendeckend ausgebreitet. Mit dem Ausbau der UMTS-Netze und der damit verbundenen Nachfrage nach geeigneten Standorten werden auch die Kommunen verstärkt in die Debatte einbezogen, da sie auf der einen Seite den Bedürfnissen der Bevölkerung sowohl nach möglichst niedriger elektromagnetischer Strahlungsbelastung als auch nach mobiler Erreichbarkeit Rechnung tragen müssen. Auf der anderen Seite erwarten die Mobilfunkbetreiber für eine ökonomisch sinnvolle Realisierung des Netzaufbaus die Kooperation der Kommunen bei der Standortsuche.

Die Gemeinde Bad Essen möchte mit Einschaltung eines "neutralen Experten" den Bedürfnissen aller Beteiligten gerecht werden. Es werden daher bei der Konzeption sowohl die Belange der Netzbetreiber beim Netzaufbau beachtet als auch die Wünsche der Bürgerinnen und Bürger nach "strahlungsarmem Mobilfunk" berücksichtigt. Die Bearbeiter des vorliegenden Konzeptes bedanken sich bei den Mitarbeitern der Gemeinde Bad Essen, bei der Bürgerinitiative Harpenfeld sowie den Mitgliedern des Arbeitskreises Mobilfunk für die konstruktive Zusammenarbeit bei der Erstellung dieser Studie.

#### Projektleitung beim Auftraggeber:

Eckhard Grönemeyer, stellv. Leiter Fachdienst 3: Umwelt, Planen und Bauen Gemeinde Bad Essen

Lindenstraße 41 / 43, 49152 Bad Essen

Telefon: 05472 / 40161 Telefax: 05472 / 40168

E-Mail: groenemeyer@badesssen.de.

#### Projektleitung beim Auftragnehmer:

Dr. Peter Nießen Institutsleiter Siebengebirgsallee 60, 50939 Köln

Telefon: 0221/9415977 Telefax: 0221/9415976

E-Mail: peter.niessen@emf-Institut.de

#### Autoren:

Dipl.-Geogr. Monika Bathow, EMF-Institut Dipl.-Phys. Dr. Peter Nießen, EMF-Institut Ilknur Mutlu, EMF-Institut

## Inhaltsverzeichnis

Einleit	tung	7
TEIL	I	8
1.1 1.2 1.3 1.4	bbilfunk und Gesundheit  Die Technik  Der Schutz vor elektromagnetischer Strahlung  Aktueller Stand der Diskussion  Vorsorge	9 10 11
2 Mo 2.1 2.2	bbilfunk und Kommunen Historie Die freiwillige Vereinbarung	13
3.1	Ziele der Mobilfunkversorgung Schutzziele 3.1.1 Exposition durch Mobiltelefone (Handys) 3.1.2 Exposition durch Basisstationen Das Versorgungsziel 3.2.1 Versorgungskapazität für mobile Kommunikationsdienste	15 15 16
4 Re 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	Versorgung durch Mobilfunkbasisstationen an exponierten Standorten	181920212224262626282828
	etzstrukturen für eine strahlungsarme Mobilfunkversorgung und ihre ealisierbarkeit.  Einordnung der Mobilfunkplanung in die allgemeine Netzplanung der Mobilfunkbetreiber	32 32 32 33 34 35 35 35

I	EIL	II	. 40
6	Мо	bilfunk in Bad Essen	41
-	6.1	Lage	
	6.2	Kommunale Mitwirkung bei der Standortplanung	
	6.3	Die Ziele der Mobilfunkversorgung in Bad Essen	43
7	۸n		
1		alyse der derzeitigen Mobilfunkversorgung in Bad Essen	
	7.1	Vorbemerkungen Derzeitige Mobilfunkversorgung in der Gemeinde Bad Essen	
	1.2	7.2.1 Betreiber Telekom	
		7.2.1.1 GSM-Netz	
		7.2.1.2 UMTS-Netz	
		7.2.2 Betreiber Vodafone	
		7.2.2.1 GSM-Netz	
		7.2.2.2 UMTS-Netz	
		7.2.3 Betreiber E-Plus	
		7.2.3.1 GSM-Netz	
		7.2.3.2 UMTS-Netz	
		7.2.4.1 GSM-Netz	
		7.2.4.1 GSM-Netz	
		7.2.5 Derzeitige Mobilfunkversorgung in Bad Essen: Fazit	
		7.2.5.1 UMTS-Netz	
	7.3		
	7.4		50
		7.4.1 Basisstation BS01 (Schledehauser Str. 5, Telekom UMTS-Netz)	50
		7.4.2 Basisstation BS02 (Kirchplatz, Telekom GSM-Netz)	
		7.4.3 Basisstation BS03 (Rathaus, Vodafone GSM-Netz)	
		7.4.4 Basisstation BS04 (Essener Berg, Telekom und Vodafone GSM-Netz)	
		7.4.6 Basisstation BS06 (ehemalige Basisstation E-Plus)	
		7.4.7 Basisstation BS07 (auf NRW-Gebiet, Nähe Büscherheide, Telekom,	0_
		Vodafone, E-Plus GSM-Netz)	52
		7.4.8 Basisstation BS08a (E-Plus GSM) und BS08b (Telekom, O <sub>2</sub> GSM-Netz)	
		(Windkraftanlagen auf NRW-Gebiet in Preußisch Oldendorf, Nähe Dahlinghausen)	52
		7.4.9 Basisstation BS09 (Silogebäude Hafenstraße)	
		7.4.10 Basisstation BS10 (Harpenfeld, Solequelle)	
		7.4.11 Basisstation BS11 (Nähe Heithöfen, O <sub>2</sub> GSM Netz)	
		7.4.12 Basisstation BS12 (Lockhausen Wasserturm, Telekom GSM und UMTS)	
		7.4.13 Basisstation BS13 (Rabber DBF-Mast, Telekolli ulid E-Flus GSM-Netz)	
		7.4.15 Basisstation BS15 (Wehrendorf Argelith Schornstein, Telekom GSM-Netz)	
		7.4.16 Basisstation BS16 (Wehrendorf, Gewerbegebiet, O <sub>2</sub> GSM-1800- und UMTS-	
		Netz) 55	
		7.4.17 Derzeitige Immissionssituation in Bad Essen: Fazit	
	7.5	<b>9</b>	
		7.5.1 Auswahl der Messpunkte	
		7.5.2 Darstellungsweise der Messergebnisse in Tabellen	
		7.5.3 Messergebnisse im Einzelnen	
		Messpunkt MP1, Lindenstraße 38, Einfahrt Restaurant Athen	
		Messpunkt MP3, Rabber, Schlömannstr. 6	
		Messpunkt MP4, Lindenstraße 41, Rathaus	
		Messpunkt MP5, Schulallee 30, Gymnasium	
		Messpunkte MP6, Wehrendorf Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen	

		Messpunkt MP7, Harpenfeld Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters Messpunkte MP8, Harpenfeld Grundpatt 10, außen, Garten Messpunkte MP9, Harpenfeld Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen	65
		Messpunkte MP10, Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen	
		Messpunkte MP11, Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel	67
8		orschläge für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung	
		cklung der Standortvorschläge	
		dortvorschläge für die GSM-Versorgung	
	8.2.1	Standortvorschlag V05 Fernmeldeturm Empter Weg	
	8.2.2	Standortvorschlag V-A, Jugendbegegnungsstätte Wiehenhorst	
	8.2.3	Standortvorschlag V-B in einem Waldstück zwischen Linne und Lintorf	71
	8.2.4	Standortvorschlag V-C, Mastneubau an der östlichen Gemeindegrenze am  Indkanal	71
	8.2.5	Standortvorschlag V-D, Windkraftanlage im Bereich Rabberbruch	
	8.2.6	Büscherheide und Essenerberg	
		nativstandort für die Basisstation BS10 (Harpenfeld, Solequelle)	72
	8.4 Stand	dortvorschläge für die UMTS-Versorgung	74
	8.4.1	Standortvorschlag V-09, Silogebäude, Hafenstraße	
	8.4.2	Standortvorschlag V15, Argelith-Kamin, Wehrendorf	
	8.4.3	Standortvorschlag V-E, Mastneubau 30 m Höhe (Wittlage, Hüsede, Rabber).	
	8.4.4	Standortvorschlag V-F, Mast einer Hochspannungsfreileitung	
	8.4.5	Standortvorschlag V-D, Windkraftanlage im Bereich Rabberbruch	
	8.4.6	Standortvorschlag V04, Essenerberg	
	8.4.7	Standortvorschlag V05, Fernmeldeturm Empter Weg	
	8.4.8	Barkhausen und Büscherheide	/ /
9	Zusamme	nfassung	78
	9.1 Grund	dversorgung mit Sprachtelefonie: GSM-Netz	78
		orgung mit mobilen Datendiensten (für mobile Nutzer)	
	9.3 Schlu	ssbemerkungen	80
10	) Anhang		83
	10.1 Immis	ssionsmessungen	83
		Durchführung der Messungen	
	10.1.2	Anlagenauslastung	84
		Messverfahren und Hochrechnung auf Vollauslastung	
		Hochrechnung auf Vollauslastung für die GSM-Basisstationen	
		Hochrechnung auf Vollauslastung für die UMTS-Basisstationen	
		Berechnung der Gesamtimmissionen	
		Diagramme und Tabellen der Messergebnisse	
		ssionsberechnungen	
	10.2.1	Berechnungsverfahren für die Immissionsberechnungen	89
		Datengrundlage für die Berechnung der derzeitigen Immissionen	
		Technische Daten der vorgeschlagenen Basisstationen	
		zwerte für hochfrequente elektromägnetische Strahlung	
	10.4 Leistu	ungsflussdichten bei Mobilfunkbasisstationen	96
		des Bundesamts für Strahlenschutz zur Handynutzung	
		S-Technik	
		Datenübertragungsrate	
		Zellengröße bzgl. Reichweite	
	10.6.3	Zellengröße bzgl. Gesprächs- und Datenübertragungskapazität	98

12 Literatur	103
TEIL IV	104
13 Diagramme der Übersichtsspektren	105
Diagramm 1: Übersichtsspektrum Messpunkt 1	
Diagramm 2: Übersichtsspektrum Messpunkt 2	
Diagramm 3: Übersichtsspektrum Messpunkt 3	
Diagramm 4: Übersichtsspektrum Messpunkt 4	. 108
Diagramm 5: Übersichtsspektrum Messpunkt 5	
Diagramm 6: Übersichtsspektrum Messpunkt 6	
Diagramm 7: Übersichtsspektrum Messpunkt 7	
Diagramm 8: Übersichtsspektrum Messpunkt 8	
Diagramm 9: Übersichtsspektrum Messpunkt 9	
Diagramm 10: Übersichtsspektrum Messpunkt 10	
Diagramm 11: Übersichtsspektrum Messpunkt 11	
14 Tabellen der Messergebnisse	116
Tabelle M1: Absolutwerte der Messergebnisse in den einzelnen Frequenzbereichen	.116
Tabelle M2: Messergebnisse in Relation zu den gesetzlichen Grenzwerten	
Tabelle M3: Messergebnisse in Relation zu den Schweizer Anlagengrenzwerten	
Tabelle M4: Messergebnisse in Relation zum Salzburger Vorsorgewert	
Tabelle M5: Messergebnisse aufgeschlüsselt nach Mobilfunknetzen (zum Messzeitpunkt).	
Tabelle M6: Messergebnisse aufgeschlüsselt nach Mobilfunknetzen (bei Vollauslastung)	. 121
TEIL V	122
15 Karten der Immissionsberechnungen	123
Tabellenverzeichnis[MB2]	
Tabelle 1: Berechnung Gesamtimmissionen bei optimierten Mobilfunknetzen	24
Tabelle 2: Mobilfunkbasisstationen in Bad Essen	
Tabelle 3: Liste der Messpunkte in Bad Essen	
Tabelle 4: Technische Daten der vorgeschlagenen Basisstationen	
Tabelle 5: Umrechnung zwischen elektrischer Feldstärke und Leistungsflussdichte am	ا ت
Beispiel von Grenz- und Vorsorgewerten für das GSM-1800-Netz	Q/
Tabelle 6: Leistungsflussdichten im Zusammenhang mit Mohilfunknetzen	96

Dieses Mobilfunkversorgungskonzept darf in vollständiger Form mit Zustimmung des Auftraggebers beliebig veröffentlicht und vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung des Auftraggebers und des EMF-Instituts.

## **Einleitung**

Der folgende Bericht gliedert sich in fünf Teile.

TEIL I beschreibt die Grundlagen der Mobilfunktechnik, geht auf die diskutierten gesundheitlichen Risiken der neuen Technik ein und beschreibt die Situation der Kommunen.

Hauptanliegen des Teils I ist die Beschreibung und Erklärung zur Vorgehensweise bei der Minimierung der Immissionen, die durch Mobilfunk (Basisstationen und Mobiltelefone) verursacht werden.

TEIL II analysiert zunächst die derzeitige Situation der Mobilfunkversorgung in der Gemeinde Bad Essen und entwickelt darauf aufbauend ein Szenario für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung für die bewohnten Gebiete in Bad Essen mit Standorten möglichst außerhalb der Wohnbebauung.

TEIL III enthält ergänzende Anhänge: das angewandte Mess- und Berechnungsverfahren, die technischen Daten der vorgeschlagenen Mobilfunkbasisstationen, einige Fachinformationen zum Mobilfunk, ein Glossar mit Erläuterungen zu Schlagworten und Abkürzungen sowie das Literaturverzeichnis.

**TEIL IV** enthält die Tabellen und Diagramme der Messergebnisse

**TEIL V** enthält die Karten der Immissionsberechnungen

## TEIL I

# Theorie und Grundlagen zur Entwicklung des Mobilfunkkonzeptes

#### Mobilfunk und Gesundheit

#### 1.1 Die Technik

Das grundsätzliche Prinzip der drahtlosen Kommunikation besteht in der Informationsübertragung mittels elektromagnetischer Wellen. Zur Unterscheidung der elektromagnetischen Wellen dienen ihre Frequenz, d.h. die Anzahl ihrer Schwingungen pro Sekunde und ihre Intensität. Bekannte Erscheinungsformen elektromagnetischer Wellen sind:

- Rundfunkwellen (Lang-, Mittel-, Kurzwelle, UKW): 0,2 bis 100 MHz
- Fernsehen und diverse nicht öffentliche Funkdienste: 100 bis 800 MHz
- Mobilfunk: 850 bis 2200 MHz
- Drahtlose Computernetzwerke (WLAN<sup>1</sup>): ab 2500 MHz
- Mikrowellenherde: 2500 MHz
- Radar, Richtfunk: ab 3 GHz
- Wärmestrahlung
- Sichtbares Licht
- Ultraviolettes Licht (UV)
- Röntgenstrahlung
- Gammastrahlung.

Obwohl es sich bei all diesen Strahlungen rein physikalisch gesehen immer um elektromagnetische Strahlung handelt, die sich nur durch die Frequenz unterscheidet. sind sowohl die technischen Nutzungsmöglichkeiten als auch die Einflüsse auf die belebte Umwelt extrem unterschiedlich. Im Wesentlichen unterscheidet man zwischen ionisierender Strahlung (ab UV-Licht aufwärts) und nicht ionisierender Strahlung (sichtbares Licht und niedriger). Für ionisierende Strahlung ist die zellschädigende Wirkung seit langem bekannt. Für nicht ionisierende Strahlung – und dazu gehört u.a. auch der Mobilfunk – ist der Einfluss auf die belebte Natur (und damit auch auf den Menschen) weniger eindeutig (vgl. Kap. 1.2).

Die Intensität einer elektromagnetischen Welle wird im Fernfeld (für Mobilfunk ab ca. 1 Meter Abstand von der Antenne) durch die sog. *Leistungsflussdichte* beschrieben. Die Leistungsflussdichte gibt an, wie viel Energie (pro Zeit und Fläche) mit Hilfe elektromagnetischer Wellen durch den Raum transportiert wird. Sie wird in einer Vielzahl von Einheiten angegeben von Milliwatt je Quadratzentimeter (mW/cm²) über Watt je Quadratmeter (W/m²) bis Mikrowatt je Quadratmeter (µW/m²). Für Interessierte sind die Umrechnungen im Anhang 10.1, S. 83ff. angegeben.

Für Situationen in unmittelbarer Nähe der Sendeantenne (Handy am Kopf) ist die Intensitätsangabe durch die Leistungsflussdichte nicht sinnvoll möglich. Stattdessen wird der sog. <u>SAR-Wert</u> (spezifische Absorptionsrate) benutzt. Die spezifische Absorptionsrate gibt an, wie viel Energie im Organismus absorbiert und in Wärme umgesetzt wird. Der Wert wird zumeist in Watt pro Kilogramm Körpergewicht (W/kg),

manchmal auch in Watt pro Gramm (W/g) angegeben und ermittelt sich über die Messung der Temperaturerhöhung in dem bestrahlten Gewebe.

Die verwendeten physikalischen Größen und Einheiten für die Leistungsflussdichte und den SAR-Wert werden in Veröffentlichungen häufig unkorrekt angegeben. Für die Öffentlichkeit führt das leicht zu kaum nachvollziehbaren Aussagen (für Interessierte hierzu Anhang 10.3: Grenzwerte für hochfrequente elektromagnetische Strahlung, S. 92).

### 1.2 Der Schutz vor elektromagnetischer Strahlung

Die Absorption hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung erzeugt Wärme. Dieser Effekt wird in den Mikrowellengeräten zur Erwärmung von Speisen genutzt. Auch Mobilfunkendgeräte (Handys) und Mobilfunkanlagen (Mobilfunkbasisstationen) erzeugen während des Sendens hochfrequente elektromagnetische Strahlung. Die Absorption der Energie dieser in den Körper eindringenden Strahlung führt zu einer Erwärmung des Gewebes (sog. *thermische Wirkungen*). Es ist wissenschaftlich gesichert, dass gesundheitliche Schädigungen infolge der Wärmeerzeugung im Körper erst bei relativ hohen Intensitäten elektromagnetischer Felder auftreten. Um schädliche Wärmewirkungen zu verhindern, liegt der von der Internationalen Strahlenschutzkommission *ICNIRP* (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) empfohlene Grenzwert der Spezifischen Absorptionsrate (SAR-Wert) von 0,08 Watt/kg (gemittelt über den Gesamtkörper) deshalb um den Faktor 50 unter dieser als gesundheitskritisch angesehenen Schwelle. Deutschland hat diesen Wert in der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (26. *BImSchV*) übernommen.

Bei Einhaltung eines Sicherheitsabstandes von ca. 10 Metern ist für alle heutigen Mobilfunkbasisstationen sichergestellt, dass keine thermischen Wirkungen auftreten. Wissenschaftlich nicht geklärt ist die Frage, ob elektromagnetische Felder des Mobilfunks über den thermischen Effekt hinausgehend noch weitere Auswirkungen auf den menschlichen Körper haben. Unter diesen sog. athermischen (nicht thermischen) Effekten sind mögliche Auswirkungen der EMF (Elektromagnetische Felder) zu verstehen, die zwar keine Temperaturerhöhung im Körper hervorrufen, möglicherweise jedoch andere Auswirkungen haben. So werden u.a. Migräne und Kopfschmerzen, Schlaf- und Konzentrations- sowie allgemeine Befindlichkeitsstörungen häufig in einen Zusammenhang mit den athermischen Effekten der EMF gebracht. Diskutiert werden auch mögliche Auswirkungen auf Krebserkrankungen oder die Beeinflussung des Zentralnervensystems bzw. der Gehirnaktivitäten.

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen, Oktober 2010

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Begriffe, die zum ersten Mal kursiv gedruckt auftreten, werden im Glossar erklärt.

#### 1.3 Aktueller Stand der Diskussion

Der Ausbau des UMTS-Netzes und dem damit verbundenen Aufbau vieler neuer Sendeanlagen hat in der Bevölkerung zu einer bewussteren Wahrnehmung der Antennenanlagen der Mobilfunkbasisstationen geführt. Damit einher geht eine wesentlich größere Sensibilisierung – auch durch die Berichterstattung in den Medien – hinsichtlich möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen oder Schädigungen durch die elektromagnetische Strahlung (populär auch als "Elektrosmog" bezeichnet). Allein in Deutschland ist in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Bürgerinitiativen entstanden, die sich gegen Mobilfunk-Sendemasten in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft wehren, weil sie gesundheitliche Gefahren, vor allem auch der athermischen Wirkungen befürchten. Die Besorgnis in der Öffentlichkeit hinsichtlich der Mobilfunkstrahlung ist zum Teil natürlich durch die Verbreitung dieser Technik begründet, denn fast jeder ist potenziell betroffen. Sie lässt sich auch darauf zurückführen, dass Telefone normalerweise in unmittelbarer Nähe zu empfindlichen Körperteilen wie z.B. Gehirn oder Auge benutzt werden und diese Nähe die Exposition erhöht (vgl. Kap. 3.1, S. 15).

Zunehmend diskutiert, aber wissenschaftlich bisher kaum untersucht, ist das Phänomen "Elektrosensibilität". Entsprechend vermehrter Beobachtungen von Betroffenen und Umweltmedizinern reagiert ein kleiner Teil in der Bevölkerung sensibler auf elektromagnetische Strahlung als die Mehrheit der Bevölkerung. Die Forschungen zu Elektrosensibilität befinden sich immer noch im Anfangsstadium. Die Schätzungen zum Anteil der "Elektrosensiblen" in der Bevölkerung gehen zwar weit auseinander und reichen bis zu 10 % der Bevölkerung, aber zumindest ist in der Wissenschaft mittlerweile unstrittig, dass das Phänomen "Elektrosensibilität" existiert . Da nach Aussage der Betroffenen die Beschwerden mit Wegfall der Strahlungsquellen nachlassen, kommt von diesen Menschen die Forderung an die Politik nach "elektrosmogfreien" Bereichen, was mit zunehmendem Ausbau der Mobilfunknetze immer schwieriger zu realisieren ist.

## 1.4 Vorsorge

Auch wenn es bisher an einem allgemein anerkannten Wirkungsmodell für nichtthermische Effekte fehlt, sollten die heute bekannten wissenschaftlichen Hinweise bei einzelnen, gesundheitlich relevanten Effekten unter sog. Vorsorgegesichtspunkten nicht ignoriert werden. Vorsorge sollte im Interesse der Bevölkerung auch mögliche, wissenschaftlich noch nicht nachgewiesene Risiken berücksichtigen. Die Strahlenschutzkommission (SSK) empfiehlt in ihrer Stellungnahme vom 13./14. September 2001 u.a. "... Maßnahmen zu ergreifen, um Expositionen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder im Rahmen der technischen und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten zu minimieren. Das gilt insbesondere für Bereiche, in denen sich Personen regelmäßig über längere Zeit aufhalten...". Die Europäische Kommission hat im Jahr 2000 eine Mitteilung zur Anwendung des Vorsorgeprinzips veröffentlicht. Da keine verbindlichen Regelungen hinsichtlich Grenzwerten von EMF für die

EMF-INSTITUT DR. NIESSEN

EU existieren, ist es den Mitgliedsländern möglich, niedrigere Grenzwerte (als in den Ratsmitteilungen empfohlen) gemäß dem Vorsorgeprinzip festzulegen.

Die 26. BImSchV enthält keine derartigen Vorsorgeanforderungen an Mobilfunkanlagen zur Berücksichtigung athermischer Wirkungen. Im Rahmen der Beratungen zur 26. BlmSchV wurde die Existenz von athermischen Wirkungen zwar mit in die Überlegungen einbezogen. Da aber auch damals kein wissenschaftlicher Nachweis für eine konkrete Gesundheitsgefährdung vorlag, blieben diese unberücksichtigt. Aufgrund der unsicheren Datenlage und wegen der fehlenden Reproduzierbarkeit der Studien werden die dort vereinzelt gefundenen Hinweise auf athermische Effekte auch heute noch nicht für ausreichend gehalten, um die Grenzwerte der 26. BlmSchV zu senken. Im Gegenteil sieht die Bundesregierung ganz aktuell nach weitgehendem Abschluss des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (DMF) sich in ihrer bisherigen Auffassung bestätigt, dass es keinen Handlungsbedarf im Hinblick auf die Verschärfung von Grenzwerten gibt [1].

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), auf dessen Bewertung die Bundesregierung verweist, kommt in seiner zusammenfassenden Bewertung des DMF vom Juni 2008 zwar auch zu dem Schluss, dass die derzeit geltenden Grenzwerte aus seiner Sicht ausreichend sind, legt aber auch weiterhin einen vorsichtigen Umgang mit drahtlosen Kommunikationstechnologien nahe [2].

Unabhängig von den Diskussionen um Grenz- oder Vorsorgewerte sollte aber nach Ansicht des EMF-Instituts dennoch der größtmögliche Schutz der Bevölkerung vor möglichen gesundheitlichen Risiken durch elektromagnetische Felder oberstes Ziel beim Ausbau der Mobilfunknetze sein. In vielen Kommunen ist die Immissionsminimierung ebenfalls ein wesentliches Ziel der Kommunalpolitik, und es wird angestrebt, Mobilfunksendeanlagen außerhalb der Wohnbebauung zu platzieren, um die Belastung der Bevölkerung durch die Sendeanlagen so gering wie möglich zu halten. Hierauf wird im Kapitel 3.1, S. 15 noch ausführlich eingegangen.

#### Mobilfunk und Kommunen

Von der Entwicklung des Mobilfunks sind in zunehmendem Maße auch die Kommunen betroffen. Einerseits muss es im Rahmen der kommunalen Daseinsvorsorge ihr Ziel sein, dass das Gemeindegebiet über ein funktionierendes Mobilfunknetz verfügt, damit die heimische Wirtschaft und die Bürger diese Kommunikationstechniken nutzen können. Andererseits müssen sie die Bevölkerung vor möglicherweise mit der Mobilfunktechnik verbundenen Gesundheitsgefahren schützen und sind zugleich aufgefordert, den Charakter des Ortsbildes zu wahren. Aus diesen sehr unterschiedlichen Zielen ergibt sich ein nicht unerhebliches Spannungsfeld.

Die wachsende Sorge in der Bevölkerung über mögliche Gesundheitsgefahren durch die von Mobilfunkanlagen ausgehende hochfrequente elektromagnetische Strahlung führt zu einem weiteren Aspekt, der zunehmend an Bedeutung gewinnt:

Immer häufiger ist zu beobachten, dass Grundstücke im unmittelbaren Umfeld von Mobilfunkanlagen auf dem Immobilienmarkt teilweise nicht unerhebliche Wertminderungen erleiden, weil Mieter und Käufer immer weniger gewillt sind, eine Mobilfunkantenne auf dem Objekt oder in der Nachbarschaft zu akzeptieren.

Die Kommunen sind daher gezwungen, sich in zunehmendem Maße sowohl mit der Technik des Mobilfunks, mit den gesundheitlichen Auswirkungen, den Auswirkungen auf das Ortsbild sowie daraus resultierend, mit rechtlichen Fragen und Steuerungsmöglichkeiten bei der Entwicklung neuer Mobilfunkanlagen auseinander zu setzen. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Frage der Standortbestimmung neuer Anlagen.

#### 2.1 Historie

In den Anfangsphasen des Aufbaus der heutigen Mobilfunknetze hatten die Kommunen keine rechtliche oder anderweitige Möglichkeit, beim Aufbau der Netz-Infrastruktur respektive bei der Entwicklung neuer Mobilfunkanlagen mitzuwirken. Der Bund regelt über die Bundesimmissionsschutzverordnung, welche Sendeanlagen grundsätzlich erlaubt sind und die Bundesnetzagentur (ehemals Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post) überwacht die Einhaltung der Grenzwerte in Zusammenhang mit den notwendigen Sicherheitsabständen. Auch über das (bundesgesetzliche) Bauplanungs- und Bauordnungsrecht können die Kommunen nicht unmittelbar eingreifen, da die Sendeanlagen bei einer Höhe von bis zu 10 Metern und einem Bauvolumen von bis zu zehn Kubikmetern generell genehmigungsfrei sind. Diese Situation hat in der Vergangenheit dazu geführt, dass die Kommunen über die Errichtung neuer Sendeanlagen nicht informiert wurden. Anwohner erfuhren so eher von neuen Sendemasten als die jeweiligen Gemeinde- oder Gemeindeverwaltungen.

## 2.2 Die freiwillige Vereinbarung

Um die Kommunikation zwischen den Mobilfunkanbietern und den Kommunen zu verbessern, haben die Mobilfunkbetreiber im Juli 2001 mit den kommunalen Spitzenverbänden eine "Vereinbarung über den Informationsaustausch und die Beteiligung der Kommunen beim Ausbau des Mobilfunknetzes" geschlossen [3]. Dazu beigetragen hat ohne Zweifel aber auch der öffentliche Druck durch die Bürgerinnen und Bürger, die in Bürgerinitiativen immer stärker gegen Anlagen in ihrer Nachbarschaft mobil machen (vgl. Kapitel 1.3, S. 11).

Mit dieser Selbstverpflichtung der Mobilfunkbetreiber wird den Kommunen ein weitgehendes Mitspracherecht bei der Auswahl von Mobilfunkstandorten im Gemeinde-/Stadtgebiet eingeräumt. So haben sich die Betreiber verpflichtet, die Kommunen über ihre Pläne zum Netzausbau detailliert zu unterrichten und alle in Frage kommenden Standorte zu benennen. Diese Information soll so rechtzeitig (vor einer Standortentscheidung) erfolgen, dass der Kommune ein angemessener Zeitraum zur Stellungnahme verbleibt und sie ihrerseits eigene, alternative Standortvorschläge unterbreiten kann. Die Mobilfunkbetreiber sind verpflichtet, diese Vorschläge zu prüfen und vorrangig zu berücksichtigen, sofern sie funktechnisch und unter zumutbaren wirtschaftlichen Bedingungen möglich sind. Ist ein von der Kommune vorgeschlagener Standort nicht geeignet, sind die Mobilfunkbetreiber verpflichtet, ihre ablehnende Haltung zu begründen und gemeinsam mit der Kommune einen anderen Standort zu finden. Die Vereinbarung sieht vor, dass die Abstimmungsverfahren innerhalb von 8 Wochen abgeschlossen werden sollten. Zusätzlich werden die Betreiber die Kommunen auch über die tatsächliche Inbetriebnahme der jeweiligen Sendeanlage informieren.

## 3 Die Ziele der Mobilfunkversorgung

In den folgenden Unterkapiteln wird dargestellt, welche Gesichtspunkte zu beachten sind, wenn in Kommunen über die Festlegung von Schutz- und Versorgungszielen entschieden werden soll.

#### 3.1 Schutzziele

Durch den (nahezu flächendeckenden) Ausbau der Mobilfunknetze entsteht eine Exposition (Ausgesetztsein) gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung sowohl bei den Handynutzern als auch bei den Anwohnern durch die installierten Basisstationen, wobei es sich weitgehend – aber durchaus nicht vollständig – um die gleiche Personengruppe handelt.

#### 3.1.1 Exposition durch Mobiltelefone (Handys)

Für die persönliche Belastung der Handynutzer selber und der Personen in ihrer unmittelbaren Umgebung<sup>2</sup> spielt während der Mobilfunkgespräche die von den Handys ausgehende Strahlung eine wesentlich größere Rolle als die Strahlung der Basisstationen.

Hierbei handelt sich im Allgemeinen um eine relativ kurzfristige hohe Belastung, die fast ausschließlich während des Telefonierens auftritt. Die Höhe dieser Belastung richtet sich zum einen nach den Strahlungseigenschaften des eigenen Handys (SAR-Wert) und ganz entscheidend auch nach der Qualität der Verbindung zur nächsten Basisstation.

Alle heutigen Handys sind so konzipiert, dass sie mit einem möglichst geringen Energieeinsatz mit der nächstgelegenen Basisstation in Kontakt bleiben können, um die begrenzte Energie des Akkus so effektiv wie möglich zu nutzen. Diese sogenannte Leistungsregelung der Handys kommt ebenso der Strahlungsminimierung zugute, denn sie hat zur Folge, dass ein Handy seine Strahlungsleistung herunterregelt, wenn es von der Basisstation gut empfangen werden kann. Allgemein gilt: Je schwächer die Verbindung (das Signal des Senders bzw. der Empfang) ist, desto größer ist die Sendeleistung, die das Handy für die Verbindung mit der Basisstation braucht.

Umgekehrt bedeutet dies, dass mit guter Erreichbarkeit der Basisstationen die vom Handy aufzubringende Sendeleistung abnimmt und somit auch das elektromagnetische Feld im Umfeld des Handys schwächer wird

Für die Handynutzer selbst handelt es sich bei dieser Exposition um eine individuell steuerbare Belastung. Die Personen in der unmittelbaren Nähe der Telefonierenden können sich nur sehr begrenzt diesem Ausgesetztsein entziehen, z. B. in öffentlichen Verkehrsmitteln, o.ä. (vgl. auch Kap. 4.4.1, S. 26)

\_

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> vergleichbar dem "Passivrauchen" bei Zigaretten

#### 3.1.2 Exposition durch Basisstationen

Die Belastung, die von einer Basisstation ausgeht, ist von der Intensität her – im Vergleich mit der Belastung durch ein Handy während des Telefonierens – als eher niedrig einzustufen. Die Basisstation sendet aber permanent, und die Bewohner im Umkreis einer Sendeanlage haben keine Möglichkeit, sich dieser Exposition zu entziehen bzw. diese individuell zu steuern<sup>3</sup>. Dies kann insbesondere für die Personengruppe der Elektrosensiblen zu einem Problem werden (vgl. Kap. 1.3, S. 11).

Naturgemäß haben Kommunen auf das individuelle Telefonierverhalten keinen Einfluss. Gleichwohl sei auf die Empfehlungen des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) zum Umgang mit Mobiltelefonen im Anhang 10.5, S. 97, hingewiesen.

Das vorliegende Konzept widmet sich daher in erster Linie der nicht individuell steuerbaren Dauerbelastung, die durch die Basisstationen hervorgerufen wird. Ziel dieses Konzeptes ist es daher, die Exposition durch Mobilfunkbasisstationen so gering wie möglich zu halten und gleichzeitig die im nachfolgenden Kapitel beschriebenen Mobilfunkversorgungsziele gewährleisten zu können.

Parallel dazu wird versucht, auch für die Handynutzer eine möglichst geringe Strahlungsbelastung zu erreichen (vgl. Kap. 4.4.1, S. 26).

#### 3.2 Das Versorgungsziel

Im Rahmen dieses Konzeptes wird herausgearbeitet, wie bei Einhaltung der im vorigen Kapitel 3.1 genannten Schutzziele eine gute Mobilfunkversorgung erreicht werden kann. Das bedeutet, dass mobile Kommunikation im Stadt-/Gemeindegebiet möglich ist.

Man unterscheidet folgende zu versorgenden Bereiche:

- Outdoor-Versorgung: Gebiete außerhalb von Gebäuden, Fahrzeuge mit Außenantenne
- Indoor-Normalbereich: Oberirdische Innenräume "normaler" Gebäude, Fahrzeuge ohne Außenantenne
- Indoor-Tiefbereich: Bereiche, die unterhalb der Erdoberfläche liegen, z.B. Keller von Wohnhäusern, Tiefgaragen, besonders abgeschirmte Räume.

#### 3.2.1 Versorgungskapazität für mobile Kommunikationsdienste

In letzter Zeit sind zunehmend Bestrebungen der Netzbetreiber zu beobachten, die vollständige Versorgung von Wohn- und Bürohäusern mit Telefon- und Datendiensten mittels Mobilfunkanbindung zu realisieren, unabhängig davon, ob in diesen Ge-

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Welche der beiden Belastungen größere gesundheitliche Relevanz besitzt, kann bisher wissenschaftlich nicht eindeutig beantwortet werden. Hinweise gehen in die Richtung, dass durch die hohen (aber: kurzzeitigen) Belastungen eher Tumorerkrankungen und degenerative Gehirnerkrankungen gefördert werden und durch die (niedrige) Dauerbelastung eher neurologische Effekte (Konzentrations- und Schlafstörungen) auftreten.

bäuden eine leitungsgebundene Versorgung mit Telefon- und Datendiensten (Festnetz) vorliegt. Ein derartiger Ersatz des Festnetzes durch funkgestützte Kommunikationsanbindungen erfordert natürlich erheblich höhere Übertragungskapazitäten als es die ureigene Aufgabe eines Mobilfunknetzes – nämlich die Versorgung mobiler Nutzer – erfordert. Es wird hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine solche Kapazitätsausweitung der Mobilfunknetze nicht den in diesem Kapitel dargestellten allgemeinen Schutz- und Versorgungszielen entspricht, da mit einer solchen Nutzungsausweitung zwangsläufig eine Erhöhung der Immissionen einhergeht.

## 4 Realisierungsmöglichkeiten einer strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung

Bevor in Kap. 5 auf Besonderheiten eingegangen wird, die eine strahlungsarme Mobilfunkversorgung ermöglichen, werden im Folgenden zunächst praxisrelevante Möglichkeiten dargestellt, mit denen sich mit heute verfügbarer Technologie eine flächendeckende, strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung verwirklichen lässt<sup>4</sup>: Anschließend werden die jeweiligen Vor- und Nachteile diskutiert, um im Teil 2 dieser Studie die passende Lösung für das Stadt-/Gemeindegebiet herauszuarbeiten.

4.1 Inhomogenitäten der Immissionsverteilung bei klassischer Netzstruktur Die Problematik der optimalen Gestaltung eines Mobilfunknetzes liegt zum großen Teil in den klein- und großräumigen Strukturen sowohl der Geländeformen als auch der Bebauung. Eine optimale Situation – und zwar sowohl bezüglich der Mobilfunkversorgungsqualität als auch bezüglich der Immissionsminimierung – liegt dann vor, wenn es gelingt, das gesamte zu versorgende Gebiet mit einer möglichst gleichmäßigen Einstrahlung zu versehen. In diesem Fall genügt es, die Leistungsflussdichte so zu wählen, dass sie gerade für eine Mobilfunkverbindung guter Qualität ausreicht. Liegen hingegen Abweichungen von dieser Optimalsituation der völlig homogenen Versorgung vor, so orientieren sich die Mobilfunkbetreiber bei ihrem Netzausbau naturgemäß an dem Punkt des Versorgungsgebietes mit der schlechtesten Funkverbindung und wählen die Sendeleistung so, dass dort noch eine hinreichend gute Gesprächsqualität möglich ist. Zwangsläufig entsteht so in den übrigen Gebieten mit besserer Funkverbindung eine mehr oder weniger ausgeprägte "Überversorgung". Diese – sich zwangsläufig aus den Inhomogenitäten des Netzes ergebende – Überversorgung ist der Hauptgrund für die in der näheren Umgebung von Basisstationen auftretenden erhöhten Immissionen.

Auch die "Alltagserfahrung" vieler Mobilfunknutzer und kritisch eingestellter Bürger zeigt, dass mobiles Telefonieren annähernd überall möglich ist und insbesondere auch an solchen Orten, an denen sich bei Messungen nur sehr geringe Leistungsflussdichten zeigen. Zunächst einmal durchaus verständlich folgert der "gesunde Menschenverstand" daraus, dass mehr Strahlung dann auch für einen funktionierenden Mobilfunk nicht nötig sei.

Der Grundgedanke "nur soviel Strahlung wie zum Telefonieren erforderlich" bildet zwar die Basis eines strahlungsminimierten Mobilfunkversorgungskonzeptes, reicht allein aber für ein funktionierendes Mobilfunknetz nicht aus. In den folgenden Unterkapiteln wird dargelegt, welche weiteren Randbedingungen für praxisgerechte Mobilfunknetze berücksichtigt werden müssen. Dazu wird im folgenden Kapitel 4.2 zu-

nächst dargestellt, welche Einflüsse die Immissionen in einem heute üblichen Mobilfunknetz bestimmen.

#### 4.2 Mindestversorgungsfeldstärke und Strahlungsintensitäten in realen Mobilfunknetzen

Grundsätzlich gilt die hier dargestellte Problematik für alle heutigen Mobilfunknetze, wird hier aber exemplarisch an den in Deutschland bisher am weitesten verbreiteten *GSM*-900-Mobilfunknetzen (klassisch D-Netze) geschildert. Auf Besonderheiten des *UMTS*-Netzes wird – soweit erforderlich – eingegangen.

Im Anhang (Kap. 10.4, S. 96) ist der sehr große Bereich von Leistungsflussdichten dargestellt, der sowohl in der Grenz- und Vorsorgewertdiskussion als auch im Bereich der technischen Erfordernisse eines Mobilfunknetzes eine Rolle spielt. Am oberen Ende der extrem großen Spannweite von Leistungsflussdichten steht der in Deutschland und den meisten westeuropäischen Ländern gültige Grenzwert von 4,6 Watt pro Quadratmeter, der sich auf die – ausschließlich auf thermischen Wirkungen basierende – Empfehlung der internationalen Strahlenschutzkommission (ICNIRP) stützt<sup>5</sup>. Am unteren Ende der Skala steht mit ca. 0,1 Nanowatt pro Quadratmeter (= 0,000.000.1 mW/m<sup>2</sup> = 0,000.1  $\mu$ W/m<sup>2</sup>, s. letzte Zeile der Tabelle 6, S. 96) der Mindestversorgungspegel, den das Schweizer Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) ansetzt<sup>6</sup>. Ebenso wie in Deutschland ist auch in der Schweiz die Konzessionsvergabe für Mobilfunknetze an die Versorgung eines bestimmten Bevölkerungsoder Gebietsanteils mit diesem Mobilfunknetz verbunden. Das Schweizer BAKOM definiert den genannten Mindestpegel von ca. einem Zehnmillionstel Milliwatt pro Quadratmeter als Mindestwert, um ein (einzelnes) Mobilfunkgespräch zu ermöglichen.

Wenn nun aber unbestritten solch geringe Leistungsflussdichten von weniger als  $0,001~\mu\text{W/m}^2$  für ein problemloses Mobilfunkgespräch ausreichen, erscheint es zunächst einmal sehr schwer verständlich, warum die Netzbetreiber es für den ungestörten Ausbau ihrer Mobilfunknetze für erforderlich halten, den gesetzlichen Grenzwert gegebenenfalls ausschöpfen zu können, obwohl dieser mit 4,6 W/m² um wesentlich mehr als den Faktor eine Milliarde höher liegt als die mindestens für ein Mobilfunkgespräch erforderliche Leistungsflussdichte. Relativ ähnlich ist auch die Situa-

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> auf die Darstellung denkbarer Alternativtechnologien, wie zum Beispiel die Auftrennung der Basisstationen in "nur sendende" und "nur empfangende" Basisstationen, wird hier bewusst verzichtet, da dies jenseits der kommunalen Einflussmöglichkeiten liegt.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> In neuerer Zeit gibt die ICNIRP zwar an, in ihren Empfehlungen auch nicht-thermische Wirkungen zu berücksichtigen. Diese Berücksichtigung beschränkt sich allerdings auf einen einzigen nicht-thermischen Effekt, das sogenannte Mikrowellenhören, bei dem es sich um einen Spontaneffekt mit einem höheren Grenzwert handelt als für die bekannten thermischen Effekte. Nicht-thermische Langzeiteffekte bleiben hingegen bei der ICNIRP weiterhin unberücksichtigt.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Auf die weiterhin genannten Grenz- und Vorsorgewerte kann hier nicht im Detail eingegangen werden.

EMF-INSTITUT DR. NIESSEN

tion in der Schweiz, wo der vom Bundesamt für Umwelt (BAFU)<sup>7</sup> erlassene Anlagengrenzwert von ca. 42 mW/m² ca. 400 Millionen-fach höher liegt als der BAKOMdefinierte Mindestversorgungspegel.

Die wesentlichen Ursachen für diese Diskrepanz sind im Folgenden näher dargestellt.

#### 4.2.1 Innenraumversorgung

Bei den klassischen drahtlosen Kommunikationstechniken (Rundfunk, Fernsehen) wird üblicherweise eine Antenne an einem funktechnisch günstigen Standort montiert, z.B. für den Fernsehempfang eine Dachantenne. Sofern Rundfunkgeräte ohne externe Antenne betrieben werden, hat man sich daran gewöhnt, sie zumindest an einer – funkversorgungsmäßig – günstig gelegenen Stelle des Raumes aufzustellen (z.B. in der Nähe eines Fensters) und die Antenne geeignet auszurichten.

Ganz anders sind – zumindest nach Ansicht der Netzbetreiber und auch vieler Nutzer – die Anforderungen bei der Mobilfunkversorgung. Ein Handy soll natürlich in jedem Raum der Wohnung oder des Bürogebäudes funktionieren und natürlich auch unabhängig davon, wo es sich gerade in diesem Raum befindet (z.B. in der Aktentasche auf dem Boden oder in der abgelegenen Ecke des Konferenzraums).

In der (meist englischen) Fachsprache der Mobilfunktechnologie bezeichnet man diese beiden Effekte mit:

1. indoor loss: Die Dämpfung (Intensitätsverlust), den die elektromagnetische Welle beim Durchgang durch die Hauswände erfährt, wird in der Mobilfunkplanung typischerweise abgeschätzt mit 18 dB:

	Dezibel	Dämpfungsfaktor
Indoor loss	18	63

2. fast fading: Die sehr kleinräumigen Intensitätsunterschiede, die sich innerhalb typischer Innenräume durch die komplizierten Reflexions- und Beugungsverhältnisse einstellen, werden als Minimum abgeschätzt mit 10 dB:

	Dezibel	Dämpfungsfaktor
Fast fading	10	10

Das bedeutet: Möchte man in der ungünstigen Raumecke eine Versorgung in Qualität des Mindestversorgungspegels erreichen, so ist dafür außen vor dem Gebäude schon ca. die 600-fache Leistungsflussdichte erforderlich.

#### 4.2.2 Viele parallel betriebene Mobilfunknetze

Die bisherige Betrachtung bezieht sich auf ein einzelnes Mobilfunknetz, also z.B. eines der GSM-900- oder GSM-1800-Netze in Deutschland. Nun sind aber bereits in den klassischen GSM-Netzen vier Mobilfunknetzbetreiber tätig (Telekom/D1, Voda-

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> ehemals Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

fone/D2, E-Plus und Telefonica O<sub>2</sub> (Germany) und jedes Netz benötigt seine eigenen Basisstationen, die jeweils entsprechende Immissionen verursachen. Hinzu kommt. dass mittlerweile alle vier Netzbetreiber eine Lizenz für beide GSM-Netze haben (GSM-900, das klassische "D-Netz" und GSM-1800, das klassische "E-Netz", s. auch Glossar GSM-Netze) und somit bis zu 8 GSM-Netze parallel betrieben werden können. Die zur Zeit noch im Aufbau befindlichen UMTS-Netze sollen zumindest auf absehbare Zeit parallel zu den existierenden GSM-Netzen betrieben werden und strahlen somit zusätzliche Sendeleistung ab. Ursprünglich waren sechs separate UMTS-Netzbetreiber mit jeweils einem eigenständigen Sendernetz vorgesehen. Mittlerweile hat sich die Anzahl der UMTS-Netzbetreiber auf die gleichen vier Betreiber wie bei den GSM-Netzen verringert, womit sich also im zu erwartenden Endausbau vier Netzbetreiber mit jeweils zwei (GSM und UMTS) oder sogar drei (GSM-900, GSM-1800 und UMTS) unabhängigen Mobilfunknetzen ergeben.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass in jedem Mobilfunknetz viele Nutzer gleichzeitig telefonieren wollen/sollen. In den GSM-Netzen existiert jeweils ein Basiskanal (Broadcast Control CHannel BCCH), der bis zu 7 gleichzeitige Gespräche abwickeln kann und unabhängig von der vorliegenden Gesprächsauslastung immer auf Sendung ist. Kommen in der gleichen Funkzelle weitere gleichzeitige Nutzer des gleichen Netzbetreibers hinzu, so wird ein weiterer Sendekanal, ein sogenannter Verkehrskanal (Traffic CHannel TCH) hinzugeschaltet, der zusätzlich acht Gespräche bewältigen kann. Eine typische GSM-Basisstation ist mit vier Sendekanälen ausgestattet und kann somit maximal 31 gleichzeitige Gespräche pro Sektor abwickeln. Kleinere Stationen verfügen über 2 Kanäle. Dies bedeutet, dass bei Volllastbetrieb pro Netzbetreiber die doppelte bzw. vierfache Immission bezogen auf die Schwachlastzeiten (z.B. nachts) auftritt. Für die folgende Betrachtung wird von einem Mittelwert von 3 Kanälen pro Basisstationssektor ausgegangen.

#### 4.2.2.1 UMTS-Netze

Etwas anders ist die Situation in den UMTS-Netzen, da hier ein anderes Mehrbenutzerzugangsverfahren angewandt wird. Pro Netzbetreiber gibt es hier zwei jeweils 5 MHz breite Frequenzblöcke, von denen beim momentanen Netzausbau jeweils nur einer genutzt wird. Rein funktechnisch gesehen handelt es sich hierbei um zwei Frequenzkanäle. Man berücksichtige aber die mögliche Sprachverwirrung, da im üblichen UMTS-Sprachgebrauch der Begriff Kanal nicht für Frequenzkanäle verwendet wird, sondern für einzelne (durch Codes getrennte) Bestandteile eines Freguenzblocks, so z. B. für den sogenannten Pilotkanal (CPICH = Common Pilot Channel), der für ähnliche Signalisierungs- und Koordinationsübertragungen genutzt wird wie der erste Zeitschlitz des Basiskanals einer GSM-Station.

Bezüglich der Immissionen bedeutet dies, dass die Sendeleistung des Pilotkanals (zur Zeit ca.15 Prozent der Maximalleistung) permanent ausgestrahlt wird und zusätzliche Gespräche bzw. Datenverbindungen kontinuierlich (anstatt in 8-er Blocks) hinzukommen. Zusätzlich kompliziert wird die Situation dadurch, dass bei Datenübertragung im UMTS-Netz (wofür das Netz hauptsächlich gedacht ist) höhere Datenübertragungsraten auch höhere Feldstärken, d.h. bzgl. der Immissionsbetrachtung höhere Leistungsflussdichten erfordern.

Um die Betrachtung nicht weiter zu verkomplizieren, werden für die folgende Berechnung für alle Mobilfunknetze diejenigen Faktoren verwendet, die zuvor für die GSM-Netze beschrieben wurden.

Somit ergeben sich insgesamt durch die parallel betriebenen Netze mit vielen gleichzeitigen Nutzern die in der nachstehenden Tabelle genannten Multiplikationsfaktoren. Da nicht an allen Orten alle Mobilfunknetze angeboten werden, wird hier von 2 bis 3 typischerweise vorhandenen Mobilfunknetzen ausgegangen:

	Faktor
3 Frequenzkanäle	3
2 bis 3 Mobilfunknetze pro Betreiber	2,5
(GSM-900 / GSM-1800 / UMTS)	
4 Netzbetreiber	4
gesamt	30

Die Höhe der Immissionen wird dabei keineswegs nur durch den Abstand von der Sendeanlage bestimmt, da im Nahbereich die Nebenkeulen der Sendeantennen die auftretenden Leistungsflussdichten bestimmen und erst in größerem Abstand (ab 50 bis 500 Metern) die Leistungsflussdichten mit dem Quadrat des Abstands fallen. Grob abgeschätzt ergibt sich:

Inhomogenitäten der Netze	Dezibel	Faktor
typisches Netz	25	300
optimiertes Netz	5	3

Dazu kommen unterschiedliche Verluste je nach Standort des Mobilfunknutzers. Soll ein Mobilfunkgespräch auch in einer innerstädtischen Straßenschlucht funktionieren, so führt dies naturgemäß dazu, dass an einer benachbarten Stelle in etwa gleicher Entfernung zur Basisstation, aber freier Sicht zu den Sendeantennen eine erheblich höhere Leistungsflussdichte auftritt:

	Dezibel	Dämpfungsfaktor
Pfadverluste	15	30
	20	100

#### 4.2.3 Immissionsniveau in einem optimierten Mobilfunknetz

Die in vorstehenden Unterkapiteln dargestellten Überlegungen zum erforderlichen Versorgungspegel und den daraus resultierenden Immissionen zeigen den sehr großen Intensitätsunterschied zwischen den für ein einzelnes Mobilfunkgespräch erforderlichen Immissionen und den im realen Betrieb vieler Mobilfunknetze tatsächlich zu erwartenden Immissionen.

Akzeptiert man die Rahmenbedingungen der heutigen Mobilfunkversorgung (Indoor-Versorgung durch viele parallel betriebene Netze mit erdgebundenen Basisstationen), so ergeben sich bei den vorstehend aufgeführten (immissionserhöhenden) Effekten nur an wenigen Stellen Ansatzmöglichkeiten, diesen Effekt geringer ausfallen zu lassen und somit eine Verringerung der Gesamtimmissionen zu bewirken.

Der einzige Punkt, an dem eine entscheidende Einflussnahme ohne Technologieänderungen möglich ist, ist die Reduzierung der Inhomogenitäten der Immissionsverteilung. Dies wird im folgenden Unterkapitel 4.3 weiter ausgeführt.

Als Zusammenfassung der in den vorstehenden Kapiteln aufgeführten Einflussfaktoren wird in der folgenden Tabelle noch einmal aufgeführt, welche dieser Einflussfaktoren auch bei einer optimierten Mobilfunkversorgung verbleiben und welche Gesamtimmissionen in der optimierten Situation zu erwarten sind.

Dabei wird davon ausgegangen, dass von jedem der vier Netzbetreiber zwei bis drei unabhängige Mobilfunknetze betrieben werden, in denen jeweils eine Versorgungsqualität entsprechend den Anforderungen der Mobilfunknetzbetreiber bereitgestellt wird. Die Berechnung fußt auf dem erforderlichen Mindestpegel, der für ein einzelnes Mobilfunkgespräch erforderlich ist. Dieser Mindestpegel wird hier mit 0,0005 µW/m² angesetzt und liegt damit sogar noch höher als der Mindestversorgungspegel entsprechend der BAKOM-Definition für GSM-1800-Netze (vgl. Tabelle 6, S. 96 im Anhang). Zumindest in GSM-900-Netzen (den "klassischen D-Netzen") reichen noch wesentlich geringere Pegel aus. Trotzdem wird dieser Wert hier als Mittelwert über alle Mobilfunknetze angesetzt, um somit auf der anderen Seite noch "Reserven" für UMTS-Verbindungen<sup>8</sup> mit hohen Datenraten zu haben.

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen, Oktober 2010

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Darüber hinaus stehen für UMTS-Verbindungen mit hohen Anforderungen an die Datenrate weitere Reserven in der Berechnung bereit, da solche Verbindungen eher stationär genutzt werden und daher weit weniger vom Effekt des "fast fading" betroffen sind.

•	•		
	Dezibel	Faktor	Leistungs- flussdichte (µW/m²)
Erforderlicher Pegel für ein einzelnes Mobilfunkgespräch			0,0005
Fast fading*	10	10	0,005
Indoor Loss*	18	63	0,315
Pfadverluste*	15	30	9,45
Netzinhomogenitäten	5	3	28,35
3 Frequenzkanäle (Mittelwert)		3	85,05
2 bis 3 Mobilfunknetze pro Betreiber (GSM-900, GSM-1800, UMTS)		2,5	212,6
4 Netzbetreiber		4	850.5

Tabelle 1: Berechnung Gesamtimmissionen bei optimierten Mobilfunknetzen

## Dies bedeutet:

Damit überall in einem schlecht versorgten Innenraum in einem Randbereich des Versorgungsgebietes auch an einer ungünstigen Stelle die für ein einzelnes Mobilfunkgespräch erforderliche Leistungsflussdichte von 0,0005  $\mu$ W/m² zur Verfügung steht, müssen an einem Außenstandort in günstiger Lage im bestversorgten Bereich mit direkter Sicht zu einer Mobilfunkbasisstation ca. 28  $\mu$ W/m² bereitgestellt werden. Erfolgt dies für viele Benutzer (3 Frequenzkanäle) in 10 verschiedenen Mobilfunknetzen gleichzeitig (2 bis 3 Netze pro Betreiber), so ergibt sich daraus eine Gesamtimmission von ca. 850  $\mu$ W/m².

Es sei angemerkt, dass die Beschränkung auf 850 μW/m² nur dann gelingt, wenn auf eine besonders homogene Immissionsverteilung geachtet wird (vgl. **nur** Faktor 3 für Netzinhomogenitäten in obiger Tabelle 1).

#### 4.3 Lösungsansatz: Homogenisierung

Der Grundgedanke einer strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung liegt genau in der zuvor genannten Überlegung "nicht mehr Strahlung als nötig", d.h. möglichst nur genau so viel, wie für störungsfreies mobiles Telefonieren erforderlich ist. Diese Forderung für eine größere zu versorgende Fläche insgesamt zu realisieren, ist allerdings weniger leicht als es zunächst den Anschein hat. Als Grundansatz der strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung bleibt das Ziel der möglichst gleichmäßigen (homogenen) Belegung der zu versorgenden Fläche mit einem Strahlungspegel, der für mobiles Telefonieren gerade ausreicht.

Nun argumentieren auch die Mobilfunkbetreiber häufig, Ziel ihres Netzaufbaus sei die gleichmäßige (homogene) Versorgung der Fläche mit einem gleichmäßigen wabenförmigen Netz von Basisstationen. Woher entsteht dann überhaupt ein Konflikt?

<sup>\*)</sup> Zu den Begriffen siehe Kapitel 4.2, S. 19.

Das Problem entsteht daraus, dass die Mobilfunkbetreiber mit einem homogenen Netz etwas ganz anderes meinen als ein Netz mit einer <u>homogenen Immissionsbelegung</u>. Zur Klarstellung sollen hier die beiden Sichtweisen eines "homogenen Netzes" noch einmal erläutert werden:

In der Sprechweise der Mobilfunknetzbetreiber handelt es sich bei einem "homogenen Netz" immer um ein Netz mit einer Vielzahl von gleichmäßig (homogen) über die Fläche verteilten Basisstationen, die sich in relativ einheitlichem Abstand voneinander befinden und jeweils ein Gebiet in ihrer unmittelbaren Umgebung versorgen. Die Immissionsverteilung ist bei einem derartigen Netz im Allgemeinen äußerst ungleichmäßig (inhomogen): hohe Immissionen im Nahbereich in bis zu wenigen hundert Metern Abstand und sehr geringe Immissionen am Zellrand.

Im Sinne einer strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung hingegen handelt es sich bei einem "homogenen Netz" um ein Netz mit einer möglichst homogenen Immissionsverteilung. Eine solche möglichst gleichmäßige Immissionsverteilung über die gesamte zu versorgende Fläche ist mit den heute üblichen Mobilfunknetzen, bei denen die Versorgung "von innen", d.h. von einem (meist niedrig gelegenen) Basisstationsstandort im Inneren des zu versorgenden Bereichs erfolgt, nur in Ausnahmefällen zu erreichen. Man benötigt für eine homogene Immissionsverteilung vielmehr eine Versorgung "von außen", also mit Basisstationsstandorten außerhalb des zu versorgenden Gebietes und/oder "von oben herab". Aus Sicht der Immissionsminimierung ist das Optimum besonders einfach zu erreichen, wenn alle Bereiche des Versorgungsgebietes in etwa gleich weit von der Basisstation entfernt sind. Da dies allerdings nur in Ausnahmefällen möglich ist, werden nachfolgend mit heutiger Mobilfunktechnologie realisierbare Möglichkeiten zur strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung vorgestellt, die u.a. die Strahlungscharakteristik der Sendeantennen zur Vergleichmäßigung der Immissionen ausnutzen.

Unabhängig von der Verteilung der Basisstationen beinhalten diese immer den Gedanken der Versorgung "von oben herab", da meist nur dadurch verhindert werden kann, dass in Wohngebieten in unmittelbarer Nähe der Basisstationen erhöhte Immissionen auftreten.

4.4 Versorgung durch Mobilfunkbasisstationen an exponierten Standorten

Bei dieser Variante befinden sich die Antennen der Mobilfunkbasisstationen an Montagepositionen, die wesentlich höher liegen als die Dachhöhe der typischen Bebauung. Die Lage des Standortes in Bezug zur Wohnbebauung ist hierbei aus Sicht der Strahlungsminimierung nicht das allein entscheidende Kriterium. Wichtig ist vielmehr, dass hohe, exponiert gelegene Standorte verwendet werden, so dass der Hauptstrahl der Sendeantennen erst in mehreren Hundert Metern Entfernung die Bebauung erreicht.

Der Grundansatz der Strahlungsminimierung beruht (wie bereits in Kap. 4.2.3 dargestellt) darauf, eine homogene Belegung der zu versorgenden Fläche mit einer relativ geringen Leistungsflussdichte zu erreichen. Eine solche homogene Flächenbelegung ist mit niedrig gelegenen Basisstationen praktisch nicht möglich.

Bei der von exponierten Standorten erfolgenden Mobilfunkversorgung handelt es sich also um eine Versorgung "von oben herab", wobei dieser Versorgung "von oben herab" große Bedeutung bei der Erzielung der erforderlichen Reichweite zukommt (vgl. Kap. 5.2.2, S. 33).

## 4.4.1 Optimierung der Ausleuchtung

Zusätzlich zu der Vermeidung der hohen Immissionen in unmittelbarer Nähe bieten exponierte Basisstationen deutliche Vorteile bei der Ausleuchtung des Versorgungsgebietes, die direkt mit der zuvor angesprochenen Versorgung "von oben herab" zusammenhängen. Dies sei an einem Beispiel verdeutlicht:

Bei flachem Strahlungseinfall in eine quer zur Einfallsrichtung verlaufende Straßenschlucht (zum Beispiel durch eine innerstädtische Basisstation knapp oberhalb der Dachhöhe der typischen Bebauung) sind mehr Reflexions- und Beugungsvorgänge erforderlich als bei steilerem Strahlungseinfall durch eine hochgelegene Basisstation im Außenbereich.

Hieraus ergibt sich bezüglich der Strahlungsminimierung, dass die Sendeleistung einer Basisstation erheblich reduziert werden kann, ohne dass sich dadurch die Empfangsverhältnisse für die Handys verschlechtern.

Ebenso gilt dies natürlich für die Gegenrichtung: Eine exponiert gelegene Basisstation ist für die Handys besser erreichbar und ermöglicht es der Leistungsregelung der Handys dadurch häufiger, die Sendeleistung des Handys herunter zu regeln und somit die Strahlungsbelastung des Handynutzers zu reduzieren. Modellrechnungen zeigen, dass durch Basisstationen an exponierten Standorten besonders schlecht versorgte Gebiete ("Funklöcher") vermieden werden und daher trotz der erheblichen größeren Entfernung des Handynutzers zur exponiert gelegenen Basisstation seine maximale Strahlungsbelastung geringer ausfällt als bei typischen innerörtlichen Basisstationen [4].

### 4.5 Site-Sharing: Vor- und Nachteile

Meist wird unter Site-Sharing die gemeinsame Nutzung eines Standortes durch Mobilfunkbasisstationen mehrerer Netzbetreiber verstanden. Im Zeitalter der parallel betriebenen GSM- und UMTS-Mobilfunknetze ist aber auch die gemeinsame Nutzung eines Standortes durch eine GSM- und eine UMTS-Basisstation des gleichen Netzbetreibers als Site-Sharing anzusehen.

Eine solche gemeinsame Nutzung eines Standortes durch mehrere Basisstationen kann unterschiedlich gestaltet werden:

- Auf einem Gebäude befinden sich mehrere Antennenmasten, die jeweils für die Antennen einer einzelnen Basisstation genutzt werden.
- An einem größeren Mast freistehend oder auf einem Gebäude befinden sich die Antennen mehrerer Basisstationen (und evtl. auch weiterer Funkanlagen).
- Mehrere Basisstationen benutzen die selben Antennen, d.h. auf dem Gebäude bzw. an dem Antennenmast befinden sich nicht mehr Antennen als bei einer einzelnen Basisstation, aber diese Antennen werden gemeinsam von mehreren Basisstationen benutzt. Diese gemeinsame Antennennutzung ist von der Bundesnetzagentur durchaus auch für Basisstationen verschiedener Netzbetreiber zugelassen, wird von den Netzbetreibern aber praktisch nicht genutzt. Häufiger zur Anwendung kommt die gemeinsame Antennennutzung inzwischen bei parallelem Betrieb einer GSM- und einer UMTS-Basisstation des gleichen Netzbetreibers am gleichen Standort. Hierfür sind mittlerweile Kombinationsantennen erhältlich, die mehrere Frequenzbereiche abdecken.

Wichtig ist: Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung bedeutet Site-Sharing bezüglich der Strahlungsimmission immer, dass von einem solchen Standort mit mehreren Basisstationen mehr Strahlung ausgeht als von einer einzelnen Basisstation beim Verzicht auf Site-Sharing. Dies bedeutet allerdings nicht, dass Site-Sharing für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung ungeeignet sei, sondern bei der Beurteilung von Site-Sharing-Standorten muss unterschieden werden nach der Besiedlungssituation in der Umgebung des betreffenden Basisstationsstandortes.

#### 4.5.1 Site-Sharing bei Standorten inmitten der Wohnbebauung

Sehr häufig befinden sich die Sendeantennen typischer heutiger Mobilfunkbasisstationen nur wenige Meter oberhalb der Dachhöhe der typischen Bebauung in der Umgebung. Liegt eine solche Basisstation inmitten der Wohnbebauung, so kommt es häufig vor, dass benachbarte Häuser in geringem Abstand von den Nebenkeulen der Sendeantennen getroffen werden, wodurch sich dort bereits durch eine einzelne Basisstation erhöhte Immissionen ergeben. Kommen an einer solchen Stelle die Immissionen mehrerer Basisstationen zusammen, wie dies ja auch beim Site-Sharing der Fall ist, so erhöhen sich die Immissionen an diesem Punkt entsprechend.

Für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung wird daher ein Site-Sharing für niedrig gelegene innerörtliche Basisstationen abgelehnt. Diese Meinung wird nicht nur vom EMF-Institut vertreten, sondern auch von weiteren Institutionen empfohlenen, die sich mit der Strahlungsimmission von Mobilfunkanlagen ebenfalls wissenschaftlich beschäftigt haben, so zum Beispiel das Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik GmbH, Kamp-Lintfort [5].

#### 4.5.2 Site-Sharing an exponierten Standorten

Deutlich anders stellt sich die Situation dar, wenn es sich um Basisstationen an exponierten Standorten handelt, also z.B. um Standorte auf besonders hohen Gebäuden sowie auf entsprechend hohen Masten.

Ein solcher Standort zeichnet sich immer dadurch aus, dass er so hoch oberhalb von benachbarter Wohnbebauung liegt, dass die Nebenkeulenstrahlung nicht mehr zu unerwünscht hohen Immissionen führt und der Hauptstrahl erst in so großer Entfernung auf die Wohnbebauung trifft, dass auch dort die Immissionen niedrig bleiben. Natürlich ist es auch bei exponiert gelegenen Standorten ebenso wie bei den zuvor beschriebenen "normalen" Standorten inmitten der Wohnbebauung so, dass mehrere Basisstationen am selben Standort zu einer dementsprechenden Erhöhung der Immissionen führen. Es gibt allerdings einen entscheidenden Unterschied, der aus Gründen der Immissionsminimierung Site-Sharing bei exponierten Standorten sinnvoll macht:

#### 4.5.2.1 Immissionen aus mehreren Netzen sind heute unvermeidlich

Akzeptiert man den Grundgedanken heutiger Mobilfunkversorgung, der darin besteht, dass viele Mobilfunknetze parallel betrieben werden (z. Zt. 4 bis 8 GSM-Netze<sup>9</sup> und 4 UMTS-Netze), so ist es zwangsläufig so, dass jedes Gebiet mit einer vollständigen Mobilfunkversorgung mit den Immissionen von bis zu 12 separaten Mobilfunknetzen belastet wird. Betrachtet man nun einen typischen Immissionspunkt innerhalb eines solchen Versorgungsgebietes, so trifft dort auf jeden Fall die Strahlung der Basisstationen aller am Ort vertretenen Netze ein. Es ist für die Summe der eintreffenden Strahlung weitgehend unerheblich, ob diese Strahlung von einem einzelnen Site-Sharing-Standort oder von mehreren Standorten ohne Site-Sharing ausgeht. Sofern es durch die Platzierung der Basisstationen an exponierten Standorten also gelingt, die lokalen Immissionserhöhungen in der Nähe einer Basisstation zu vermeiden, so spielt es für alle Punkte innerhalb eines homogen versorgten Gebietes keine Rolle, ob die Immissionen durch einen gemeinsamen Basisstationsstandort (Site-Sharing) oder durch mehrere umliegende Basisstationen verursacht werden, die alle zusammen auf diesen Immissionspunkt einwirken.

Bei gut gewählten exponiert gelegenen Standorten – d.h. es gibt keine lokalen Immissionserhöhungen in der unmittelbaren Umgebung – ist eine gemeinsame Nutzung des Standortes durch mehrere Basisstationen daher zunächst einmal ohne wesentlichen Einfluss auf die Gesamtimmission.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> s Glossar: GSM-Netze

#### 4.5.2.2 Nur wenige optimal geeignete Standorte verfügbar

Es muss allerdings beachtet werden, dass exponiert gelegene und für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung gut geeignete Standorte im Allgemeinen nur in geringer Zahl zur Verfügung stehen bzw. erst errichtet werden müssen (Mastbau). Daher ist es sinnvoll, dass ein wirklich gut geeigneter Standort von den Basisstationen möglichst vieler Netze und Betreiber genutzt wird. Andernfalls ist damit zu rechnen, dass andere Betreiber weniger günstig gelegene Standorte auswählen und daher die Immissionssituation insgesamt verschlechtert wird.

Unabhängig von den vorstehenden Überlegungen zur Immissionsminimierung ist zu beachten, dass es sich bei exponierten Standorten meist um hochgelegene und weithin sichtbare Standorte handelt, so dass auch aus städtebaulichen Gründen anzustreben ist, die Anzahl solcher Basisstationsstandorte so gering wie möglich zu halten und daher ein Site-Sharing zu befürworten ist.

#### 4.5.3 Zusammenfassung Site-Sharing

Klassische Standorte inmitten der Wohnbebauung:
Hier gibt es lokale Immissionserhöhungen in der unmittelbaren Umgebung der
Basisstationen und daher macht es Sinn, diese lokalen Erhöhungen auf möglichst
viele kleine, über die Fläche verstreute, Basisstationen zu verteilen, da die einzelnen lokalen Erhöhungen dadurch geringer ausfallen. Daher ist in solchen Situationen Site-Sharing abzulehnen.

#### • Exponierte Standorte:

Gelingt es hingegen, durch exponierte Standorte lokale Immissionserhöhungen in der unmittelbaren Umgebung der Standorte zu vermeiden, so ergibt sich durch Site-Sharing zunächst keine Verbesserung oder Verschlechterung der Immissionssituation. Da aber meist nur wenige im Sinne der Strahlungsminimierung wirklich gut geeignete Standorte zur Verfügung stehen, ist in dieser Situation Site-Sharing sowohl aus pragmatischen Gründen (die Anzahl geeigneter Standorte ist begrenzt) als auch ökonomischen Gründen (ein Mastbau ist teurer als eine Basisstation auf einem Hausdach) zu befürworten. Es wäre zudem fatal, wenn auf einem geeigneten hohen Standort die Netzbetreiber sich nicht auf Site-Sharing einigen könnten und stattdessen nur ein Betreiber zum Beispiel das Nutzungsrecht hat und andere Betreiber auf ungünstigere Standorte ausweichen müssen. In solchen Fällen ist es besonders wichtig, dass zum Beispiel die Kommunen von ihrer Planungshoheit Gebrauch machen.

#### 4.6 Bedeutung der Antennenneigung (Downtilt)

Die Einstellung der Abwärtsneigung (Downtilt) einer Mobilfunkantenne hat entscheidenden Einfluss sowohl auf den funktechnischen Betrieb eines Mobilfunknetzes als auch auf die Immissionssituation in der Umgebung einer Mobilfunkbasisstation.

Funktechnisch dient die Downtilt-Einstellung neben der Ausrichtung auf das angestrebte Versorgungsgebiet vor allem der Einstellung der Reichweite einer Mobilfunkbasisstation und der Abgrenzung zu Nachbarzellen. Die Downtilt-Einstellung richtet sich u.a. nach den topographischen Verhältnissen und der Siedlungsstruktur des Versorgungsgebietes.

Grundsätzlich muss unterschieden werden zwischen:

- Technisch möglichem Downtilt-Einstellbereich eines bestimmten Antennentyps: Moderne Mobilfunkantennen ermöglichen typischerweise einen Downtilt-Einstellbereich von 0° bis 8° oder bis 10°. Die Downtilt-Einstellung kann vom Netzbetreiber optional ferngesteuert vorgenommen werden.
- Bei der Bundesnetzagentur beantragtem Downtilt-Einstellbereich für eine bestimmte Mobilfunkantenne: Mit dem Antrag zur Standortbescheinigung reicht der Netzbetreiber den maximal für eine bestimmte Antenne vorgesehenen Downtilt-Einstellbereich bei der Aufsichtsbehörde (Bundesnetzagentur, BNetzA) ein. Darauf basierend wird von der BNetzA der vertikale Sicherheitsabstand berechnet. Es entspricht der üblichen Praxis der Netzbetreiber, bei der BNetzA für den Downtilt den gesamten Einstellbereich zu beantragen, der bei der verwendeten Sektorantenne technisch möglich ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass für alle technisch möglichen Einstellungen des Downtilts eine Betriebserlaubnis vorliegt.
- Im realen Betrieb tatsächlich eingestelltem Downtilt einer Mobilfunkantenne: Die tatsächlich benutzte Downtilt-Einstellung hat entscheidenden Einfluss auf die Immissionssituation in der Umgebung einer Mobilfunkbasisstation und muss im Allgemeinen beim Netzbetreiber erfragt werden. Bei modernen Antennen mit fernsteuerbarer Downtilt-Einstellung unterliegt der tatsächliche Downtilt ggf. sogar häufigen Änderungen, da der Downtilt einzelner Antennen eines Mobilfunknetzes im Betrieb den aktuellen Erfordernissen angepasst wird. Die Möglichkeit zur Downtilt-Änderung während des laufenden Betriebs wird von den Netzbetreibern insbesondere in den UMTS-Netzen dazu genutzt, die geeignete Downtilt-Einstellung für optimale Zellabgrenzung und Interferenzverhältnisse experimentell während des laufenden Betriebs zu ermitteln.

Im Allgemeinen ist der bei der Bundesnetzagentur beantragte (und dann von der Bundesnetzagentur genehmigte) Downtilt-Einstellbereich gleich dem technisch möglichen Einstellbereich der jeweiligen Antenne (bei modernen UMTS-Antennen z.B. 0 bis 10 Grad) und lässt dem Netzbetreiber viel Spielraum für nachträgliche Einstellungen der Antennenanlage.

Die Downtilt-Einstellung einer Mobilfunkantenne hat allerdings erheblichen – häufig sogar den entscheidenden – Einfluss auf die Immissionssituation in der Umgebung

einer Mobilfunkbasisstation. Die Ausnutzung des vollen technisch möglichen Downtilt-Einstellbereichs ist daher auch mit erheblich höheren Immissionen verbunden als Varianten mit geringerer Antennenneigung.

Im tatsächlichen Betrieb kommt es allerdings nur in Ausnahmefällen vor, dass der gesamte technisch mögliche Downtilt-Einstellbereich auch vollständig ausgenutzt wird, insbesondere bei modernen Antennen mit einem großen Einstellbereich von bis zu 10 Grad. Üblicherweise wird dieser Einstellbereich in normal besiedelten Gebieten nicht ausgeschöpft, sondern es wird meist ein geringerer Downtilt verwendet.

Es kann allerdings nicht immer davon ausgegangen werden, dass an üblichen Mobilfunkbasisstationen (nur) ein solcher Downtilt eingestellt ist, der den Erfordernissen der lokalen topographischen Situation entspricht. Es kommt häufig vor, dass z.B. zum Zweck der Funkzellenabgrenzung vorsorglich höhere Downtilts als unbedingt erforderlich eingestellt werden, auch wenn dies zu einer erheblichen Verschlechterung der Immissionssituation in der näheren Umgebung der Basisstation führt.

## 5 Netzstrukturen für eine strahlungsarme Mobilfunkversorgung und ihre Realisierbarkeit

## 5.1 Einordnung der Mobilfunkplanung in die allgemeine Netzplanung der Mobilfunkbetreiber

Damit ein Standortkonzept zur Mobilfunkversorgung auch in der Praxis umsetzbar ist, sei es nun für eine Kommune allein oder für eine definierte Region, darf es sich nicht auf die Entwicklung eines "örtlichen" Funknetzes beschränken. Um eine kooperative Basis für die Abstimmungsgespräche im Rahmen der kommunalen Vereinbarung (vgl. Kapitel 2.2, S. 14) zu finden, ist es vielmehr erforderlich, dabei insbesondere auch die betriebswirtschaftlichen Interessen und die technischen Belange der Mobilfunkbetreiber zu berücksichtigen. Denn deren Funknetzplanung muss auch eine Versorgung der umliegenden Gebiete sicherstellen. In diesem Zusammenhang werden häufig folgende beiden Argumente gegen das Konzept einer Versorgung von exponierten Standorten am Rande oder außerhalb der Wohnbebauung vorgebracht:

- fehlende Reichweite:
  - Basisstationen außerhalb der Wohnbebauung oder auch am Rande des Besiedlungsgebietes befinden sich zu weit vom Nutzer entfernt und können daher die erforderlichen Versorgungsfeldstärken nicht gewährleisten.
- zu geringe Datenübertragungskapazität: Durch Basisstationen außerhalb bzw. am Rande der Wohnbebauung kann das Versorgungsgebiet nicht in hinreichend kleine Funkzellen aufgeteilt werden, wodurch sich insgesamt eine zu geringe Kapazität des Netzes ergibt.

Zur Berücksichtigung dieser beiden Gesichtspunkte wurde in Kap. 4.4, S. 25 dargestellt, wie diese Probleme vermieden werden können.

#### 5.2 Netzstrukturen der verschiedenen Mobilfunknetze

GSM-Netze (die bekannten D- und E-Netze) benutzen ein völlig anderes Mehrbenutzerzugangverfahren als die in den letzten Jahren hinzu gekommenen UMTS-Netze. Aus der bei beiden Netztechniken völlig verschiedenen Organisation der Aufteilung der Netzkapazität auf die einzelnen Benutzer ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Struktur der Netze, die in den folgenden Kapiteln diskutiert werden. Zunächst wird auf gemeinsame technische Anforderungen beider Netze eingegangen.

#### 5.2.1 Zellgröße

Gemeinsames Merkmal aller Mobilfunknetze ist, dass in einer Funkzelle nur eine begrenzte Anzahl von Nutzern die Mobilfunkdienste gleichzeitig nutzen kann. Je nach den topographischen Verhältnissen und der Nutzungsart sind dabei GSM- oder UMTS-Netze flexibler (s. die folgenden Unterkapitel sowie Anhang 10.6, S. 98).

Daher ist die Zellgröße ein wesentliches Merkmal bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Mobilfunknetzes.

In diesem Konzept wird daher von einer – durchaus intensiven – Mobilfunknutzung für mobile Nutzer ausgegangen. In den Kapazitätsplanungen für dieses Mobilfunkversorgungskonzept ausdrücklich <u>nicht</u> enthalten ist der weitgehende Ersatz des Festnetzes für – Telefon- und Datendienste – (vgl. Kap. 3.2.1, S. 16) durch Mobilfunkanbindung auch für stationäre Nutzer (z.B. die in jüngster Zeit beworbene stationäre Internetanbindung in der eigenen Wohnung über UMTS).

#### 5.2.2 Erzielbare Reichweite

Die Reichweite einer Basisstation beträgt durchaus einige Kilometer (im D-Netz bis zu 25 km). Sie wird aber nur dann erreicht, wenn zwischen Basisstation und Handy nicht allzu viel störendes Absorptionsmaterial (vornehmlich Bebauung oder Berge) liegt. In sehr typischer Weise tritt dieses Problem bei mehrstöckiger städtischer Wohnbebauung in ebener Lage auf (häufige Großstadtsituation). Die Sendeantennen der Basisstation befinden sich meist nur wenige Meter oberhalb der höheren Dächer. Zu den Handynutzern, die sich z.B. ebenerdig in benachbarten Straßenzügen befinden, besteht im Allgemeinen keine direkte Sichtverbindung. Die Funkverbindung kommt zustande durch mehrfache Reflexion und Beugung der Funkwellen an Fassaden, Gebäude- und Straßenoberflächen. Dies führt dazu, dass das physikalische Gesetz der Abnahme der Strahlungsintensität mit dem Quadrat des Abstandes<sup>10</sup> keine Anwendung mehr finden kann und stattdessen in städtischer Umgebung das Modell realistischer Wellenausbreitung<sup>11</sup> herangezogen werden muss.

Das bedeutet in der Praxis eine erhebliche Reduzierung der erzielbaren Reichweite. Zur Umgehung dieser Beschränkung muss dafür gesorgt werden, dass die Funkverbindung wieder auf direkterem Wege – d.h. ohne viele Reflexionen – zustande kommt, was in der Praxis erfordert, die Basisstationsantennen deutlich höher als die Hausdächer zu montieren.

Kernaussage: Bei Wohnbebauung in ebenem städtischen Gelände ist die Reichweite einer Mobilfunkbasisstation, die sich nur wenige Meter oberhalb der Hausdächer befindet, beschränkt. Durch Platzierung der Basisstation an hochgelegenen Standorten wird diese Beschränkung umgangen und die Funkverbindung kann auf direkterem Wege hergestellt werden.

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Das bedeutet, bei Verdoppelung des Abstandes sinkt die Strahlungsintensität auf ein Viertel, bei Verdreifachung des Abstandes auf ein Neuntel.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> In dieses Modell gehen einige städtebauliche Parameter wie typische Breite von Straßenfluchten und mittlere Gebäudehöhe ein. Damit wird das "Dämpfungsverhalten" städtischer Bausubstanz berechnet, wobei sich immer eine stärkere Dämpfung als unter Freiraumbedingungen ergibt.

### 5.2.3 Erzielbare Gesprächs- und Datenübertragungskapazität

Die gesamte Übertragungskapazität eines digitalen Mobilfunknetzes wie GSM-900 (klassisch "D-Netze"), GSM-1800 (klassisch "E-Netze") oder UMTS (noch im Aufbau) wird im Wesentlichen bestimmt durch die für das gesamte Netz von der Bundesnetzagentur zur Verfügung gestellte Hochfrequenz-Bandbreite. Diese ist zwar bei UMTS ca. doppelt so groß wie bei GSM-900, liegt aber bei allen 3 Netzgruppen (GSM 900, GSM 1800, UMTS) in der gleichen Größenordnung<sup>12</sup>.

Die im folgenden diskutierte Beschränkung der Übertragungskapazität (d.h. wie viele Mobilfunkgespräche und Datenübertragungen gleichzeitig möglich sind) gilt also in weitgehend gleicher Weise für alle 3 Netzgruppen, auch wenn die technische Realisierung der Kapazitätszuteilung zu den einzelnen Handys bei UMTS völlig anders gelöst ist als bei GSM. Das Problem wird hier am Beispiel GSM dargestellt, da das Verfahren bei GSM wesentlich besser verständlich ist. Die technischen Details der Unterschiede werden im Anhang 10.6, S. 98, UMTS-Technik, behandelt.

Jedes Mobilfunknetz besteht aus einzelnen Funkzellen. Von den für das gesamte Netz zur Verfügung stehenden Frequenzkanälen kann i. Allg. in jeder Funkzelle nur ein kleiner Anteil genutzt werden. Die Ursache hierfür liegt darin, dass die in einer bestimmten Zelle verwendeten Frequenzkanäle in allen Nachbarzellen nicht verwendet werden können, um sog. Gleichkanalstörungen zu vermeiden.

Wesentliche Aufgabe der von den Mobilfunkbetreibern durchgeführten Funknetzplanung ist es daher, nicht nur ein bestimmtes Siedlungsgebiet (eine oder mehrere Funkzellen) im Auge zu haben, sondern ebenso die Bedürfnisse der Nachbarzellen an Frequenzzuteilungen zu berücksichtigen und somit eine Versorgung der gesamten Fläche zu ermöglichen.

Grundlage für die Netzplanung ist deshalb die regelmäßige räumliche Wiederholung von Frequenzen zur Realisierung der erforderlichen Kapazität. Es entstehen somit zwangsläufig Gleichkanalzellen, in denen gleiche Freguenzkanäle verwendet werden. Wird der Abstand zwischen Funkzellen mit gleichen Freguenzkanälen zu gering gewählt, so kommt es in den betreffenden Zellen zu sogenannten Gleichkanalstörungen.

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen, Oktober 2010

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Die wesentlich höheren mit UMTS möglichen Datenübertragungsraten basieren nicht - wie häufig angenommen - auf der größeren Gesamtkapazität des Netzes, sondern auf der wesentlich flexibleren Zuteilung der Übertragungskapazität an die einzelnen Nutzer.

## 5.3 Versorgungsstrategien im UMTS-Netz unter Berücksichtigung der Strahlungsminimierung

Wie auch bei den GSM-Netzen (die hauptsächlich für Sprachübertragung genutzt werden) ist auch bei den UMTS-Netzen (die vornehmlich für Datenübertragung genutzt werden sollen) zu unterscheiden zwischen:

- Funktechnischer Reichweite / Abdeckung der Fläche (Wie groß ist das Gebiet, in dem eine bestimmte Datenübertragungsqualität gewährleistet werden kann?)
- Gesamtkapazität des Netzes (Für wie viele Nutzer gleichzeitig kann eine bestimmte Datenübertragungsgualität gewährleistet werden?)

#### 5.3.1 **Funktechnische Reichweite**

Welche Datenübertragungsqualität an welchen Stellen des Versorgungsgebietes grundsätzlich (d.h. ohne Berücksichtigung der "Konkurrenz" durch weitere Nutzer des gleichen Mobilfunknetzes) erreicht werden kann, hängt primär von der Qualität der Funkverbindung ab. Die Qualität der Funkverbindung wird immer auch durch die Entfernung zwischen Mobilfunkbasisstation und Handynutzer (mit-)bestimmt, aber bei weitem nicht ausschließlich durch die Entfernung – auch wenn dies häufig so dargestellt wird.

Mindestens ebenso entscheidend für die Qualität der Funkverbindung sind Art, Größe und Anzahl der Hindernisse, die sich zwischen Basisstation und Handy befinden. Bei diesen Hindernissen handelt es sich meist um Bebauung, Bewuchs und topographische Hindernisse (Hügel usw.).

Grob gesagt gilt, dass die Qualität der Funkverbindung um so besser ist, je weniger Hindernisse sich in der Sichtlinie zwischen Basisstation und Handy befinden. Eine möglichst direkte Sichtverbindung kann dabei auch größere Entfernungen ausgleichen. Bei ungestörter Sicht zwischen Basisstation und Handy sind dabei auch im UMTS-Netz hohe Datenübertragungsraten bis zu einer Entfernung von ca. 8 km möglich. Demgegenüber kann bei wesentlichen Sichtlinien-Hindernissen zum Beispiel durch eine typische (mehrstöckige) städtische Bebauung die Reichweite auf ca. 600 m sinken. Diese Reichweitenbegrenzung durch Sichthindernisse spielt vor allem dann eine Rolle, wenn sich die Antennen der Basisstation nur knapp oberhalb der Dachhöhe der typischen Bebauung befinden und der Nutzer sich viele Straßenzüge entfernt in niedriger Höhe (z.B. im Erdgeschoss) eines Straßenzuges mit mehrstöckiger Bebauung aufhält. Die Qualität der Funkverbindung kann wesentlich verbessert werden, wenn man dafür sorgt, dass der Strahlungseinfall steiler von oben erfolgt, so dass sich dadurch die Anzahl der Sichthindernisse zwischen Basisstation und Endgerät (Handy) reduziert.

Eine solche Versorgung "von oben herab" wurde bereits in Kapitel 4.3 und 4.4 (ab S. 24) angesprochen.

#### 5.3.1.1 Reichweitenerhöhung durch Zusatzantennen

Die im vorigen Kapitel 5.3.1 angesprochenen funktechnischen Reichweiten gelten für die "Normalsituation", in der die Funkverbindung direkt zwischen Mobilfunkbasisstation und der Antenne des Endgerätes (Handy, Laptop usw.) erfolgt, wie dies für eine mobile Datenübertragung erforderlich ist.

Möchte man die Mobilfunkverbindung hingegen für eine stationäre Datenübertragung einsetzen, also zum Beispiel für die Internetanbindung von Wohngebäuden oder Geschäftsräumen (stationäre Nutzung), so kann die Reichweite erheblich erhöht werden. Montiert man dazu an dem zu versorgenden Gebäude stationär eine Antenne, die direkte Sichtverbindung zu der versorgenden Mobilfunkbasisstation hat, so sind dadurch noch wesentlich größere Reichweiten als die oben genannten 8 km möglich.

Derartige Antennen zur Außenmontage an Gebäuden sind zum Beispiel von öffentlichen Internetanbindesystemen auf WLAN-Basis bekannt, die von vielen Firmen zur Internetanbindung ländlicher Gebiete angeboten werden. Sofern von den Wänden des Gebäudes selbst keine direkte Sichtverbindung zur Basisstation realisiert werden kann, so ist es auch möglich, die Zusatzantenne (wie bei einer herkömmlichen Fernsehantenne) an einem privaten Dachantennenmast anzubringen.

Falls trotzdem keine direkte Sichtverbindung hergestellt werden kann, so bietet eine solche Außenantenne wegen ihrer Richtwirkung und der Vermeidung der Dämpfung durch die Gebäudewände immer noch erhebliche funktechnische Vorteile gegenüber der direkten Nutzung der Endgeräteantennen (Handy, Laptop).

Bei Nutzung einer solchen stationären Außenantenne zur Internetanbindung kann die Verteilung im Haus nach Wahl des Nutzers entweder kabelgebunden (d.h. ohne zusätzliche Strahlungsbelastung) oder zum Beispiel auch über ein hausinternes WLAN-System (d.h. ohne zusätzliche Kabelinstallation) erfolgen.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass bei der hier angesprochenen stationären Internetanbindung über Mobilfunk (wegen der höheren Sendeleistungen und Antennengewinne der Mobilfunkantennen) wesentlich größere Reichweiten möglich sind als bei der Internetanbindung durch öffentliche WLAN-Systeme, die durch die Bundesnetzagentur erheblich schärferen Begrenzungen der effektiven Sendeleistung in den (lizenzfreien) WLAN-Frequenzbereichen unterliegen als die Mobilfunkanbieter.

Weiterhin sei auf die Einschränkung dieses Verfahrens (nicht allzu viele Nutzer) entsprechend dem folgenden Kapitel 5.3.2 hingewiesen.

#### 5.3.2 Datenübertragungskapazität

Ein wesentliches Kriterium bei der Konzeption eines Mobilfunknetzes ist die zur Verfügung gestellte Gesprächs- bzw. Datenübertragungskapazität, die darüber entscheidet, wie viele Nutzer gleichzeitig einen bestimmten Dienst (z.B. Sprachverbindung, Datenübertragung) nutzen können.

Grundsätzlich gilt beim Mobilfunk, dass eine einzelne Funkzelle eine bestimmte Datenübertragungskapazität zur Verfügung stellt, wobei üblicherweise die Umgebung einer Mobilfunkbasisstation durch die drei im Abstand von 120° angeordneten Antennen in drei Funkzellen aufgeteilt wird. Alle gleichzeitigen Nutzer einer Funkzelle müssen sich dabei die zur Verfügung stehende Datenrate teilen. In einer Funkzelle ist daher immer nur möglich:

- Wenige gleichzeitige Nutzer mit hoher Datenrate: Im Extremfall können ein bis zwei Nutzer die komplette Datenübertragungskapazität einer Funkzelle beanspruchen
- Viele gleichzeitige Nutzer mit geringer Datenrate (z.B. Sprachübertragung)

Diese Einschränkung stellt ein grundsätzliches Problem jeglicher Datenanbindung über ein durch viele Nutzer gemeinsam genutztes Übertragungsmedium (shared medium) dar und gilt damit prinzipiell für:

- Funkverbindung über Mobilfunk
- Funkverbindung über eine öffentliche WLAN-Anbindung
- Internetanbindung über Satellitenantenne
- Kabelverbindung über ein gemeinsam genutztes Kabel (z.B. Internetanbindung über das Kabelnetz des Kabelfernsehens).

Dabei ist die tatsächliche Begrenzung je nach der Übertragungskapazität des Mediums und Nutzeranzahl sehr unterschiedlich – zum Beispiel bietet des Fernsehkabel wesentlich mehr Gesamtkapazität als eine Mobilfunkzelle.

Diese prinzipielle Einschränkung gilt natürlich nicht, wenn jedem Nutzer eine individuelle Kabelverbindung zur Verfügung gestellt wird, wie zum Beispiel bei einer DSL-Anbindung über die Telefonleitung.

Wie stark sich die angesprochenen Beschränkungen durch gemeinsame Nutzung des Übertragungsmediums bemerkbar machen, hängt weiterhin stark von der tatsächlichen Nutzung ab: Wird zum Beispiel bei "normalem" Internetsurfen eine Internetseite von Nutzer A aufgerufen und kurze Zeit später eine andere Internetseite von Nutzer B, usw., so fällt die Begrenzung weniger stark auf, da das Netz jeweils die Kapazität dem anfragenden Nutzer zur Verfügung stellen kann. Ganz anders stellt sich die Situation dar, wenn viele Nutzer gleichzeitig eine länger dauernde Datenverbindung anfordern (Videonutzung, Download größerer Dateien usw.). In diesem Fall müssen sich alle Nutzer der Funkzelle die Datenübertragungskapazität teilen mit dem Ergebnis, dass jedem Nutzer effektiv nur eine wesentlich geringere Datenübertragungskapazität zur Verfügung steht (Downloads dauern wesentlich länger, Videos ruckeln).

Aus dieser Problematik resultiert die Forderung der Mobilfunkbetreiber, ein Datenübertragungsnetz möglichst kleinzellig aufzubauen, so dass die Anzahl der Nutzer in einer Funkzelle begrenzt bleibt und dadurch dem einzelnen Nutzer zumindest eine gewisse Datenübertragungsrate zur Verfügung steht.

#### 5.3.3 Beispielszenarien unter Berücksichtigung der Strahlungsminimierung

### 5.3.3.1 Komplette Internetversorgung über Mobilfunk

Soll die komplette Internetanbindung von Siedlungsgebieten über Mobilfunktechnologie (UMTS, ggf. auf erweitert um LTE) erfolgen, so ist es bereits für kleine Siedlungsgebiete von zum Beispiel 2000 Einwohnern erforderlich, das Siedlungsgebiet in mehrere Funkzellen aufzuteilen. Üblicherweise erfolgt dies durch eine Mobilfunkbasisstation, die möglichst im Zentrum des Siedlungsgebietes angeordnet wird. Durch die drei Antennen der Basisstation wird das umliegende Siedlungsgebiet dann in drei Funkzellen aufgeteilt, so dass die Anzahl der gleichzeitigen Nutzer in einer Funkzelle möglichst gering bleibt. Geht man weiterhin davon aus, dass die Anzahl der Internetüber-Mobilfunk-Nutzer sich einigermaßen gleichmäßig auf die vier Mobilfunkanbieter aufteilt, so reduziert diese die Nutzer einer Funkzelle weiter, so dass im Ergebnis jedem Nutzer zumindest eine gewisse Datenrate zur Verfügung steht, die für normales Internetsurfen ausreichend ist. Welche effektive Datenrate erreicht wird, hängt sehr stark vom Nutzerverhalten ab und kann nicht allgemeingültig angegeben werden. Bei intensiver Nutzung von Downloads und Videos durch viele Nutzer sind trotzdem erheblich Einschränkungen gegenüber einer kabelgestützten DSL-Verbindung unvermeidlich.

Aus Sicht der Immissionsminimierung stellt die beschriebene Lage der Basisstation inmitten des Siedlungsgebietes meist ein wesentliches Problem dar. Wenn die Montagehöhe der Antennen (wie meist üblich) nicht wesentlich höher als die Dachhöhe der typischen Bebauung gewählt wird, so sind hohe Immissionen im Nahbereich unvermeidlich und die naheliegende Wohnbebauung wird von Immissionen betroffen, die mit einer strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung nicht vereinbar sind.

Sofern man die übliche Sendeleistung einer Mobilfunkbasisstation beibehält, die in normal gelegenen Wohnungen auch eine Innenraumversorgung mit Datendiensten ermöglicht, so kann eine wesentliche Verringerung der Immissionen meist nur erreicht werden, wenn die Montagehöhe der Antennen weit oberhalb der typischen Dachhöhe gewählt wird. Falls nicht ein besonders hohes (herausragendes) Gebäude zur Verfügung steht, ist für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung dann ein hoher Mast von 30 bis 40 Metern Höhe erforderlich, was natürlich einen erheblichen Eingriff in das Orts- und/oder Landschaftsbild darstellt.

Eine grundsätzlich andere Möglichkeit zur Verringerung der Immissionen besteht prinzipiell<sup>13</sup> darin, die Sendeleistung der Mobilfunkbasisstation erheblich zu reduzieren. In diesem Fall würde die Sendeleistung nur für Verbindungen außerhalb von Gebäuden oder bei direkter Sichtverbindung ausreichen. Für eine Nutzung von Datenverbindungen innerhalb von Gebäuden wäre in diesem Fall für jedes Gebäude eine Außenantenne entsprechend Kap. 5.3.1.1 (S. 36) erforderlich. Dadurch wird die Nutzung im Wesentlichen auf stationäre Nutzung beschränkt und der eigentlich "mobile" Charakter der Mobilfunkversorgung entfällt, wodurch den Netzbetreibern natürlich gewisse finanzielle Einbußen entstehen.

Sollen größere Siedlungsgebiete von zum Beispiel 10 000 Einwohnern in der beschriebenen Weise versorgt werden, so ist hierfür aus Gründen der Netzkapazität eine größere Anzahl von Basisstationen (mindestens 5) erforderlich.

### 5.3.3.2 Versorgung einzelner abgelegener Siedlungsbereiche

Beschränkt sich die Versorgung hingegen nur auf relativ wenige Nutzer außerhalb der zentralen Ortslagen, so entsteht die wesentliche Beschränkung einer Internetüber-Mobilfunk-Versorgung nicht durch die Kapazität, sondern durch die funktechnische Reichweite der Mobilfunkanbindung. In diesem Fall ist eine Versorgung auch von weiter entfernt befindlichen hochgelegenen Standorten möglich. Da es sich in diesem Fall eher um die Versorgung einzelner Gehöfte u.ä. handelt, ist die dafür erforderliche Verwendung von Außenantenne entsprechend Kap. 5.3.1.1 evtl. weniger problematisch, da eine mobile Nutzung ohnehin nicht im Vordergrund steht.

Auf zwei Problempunkte dieser Versorgung sei hingewiesen:

- Ein solches Netz stellt nur Versorgungskapazität für relativ wenige Nutzer bereit. Diese Kapazität ist zwar für die zu versorgenden Einzelgehöfte usw. ausreichend, bietet den Mobilfunkbetreibern aber nicht die Möglichkeit, über große Kundenzahlen das Netz zu finanzieren.
- Ein solches UMTS-Netz zur Versorgung "von außen", d.h. von wenigen Standorten, die relativ weit entfernt von den Siedlungsgebieten liegen, kann bei später hinzukommendem weiteren Kapazitätsbedarf nicht leicht durch zusätzliche Standorte näher an der Wohnbebauung erweitert werden. Zur Kapazitätserweiterung eines solchen Netzes kann es erforderlich sein, die Standorte der großräumigen Versorgung aufzugeben und durch komplett andere Standorte zu ersetzen. Die Entscheidung für ein großräumiges Netz zur Versorgung "von außen" stellt insofern eine gewisse Festlegung für die Zukunft dar.

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> "prinzipiell", weil dies das (zunächst mal nicht zu erwartende) Einverständnis der Mobilfunkbetreiber voraussetzt

### **TEIL II**

# Mobilfunk in Bad Essen

**Analyse der Ist-Situation** 

und

**Entwicklung von Alternativszenarien** 

#### 6 Mobilfunk in Bad Essen

#### 6.1 Lage

Bad Essen ist eine Gemeinde im Osten des Landreises Osnabrück im Bundesland Niedersachsen. Die Gemeinde liegt am Übergang der Mittelgebirge zum Norddeutschen Tiefland. Das südliche Drittel der Gemeinde wird vom Wiehengebirge bedeckt und erreicht mit 211 m ü. NN seine größte Höhe auf dem Schwarzen Brink im Ortsteil Lintorf. Der nördliche Teil der Gemeinde ist weitgehend eben und liegt durchschnittlich 50 m ü. NN. Die Hunte durchfließt Bad Essen von Süden nach Norden und kreuzt im Ortsteil Wittlage den Mittellandkanal, der das Gemeindegebiet in westöstlicher Richtung durchquert. Bad Essen hat insgesamt ca. 16 000 Einwohner, die sich auf 17 Ortsteile (ehemals selbständige Gemeinden) verteilen: Bad Essen, Barkhausen, Brockhausen, Büscherheide, Dahlinghausen, Eielstädt, Harpenfeld, Heithöfen, Hördinghausen, Hüsede, Linne, Lintorf, Lockhausen, Rabber, Wehrendorf, Wimmer und Wittlage. Die Nachbarkommunen von Bad Essen im Norden und Osten grenzen an das Bundesland Nordrhein-Westfalen. Der östliche Ortsteil Büscherheide grenzt direkt an die nordrhein-westfälische Stadt Preußisch Oldendorf.

#### 6.2 Kommunale Mitwirkung bei der Standortplanung

Als die Gemeinde Bad Essen sich Ende 2008 an das EMF-Institut wandte mit der Bitte zur Abgabe eines Angebotes für ein Mobilfunkversorgungskonzept waren auf dem Gemeindegebiet Bad Essens mit insgesamt 17 Ortsteilen 13 bestehende Standorte mit Mobilfunkbasisstationen registriert (vgl. Kapitel 7.2, Tabelle 2), verteilt auf die Ortsteile Bad Essen (6 Basisstationen), Wehrendorf (2 Basisstationen), Rabber (2 Basisstationen). Weitere 3 in Nordrhein-Westfalen gelegene Basisstationen tragen u.a. zur Versorgung der östlichen Ortsteile Büscherheide, Dahlinghausen und Heithöfen bei.

Ein seinerzeit neu errichteter Standort im Ortsteil Harpenfeld war der Anlass für eine kontrovers geführte Diskussion in der Bürgerschaft und für die Gründung der Bürgerinitiative Harpenfeld gegen diesen Standort.

Im Frühjahr 2009 wurde das EMF-Institut von der Gemeinde Bad Essen mit der Erstellung eines Mobilfunkkonzeptes beauftragt. Um die Wünsche und Anregungen der betroffenen Bürgerinnen und Bürger mit in das Gutachten einfließen zu lassen, war die Bürgerinitiative mit in die Konzepterstellung eingebunden.

Im Folgenden sind die einzelnen Projektschritte aufgeführt:

- 27. April 2009: Erster Ortstermin mit dem EMF-Institut
  - Besprechung des Projektablaufs
  - Ortsbesichtigung und Begutachtung der örtlichen Verhältnisse

1. Öffentliche Informationsveranstaltung zum Thema "Mobilfunkversorgungskonzept für Bad Essen" – Überblick über die Möglichkeiten einer strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung.

#### 29. Oktober 2009:

- 2. Öffentliche Informationsveranstaltung zum Thema "Mobilfunkversorgung Bad Essen" – Analyse der derzeitigen Situation Ergebnis: Bildung eines Arbeitskreises mit Vertretern aus der Verwaltung, der Bürgerinitiative und interessierten Bürgern aus dem gesamten Gemeindegebiet mit dem Ziel der Erarbeitung von Schutz- und Versorgungszielen (vgl. Kapitel 6.3).
- Arbeitskreissitzungen 14
  - 10. Dezember 2009 (ohne EMF-Institut)
  - 25. Januar 2010
  - 24. März 2010
  - 17. Juni 2010

Vorstellung der Ist-Analyse und Ergebnisse der Immissionsmessungen sowie Diskussion erster Standortvorschläge

Zu dieser Arbeitskreissitzung wurden die Mobilfunkbetreiber ebenfalls eingeladen mit dem Ziel, deren Ausbaupläne mit in die Konzeption einfließen zu lassen. Eine Einigung mit den anwesenden Vertretern der Mobilfunkbetreibern konnte nicht erzielt werden. Diese erklärten, eine Aufgabe existierender Standorte käme nicht in Frage. Bei neuen Standorten würde im Rahmen der kommunalen Vereinbarung der Dialog mit der Gemeindeverwaltung geführt.

- 26. Mai 2010: Durchführung der Immissionsmessungen (vgl. Kapitel 7.5)
- 12. Oktober 2010: 3. Öffentliche Informationsveranstaltung Vorstellung des "Mobilfunkversorgungskonzept" für die Gemeinde Bad Essen durch das EMF-Institut.

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen, Oktober 2010

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Die Protokolle der einzelnen Arbeitskreissitzungen wurden von der Gemeindeverwaltung erstellt und an die Arbeitskreismitglieder verteilt

#### 6.3 Die Ziele der Mobilfunkversorgung in Bad Essen

In den im vorherigen Kapitel 6.2 beschriebenen Arbeitskreissitzungen wurden die folgenden Schutz- und Versorgungsziele als Grundlage für die Erstellung eines Mobilfunkversorgungskonzeptes unter dem Aspekt der Strahlungsminimierung erarbeitet:

### Schutz- und Versorgungsziele

Bei der Wahl neuer Standorte für Mobilfunkanlagen sollen sowohl die Strahlungswirkung als auch das Landschaftsbild höchste Priorität haben:

- Bei der Konzeptentwicklung soll angestrebt werden, dass die Strahlungsintensität für die Wohngebiete einschließlich Schulen, Kindergärten, Kliniken, usw. so gering wie möglich sein soll, ohne eine Mindestversorgungsqualität zu unterschreiten.
- Dem Ortsbild- und Landschaftsschutz soll bei der Suche und Ausweisung neuer Standorte eine große Bedeutung beigemessen werden. Dem Arbeitskreis ist bewusst, dass hier ein Zielkonflikt vorliegt, da zur Erreichung niedriger Strahlungsbelastung hohe exponierte Standorte erforderlich sind, die häufig im Orts- und Landschaftsbild stark in Erscheinung treten.
- Bei der Wahl neuer, bzw. alternativer Standorte (zu bereits bestehenden) sollen vorhandene hohe Bauwerke (Kirchen, Gewerbegebäude, Hochspannungsmasten, Fernsehtürme, Aussichtstürme etc.) bevorzugt auf ihre Eignung als Mobilfunkstandorte untersucht werden.
- Die angestrebte Mobilfunkversorgung soll dazu dienen, mobile Nutzer mit Sprachdiensten zu versorgen. Es soll auch die Möglichkeit aufgezeigt, die Gemeinde Bad Essen mit mobilen Datendiensten zu versorgen.
- Der Einsatz der Mobilfunktechnologie für stationäre Nutzung (Festnetzablösung) wird nicht angestrebt. Bei der Kapazitätsplanung soll daher eine flächendeckende UMTS-Versorgung für mobile Nutzung vorgesehen werden, nicht aber für eine flächendeckende stationäre Nutzung.
- Bei der Mobilfunkkonzeption soll angestrebt werden, sowohl in den dichter besiedelten Gemeindegebieten die Immissionssituation als auch in den dünner besiedelten Ortsteilen die Versorgungssituation zu verbessern.
- Das vorgeschlagene Mobilfunknetz soll für alle Netzbetreiber mindestens die Kapazitäten ermöglichen, die derzeit in den am besten ausgebauten Netzen bestehen. Für die schlecht versorgten dünn besiedelten Gebiete sollen geeignete Mobilfunkkapazitäten bereit gestellt werden.

- Zur Erreichung der Strahlungsminimierung wird akzeptiert, dass die Ausbaufähigkeit der Netzkapazitäten begrenzt ist.
- Bei der Entwicklung der Standortvorschläge soll darauf geachtet werden, dass im Allgemeinen die Versorgungsqualität nicht verschlechtert wird und somit auch für die Handynutzer keine erhöhte Strahlungsbelastung entsteht.
- Soweit möglich soll bei der Standortwahl darauf geachtet werden, dass die Gemeinde Bad Essen Eigentümer der Standorte ist bzw. Einfluss auf den Vermieter hinsichtlich der Vertragsgestaltung nehmen kann.

Vom Arbeitskreis wird darüber hinaus angestrebt, dass über eine Sensibilisierung der Bevölkerung hinsichtlich der Emissionsproblematik darauf hingewirkt wird, dass privat geschlossene Nutzungsverträge mit Schutzzielen versehen werden, die dann für die Betreiber verbindlich wären.

Zu Schutz- und Versorgungszielen siehe auch Kapitel 3, S.15ff.

## 7 Analyse der derzeitigen Mobilfunkversorgung in Bad Essen

### 7.1 Vorbemerkungen

In Kapitel 7.2 wird die Versorgungssituation in den Mobilfunknetzen der einzelnen Betreiber untersucht, in Kapitel 7.4 die Immissionssituation in der Umgebung der einzelnen Basisstationen. Die durchgeführten Immissionsberechnungen zur Versorgungs- und zur Immissionsanalyse stützen sich auf die Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur. Zum Berechnungsverfahren siehe Kap. 10.2, S. 89.

Die Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur enthalten jedoch nicht die vollständigen immissionsrelevanten technischen Daten der Basisstationen und daher sind u.a. die eingesetzten Antennentypen und -neigungen (Downtilts) nicht bekannt. Bezüglich der *Immissionsanalyse* (vgl. Kapitel 7.4) können daher im Nahbereich der Sendeanlagen Abweichungen zu den in den Karten dargestellten Berechnungen auftreten. Bezüglich der *Versorgungsanalyse* (vgl. Kapitel 7.2) sind die durchgeführten Berechnungen gut geeignet, um die von den einzelnen Basisstationen erreichbaren Versorgungsgebiete zu ermitteln.

Die in den Karten zur Versorgungsqualität verwendete Farbmarkierung ist auf S. 125 erläutert: In allen Gebieten, die in den Berechnungen zur Versorgungsanalyse grün oder blau dargestellt sind, liegt im jeweiligen Netz eine hinreichende Mobilfunkversorgung innerhalb von Gebäuden vor. In den gelb und orange dargestellten Bereichen liegt noch eine hinreichende Mobilfunkversorgung außerhalb von Gebäuden vor.

In den Gebieten ohne farbige Markierung (weiß dargestellte Gebiete) ist eine funktionierende Mobilfunkversorgung zwar keineswegs ausgeschlossen, aber mit dem angewandten Berechnungsverfahren (vgl. Kapitel 10.2, S. 89) kann nicht gezeigt werden, dass dort eine hinreichende Mobilfunkversorgung vorliegt.

Für den Innenraumbereich sind Gesprächsverbindungen in guter Qualität nur für Räume oberhalb der Erdoberfläche und ohne besondere Abschirmung<sup>15</sup> gewährleistet.

Die in den folgenden Kapiteln besprochenen Karten der Immissions- und Versorgungsanalyse befinden sich im Kartenteil (TEIL V, ab Seite 122).

Die in Karte 6 bis Karte 13 dargestellten Versorgungsberechnungen zeigen sowohl das Gebiet der Gemeinde Bad Essen als auch umliegende Kommunen, um die großräumige Versorgungssituation in den einzelnen Mobilfunknetzen veranschaulichen zu können. Dabei sind alle Basisstationen dargestellt, die sich auf dem Gebiet der Gemeinde Bad Essen befinden oder wegen ihrer Nähe zum Gemeindegebiet direkten Einfluss auf das Gemeindegebiet haben. Ebenfalls sind umliegende Basisstationen dargestellt, die keinen direkten Einfluss auf die Versorgung von Bad Essen haben, die aber bei der großräumigen Versorgungsanalyse berücksichtigt werden müssen.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Metallfassaden, Wärmeschutzverglasung, besonders dicke und massive Wände

### 7.2 Derzeitige Mobilfunkversorgung in der Gemeinde Bad Essen

Nach Angabe der Gemeindeverwaltung und entsprechend den Unterlagen der Bundesnetzagentur sind in Bad Essen alle bisher in Deutschland tätigen Netzbetreiber (Telekom, E-Plus, Vodafone, O<sub>2</sub>) im GSM-Netz mit Sendestandorten vertreten. Im UMTS-Netz ist bisher nur das Netz der Telekom verfügbar. Die Firmen Vodafone und Telefonica O<sub>2</sub> haben bei der Bundesnetzagentur UMTS-Netze beantragt, diese sind jedoch noch nicht in Betrieb. Die Firma E-Plus verfügt in der Gemeinde Bad Essen über keine Basisstation im UMTS-Netz.

Die folgende Tabelle 2 gibt – soweit bekannt – einen Überblick über bestehende und bereits von der Bundesnetzagentur genehmigte Standorte.

Tabelle 2: Mobilfunkbasisstationen in Bad Essen

BS	Standort	Betreiber	GSM- 900	GSM- 1800	UMTS	Bemerkungen
1	Schledehauser Str. 5	Telekom			Х	
2	Kirchplatz	Telekom	Х			
3	Rathaus	Vodafone	Х			
4	Essener Berg	Telekom	Х			
		Vodafone	Х			
5	Aussichtsturm, Empter Weg	Telekom	Х			
6		E-Plus	Х			abgebaut
7	Eininghausen (NRW)	Telekom	Х			Nähe Büscherheide
		Vodafone	Х			
		E-Plus	Х			
8a	Windkraftanlage Preuß. Oldendorf (NRW)	E-Plus	Х	Х		Nähe Dahlinghau- sen
8b	Windkraftanlage Preuß. Oldendorf (NRW)	Telekom	Х			Nähe Dahlinghau- sen
		$O_2$	Х			
9	Silogebäude Hafenstraße	Telekom			X	
		Vodafone			Х	
		$O_2$	Х	Х	Х	
10	Harpenfeld Solequelle	E-Plus	Х			
11	Preuß. Oldendorf (NRW)	$O_2$	Х			Nähe Heithöfen
12	Lockhausen Wasserturm	Telekom	Х		Х	
13	Rabber, Am Friedhof 15, DBP-Mast	Telekom	Х			
		E-Plus	Х			
14	Rabber Kirchturm	O <sub>2</sub>		Х		
15	Wehrendorf, Schornstein Argelith	Telekom	Х			
16	Wehrendorf, Gewerbe- gebiet	O <sub>2</sub>		Х	Х	

#### 7.2.1 **Betreiber Telekom**

#### 7.2.1.1 GSM-Netz

Die Firma Telekom betreibt in der Gemeinde Bad Essen 6 Basisstationen für das GSM-900-Netz (BS02, BS04, BS05, BS12, BS13, BS15). Hinzu kommen 2 östlich des Gemeindegebiets in NRW liegende Basisstationen, die ebenfalls zur Versorgung von Bad Essen beitragen (BS07 und BS08b).

Die durch die vorhandenen Basisstationen des Telekom GSM-Netzes erreichbaren Versorgungsgebiete sind in Karte 8, S. 133 dargestellt. Es ist gut zu erkennen, dass im Ortsteil Bad Essen und in den meisten übrigen Ortsteilen eine gute Versorgung im Telekom-GSM-Netz vorliegt. Dabei werden die Ortsteile am östlichen Rand des Gemeindegebietes durch die Basisstationen in NRW (BS07 und BS08b) versorgt und die dünn besiedelten nördlichen Gemeindegebiete durch Basisstationen in Bohmte (BS18) und Levern (BS52).

#### 7.2.1.2 UMTS-Netz

Die Firma Telekom betreibt in der Gemeinde Bad Essen 3 Basisstationen im UMTS-Netz (BS01, BS09, BS12).

Die durch die vorhandenen Basisstationen des Telekom UMTS-Netzes erreichbaren Versorgungsgebiete sind in Karte 12 dargestellt. Wie zu erkennen ist, beschränkt sich die Versorgung auf den Hauptort Bad Essen. In allen umliegenden Ortsteilen ist keine oder allenfalls eine Versorgung außerhalb von Gebäuden möglich. Auch in den Nachbarkommunen liegt eine UMTS-Versorgung nur sporadisch und in relativ geringer Kapazität vor.

#### 7.2.2 **Betreiber Vodafone**

#### 7.2.2.1 GSM-Netz

Die Firma Vodafone betreibt in der Gemeinde Bad Essen 2 Basisstationen für das GSM-900-Netz (BS03 und BS04). Hinzu kommt die süd-östlich des Gemeindegebiets in NRW liegende Basisstation BS07, die zur Versorgung des Ortsteils Büscherheide beiträgt. Die durch diese Basisstationen erreichbaren Versorgungsgebiete sind in Karte 9 dargestellt. Es fällt auf, dass das GSM-Netz der Firma Vodafone in der Gemeinde Bad Essen nur relativ schwach ausgebaut ist. Insbesondere in den Ortsteilen Hüsede, Linne, Barkhausen, Lintorf liegt eine schwache Versorgung vor. die teilweise nur für eine Versorgung außerhalb von Gebäuden ausreicht. Die östlichen und nordöstlichen Ortsteile werden durch die Basisstationen BS49 in Preußisch Oldendorf (NRW) und BS52 in Stemwede (NRW) versorgt.

#### 7.2.2.2 UMTS-Netz

Zur Zeit ist von der Firma Vodafone keine Basisstation im UMTS-Netz in Betrieb. Beantragt ist eine UMTS-Basisstation am Standort BS09. Das Versorgungsgebiet ist in Karte 13 dargestellt.

#### 7.2.3 **Betreiber E-Plus**

#### 7.2.3.1 GSM-Netz

Die Firma E-Plus betreibt in der Gemeinde Bad Essen 2 Basisstationen für das GSM-Netz (BS10 und BS13). Hinzu kommen 2 östlich des Gemeindegebiets in NRW liegende Basisstationen, die ebenfalls zur Versorgung von Bad Essen beitragen (BS07 und BS08a).

Die durch diese Basisstationen erreichbaren Versorgungsgebiete sind in Karte 6 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass mit den wenigen Basisstationen eine gute Versorgung des größten Teils des Gemeindegebietes erreicht wird. Nicht versorgt wird das Gebiet um den Essener Berg sowie der Bereich Barkhausen und Linne.

#### 7.2.3.2 *UMTS-Netz*

Die Firma E-Plus betreibt in der Gemeinde Bad Essen kein UMTS-Netz und hat bisher auch bei der Bundesnetzagentur keine UMTS-Basisstation in Bad Essen beantragt.

#### 7.2.4 Betreiber O<sub>2</sub>

#### 7.2.4.1 GSM-Netz

Die Firma O<sub>2</sub> betreibt in der Gemeinde Bad Essen 3 Basisstationen für das GSM-Netz (BS09, BS14 und BS16). Hinzu kommen 2 Basisstationen östlich des Gemeindegebiets in NRW liegende Basisstationen, die ebenfalls zur Versorgung von Bad Essen beitragen (BS08b und BS11). Die durch diese Basisstationen erreichbaren Versorgungsgebiete sind in Karte 7 dargestellt. Das Gebiet um den Essener Berg und alle südöstlichen Ortsteile werden nicht versorgt.

#### 7.2.4.2 UMTS-Netz

Für das UMTS-Netz hat die Firma O<sub>2</sub> zwei Standorte beantragt (BS09 und BS16). Beide Basisstationen sind bisher nicht in Betrieb. Die durch diese Basisstationen erreichbaren Versorgungsgebiete sind in Karte 11 dargestellt.

#### Derzeitige Mobilfunkversorgung in Bad Essen: Fazit 7.2.5

In der Gemeinde Bad Essen ist der Ausbau der Mobilfunknetze bei den einzelnen Betreibern sehr unterschiedlich. Alle Netzbetreiber verfügen über ein GSM-Netz, wobei das GSM-Netz der Firma Telekom bei weitem die vollständigste Abdeckung des

Gemeindegebietes erreicht. Schwächer versorgt sind Teile des süd-östlichen Gemeindegebietes.

Die GSM-Netze der anderen 3 Netzbetreiber weisen insbesondere in den süd-östlich gelegenen Ortsteilen sowie um den Essener Berg wesentliche Versorgungslücken auf.

#### 7.2.5.1 UMTS-Netz

In Karte 10 bis Karte 13 sind die UMTS-Netze der vier Netzbetreiber entsprechend der Beantragung bei der Bundesnetzagentur dargestellt.

Bei den Immissionsmessungen (vgl. Kapitel 7.5) stellte sich allerdings heraus, dass zumindest auf dem Gebiet der Gemeinde Bad Essen die UMTS-Netze der Firmen Vodafone und O<sub>2</sub> nicht in Betrieb waren, so dass die Karten die Situation zeigen, falls die Anlagen in Betrieb gehen.

Das einzige in Betrieb befindliche UMTS-Netz (Telekom) beschränkt sich auf den Hauptort Bad Essen.

Der bisherige Ausbau der UMTS-Netze lässt darauf schließen, dass für den dünner besiedelten ländlichen Raum der UMTS-Ausbau bisher wirtschaftlich nicht lukrativ erscheint.

#### 7.3 Bau- und Ausbaupläne der Netzbetreiber in Bad Essen

Von den vier in der Gemeinde Bad Essen vertretenen Mobilfunkanbietern Telekom, Vodafone, Telefonica O<sub>2</sub> und E-Plus sind derzeit keine konkreten Ausbaupläne für ihre Mobilfunknetze bekannt.

### 7.4 Derzeitige Immissionssituation in Bad Essen

In Karte 1, S. 126 ist die Lage der vorhandenen Basisstationen entsprechend Tabelle 2, S. 46 eingezeichnet. Karte 14 zeigt die Gesamt-Immissionssituation durch die in der Gemeinde Bad Essen vorhandenen Basisstationen.

Im Folgenden wird die Immissionssituation im Umfeld der einzelnen Basisstationen dargestellt.

#### 7.4.1 Basisstation BS01 (Schledehauser Str. 5, Telekom UMTS-Netz)

Die Basisstation BS01 befindet sich in relativ geringer Höhe auf dem Dach eines Wohnhauses. Von erhöhten Immissionen sind insbesondere Wohnungen in oberen Geschossen betroffen, von denen freie Sicht zu den Antennen der Basisstation besteht. Südlich der Basisstation befindet sich ansteigendes Gelände. Dadurch entsteht eine Situation, dass die oberen Geschosse der Wohnhäuser an der Straße "Auf der Breede", die ca. 100 m entfernt sind, sich auf gleicher Höhe mit den Antennen der Basisstation befinden. Dadurch ergeben sich bei Vollauslastung Immissionen zwischen 10 und 30 mW/m<sup>2</sup> (vgl. Karte 17 und Karte 18).

Diese Ergebnisse der Immissionsberechnungen werden durch die (hochgerechneten) Ergebnisse der Immissionsmessungen bestätigt (vgl. Kapitel 7.5.3, Messpunkt MP2).

Es sei noch darauf hingewiesen, dass es sich bei dieser Basisstation um eine reine UMTS-Basisstation handelt und daher wegen der zur Zeit häufig noch geringen Auslastung die Immissionen zum Messzeitpunkt mit 2,4 mW/m² wesentlich niedriger lagen.

Auch in der sonstigen Umgebung der Basisstation BS01 ist daher davon auszugehen, dass die typischen Immissionen entsprechend der jeweiligen Auslastung niedriger liegen als in den für Vollauslastung geltenden Berechnungen dargestellt wird. Der Unterschied zwischen Vollauslastung und derzeitiger Auslastung hängt aber für jeden Sektor individuell vom Nutzerverhalten ab und kann daher nicht näher angegeben werden.

#### **Basisstation BS02 (Kirchplatz, Telekom GSM-Netz)** 7.4.2

Karte 19 und Karte 20 zeigen die Immissionsberechnungen im Umkreis der Basisstation BS02. Obwohl es sich bei dieser Basisstation um einen innerörtlichen Standort inmitten der Wohnbebauung handelt, werden durch diese Basisstation relativ geringe Immissionen verursacht. Die höchsten Immissionen treten südlich bis südwestlich der Basisstation in ca. 100 m Entfernung mit ca. 0,5 mW/m² auf.

Die relativ geringen Immissionen sind darin begründet, dass hier eine Rundstrahlantenne eingesetzt wird, und es sich um eine Basisstation älterer Bauart mit geringer Sendeleistung handelt.

Sofern in Zukunft eine Modernisierung oder Erweiterung dieser Basisstation erfolgen sollte, so ist wahrscheinlich mit einer erheblichen Verschlechterung der Immissionssi-

tuation zu rechnen, da dann wahrscheinlich Antennen mit einem höheren Antennengewinn und eine höhere Sendeleistung eingesetzt werden. Seitens der Gemeindeverwaltung sollte hier versucht werden, Einfluss zu nehmen und vor einer Zustimmung zum Ausbau oder zur Erweiterung vom Mobilfunkbetreiber eine Immissionsprognose erstellen zu lassen.

#### **Basisstation BS03 (Rathaus, Vodafone GSM-Netz)**

Karte 21 und Karte 22 zeigen die Immissionsberechnungen im Umkreis der Basisstation BS03. Wie bei der im vorigen Kapitel 7.4.2 beschriebenen Basisstation BS02 handelt es sich auch hier um eine innerörtliche Basisstation älterer Bauart mit Rundstrahlantenne. Wegen des etwas steiler ansteigenden Geländes treten hier südlich im ansteigenden Gelände liegenden Gebäuden in den oberen Geschossen Immissionen bis ca. 1,5 mW/m² auf (vgl. Karte 22). Für den größten Teil der umliegenden Bebauung liegen die Immissionen allerdings bei maximal 0,5 mW/m².

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den in den Karten dargestellten Immissionsberechnungen um Freiraumberechnungen handelt (vgl. Kapitel 10.2.1) und die Berechnungsergebnisse daher nur für solche Immissionspunkte gelten, von denen freie Sicht zu den Antennen der Basisstation besteht. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine verkleidete Antenne, die sich unter der Kuppel des Rathausdaches befindet. Vor allem im Nahbereich können daher erheblich Abweichungen von den berechneten Immissionen auftreten. Dies zeigt sich z.B. an Messpunkt MP1, wo entsprechend den Berechnungen Immissionen von maximal 0,2 mW/m² zu erwarten sind, bei der Messung aber Immissionen bis ca. 1,8 mW/m² bei Vollauslastung festgestellt wurden (vgl. Kapitel 7.5.3). Dies deutet darauf hin, dass die Bausubstanz der Rathauskuppel als Streumaterial wirkt und daher die Immissionen im Nahbereich erhöht werden.

#### 7.4.4 Basisstation BS04 (Essener Berg, Telekom und Vodafone GSM-Netz)

Die Basisstation BS04 liegt im Südwesten des Gemeindegebietes im Bereich Essenerberg in dünn besiedeltem Gebiet. Wegen der großen Montagehöhe der Antennen von mindestens 35 m treten im Umkreis dieser Basisstation relativ geringe Immissionen auf (vgl. Karte 23). Die höchsten Immissionen von ca. 1 mW/m² treten in ca. 250 m Entfernung in einem östlich gelegenem Einzelgehöft auf.

#### 7.4.5 **Basisstation BS05 (Aussichtsturm Empter Weg, Telekom GSM-Netz)**

Die Basisstation BS05 befindet sich auf dem Aussichtsturm Empter Weg im Südwesten von Bad Essen in dünn besiedeltem Gebiet. Wegen des topographisch günstigen Standortes und den sehr geringen dort eingesetzten Sendeleistungen sind die Immissionen im besiedeltem Gebiet im Umkreis der Basisstation mit maximal 0,15 mW/m<sup>2</sup> ziemlich niedrig (vgl. Karte 24). Im Bereich des Hauptortes liegen die Immissionen dieser Basisstation unter 0,03 mW/m². Es sei darauf hingewiesen, dass

in den dargestellten Immissionsberechnungen nur die Immissionen durch Mobilfunk berücksichtigt sind, aber nicht durch die dort ebenfalls vorhandenen BOS-Funkanlagen.

Dieser Standort ist aus Sicht der Immissionsminimierung gut geeignet.

### **Basisstation BS06 (ehemalige Basisstation E-Plus)**

Diese Basisstation war zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Konzeptes bereits außer Betrieb genommen und demontiert. Als Ersatz dient die Basisstation BS10 (Soleguelle, Harpenfeld).

#### 7.4.7 Basisstation BS07 (auf NRW-Gebiet, Nähe Büscherheide, Telekom, Vodafone, E-Plus GSM-Netz)

Die Basisstation BS07 befindet sich Nähe des östlichen Ortsteils Büscherheide auf NRW-Gebiet. In westlicher Richtung befindet sich ansteigendes Gelände, was dazu führt, dass die höheren Immissionen nur in westlicher Richtung auftreten und zum großen Teil das Gebiet der Gemeinde Bad Essen treffen. Bis auf ein Gebäude in ca. 250 m Entfernung von der Basisstation liegen die Immissionen im besiedelten Gebiet von Büscherheide unterhalb von 1 mW/m² (vgl. Karte 25).

#### Basisstation BS08a (E-Plus GSM) und BS08b (Telekom, O2 GSM-Netz) (Wind-7.4.8 kraftanlagen auf NRW-Gebiet in Preußisch Oldendorf, Nähe Dahlinghausen)

Diese beiden Basisstationen befinden sich in ebenem Gelände in ca. 500 m Mindestentfernung von bebautem Gebiet. Wegen der großen Montagehöhe der Antennen von mindestens 45 m über Boden sind diese Standorte für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung durchaus geeignet. Bei der derzeitigen Nutzung werden aber insbesondere vom Betreiber O<sub>2</sub> relativ hohe Sendeleistungen eingesetzt, sodass sich am östlichen Rand des Siedlungsbereichs von Dahlinghausen Immissionen von knapp 1 mW/m² ergeben. Im größten Teil von Dahlinghausen liegen die Immissionen zwischen 0,2 mW/m² und 0,75 mW/m² (vgl. Karte 26 bis Karte 28).

#### Basisstation BS09 (Silogebäude Hafenstraße) 7.4.9

Die Basisstation befindet sich auf einem hohen Gebäude im Gewerbegebiet am Mittellandkanal am Rande der Bebauung von Bad Essen. Es handelt sich um eine innerörtliche Basisstation, die von vielen Betreibern gemeinsam genutzt wird (Site-Sharing). Die Immissionen betreffen im Wesentlichen die Ortsteile Bad Essen und Eielstädt sowie auf der nördlichen Kanalseite die Ortsteile Harpenfeld und Lockhausen. Die Immissionen oberhalb von 1 mW/m² erstrecken sich bis in ca. 900 m Entfernung und oberhalb von 3 mW/m² bis in ca. 500 m Entfernung von der Basisstation (vgl. Karte 29 und Karte 30). In östlicher bis südöstlicher Richtung sind auch mehrere Schulgebäude von relativ hohen Immissionen betroffen (vgl. Messpunkt 5 in Kapitel 7.5.3).

EMF-INSTITUT DR. NIESSEN

Es sei darauf hingewiesen, dass in den Immissionsberechnungen alle von der Bundesnetzagentur in der Standortbescheinigung ausgewiesenen Basisstationen berücksichtigt wurden, aber nicht alle dieser Basisstationen in Betrieb sind. Von den 3 an diesem Standort genehmigten UMTS-Basisstationen der Firmen Telekom, Vodafone und O<sub>2</sub> ist nur die Telekom-UMTS-Basisstation in Betrieb. Die Immissionen entsprechend den derzeit in Betrieb befindlichen Basisstation sind in Karte 29 und Karte 30 dargestellt.

Wie die Messergebnisse zeigen werden die in der Umgebung auftretenden Immissionen weitestgehend durch die beiden O<sub>2</sub>-Basisstationen im GSM-900 und GSM-1800-Netz verursacht, die beide mit relativ hohen Sendeleistungen arbeiten (vgl. Kapitel 7.5.3, Messpunkte MP4 und MP5).

Bei deutlich geringeren Sendeleistungen käme dieser Standort wegen der großen Gebäudehöhe durchaus für eine innerörtliche Versorgung insbesondere im UMTS-Netz in Betracht.

#### 7.4.10 Basisstation BS10 (Harpenfeld, Solequelle)

Die kürzlich in Betrieb genommene Basisstation befindet sich auf einem hohen Gittermast in unmittelbarer Nähe der Soleguelle. Die Basisstation wird von der Firma E-Plus im GSM-900 und GSM-1800-Netz betrieben. Wie die Immissionsverteilung in Karte 33 und Karte 34 zeigt liegen die höchsten Immissionen von ca. 1 mW/m² in ca. 300 m Entfernung von der Basisstation. Wegen der Montagehöhe von ca. 38 m über Boden geht der Hauptstrahl über die naheliegende Wohnbebauung an der Straße Grundpatt hinweg. Einige Wohngebäude in ca. 100 m Entfernung von der Basisstation werden allerdings von Nebenkeulen der Sendeantennen getroffen, wodurch sich hier Immissionen von bis zu 2,9 mW/m² (außerhalb eines Fensters im Dachgeschoss, vgl. MP7) ergeben.

Für die durch diese Basisstation verursachten Immissionen im Bereich Wehrendorf siehe auch Karte 41 und Karte 45).

#### 7.4.11 Basisstation BS11 (Nähe Heithöfen, O<sub>2</sub> GSM Netz)

Diese Basisstationen befindet sich auf einem Gittermast in unmittelbarer Nähe der Wohnbebauung von Heithöfen, allerdings auf dem Gebiet der Nachbargemeinde Preußisch Oldendorf in NRW (vgl. Karte 35).

Trotz der relativ großen Montagehöhe der Antenne auf einem Gittermast von 30 m Höhe treten in der Umgebung der Basisstation wegen der vergleichsweise hohen Sendeleistung Immissionen bis ca. 2,7 mW/m² auf, die aber zum größten Teil in unbebautes Gebiet fallen. Wegen der in Bezug zur Lage der umgebenden Wohnbebauung günstigen Sektorausrichtung bleiben die Immissionen im bewohnten Gebiet unterhalb von 0,8 mW/m², im größten Teil von Heithöfen sogar unterhalb von

0,5 mW/m<sup>2</sup>. Die unmittelbar benachbarte Bebauung im Abstand von bis zu 200 Metern profitiert vom sogenannten Leuchtturmeffekt: Der Hauptstrahl der Sendeantennen geht über diese Bebauung hinweg, so dass auch hier die Immissionen unterhalb von 1 mW/m² bleiben.

### 7.4.12 Basisstation BS12 (Lockhausen Wasserturm, Telekom GSM und UMTS)

Diese Basisstation befindet sich auf dem Philipps Wasserturm in Lockhausen und wird von der Fa. Telekom für das GSM- und UMTS-Netz genutzt. Die nächstgelegene Wohnbebauung befindet sich in ca. 100 m Entfernung (vgl. Karte 36 und Karte 37). Auch der Bereich der Schulgebäude an der Schulallee wird von den durch diese Basisstation verursachten Immissionen betroffen. Die Immissionen im Bereich der Wohnbebauung liegen bei bis zu 3 mW/m². Das Gebiet mit Immissionen oberhalb von 1 mW/m<sup>2</sup> erstreckt sich bis zu einer Entfernung von gut 500 Metern in das besiedelte Gebiet. Wegen des gemeinsamen Betriebs einer GSM- und einer UMTS-Basisstation – die auch die gleiche Sektorausrichtung benutzen –, liegt auch hier aus Sicht des Immissionsschutzes ein innerörtliches Site-Sharing (gemeinsame Nutzung eines Standortes durch mehrere Basisstationen) vor, auch wenn es sich in diesem Fall um den gleichen Betreiber handelt.

Diese Basisstationen ist in der derzeitigen Ausgestaltung für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung nicht zu empfehlen.

#### 7.4.13 Basisstation BS13 (Rabber DBP-Mast, Telekom und E-Plus GSM-Netz)

Im Ortsteil Rabber befinden sich zwei Mobilfunkbasisstationsstandorte (BS13 und BS14, vgl. das folgende Unterkapitel sowie Foto 6 in Kapitel 7.5.3). Der Standort BS13 befindet sich an einem Betonmast von ca. 40 m Höhe in der Nähe des Friedhofs und wird von den Betreibern Telekom und E-Plus für ihre GSM-900-Netze benutzt. Wegen der großen Montagehöhe der Antennen von 36 bis 38 m über Boden profitieren die in der Nähe gelegenen Gebäude vom sog. Leuchtturmeffekt: der Hauptstrahl der Sendeantennen geht über diese Gebäude hinweg. Die Wohnbebauung bis zu einer Entfernung von ca. 200 Metern wird von Immissionen unterhalb von 0,5 mW/m<sup>2</sup> betroffen. In einer Entfernung von ca. 250 bis 450 m treten hingegen Immissionen oberhalb von 1 mW/m² auf. Diese Immissionen werden zum großen Teil durch die dortige E-Plus-Basisstation verursacht, die mit ca. dreifach höherer Sendeleistung arbeitet als die Telekom-Basisstation am gleichen Standort (vgl. Karte 38 und Karte 40).

In der momentanen Ausgestaltung kann dieser Standort nicht für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung empfohlen werden, obwohl der Standort wegen der großen Masthöhe und dem flachen umliegenden Gelände bei deutlich reduzierter Sendeleistung (etwa entsprechend der derzeitigen Nutzung durch die TelekomBasisstation) durchaus für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung in Betracht käme (vgl. auch das folgende Unterkapitel 7.4.14).

#### 7.4.14 Basisstation BS14 (Rabber Kirchturm, O<sub>2</sub> GSM-1800-Netz)

Neben der zuvor besprochenen Basisstation BS13 befindet sich im Ortsteil Rabber eine zweite Mobilfunkbasisstation im Kirchturm (vgl. Foto 6 in Kapitel 7.5.3), die vom Netzbetreiber O<sub>2</sub> für das GSM-1800-Netz eingesetzt wird. Die von dieser Basisstation BS14 verursachten Immissionen betreffen zum großen Teil das gleiche Gebiet wie die Basisstation BS13, so dass in diesem Sinne hier von einem erweiterten Site-Sharing gesprochen werden kann, obwohl sich die Basisstationen nicht genau am gleichen Standort befinden. Wegen der moderaten Sendeleistung und der relativ großen Montagehöhe von ca. 28 m über Boden bleiben die durch diese Basisstation verursachten Immissionen unterhalb von 0,5 mW/m² (vgl. Karte 39 und Karte 40), was auch durch die Messergebnisse an Messpunkt 3 bestätigt wird (vgl. Kapitel 7.5.3). Man beachte, dass es sich wahrscheinlich um eine Basisstation älterer Bauart handelt, da die Sendeleistung wesentlich niedriger liegt als sie von der Firma O<sub>2</sub> an aktuell errichteten Basisstationen eingesetzt wird. Bei einem möglicherweise in Zukunft erfolgenden Umbau bzw. einer Erweiterung der Basisstation sollte der Eigentümer versuchen, Einfluss zu nehmen, damit sich die Immissionssituation nicht verschlechtert.

#### 7.4.15 Basisstation BS15 (Wehrendorf Argelith Schornstein, Telekom GSM-Netz)

Die Antennen der Basisstation BS15 befinden sich am Kamin des Argelith-Werkes im Ortsteil Wehrendorf in einer Montagehöhe von ca. 50 m über Boden. Der Standort wird zur Zeit ausschließlich von der Firma Telekom für das GSM-900-Netz genutzt und mit einer relativ geringen Sendeleistung betrieben. Wegen der Hanglage treten zwar südlich des Standortes in einen kleinen Bereich Immissionen oberhalb von 1 mW/m², was aber aus Sicht des Immissionsschutzes bedeutungslos ist, da sich dort keine Bebauung befindet (vgl. Karte 42 und Karte 45).

Im Bereich der hangabwärts befindlichen Wohnbebauung von Wehrendorf bleiben die Immissionen deutlich unterhalb von 0,5 mW/m². Der Standort ist in seiner derzeitigen Ausgestaltung ein gutes Beispiel dafür, wie eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung gestaltet werden kann – auch ohne Einschränkungen für die Netzbetreiber. Mit ähnlichen Konfigurationen wie bei der derzeitig von der Fa. Telekom betriebenen Basisstation kann der Standort auch für eine Nutzung durch weitere Betreiber empfohlen werden.

# 7.4.16 Basisstation BS16 (Wehrendorf, Gewerbegebiet, O<sub>2</sub> GSM-1800- und UMTS-Netz)

Die Basisstation BS16 befindet sich im Gewerbegebiet Wehrendorf auf einem Spänebunker und wird von der Firma O<sub>2</sub> derzeit (nur) für das GSM-1800-Netz genutzt.

Zusätzlich ist von der Bundesnetzagentur an diesem Standort auch eine UMTS-Basisstation der Firma O<sub>2</sub> genehmigt, die aber bisher nicht in Betrieb ist. In den in Karte 44 und Karte 45 dargestellten Immissionsberechnungen ist diese UMTS-Basisstation bereits berücksichtigt. Obwohl sich die nächstgelegene Wohnbebauung in ca. 400 m Entfernung befindet, werden durch diese Basisstation in Teilen der Wohnbebauung von Wehrendorf Immissionen von deutlich oberhalb von 1 mW/m² hervorgerufen.

In Karte 45 sind die Immissionen durch die Wehrendorf betreffenden Basisstationen BS10, BS15 und BS16 im Zusammenhang dargestellt.

#### 7.4.17 Derzeitige Immissionssituation in Bad Essen: Fazit

Die Immissionssituation in Bad Essen wird durch sehr unterschiedliche Basisstationen bestimmt.

- Einerseits gibt es seit längerer Zeit in Betrieb befindliche Basisstationen mit moderaten Sendeleistungen und somit auch relativ geringen Immissionen (vgl. z.B. BS02 (Kirchplatz), BS03 (Rathaus), BS14 (Rabber, Kirchturm)). Bei diesen Basisstationen sollte bei möglichen Auf- oder Umrüstungen sowie anstehenden Vertragsverlängerungen darauf geachtet werden, dass die Immissionssituation nicht verschlechtert wird.
- Zum anderen sind Basisstationen in Betrieb, die der großräumigen Versorgung dienen und Versorgungsqualität bereit stellen (z. B. Innenraumversorgung in ungünstig gelegenen Räumen), die über die Ziele des Mobilfunkkonzeptes hinausgehen (vgl. Kapitel 6.3) und daher hohe Sendeleistungen verwenden und teilweise hohe Immissionen im Wohnumfeld verursachen (vgl. Kapitel 7.4.9, BS09 (Silogebäude) und Kapitel 7.4.13 (Rabber, BS13, DBP-Mast)).
- Weiterhin gibt es aus Sicht des Immissionsschutzes günstige Standorte, die aus topographisch hoch gelegener Position Versorgungsgebiete im fallenden Gelände versorgen (z.B. BS05 (Aussichtsturm Empter Weg), BS15 (Argelith-Schornstein)),
- und es gibt aus Sicht des Immissionsschutzes ungünstig gelegene Standorte (z.B. BS01 (Schledehauser Str.)) mit benachbarter Wohnbebauung im steil ansteigendem Gelände.

### 7.5 Immissionsmessungen

Zur weiteren Analyse der vorhandenen Immissionssituation wurden am 26. Mai 2010 an 11 Messorten im Gemeindegebiet Bad Essen Immissionsmessungen durchgeführt. Die Messungen dienen unter anderem zur Analyse der Versorgungsgualität in den einzelnen Mobilfunknetzen und fließen in die Erarbeitung des Mobilfunkversorgungskonzeptes ein.

In den folgenden Kapiteln 7.5.1, 7.5.2 und 7.5.3 werden die Messpunkte beschrieben und die Messergebnisse dargestellt.

In Kapitel 10.1, S. 83ff. werden das Messverfahren und die technischen Einzelheiten des Auswertungsverfahrens erläutert.

TEIL IV, Kapitel 13 und 14 ab S. 105 enthält die Messergebnisse im Einzelnen in Tabellen und Diagrammen.

#### 7.5.1 Auswahl der Messpunkte

Die Messstandorte wurden vom EMF-Institut vorgeschlagen und mit der Gemeindeverwaltung und dem Arbeitskreis Mobilfunk abgestimmt. Alle Messpunkte liegen im Gebiet der Gemeinde Bad Essen und sind in Karte 1 bis Karte 5 in Kapitel 15 ab S. 123 dargestellt.

Es wurden sowohl Außenmessungen (MP1, MP6, MP8, MP9, MP10, MP11) als auch Messungen im Innenbereich von Gebäuden durchgeführt (MP2, MP3, MP4, MP5, MP7).

Tabelle 3: Liste der Messpunkte in Bad Essen

MP1	Lindenstraße 38, außen, Einfahrt Restaurant Athen
MP2a	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster auf
MP2b	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster zu
МР3а	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster auf
MP3b	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster zu
MP3c	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Bettbereich, Fenster zu
MP4a	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf
MP4b	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu
MP5a	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster auf
MP5b	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu
MP6	Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen
MP7	Harpenfeld: Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters
MP8	Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten
MP9	Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen
MP10	Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen
MP11	Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel

#### Darstellungsweise der Messergebnisse in Tabellen 7.5.2

Die Messergebnisse für die einzelnen Frequenzbereiche sind in den Tabellen M1 bis M4 in Kapitel 14 ab S. 116 aufgeführt. In Tabelle M1 sind die Leistungsflussdichten in den einzelnen Frequenzbereichen als Absolutwerte angegeben. In den Tabellen M2 bis M4 sind diese Ergebnisse in Relation gesetzt zu den Grenzwerten der 26. BlmSchV, den Schweizer Anlagengrenzwerten und dem Salzburger Vorsorgewert von 1 mW/m<sup>2</sup> <sup>16</sup>. Entsprechend der in Kapitel 10.1, S. 83 geschilderten Vorgehensweise sind in den Tabellen M1 bis M4 im linken Ergebnisblock jeweils die aktuellen Messwerte angegeben – entsprechend der Anlagenauslastung zum Messzeitpunkt. Im rechten Ergebnisblock sind jeweils die auf maximale Anlagenauslastung hochgerechneten Messergebnisse dargestellt, die dann zu erwarten sind, wenn alle Sendeanlagen mit maximaler Kanalzahl und maximaler Sendeleistung arbeiten.

Zur detaillierteren Aufschlüsselung der Immissionen aus den Mobilfunknetzen sind in den Tabellen M5 (aktuell gemessene Werte) und M6 (auf Vollauslastung hochgerechnete Werte) die Leistungsflussdichten getrennt nach Betreibern und Mobilfunknetzen dargestellt.

Diese Aufschlüsselung nach Mobilfunknetzen ermöglicht neben der Zuordnung der Immissionen zu den einzelnen Mobilfunknetzen auch eine Aussage zu den in Betrieb befindlichen Netzen und somit eine Aussage zu den in Betrieb befindlichen Netzen der einzelnen Betreiber.

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> Dieser Wert wurde 1998 von der Landessanitätsdirektion Salzburg empfohlen und mit dem dort seinerzeit tätigen Netzbetreiber abgestimmt. Da hierbei gezeigt wurde, dass ein funktionierendes Mobilfunknetz bei Einhaltung dieses Vorsorgewertes von 1 mW/m² aufgebaut werden kann, wird der Wert zum Vergleich mit herangezogen.

#### 7.5.3 Messergebnisse im Einzelnen

Im Folgenden werden die einzelnen Messstandorte zum großen Teil durch Fotos dokumentiert und relevante Messergebnisse zum Messzeitpunkt und – zum Vergleich – hochgerechnet auf Vollauslastung angegeben.

### Messpunkt MP1, Lindenstraße 38, Einfahrt Restaurant Athen



Basisstation BS3

MP1: Lindenstraße 38, Einfahrt Restaurant Athen

#### Mobilfunk:

zum Messzeitpunkt ca. 1,4 mW/m² bei Vollauslastung ca. 1,9 mW/m²

Foto 1 : Lindenstraße 38 Blick von MP1 auf die Basisstation BS3 Rathaus

### Messpunkt MP2, Auf der Breede 6, Kinderparadies,



Foto 2: MP2, Auf der Breede 6, Kinderparadies Blick von MP2 auf die Basisstation BS

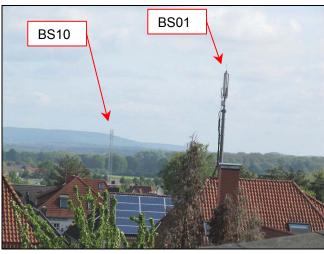


Foto 3: Detail zu Foto 2



Foto 4: MP2, Auf der Breede 6, Kinderparadies



Foto 5: Detail zu Foto 4

#### Mobilfunk:

zum Messzeitpunkt ca. 2,8 mW/m² (Fenster auf), ca. 1,9 mW/m² (Fenster zu)

bei Vollauslastung ca. 33 mW/m² (Fenster auf), ca. 23 mW/m² (Fenster zu)

### Messpunkt MP3, Rabber, Schlömannstr. 6

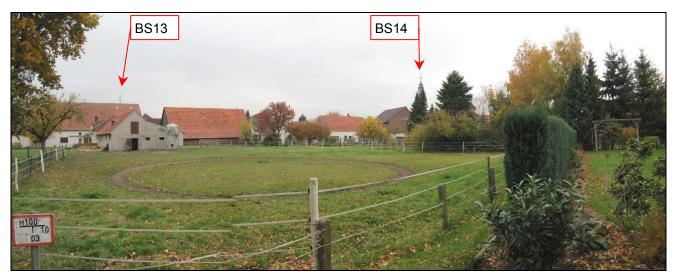


Foto 6: MP3, Blick vom Standort neben dem Haus Schlömannstr. 6 auf die Basisstationen BS13, BS14



Foto 7: MP3, Rabber, Schlömannstr. 6

#### Mobilfunk:

zum Messzeitpunkt

ca. 5,7 mW/m<sup>2</sup> (Fenster auf)

ca. 2,8 mW/m² (Fenster zu)

ca. 1,4 mW/m² (Bettbereich, Fenster zu)

bei Vollauslastung

ca. 12 mW/m² (Fenster auf)

ca. 5,7 mW/m² (Fenster zu)

ca. 2,9 mW/m² (Bettbereich, Fenster zu)

### Messpunkt MP4, Lindenstraße 41, Rathaus

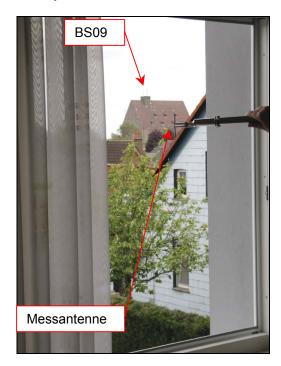


Foto 8: MP4, Lindenstraße 41, Rathaus, Blick auf BS09 Silogebäude

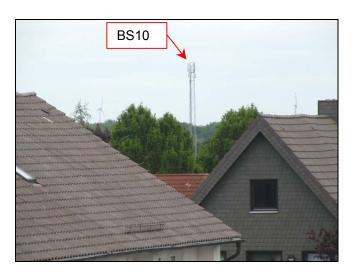


Foto 9: MP4, Lindenstraße 41, Rathaus, Blick auf BS10 Gittermast Solequelle

#### **Mobilfunk:**

zum Messzeitpunkt

ca. 2,8 mW/m² (Fenster auf)

ca. 1 mW/m² (Fenster zu)

bei Vollauslastung

ca. 6,5 mW/m² (Fenster auf)

ca. 2 mW/m² (Fenster zu)

### Messpunkt MP5, Schulallee 30, Gymnasium



Foto 12: Schulallee 30, Gymnasium, Blick auf BS09 und BS12 (180 Grad Panorama)



Foto 13: Detail zu Foto 12, Blick auf BS09



Foto 14 : Detail zu Foto 12, Blick auf BS12

#### **Mobilfunk:**

zum Messzeitpunkt

ca. 15 mW/m<sup>2</sup> (Fenster auf)

ca. 2,1 mW/m² (Fenster zu)

bei Vollauslastung

ca. 25 mW/m² (Fenster auf)

ca. 4,1 mW/m² (Fenster zu)

### Messpunkte MP6, Wehrendorf Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen



Foto 15: MP6, Wehrendorf Gewerbegebiet (Hafenbereich)

MP6:

Mobilfunk:

zum Messzeitpunkt

ca. 2 mW/m<sup>2</sup>

bei Vollauslastung ca. 5,4 mW/m²



Foto 16: Detail zu Foto 15



Foto 17: MP6, Wehrendorf Gewerbegebiet (Hafenbereich), Blick auf BS10

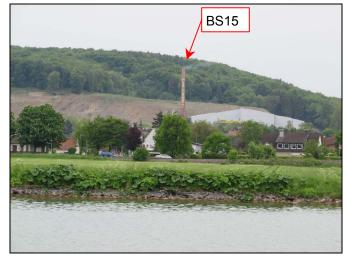


Foto 18: MP6, Wehrendorf Gewerbegebiet (Hafenbereich), Blick auf BS15

### Messpunkt MP7, Harpenfeld Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters



Foto 19: MP7, Harpenfeld Grundpatt 6, Messpunkt: kleines Fenster im 2.OG Bei der Messung wurde die Messantenne aus dem Fenster heraus gehalten.

#### MP7:

#### **Mobilfunk:**

zum Messzeitpunkt ca. 1,4 mW/m²

bei Vollauslastung ca. 2,9 mW/m²

#### Messpunkte MP8, Harpenfeld Grundpatt 10, außen, Garten

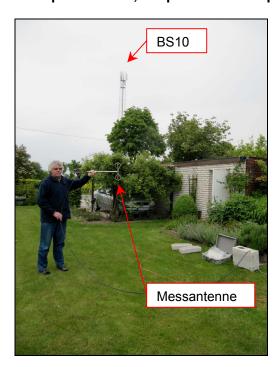


Foto 20: MP8, Harpenfeld Grundpatt 10

#### **MP8**:

#### **Mobilfunk:**

zum Messzeitpunkt ca. 0,45 mW/m²

bei Vollauslastung ca. 0,9 mW/m²

#### Messpunkte MP9, Harpenfeld Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen

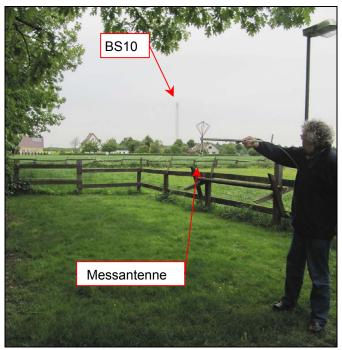


Foto 21 : MP9, Harpenfeld Osnabrücker Str. 232, Blick auf Basisstation BS10

#### MP9:

#### **Mobilfunk:**

zum Messzeitpunkt ca. 2,3 mW/m²

bei Vollauslastung ca. 4,5 mW/m²

### Messpunkte MP10, Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen



Foto 22: MP10, Am Wimmerbruch (keine Mobilfunkbasisstation in der Nähe)

#### MP10:

#### Mobilfunk:

zum Messzeitpunkt < 0,005 mW/m²

bei Vollauslastung <. 0,005 mW/m²

### Messpunkte MP11, Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel

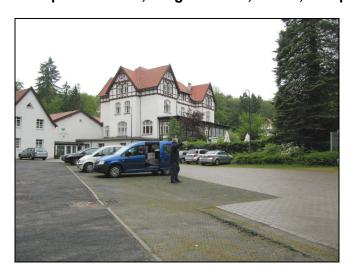


Foto 23 : MP11, Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel

#### MP11:

#### **Mobilfunk:**

zum Messzeitpunkt < 0,0003 mW/m²

bei Vollauslastung < 0,0008 mW/m²

EMF-INSTITUT DR. NIESSEN

# Standortvorschläge für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung

### 8.1 Entwicklung der Standortvorschläge

Entsprechend der in Kapitel 6.3, S. 43 genannten Schutz- und Versorgungsziele und dem in Kapitel 5, S. 32ff. entwickelten Gedanken einer strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung werden im Folgenden Standortvorschläge entwickelt, die eine gute Mobilfunkversorgung im Gemeindegebiet gewährleisten bei möglichst geringer Strahlung in den Wohngebieten – angepasst an die topographische Situation und die sehr unterschiedliche Besiedlungsdichte in der Gemeinde Bad Essen.

Der grundsätzliche Ansatzpunkt besteht darin, die gesamte zu versorgende Fläche mit möglichst gleichmäßigen (geringen) Immissionen zu belegen, wie dies bereits in Kap. 4.3 dargestellt wurde (Homogenisierung der Immissionsverteilung).

Im Sinne der vorgenannten Ziele wird zugunsten einer insgesamten Strahlungsminimierung akzeptiert, dass in besonders ungünstig gelegenen oberirdischen Räumen wie zum Beispiel in abgeschirmten Gebäuden (Metallfassade, metallbedampfte Fensterscheiben) sowie in unterhalb der Erdoberfläche gelegenen Räumlichkeiten (Indoor-Tiefbereich) unter Umständen nicht mobil telefoniert werden kann.

Sofern Tiefgaragen oder ähnlich gelegene Räume aus Sicherheitsgründen mit Mobilfunkversorgung ausgestattet werden sollen, wird empfohlen, hier spezielle Repeater (Relaisstationen zur Versorgung von ansonsten schlecht zugänglichen Bereichen) zu installieren.

Es werden im Folgenden Möglichkeiten aufgezeigt für

- 1. eine Grundversorgung mit Sprachtelefonie im GSM-Netz, die mit möglichst wenig Basisstationen realisiert werden kann,
- 2. erweiterte Versorgung für mobile Datenkommunikation im UMTS/LTE-Netz, die zusätzliche Basisstationen innerörtlich und in geringerem Abstand zu den Nutzern notwendig machen würden.

Eine zusätzliche Herausforderung in Bad Essen entsteht dadurch, dass für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung im Allgemeinen hochgelegene exponierte Standorte erforderlich sind und andererseits aus Gründen des Landschaftsschutzes im Umland und des Denkmalschutzes im Hauptort weithin sichtbare Masten möglichst vermieden werden sollen.

Es wurde daher für den flachen nördlichen Gemeindeteil soweit wie möglich auf vorhandene Bauwerke zurückgegriffen und ansonsten die natürlichen Erhebungen (vor allem Wiehengebirge) als Standorte ausgewählt.

Wenn über den momentanen Versorgungszustand hinausgehend eine Mobilfunkversorgung für das gesamte Gemeindegebiet realisiert werden soll (z.B. Huntetal im Anstieg ins Wiehengebirge) sind allerdings einzelne zusätzliche Maststandorte nicht zu vermeiden. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass ein flächendeckendes Angebot an Datenkommunikation bereit gestellt werden soll.

Es sei aber darauf hingewiesen, dass eine solche flächendeckende Datenkommunikation ganz erheblich über den derzeitigen Versorgungsstand hinausgeht. Dies ist gut daran zu erkennen, dass derzeit drei von den vier in Deutschland tätigen Netzbetreibern ein UMTS-Netz für die Gemeinde Bad Essen bei der Bundesnetzagentur beantragt haben. Davon hat aber bisher nur die Firma Telekom ein UMTS-Netz aufgebaut und in Betrieb genommen. Dieses Netz beschränkt sich auf den Hauptort Bad Essen. Es ist daher momentan nicht abzusehen, dass die Netzbetreiber eine Versorgung mit schnellen Datendiensten für die dünn besiedelten nördlichen Gemeindeteile oder auch nur für die Ortslagen außerhalb des Hauptortes Bad Essen anstreben. Trotzdem werden hier Standortvorschläge aufgezeigt, mit denen unter Berücksichtigung der Immissionsminimierung zumindest eine Grundversorgung mit Datendiensten für die Gesamtfläche der Gemeinde Bad Essen ermöglicht wird. Darüber hinaus bietet das vorgeschlagene UMTS-Netz für die dichter besiedelten Ortsteile eine wesentlich größere Netzkapazität als für die dünn besiedelten ländlichen Ortsteile.

#### 8.2 Standortvorschläge für die GSM-Versorgung

Wie in Kapitel 7.2 beschrieben sind die in Deutschland tätigen Mobilfunknetzbetreiber bisher in Bad Essen vor allem im GSM-Netz aktiv.

Die Analyse hat weiterhin gezeigt, dass die Betreiber Vodafone, E-Plus und O2 die Versorgung mit wenigen Standorten realisieren, woraus sich ergibt, dass diese Standorte eine hohe Reichweite erfordern.

Wie in Kapitel 7.4.17 dargestellt benötigen solche Standorte hohe Sendeleistungen und verursachen daher entsprechend hohe Immissionen.

Bei der in den folgenden Kapiteln vorgeschlagenen GSM-Versorgung wird der Grundgedanke großer Reichweiten bei der GSM-Versorgung beibehalten, diese Stationen aber so platziert, dass die im Nahbereich auftretenden Immissionen keine dicht besiedelten Gebiete betreffen. Weiterhin wird durch den Einsatz von Antennen mit geringem Öffnungswinkel für eine Aufteilung des Versorgungsgebietes in hinreichend viele Funkzellen gesorgt, um somit eine Netzkapazität bereitzustellen, die in etwa dem derzeit am besten ausgebauten GSM-Netz (Telekom) entspricht und deutlich über die derzeitigen Netzkapazitäten der anderen Betreiber hinausgeht.

Der Lageplan in Karte 47 zeigt die nachfolgend besprochenen Standortvorschläge zur GSM-Versorgung der Gemeinde Bad Essen in der Übersicht.

Die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Standortvorschläge ermöglichen zwei Varianten einer GSM-Versorgung für das Gemeindegebiet; der Unterschied liegt in der Versorgung des nordöstlichen Bereichs:

- Variante 1 (Standortvorschläge V05, V-A, V-B, V-C):
   Die Immissionssituation für diese Variante ist in Karte 53 (S. 178) dargestellt, die Versorgungssituation in Karte 55.
  - Die Versorgung im östlichen Bereich erfolgt durch den Standortvorschlag V-C (Mastneubau am Mittellandkanal, s. Kap. 8.2.4). Dieser Standort ist aber nur für den Fall erforderlich, dass eine vollständige Versorgung des Gemeindegebietes von Standorten erfolgen soll, die sich alle <u>auf</u> dem Gemeindegebiet befinden. In der Realität erfolgt die Versorgung der Ortsteile Dahlinghausen und Hördinghausen aber bereits derzeit durch die Basisstationen BS08a und BS08b auf dem Gebiet der Nachbargemeinde Preußisch Oldendorf, so dass auf den Standort V-C verzichtet werden und die Versorgung des nördlichen Gemeindegebietes durch die nachfolgend beschriebene Variante 2 erfolgen kann.
- Variante 2 (Standortvorschläge V05, V-A, V-B, V-D): Die Immissionssituation für diese Variante ist in Karte 54 (S. 179) dargestellt, die Versorgungssituation in Karte 56. Die Versorgung im östlichen Bereich (Ortsteile Dahlinghausen und Hördinghausen) erfolgt durch die vorhandenen Basisstationen BS08a und BS08b. Die Versorgung der Ortsteile Heithöfen und Wimmer kann von einem hochgelegenen Standort am Mast einer vorhandenen Windkraftanlage realisiert werden (V-D), der zusätzlich die Versorgung fast des gesamten dünnbesiedelten Nordteils des Gemeindegebietes ermöglicht.

### 8.2.1 Standortvorschlag V05 Fernmeldeturm Empter Weg

Es handelt sich bei diesem Vorschlag um einen hochgelegenen Standort, der zur Zeit – neben anderen Funkdiensten – für öffentlichen Mobilfunk nur von der Firma Telekom genutzt wird. Es wird vorgeschlagen, die GSM-Versorgung für den Ortsteil Wehrendorf, für den westlichen Teil des Hauptortes und für die Verkehrswege zwischen Bad Essen und Wehrendorf von diesem Standort zu realisieren. Dafür werden 3 Sektorantennen mit geringem Öffnungswinkel vorgeschlagen.

Wie aus Karte 48 zu erkennen ist, können selbst bei gleichzeitiger Nutzung durch vier Netzbetreiber im GSM-Netz die Immissionen im besiedelten Gebiet unterhalb von 1 mW/m² gehalten werden.

#### 8.2.2 Standortvorschlag V-A, Jugendbegegnungsstätte Wiehenhorst

Zur Versorgung der weiter östlich gelegenen Ortsteile von Bad Essen wird ein ebenfalls hoch gelegener Standort im Wiehengebirge vorgeschlagen. Von diesem Standort können versorgt werden

- der östliche Teil des Hauptortes Bad Essen
- die Ortsteile Harpenfeld, Lockhausen, Eielstädt, Wittlage, Hüsede, Brockhausen und Rabber.

Der Standort ist gut erschlossen. In der Umgebung befindet sich hoher Baumbestand, sodass entweder ein Mastbau von 40 m Höhe erforderlich wird oder die vorhandenen Bauwerke der ehemaligen Radarstation genutzt werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass der Standort schon für die Radarstation so gewählt wurde, dass eine weiträumige Sicht zu den umliegenden Gebieten möglich war. Wie aus Karte 49 zu erkennen liegen die Immissionen im größten Teil des besiedelten Gebietes deutlich unterhalb von 1 mW/m². Lediglich im Bereich Hüsede treten Immissionen von ca. 1 mW/m<sup>2</sup> auf. Bezüglich der Immissionen im Nahbereich, das heißt vor allem in und außerhalb der Gebäude der Jugendbegegnungsstätte, kann durch die konkrete Standortwahl innerhalb des Geländes dafür gesorgt werden, dass das Gelände selbst nur von sehr geringen Immissionen betroffen wird. Dies wird dadurch ermöglicht, dass nur Antennen mit Hauptstrahlrichtung in nördlicher bis östlicher Richtung vorgesehen sind und sich daher auf der antennenabgewandten Mastseite nur sehr geringe Immissionen ergeben.

#### 8.2.3 Standortvorschlag V-B in einem Waldstück zwischen Linne und Lintorf

Hierbei handelt es sich um einen Standort, der einen Mastneubau inmitten eines Waldgebietes erfordert. Der Standort ermöglicht die Versorgung sowohl der ansonsten funktechnisch schlecht erreichbaren südlich gelegenen Ortsteile Barkhausen und Linne sowie Lintorf, Rabber und weiterer kleinerer Siedlungsgebiete in diesem Bereich. Die Immissionen im größten Teil des besiedelten Bereichs liegen zwischen 0,2 und 0,5 mW/m<sup>2</sup>. Im südwestlichen Rand des Siedlungsgebietes von Lintorf treten Immissionen bis knapp 1 mW/m² auf. Die höheren Immissionen im Nahbereich fallen in unbesiedeltes Gebiet (vgl. Karte 50).

Der Nachteil dieses Standortes besteht darin, dass er unerschlossen ist und ein Mastbau erforderlich ist, der den Baumbestand überragt. Falls auf die Versorgung von Barkhausen und Linne verzichtet wird, kann ein Standort nördlich des Waldrandes mit wesentlich geringerer Höhe gewählt werden.

#### 8.2.4 Standortvorschlag V-C, Mastneubau an der östlichen Gemeindegrenze am Mittellandkanal

Zur Versorgung der östlichen und nördlichen Gemeindegebiete werden hier 2 Alternativen vorgeschlagen.

Der Vorschlag V-C sieht einen Mastneubau an der östlichen Gemeindegrenze am Mittellandkanal vor und dient zur Versorgung der Ortsteile Heithöfen, Wimmer sowie Hördinghausen und Dahlinghausen.

Dieser Standort wurde der Vollständigkeit halber entwickelt, da die Versorgung von Hördinghausen und Dahlinghausen ebenso gut vom Standort BS08 (Windkraftanlagen auf dem Gebiet von Preußisch Oldendorf) erreicht werden kann (vgl. Kapitel 7.2)

und die Versorgung der Ortsteile Heithöfen und Wimmer durch die Basisstation V-D realisiert werden kann (vgl. das folgende Kapitel 8.2.6 und Karte 51).

#### 8.2.5 Standortvorschlag V-D, Windkraftanlage im Bereich Rabberbruch

Dieser Standort an der Windkraftanlage eignet sich wegen der großen möglichen Montagehöhe für die großräumige Versorgung des gesamten dünn besiedelten nördlichen Gemeindegebietes, das auf der östlichen Seite auch Heithöfen einschließt. Um eine Versorgung des in 3 bis 4 km vom Standort gelegenen Ortsteils Wimmer zu ermöglichen, wird hierfür eine Antenne mit hohem Antennengewinn vorgesehen, die genau auf diesen Ortsteil ausgerichtet ist. Zusätzlich wird durch diese Antenne wegen ihrer großen Montagehöhe auch eine Grundversorgung der Ortsteile Hördinghausen und Dahlinghausen ermöglicht (vgl. Karte 52). Für den nordwestlichen Teil des Gemeindegebietes ist eine weitere Antenne vorgesehen, die eine Grundversorgung dieses Gebietes ermöglicht. Die Gebiete an der nordwestlichen Gemeindegrenze könnten allerdings besser von Standorten in der Gemeinde Bohmte versorgt werden, was in den Netzen einzelner Netzbetreiber bereits erfolgt. Die Immissionen in allen zusammenhängend besiedelten Bereichen liegen zwischen 0,1 und 0,3 mW/m<sup>2</sup>. Im Bereich weniger Einzelgehöfte treten allerdings Immissionen bis ca. 1.6 mW/m<sup>2</sup> auf.

Dieser Standort ist ebenfalls für eine UMTS-Grundversorgung im nördlichen Gemeindegebiet vorgesehen (vgl. Kapitel 8.4.5).

#### 8.2.6 Büscherheide und Essenerberg

Für die südlichen Gemeindegebiete wurden keine neuen Standortvorschläge entwickelt. Es wird stattdessen für die Bereiche Essenerberg, Rattinghausen und den Ortsteil Büscherheide vorgeschlagen, die vorhandenen GSM-Basisstationen BS04 (Essenerberg) sowie BS07 (Eininghausen in NRW) beizubehalten.

### 8.3 Alternativstandort für die Basisstation BS10 (Harpenfeld, Solequelle)

Unabhängig von der Entwicklung der Standortvorschläge für die Mobilfunkversorgung des gesamten Gemeindegebietes Bad Essen wurde untersucht, ob sich Alternativstandorte für die vor kurzem errichtete Basisstation BS10 (Harpenfeld, Gittermast in der Nähe der Solequelle) anbieten. Da der Standort ausschließlich vom Netzbetreiber E-Plus für die GSM-900 und GSM-1800-Netze genutzt wird, wurde die Versorgungssituation im GSM-Netz der Fa. E-Plus analysiert (vgl. Kapitel 7.2.3.1). In Karte 57 ist das durch die derzeit in Betrieb befindliche Basisstation BS10 erreichbare Versorgungsgebiet dargestellt. Es ist zu erkennen, dass durch diese Basisstation der Hauptort Bad Essen und die Ortsteile Harpenfeld, Lockhausen, Wittlage, Eielstädt und Wehrendorf versorgt werden. Es ist zu erkennen, dass diese Basisstation der großräumigen Versorgung über mehrere Kilometer dient. Ein Versorgungsgebiet

dieser Größe erfordert auf jeden Fall eine Antennenmontagehöhe von ca. 30 m über Boden, um die gewünschte Reichweite zu erzielen. Aus Landschaftsschutzgründen wurde als Alternativstandort nicht ein neuer Maststandort auf freier Fläche vorgeschlagen, sondern die Versorgungsmöglichkeiten durch den vorhandenen NDR-Sendemast überprüft (vgl. Karte 58). Dieser Mast befindet sich bezogen auf das Versorgungsgebiet weniger zentral als die Basisstation BS10 und kann daher nicht mit der Standardbestückung von 3 Antennen betrieben werden, die jeweils einen 120-Grad-Ausschnitt der Umgebung versorgen wie dies bei der Basisstation BS10 der Fall ist. Hier vorgeschlagen wird eine Bestückung mit Antennen mit geringem horizontalen Öffnungswinkel, wodurch ebenfalls eine gute Aufteilung des Versorgungsgebietes in drei Funkzellen ermöglicht und somit die gleiche Versorgungskapazität bereit gestellt wird. Da diese Antennen einen höheren Antennengewin aufweisen, können sie die größere Entfernung zum Hauptort Bad Essen problemlos ausgleichen und mit der gleichen Sendeleistung eine mindestens ebenso gute Versorgungsqualität erzeugen wie aus dem Vergleich der Karten Karte 57 und Karte 58 zu erkennen ist. Wie Karte 58 zeigt ergibt sich als Nebeneffekt auch noch eine bessere Versorgung der Taleinschnitte Wehrendorferberg und Essenerberg, da sich der Maststandort V-G in Verlängerung der Taleinschnitte befindet.

Beim Vergleich der Versorgungsgebiete fällt zunächst auf, dass durch den Standort V-G anscheinend eine schlechtere Versorgung des Ortsteils Brockhausen erfolgt, was allerdings ohne Bedeutung ist, da die Versorgung von Brockhausen im E-Plus-Netz ohnehin durch den Standort BS13 in Rabber erfolgt. Dies ist u.a. aus Karte 59 und Karte 60 zu erkennen. Diese Karten zeigen die gesamte Versorgungssituation im E-Plus-Netz unter Berücksichtigung der umliegenden Basisstationen von E-Plus – auch außerhalb der Gemeinde Bad Essen. Hieraus ist zu erkennen, dass sich der Standortvorschlag V-G problemlos in das vorhandene E-Plus-Netz einfügt und die gleiche Versorgungsqualität erzielt werden kann.

Karte 61 zeigt die Immissionssituation im Bereich der Basisstation BS10. Es ist zu erkennen, dass die höchsten Immissionen in ca. 400 bis 500 m Entfernung in dem Bereich des Ortsteils Harpenfeld liegen, der sich zwischen der Bundesstraße 65 und dem Mittellandkanal befindet. Karte 62 zeigt die Immissionssituation im Bereich des Standortvorschlags V-G. Die höchsten Immissionen treten im Bereich des Ortsteils Himmelreich auf, der sich vom Maststandort V-G gesehen genau in einer der Hauptstrahlrichtungen in Richtung Bad Essen befindet. Für die Immissionsbetrachtung wurde davon ausgegangen, dass der Standortvorschlag V-G mit den gleichen Funknetzen und den gleichen Sendeleistungen bestückt wird wie die derzeitige Basisstation BS10. Es sei darauf hingewiesen, dass diese Sendeleistung höher ist als für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung entsprechend den Schutz- und Versorgungszielen dieses Konzeptes erforderlich ist. Die Immissionssituation könnte

natürlich durch einen Maststandort auf freiem Feld verbessert werden, wobei sich erneut das Problem des Landschaftsschutzes stellen würden.

### 8.4 Standortvorschläge für die UMTS-Versorgung

Bei den Standortvorschlägen zur UMTS-Versorgung wurden Standorte ausgewählt, die sich im Vergleich zu den GSM-Standorten wesentlich näher an den Siedlungsgebieten befinden, um damit den Betreiberwünschen zur Erzielung hoher Datenraten entgegenzukommen. Bezüglich des Immissionsschutzes besteht dadurch die Notwendigkeit, bei der Ausgestaltung dieser Standorte die vorgeschlagenen technischen Daten weitgehend einzuhalten, um die Immissionen nicht weiter zu erhöhen. Die technischen Daten (vgl. Tabelle 4 in Kapitel 10.2) sind so ausgelegt, dass die vorgeschlagenen Standorte jeweils von allen vier Netzbetreibern mit einem leistungsfähigen UMTS-Netz genutzt werden können. Wegen der Nähe zur Wohnbebauung wird in diesem Konzept nicht empfohlen, diese Standorte auch als GSM-Standorte zu nutzen. Dies gilt zumindest dann, wenn die UMTS-Nutzung tatsächlich durch alle vier Netzbetreiber erfolgt. Sofern – wie bisher – die meisten Betreiber auf ein UMTS-Netz verzichten, ist natürlich auch eine gemischte Nutzung möglich, obwohl die insgesamt geringsten Immissionen dann erreicht werden, wenn die GSM-Standorte entsprechend Kapitel 8.2 realisiert werden.

Der Lageplan in Karte 63 zeigt die nachfolgend besprochenen Standortvorschläge zur UMTS-Versorgung der Gemeinde Bad Essen in der Übersicht.

Die Gesamtimmissionen der in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Standortvorschläge im UMTS-Netz zeigt Karte 71. Die Versorgungssituation ist in Karte 72 dargestellt.

#### 8.4.1 Standortvorschlag V-09, Silogebäude, Hafenstraße

Der Standortvorschlag V-09 befindet sich im Ortsteil Bad Essen am Mittellandkanal. Um eine UMTS-Versorgung des relativ dicht besiedelten Hauptortes Bad Essen zu ermöglichen, müssen folgende Kriterien erfüllt werden:

- Der Standort muss relativ nah zu den zu versorgenden Gebieten liegen.
- Der Standort muss eine Aufteilung des Versorgungsgebietes in möglichst viele Funkzellen ermöglichen, um eine hinreichend große Netzkapazität zur Verfügung zu stellen.

Zur Erreichung der Immissionsschutzziele ist ein möglichst hoch gelegener exponierter Standort erforderlich. Ein solcher Standort steht aber der Wahrung des Orts- und Landschaftsbildes entgegen, so dass hier ein Kompromiss gefunden werden musste. Das hohe Silogebäude wurde ausgewählt, weil es Montagehöhen von Antennen bis 45 m erlaubt und somit als exponierter im Ortsbild integrierter Standort zur Verfügung steht. Die vorgeschlagene Nutzung als UMTS-Standort für alle 4 Netzbetreiber erfor-

dert, zur Wahrung des Immissionsschutzes die vorhandenen GSM-Antennen zu verlegen Karte 64).

Durch die hohe Montageposition der Antennen und den weitgehenden Verzicht auf Downtilts (Absenkungen der Hauptstrahlrichtung) gelingt es, die Immissionssituation so zu gestalten, dass der unmittelbare Nahbereich des Silogebäudes (im Bereich Schulallee) von wesentlich geringeren Immissionen betroffen wird als die meisten Siedlungsgebiete in Bad Essen.

#### 8.4.2 Standortvorschlag V15, Argelith-Kamin, Wehrendorf

Wie bereits in Kapitel 7.4.15 dargestellt, ist der Argelith-Schornstein wegen seiner großen Höhe und exponierten Lage ebenfalls für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung geeignet und wird daher hier für die UMTS-Versorgung folgender Gebiete vorgeschlagen:

- Ortsteil Wehrendorf ggf. einschließlich Gewerbegebiet
- westlicher Ausläufer von Bad Essen
- Verkehrswege zwischen Wehrendorf und Bad Essen.

Der vorgeschlagene Standort wird dabei zwar wie üblich mit 3 Sektoren ausgestattet, diese Sektoren werden aber nicht gleichmäßig auf den Umkreis verteilt, sondern direkt auf die zu versorgenden Gebiete ausgerichtet. So kann auch für den westlichen Ausläufer von Bad Essen (Bereich Schledehauser Straße) eine gute UMTS-Versorgung erreicht werden, obwohl der Abstand zur Basisstation deutlich größer ist als zur Basisstation BS01, die derzeit die Versorgung im Telekom-UMTS-Netz übernimmt. Um diese Versorgungsqualität zu erreichen, ist der Einsatz von Antennen mit geringem horizontalen Öffnungswinkel und hohem Antenenngewinn erforderlich (vgl. Tabelle 4 in Kapitel 10.2 und Karte 65).

#### 8.4.3 Standortvorschlag V-E, Mastneubau 30 m Höhe (Wittlage, Hüsede, Rabber)

Dieser Standortvorschlag befindet sich zwischen den Ortsteilen Wittlage, Hüsede und Rabber in einem gering besiedelten Bereich in der Nähe des Firmengeländes der AGRO International GmbH. Der hier vorgeschlagene Neubau eines Mastes von ca. 30 m Höhe ermöglicht durch den Einsatz geeigneter Antennen die UMTS-Versorgung folgender Gebiete (vgl. Tabelle 4 in Kapitel 10.2):

- Ortsteil Wittlage mit Eielstädt
- Ortsteil Hüsede
- Ortsteil Brockhausen
- Ortsteil Rabber
- Ortsteil Linne, Teilversorgung von Barkhausen

Obwohl hier teilweise Entfernungen von 1,5 bis 2,5 km zu den Versorgungsgebieten vorliegen, gelingt es, durch den Einsatz geeigneter Antennen mit hohem Antennengewinn eine gute UMTS-Versorgungsqualität zu gewährleisten.

An dem dicht bei den zu versorgenden Gebieten gelegenen Standortvorschlag V09 kamen ebenfalls Antennen mit hohem Antennengewinn, dafür aber bei geringer Sendeleistung zum Einsatz (vgl. Kapitel 8.4.1). Abweichend davon werden bei diesem Standort Antennen mit hohem Gewinn und zusätzlicher Sendeleistungen (10 bis 15 Watt pro Kanal) eingesetzt, um die erforderlichen Reichweiten zu erzielen. Dadurch ergeben sich im unmittelbaren Umfeld des Standortvorschlags V-E relativ hohe Immissionen (vgl. Karte 66), die aber zum großen Teil in unbesiedeltes Gebiet fallen.

#### Anmerkung:

EMF-INSTITUT DR. NIESSEN

Um die grundsätzlich gegensätzlichen Forderungen nach guter UMTS-Versorgung und nach möglichst geringer Strahlungsbelastung zu vereinen, ist mangels geeigneter Bauwerke oder natürlicher Erhebungen in diesem Bereich ein gewisser Eingriff in des Landschaftsbild durch einen Mastbau nicht zu vermeiden.

#### Standortvorschlag V-F, Mast einer Hochspannungsfreileitung

Dieser Standortvorschlag befindet sich zwischen den Ortsteilen Rabber, Wimmer, Lintorf und Hördinghausen an dem Mast einer vorhandenen Hochspannungsfreileitung. Dieser Standort ist vorgesehen zur Versorgung der Ortsteile Wimmer, Lintorf und Hördinghausen. Auch die Versorgung von Dahlinghausen ist von diesem Standort möglich, obwohl Dahlinghausen besser von dem auf NRW gelegenen Standort BS08 versorgt werden kann. In der hier vorgestellten Konzept wird der Ortsteil Rabber durch den Standort V-E versorgt, kann aber nach Wahl der Netzbetreiber auch vom Standortvorschlag V-F versorgt werden (vgl. Karte 67).

#### Standortvorschlag V-D, Windkraftanlage im Bereich Rabberbruch 8.4.5

Die nördliche Hälfte des Gemeindegebietes Bad Essen ist sehr dünn besiedelt und eine UMTS-Versorgung mit nutzernahen Standorten wie bei den bisherigen Vorschlägen kann für das nördliche Gemeindegebiet nicht wirtschaftlich sinnvoll realisiert werden. Um trotzdem eine UMTS-Versorgung für das gesamte und sehr flache Gebiet zu realisieren bietet es sich an, von einem sehr hohen Maststandort an einer der Windkraftanlagen die Versorgung dieses Gebietes zu planen. Zur Erzielung einer möglichst großen Reichweite wird vorgeschlagen, die Antennen mit hohem Antennengewinn und daher geringem Öffnungswinkel zu verwenden. Durch den hohen Antennengewinn werden für beide Übertragungsrichtungen (Basisstation zum Handy und umgekehrt) große Reichweiten ermöglicht. Unanhängig davon kann nach Wahl der Betreiber für das nordwestliche dünn besiedelte Gemeindegebiet eine Versorgung auch vom Gebiet der Gemeinde Bohmte erfolgen (vgl. Karte 68).

#### Standortvorschlag V04, Essenerberg 8.4.6

Für die UMTS-Versorgung des dünn besiedelten Südwesten des Gemeindegebietes (südöstlicher Teil von Essenerberg und Rattinghausen) wird vorgeschlagen, den vor-

handenen Standort BS04 auch für die UMTS-Versorgung zu verwenden (vgl. Karte 69).

#### 8.4.7 Standortvorschlag V05, Fernmeldeturm Empter Weg

Im Bereich des Anstiegs vom Hauptort Bad Essen in südwestlicher Richtung ins Wiehengebirge befindet sich ein mobilfunktechnisch schlecht zugänglicher Bereich (nördlicher Teil von Essenerberg mit dem Waldhotel). Sofern hierfür eine UMTS-Versorgung realisiert werden soll, bietet es sich an, diese vom Standort V05 zu planen. Bei der im Konzept vorgeschlagenen Variante wird für die Versorgung des schwer zugänglichen Straßenverlaufs eine eigene Antenne vorgeschlagen, die - bezogen auf das kleine Versorgungsgebiet – mit ungewöhnlich hoher Leistung betrieben wird. Die hohe Leistung ist nötig, weil hier dichter und hoher Baumbestand die direkte Sicht zwischen Basisstation und Versorgungsgebiet behindert. In der Realität sind daher geringere Immissionen zu erwarten als nach den Immissionen in Karte 70 zu vermuten ist.

Sofern ausschließlich die Versorgung des Hotels angestrebt wird kann eine solche Versorgung mit geringerem Aufwand als mit einer zusätzlichen Basisstation auch durch eine hauseigene Repeateranlage gelöst werden.

Grundsätzlich besteht bei diesem Gebiet wegen der abgeschiedenen Lage aber auch die Möglichkeit, es als besonders immissionsarmes Erholungsgebiet auszuweisen, was nur noch an wenigen Stellen in Zivilisationsnähe möglich ist.

#### Barkhausen und Büscherheide

Ganz im Süden des Gemeindegebietes verbleiben 2 Ortsteile Barkhausen und Büscherheide, für die durch die bisher vorgestellten Standortvorschläge keine UMTS-Versorgung gewährleistet werden kann. Für den Ortsteil Barkhausen wird vorgeschlagen, die UMTS-Versorgung von dem für die GSM-Versorgung vorgeschlagenen Standort V-B mit einer speziell darauf ausgerichteten Antenne vorzunehmen. Die Versorgung von Büscherheide erfolgt sinnvollerweise vom Standort BS07 in Eininghausen.

# 9 Zusammenfassung

Das Mobilfunkversorgungskonzept der Gemeinde Bad Essen verfolgt zwei Hauptansatzpunkte, die nachfolgend für das Kerngebiet Bad Essen noch einmal zusammengefasst werden:

- GSM-Versorgung (Sprachtelefonie) von außerhalb der Siedlungsgebiete
- UMTS-Versorgung (Datenübertragung) von exponierten Standorten in Nutzernähe.

# 9.1 Grundversorgung mit Sprachtelefonie: GSM-Netz

Die Versorgung mit Sprachtelefonie erfolgt derzeit – und sehr wahrscheinlich auch für die längerfristige Zukunft – über die GSM-Netze. Wie die Ausführungen in Kapitel 8.2 zeigen, erfordert eine gute Versorgung in den GSM-Netzen nicht unbedingt eine Basisstation in möglichst geringer Entfernung zum Nutzer, sondern kann problemlos auch aus einer Entfernung von mehreren Kilometern realisiert werden, wenn eine gute Erreichbarkeit (vgl. Kap. 5.2.2) und eine hinreichende Versorgungskapazität (vgl. Kap. 5.2.3) gewährleistet sind. Die gute Erreichbarkeit wird im Mobilfunkversorgungskonzept der Gemeinde Bad Essen durch hochgelegene Standorte verwirklicht, die eine Versorgung "von oben herab" ermöglichen:

- Nutzung exponierter Standorte im Anstieg zum Wiehengebirge
- Nutzung hochgelegener Standorte an Windkraftanlagen
- Ein bis zwei Mastbauten zur Versorgung der südlichen und östlichen Ortsteile Durch den Einsatz von Antennen mit geringem Öffnungswinkel können auch von diesen Standorten viele separate Funkzellen realisiert werden und dadurch eine hohe Kapazität des Funknetzes bereitgestellt werden. Die Gesamtkapazität jedes Einzelnetzes geht dabei deutlich über die derzeit realisierte Kapazität in den am besten ausgebauten Mobilfunknetzen hinaus und ermöglicht somit noch einen erheblichen Zubau an Netzkapazität für die Zukunft.

Ein wesentliches Anliegen bei der Gestaltung der GSM-Netze liegt darin, die Siedlungsbereiche und deren unmittelbare Nähe von Basisstationen freizuhalten – genauer gesagt von den im Nahbereich zu erwartenden erhöhten Immissionen. Dies geschieht mit dem Ziel, dort "Spielraum" zu gewinnen für Immissionen durch Mobilfunkanlagen zur mobilen Datenübertragung, die für ein gutes Funktionieren viel stärker auf eine geringe Entfernung zu den Nutzern angewiesen sind (s. folgendes Unterkapitel 9.2).

#### 9.2 Versorgung mit mobilen Datendiensten (für mobile Nutzer)

Sofern angestrebt wird, ein flächendeckendes Netz zur mobilen schnellen Datenübertragung bereitzustellen, ist es – wie bereits in Kapitel 8.4 dargestellt – im UMTS-Netz notwendig, die Basisstationen in wesentlich geringerer Entfernung zu den Nutzern zu betreiben als dies bei den GSM-Basisstationen zur Sprachtelefonie erforderlich ist. Dies gilt insbesondere im dichter besiedelten Raum, wo es wegen der Bebauungsdichte nicht immer möglich ist, von jedem Nutzerstandort eine direkte Sichtverbindung zur Basisstationen zu haben.

Um bei Bedarf eines solchen Netzes trotzdem einen möglichst weitgehenden Immissionsschutz realisieren zu können, sind Antennenstandorte erforderlich, die sich möglichst hoch oberhalb der typischen Dachhöhe befinden. Bei Berücksichtigung der Forderung nach Schutz des Orts- und Landschaftsbildes könnte für den Hauptort Bad Essen dem Silogebäude am Hafen eine Schlüsselposition zur Realisierung einer strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung mit hohen Datenraten zukommen.

Hier könnten Antennenmontagehöhen von 45 m über Boden realisiert werden, wodurch eine gleichmäßige Verteilung der Immissionen über das Versorgungsgebiet erreicht werden könnte.

Wie bereits in Kap. 8.4 erläutert, ist für Standortvorschläge in der Nähe der Siedlungsgebiete die Einhaltung der vorgeschlagenen technischen Daten (vgl. Tabelle 4, S. 91) besonders wichtig, um den Immissionsschutz zu gewährleisten. Hierbei ist es vor allem wichtig, auf eine geringe Absenkung der Hauptstrahlrichtung (Downtilt) zu achten. Diese geringe Absenkung der Hauptstrahlrichtung kann insbesondere dann realisiert werden, wenn das Silogebäude als <u>einzige</u> UMTS-Basisstation für das Zentralgebiet eingesetzt wird.

Aus der großen Montagehöhe zusammen mit der geringen Absenkung der Hauptstrahlrichtung ergibt sich eine Immissionssituation, die für die nahegelegenen Schulgebäude und Sportanlagen zu deutlich geringeren Immissionen führt als für die in etwas größerer Entfernung befindlichen Hauptversorgungsgebiete (vgl. Karte 64, S. 189).

Voraussetzung für die Verwirklichung einer strahlungsminimierten Mobilfunkversorgung für Datenmobilfunk vom Silogebäude aus ist allerdings, dass die derzeitige Nutzung des Silogebäudes als Standort für GSM-Basisstationen aufgegeben wird und die derzeit vorhandenen GSM-Basisstationen des Betreiber O<sub>2</sub> an einen anderen Standort verlagert werden. Wie die Versorgungsanalyse in Kap. 7.2.4 (S. 48) gezeigt hat, dienen diese Basisstationen der großräumigen Versorgung und sind weitaus weniger auf die Nähe zu den Nutzern angewiesen als UMTS-Basisstationen. Falls eine flächendeckende UMTS-Versorgung angestrebt wird, wird daher empfohlen, den Standort Silogebäude ausschließlich für UMTS-Basisstationen einzusetzen und im Gegenzug die anderen UMTS-Standorte im Kerngebiet Bad Essen aufzugeben. Die technischen Daten (vgl. Tabelle 4 in Kapitel 10.2) sind so ausgelegt, dass die vorgeschlagenen Standorte jeweils von allen vier Netzbetreibern mit einem leistungs-

fähigen UMTS-Netz genutzt werden können.

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass wegen der Nähe zur Wohnbebauung in diesem Konzept nicht empfohlen wird, die für das UMTS-Netz vorgeschlagenen Standorte (zusätzlich) auch als GSM-Standorte zu nutzen. Dies gilt zumindest dann, wenn die UMTS-Nutzung tatsächlich durch alle vier Netzbetreiber erfolgen wird. Sofern – wie bisher – die meisten Betreiber auf ein UMTS-Netz verzichten und die Netzbetreiber die in der Tabelle genannten technischen Daten realisieren, ist natürlich auch eine gemischte Nutzung möglich, obwohl die insgesamt geringsten Immissionen dann erreicht werden, wenn die GSM-Standorte entsprechend Kapitel 8.2 benutzt werden.

### 9.3 Schlussbemerkungen

Die vorgestellten Standortvorschläge wurden entwickelt für eine flächendeckende Mobilfunkversorgung in den GSM-Netzen aller Mobilfunkbetreiber und sind für eine gemeinsame Nutzung (Site-Sharing) geeignet. Wie eine flächendeckende Mobilfunkversorgung auch in den UMTS-Netzen aussehen könnte wurde ebenfalls dargestellt.

Im Sinne eines nachhaltigen – auf den Schutz der Bevölkerung gerichteten – Konzeptes wurde bewusst akzeptiert, dass die Gesamtkapazität des Netzes limitiert ist. Diese Kapazitätsbegrenzung tritt allerdings erst bei einem wesentlich höheren Gesprächs- und Datenübertragungsaufkommen ein, als es der heute üblichen sowie der absehbaren Mobilfunknutzung entspricht. Die möglicherweise durch UMTS/LTE zu erwartenden Bedarfssteigerungen können mit der hier vorgestellten Konzeption realisiert werden (zur Gesprächs- und Datenkapazität vgl. Kapitel 5.2.3).

Bezüglich der Versorgungsqualität kann nicht ausgeschlossen werden, dass in besonders ungünstig gelegenen Räumen – zum Beispiel unterhalb der Erdoberfläche gelegenen Räumlichkeiten – mobiles Telefonieren möglicherweise eingeschränkt ist. Auch sehen die Planungen ausdrücklich nicht vor, dass auf ein flächendeckendes Festnetz verzichtet werden kann.

Das bedeutet natürlich, dass die Bevölkerung über den vorsichtigen Umgang mit der Mobilfunktechnologien informiert ist und demzufolge auf eine Reduzierung der mobilen Kommunikation zugunsten des Festnetzes geachtet wird, vor allem auch bei Kindern.

Für den Immissionsschutz der Bevölkerung ist es wichtig, dass bei Vertragslängerungen oder Neuanfragen für Mobilfunkbasisstationen nicht nur der reine Standort, sondern auch die technischen Daten der Sendeanlagen im Mietvertrag berücksichtigt werden. Da die Gemeinde hierauf nur bei gemeindeeigenen Standorten direkten Einfluss hat, wird empfohlen, dass private Standortvermieter sich vor Vertragsabschluss mit der Gemeindeverwaltung abstimmen.

EMF-INSTITUT DR. NIESSEN

Siebengebirgsallee 60, 50939 Köln, Tel.: 0221/94159-77, Fax: -76 info@EMF-Institut.de

Zusammengefasst ergeben sich durch die in diesem Konzept entwickelte Mobilfunkversorgung folgende Vorteile:

- geringe Strahlungsbelastung der Bevölkerung
- wenige Standorte reichen aus (Site-Sharing)
- dem Wertverfall von Grundstücken in Anlagennähe wird entgegengewirkt
- der Wahrung des Landschaftsbildes wird Rechnung getragen.

Die vorgestellte Konzeption zeigt, dass bei gut gewählten Standorten sowohl die Wohnbevölkerung als auch die Handynutzer von der Immissionsminimierung profitieren können:

- Die Handynutzer durch die weiträumig gute Erreichbarkeit der Basisstationen vieler Betreiber.
- Die Wohnbevölkerung durch die relativ weit von der Wohnbebauung entfernten und meist hochgelegenen Basisstationen und die dadurch niedrige Strahlungsbelastung.

Eine zusätzliche Herausforderung bestand in der Gemeinde Bad Essen darin, dass seitens der Gemeinde neben dem Immissionsschutz auch auf die Wahrung des Landschaftsbildes großer Wert gelegt wird und daher weithin sichtbare hohe Mobilfunkmasten möglichst zu vermeiden waren.

Die Vorschläge erfordern ein gewisses Entgegenkommen seitens der Netzbetreiber, da von der üblichen Funknetzplanung in gleichmäßiger Wabenstruktur teilweise abgewichen wurde. Die Standortsuche und die Ausgestaltung der Mobilfunkbasisstationen mussten sich den örtlichen Gegebenheiten und Erfordernissen anpassen, da der Immissionsschutz für die Bevölkerung als gleichwertiges Ziel neben einer guten Mobilfunkversorgung berücksichtigt wurde.

TEIL III

# Anhänge

# 10 Anhang

### 10.1 Immissionsmessungen

#### 10.1.1 Durchführung der Messungen

Die Messungen wurden durchgeführt mit einem Spektrumanalysator Advantest R 3131 A. Folgende Messantennen wurden eingesetzt:

- eine bikonische Rundstrahl- bzw. Rundsichtantenne Schwarzbeck UBA 9116 für den Frequenzbereich bis 1000 MHz.
- eine Dipol-Rundstrahl- bzw. Rundsichtantenne Schwarzbeck UHA 9125 D für den Frequenzbereich ab 1000 MHz.



Spektrumanalysator Advantest R 3131 A



Bikonische Rundstrahl- bzw. Dipol-Rundstrahl- bzw. Rundsichtantenne Schwarzbeck UBA 9116



Rundsichtantenne Schwarzbeck UHA 9125 D

An allen Messstandorten wurde eine Übersichtsmessung im Bereich von 50 MHz bis 3000 MHz durchgeführt, um alle relevanten Frequenzbänder zu ermitteln, die für die Belastung von Bedeutung sind (vgl. **Diagramme 1** bis **11** in Kapitel 13, S. 105ff).

Es erfolgten jeweils detaillierte Einzelmessungen in folgenden Mobilfunkfrequenzbereichen:

- 920 MHz bis 960 MHz (Mobilfunksender GSM-900-Netze, GSM-Rail)
- 1820 MHz bis 1880 MHz (Mobilfunksender GSM-1800-Netze)
- 2110 MHz bis 2170 MHz (Mobilfunksender UMTS-Netze)

Bei der Messung der Mobilfunksender der GSM-1800-Netze wurde der Frequenzbereich des Spektrums bis 1900 MHz ausgedehnt, um in der gleichen Messung den Frequenzbereich:

1880 MHz bis 1900 MHz (schnurlose Telefone nach DECT-Standard) mit erfassen zu können.

#### 10.1.2 Anlagenauslastung

Zur Zeit werden in Deutschland öffentliche Mobilfunknetze in drei verschiedenen Frequenzbereichen betrieben:

- GSM 900: klassisch "D-Netze" (Betreiber Vodafone und Telekom; E-Plus und O<sub>2</sub> kommen seit 2006 hinzu)
- GSM 1800: klassisch "E-Netze" (wesentliche Betreiber: E-Plus und O<sub>2</sub>; Telekom und Vodafone haben aber ebenfalls Lizenzen für diesen Frequenzbereich)
- UMTS-Netze: (Betreiber E-Plus, O<sub>2</sub>, Vodafone und Telekom)

Mittlerweile verfügt jeder der vier in Deutschland tätigen Netzbetreiber über zwei GSM-Netze (GSM-900 und GSM-1800). Die beiden "großen" Netzbetreiber T-Mobile und Vodafone nutzen vornehmlich ihre "angestammten" GSM-900-Netze (klassisch D1 und D2). Bei den beiden anderen Netzbetreibern ist hingegen eine rege Auf- bzw. Umbautätigkeit zur Inbetriebnahme der seit 2006 für E-Plus und  $O_2$  neu hinzuge-kommenen GSM-900-Netze zu beobachten. Hieraus resultieren stark unterschiedliche Auslastungen der insgesamt acht GSM-Netze (4 Betreiber in 2 Frequenzbereichen).

Anders stellt sich die Immissionssituation zur Zeit bei den UMTS-Netzen dar, die seit 2004 in Betrieb genommen werden und deren Aufbau noch nicht abgeschlossen ist. Die meisten UMTS-Basisstationen arbeiten bisher noch mit sehr geringer Auslastung. Daher ist die aktuell vorliegende Immission in der Nähe einer UMTS-Basisstation meist erheblich geringer als die eventuell in einigen Jahren zu erwartende Immission, wenn diese Stationen möglicherweise mit hoher Auslastung betrieben werden.

Um diesem Unterschied in der Auslastung der einzelnen Mobilfunknetze Rechnung zu tragen, sind die Ergebnisse in der vorliegenden Untersuchung einmal mit ihrem aktuellen Messwert dargestellt (**Tabelle M5** sowie linker Ergebnisblock in den Ergebnistabellen **M1** bis **M4** in Kapitel 14, ab S. 116), wie es der heutigen Situation an einem typischen Werktag entspricht. Dabei sind alle Immissionen nur mit ihrem aktuell gemessenen Wert angegeben und es wurde kein Sicherheitsaufschlag angebracht (vgl. Kap. 10.1.7, S. 88)<sup>17</sup>.

In einem zweiten Ergebnisblock (rechter Block in den Ergebnistabellen **M1** bis **M4**) sowie in **Tabelle M6** (ab S. 116) sind diejenigen Immissionen dargestellt, die sich ergeben, wenn alle Mobilfunkbasisstationen (GSM und UMTS) auf maximale Anlagenauslastung hochgerechnet sind.

Wegen der zur Zeit häufig noch geringen Auslastung der UMTS-Netze ergibt sich hierbei in vielen Fällen ein großer Unterschied zwischen den hochgerechneten und nicht hochgerechneten Werten. Man beachte allerdings, dass die Hochrechnung auf

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Bei den Mobilfunkbasisstationen wurden bei der Angabe des aktuell gemessenen Wertes auch Verkehrskanäle, die nur teilweise belegt waren, als vollständig belegt in die Ergebnisse eingerechnet. Dies entspricht der üblichen Vorgehensweise bei der Bewertung gepulster Strahlungsquellen.

Vollauslastung für UMTS-Netze mit erheblich größeren Unsicherheiten behaftet ist als für GSM-Netze (vgl. Kapitel 10.1.5).

### 10.1.3 Messverfahren und Hochrechnung auf Vollauslastung

An jedem Standort wurden für die GSM-900-Netze, die GSM-1800-Netze und die UMTS-Netze jeweils ein Einzelspektrum über einige Minuten Beobachtungszeit mit der Max-Hold-Funktion des Spektrumanalysators aufgenommen. Dabei wurde die Messantenne manuell in dem zu untersuchenden Bereich bewegt (Schwenkmethode), um den höchsten Wert zu ermitteln.

In jedem der Frequenzbänder für GSM-900, GSM-1800 und UMTS sind den einzelnen Netzbetreibern von der Bundesnetzagentur bestimmte Frequenzbereiche zugewiesen. Durch Integration der gemessenen Spektren über die jeweiligen Frequenzbereiche der einzelnen Netzbetreiber<sup>18</sup> ergeben sich die in Tabelle M5 angegebenen Einzelintensitäten – getrennt nach Betreibern und nach Mobilfunknetzen.

Weiterhin sind in Tabelle M5 für jedes Frequenzband die über alle Betreiber addierten Ergebnisse angegeben (rechte Spalte in jedem Block). Diese Einzelsummen für die drei Mobilfunk-Frequenzbänder GSM-900, GSM-1800 und UMTS finden sich ebenfalls im linken Ergebnisblock (aktuelle Messwerte) von Tabelle M1, in der zusätzlich die Strahlungsintensitäten der Rundfunk- und Fernsehsender (Spalte "UKW-TV"), des neuen digitalen Bahnfunksystems GSM-Rail (Spalte "GSM-R") und der schnurlosen Telefone nach dem DECT-Standard (Spalte "DECT") aufgeführt sind.

Mobilfunksendeanlagen senden nicht permanent mit voller Leistung, sondern mit einer Sendeleistung, die sowohl durch die aktuelle Gesprächsauslastung als auch durch die Qualität der Funkverbindung der einzelnen Verbindungen zu den Endgeräten (Handys) bestimmt wird.

Zur Berücksichtigung der wechselnden Anlagenauslastung wurden – wie bei Messuntersuchungen im Mobilfunkbereich üblich – auch bei dieser Messung die am Messtag ermittelten Leistungsflussdichten auf volle Auslastung der Mobilfunkanlagen hochgerechnet.

Das Hochrechnungsverfahren unterscheidet sich für GSM- und UMTS-Basisstationen und wird in den folgenden Unterkapiteln dargestellt.

# 10.1.4 Hochrechnung auf Vollauslastung für die GSM-Basisstationen

Die Hochrechnung auf Vollauslastung wurde für die GSM-Basisstationen der einzelnen Betreiber basierend auf der Annahme durchgeführt, dass die Basisstationen der Betreiber Telekom und Vodafone üblicherweise mit insgesamt 4 Kanälen pro Sektor arbeiten und die Basisstationen der Betreiber E-Plus und O<sub>2</sub> normalerweise mit 2 Kanälen pro Sektor ausgestattet sind. Soweit aus den gemessenen Spektren andere

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen, Oktober 2010

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup> Dies entspricht der Addition der Intensitäten aller in diesem Frequenzbereich beobachteten Kanäle.

Kanalzahlen für die einzelnen Netzbetreiber zu entnehmen waren, wurden diese bei der Hochrechnung verwendet.

Mit der Kenntnis der Kanalanzahl wurde sodann die folgende Hochrechnung auf Vollauslastung der einzelnen Basisstationen vorgenommen: Aus den Spektren wurde die Intensität des Basiskanals der einzelnen Sektoren bestimmt und diese Kanalintensität mit der Anzahl der maximal gleichzeitig benutzten Kanäle multipliziert. Die so ermittelte Leistungsflussdichte entspricht der maximal zu erwartenden Immission, wenn in allen Sektoren dieser Basisstation alle Kanäle mit voller Sendeleistung betrieben werden.

#### 10.1.5 Hochrechnung auf Vollauslastung für die UMTS-Basisstationen

Für die UMTS-Basisstationen erfolgte die Hochrechnung auf Vollauslastung unter der Annahme, dass das UMTS-Netz zur Zeit nur mit geringer Auslastung betrieben wird.

Es wurde daher angenommen, dass die gemessenen Intensitäten ausschließlich durch die – unabhängig von der Auslastung stets ausgestrahlten – Pilotkanäle und eine sehr geringe Nutzdatenübertragung verursacht werden und für diese zusammen zur Zeit nur ca.15 Prozent der Maximalsendeleistung benutzt werden <sup>19</sup>.

Allen vier Netzbetreibern stehen im UMTS-Netz jeweils 2 Frequenzkanäle (Carrier) zur Verfügung. Bei der vorliegenden Messung war nur beim Betreiber Vodafone die Nutzung beider Frequenzkanäle festzustellen, wohingegen die anderen Betreiber nur einen Kanal nutzten (Telekom) oder gar kein UMTS-Netz in Betrieb hatten (E-Plus, O<sub>2</sub>).

Bei denjenigen Betreibern, die bisher nur einen der beiden ihnen zur Verfügung stehenden Frequenzkanäle (Carrier) benutzen, wurde die mögliche zukünftige Nutzung des zweiten Frequenzkanals in die Hochrechnung einbezogen, um auf jeden Fall auf der sicheren Seite zu liegen. Die Betriebsausweitung auf einen zweiten Frequenzkanal ist im Allgemeinen bereits jetzt in der Standortbescheinigung der Bundesnetzagentur berücksichtigt.

Dementsprechend wurden für die UMTS-Basisstationen zur Hochrechnung auf Vollauslastung die Messergebnisse mit einem Faktor 13,3 multipliziert. Dies entspricht der Immissionssituation, die im ungünstigsten Fall bei maximaler Sendeleistung und vollem Ausbau der Sendeanlagen zu erwarten ist.

Insgesamt bedeutet dies, dass die in Tabelle M6 sowie die im rechten Ergebnisblock in Tabelle M1 angegebenen UMTS-Leistungsflussdichten das 13,3-fache der aktuell gemessenen Immissionen betragen.

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen, Oktober 2010

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> Hierbei handelt es sich um eine Worst-Case-Abschätzung, da für den Fall, dass die Basisstation zum Messzeitpunkt doch einen höheren Anteil Nutzdaten übertragen hat, ein höherer Messwert ermit-

# 10.1.6 Berechnung der Gesamtimmissionen

Einen Überblick über die entsprechend des zuvor geschilderten Verfahrens bestimmten Leistungsflussdichten in den einzelnen Frequenzbereichen gibt die Tabelle M1 in Kapitel 14 (S. 116). Für die genannten Frequenzbereiche legt der Gesetzgeber in der 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) unterschiedliche Grenzwerte fest. Ebenso sind die Anlagengrenzwerte der Schweiz frequenzabhängig. Ein direkter Vergleich der in einem bestimmten Frequenzband gemessenen Leistungsflussdichten mit den Grenz- bzw. Vorsorgewerten für dieses Frequenzband ist nur dann sinnvoll, wenn die Belastung im Wesentlichen diesem einen Frequenzband entstammt.

In Situationen mit Belastungen in verschiedenen Frequenzbereichen reicht es daher zur Bewertung der Gesamtbelastung nicht aus, jeweils zu überprüfen, dass in jedem Frequenzbereich der zugehörige Grenz- bzw. Vorsorgewert eingehalten wird. Es ist vielmehr erforderlich, durch ein geeignetes Summierungsverfahren die Gesamtbelastung zu bestimmen und in Beziehung zu Grenz- und Vorsorgewerten zu setzen. Entsprechend dem in der 26. BlmSchV vorgeschriebenen Summierungsverfahren wird daher für jeden Frequenzbereich einzeln der prozentuale Anteil an dem für den jeweiligen Frequenzbereich gültigen Grenzwert ermittelt (siehe **Tabelle M2**, S. 117). Anschließend werden die so erhaltenen Prozentwerte addiert (s. letzte Spalte in den beiden Ergebnisblöcken in Tabelle M2). Der gesetzliche Grenzwert wird dann eingehalten, wenn die so ermittelte Summe unter 100 Prozent liegt.

Analog zu diesem Verfahren sind in Tabelle M3 (S. 118) die Messergebnisse in Relation gesetzt zu den Anlagen-Grenzwerten in der Schweiz und in Tabelle M4 (S. 119) zum Salzburger Vorsorgewert von 1998 (1 mW/m², vgl. Fußnote 16, S. 45). Die Anlagengrenzwerte und Vorsorgewerte werden – ebenso wie oben für den gesetzlichen Grenzwert beschrieben – dann eingehalten, wenn der in den letzten Spalten der Ergebnisblöcke der Tabellen M3 und M4 angegebene Summenwert unter 100 Prozent liegt.

Es sei hier angemerkt, dass bei der Darstellung der Ergebnisse in den Tabellen M1 bis M6 im Anhang der besseren Lesbarkeit wegen fast immer die gleiche Anzahl Nachkommastellen verwendet wird, woraus allerdings nicht auf eine entsprechende Präzision der Messergebnisse geschlossen werden kann (vgl. hierzu die Ausführungen im folgenden Kapitel 10.1.7).

telt wurde als es der reinen Pilotkanalleistung entspricht und demzufolge auch das hochgerechnete Endergebnis zu hoch ausfällt.

#### 10.1.7 Messunsicherheiten

Die Messunsicherheit des gesamten Messsystems wird mit 3 dB abgeschätzt, was ca. einem Faktor 2 bei den in den Ergebnistabellen angegebenen Immissionen entspricht<sup>20</sup>.

Dies dient sowohl zur Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen der Messgeräte selbst, die das Messergebnis verfälschen können, als auch zur Berücksichtigung der Tatsache, dass bei der eigentlichen Messwertaufnahme (Schwenkverfahren) eventuell nicht der am höchsten belastete Punkt erfasst wurde.

Zu den möglichen Fehlerquellen der Messgeräte gehören:

- Kalibrierung des Spektrumanalysators (einschl. Temperatureinfluss)
- Kalibrierung der Messantennen
- Kalibrierung des Messkabels

Zu den möglichen Fehlerquellen der Messwertaufnahme gehören:

- unvollständige Erfassung des zu untersuchenden Raumbereichs durch die Schwenkmethode
- Einfluss der Personen in der Umgebung.

Zur besseren Vergleichbarkeit zwischen den Messergebnissen (Kap. 7.5 und Kap. 14) und den Berechnungsergebnissen (Immissionsberechnungen, s. Kapitel 10.2 und Karten in TEIL V) wurde die Messunsicherheit nicht als ein Sicherheitsaufschlag in die Messergebnisse eingerechnet. Die tatsächlichen Immissionen können daher bis zum Faktor 2 höher oder niedriger liegen, als in den Messergebnis-Tabellen M1 bis M6 angegeben.

#### 10.1.8 Diagramme und Tabellen der Messergebnisse

In Kap. 13 (ab. S. 105) sind in den Diagrammen die Spektren der Übersichtsmessungen dargestellt, aus denen für jeden Messpunkt die relevanten Quellen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung zu entnehmen sind. Die zur Berechnung der Einzelergebnisse benutzten Spektren der Detailmessungen für die einzelnen Frequenzbereiche (GSM-900, GSM-1800 und UMTS) sind wegen ihrer großen Zahl hier nicht enthalten.

Anschließend sind in Kap. 14 (ab S. 116) in den Tabellen M1 bis M6 die Messergebnisse in tabellarischer Form dargestellt. Zur Beschreibung der Tabellen siehe Kapitel 7.5.2, S. 58.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Werden die Messergebnisse – anders als in diesem Gutachten – nicht als Leistungsflussdichten sondern als elektrische Feldstärken dargestellt, so bedeutet die Messunsicherheit von 3 dB einen Faktor 1,4.

## 10.2 Immissionsberechnungen

#### 10.2.1 Berechnungsverfahren für die Immissionsberechnungen

Die Berechnungen wurden mit dem Computerprogramm NIRView 3.0.2 durchgeführt und berücksichtigen neben der Geländetopographie auch die in Tabelle 4 angegebenen technischen Daten der Basisstationen und deren Antennenausstattung.

Die Grundlage aller Kartendarstellungen bilden die digitalen Karten- und Höhendaten der Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften in Osnabrück, die über die Gemeinde Bad Essen zur Verfügung gestellt wurden.

Bezüglich der Wellenausbreitung handelt es sich um eine Worst-Case-Rechnung, das heißt abgesehen von der Geländetopographie werden keine Sicht- bzw. Ausbreitungshindernisse wie z.B. Gebäude, Wald, Bewuchs usw. berücksichtigt.

Obwohl im Einzelfall Feldstärkenüberhöhungen durch Reflexion möglich sind, spielen diese in der Praxis im Nahbereich und bei direkter Sichtverbindung zu den Sendeantennen im Allgemeinen keine entscheidende Rolle. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass es sich bei den hier berechneten Ergebnissen bezüglich der Immissionen um Worst-Case-Werte handelt, die in der Praxis – insbesondere im Innern von Gebäuden – im Allgemeinen unterschritten werden.

Zur Beurteilung der Versorgungssituation und der mit den vorgeschlagenen Standorten erzielbaren Mobilfunkversorgungsqualität müssen die angesprochenen Ausbreitungshindernisse (insbesondere die vorhandene Bebauung) natürlich berücksichtigt werden. Dazu wurde in Kap. 4.2, S. 19ff das Link-Budget<sup>21</sup> für die Mobilfunkverbindung betrachtet und entsprechende Dämpfungen durch Bebauung usw. bereits berücksichtigt (vgl. Pfadverluste, Indoor loss, fast fading in Kap. 4.2).

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen, Oktober 2010

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> Abschätzung der für ein Endgerät zur Verfügung stehenden Empfangsleistung unter Berücksichtigung der abgestrahlten Sendeleistung, der Entfernung und der verschiedenen Verluste auf dem Ausbreitungsweg der Funkwellen.

#### 10.2.2 Datengrundlage für die Berechnung der derzeitigen Immissionen

Für eine präzise Berechnung der Immissionssituation sind die exakten technischen Daten einer Mobilfunkbasisstation erforderlich, die für die vorhandenen Basisstationen nicht vorlagen.

Um trotzdem eine Immissionsanalyse für die existierenden Mobilfunkbasisstationen durchführen zu können, wurde basierend auf den Daten der Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur für jeden Standort vom EMF-Institut eine sinnvolle Basisstationskonfiguration erstellt.

Aus den Standortbescheinigungen sind die Antennenausrichtung und -höhe sowie das jeweilige Mobilfunknetz bekannt. Die fehlenden Daten – wie eingesetzter Antennentyp und die gewählte Absenkung der Hauptstrahlrichtung (Downtilt) – wurden vom EMF-Institut sachgerecht ergänzt. Dazu wurden Antennentypen der Firma Kathrein angenommen, wie sie von den Betreibern in ähnlichen Situationen häufig eingesetzt werden. Die Absenkung der Hauptstrahlrichtung (Downtilt) wurde nach den topographischen Gegebenheiten und der Größe des Versorgungsgebietes gewählt. Basierend auf diesen Daten wurden Immissionsberechnungen zur Beurteilungen der derzeitigen Immissionssituation durchgeführt.

#### 10.2.3 Technische Daten der vorgeschlagenen Basisstationen

In der folgenden Tabelle 4 sind die technischen Daten der vorgeschlagenen Mobilfunkbasisstationen zur GSM- und UMTS-Versorgung der Gemeinde Bad Essen aufgeführt. Neben Montagehöhe und Hauptstrahlrichtung<sup>22</sup> ist dabei zur Einhaltung der in den Karten dargestellten Immissionen vor allem die Beachtung der maximalen Absenkung der Hauptstrahlrichtung (Downtilt) wichtig. Die in der letzten Spalte angegebene Gesamtsendeleistung ist die Summe der Sendeleistungen aller Frequenzkanäle über alle Netzbetreiber – angegeben am Antenneneingang. Die Sendeleistung muss somit auf alle Netzbetreiber aufgeteilt werden, die diesen Standort nutzen.

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen, Oktober 2010

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Die Winkelangabe der Sektorausrichtung beginnt immer bei Nord und zählt aufsteigend in Richtung Ost, also im "Uhrzeigersinn" (0° = Nord, 90° = Ost, 180° = Süd, 270° = West).

 Tabelle 4:
 Technische Daten der vorgeschlagenen Basisstationen

Vor-	Montage-	Richtung	maxim.	horizontaler	vertikaler	Anten-	Gesamt-
schlag	höhe	horizontal	Downtilt	Öffnungs-	Öffnungs-	nen-	sende-
	Antennen-	(N über O)*		winkel der	winkel der	gewinn	leistung
	unterkante			Antenne	Antenne		
	(Meter)	(Grad)	(Grad)	(Grad)	(Grad)	(dBi)	(Watt)
	rschläge GSM						
V05	35	10	6	36	8	20	96
V05	35	50	6	36	8	20	96
V05	35	330	4	36	8	20	240
V-A	35	35	4	36	8	20	240
V-A V-A	35 35	70 350	5 4	36 36	8 8	20 20	300 240
V-A V-B	38	50	4	65	9,5	16,5	120
V-B V-B	38	205	3	65	9,5	16,5	144
V-B V-B	38	330	4	36	8	20	120
V-C	24	170	1	65	9,5	16,5	144
V-C	24	240	3	36	8	20	120
V-C	24	335	2	65	9,5	16,5	120
V-D	49	90	4	65	9,5	16,5	144
V-D	49	155	1	36	8	20	180
V-D	49	240	4	65	9,5	16,5	180
V-G	38	155	2	36	8	20	36
V-G	38	195	0	36	8	20	36
V-G	38	255	1	66	10	16	50
Standortvo	rschläge UMT	S					
V04	38	120	0	44	6,7	19,5	80
V04	38	220	1	44	6,7	19,5	64
V04	38	300	1	44	6,7	19,5	160
V05	23	135	7	33	6,7	21	40
V05	23	190	2	44	6,7	19,5	64
V05	23	270	2	44	6,7	19,5	96
V09	45	40	2	44	6,7	19,5	40
V09	45	100	2	33	6,7	21	32
V09	45	150	1	33	6,7	21	32
V09	45	195	1	33	6,7	21	28
V09 V09	45 45	235 280	1 1	33 33	6,7 6,7	21 21	28 32
V09 V09	45	345	1	33	6,7	21	40
V15	48	50	5	44	6,7	19,5	40
V15	48	120	4	33	6,7	21	56
V15	48	350	4	44	6,7	19,5	40
V-D	49	110	1	44	6,7	19,5	160
V-D	49	190	1	44	6,7	19,5	160
V-D	49	240	1	44	6,7	19,5	160
V-D	49	290	1	44	6,7	19,5	160
V-E	28	15	1	33	6,7	21	80
V-E	28	75	1	65	6,5	18	120
V-E	28	140	0	33	6,7	21	160
V-E	28	210	0	44	6,7	19,5	48
V-E	28	305	2	65	6,5	18	80
V-F	23	0	0	65	6,5	18	120
V-F	23	105	0	65	6,5	18	120
V-F	23	190	0	65	6,5	18	80

<sup>\*)</sup> siehe Fußnote 22, S. 90

#### 10.3 Grenzwerte für hochfrequente elektromagnetische Strahlung

In der zunehmenden öffentlichen Diskussion über die Gefahren des Mobilfunks besteht verstärktes Interesse, verlässliche Informationen über die Strahlungsbelastung zu erhalten, die von der Mobilfunktechnologie ausgeht. In letzter Zeit werden von vielen Seiten unterschiedliche Grenz- bzw. Vorsorgewertempfehlungen ausgesprochen, wobei sowohl verschiedene physikalische Größen als auch verschiedene Einheiten benutzt werden. Bei der Weitergabe dieser Daten in diversen Veröffentlichungen führt dies leicht zu unkorrekten Angaben und für die interessierte Öffentlichkeit zu kaum nachvollziehbaren Aussagen.

Nachfolgend werden daher einige Begriffsdefinitionen angegeben:

### **Basisgrenzwert: SAR-Wert**

Basisgrenzwerte dienen dazu, den Einfluss einer äußeren Einwirkung auf nach heutiger medizinischer Erkenntnis schutzwürdige Belange (z.B. von Menschen) zu begrenzen. Im Fall des Mobilfunks geht es hier um die zulässige Erwärmung von Körpergewebe durch die Absorption von elektromagnetischer Strahlung. Mit medizinischen Kenntnissen über die Wärmeabfuhrfähigkeit des Körpers ergibt sich dann umgekehrt eine maximal zulässige Wärmezufuhr. Diese wird angegeben als zulässige Energiezufuhr pro kg Körpergewicht. Erfolgt die Energiezufuhr durch Absorption elektromagnetischer Strahlung, so spricht man von "Spezifischer Absorptionsrate" bzw. "SAR". Der SAR-Wert wird angegeben in W/kg (siehe Kasten).

# Spezifische Absorptionsrate (SAR-Wert) (W/kg)

Die Spezifische Absorptionsrate ist die pro Zeit und pro Gewebemasse von biologischem Gewebe aus dem Strahlungsfeld absorbierte Energie. Diese Absorptionsrate heißt spezifisch, weil sie von den spezifischen Absorptionseigenschaften des bestrahlten Gewebes bei der jeweiligen Frequenz abhängt. Diese Absorptionseigenschaften werden in aufwendigen Versuchen ermittelt und können nicht durch einen einfachen formelmäßigen Zusammenhang beschrieben werden.

Messungen zur Überprüfung der Einhaltung von Basisgrenzwerten sind meist sehr schwierig, da sie die Messung von Vorgängen im Körperinneren erfordern. Zur Bestimmung des SAR-Wertes müssten Temperaturmessungen im Körperinnern durchgeführt werden, die aber verständlicherweise nur in Ausnahmefällen möglich sind. Im Allgemeinen werden Messungen der SAR-Werte von Handys daher mit einem Körperphantom durchgeführt. Man stelle sich hierfür eine auf der Seite liegende Schaufensterpuppe vor, die mit einer Absorptionsflüssigkeit gefüllt wird, die (bei der jeweiligen Frequenz) weitgehend ähnliche Absorptionseigenschaften wie menschliches Gewebe aufweist. Auch bei diesem Messverfahren ergeben sich Probleme, z.B. gilt es herauszufinden, was eine geeignete Mittelungsmasse ist (s. Elektrosmog-Report, April 2001). In den USA wird über 1 g Gewebe gemittelt, in Europa über 10 g, was in der Praxis zu bis zu doppelt so hohen SAR-Werten in den USA führen kann. In der EU läuft z. Zt. ein Standardisierungsverfahren zur Messung der SAR-Werte. Nach Ansicht des EMF-Instituts ist das US-amerikanische Messverfahren besser zum Schutz vor möglichen Gesundheitsgefahren geeignet, da z.B. in Ohr und Auge die Erwärmung sehr kleiner Organteile schädlich sein kann.

#### Abgeleiteter Grenzwert: Leistungsflussdichte

Da die Messung der Basisgrenzwerte (SAR-Werte) sehr aufwendig ist und konkrete Mess- und Überwachungsaufgaben erschwert, werden zusätzlich abgeleitete Grenzwerte verwendet. Die Messtechniker bedienen sich dabei der Leistungsflussdichte, einer physikalischen Größe, die messtechnisch leicht zu erfassen ist. Man legt sogenannte abgeleitete Grenzwerte der Leistungsflussdichte fest, die so gewählt werden, dass auch unter ungünstigen Bedingungen die Basisgrenzwerte eingehalten werden. Die Messung der Leistungsflussdichte wird angewandt in Fernfeldsituatio**nen** (siehe Kasten)

# Leistungsflussdichte (W/m²)

Die Leistungsflussdichte ist die im Strahlungsfeld pro Zeit und pro Fläche transportierte Energie. Die Leistungsflussdichte ist messtechnisch relativ einfach zu erfassen, da unter den Bedingungen: (1.) Fernfeld und (2.) Freifeld die drei interessierenden Größen

- Leistungsflussdichte S (W/m²)
- Elektrische Feldstärke E (V/m)
- Magnetische Feldstärke B (A/m)

der elektromagnetischen Strahlung in einem festen Verhältnis stehen:

#### $S = E \cdot B \text{ oder } S = E^2 / Z \text{ oder } S = B^2 \cdot Z$

wobei die Naturkonstante Z der Wellenwiderstand des freien Raums ist und den Wert Z = 377 Ohm hat.

Ein Fernfeld (1) liegt vor, wenn der Abstand wesentlich größer als die Wellenlänge und wesentlich größer als die Antennenabmessungen ist. Im D-Netz-Bereich beträgt die Wellenlänge ca. 30 cm, im E-Netz ca. 15 cm. Ein Freifeld (2) liegt bei Abwesenheit von Leitern und Ladungsträgern vor. Die Bedingungen von Fernfeld und Freifeld sind für die Strahlungsausbreitung im freien Luftraum relativ gut erfüllt.

Die drei angegebenen Gleichungen sind physikalisch gleichwertig. Am häufigsten benutzt wird S = E<sup>2</sup> / Z, da man hiermit aus der elektrischen Feldstärke E – die der Messung am leichtesten zugänglich ist – die Leistungsflussdichte S berechnen kann.

Anmerkung: BenutzerInnen von Handys befinden sich immer im Nahfeld der Sendeantenne des Handys. Daher macht hier die Benutzung der Leistungsflussdichte (abgeleiteter Grenzwert) keinen Sinn, und es wird immer der SAR-Wert in W/kg (Basisgrenzwert) verwendet. Wegen der aufwendigen Messtechnik werden SAR-Werte von Handys nur von wenigen Instituten gemessen.

# Umrechnungen der Leistungsflussdichte

Zur Umrechnung der Leistungsflussdichte in verschiedene Einheiten wird hier beispielhaft der Salzburger Vorsorgewert von 1998 (1 mW/m²) benutzt.

	0,001	W/m²	(Watt pro Quadratmeter)
=	1	mW/m²	(Milliwatt pro Quadratmeter)
=	1.000	$\mu W/m^2$	(Mikrowatt pro Quadratmeter)
=	1.000.000	nW/m²	(Nanowatt pro Quadratmeter)
=	0,000.1	mW/cm²	(Milliwatt pro Quadratzentimeter)
=	0,1	μW/cm²	(Mikrowatt pro Quadratzentimeter)
=	100	nW/cm²	(Nanowatt pro Quadratzentimeter)

Einige Beispiele zur Umrechnung zwischen elektrischer Feldstärke und Leistungsflussdichte nach der Formel  $S = E^2 / Z$  (s.o.) finden sich in der folgenden Tabelle.

Tabelle 5: Umrechnung zwischen elektrischer Feldstärke und Leistungsflussdichte am Beispiel von Grenz- und Vorsorgewerten für das GSM-1800-Netz

	Elektrische Feldstärke		Leistungsflussdichte				
26. BlmSchV	58,2	V/m	9,0	W/m²	9000	mW/m²	9.000.000 μW/m²
Schweiz	6,0	V/m	0,095	W/m²	95	mW/m²	95.000 μW/m²
Italien	6,1	V/m	0,1	W/m²	100	mW/m²	100.000 μW/m²
Salzburg 1998*	0,61	V/m	0,001	W/m²	1	mW/m²	1.000 μW/m²
Salzburg 2002	0,061	V/m	0,000.01	W/m²	0,0	1 mW/m²	10 μW/m²

<sup>\*</sup>vgl. [6]

Besondere Beachtung verdient hierbei der quadratische Zusammenhang zwischen elektrischer Feldstärke und der Leistungsflussdichte. Dies muss beim Vergleich von Grenz- und Vorsorgewerten stets beachtet werden. So spezifiziert z.B. die Schweiz ihren Anlagengrenzwert für Mobilfunkbasisstationen (bei 1800 MHz) durch Angabe der zulässigen elektrischen Feldstärke von 6 V/m. Dieser Wert liegt bei ca. einem Zehntel des ICNIRP-Wertes von 58 V/m. Und trotzdem bedeutet dies (wegen des quadratischen Zusammenhangs), dass in der Schweiz die zulässige Leistungsflussdichte ein Hunderstel des ICNIRP-Wertes beträgt.

Ebenfalls besteht (im Fernfeld) ein quadratischer Zusammenhang für die Abstandsabhängigkeit der Leistungsflussdichte einer gegebenen Sendeantenne. Verdoppelt man die Entfernung zur Sendeantenne, fällt die Leistungsflussdichte auf ein Viertel; verzehnfacht man die Entfernung fällt sie auf ein Hundertstel. Dies bedeutet z.B., dass man zur Einhaltung der Schweizer Anlagengrenzwerte der Leistungsflussdichte (die ca. bei einem Hundertstel der ICNIRP-Werte liegen) in etwa den zehnfachen Abstand wie zur Einhaltung der ICNIRP-Werte benötigt.

# **Anwendung in der Praxis:**

#### Mobilfunkbasisstationen

Die Voraussetzungen zur Anwendung des abgeleiteten Grenzwertes sind hier meistens gut erfüllt. Verwirrend für den interessierten Laien sind die verschiedenen Maßeinheiten und die unterschiedlichen physikalischen Größen, die sowohl in der Fachpresse als auch in den populären Medien veröffentlicht werden. In nebenstehendem Kasten wird auf die jeweils zu beachtenden Besonderheiten eingegangen.

#### Handys

Für die von Handys ausgehende Strahlungsbelastung sind die Bedingungen zur Anwendung der abgeleiteten Grenzwerte nicht erfüllt (s. Kasten). Der Kopf befindet sich typischerweise im Nahbereich der Antenne (die wenigen cm Abstand der Antenne vom Kopf sind deutlich kleiner als die Wellenlänge von mindestens 15 cm). Freifeldbedingungen liegen ebenfalls nicht vor, da der Kopf als absorbierendes biologisches Gewebe sich in unmittelbarer Nähe der Antenne befindet. D.h.: Es ist wissenschaftlich unkorrekt, eine Grenzwertsetzung für Handystrahlung über Angaben der Leistungsflussdichte vorzunehmen.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Angabe einer Leistungsflussdichte immer nur in einem definierten Abstand zur Strahlungsquelle Sinn macht. Die bestrahlten Bereiche des Kopfes weisen aber sehr unterschiedliche Abstände zur Sendeantenne eines Handys auf. Selbst wenn die Leistungsflussdichte in unmittelbarer Nähe eines Handys interessieren würde, wäre sie messtechnisch äußerst schwierig zu erfassen, da man sich im unmittelbaren Nahfeld befindet und die Messantenne immer eine erhebliche Störung des Feldes darstellen würde.

Zur Expositionserfassung von Handys ist es daher notwendig und sinnvoll beim Basisgrenzwert SAR zu bleiben.

# 10.4 Leistungsflussdichten bei Mobilfunkbasisstationen

In der folgenden Tabelle ist der sehr große Bereich von Leistungsflussdichten vorgestellt, der sowohl in der Grenz- und Vorsorgewertdiskussion als auch im Bereich der technischen Erfordernisse eines Mobilfunknetzes eine Rolle spielt:

Tabelle 6: Leistungsflussdichten im Zusammenhang mit Mobilfunknetzen

Mobilfunk GSM-900 (D-Netz)	Leistungsflussdichte (μW/m²)
gesetzlicher Grenzwert (ICNIRP / 26.BImSchV)	4.650.000
Italien 2001 (über 4 Stunden Aufenthalt)	100.000
Schweizer Anlagengrenzwert	42.400
Vorsorgewert Ecolog-Institut	10.000
Salzburger Richtwert 1998	1.000
Salzburger Richtwert 2002 (außen)	10
Salzburger Richtwert 2002 (innen)	1
Grenzwert für empfindliche technische Geräte (1 V/m)	2.700
Besonders hohe Immissionen in der Umgebung von Mobil- funkanlagen (sehr selten anzutreffen)	um 100.000
hohe Immissionen in der Umgebung von Mobilfunkanlagen	10.000
(an ungünstigen Standorten)	bis 30.000
typische Immissionen in der Umgebung von Mobilfunkan-	von 100
lagen	bis 10.000
typische innerstädtische Immissionen bei freier Sicht zur	von 10
Mobilfunkanlage	bis 1000
typische Werte in Büroräumen mit guter Mobilfunkversor-	von 0,1
gung (Summe)	bis 400
typische Werte in Büroräumen mit guter Mobilfunkversorgung (ein Mobilfunknetz)	von 0,1 bis 5
mäßig gut versorgte innerstädtische Innenräume (Erdge-	von 0,01
schoss)	bis 0,1
Einzelkanal eines Mobilfunknetzes, der ein Mobilfunkge-	von 0,000.2
spräch in Innenräumen ermöglicht	bis 0,01
Schweizer Mindestpegel für BAKOM-Konzessionserfüllung für GSM 900 (45 dBµV/m) ca.	0,000.1
Schweizer Mindestpegel für BAKOM-Konzessionserfüllung für GSM 1800 (51 dBµV/m) ca.	0,000.3

### 10.5 Tipps des Bundesamts für Strahlenschutz zur Handynutzung

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat ein Infoblatt zum Telefonieren mit dem Handy mit Tipps zur Reduzierung der Strahlenbelastung veröffentlicht. Darin heißt es: "Zur Zeit gibt es zwar keine wissenschaftlichen Beweise für gesundheitliche Beeinträchtigungen, wenn die Basisgrenzwerte eingehalten werden. Es gibt aber noch offene Fragen über die gesundheitlichen Wirkungen der Felder."

# **Die Tipps im Einzelnen:**

- ⇒ **Festnetz!** Wo es ein Festnetztelefon gibt, soll man es auch nutzen.
- ⇒ **Kurz!** Falls die elektromagnetischen Felder beim Telefonieren mit Handys doch ein gesundheitliches Risiko bewirken sollten, kann ein kürzeres Gespräch zu einer Verringerung dieses möglichen Risikos führen.
- ⇒ **Empfang!** Möglichst nicht bei schlechtem Empfang telefonieren. Die Leistung, mit der das Handy sendet, richtet sich nach der Güte der Verbindung zur nächsten Basisstation (Beispiel: bei Autos ohne Außenantenne verschlechtert die Autokarosserie die Verbindung. Das Handy sendet deshalb mit einer höheren Leistung).
- ⇒ **SAR-Wert!** Handys verwenden, bei denen der Kopf möglichst geringen Feldern ausgesetzt ist. Wir empfehlen einen möglichst niedrigen SAR-Wert (Spezifische Absorptionsrate), d.h. 0,6 W/kg oder niedriger.
- ⇒ **Head-Set!** Die Intensität der Felder nimmt mit der Entfernung von der Antenne schnell ab. Durch die Verwendung von Head-Sets wird der Abstand zwischen Kopf und Antenne stark vergrößert, der Kopf ist beim Telefonieren geringeren Feldern ausgesetzt.
- ⇒ **SMS!** Das können wir nur begrüßen: keine Strahlung am Kopf!
- ⇒ **Verbindungsaufbau!** Die Sendeleistung ist jetzt am höchsten. Das Handy also erst zum Ohr nehmen, wenn es beim Gesprächspartner klingelt."

Unter der Überschrift "Schon gewusst?" weist das BfS auf eine möglicherweise empfindlichere Reaktion bei Kindern und Jugendlichen hin:

"Kinder und Jugendliche reagieren gesundheitlich empfindlicher, weil sie sich noch in der Entwicklung befinden.

Die elektromagnetischen Felder, die beim Telefonieren mit Handys auftreten, sind im Allgemeinen sehr viel stärker als die Felder, denen man z. B. durch benachbarte Mobilfunkanlagen ausgesetzt ist."

**Quelle:** Bundesamt für Strahlenschutz: Tipps zum Strahlenschutz beim Telefonieren mit dem Handy. Infoblatt 02/2003 vom 31. März 2003 in: Elektrosmog-Report 5/2003.

#### 10.6 UMTS-Technik

#### 10.6.1 Datenübertragungsrate

UMTS bietet im Gegensatz zu GSM eine Vielzahl von Datenübertragungsraten an. Die wesentliche technische Beschränkung zur Realisierung der mit UMTS möglichen hohen Datenübertragungsraten (z.B. für Bild- und Videodateien) ist die Relativgeschwindigkeit zwischen Handy und Basisstation. Das heißt in der Praxis, schnelle Datenübertragung ist nur bei Nutzern möglich, die sich langsam oder gar nicht bewegen. Ausgeschlossen ist sie hingegen bei schneller Fahrt im Auto oder im Zug. Darüber hinaus erfordert eine hohe Datenübertragungsrate eine gualitativ hohe Funkverbindung so wie sie ein heutiges Handy auch für eine qualitativ hochwertige Sprechverbindung benötigt.

Das heißt für die Praxis: Wo heute ein problemloses und ungestörtes Handy-Telefonat mit guter Sprachqualität möglich ist, dort ist bei gleicher Senderkonstellation in UMTS-Technik auch eine hohe Datenübertragungsrate möglich, sofern die oben genannten Beschränkung bezüglich der Relativgeschwindigkeit eingehalten wird.

#### 10.6.2 Zellengröße bzgl. Reichweite

Bezüglich der funktechnischen Reichweite erfordert UMTS eine ähnliche Zellstruktur wie das heutige E-Netz, d.h. etwas engmaschiger als das D-Netz. Technischer Hintergrund: Die Übertragungsfrequenzen von UMTS (2,1 GHz) und E-Netz (1,8 GHz) unterscheiden sich nur unwesentlich, so dass hierfür auch etwa gleiche Ausbreitungsbedingungen für elektromagnetische Wellen vorliegen. Demgegenüber wird die Wellenausbreitung bei der geringeren Übertragungsfreguenz im D-Netz (0,9 GHz) durch kleine Hindernisse wie z.B. ein Haus oder einige Bäume etwas weniger behindert als bei E-Netz oder UMTS.

### 10.6.3 Zellengröße bzgl. Gesprächs- und Datenübertragungskapazität

Zunächst einmal zu beachten ist die völlig andere dynamische Kapazitätsaufteilung im UMTS-Netz. UMTS erlaubt im Gegensatz zu GSM eine erheblich flexiblere Zuteilung der Datenübertragungsraten zu den einzelnen Benutzern. Das heißt einerseits, dass durch eine Basisstation eine große Anzahl von Nutzern mit einer kleinen Datenübertragungsrate (z.B. für ein Telefongespräch) versorgt werden kann (UMTS ist hier so flexibel, dass die Sprechpause eines Nutzers für die erweiterte Datenübertragung eines anderen Nutzers benutzt werden kann), andererseits können wenige Nutzer mit hoher Datenübertragungsrate (Videodateien) die Übertragungskapazität einer Basisstation völlig ausnutzen, so dass, wenn weitere Benutzer hinzukommen, für alle Benutzer die effektiv zur Verfügung stehende Datenübertragungsrate reduziert werden muss. Das heißt in der Praxis, wenn wirklich sehr viele Nutzer zur gleichen Zeit hohe Datenübertragungsraten anfordern, könnte es bei einer Versorgung durch relativ wenige, exponiert gelegene Basisstationen zu einem Engpass kommen, der nur durch ein engmaschiges Netz zu beheben ist. Die bisherige Erfahrung deutet allerdings darauf hin, dass in solchen Fällen schon heute eher auf eine W-LAN-Versorgung zurückgegriffen wird.

# 11 Glossar

1G	Mobilfunk der ersten Generation, in Deutschland die analogen Netze: A-Netz, B-Netz, C-Netz
2G	Mobilfunk der zweiten Generation, in Deutschland die digitalen → GSM- Netze
3G	Mobilfunk der dritten Generation: digitale UMTS-Netze
Anlagen- grenzwert (Schweiz)	Für Wohnbereiche (und ähnliche Daueraufenthaltsbereiche) maximal zulässige durch eine einzelne Sendeanlage verursachte Leistungsflussdichte: 42 mW/m² für GSM-900 Anlagen 95 mW/m² für GSM-1800- und UMTS-Anlagen
athermische Effekte	nicht-thermische Effekte Auswirkungen nicht-ionisierender elektromagnetischer Strahlung, die nicht mit Wärme(entwicklung) verbunden sind
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de
26. BlmSchV	26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes, legt u.a. basierend auf ICNIRP-Empfehlungen maximal zulässige Leistungsflussdichten hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung für die Allgemeinbevölkerung fest: 4650 mW/m² für den GSM-900 Bereich 9000 mW/m² für den GSM-1800 Bereich 10000 mW/m² für den UMTS-Bereich, WLAN, etc.
BNetzA	Bundesnetzagentur, hervorgegangen aus der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP), legt u.a. die Frequenzbänder für Mobilfunknetze fest und erstellt die Standortbescheinigungen, in denen die Sicherheitsabstände für Sendeanlagen festgelegt werden; www.bundesnetzagentur.de
BOS	Behörde und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienste usw.)
CDMA	Code Division Multiple Access im UMTS-System verwendeter Mehrbenutzerzugang zu einem Mobilfunknetz durch Benutzung unterschiedlicher Codierungen eines breitbandigen Signals, erlaubt sehr flexible Zuteilung der Übertragungskapazität zu den einzelnen Nutzern vgl. → FDMA und → TDMA
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications Schnurlose Telefone für den Hausgebrauch Die wohnungsinternen Basisstationen der schnurlosen Telefone nach dem DECT-Standard gehören zu den wesentlichen Quellen elektromagnetischer Strahlung in europäischen Haushalten, da die Strahlung permanent abgegeben wird, unabhängig davon, ob mit dem Telefon gerade telefoniert wird oder nicht
Downtilt	Abwärtsneigung der Strahlrichtung einer Mobilfunkantenne, wird z.B. bei Standorten auf Bergen oder hohen Masten eingesetzt, um die Strahlung der Antenne auf das zu versorgende Gebiet auszurichten. Die Neigung der Antenne (Downtilt) hat entscheidenden Einfluss auf die Strahlungsintensität in der Nähe einer Mobilfunkanlage (s. auch Kap. 4.6, S. 29)  Man unterscheidet zwischen → "elektrischem Downtilt" und → "mechanischem Downtilt", siehe auch → Uptilt
Downtilt, mechanisch	Abwärtsneigung der Strahlrichtung einer Mobilfunkantenne durch mechanische Abwärtsneigung der gesamten Antenne. Der gesamte Antennenkörper wird schräg am Mast montiert, die ganze Antenne zeigt sichtbar "nach unten"

Fachinstitut für EMVU www.EMF-Institut.de

Downtilt, elektrisch	Abwärtsneigung der Strahlrichtung einer Mobilfunkantenne durch Änderung der elektrischen Eigenschaften der Antenne.  Die Einstellung erfolgt durch einen kleinen Hebel am Antennengehäuse oder (bei moderneren Antennen auch fernsteuerbar) durch einen Stellmotor am unteren Ende des Antennenkörpers.  Bei fernsteuerbarer Downtilt-Einstellung kann die Strahlrichtung der Antenne im laufenden Betrieb verändert werden, vgl. Kap. 4.6, S. 29)
Down-Link	Funkverbindung von der Basisstation in Richtung zum Handy, vgl. → Up-Link, → FDD, → TDD
elektromagne- tische Strahlung	gerichteter Transport von Energie in Form von elektromagnetischen Wellen. Zu den vielfältigen Erscheinungsformen elektromagnetischer Strahlung s. Kap. 1.1, S. 9. Der Name stammt daher, dass sich bei der Ausbreitung der elektromagnetischen Welle ein elektrisches Feld und ein magnetisches Feld mit der → Frequenz der Strahlung entsprechend den Maxwellschen Gesetzen der Elektrodynamik abwechseln
EMF	Elektromagnetische Felder – allgemeine Bezeichnung für das gesamte Spektrum nieder- und hochfrequenter elektrischer und magnetischer Felder
Emission	Auf den Abgabeort bezogene Aussendung, z.B. einer Strahlung
Exposition	Ausmaß, in dem eine Person der Einwirkung von Umweltfaktoren, wie z.B. EMF, ausgesetzt ist.
FDD	Frequency Duplex Division Trennung von Up-Link (Funkverbindung Handy→Basisstation) und Down-Link (Funkverbindung Basisstation→Handy) durch Benutzung unterschiedlicher Frequenzbänder, benutzt in allen GSM-Systemen und im UMTS-Grundausbau, vgl. → TDD
FDMA	Frequency Division Multiple Access im GSM-System verwendeter Mehrbenutzerzugang zu einem Mobilfunknetz durch Benutzung unterschiedlicher Frequenzkanäle (im Zusammenwirken mit → TDMA), vgl. auch → CDMA
Gleichkanal- störungen	Bei einem landesweiten Mobilfunknetz ist die regelmäßige räumliche Wiederholung gleicher Frequenzkanäle die Grundlage zur Realisierung der erforderlichen Kapazität. Es entstehen somit Gleichkanalzellen, in denen gleiche Frequenzkanäle verwendet werden. Wird der Abstand zwischen Funkzellen mit gleichen Frequenzkanälen zu gering gewählt, so kommt es in den betreffenden Zellen zu sogenannten Gleichkanalstörungen.
GSM-Netze	Global System for Mobile Communications Standard für digitale Mobiltelefonnetze, in Deutschland in Betrieb sind →GSM-900 und →GSM-1800, die zur Zeit "etablierten" Mobilfunknetze. Da mittlerweile alle 4 in Deutschland tätigen Mobilfunkbetreiber eine Lizenz für beide GSM-Netze haben, sind bis zu 8 unabhängige GSM-Netze möglich.
GSM-900	GSM-Netze, benannt nach der Betriebsfrequenz bei ca. 900 MHz, in Deutschland lange Zeit synonym mit den "D-Netzen" der Betreiber Telekom (D1) und Vodafone (D2). Seit 2006 haben auch die beiden anderen in Deutschland tätigen Mobilfunkbetreiber (E-Plus und O2) eine Lizenz für das GSM-900-Netz, so dass 4 separate GSM-900-Netze in Deutschland möglich sind. E-Plus und O2 haben mit dem Aufbau großräumiger Netze begonnen.
GSM-1800	GSM-Netze, benannt nach der Betriebsfrequenz bei ca. 1800 MHz, in Deutschland lange Zeit synonym mit den "E-Netzen" der Betreiber E-Plus und O <sub>2</sub> (ehemals Viag). Seit einigen Jahren haben auch die beiden anderen in Deutschland tätigen Mobilfunkbetreiber (Telekom und Vodafone) eine Lizenz für das GSM-1800-Netz, so dass 4 separate GSM-1800-Netze in Deutschland möglich sind. Telekom und Vodafone setzen GSM-1800 bisher nur in Ballungszentren ein.

_	
GSM-R	GSM-Rail Digitales Mobilfunknetz der Deutschen Bundesbahn und der europäischen Bahnunternehmen. Technisch weitgehend gleich zu den →GSM-900-Netzen der öffentlichen Mobilfunknetze
Headset	Kombination aus Ohrhörer und Mikrofon, um telefonieren zu können, ohne das Handy an den Kopf zu halten
Hot Spots	(heiße Stellen) Bei der Anwendung von Site-Sharing, d.h. dem Betrieb von Basisstationen mehrerer Betreiber an einem Standort, wird relativ viel Strahlungsleistung an einer Stelle abgegeben. Geschieht dies inmitten besiedelter Gebiete, so entstehen in der Umgebung sog. Hot Spots, d.h. Orte mit relativ hohen Immissionen elektromagnetischer Strahlung
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
Immission	auf den Einwirkungsort bezogene Absorption (z.B. einer Strahlung)
ionisierende	Die Quantenenergie der Strahlung reicht aus, um z.B. Bio-Moleküle zu ioni-
Strahlung	sieren, d.h. in geladene Fragmente zu zerlegen, was im Allgemeinen eine irreparable Schädigung bedeutet. Bei elektromagnetischer Strahlung beginnt der Bereich ionisierender Strahlung ab → UV –Strahlung aufwärts
Leistungs- flussdichte	die Intensität (Stärke) der von einer Strahlungsquelle ausgehenden Strahlung kann durch die Leistungsflussdichte angegeben werden (mW/m²). Näheres s. Anhang 10.1, S. 83
Leuchtturm- effekt	Bei den meisten Mobilfunkantennen wird die größte Strahlungsintensität in horizontaler Richtung ausgesandt (ähnlich wie der Lichtstrahl beim Leuchtturm). Abweichend von der Situation beim realen Leuchtturm wird die Strahlungsintensität im Nahbereich allerdings von einer komplizierten Nebenkeulenstruktur bestimmt und es gibt häufig einen einstellbaren → Downtilt.
MBS	Mobilfunkbasisstation
nicht- ionisierende Strahlung	Die Quantenenergie dieser Strahlung (u.a. auch Mobilfunkstrahlung) reicht nicht aus, um z.B. Bio-Moleküle zu ionisieren. Ein Schädigungsmechanismus unterhalb der thermischen Schwelle ist daher zunächst nicht offensichtlich, wird aber bei der Untersuchung athermischer Wirkungen analysiert.
RegTP	siehe BNetzA (Bundesnetzagentur)
Roaming	Im Allgemeinen (International Roaming) die Nutzung z.B. eines deutschen Mobilfunkvertrages im Ausland. Die deutschen Mobilfunkbetreiber haben hierzu Kooperationsverträge mit ausländischen Mobilfunkanbietern. Der Sonderfall "National Roaming" wird in Deutschland zur Zeit noch von der Firma O <sub>2</sub> genutzt: Da O <sub>2</sub> nicht deutschlandweit über ein flächendeckendes eigenes Mobilfunknetz verfügt, bestehen Kooperationsabkommen mit Telekom, wodurch es O <sub>2</sub> -Kunden möglich ist, das Telekom-Netz zu nutzen. Das "National Roaming" läuft in vielen Teilen Deutschlands in den Jahren 2008/2009 aus und wird wahrscheinlich nicht verlängert.
SAR	Spezifische Absorptionsrate = die im Gewebe absorbierte Strahlungsleistung Näheres s. Anhang 10.1, S. 83
Site Sharing	Die Basisstationen mehrerer Mobilfunkbetreiber befinden sich gemeinsam an einem Standort (z.B. auf einem Hochhausdach oder an einem Sendemast)
SSK	Strahlenschutz Kommission
TDD	Time Duplex Division Trennung von Up-Link (Funkverbindung Handy→Basisstation) und Down- Link (Funkverbindung Basisstation→Handy) durch Benutzung unterschiedli- cher Zeitschlitze, vorgesehen für den UMTS-Endausbau, vgl. → FDD

TDMA	Time Division Multiple Access im GSM-System verwendeter Mehrbenutzerzugang zu einem Mobilfunknetz durch Benutzung unterschiedlicher Zeitschlitze (im Zusammenwirken mit → FDMA), ebenfalls vorgesehen für den UMTS-Endausbau, vgl. auch → CDMA
Thermische Effekte	Wirkungen, die durch Wärme(entwicklung) verursacht werden
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
Up-Link	Funkverbindung vom Handy in Richtung zur Basisstation, vgl. → Down-Link, → FDD, → TDD
Uptilt	Aufwärtsneigung einer Mobilfunkantenne, → Downtilt
UV	Ultraviolettes Licht, der Frequenzbereich liegt unmittelbar oberhalb des sichtbaren Lichts. Hier beginnt der Bereich der ionisierenden Strahlung
WLAN	Wireless LAN (Local Area Network) Drahtloses Computernetzwerk, Betriebs-frequenz ca. 2500 MHz, Reichweite bis zu einigen hundert Metern, Sendeleistung der AccessPoints (vergleichbar den Basisstationen) typisch 30 mW

# 12 Literatur

[1] Presseerklärung der Bundesregierung vom 17. Juni 2008

- [2] Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Ergebnisse des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms, Bremerhaven, Wirtschaftsverlag NW, 2008
- [3] "Verbändevereinbarung" zwischen den Mobilfunknetzbetreibern und kommunalen Spitzenverbäden: Vereinbarung über den Informationsaustausch und die Beteiligung der Kommunen beim Ausbau der Mobilfunknetze, 07/2001
- [4] Landstorfer, F.M, Wertz, Ph: Dynamische Systemsimulation eines UMTS-Netzes mit hochgelegenen Basisstationsstandorten im Außenbereich unter Verwendung von Sektorantennen mit geringem horizontalem Öffnungswinkel, Institut für Hochfrequenztechnik, Universität Stuttgart, 06/2004, www.attendorn.de → Mobilfunk
- [5] Bornkessel, Ch, Neikes, M, Schramm, A: Untersuchung der Immissionen durch Mobilfunk Basisstationen, Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik GmbH, Kamp-Lintfort, 08/2002, www.munlv.nrw.de, www.munlv.nrw.de/sites/arbeitsbereiche/immission/mobil.htm
- [6] Oberfeld, G, Konfliktmanagement "Salzburger Modell", Historie und Entwicklung, in: 2. Rheinland-Pfälzisch-Hessisches Mobilfunksymposium, Tagungsband, BUND (Hrsg.), S. 5 ff, 26.04.2003

# **TEIL IV**

# **Tabellen und Diagramme der Messungen**

Diagramm 1: Leistungsflussdichte am Messpunkt MP1: Lindenstraße 38, Einfahrt Restaurant Athen, Nähe Rathaus, außen

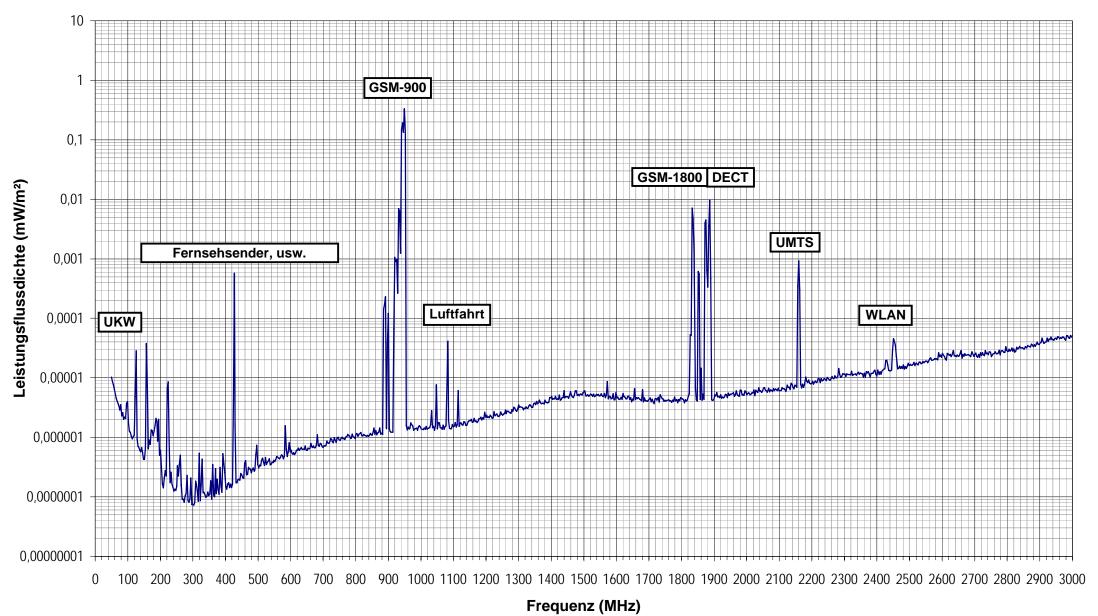


Diagramm 2: Leistungsflussd. am Messpunkt MP2a: Auf der Breede 6, Charlys Kinderparadies, 1./2.OG (Erker), Fenster auf

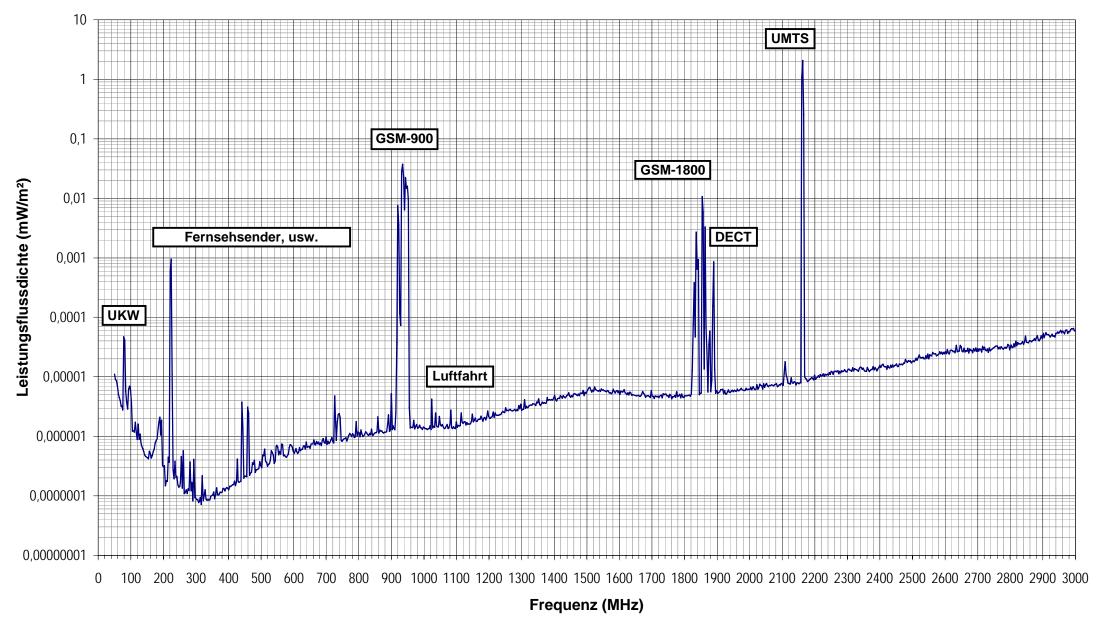


Diagramm 3: Leistungsflussdichte am Messpunkt MP3a: Rabber, Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafzimmer, Fenster auf

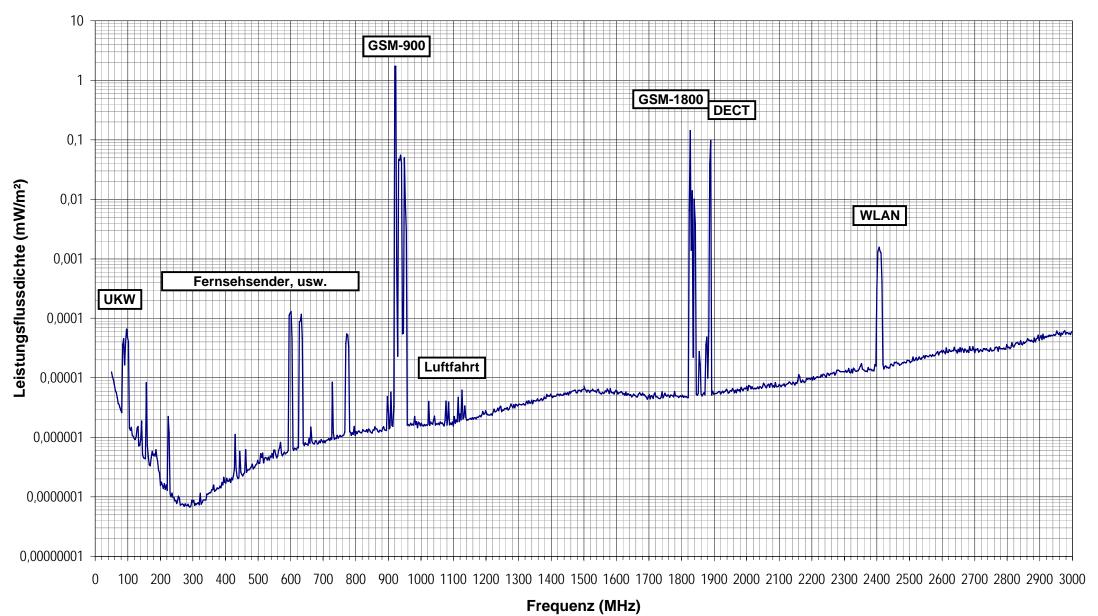


Diagramm 4: Leistungsflussdichte am Messpunkt MP4a: Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, Zimmer 1.13, Fenster auf

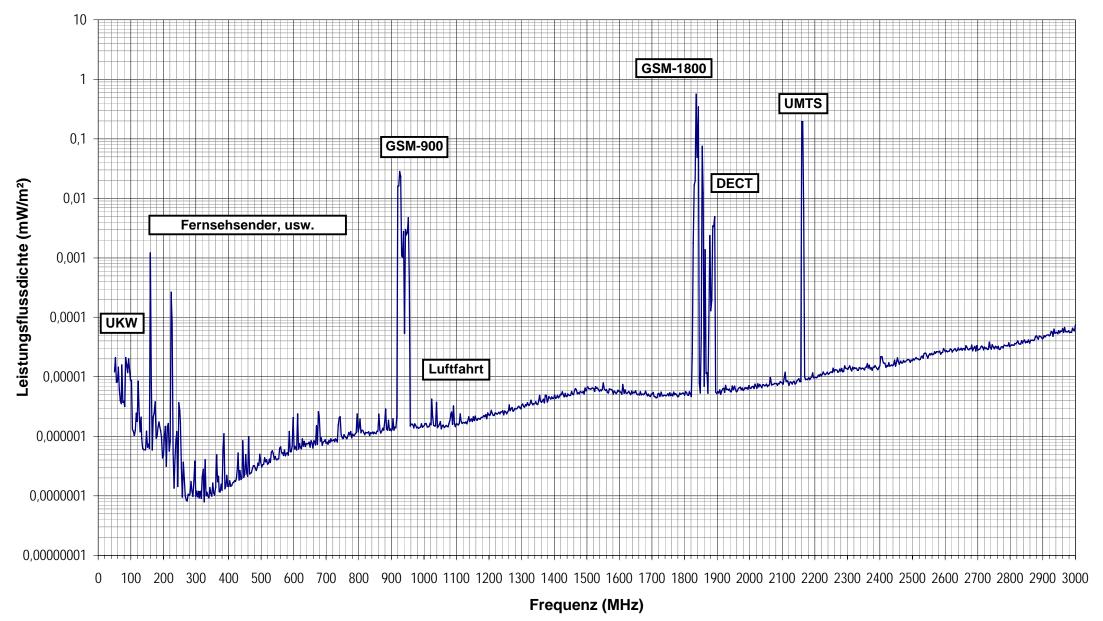


Diagramm 5: Leistungsflussdichte am Messpunkt MP5a: Schulallee 30, Gymnasium, 2.OG, Raum 205, Bl. 2 BSn, Fenster auf 10 GSM-900 GSM-1800 UMTS 0,1 Leistungsflussdichte (mW/m²) 0,01 0,001 Fernsehsender, usw. 0,0001 UKW Luftfahrt 0,00001 0,000001 0,0000001 0,00000001 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 Frequenz (MHz)

Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen - Messung hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung am 26.05.2010

Diagramm 6: Leistungsflussdichte am Messpunkt MP6: Wehrendorf, Gewerbegebiet, Hafenbereich, Blick 3 BSn, außen

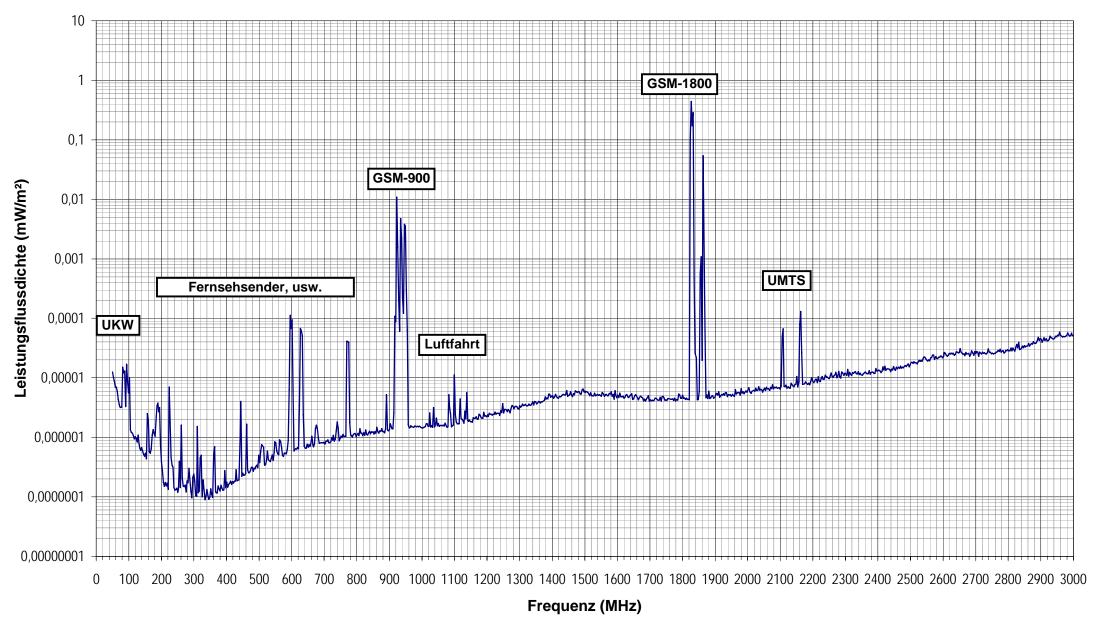


Diagramm 7: Leistungsflussd. am Messpunkt MP7: Harpenfeld, Grundpatt 6, 2. OG, Messantenne außerhalb des Fensters

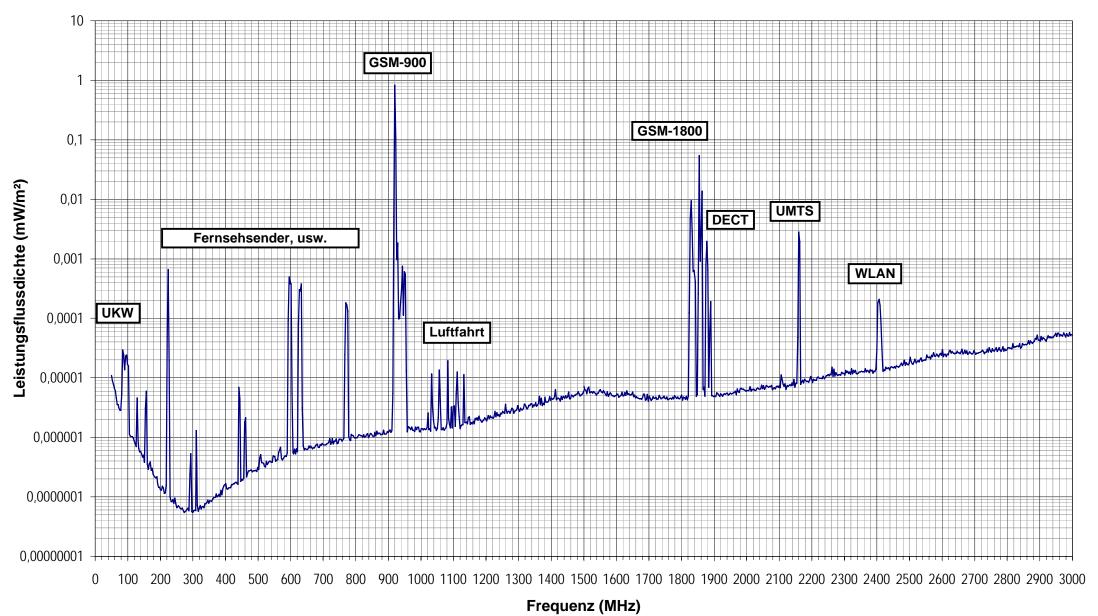


Diagramm 8: Leistungsflussdichte am Messpunkt MP8: Harpenfeld, Grundpatt 10, Garten, außen

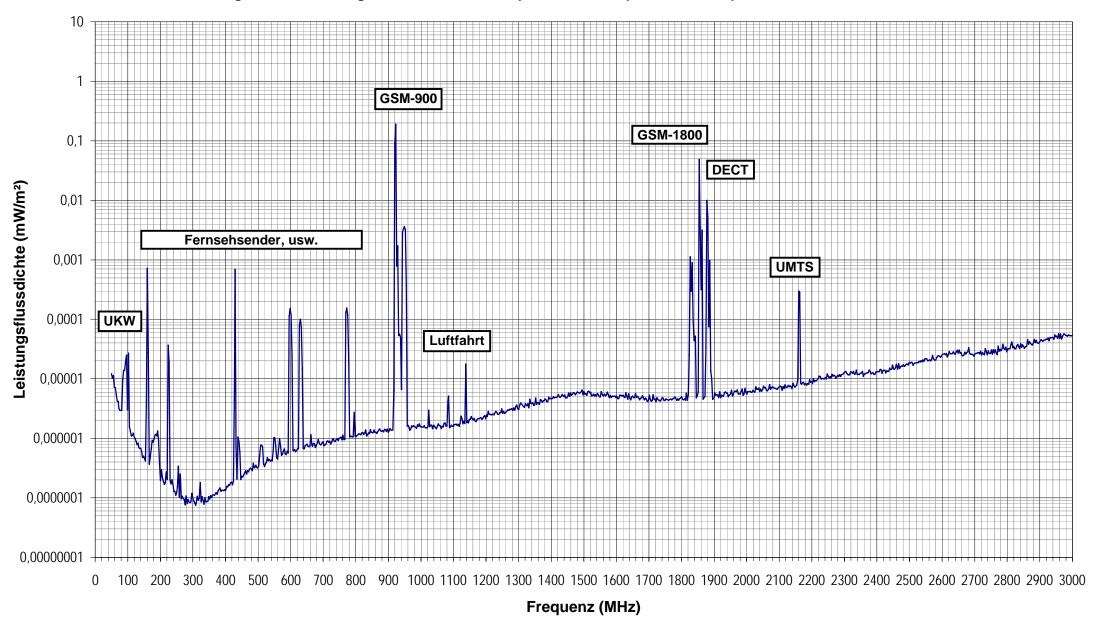


Diagramm 9: Leistungsflussdichte am Messpunkt MP9: Harpenfeld, Osnabrücker Str. 232, Bauernhof, außen

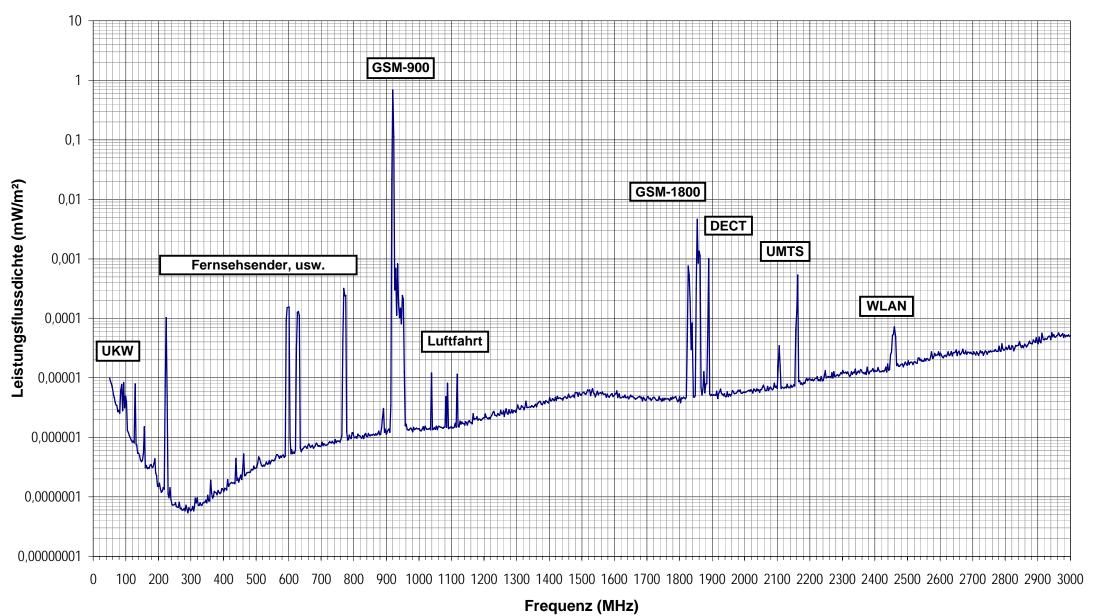


Diagramm 10 : Leistungsflussdichte am Messpunkt MP10 : Am Wimmerbruch, Windkraftanlage

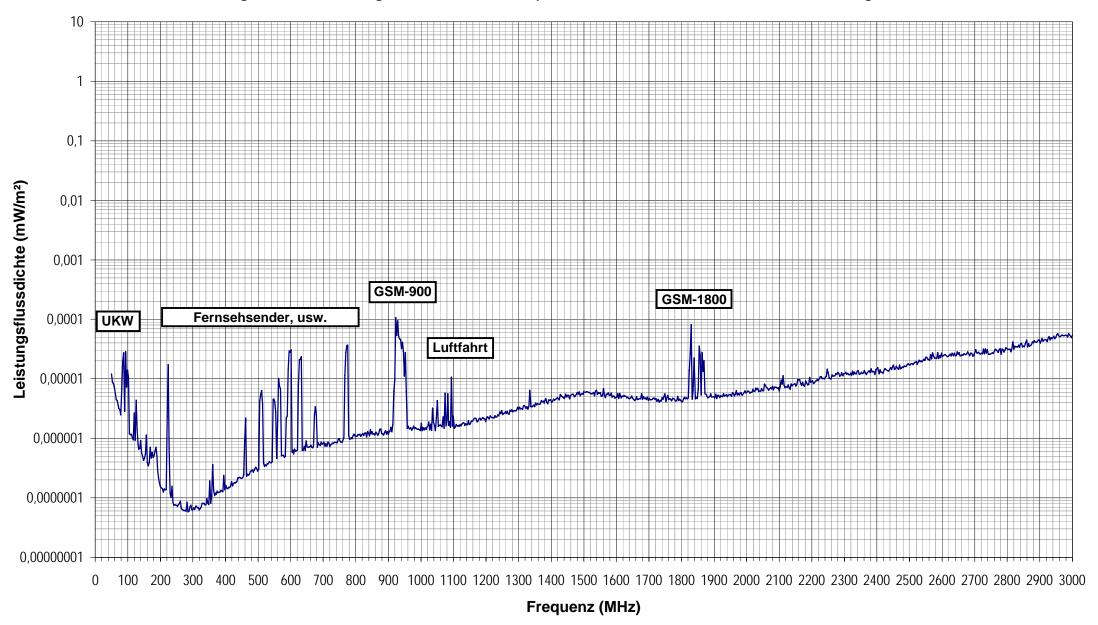


Diagramm 11: Leistungsflussdichte am Messpunkt MP11: Bergstraße 51, Parkplatz Waldhotel

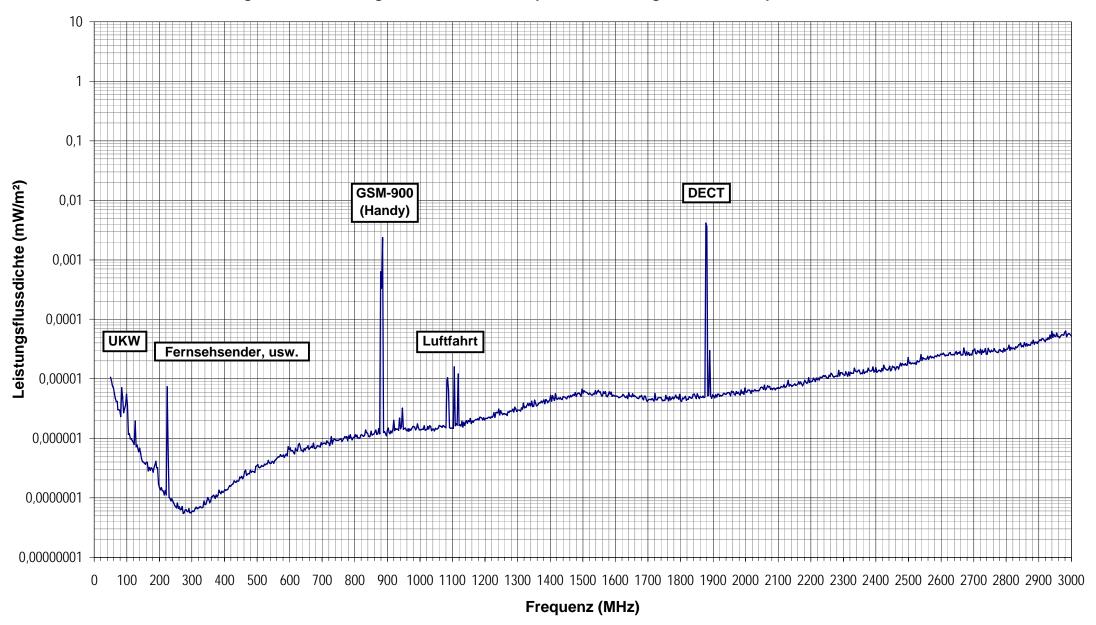


Tabelle M1: Leistungsflussdichten in den einzelnen Frequenzbereichen, ohne Sicherheitsaufschlag<sup>1)</sup>

Punkl   Messposition   MW/m²	Immissionen zum Messzeitpunkt										hochgerechnet auf Vollauslastung							
Gemeinde Bad Essen				UKW-TV	GSM-Rail	GSM900	GSM1800	DECT	UMTS	Summe	UKW-TV	GSM-Rail	GSM900	GSM1800	DECT	UMTS	Summe	
1 Lindenstraße 38, außen, Einfahrt Restaurant Althen 0,002 < 0,001 1,402 0,002 0,037 0,001 1,46 0,002 1,845 0,033 0,037 2a Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1./2.OG, Fenster auf 0,005 < 0,001 0,166 0,045 0,003 1,724 1,94 < 0,001 0,282 0,085 0,003 2 2b Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1./2.OG, Fenster zu 0,001 0,166 0,045 0,003 1,724 1,94 < 0,001 0,282 0,085 0,003 2 3a Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz, Fenster auf 0,004 < 0,001 5,467 0,223 0,236 < 0,001 5,93 0,004 < 0,001 10,981 0,602 0,236 3 3b Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz, Fenster zu 0,001 1,309 0,071 0,093 1,477 0,001 2,687 0,223 0,003 2 4a Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf 0,005 < 0,001 0,141 2,452 0,008 0,186 2,79 0,005 < 0,001 0,204 3,823 0,008 4 4b Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu 0,001 0,00				mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	
2a         Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster auf         0.005         < 0.001         0.346         0.050         0.003         2,417         2.82         0.005         < 0.001         0.563         0.094         0.003         3           2b         Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster auf          < 0.001	ad Ess	Essen																
Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster zu	38, auſ	, außen, Einfahrt Restaura	ant Athen	0,002	< 0,001	1,402	0,020	0,037	0,001	1,46	0,002		1,845	0,033	0,037	0,009	1,93	
Rabber: Schlomannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster auf   0,004 < 0,001   5,467   0,223   0,236 < 0,001   5,93   0,004 < 0,001   10,981   0,602   0,236   0,380   0,386   0,38				0,005		,		,			0,005	•				32,157	32,82	
3b   Rabber: Schlomannstr: 6, 1. OG, Schlafz., Fenster zu   < 0,001   2,636   0,144   0,180   2,96   < 0,001   5,199   0,493   0,180     3c   Rabber: Schlomannstr: 6, 1. OG, Schlafz., Beltber., F. zu   < 0,001   1,309   0,071   0,093   1,47   < 0,001   2,687   0,223   0,093     4a   Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf   0,005   < 0,001   0,141   2,452   0,008   0,186   2,79   0,005   < 0,001   0,204   3,823   0,008     4b   Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu   < 0,001   0,070   0,893   0,044   0,033   1,04   0,107   1,494   0,044     5a   Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster auf   0,002   < 0,001   1,352   0,706   < 0,001   0,045   2,10   0,002   < 0,001   9,812   10,258   < 0,001     5b   Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu   < 0,001   1,352   0,706   < 0,001   0,045   2,10   0,002   < 0,001   1,932   1,534   < 0,001     6   Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen,   0,002   < 0,001   0,055   1,949   < 0,001   < 0,001   2,01   0,002   < 0,001   0,120   5,302   < 0,001     7   Harpenfeld: Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters   0,011   < 0,001   1,296   0,124   0,006   0,002   1,44   0,011   < 0,001   2,587   0,294   0,006     8   Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten   0,008   < 0,001   0,326   0,114   0,015   < 0,001   0,46   0,008   < 0,001   0,639   0,227   0,015     9   Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen   0,002   < 0,001   0,001   2,235   0,032   0,001   < 0,001   2,277   0,006   < 0,001   0,002   < 0,001   0,003     10   Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen   0,002   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   < 0,001   <	de 6, Ki	5, Kinderparadies, 1. / 2.0	OG, Fenster zu		< 0,001	0,166	0,045	0,003	1,724	1,94		< 0,001	0,282	0,085	0,003	22,941	23,31	
3c         Rabber: Schlomannstr. 6, 1. OG, Schlafz, Bettber., F. zu         < 0,001				0,004	- ,	· ·		,	< 0,001	· ·	0,004					0,001	11,82	
4a Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf	ömanns	annstr. 6, 1. OG, Schlafz.,	, Fenster zu		· ·			,		2,96		< 0,001		1	1		5,87	
Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu	ömanns	annstr. 6, 1. OG, Schlafz.,	, Bettber., F. zu		< 0,001	1,309	0,071	0,093		1,47		< 0,001	2,687	0,223	0,093		3,00	
5a         Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster auf         0,002         < 0,001         8,728         6,081         < 0,001         0,358         15,17         0,002         < 0,001         9,812         10,258         < 0,001           5b         Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu         < 0,001	41, Ra	, Rathaus, 2. OG, R. 1.13	, Fenster auf	0,005	< 0,001	0,141	2,452	0,008	0,186	2,79	0,005	< 0,001	0,204	3,823	0,008	2,479	6,52	
5b         Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu         < 0,001         1,352         0,706         < 0,001         0,045         2,10         1,932         1,534         < 0,001           6         Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen,         0,002         < 0,001	41, Ra	, Rathaus, 2. OG, R. 1.13	, Fenster zu		< 0,001	0,070	0,893	0,044	0,033	1,04			0,107	1,494	0,044	0,443	2,09	
6 Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen,	, Gymn	ymnasium, 2. OG, Raum	205, Fenster auf	0,002	< 0,001	-	6,081	< 0,001	0,358	15,17	0,002	< 0,001				4,757	24,83	
7 Harpenfeld: Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters  0,011 < 0,001  1,296  0,124  0,006  0,002  1,44  0,011 < 0,001  2,587  0,294  0,006  8 Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten  0,008 < 0,001  0,326  0,114  0,015 < 0,001  0,46  0,008 < 0,001  0,639  0,227  0,015  9 Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen  0,006 < 0,001  2,235  0,001  0,001  0,001  2,27  0,006 < 0,001  4,473  0,065  0,001  10 Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen  0,002 < 0,001  0,001  0,001  0,001  0,001  0,001  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003  0,001  0,003	, Gymn	ymnasium, 2. OG, Raum	205, Fenster zu		< 0,001	1,352	0,706	< 0,001	0,045	2,10			1,932	1,534	< 0,001	0,600	4,07	
8 Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten	Gewerb	werbegebiet (Hafenbereid	ch), außen,	0,002	< 0,001	0,055	1,949	< 0,001	< 0,001	2,01	0,002	< 0,001	0,120	5,302	< 0,001	0,003	5,43	
9 Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen 0,006 < 0,001 2,235 0,032 0,001 < 0,001 2,27 0,006 < 0,001 4,473 0,065 0,001 10 Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen 0,002 < 0,001 0,001 0,001 0,001 < 0,001 0,001 0,005 0,002 < 0,001 0,002 < 0,001 0,003 11 Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel < 0,001 < 0,001 < 0,001 < 0,001 0,003 < 0,001 0,003 < 0,001 0,003    Salzburger Vorsorgewert² 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Grundpa	ndpatt 6, 2. OG, außerhall	b des Fensters	0,011	< 0,001	1,296	0,124	0,006	0,002	1,44	0,011	< 0,001	2,587	0,294	0,006	0,021	2,92	
10 Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen 0,002 < 0,001 0,001 0,001 < 0,001 < 0,001 0,005 0,002 < 0,001 0,002 < 0,001 0,002	Grundpa	ndpatt 10, außen, Garten		0,008	< 0,001	0,326	0,114	0,015	< 0,001	0,46	0,008	< 0,001	0,639	0,227	0,015	0,006	0,90	
11       Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel       < 0,001	)snabrü	abrücker Str. 232 (Bauerr	nhof), außen	0,006	< 0,001	2,235	0,032	0,001	< 0,001	2,27	0,006	< 0,001	4,473	0,065	0,001	0,003	4,55	
Salzburger Vorsorgewert <sup>2</sup> 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	ruch (V	h (Windkraftanlage), auß	en	0,002	< 0,001	0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	0,002	< 0,001	0,002	0,002	< 0,001	0,001	0,007	
	1, auße	ußen, Parkplatz Waldhot	el	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001	0,003	< 0,001		< 0,001		0,003	0,001	0,004	
				4	4	A	4	A	4		4	4	4	4	4	4		
Grenzwerr Deruren/Luxenipuru	_			-	_	_	-		I -		-	_	_	-	-	1 23,9		
		•		,		-	,				,	-	-	· -		1 -		
	_	_		-		_								-	-	95,5 10000		

<sup>&</sup>lt;sup>1)</sup> Zum Vergleich mit Grenz- und Vorsorgewerten siehe die folgenden Tabellen M2, M3 und M4 <sup>2)</sup> siehe Gutachten

## Tabelle M2: Leistungsflussdichten in den einzelnen Frequenzbereichen, ohne Sicherheitsaufschlag, angegeben als prozentualer Anteil an dem für den jeweiligen Frequenzbereich gültigen Grenzwert der 26. BImSchV

			Immissi	ionen zı	ım Mess	zeitpun	kt		hochgerechnet auf Vollauslastung							
Mess-																
punkt	Messposition Committee Park France	UKW-TV	GSM-Rail	GSM900	GSM1800	DECT	UMTS	Summe	UKW-T	/ GSM-Rail	GSM900	GSM1800	DECT	UMTS	Summe	
1	Gemeinde Bad Essen Lindenstraße 38, außen, Einfahrt Restaurant Athen	. 0.0010/	< 0,001%	0.0200/	< 0,001%	- 0 0010/	. 0.0010/	0,031%	< 0,001	)/	0.0400/	< 0,001%	- 0 0010/	. 0.0010/	0,041%	
ı	Lindenstrabe 38, auben, Einfahr Restaurant Athen	< 0,001%	< 0,001%	0,030%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	0,031%	< 0,001	70	0,040%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	0,041%	
2a	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.0G, Fenster auf	< 0.001%	< 0,001%	0,007%	0.001%	< 0,001%	0,024%	0,032%	< 0.001	% < 0,001%	0,012%	0.001%	< 0,001%	0,322%	0,335%	
2b	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster zu	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	< 0,001%		< 0,001%		0,017%	0,021%	,	< 0,001%			< 0,001%	· ·	0,236%	
3a	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster auf	< 0,001%	< 0,001%	0,118%	0,002%	0,003%	< 0,001%	0,123%	< 0,001	% < 0,001%	0,237%	0,007%		< 0,001%	0,247%	
3b	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster zu		< 0,001%	0,057%	0,002%	0,002%		0,060%		< 0,001%		0,005%	0,002%		0,120%	
3c	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Bettber., F. zu		< 0,001%	0,028%	0,001%	0,001%		0,030%		< 0,001%	0,058%	0,002%	0,001%		0,062%	
		0.65.65	0.05.00	0.0555	0.0			0.05.50			0.65.55	0.0155	0.05161	0.02-21	0.0===	
4a	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf	< 0,001%	< 0,001%	0,003%		< 0,001%	0,002%	0,032%	< 0,001	% < 0,001%	· ·	1	< 0,001%		0,072%	
4b	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu		< 0,001%	0,002%	0,010%	< 0,001%	< 0,001%	0,012%			0,002%	0,016%	< 0,001%	0,004%	0,024%	
F.0	Cabulallas 20 Commonium 2 OC Davin 205 Famatan auf	. 0 0010/	. 0.0010/	0.1000/	0.0770/	< 0,001%	0.0040/	0.2500/	. 0.001	0/ . 0 0010/	0.2120/	0.1120/	. 0.0010/	0.0400/	0,373%	
5a	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster auf	< 0,001%	< 0,001% < 0,001%	0,189% 0,029%		< 0,001% < 0,001%	0,004%	0,259% 0,037%	< 0,001	% < 0,001%	0,212% 0,042%	1	< 0,001% < 0,001%			
5b	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu		< 0,001%	0,029%	0,008%	< 0,001%	< 0,001%	0,037%			0,042%	0,017%	< 0,001%	0,000%	0,065%	
6	Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen,	< 0.001%	< 0,001%	0,001%	0.021%	< 0,001%	< 0.001%	0,023%	< 0.001	% < 0,001%	0,003%	0.058%	< 0,001%	< 0.001%	0,061%	
	weiliendon. Geweibegebiet (Halenbereien), auben,	V 0,00170	< 0,00170	0,00170	0,02170	< 0,00170	V 0,00170	0,02370	< 0,001	70 < 0,00170	0,00370	0,00070	0,00170	< 0,00170	0,00170	
7	Harpenfeld: Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters	0,001%	< 0,001%	0,028%	0,001%	< 0,001%	< 0,001%	0,030%	0,001	% < 0,001%	0,056%	0,003%	< 0,001%	< 0,001%	0,060%	
			-			<del>`</del>										
8	Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten	< 0,001%	< 0,001%	0,007%	0,001%	< 0,001%	< 0,001%	0,009%	< 0,001	% < 0,001%	0,014%	0,002%	< 0,001%	< 0,001%	0,017%	
9	Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen	< 0,001%	< 0,001%	0,048%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	0,049%	< 0,001	% < 0,001%	0,097%	0,001%	< 0,001%	< 0,001%	0,098%	
10	Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001	% < 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	
11	Dergotro Co. F.1. au Con. Dorkaletz Woldhotel	< 0,001%		. 0 0010/	. 0.0010/	- 0.0010/	. 0 0010/	- 0.0010/	< 0,001	)/	< 0,001%		. 0.0010/	. 0.0010/	. 0.0010/	
11	Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel	< 0,001%		< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	< 0,001	70	< 0,001%		< 0,001%	< 0,001%	< 0,001%	
	<u> </u>	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²		mW/m	2 mW/m <sup>2</sup>	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²		
Gren	zwert 26. BlmSchV	2000	4600	4625	9100	9400	10000		2000		4625	9100	9400	10000		
2101	LITOI LO. DIIIIOOIIY	2000	7000	7023	3100	J-00	10000		2000	7000	7023	3100	3700	10000		

# Tabelle M3: Leistungsflussdichten in den einzelnen Frequenzbereichen, ohne Sicherheitsaufschlag, angegeben als prozentualer Anteil an dem für den jeweiligen Frequenzbereich gültigen Schweizer Anlagen-Grenzwert

		Immissionen zum Messzeitpunkt								hochgerechnet auf Vollauslastung						
Mess-																
punkt	Messposition Messposition	UKW-TV	GSM-Rail	GSM900	GSM1800	DECT	UMTS	Summe	UKW-TV	GSM-Rail	GSM900	GSM1800	DECT	UMTS	Summe	
	Gemeinde Bad Essen	0.010/	0.010/	2.200/	0.000/	0.040/	0.010/	2.40/	0.010/		4.0.40/	0.020/	0.040/	0.010/	4.40/	
I	Lindenstraße 38, außen, Einfahrt Restaurant Athen	0,01%	< 0,01%	3,30%	0,02%	0,04%	< 0,01%	3,4%	0,01%		4,34%	0,03%	0,04%	0,01%	4,4%	
2a	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster auf	0.02%	< 0,01%	0,81%	0.05%	< 0,01%	2,53%	3,4%	0,02%	< 0,01%	1,32%	0.10%	< 0,01%	33,67%	35,1%	
2b	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster zu	-,	< 0,01%	-	0,05%	-	1,81%	2,2%	-,	< 0,01%		0,09%	-			
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			,		,	,			,	,	,	,			
3a	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster auf	0,02%	< 0,01%	12,86%	0,23%	0,25%	< 0,01%	13,4%	0,02%	< 0,01%	25,84%	0,63%	0,25%	< 0,01%	26,7%	
3b	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster zu		< 0,01%	-	0,15%	0,19%		6,5%		< 0,01%	-	0,52%	0,19%		12,9%	
3c	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Bettber., F. zu		< 0,01%	3,08%	0,07%	0,10%		3,3%		< 0,01%	6,32%	0,23%	0,10%		6,7%	
4a	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf	0,02%	< 0,01%	0,33%	2,57%	0,01%	0,20%	3,1%	0,02%	< 0,01%	-	4,00%	0,01%	2,60%		
4b	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu		< 0,01%	0,16%	0,93%	0,05%	0,03%	1,2%			0,25%	1,56%	0,05%	0,46%	2,3%	
		0.040/	0.040/	00 5 40/	, 070/	0.040/	0.070/	07.00/	0.040/	0.040/	00.000/	40.740/	0.040/	4.000/	00.004	
5a	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster auf	0,01%	< 0,01%	-		< 0,01%	0,37%		0,01%	< 0,01%	-		< 0,01%	4,98%		
5b	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu		< 0,01%	3,18%	0,74%	< 0,01%	0,05%	4,0%			4,55%	1,61%	< 0,01%	0,63%	6,8%	
6	Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen,	0.01%	< 0,01%	0,13%	2,04%	< 0,01%	< 0.01%	2,2%	0.01%	< 0,01%	0,28%	5,55%	< 0,01%	< 0,01%	5,8%	
0	Wellielluoli. Geweibegebiet (Halelibereich), auben,	0,0170	< 0,0170	0,1370	2,0470	< 0,0170	< 0,0170	2,270	0,0170	< 0,0170	0,2070	3,3370	< 0,0170	< 0,0170	3,070	
7	Harpenfeld: Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters	0.05%	< 0,01%	3,05%	0,13%	0.01%	< 0,01%	3,2%	0.05%	< 0,01%	6,09%	0,31%	0,01%	0,02%	6,5%	
			-,	5,000	57.5.5	5,5115	5,5115	-7		3,5115	5,0110	-7	-,	-,		
8	Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten	0,03%	< 0,01%	0,77%	0,12%	0,02%	< 0,01%	0,9%	0,03%	< 0,01%	1,50%	0,24%	0,02%	0,01%	1,8%	
9	Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen	0,02%	< 0,01%	5,26%	0,03%	< 0,01%	< 0,01%	5,3%	0,02%	< 0,01%	10,53%	0,07%	< 0,01%	< 0,01%	10,6%	
10	Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen	0,01%	< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%	0,01%	0,01%	< 0,01%	0,01%	< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%	0,02%	
		0.040/		0.040/	0.040/	0.040/	0.040/	0.010/	0.040/		0.040/		0.040/	0.040/	0.010/	
11	Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel	< 0,01%		< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%		< 0,01%		< 0,01%	< 0,01%	< 0,01%	
		mW/m²	m\\\//m?	m\\\//m2	mW/m²	m\\//m2	mW/m²		mW/m²	m\\\//m2	m\\\//m2	mW/m²	m\\///m2	mW/m²		
Cohura	O-h		mW/m²	mW/m²			95,5			mW/m²						
Schwe	Schweizer Anlagengrenzwert		42,5	42,5	95,5	95,5	95,5		23,9	42,5	42,5	95,5	95,5	95,5		

Tabelle M4: Leistungsflussdichten in den einzelnen Frequenzbereichen, ohne Sicherheitsaufschlag, angegeben als prozentualer Anteil des Salzburger Vorsorgewertes von 1 mW/m² 2)

			Immiss	sionen :	zum Me	esszeitp	ounkt		hochgerechnet auf Vollauslastung								
Mess-																	
punkt	Messposition	UKW-TV	GSM-Rail	GSM900	GSM1800	DECT	UMTS	Summe	UKW-TV	GSM-Rail	GSM900	GSM1800	DECT	UMTS	Summe		
	Gemeinde Bad Essen																
1	Lindenstraße 38, außen, Einfahrt Restaurant Athen	0,2%	< 0,1%	140%	2,0%	3,7%	0,1%	146%	0,2%		184%	3,3%	3,7%	0,9%	193%		
2a	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster auf	0,5%			5,0%		241,7%	282%	0,5%	< 0,1%	56%	9,4%	0,3%	3216%	3282%		
2b	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster zu		< 0,1%	17%	4,5%	0,3%	172,4%	194%		< 0,1%	28%	8,5%	0,3%	2294%	2331%		
3a	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster auf	0,4%						593%	0,4%	< 0,1%		60%	23,6%	0,1%			
3b	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster zu		< 0,1%			18,0%		296%		< 0,1%	520%	49%	18,0%		587%		
3c	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Bettber., F. zu		< 0,1%	131%	7,1%	9,3%		147%		< 0,1%	269%	22%	9,3%		300%		
4a	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf	0,5%			245%	0,8%		279%	0,5%	< 0,1%	20%	382%	0,8%	248%	652%		
4b	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu		< 0,1%	7%	89%	4,4%	3,3%	104%			11%	149%	4,4%	44%	209%		
5a	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster auf	0,2%							0,2%	< 0,1%		1026%	< 0,1%	476%			
5b	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu		< 0,1%	135%	71%	< 0,1%	4,5%	210%			193%	153%	< 0,1%	60%	407%		
6	Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen,	0,2%	< 0,1%	5%	195%	< 0,1%	< 0,1%	201%	0,2%	< 0,1%	12%	530%	< 0,1%	0,3%	543%		
7	Harpenfeld: Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters	1,1%	< 0,1%	130%	12%	0,6%	0,2%	144%	1,1%	< 0,1%	259%	29%	0,6%	2,1%	292%		
8	Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten	0,8%	< 0,1%	33%	11%	1,5%	< 0,1%	46%	0,8%	< 0,1%	64%	23%	1,5%	0,6%	90%		
9	Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen	0,6%	< 0,1%	223%	3,2%	0,1%	< 0,1%	227%	0,6%	< 0,1%	447%	6,5%	0,1%	0,3%	455%		
10	Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen	0,2%	< 0,1%	0,1%	0,1%	< 0,1%	< 0,1%	0,5%	0,2%	< 0,1%	0,2%	0,2%	< 0,1%	0,1%	0,7%		
11	Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel	< 0,1%	< 0,1%	< 0,1%	< 0,1%	0,3%	< 0,1%	0,3%	< 0,1%		< 0,1%		0,3%	0,1%	0,4%		
		mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²		mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²			
Salzb	urger Vorsorgewert <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1			

<sup>2)</sup> siehe Gutachten

Tabelle M5: Leistungsflussdichten in den einzelnen Mobilfunknetzen (Immissionen zum Messzeitpunkt, ohne Sicherheitsaufschlag)

			GSM-9	ze			GSM-1	1800-Ne	etze		UMTS-Netze					
Mess-			Vodafone		02	Summe	T-Mobile			02	Summe		Vodafone		02	Summe
punkt	Messposition	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²
	Gemeinde Bad Essen															
1	Lindenstraße 38, außen, Einfahrt Restaurant Athen	0,025	1,372	0,001	0,004	1,402	< 0,001	< 0,001	0,002	0,018	0,020	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
2a	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster auf	0,216	0,102	0,027	0,001	0,346	< 0,001	< 0,001	0,032	0,018		-	< 0,001	< 0,001		2,417
2b	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster zu	0,087	0,060	0,018	0,001	0,166	< 0,001	< 0,001	0,033	0,012	0,045	1,724	< 0,001	< 0,001	< 0,001	1,724
3a	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster auf	0,413		5,054		5,467	< 0,001	< 0,001		0,223		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
3b	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster zu	0,264	< 0,001	2,371	-	2,636	< 0,001	< 0,001	-	0,143						
3c	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Bettber., F. zu	0,137	< 0,001	1,171	< 0,001	1,309	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,070	0,071					
4a	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf	0,009	0,018		0,070	0,141	< 0,001	< 0,001	0,087	2,365			< 0,001	< 0,001		0,186
4b	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu	0,008	0,017	0,028	0,017	0,070	< 0,001	< 0,001	0,092	0,800	0,893	0,033	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,033
5a	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster auf	0,460	0,010		8,190	8,728	< 0,001	< 0,001	0,033	6,048		0,357		< 0,001		0,358
5b	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu	0,078	0,026	0,023	1,225	1,352	< 0,001	< 0,001	0,009	0,697	0,706	0,045	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,045
6	Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen,	0,035	0,003	0,016	0,001	0,055	< 0,001	< 0,001	0,102	1,846	1,949	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
7	Harpenfeld: Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters	0,002	0,007	1,284	0,003	1,296	< 0,001	< 0,001	0,093	0,031	0,124	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002
8	Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten	< 0,001	0,018	0,305	0,002	0,326	< 0,001	< 0,001	0,109	0,005	0,114	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
9	Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen	0,003	0,003	2,226	0,002	2,235	< 0,001	< 0,001	0,029	0,004	0,032	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
10	Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
11	Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Salzbı	urger Vorsorgewert <sup>2</sup>					1					1					1
	wert Belgien/Luxemburg					23,9					23,9					23,9
	eizer Anlagengrenzwert					42,5					95,5					95,5
	wert 26. BlmSchV					4625					9100					10000
GIEIIZ	WEIL ZO. DINIOCHY					4023					3100		l	J		10000

<sup>2)</sup> siehe Gutachten

Tabelle M6: Leistungsflussdichten in den einzelnen Mobilfunknetzen (hochgerechnet auf Vollauslastung, ohne Sicherheitsaufschlag)

			GSM-9	900-Net	ze			GSM-1	1800-Ne	etze		UMTS-Netze				
Mess-		T-Mobile	Vodafone		02	Summe	T-Mobile	Vodafone	E-Plus	02	Summe	T-Mobile	Vodafone		02	Summe
punkt	Messposition	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²	mW/m²
	Gemeinde Bad Essen															
1	Lindenstraße 38, außen, Einfahrt Restaurant Athen	0,058	1,780	0,003	0,004	1,845			0,003	0,030	0,033	0,008	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,009
2a	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.OG, Fenster auf	0,383	0,125	0,054	0,001	0,563			0,064	0,030	0,094	32,156	< 0,001	< 0,001	< 0,001	32,157
2b	Auf der Breede 6, Kinderparadies, 1. / 2.0G, Fenster zu	0,171	0,074	0,036	0,001	0,282			0,066	0,019	0,085	22,940		< 0,001	< 0,001	22,941
3a	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster auf	0,872	0,001	10,107	< 0,001	10,981			0,001	0,601	0,602	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
3b	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Fenster au	0,872	0,001	4,741		5,199			0,001	0,492	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
3c	Rabber: Schlömannstr. 6, 1. OG, Schlafz., Bettber., F. zu	0,437		2,343		2,687			0,001	0,472	0,473					
4-	L	0.017	0.007	0.000	0.071	0.204			0.170	2.750	2.022	2.470	0.001	0.001	0.001	2.470
4a	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster auf	0,016	-	0,089	0,071	0,204			0,173	3,650	3,823	2,478		< 0,001		2,479
4b	Lindenstraße 41, Rathaus, 2. OG, R. 1.13, Fenster zu	0,014	0,020	0,056	0,018	0,107			0,184	1,310	1,494	0,442	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,443
5a	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster auf	1,245	0,019	0,136	8,412	9,812			0,065	10,193	10,258	4,756	< 0,001	< 0,001	< 0,001	4,757
5b	Schulallee 30, Gymnasium, 2. OG, Raum 205, Fenster zu	0,238	0,035	0,046	1,614	1,932			0,017	1,517	1,534	0,599	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,600
6	Wehrendorf: Gewerbegebiet (Hafenbereich), außen,	0,082	0,004	0,033	0,001	0,120			0,202	5,100	5,302	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003
7	Harpenfeld: Grundpatt 6, 2. OG, außerhalb des Fensters	0,003	0,009	2,568	0,007	2,587			0,184	0,110	0,294	0,021	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,021
8	Harpenfeld: Grundpatt 10, außen, Garten	0,001	0,023	0,610	0,005	0,639			0,217	0,010	0,227	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,006
9	Harpenfeld: Osnabrücker Str. 232 (Bauernhof), außen	0,009	0,008	4,452	0,004	4,473			0,055	0,010	0,065	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003
10	Am Wimmerbruch (Windkraftanlage), außen	0,001	0,001	< 0,001	0,001	0,002			0,001	0,001	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
11	Bergstraße 51, außen, Parkplatz Waldhotel	< 0,001		< 0,001	< 0,001	< 0,001						< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
	Salzburger Vorsorgewert <sup>2</sup>					1					1					1
Grenz	wert Belgien/Luxemburg					23,9					23,9					23,9
	eizer Anlagengrenzwert					42,5					95,5					95,5
Grenz	wert 26. BlmSchV					4625					9100					10000

<sup>2)</sup> siehe Gutachten

 $\label{lem:continuity} \textbf{Fachinstitut f\"{u}r} \ \textbf{EMVU} \quad \textbf{www.EMF-Institut.de}$ 

Siebengebirgsallee 60, 50939 Köln, Tel.: 0221/94159-77, Fax: -76 info@EMF-Institut.de

**TEIL V** 

## Kartenteil

#### 15 Karten der Immissionsberechnungen

Die Immissionsberechnungen wurden durchgeführt entsprechend dem in Kapitel 10.2, S. 89 dargestellten Berechnungsverfahren.

### **Kartenverzeichnis**

Karte 1:	Lageplan Gemeinde Bad Essen: Gesamtgebiet	126
Karte 2:	Lageplan Gemeinde Bad Essen: Hauptort Bad Essen	127
Karte 3:	Lageplan Gemeinde Bad Essen: Ortsteil Rabber	128
Karte 4:	Lageplan Gemeinde Bad Essen: Nordöstliches Gemeindegebiet	129
Karte 5:	Lageplan Gemeinde Bad Essen: Gewerbegebiet Wehrendorf	130
Karte 6:	Versorgungssituation im vorhandenen GSM-Netz der Firma E-plus	131
Karte 7:	Versorgungssituation im vorhandenen GSM-Netz der Firma O <sub>2</sub>	
Karte 8:	Versorgungssituation im vorhandenen GSM-Netz der Firma Telekom	133
Karte 9:	Versorgungssituation im vorhandenen GSM-Netz der Firma Vodafone	
Karte 10:	Versorgungssituation im vorhandenen UMTS-Netz der Firma E-plus	
Karte 11:	Versorgungssituation im vorhandenen UMTS-Netz der Firma O <sub>2</sub>	
Karte 12:	Versorgungssituation im vorhandenen UMTS-Netz der Firma Telekom	
Karte 13:	Versorgungssituation im vorhandenen UMTS-Netz der Firma Vodafone	138
Karte 14:	Immissionsanalyse Gesamtgebiet Gemeinde Bad Essen in 4,75 m Höhe über Boden	139
Karte 15:	Bad Essen: BS01, BS02, BS03, BS09, BS10, BS12: Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	140
Karte 16:	Bad Essen: BS01, BS02, BS03, BS09, BS10, BS12: Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden	141
Karte 17:	Bad Essen: BS01 Schledehauser Str.5 (Telekom UMTS) Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	142
Karte 18:	Bad Essen: BS01 Schledehauser Str.5 (Telekom UMTS) Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden	143
Karte 19:	Bad Essen: BS02 Kirchplatz (Telekom GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	144
Karte 20:	Bad Essen: BS02 Kirchplatz (Telekom GSM), Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden	145
Karte 21:	Bad Essen: BS03 Rathaus (Vodafone GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	146
Karte 22:	Bad Essen: BS03 Rathaus (Vodafone GSM), Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden	147
Karte 23:	Essener Berg: BS04 (Telekom GSM, Vodafone GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	148
Karte 24:	Bad Essen: BS05 Aussichtsturm Empter Weg (Telekom GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	149
Karte 25:	Büscherheide: BS07 Eininghausen (Telekom GSM, Vodafone GSM, E-Plus GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	150
Karte 26:	Dahlinghausen: BS08a Windkraftanlage (E-Plus GSM900 + GSM1800), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	151
Karte 27:	Dahlinghausen: BS08b Windkraftanlage (Telekom GSM, O2 GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	152
Karte 28:	Dahlinghausen: BS08a, BS08b Windkraftanlagen Preußisch Oldendorf, Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	153
Karte 29:	Bad Essen: BS09 Silogebäude (Telekom UMTS, Vodafone UMTS, O2 GSM+UMTS), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	154

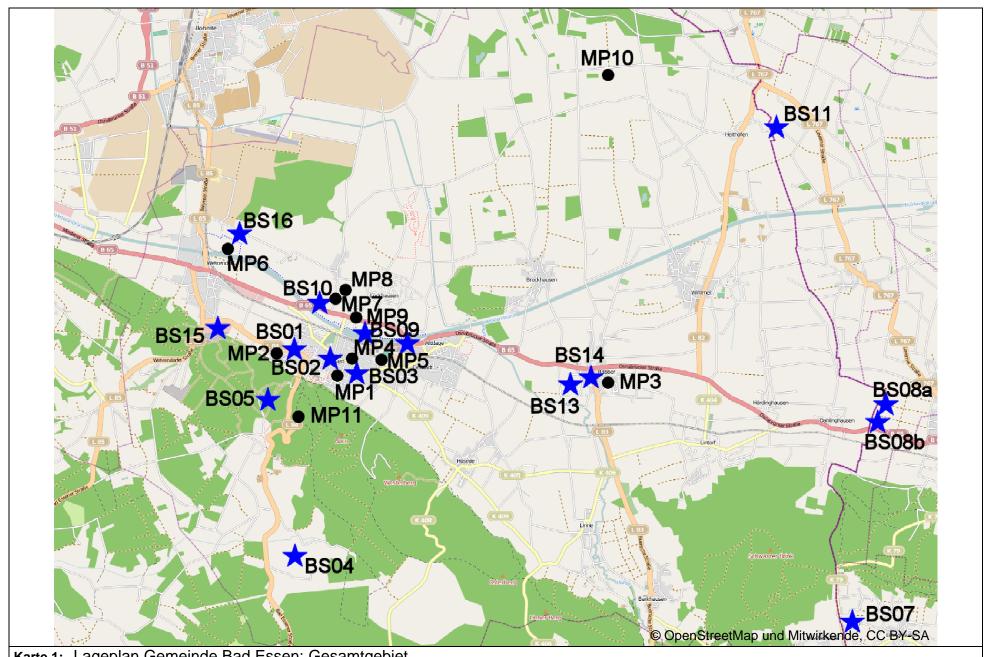
Karte 30:	Bad Essen: BS09 Silogebäude (Telekom UMTS, Vodafone UMTS, O2 GSM+UMTS), Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden	155
Karte 31:	Bad Essen: BS09 Silogebäude (Telekom UMTS, O2 GSM-900 und GSM-1800) Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	
Karte 32:	Bad Essen: BS09 Silogebäude (Telekom UMTS, O2 GSM-900 und GSM-1800), Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden	
Karte 33:	Bad Essen: BS10 Harpenfeld Solequelle (E-Plus GSM900+GSM1800),	158
Karte 34:	Bad Essen: BS10 Harpenfeld Solequelle (E-Plus GSM900+GSM1800), Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden	159
Karte 35:	Heithöfen: BS11 Preußisch Oldendorf, Langenhorstweg 2 (O2 GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	160
Karte 36:	Bad Essen: BS12 Lockhausen Wasserturm (Telekom GSM+UMTS), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	161
Karte 37:	Bad Essen: BS12 Lockhausen Wasserturm (Telekom GSM+UMTS), Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden	162
Karte 38:	Rabber: BS13 DBP-Mast Am Friedhof (Telekom GSM, E-Plus GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	
Karte 39:	Rabber: BS14 Kirchturm (O2 GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	
Karte 40:	Rabber: BS13, BS14: Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	165
Karte 41:	Wehrendorf: BS10 Solequelle (E-Plus GSM900+GSM1800), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	166
Karte 42:	Wehrendorf: BS15 Schornstein Argelith (Telekom GSM), Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	167
Karte 43:		168
Karte 44:		169
Karte 45:		170
Karte 46:	Wehrendorf: BS10, BS15, BS16 (BS16: $O_2$ GSM und UMTS): Immissionen in 4,75 m Höhe über Boden	
Karte 47:	Lageplan der Standortvorschläge zur GSM-Versorgung	172
Karte 48:	GSM-Versorgung Standortvorschlag V05, Fernmeldeturm Empter Weg, Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	173
Karte 49:	GSM-Versorgung Standortvorschlag V-A: Wiehenhorst, Jugendbegegnungsstätte, Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	174
Karte 50:	GSM-Versorgung Standortvorschlag V-B: Waldstück zwischen Linne und Lintorf (Mastneubau), Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	175
Karte 51:	GSM-Versorgung Standortvorschlag V-C: Mittellandkanal östliche Gemeindegrenze (Mastneubau), Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	176
Karte 52:	GSM-Versorgung Standortvorschlag V-D: Windkraftanlage Rabberbruch, Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	177
Karte 53:	GSM-Versorgung Variante 1 (Standortvorschläge V05, V-A, V-B, V-C), Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	178
Karte 54:	GSM-Versorgung Variante 2 (Standortvorschläge V05, V-A, V-B, V-D), Immissionssituation für 7,50 m Höhe über Boden	179
Karte 55:	GSM-Versorgung Variante 1 (Standortvorschläge V05, V-A, V-B, V-C), Versorgungssituation	180
Karte 56:	GSM-Versorgung Variante 2 (Standortvorschläge V05, V-A, V-B, V-D), Versorgungssituation	181
Karte 57:	GSM-Netz E-Plus, Versorgungsgebiet BS10 Solequelle Harpenfeld	

Siebengebirgsallee 60, 50939 Köln, Tel.: 0221/94159-77, Fax: -76 info@EMF-Institut.de

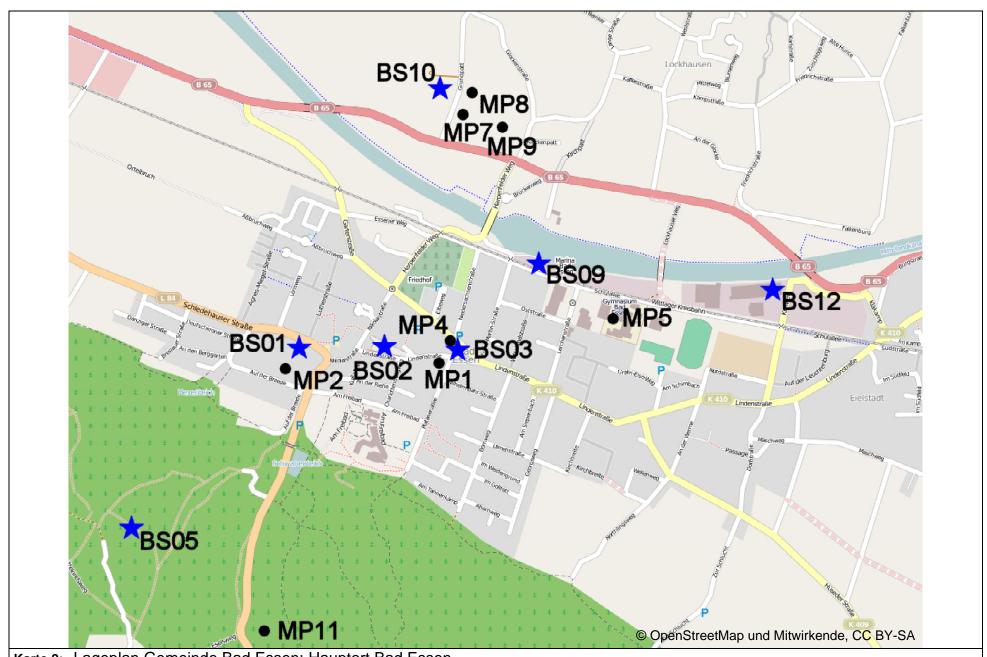
Karte 58:	GSM-Netz E-Plus, Versorgungsgebiet Standortvorschlag V-G, NDR-Mast	183
Karte 59:	GSM-Netz E-Plus, Versorgungsgebiet gesamt mit BS10 Solequelle Harpenfeld	184
Karte 60:	GSM-Netz E-Plus, Versorgungsgebiet gesamt mit Standortvorschlag V-G, NDR-Mast	185
Karte 61:	,	186
Karte 62:	GSM-Netz E-Plus, Immissionssituation Standortvorschlag V-G in 7,50 m Höhe über Boden	187
Karte 63:	UMTS-Versorgung Lageplan Standortvorschläge	188
Karte 64:	UMTS-Versorgung Standortvorschlag V09: Silogebäude, Hafenstraße, Immissionssituation in 7,50 m über Boden	189
Karte 65:	UMTS-Versorgung Standortvorschlag V15: Argelith-Kamin, Wehrendorf, Immissionssituation in 7,50 m über Boden	190
Karte 66:	UMTS-Versorgung Standortvorschlag V-E: zwischen Wittlage, Hüsede, Rabber (Mastneubau), Immissionssituation in 7,50 m über Boden	191
Karte 67:	UMTS-Versorgung Standortvorschlag V-F: Hochspannungsfreileitung,	192
Karte 68:	UMTS-Versorgung Standortvorschlag V-D: Windkraftanlage Rabberbruch, Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	193
Karte 69:	UMTS-Versorgung Standortvorschlag V04: Essenerberg, Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	194
Karte 70:	UMTS-Versorgung Standortvorschlag V05: Fernmeldeturm Empter Weg, Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden	195
Karte 71:	UMTS-Versorgung, Immissionssituation gesamt in 7,50 m Höhe über Boden	196
Karte 72:	UMTS-Versorgung, Versorgungssituation gesamt	197
Karte 73:	<b>Zum Vergleich:</b> Versorgungssituation vorhandenes Telekom UMTS-Netz (derzeit bestausgebautes UMTS-Netz in Bad Essen)	198
Karte 74:	Lageplan aller Standortvorschläge für GSM und UMTS (rot), Standorte auf östlichem NRW-Nachbargebiet (blau)	199
	÷ · · · ·	

### Farblegende zu den Karten der Versorgungsanalyse

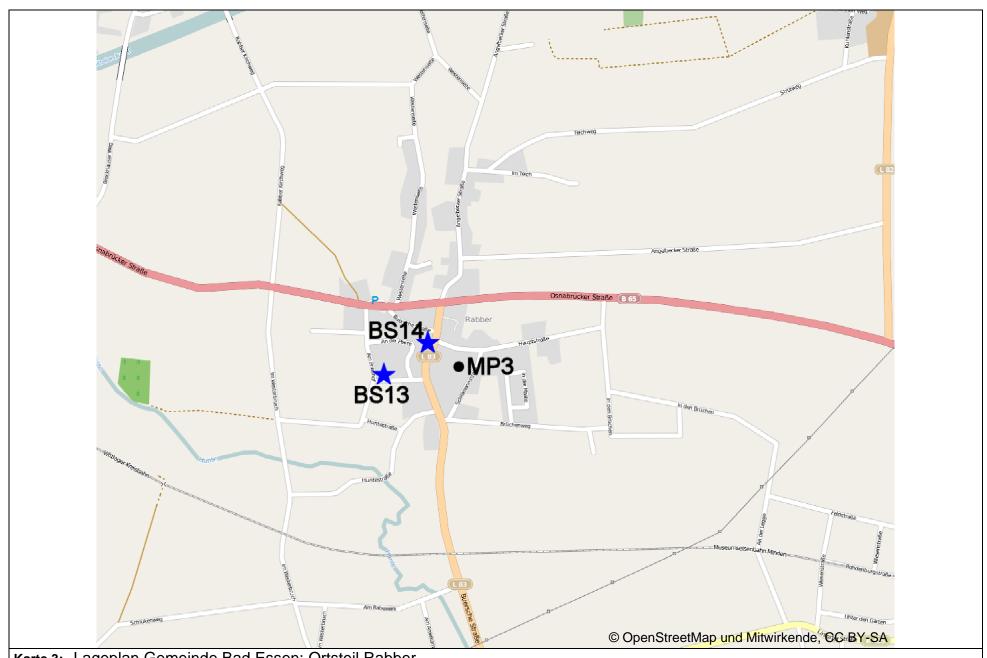
		Farbe	Versorgungsqualität
Leistun (dB	gspegel m)	weiß	Versorgung ist nicht ausgeschlossen kann aber durch das Berechnungsverfahren nicht sicherge- stellt werden
<-66,0	-60,0	hellgelb	Versorgung außerhalb von Gebäuden bei günstigen Funkbedingungen
-60,0	-54,0	gelb- orange	Versorgung außerhalb von Gebäuden
-54,0	-48,0	grün	Versorgung innerhalb von Gebäuden bei vorstädtischen und ländlichen Siedlungsstrukturen
-48,0	-42,0	hellblau	Versorgung innerhalb von Gebäuden bei dichter Bebauung bei normaler städtischer Besiedlung
-42,0	>-36,0	blau	Versorgung innerhalb von Gebäuden bei dichter Bebauung im großstädtischen Bereich



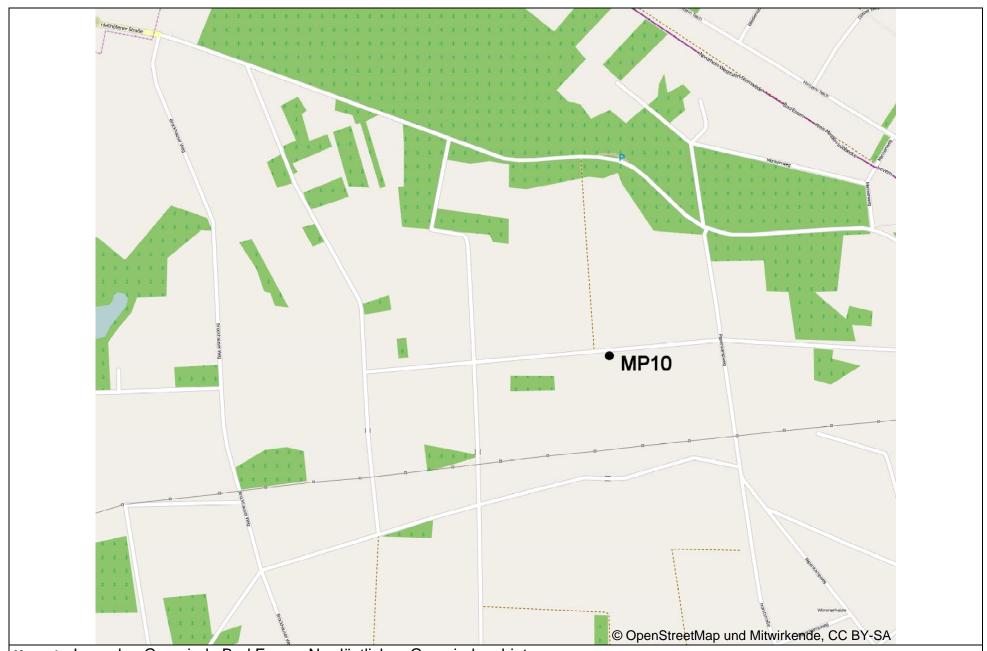
Karte 1: Lageplan Gemeinde Bad Essen: Gesamtgebiet Standorte der Mobilfunkbasisstationen (BS, blaue Sterne), Lage der Messpunkte (MP, schwarze Punkte)



Karte 2: Lageplan Gemeinde Bad Essen: Hauptort Bad Essen Standorte der Mobilfunkbasisstationen BS (blaue Sterne), Lage der Messpunkte MP (schwarze Punkte)

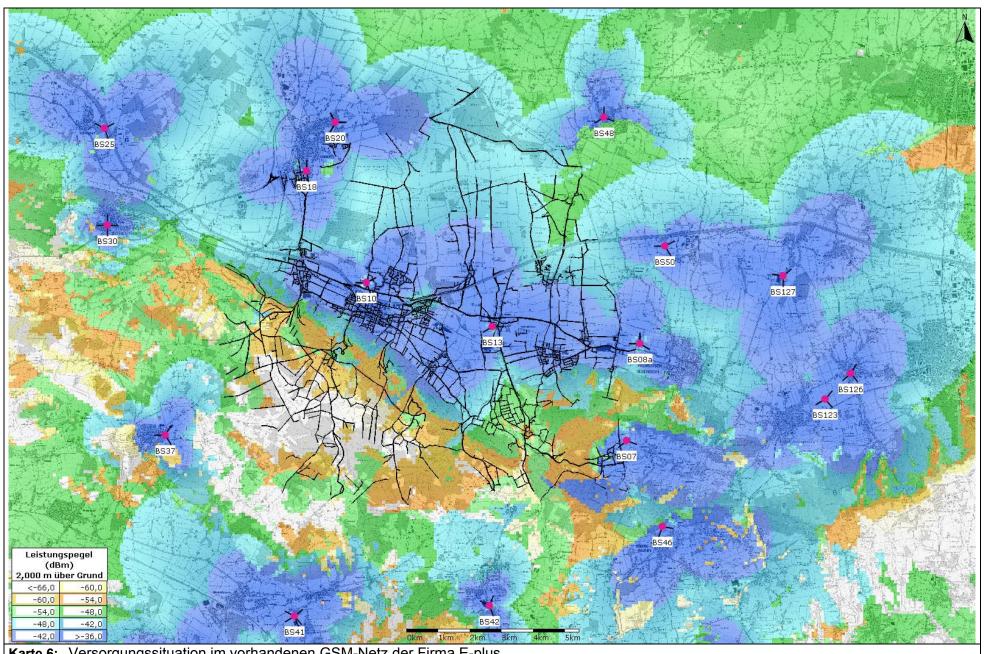


Karte 3: Lageplan Gemeinde Bad Essen: Ortsteil Rabber Standorte der Mobilfunkbasisstationen (BS, blaue Sterne), Lage der Messpunkte (MP, schwarze Punkte)

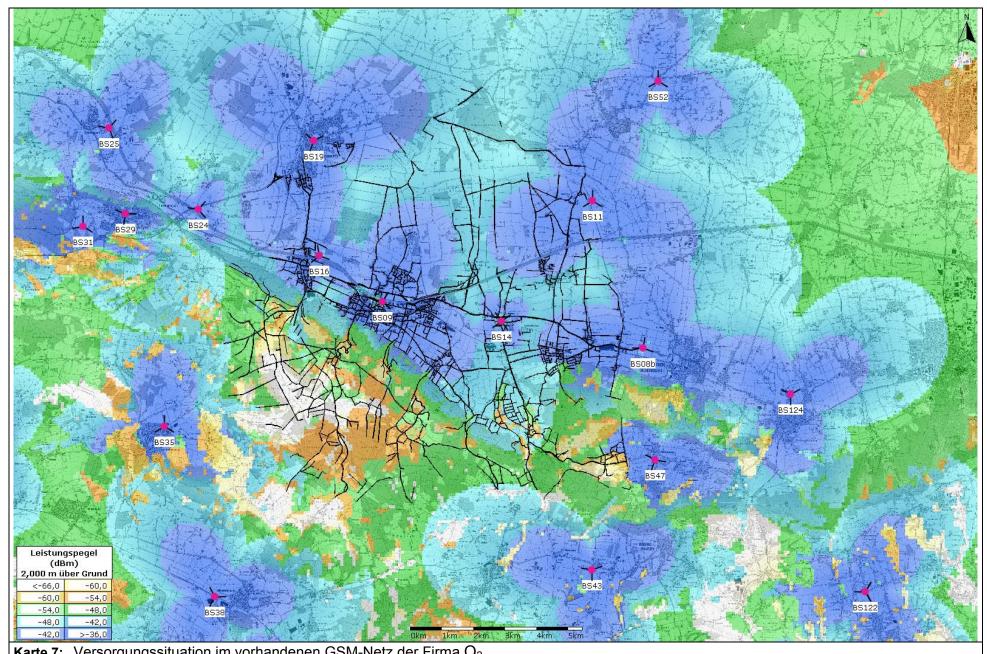


Karte 4: Lageplan Gemeinde Bad Essen: Nordöstliches Gemeindegebiet Standorte der Mobilfunkbasisstationen (BS, blaue Sterne), Lage der Messpunkte (MP, schwarze Punkte)

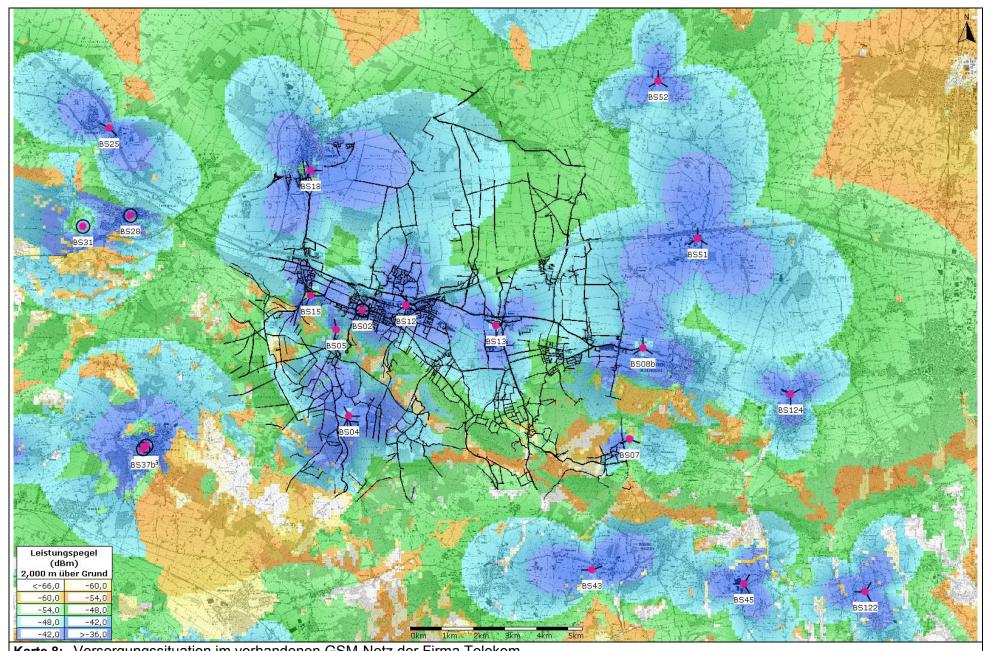




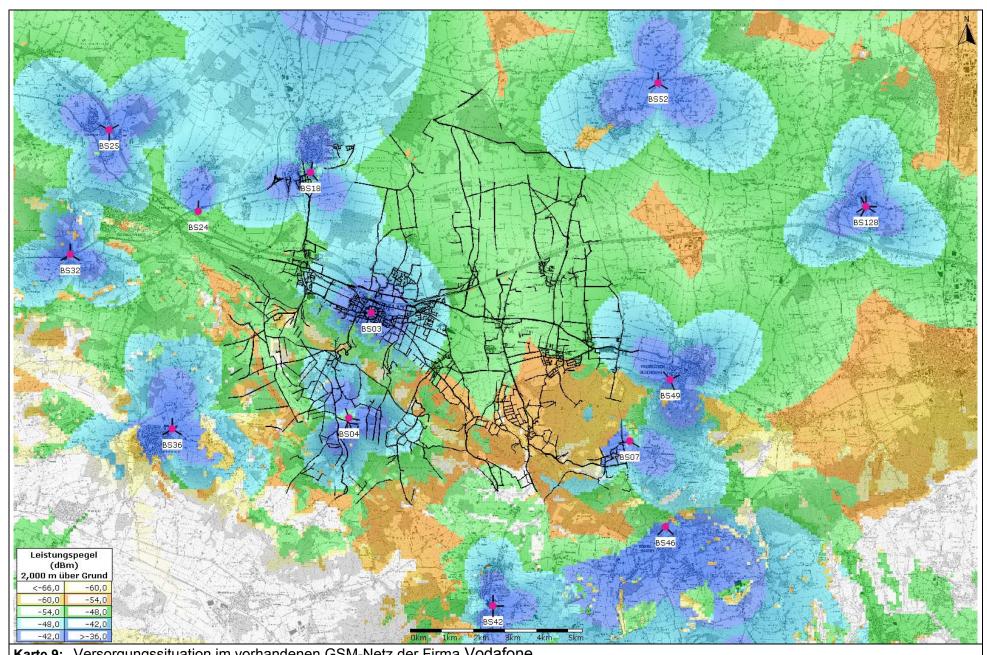
Karte 6: Versorgungssituation im vorhandenen GSM-Netz der Firma E-plus (Farblegende siehe S. 125)



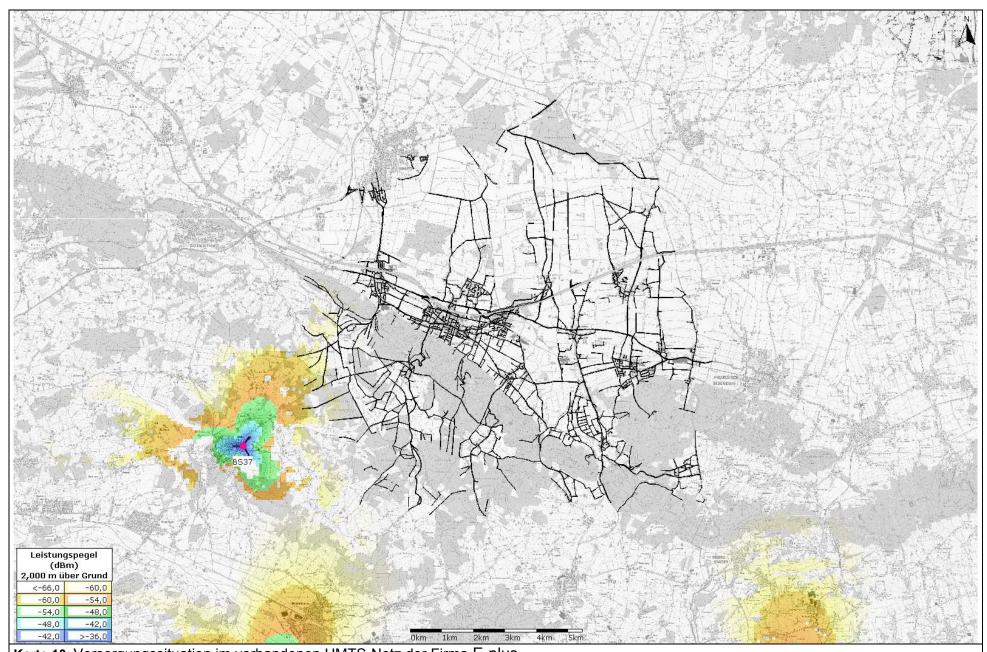
**Karte 7:** Versorgungssituation im vorhandenen GSM-Netz der Firma O<sub>2</sub> (Farblegende siehe S. 125)



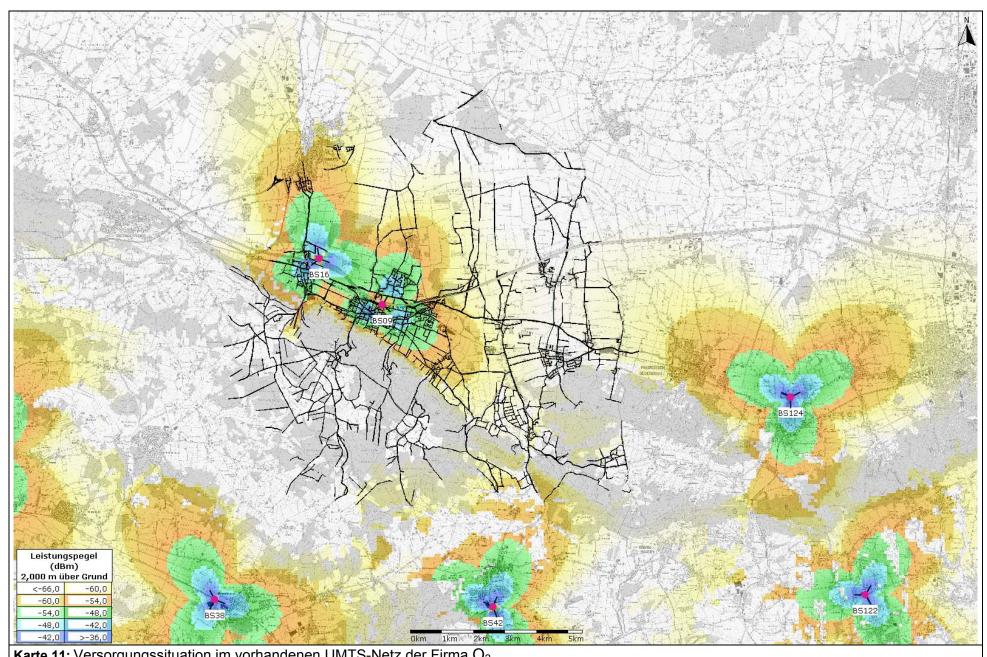
Karte 8: Versorgungssituation im vorhandenen GSM-Netz der Firma Telekom (Farblegende siehe S. 125)



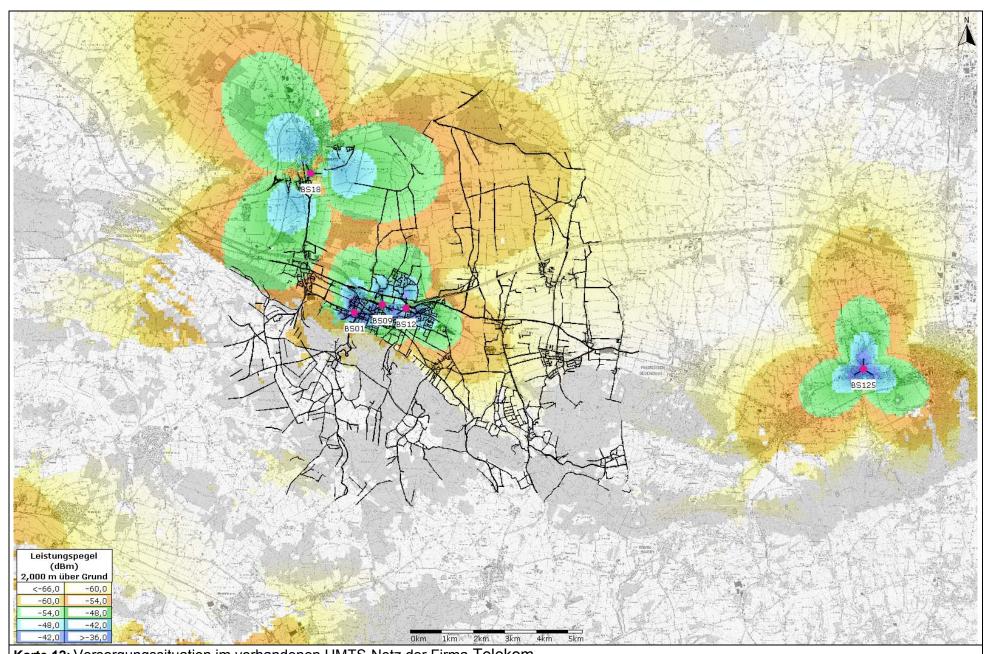
**Karte 9:** Versorgungssituation im vorhandenen GSM-Netz der Firma Vodafone (Farblegende siehe S. 125)



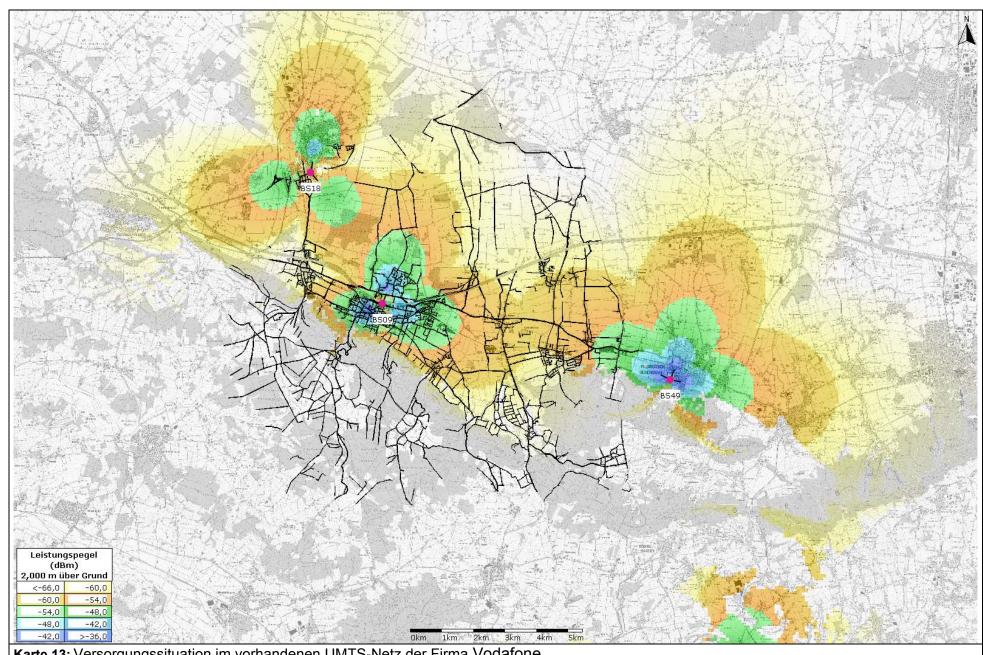
Karte 10: Versorgungssituation im vorhandenen UMTS-Netz der Firma E-plus (Farblegende siehe S. 125)



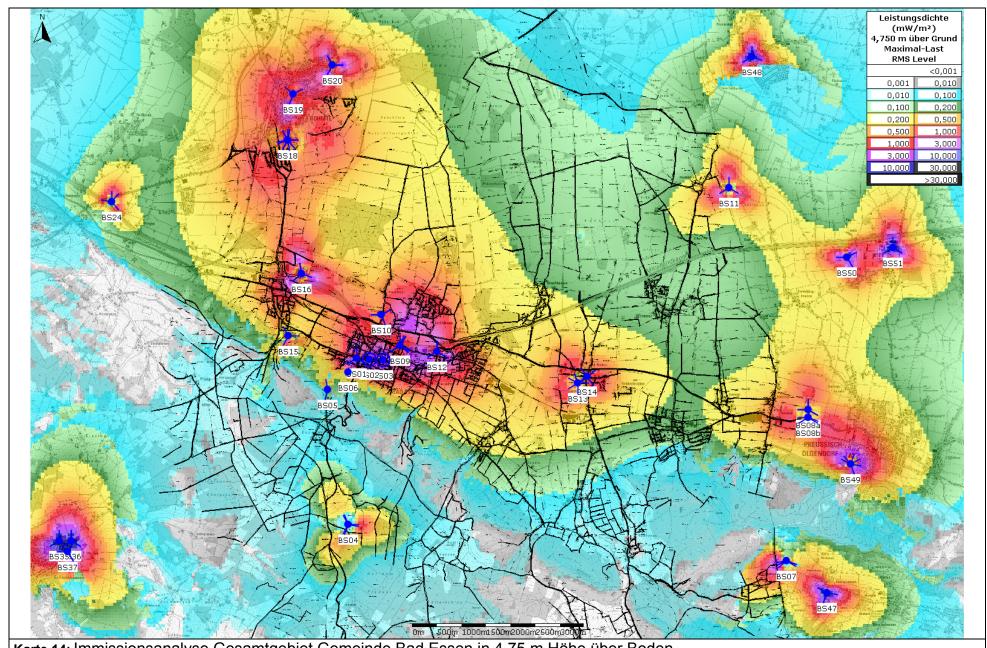
**Karte 11:** Versorgungssituation im vorhandenen UMTS-Netz der Firma O<sub>2</sub> (Farblegende siehe S. 125)



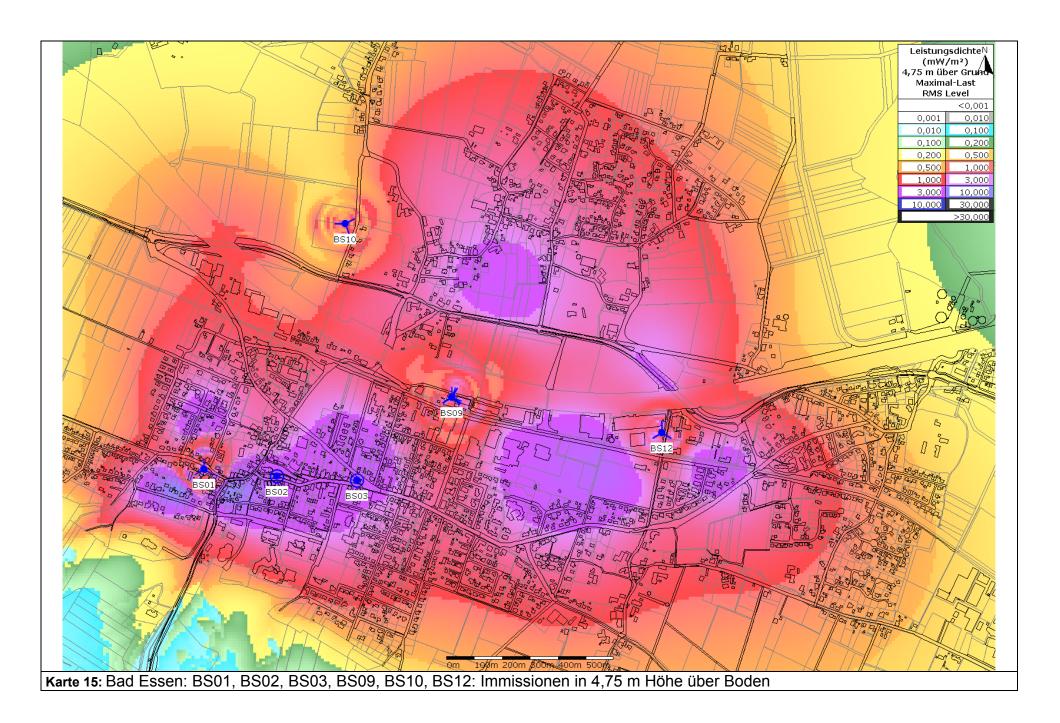
Karte 12: Versorgungssituation im vorhandenen UMTS-Netz der Firma Telekom (Farblegende siehe S. 125)

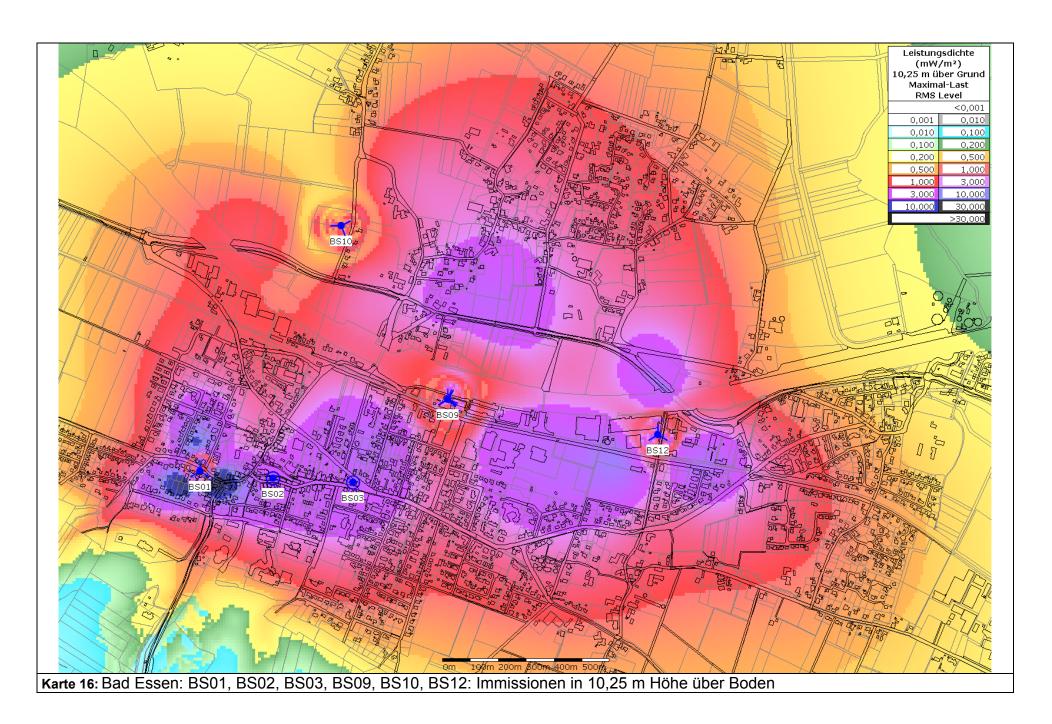


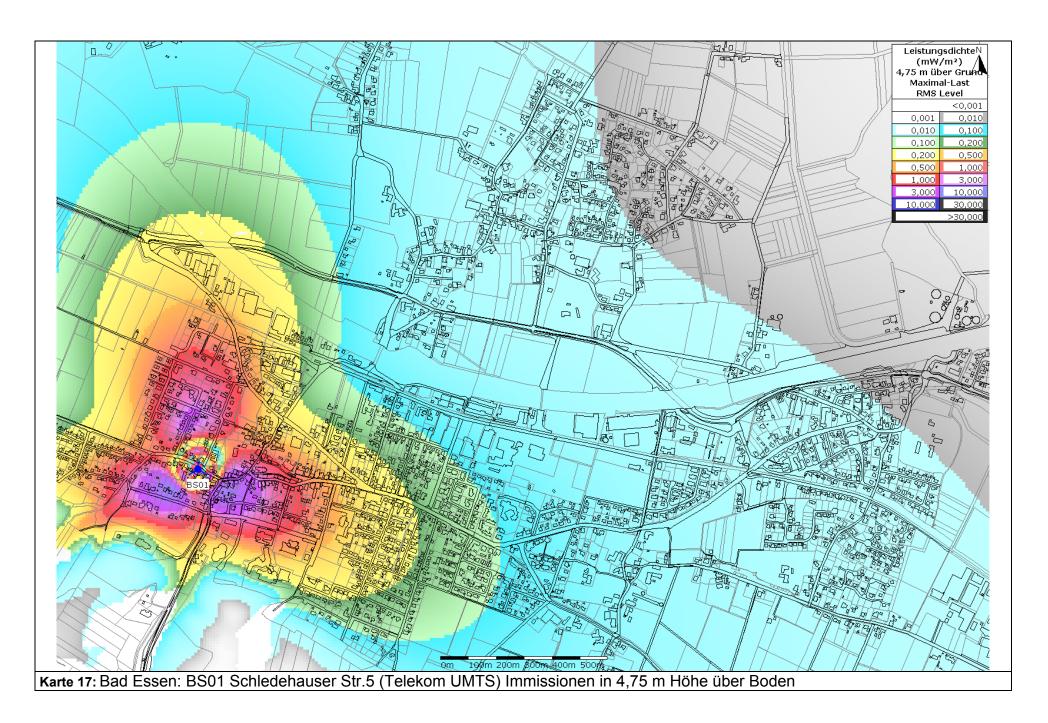
Karte 13: Versorgungssituation im vorhandenen UMTS-Netz der Firma Vodafone (Farblegende siehe S. 125)

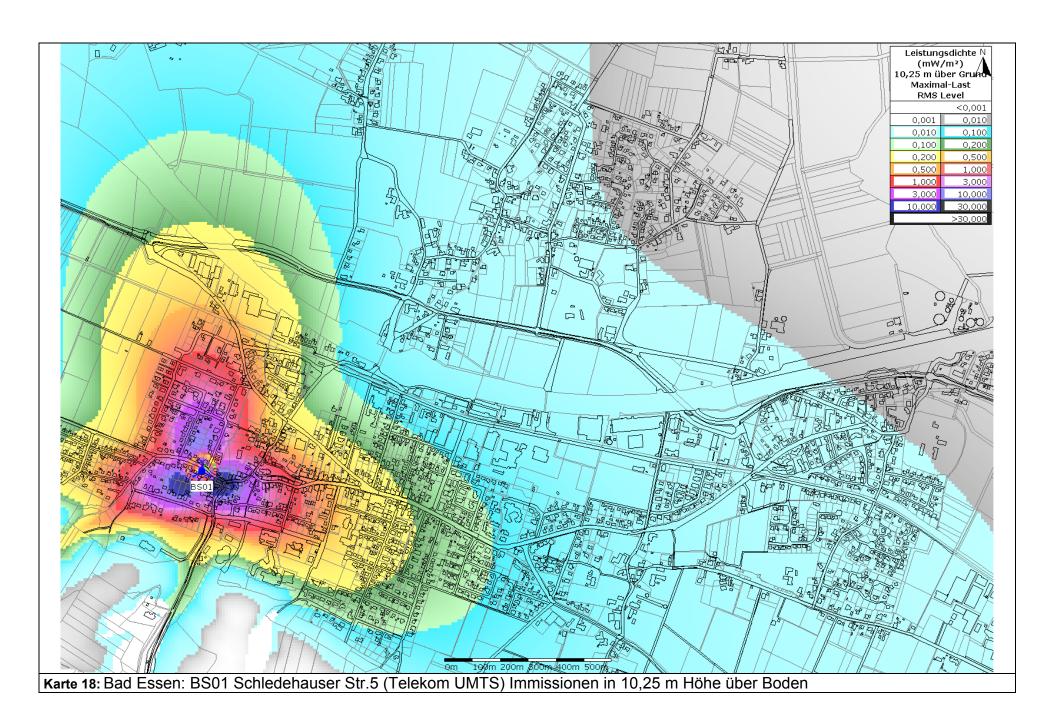


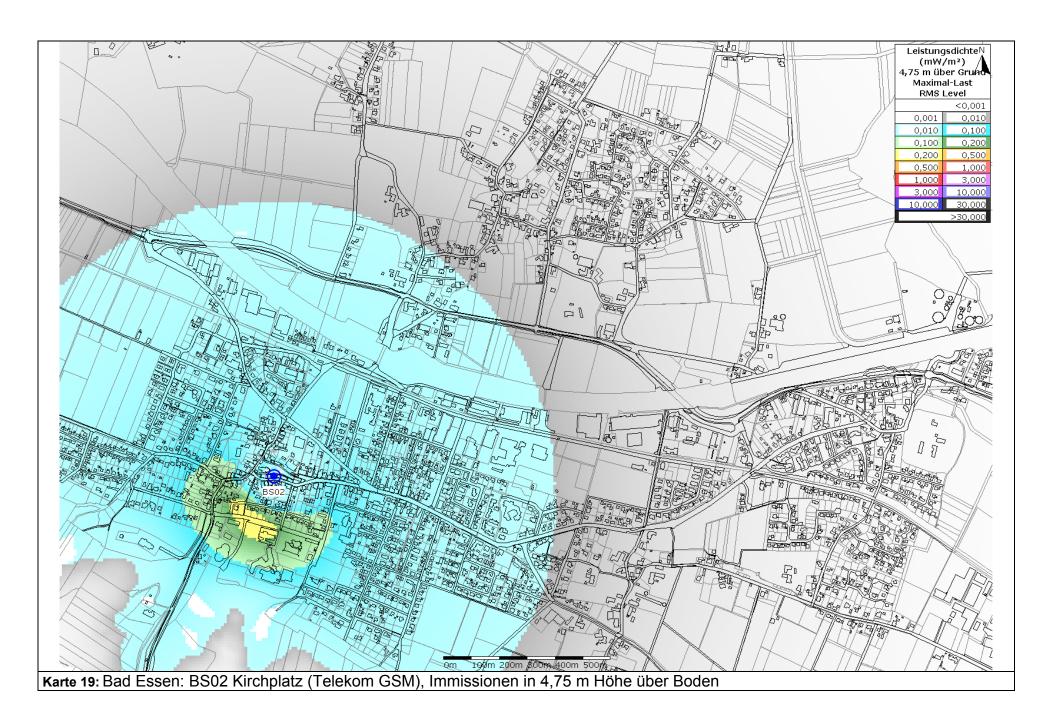
Karte 14: Immissionsanalyse Gesamtgebiet Gemeinde Bad Essen in 4,75 m Höhe über Boden

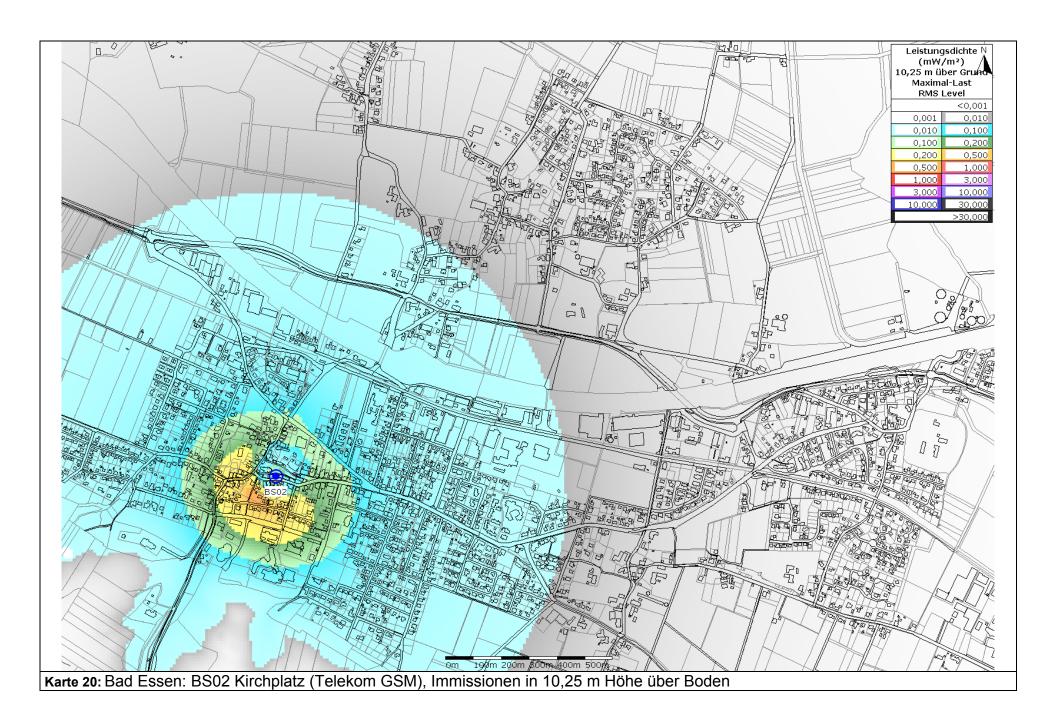


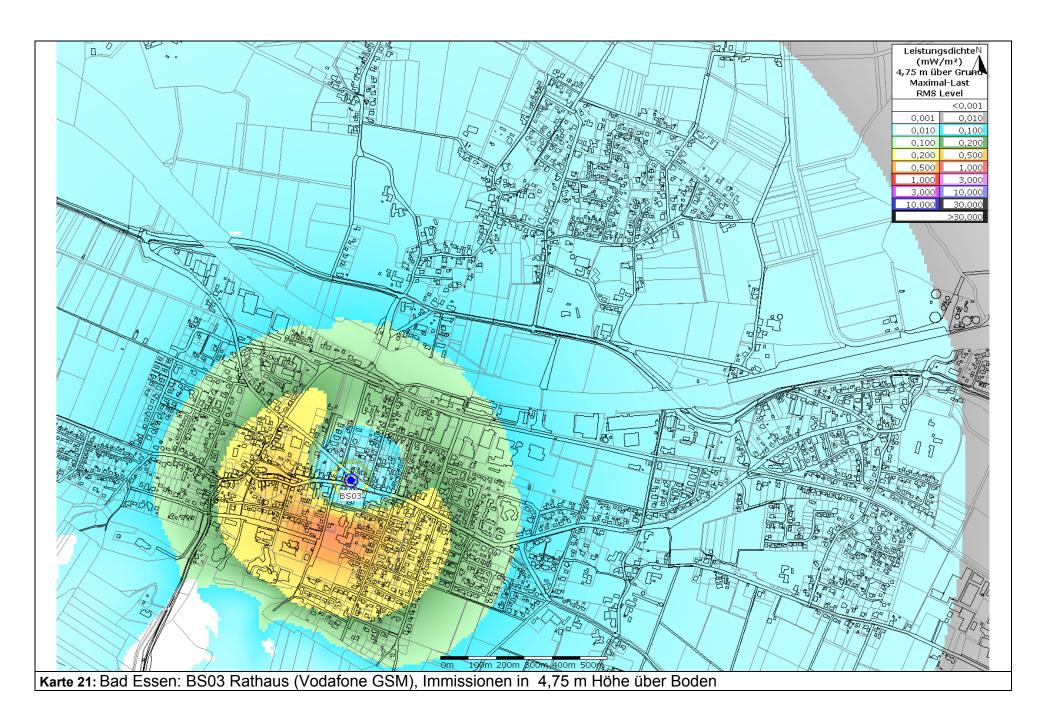


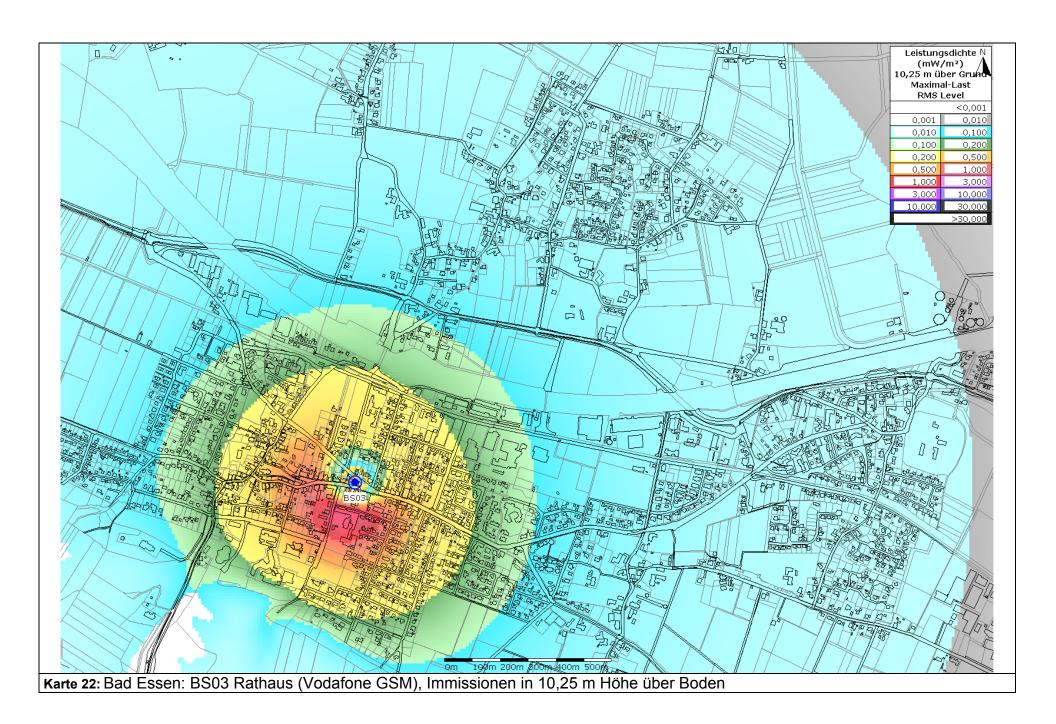


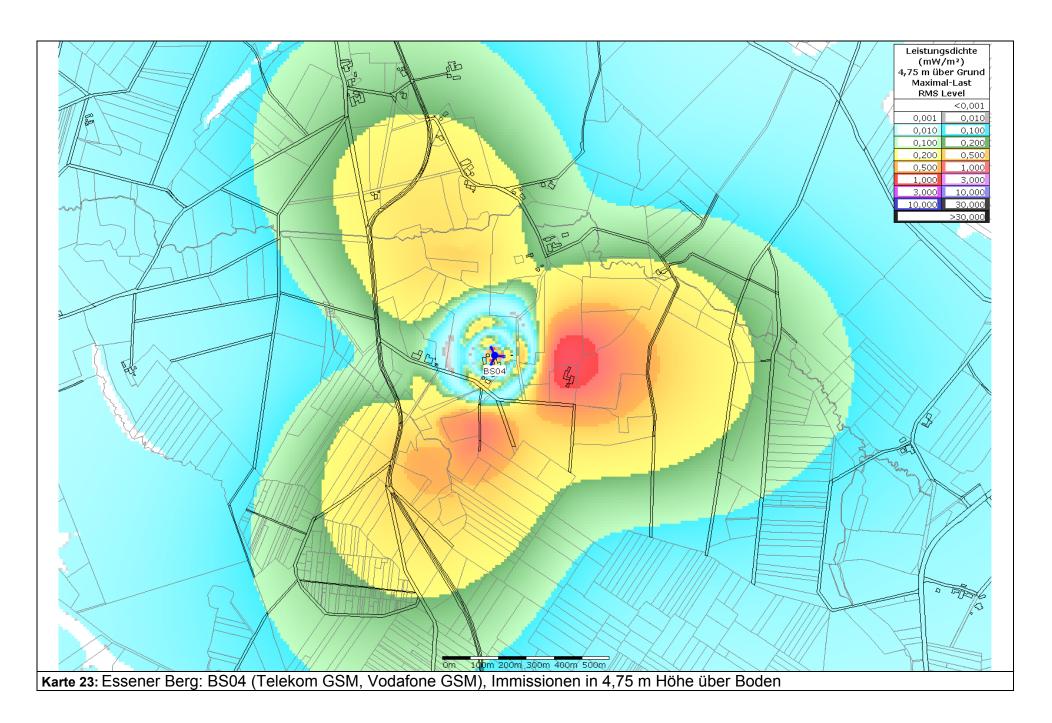


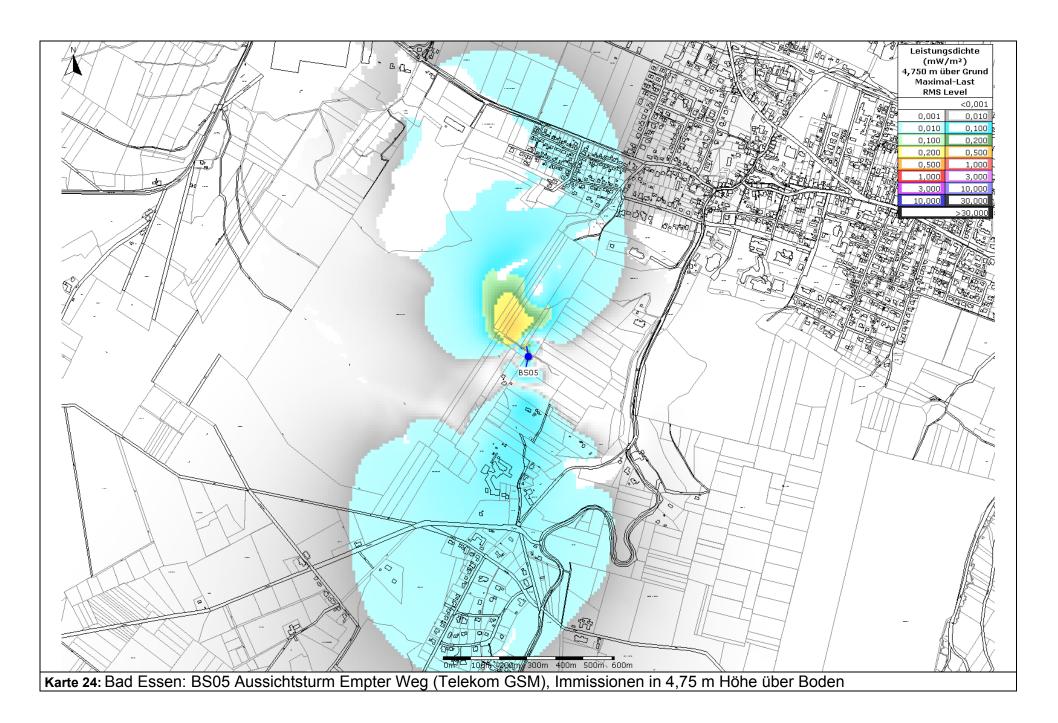


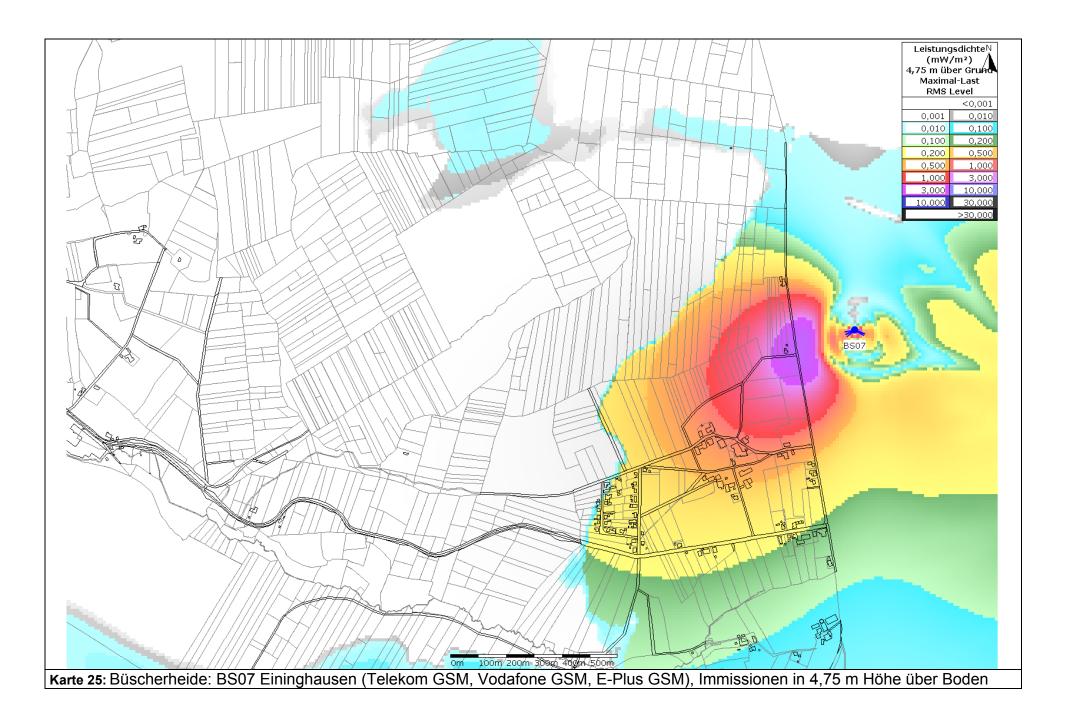


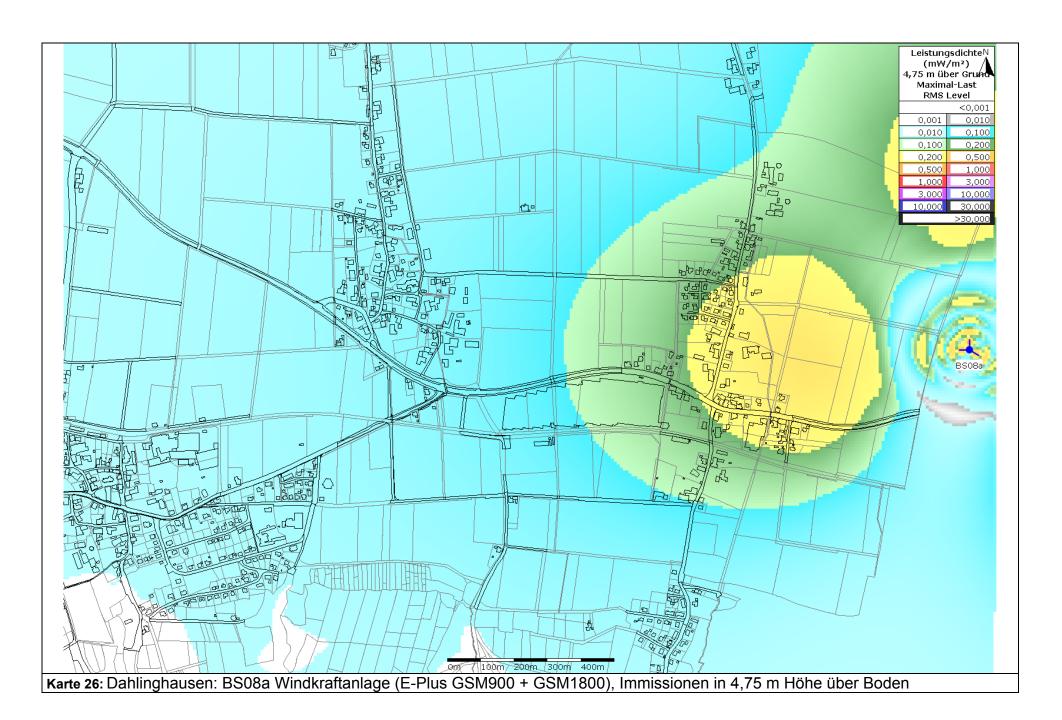


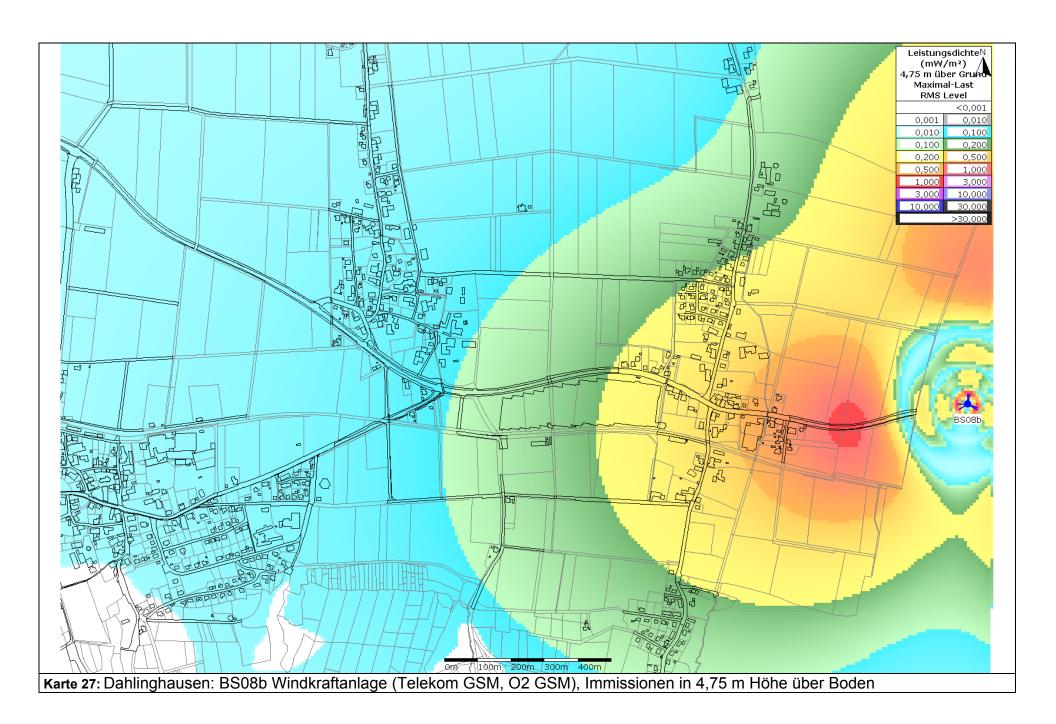


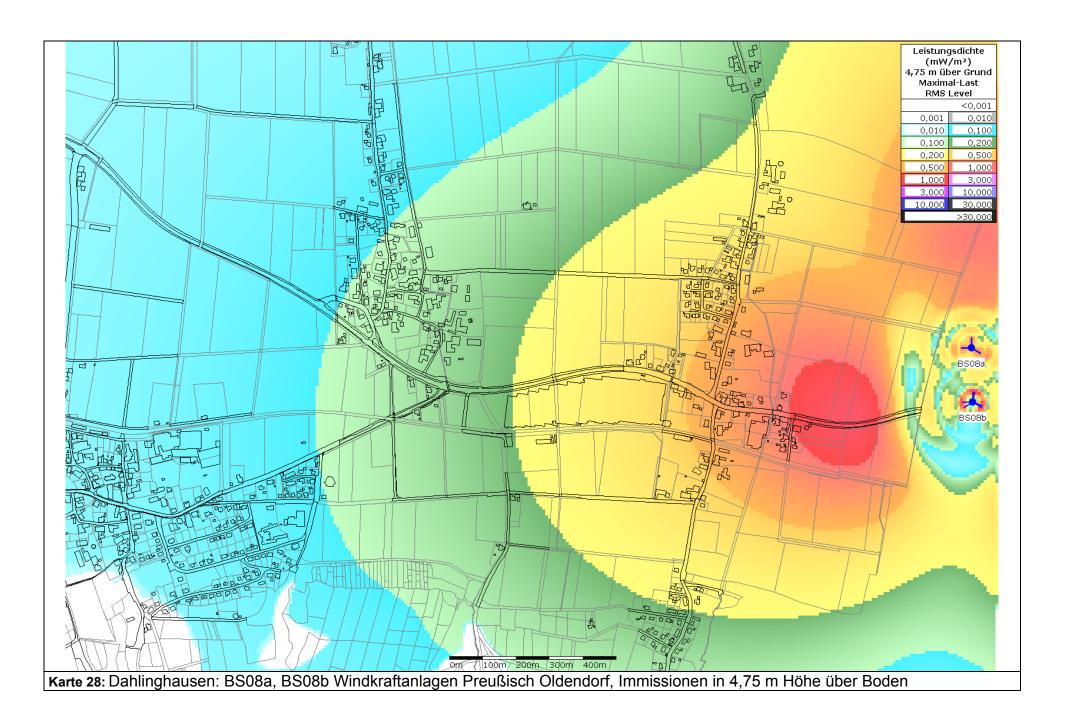


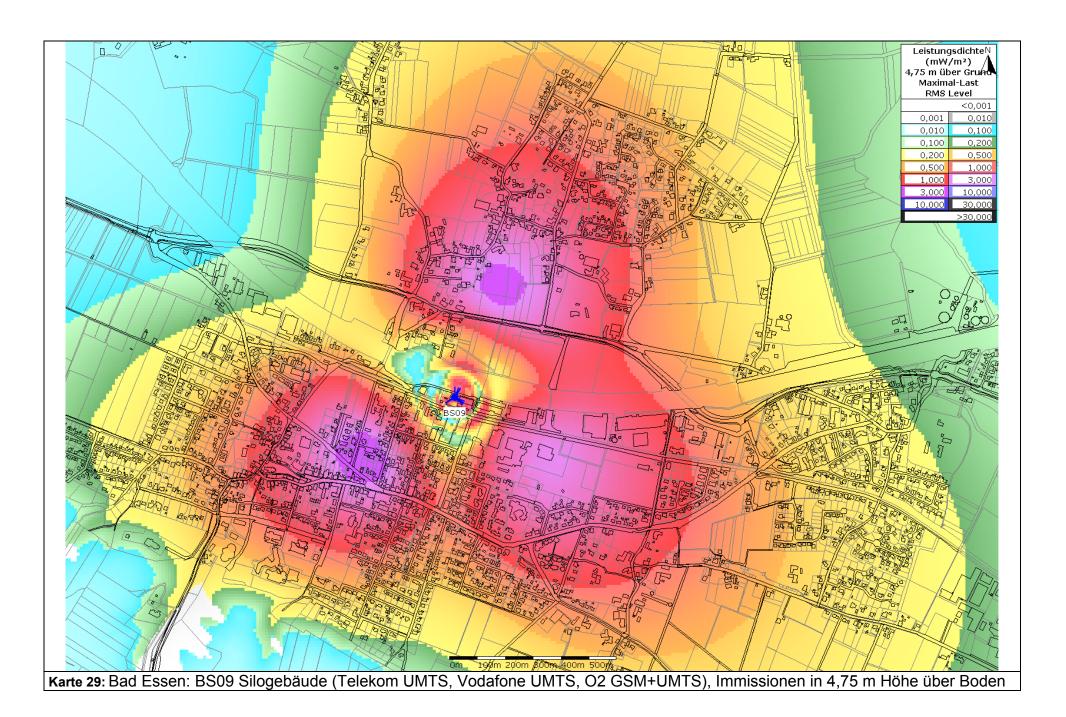




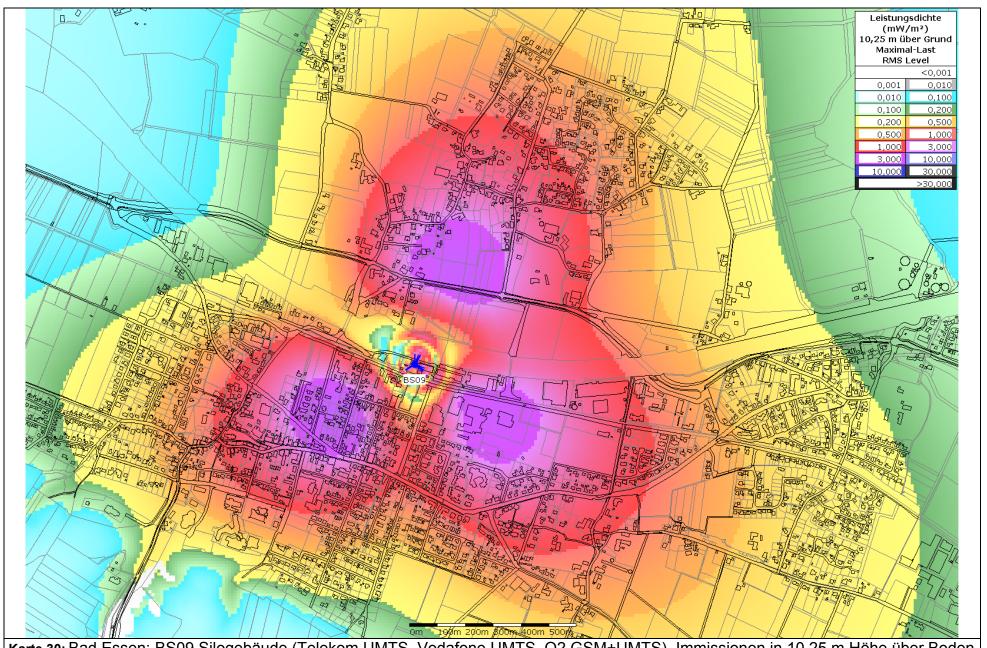




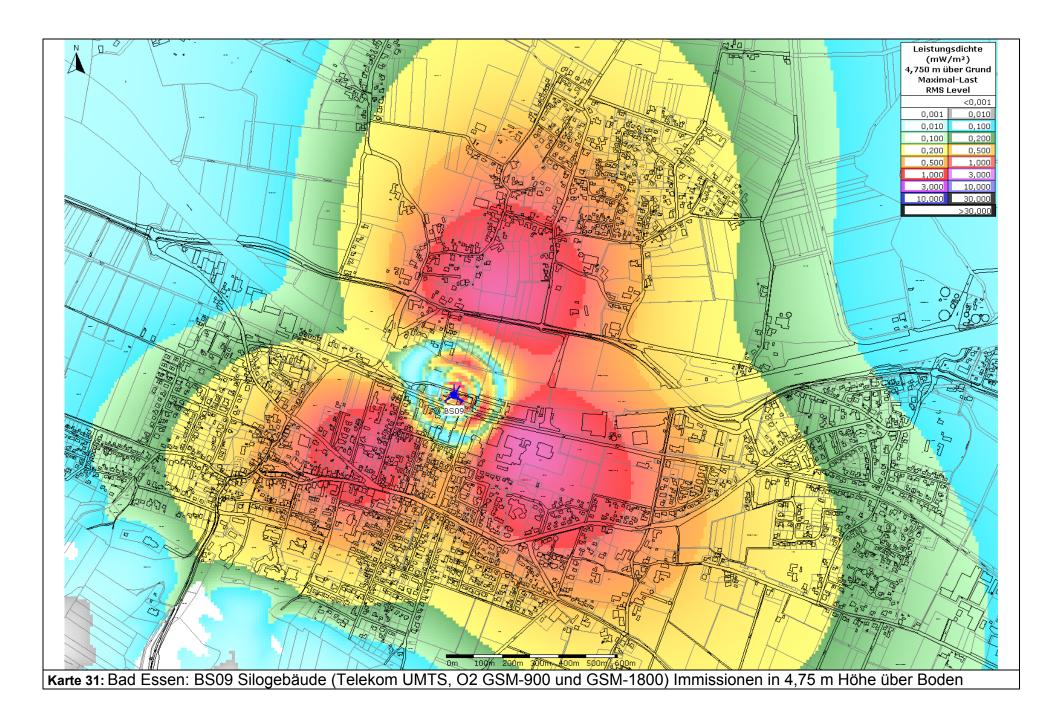


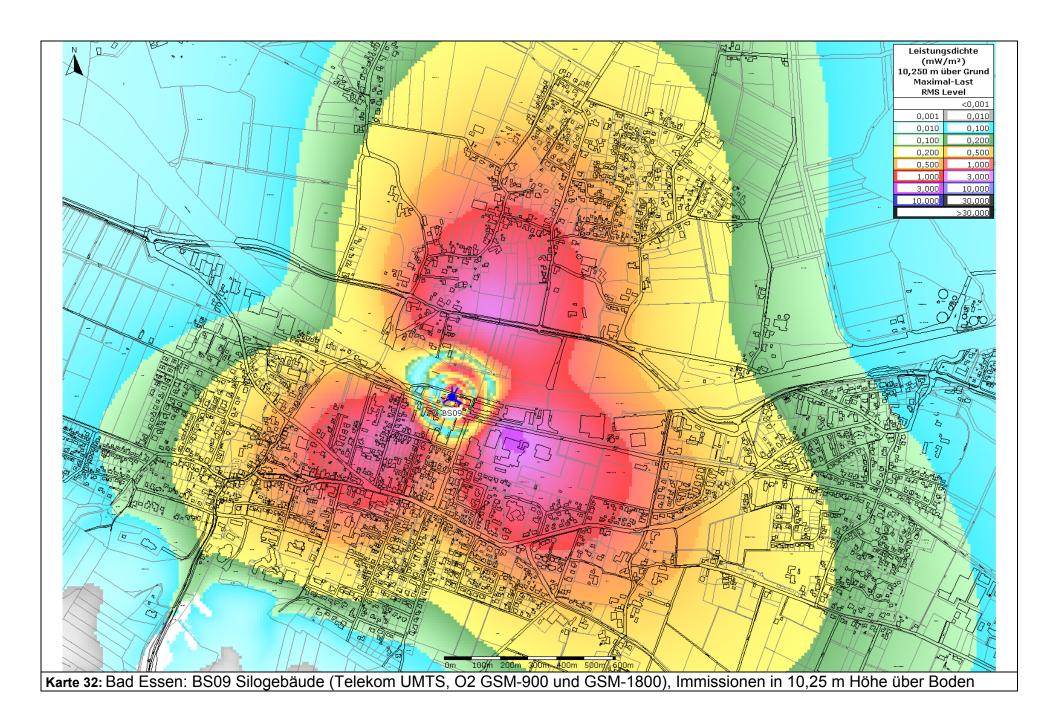


Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen

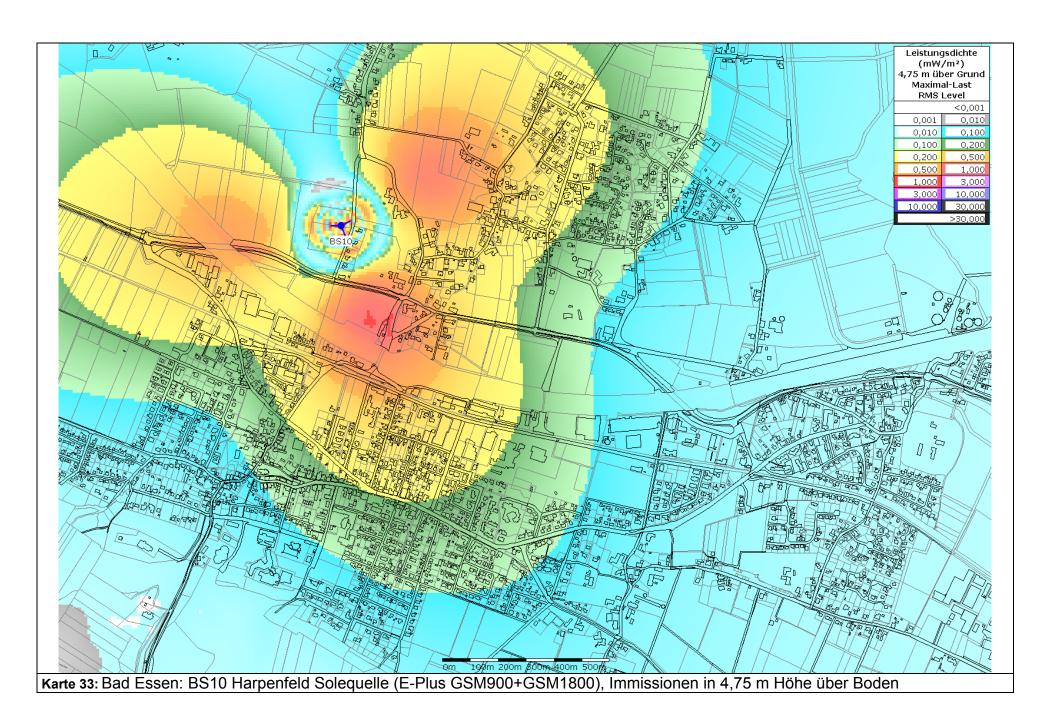


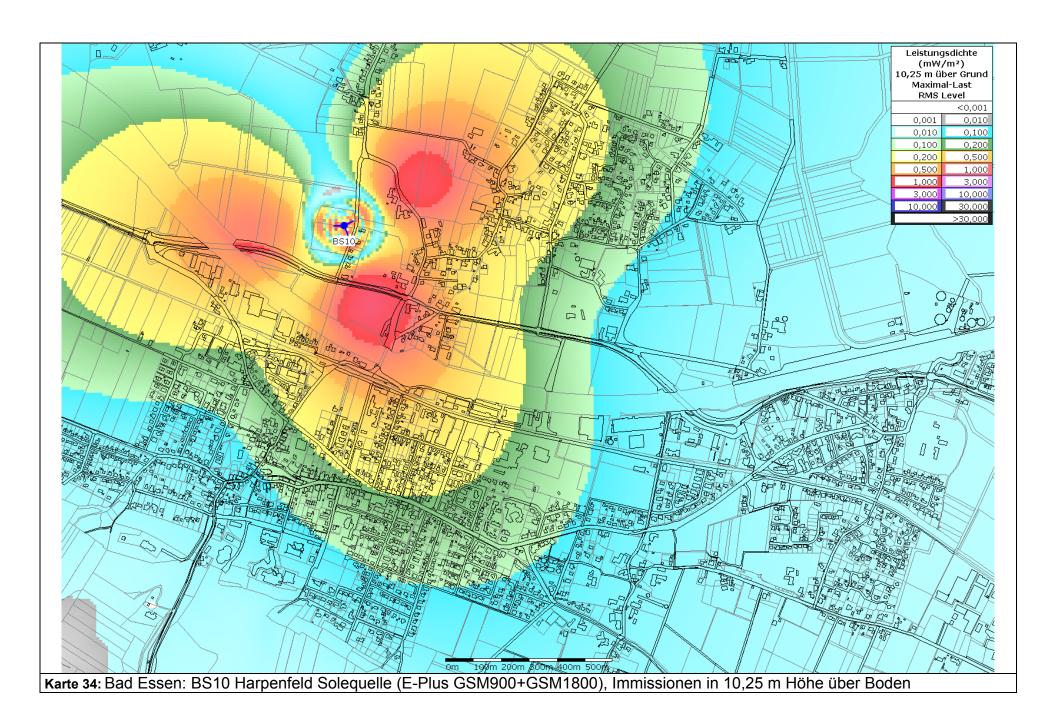
Karte 30: Bad Essen: BS09 Silogebäude (Telekom UMTS, Vodafone UMTS, O2 GSM+UMTS), Immissionen in 10,25 m Höhe über Boden

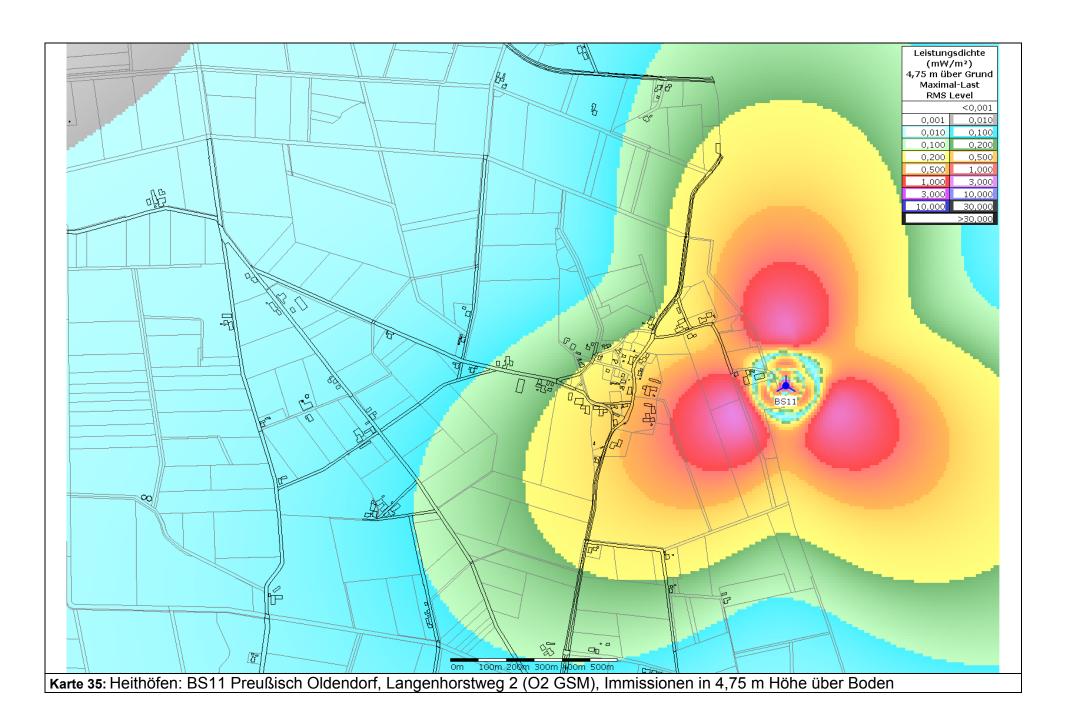


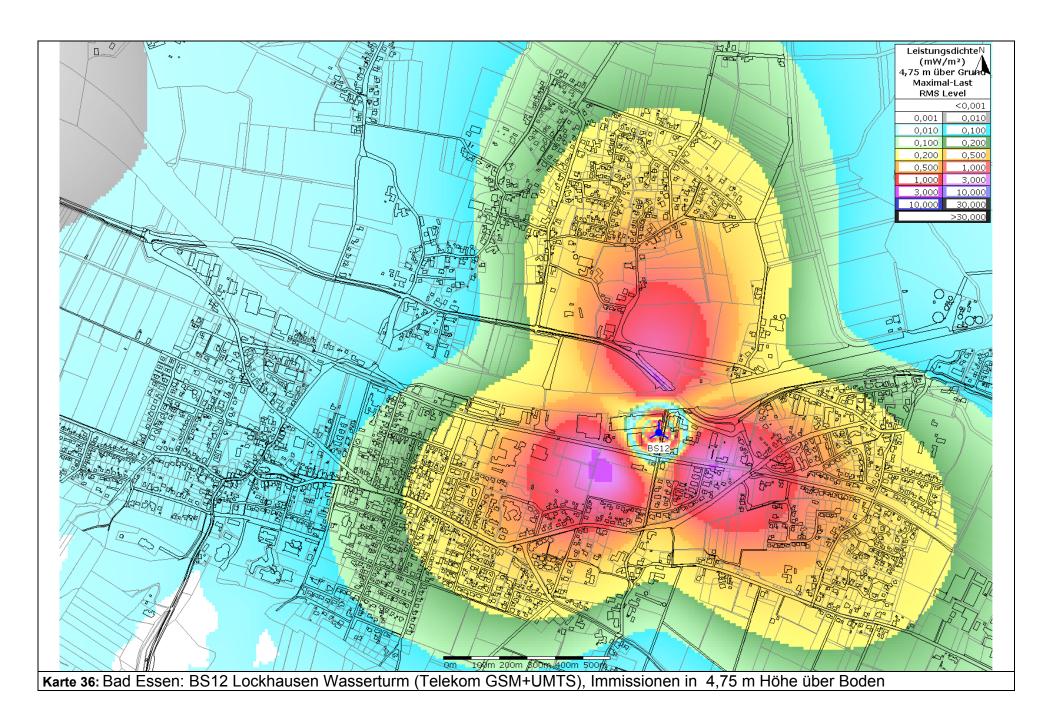


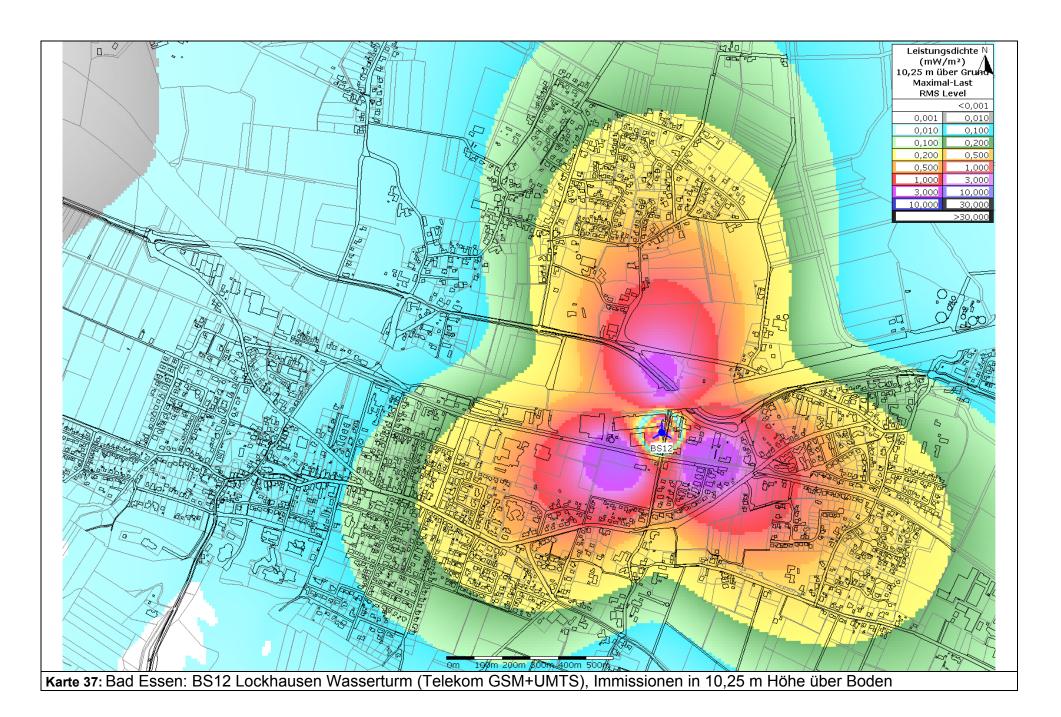
Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen

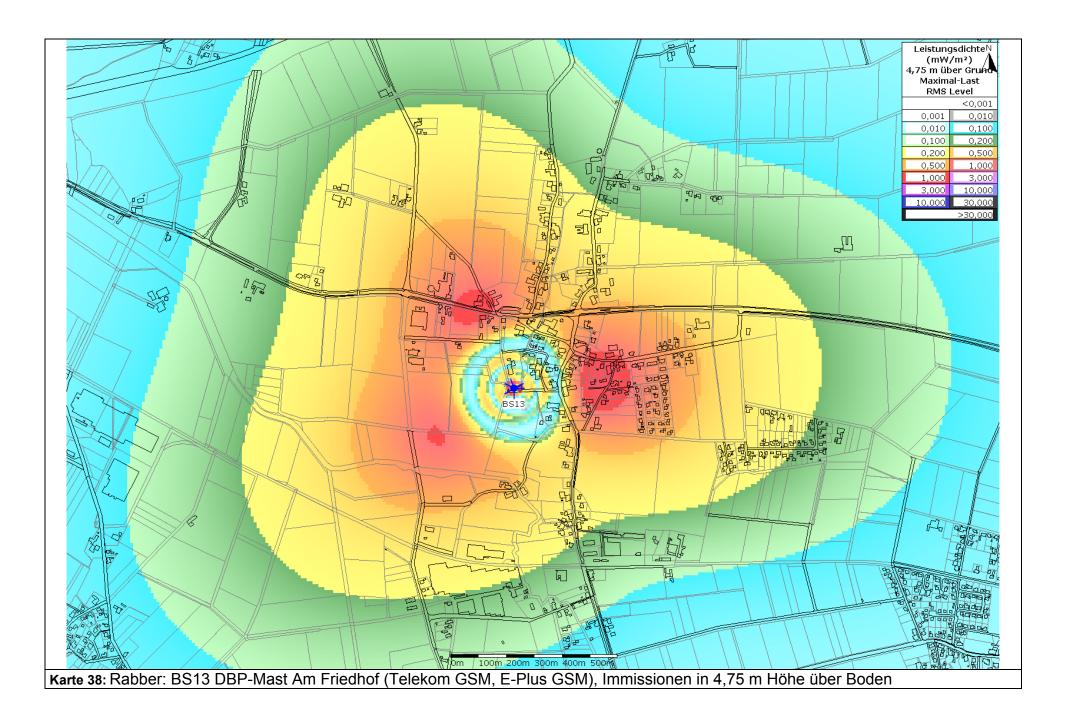




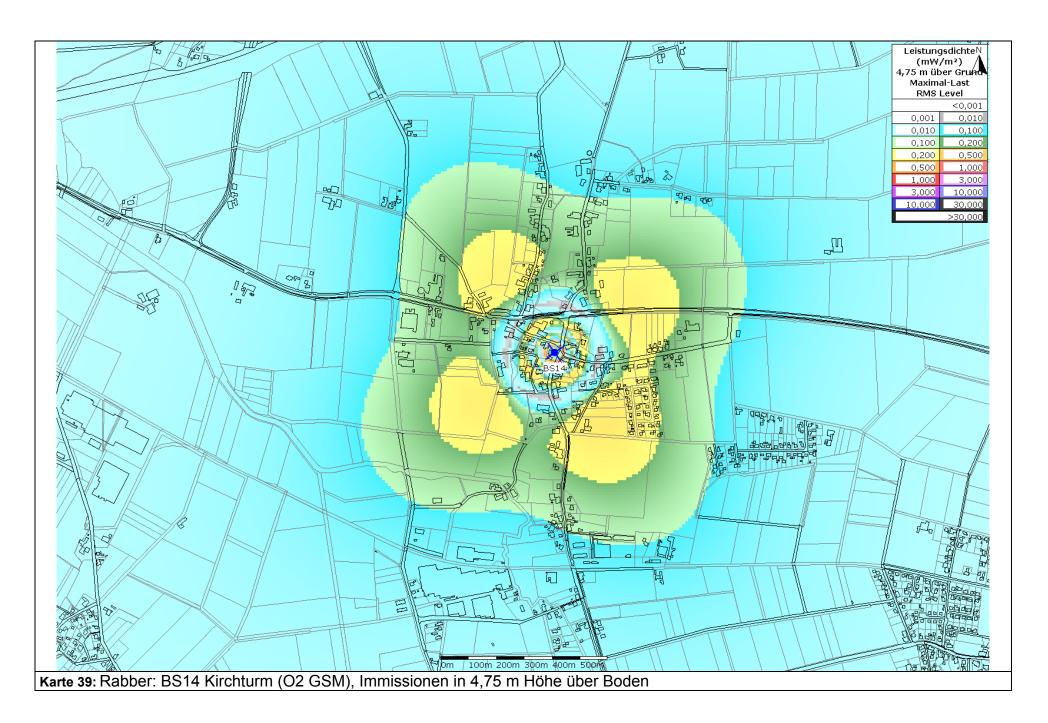


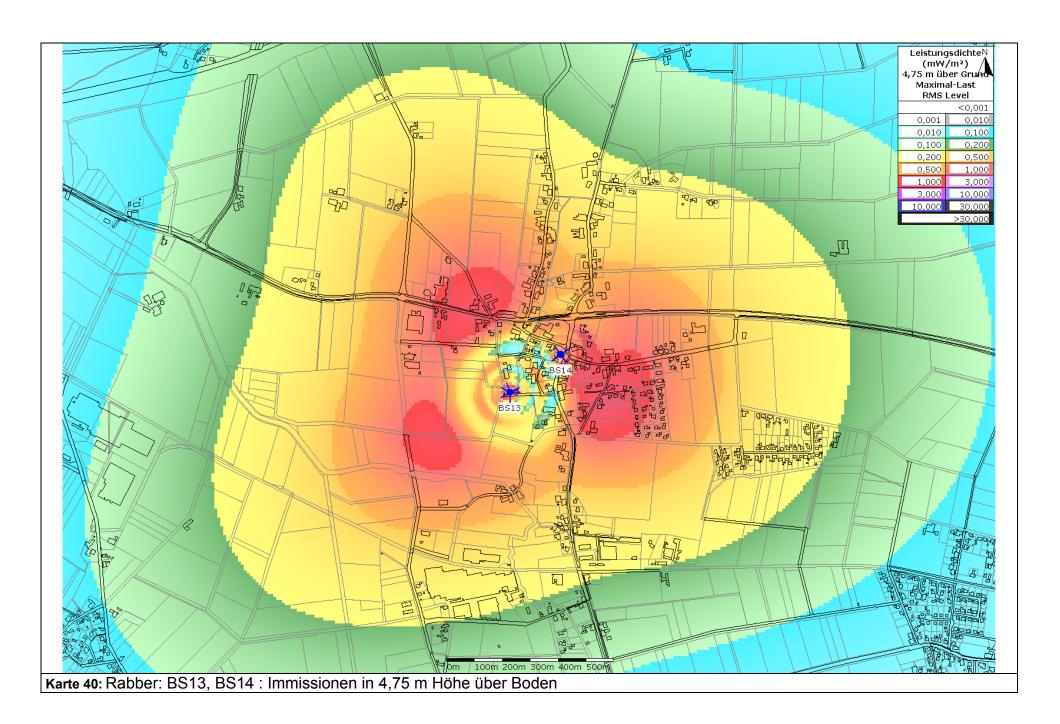


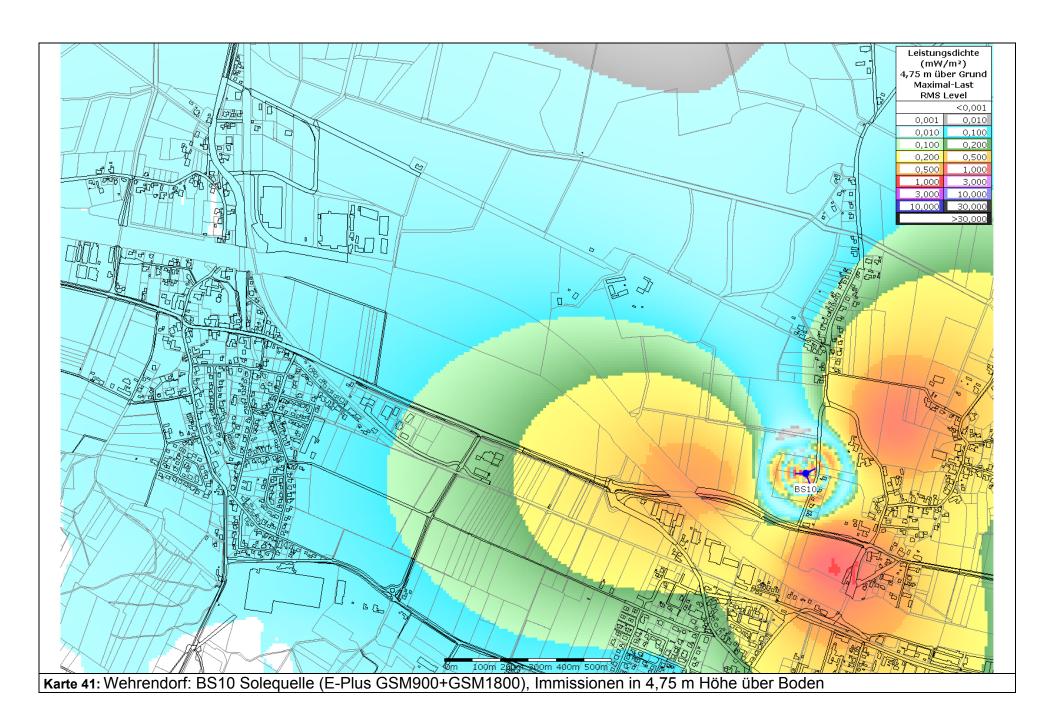


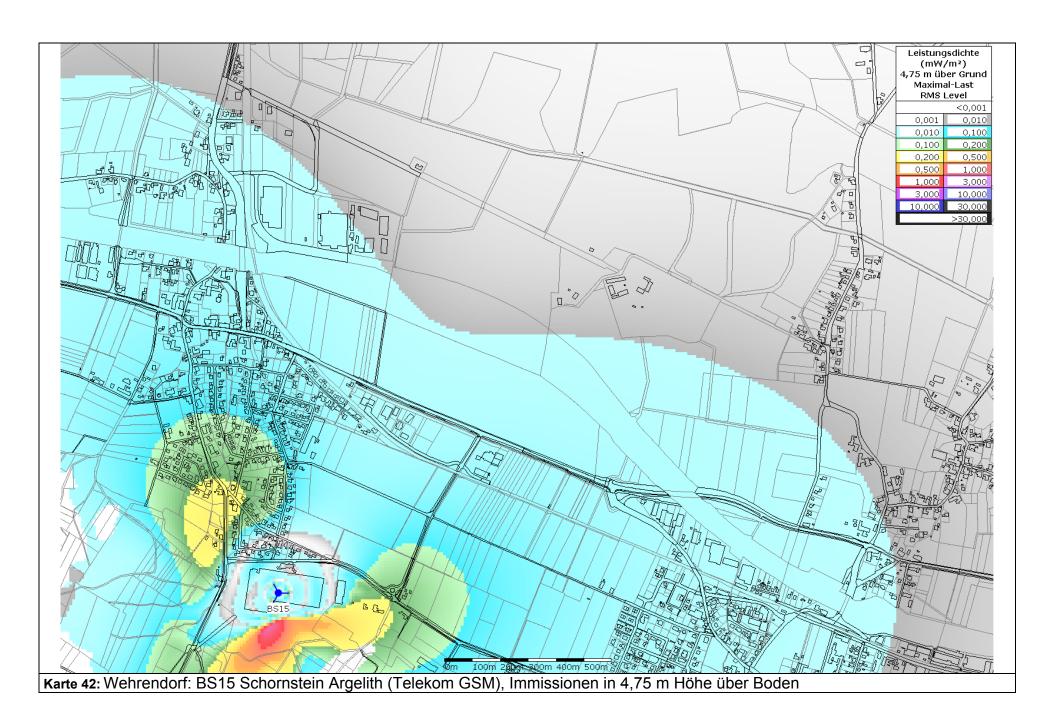


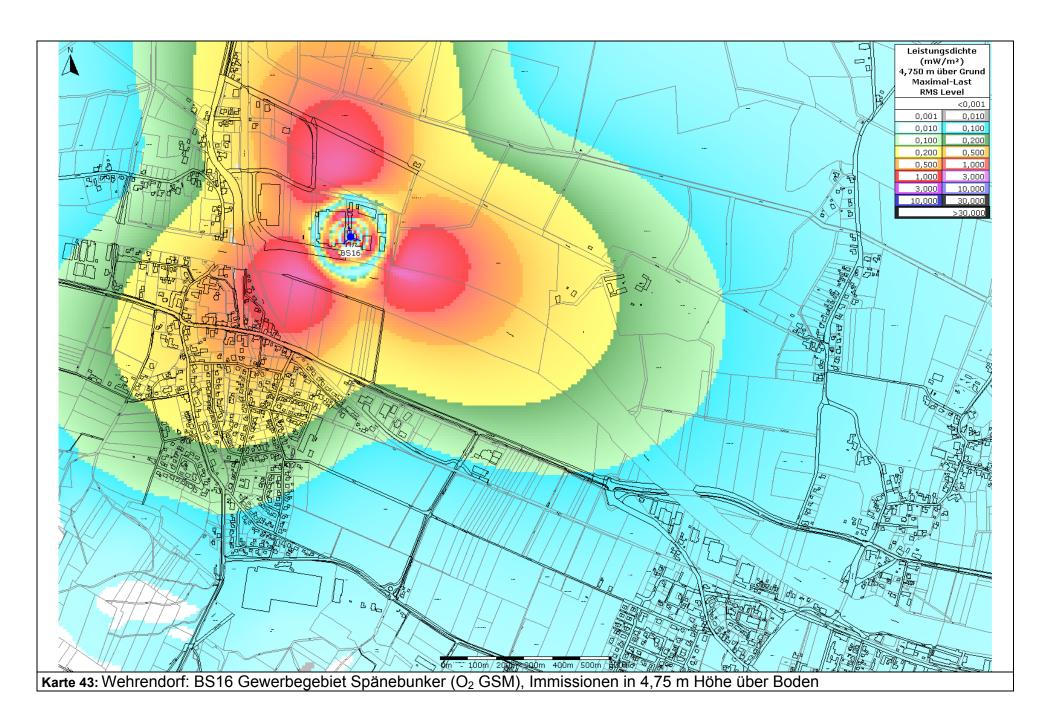
Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen

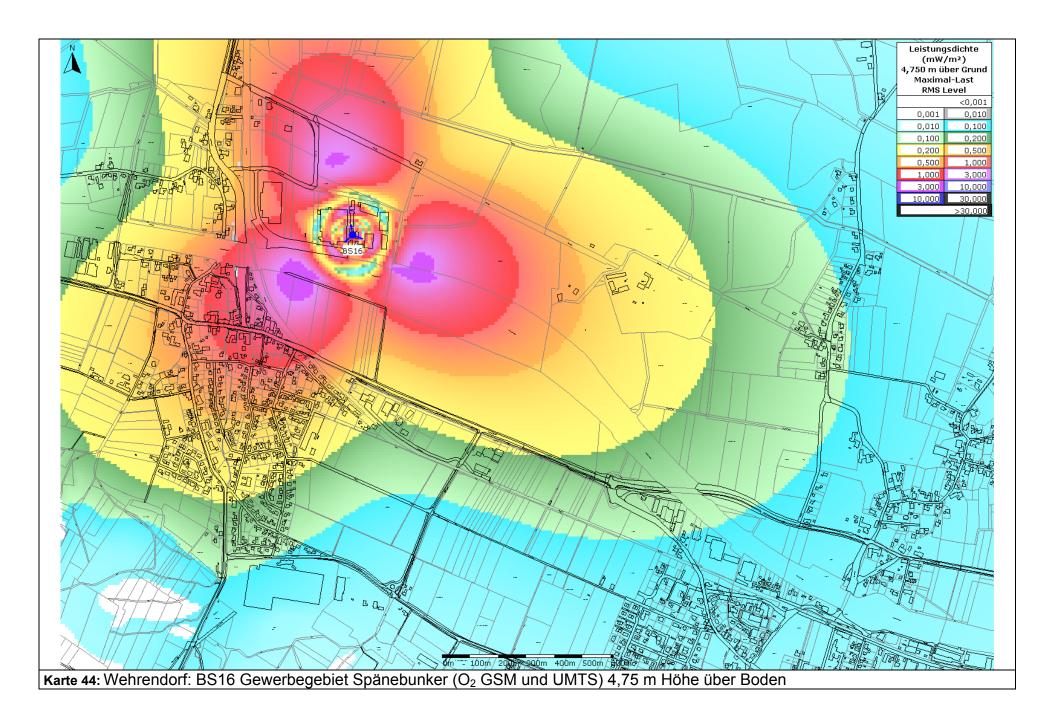


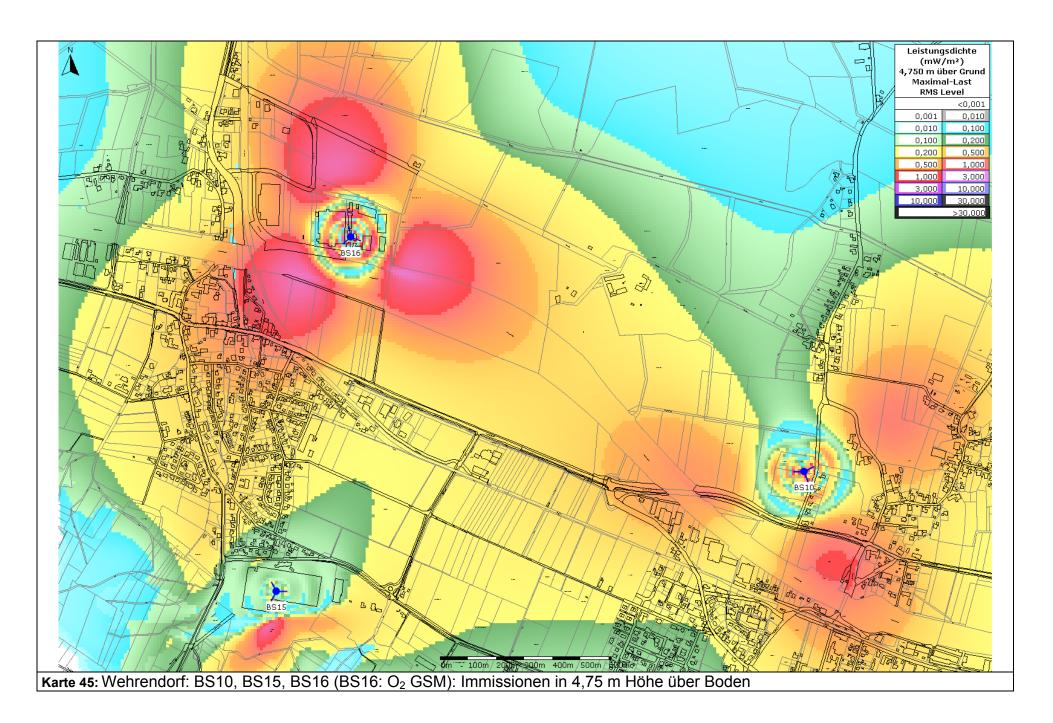


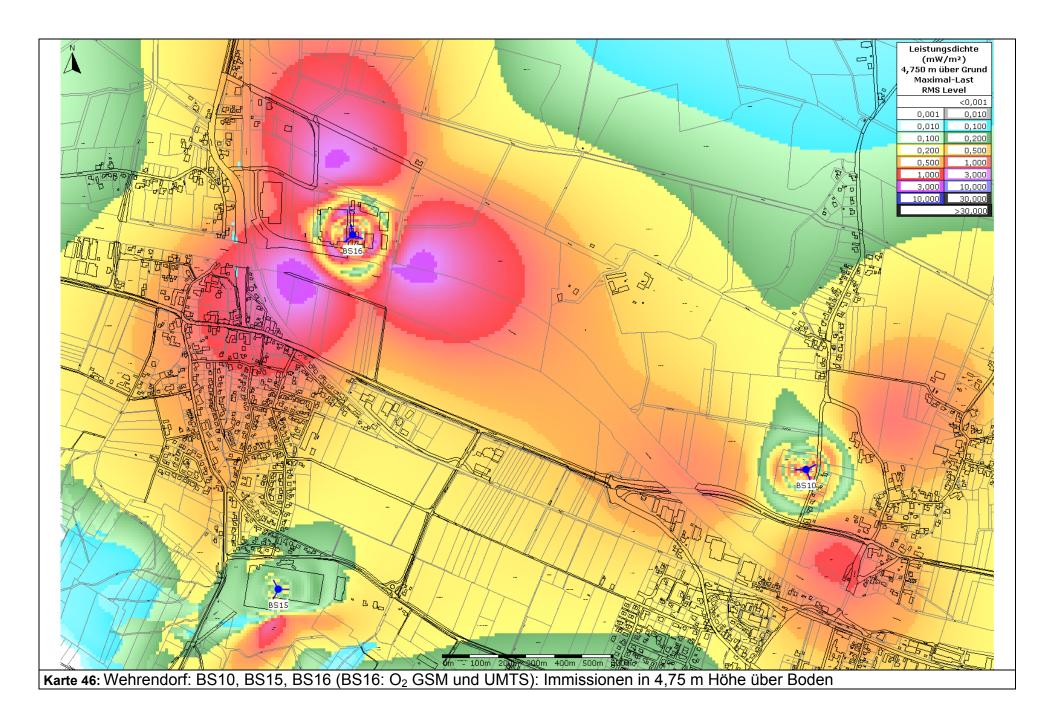


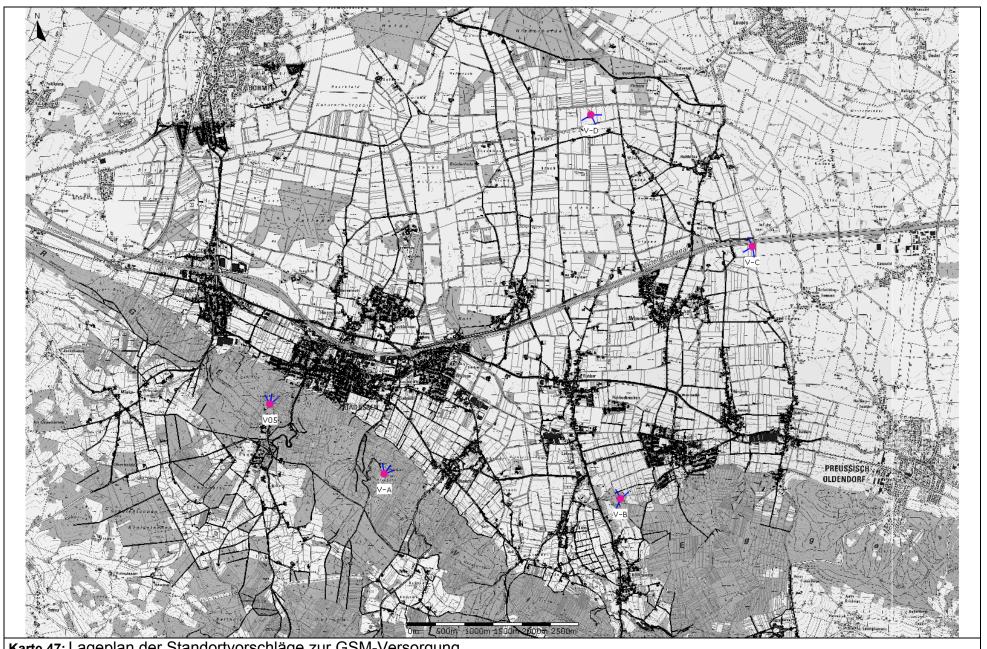




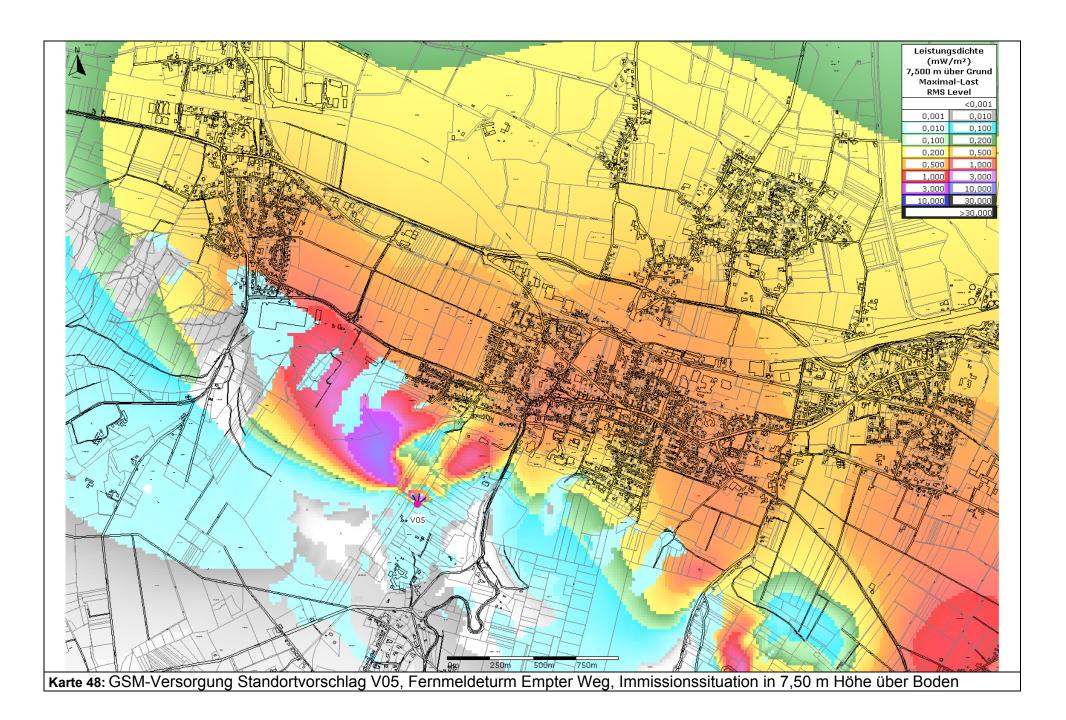


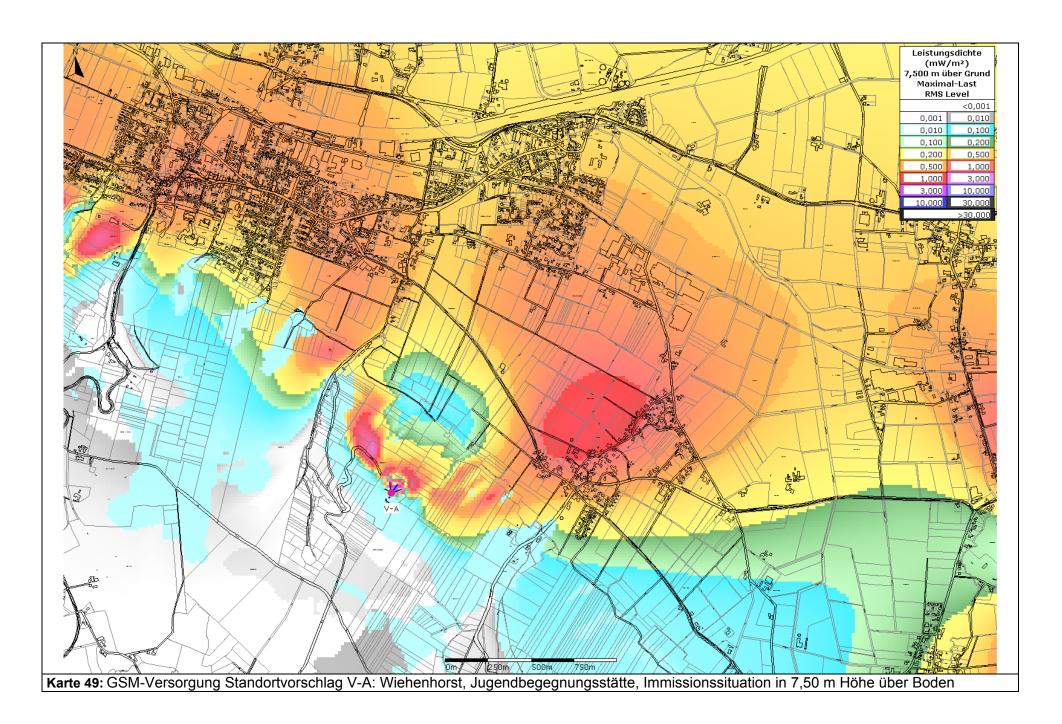


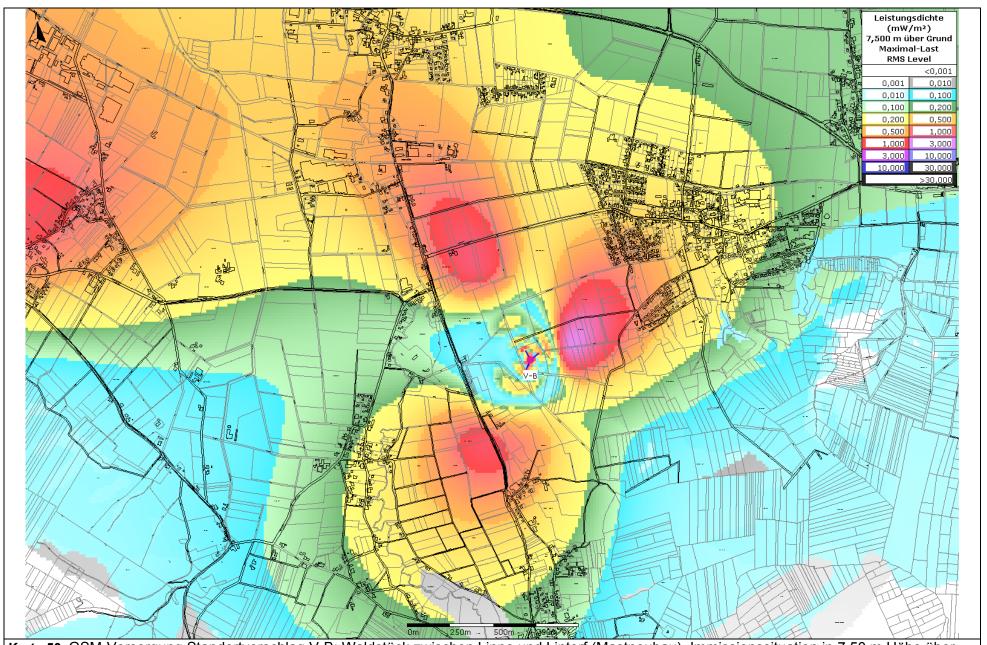




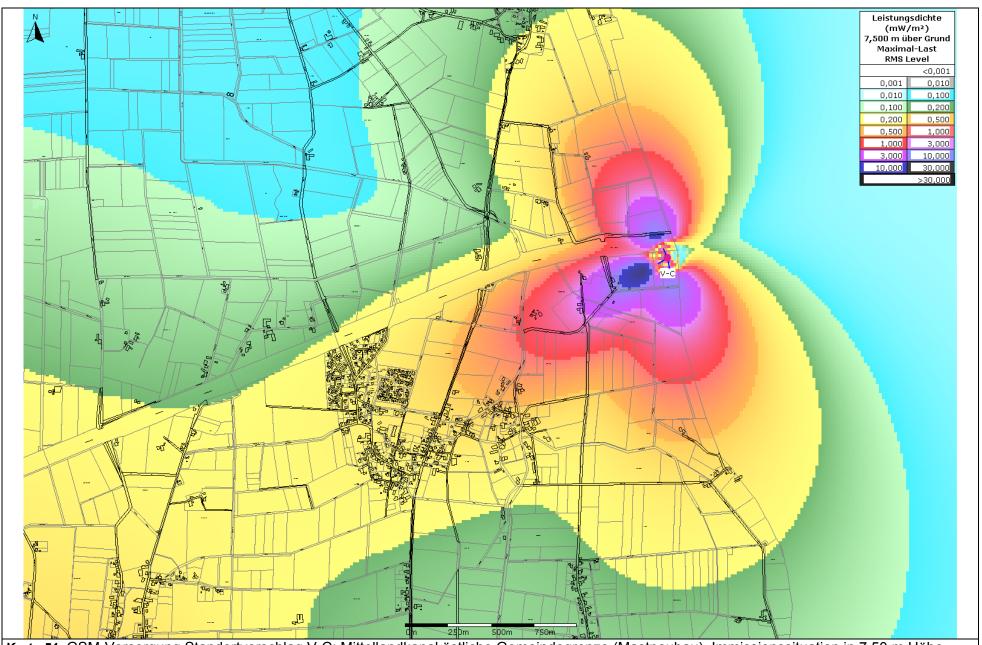
Karte 47: Lageplan der Standortvorschläge zur GSM-Versorgung



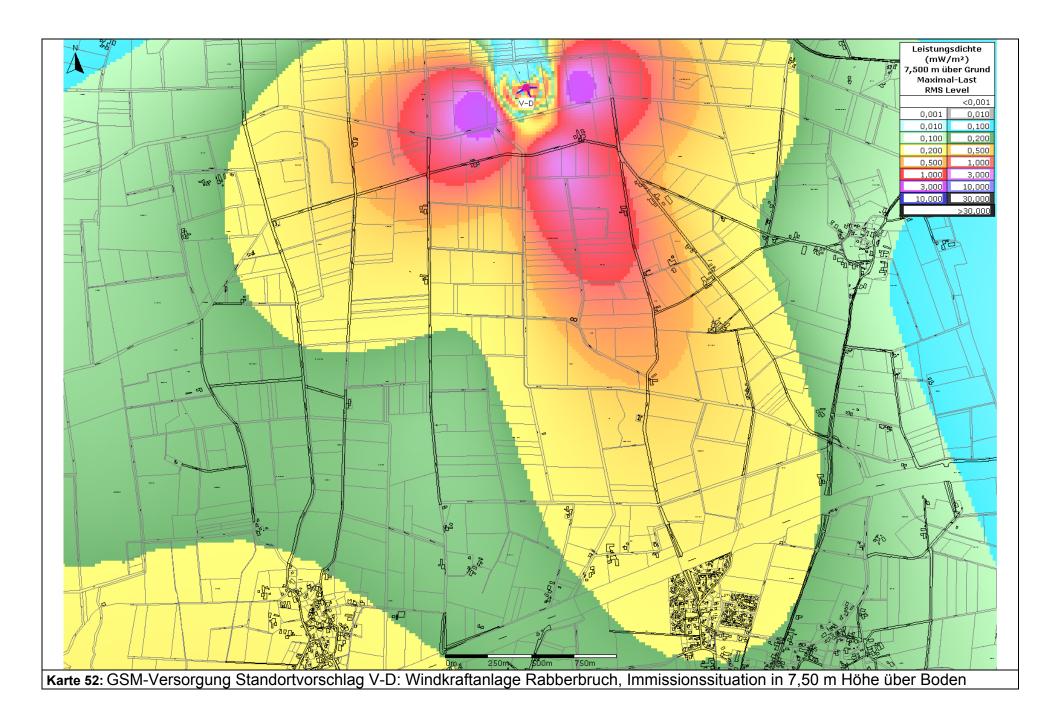


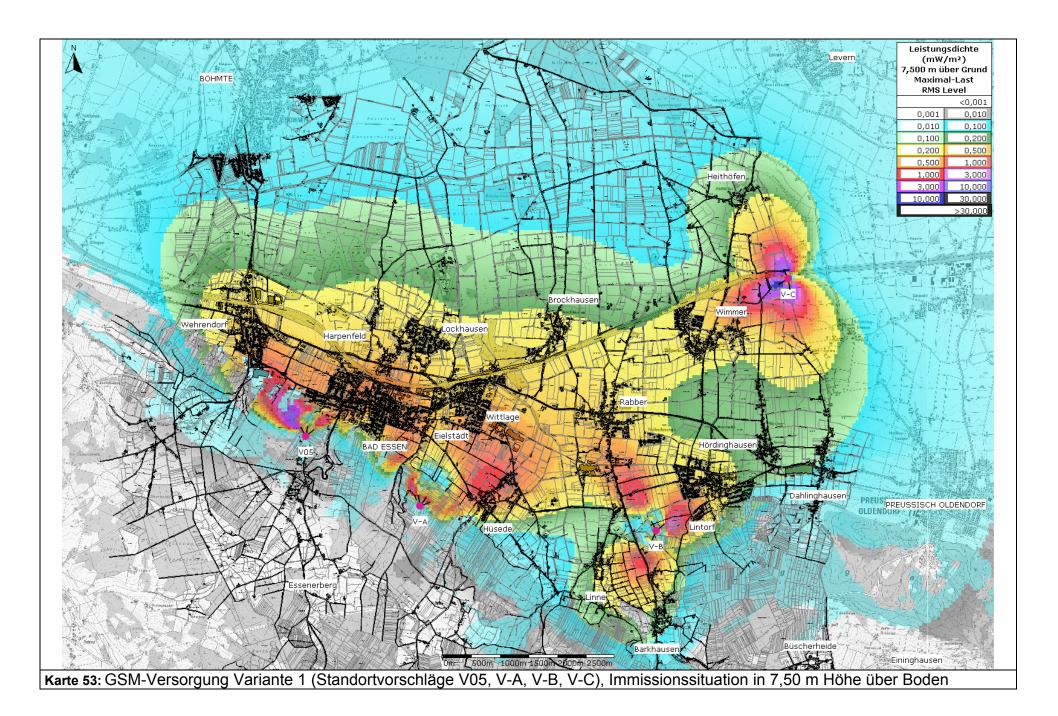


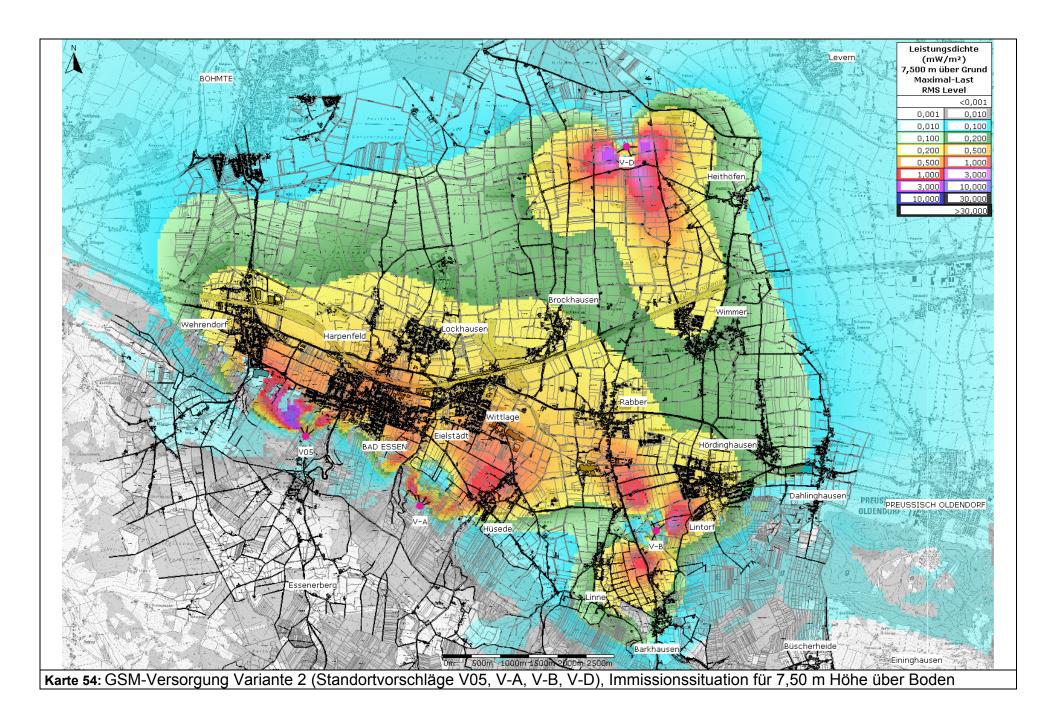
Karte 50: GSM-Versorgung Standortvorschlag V-B: Waldstück zwischen Linne und Lintorf (Mastneubau), Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden

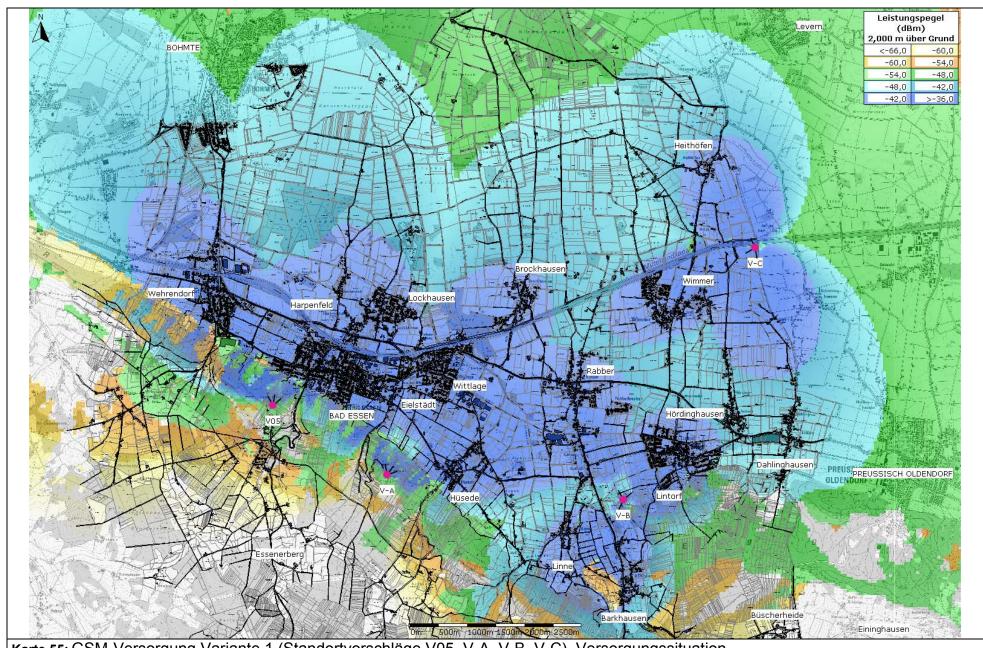


Karte 51: GSM-Versorgung Standortvorschlag V-C: Mittellandkanal östliche Gemeindegrenze (Mastneubau), Immissionssituation in 7,50 m Höhe über Boden

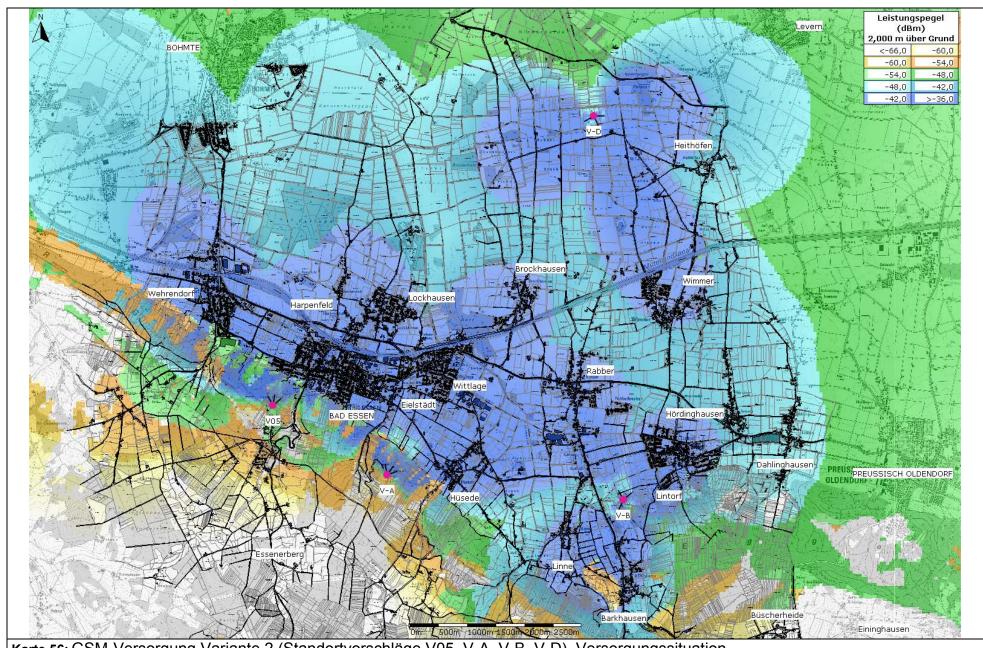




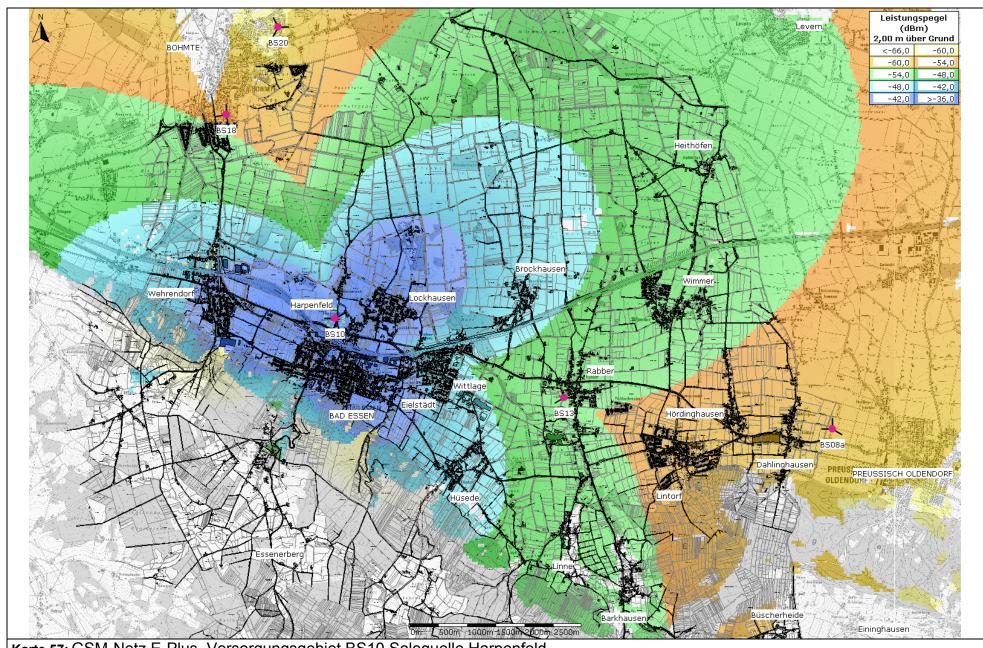




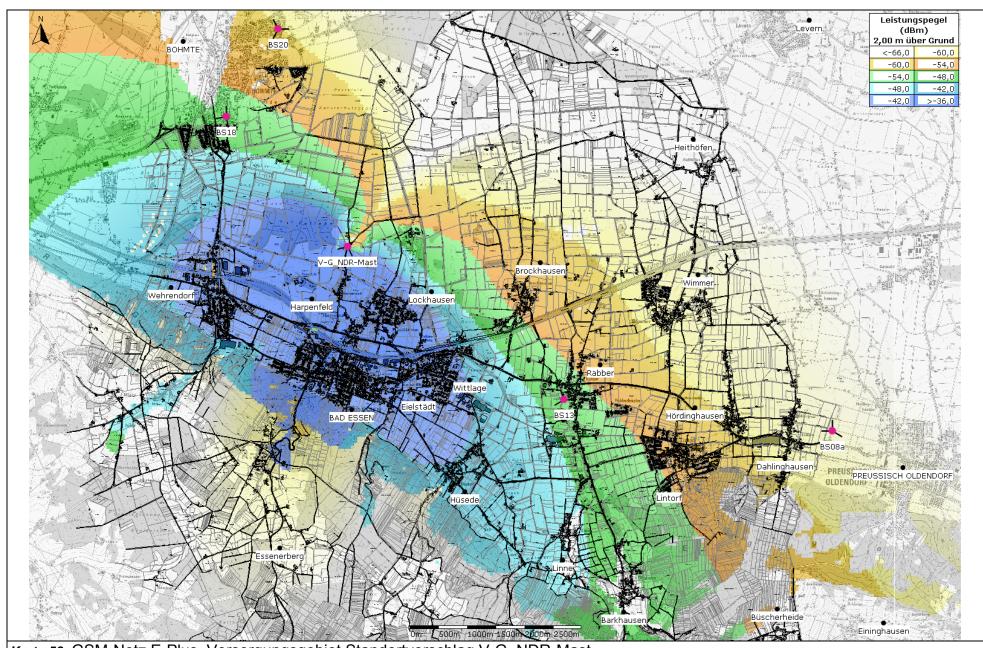
Karte 55: GSM-Versorgung Variante 1 (Standortvorschläge V05, V-A, V-B, V-C), Versorgungssituation (Farblegende siehe S. 125)



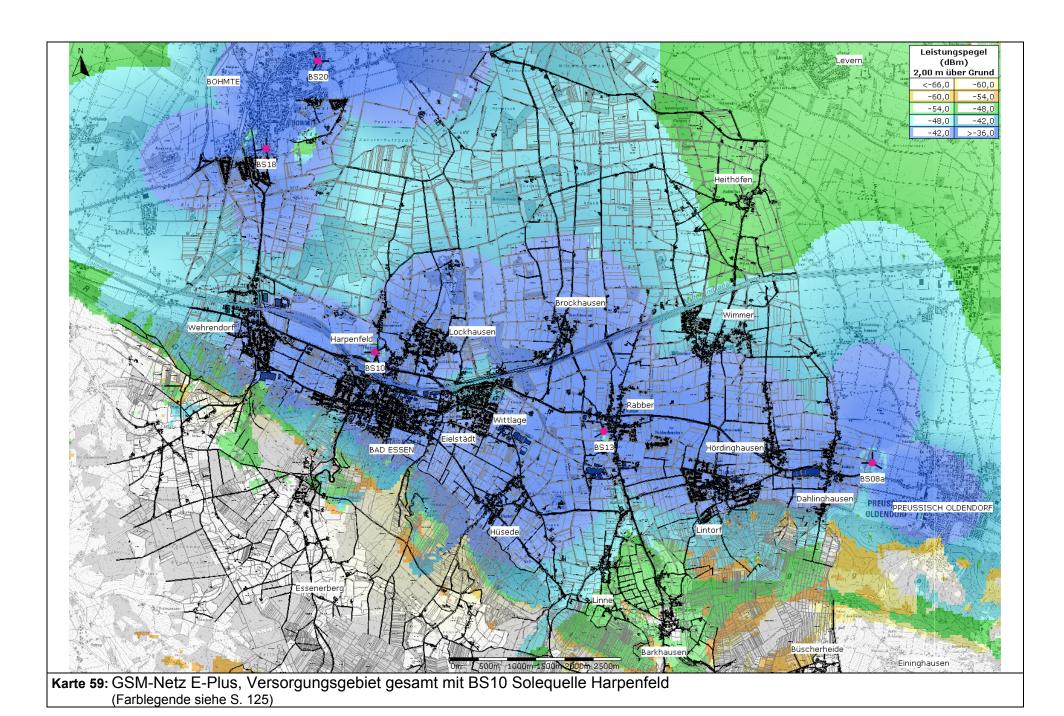
Karte 56: GSM-Versorgung Variante 2 (Standortvorschläge V05, V-A, V-B, V-D), Versorgungssituation (Farblegende siehe S. 125)

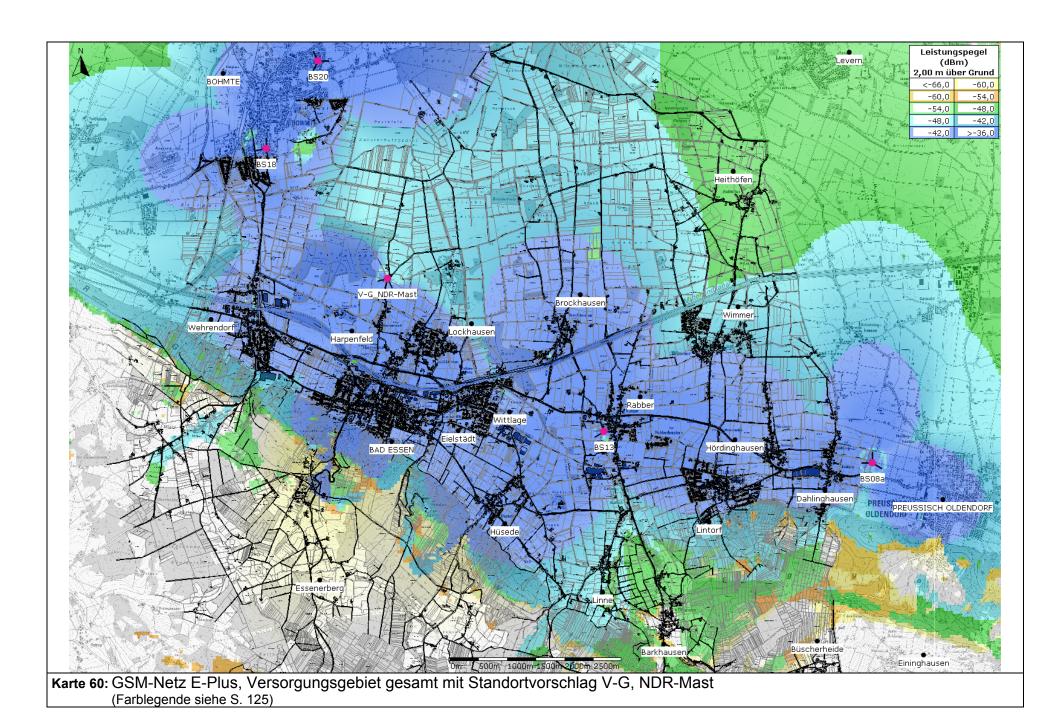


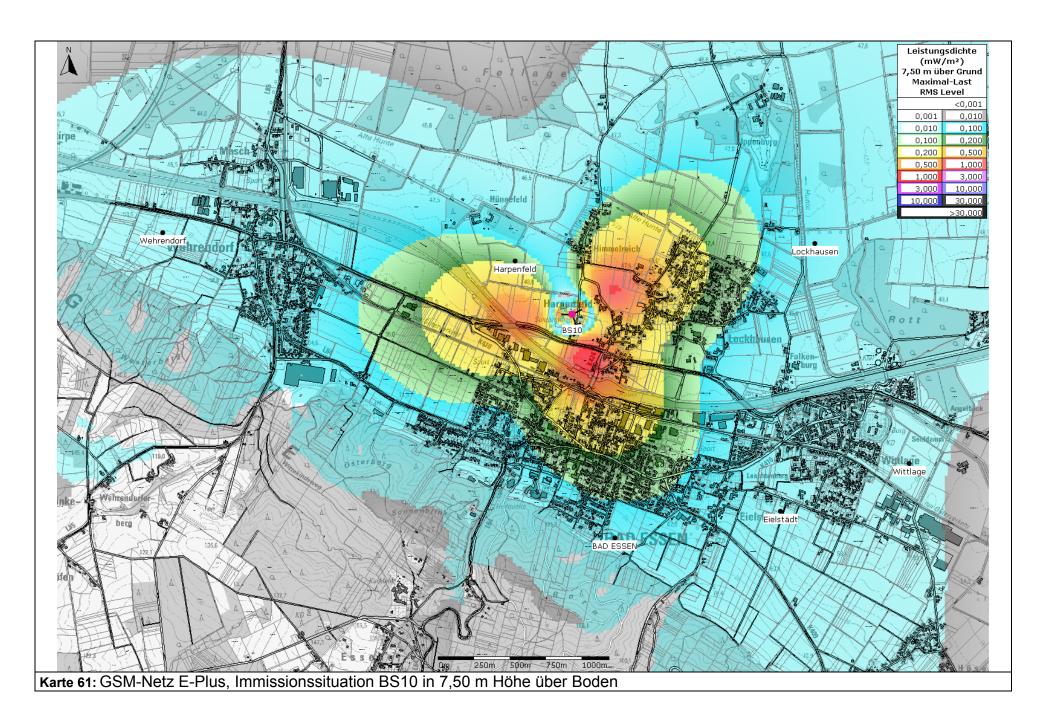
Karte 57: GSM-Netz E-Plus, Versorgungsgebiet BS10 Solequelle Harpenfeld (Farblegende siehe S. 125)

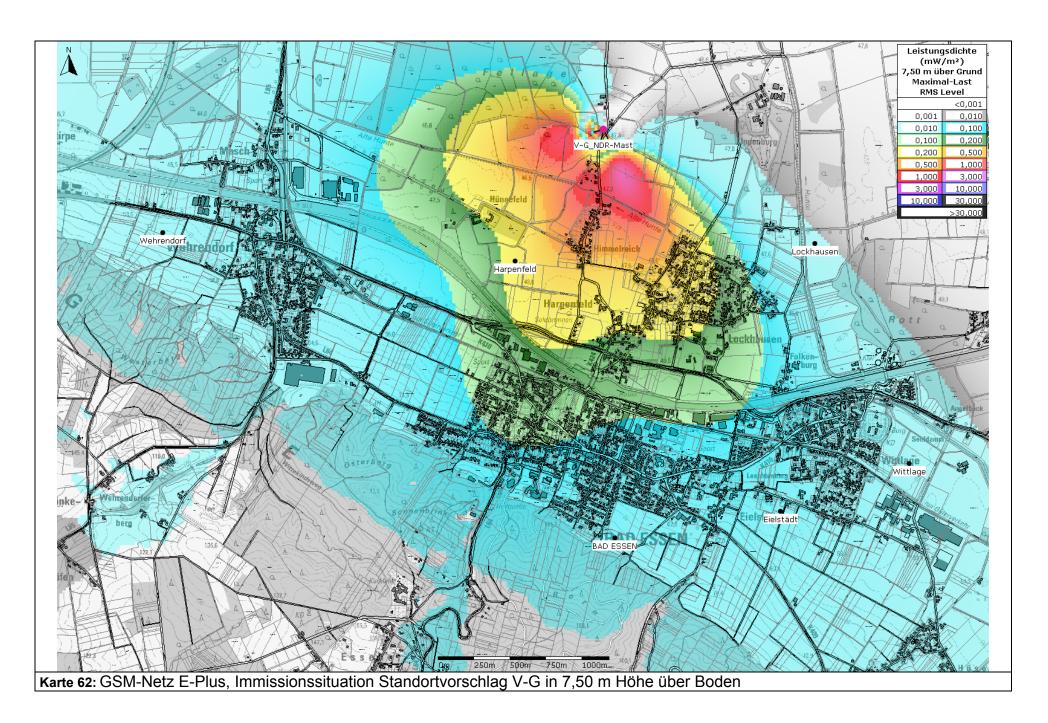


Karte 58: GSM-Netz E-Plus, Versorgungsgebiet Standortvorschlag V-G, NDR-Mast (Farblegende siehe S. 125)

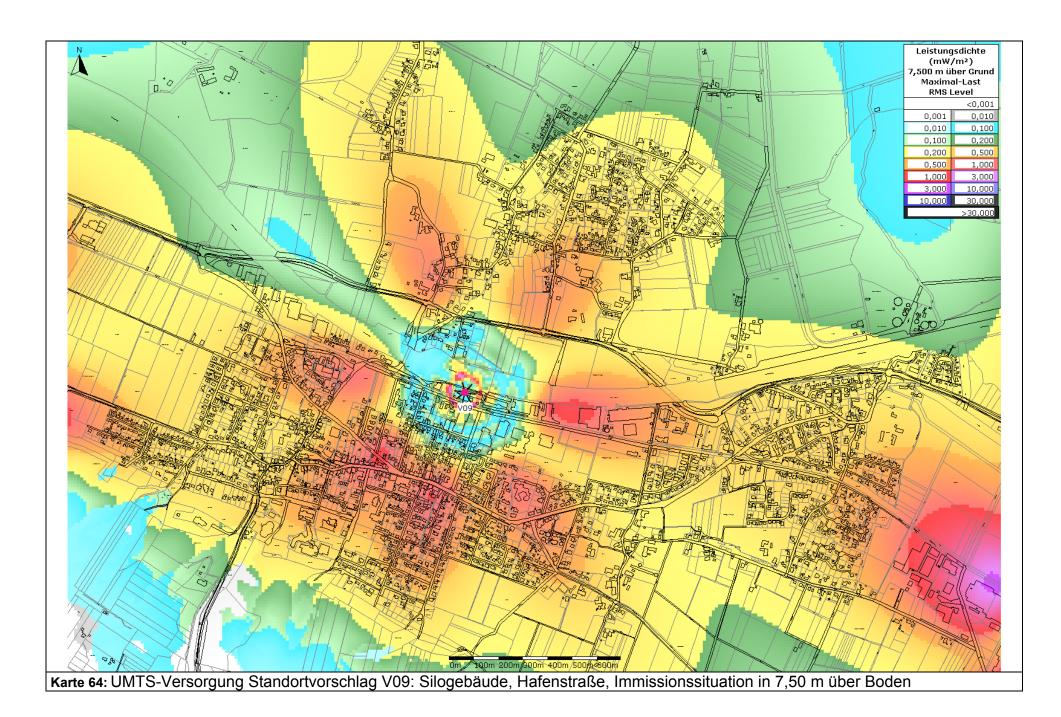


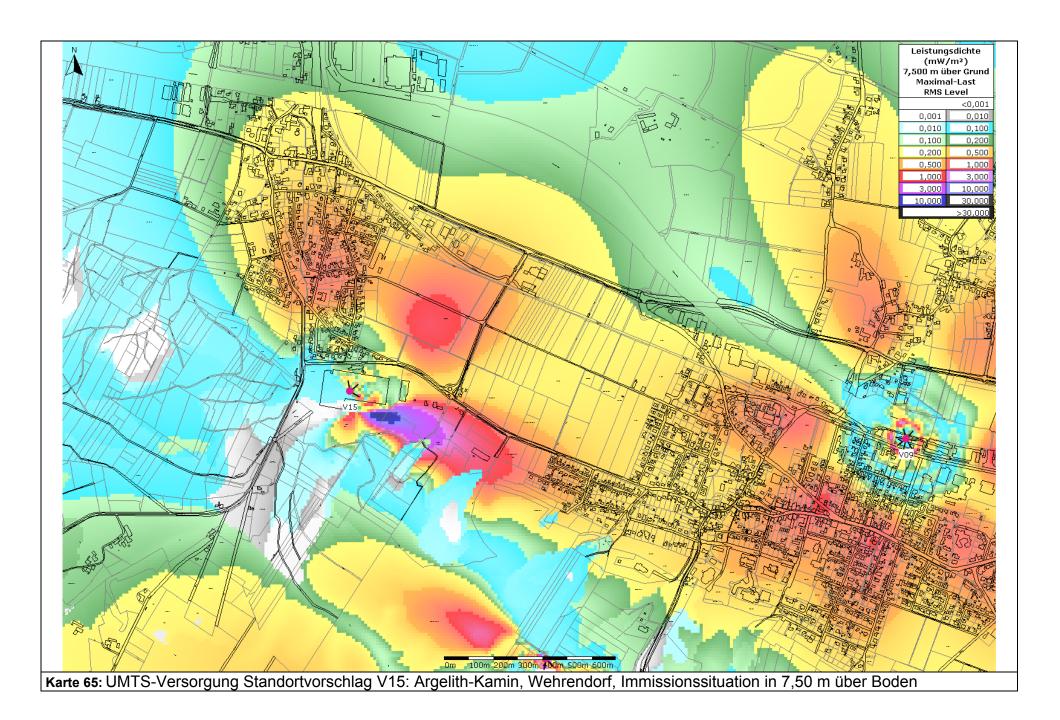


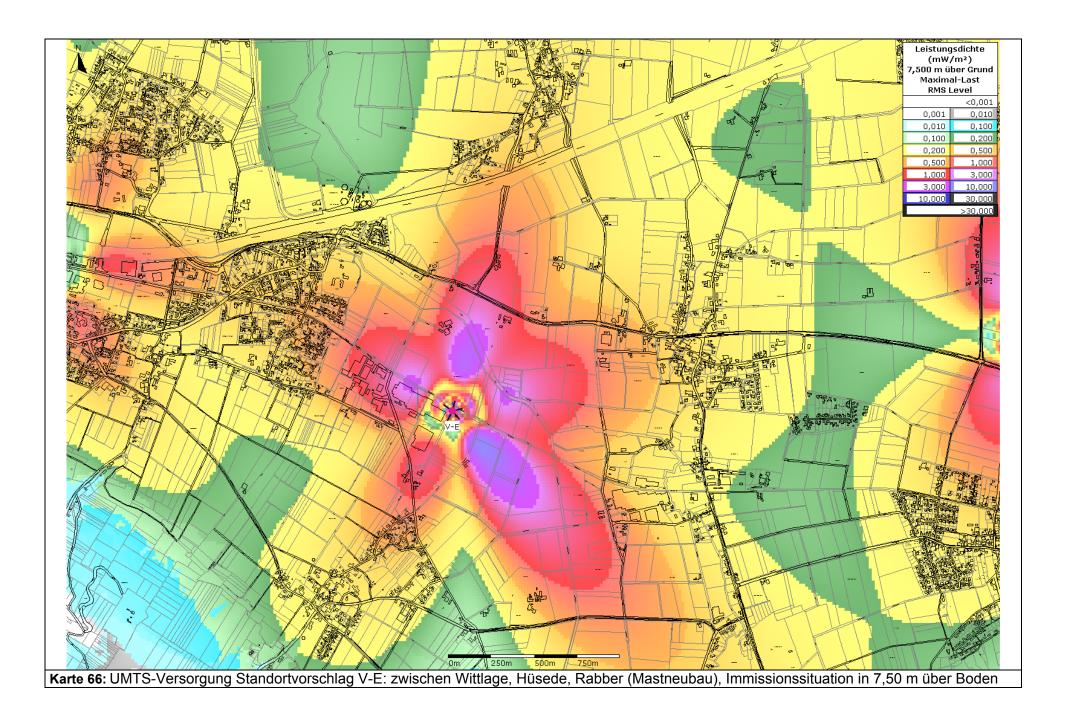


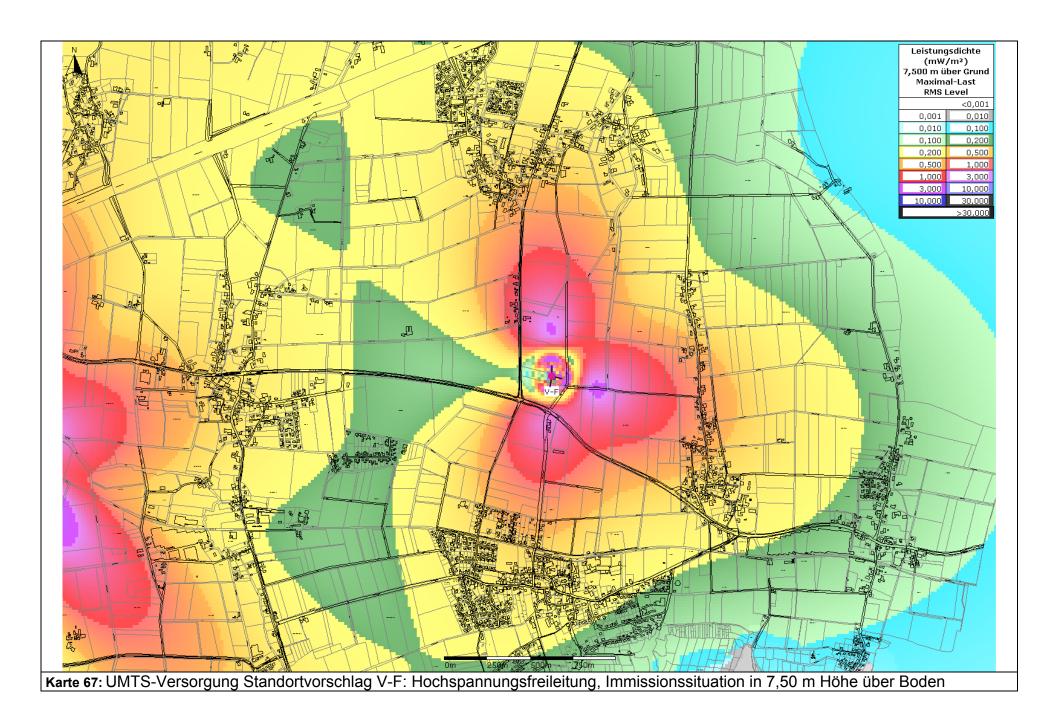


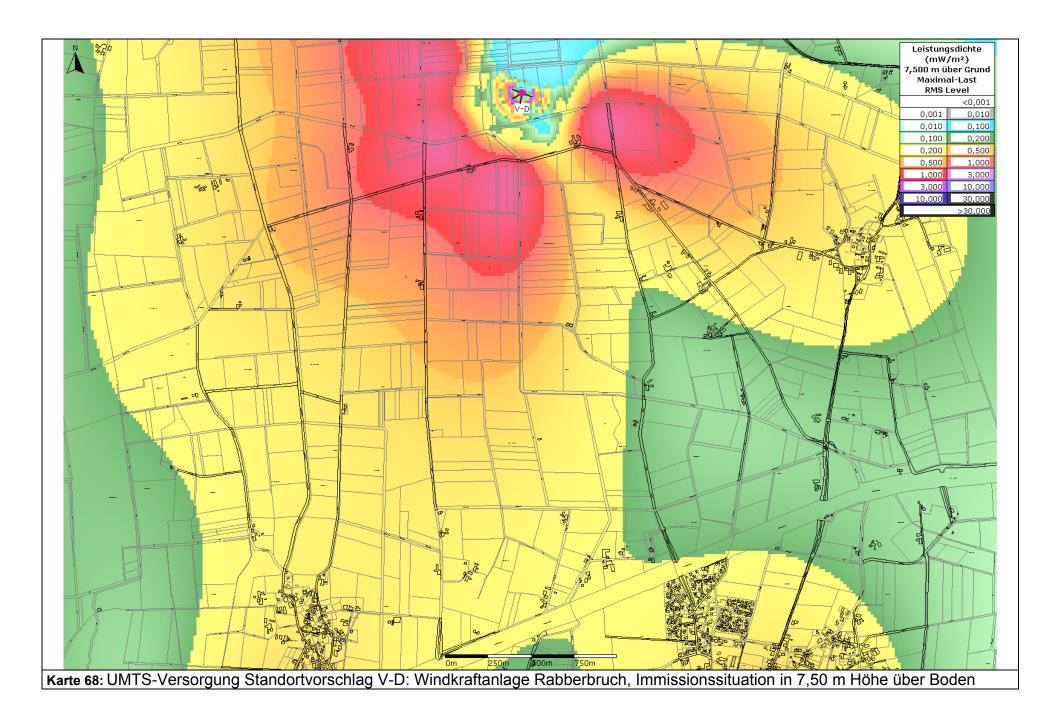


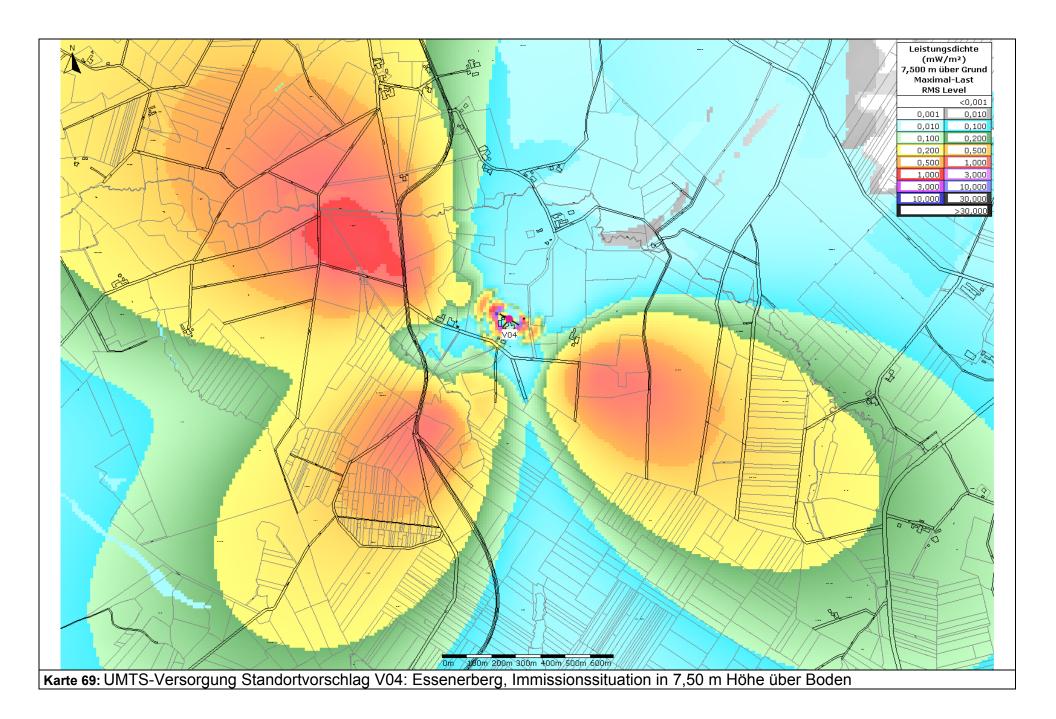


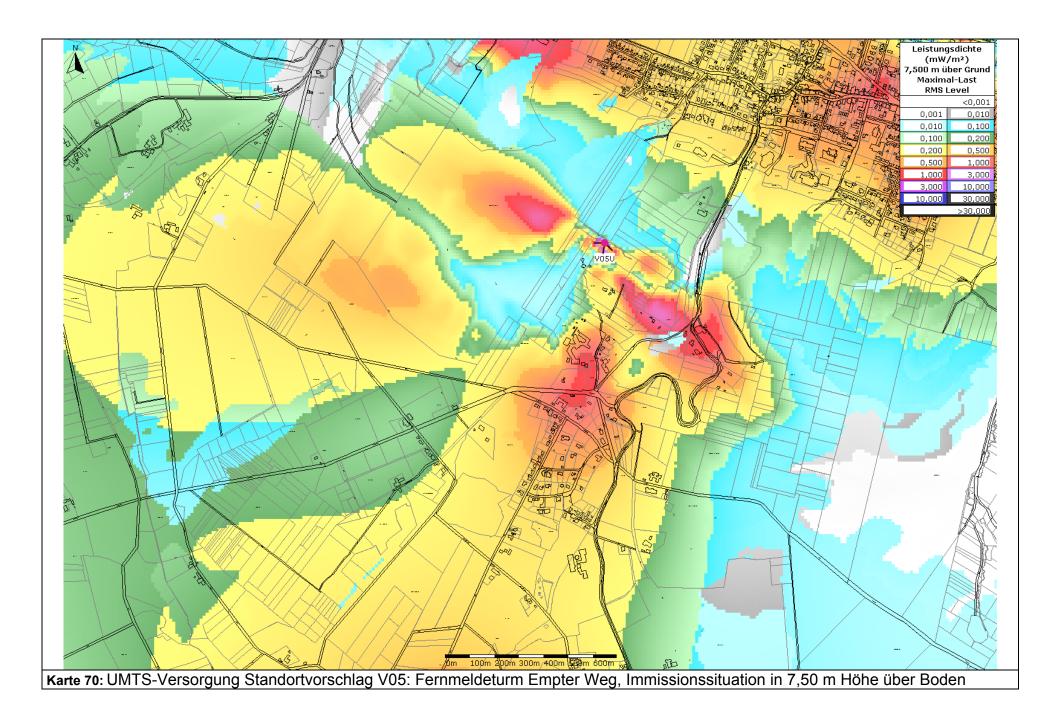


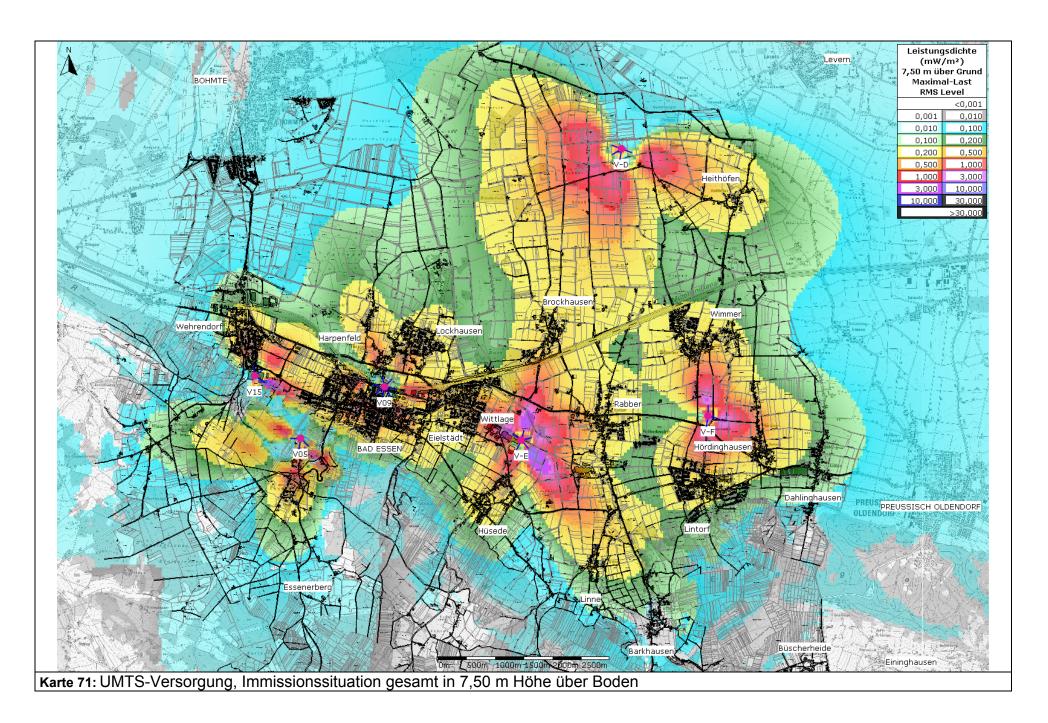


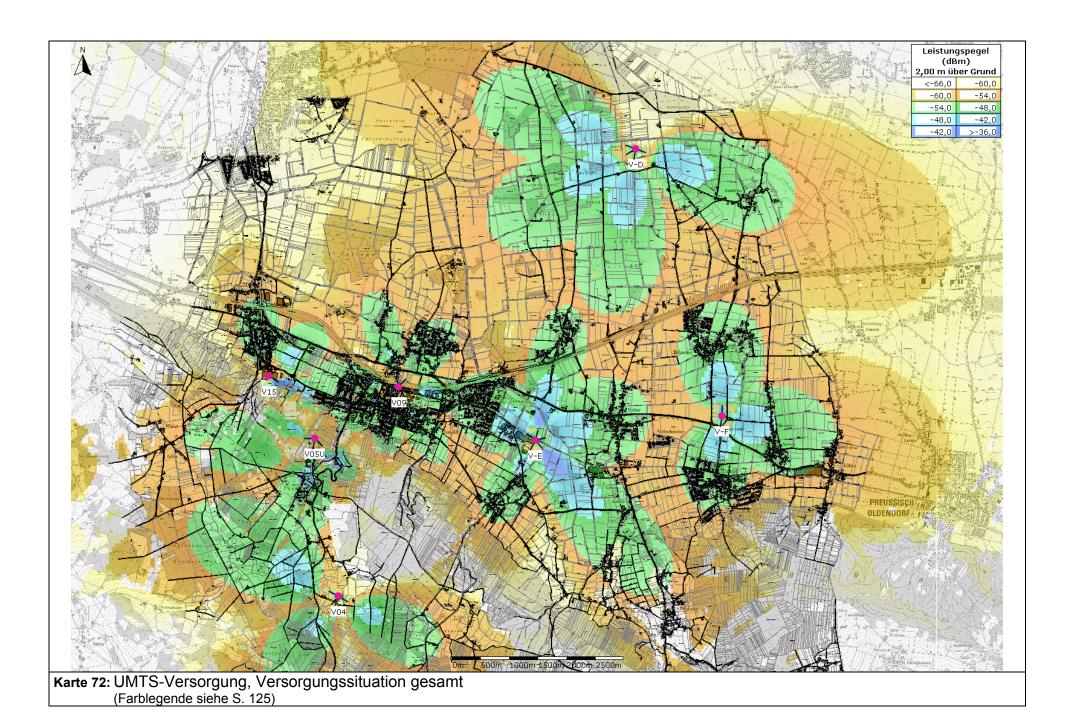




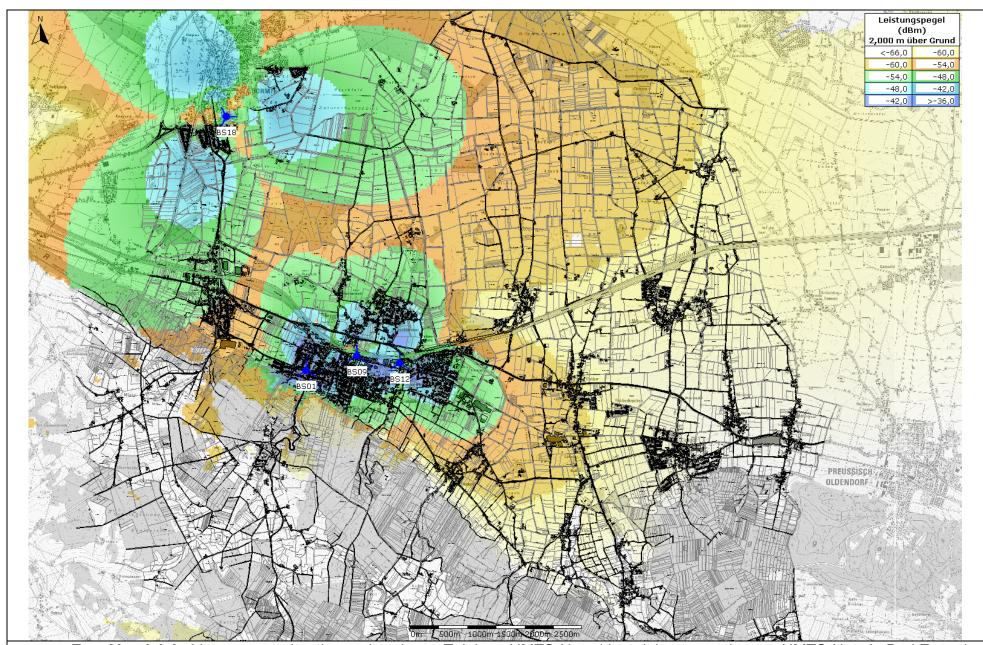




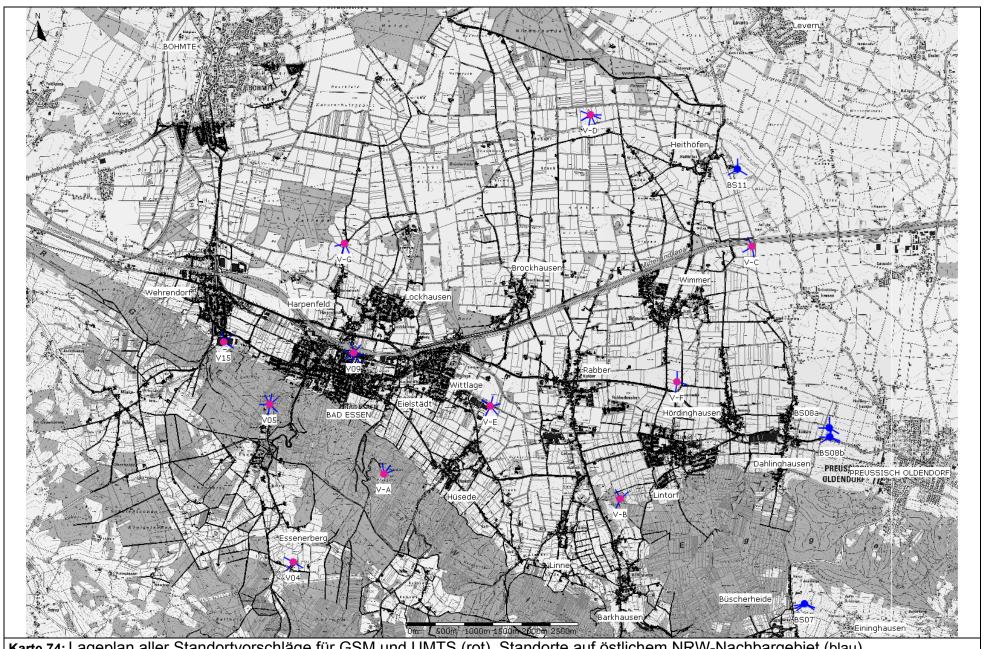




Mobilfunkversorgungskonzept Gemeinde Bad Essen



Karte 73: Zum Vergleich: Versorgungssituation vorhandenes Telekom UMTS-Netz (derzeit bestausgebautes UMTS-Netz in Bad Essen) (Farblegende siehe S. 125)



Karte 74: Lageplan aller Standortvorschläge für GSM und UMTS (rot), Standorte auf östlichem NRW-Nachbargebiet (blau)