



Hochfrequenz-Immissionsmessung einer Mobilfunk-Basisstation

Messbericht und gutachterliche
Stellungnahme

Messbericht Nr.: P2002-02-001

Auftraggeber: Immobilien-Management Duisburg
Friedrich-Wilhelm-Strasse 96
47049 Duisburg

Messobjekt: E-Plus Mobilfunk Basisstation
Int. Bezeichnung: BS 1670 4758
Sermer Strasse 23a
47259 Duisburg - Mündelheim

Messauftrag: Hochfrequenz-Immissionsmessungen In- und Outdoor zur Feststellung der Hochfrequenzimmissionen im Frequenzbereich von 30 – 3000 MHz. Bewertet werden sollen die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Einhaltung der Grenzwerte der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV). Zudem wurden diese auf besonderen Wunsch des Auftraggebers mit den strengeren Schweizer Anlagegrenzwerten für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN) verglichen.

Datum der Messung: 13. März 2002

Messtechniker: Herr Martin Scheipers, Leiter Messtechnik
Herr Martin Borges, Messtechnik

Umgebungsverhältnisse: Städtisch, mittlere Bebauung
regnerisch, 8,0 °C
Vegetation unbelaubt

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	4
Messumgebung	5
Messverfahren.....	6
Dokumentation der Messpunkte und des Messobjektes.....	7
Messequipment	10
Messergebnisse nach Messpunkten.....	11
Zusammenfassung	14
Anhang : Grenzwerte nach der 26. BImSchV.....	15

1. Aufgabenstellung

Die sich immer weiter zuspitzende Diskussion um eine eventuelle gesundheitliche Beeinträchtigung durch elektromagnetische Felder führt zu einer immer größeren Verunsicherung in der Bevölkerung. Ein objektiver Bewertungsmaßstab in diesen teilweise sehr kontrovers diskutierten Fällen ist eine Ermittlung der tatsächlich vorliegenden Art und Intensität der elektromagnetischen Felder.

Mit Hilfe von Hochfrequenz-Immissions-Messungen werden im gewünschten Frequenzbereich alle am jeweiligen Messpunkt vorliegenden Hochfrequenzfelder ermittelt und im Verhältnis zum gesetzlich gültigen Grenzwert dargestellt. In der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) sind die entsprechenden Grenzwerte festgeschrieben, die dieser Messung zugrunde liegen.

Es soll durch eine frequenzselektive Messung der elektrischen Feldstärke festgestellt werden, in wieweit die o.g. Grenzwerte zum Schutz von besonders schutzbedürftigen Personen (gem. 26. BImSchV) an den jeweiligen Messpunkten eingehalten werden.

Des weiteren soll, auf besonderen Wunsch des Auftraggebers, durch diese Messung verdeutlicht werden, inwiefern auch die strengeren Schweizer Grenzwerte eingehalten werden.

Die Messungen sollen im Frequenzbereich von 30 – 3000 MHz, an 5 zuvor festgelegten Messpunkten durchgeführt werden. Spezielles Augenmerk soll dabei auf den Downlink Frequenzbereich der Basisstation des Netzbetreibers E-Plus Mobilfunk GmbH & Co. KG gelegt werden. Für diese Messung werden alle relevanten elektromagnetischen Feldstärken an den jeweiligen Messpunkten aufgenommen. Es wird untersucht, wie stark der jeweilige Immissionsschutz-Grenzwert über- bzw. unterschritten wird.

Um zu bewerten, ob die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte durch mehrere voneinander unabhängigen Frequenzen (Gesamtfeldstärke) gegeben ist, werden die quadrierten Quotienten aus gemessenen Einzelimmissionen und den dazugehörigen Grenzwerten gem. DIN VDE 0848 Teil 2 (Entwurf) addiert. Die Einhaltung der Grenzwerte der Gesamtfeldstärke ist dann gegeben, wenn die Summe der Quotienten kleiner oder gleich 1 ist.

2. Messumgebung

Die Lage der Messpunkte und der Mobilfunkbasisstationen von E-Plus-Mobilfunk, T-Mobile und D2-Vodafone können aus Bild 2.1 entnommen werden. Die genaue Bezeichnung der Messpunkte finden sich im Kapitel „Dokumentation der Messpunkte“.

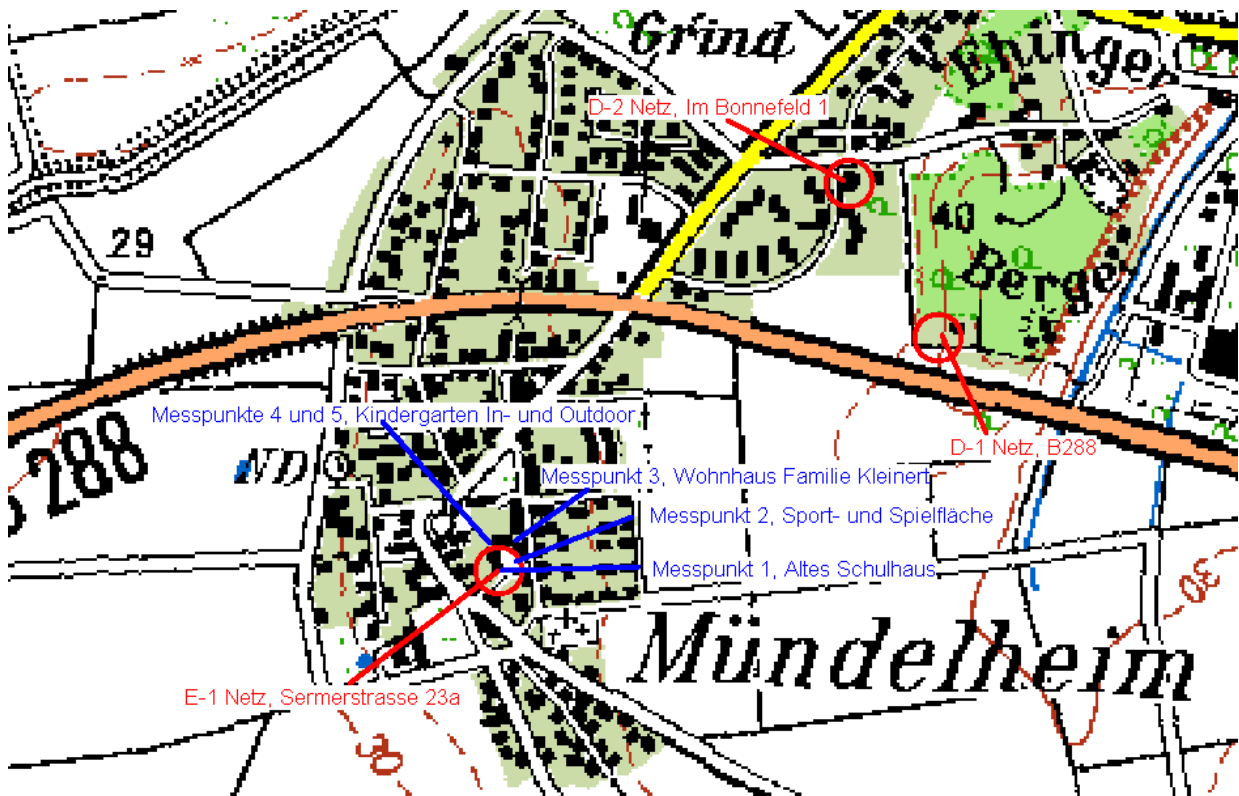


Bild 2.1 Messumgebung

3. Messverfahren

Die Messung wurde nach Vorgabe der 26. BImSchV Anhang III unter Berücksichtigung der DIN VDE 0848 Teil 1 durchgeführt.

Sämtliche Messpunkte lagen im Fernfeld der Antenne. Da im Fernfeld der Antenne die elektrische und magnetische Feldstärke sowie die Leistungsflussdichte in einem festen Verhältnis zueinander stehen, wurde nur die elektrische Feldstärke gemessen und dann in Leistungsflußdichte umgerechnet.

An den Messpunkten wurde mit dem Spektrum-Analyzer durch einen Frequenz-Scan von 30 – 3000 MHz die Frequenzbereiche ermittelt, die für eine Beurteilung der elektrischen Feldstärke von Bedeutung sind und in dem ausreichend starke (sehr geringe Feldstärken haben nur einen verschwindend geringen Einfluss auf die Grenzwertbetrachtung) Immissionen vorhanden waren. GSM-Abstrahlfrequenzen (GSM-Downlink) wurden nach sogenannten Broadcast Channels (nachfolgend BCCH's genannt) überprüft. BCCH's senden permanent mit voller Leistung und unterliegen somit, im Gegensatz zu den „Traffic Channels“ (TCH), auch keiner Leistungsregelung.

Nach Festlegung der Frequenzen, die für die Ermittlung der zur messenden elektrischen Feldstärken von Betracht sind und der daraus resultierenden Geräteeinstellungen des Spektrum-Analyzers, wurde die Messantenne am Messpunkt, unter Berücksichtigung der Polarisation, über Langzeitintervalle von jeweils mind. 6 Minuten, auf maximalen Wert ausgerichtet und der Maximalwert über die Funktion Maxhold des Spektrum-Analyzers aufgezeichnet. Sofern möglich, wurden bei Indoormessungen die Fenster geöffnet, um den höchst möglichen Wert zu erhalten.

Bei Überlagerung mehrerer Feldquellen gleicher Frequenz wurde die elektrische Feldstärke normgerecht (DIN VDE 0848 Teil 1) über Summenformel aus den einzelnen Messwerten errechnet, wobei jede Feldquelle einzeln für sich gemessen wurde. Die so ermittelten Ersatzfeldstärken wurden im Messprotokoll zur späteren Auswertung übertragen.

Die im Messprotokoll aufgeführte Messunsicherheit setzt sich zusammen aus den gerätetechnischen Werten, die dem jeweiligen Kalibrierdokument entnommen wurden, sowie ein Zuschlag für unvermeidbare Messunsicherheiten, die z.B. aus Witterungs- und Umgebungsverhältnissen herrühren. Die Gesamtmessunsicherheit wurde zur Worst-Case Betrachtung dem gemessenen Wert aufgeschlagen.

Eine Messung der elektrischen Feldstärke ist generell nur bei voller Anlagenlast durchzuführen. War dies nicht möglich, so wurde der gemessene Wert entsprechend hochgerechnet.

Zur Veranschaulichung der so gewonnenen Werte, sind diese im Messprotokoll den dazugehörigen Grenzwerten gegenübergestellt worden. Die nachfolgende Spalte gibt den prozentualen Anteil des gemessenen Wertes vom Grenzwert wieder.

Zur Schlussbetrachtung wurden alle Einzelfeldstärken gemäß DIN VDE 0848 Teil 2 (Entwurf) durch ihre jeweiligen Grenzwerte geteilt, die Ergebnisse quadriert und anschließend addiert. Das Ergebnis muss kleiner oder gleich 1 sein. Auch wird der Wert, zum besseren Verständnis, noch mal in Prozent dargestellt.

4. Dokumentation der Messpunkte und des Messobjektes

Die Anzahl und die Lage der Messpunkte wurden mit dem Auftraggeber abgestimmt und wie folgt festgelegt:

Messpunkt 1: Altes Schulhaus, Obergeschoss, Sermer Straße 23a



Bild 4.1 Messpunkt 1

Messpunkt 2: Sport und Spielfläche vor dem alten Schulgebäude



Bild 4.2 Messpunkt 2

Messpunkt 3: Wohnhaus Familie Kleinert, Obergeschoss, Barberstraße 12



Bild 4.3 Messpunkt 3

Messpunkt 4 und 5: Kindergarten Innenbereich (4) und Außenbereich (5), Barberstraße 14a



Bild 4.4 Messpunkt 4 und 5

Das Messobjekt ist folgendermaßen beschrieben:

Messobjekt: Altes Schulgebäude Sermer Straße 23a
47259 Duisburg-Mündelheim
Netzbetreiber E-Plus-Mobilfunk GmbH & Co. KG



Bild 4.5 Flachdach mit aufgesetzter 3 Sektor Mobilfunkanlage des Netzbetreibers E-Plus Mobilfunk GmbH & Co. KG

5. Messequipment

Die Hochfrequenz-Immissionen wurden mit folgendem Messequipment ermittelt:

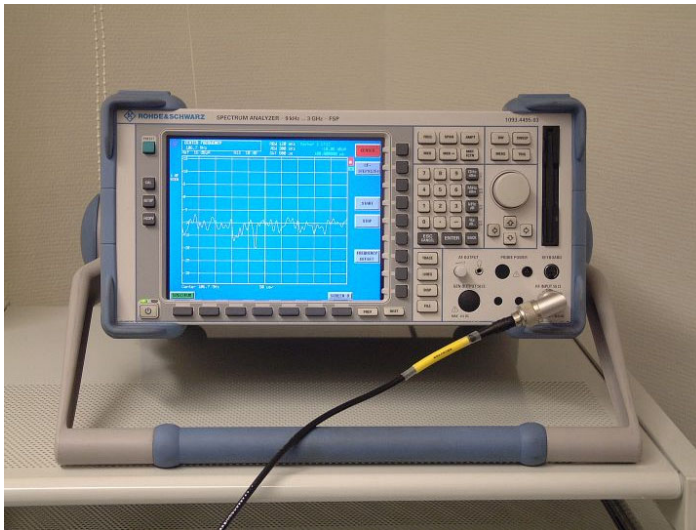
Sämtliche für die Messung benutzten Messmittel befinden sich im technisch einwandfreiem Zustand. Aktuelle Kalibrier- und Prüfprotokolle liegen vor.

Messgerät:

Messempfänger Rhode & Schwarz Spektrum-Analyzer FSP3

Ser. Nr.: 1093.4495.03 830179/004

Interne Nr.: M-001



Messantennen:

Schaffner BiLog Antenne, CBL6112B

Ser. Nr.: 2752

Interne Nr.: A-001

Schwarzbeck Bikonusantenne, SBA 9113

Ser. Nr.: 9113-131

Interne Nr.: A-005



Verwendete Messkabel:

Suhner S 07262 BD

Ser. Nr. : 315920; 315919

Interne Nr.: K-03 ; K-06

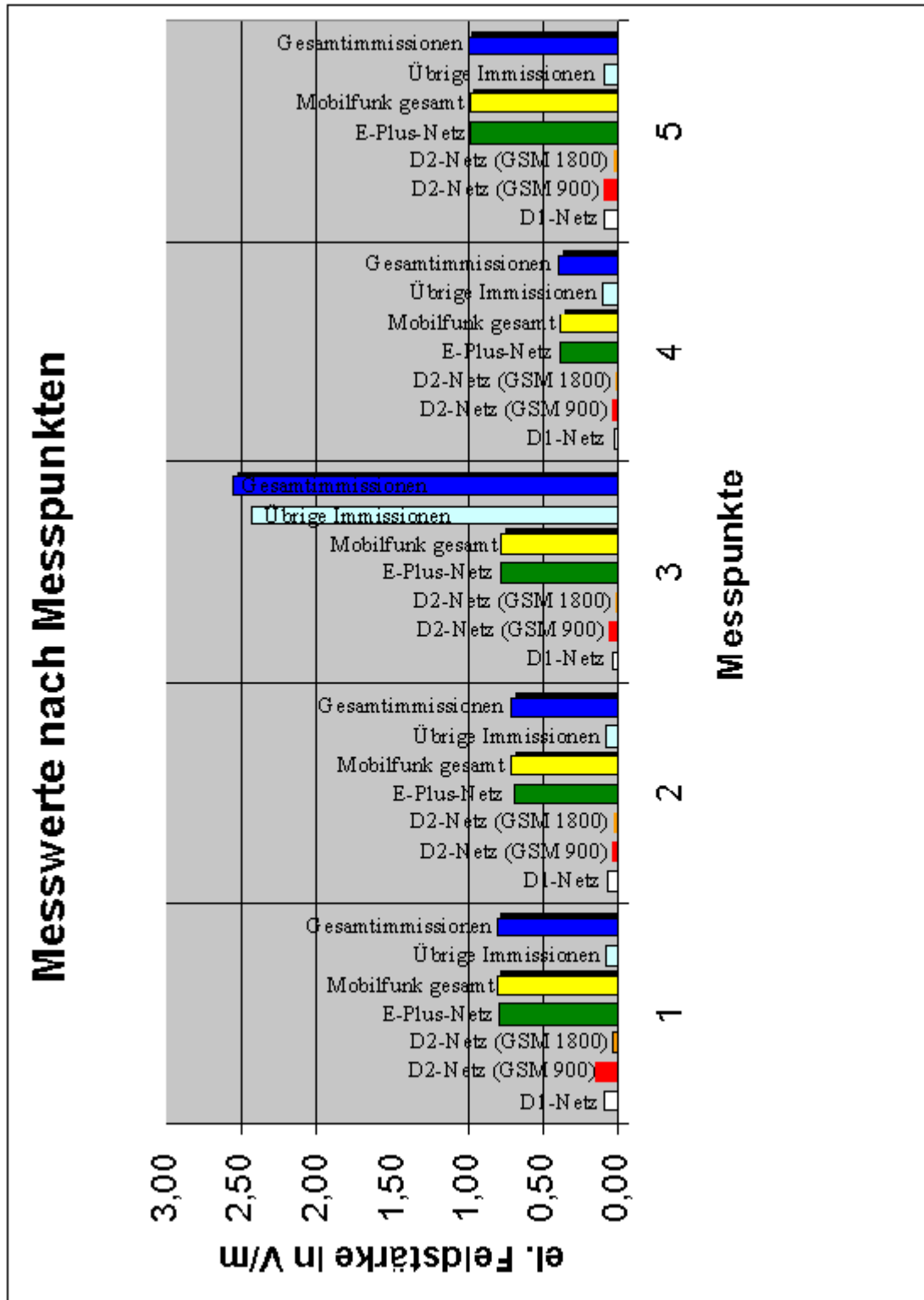
6. Messergebnisse nach Messpunkten

6.1 Messergebnisse tabellarisch (nach 26. BImSchV)

Messpunkt	Funkdienst	elektrische Feldstärke in V/m	Grenzwert in V/m (frequenz-abhängig)	Grenzwertausschöpfung (in Prozent)	Leistungsflussdichte in W/m ² (berechnet)
1	D1-Netz (GSM 900)	0,090379	42,1	0,21	0,000022
	D2-Netz (GSM 900)	0,143065	42,1	0,34	0,000054
	D2-Netz (GSM 1800)	0,038687	59,1	0,07	0,000004
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,777927	59,4	1,31	0,001605
	Summe Mobilfunk	0,797059		1,37	0,001685
	Rundfunk	0,048029	27,5	0,17	0,000006
	Fernsehen	0,059958	34,5	0,17	0,000001
	DECT				
	Summe sonstige Immissionen	0,076823		0,25	0,000016
	Gesamtmissionen	0,800753		1,39	0,001701
2	D1-Netz (GSM 900)	0,067408	42,1	0,16	0,000012
	D2-Netz (GSM 900)	0,043274	42,1	0,1	0,000005
	D2-Netz (GSM 1800)	0,023936	59,1	0,04	0,000002
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,685858	59,4	1,15	0,001248
	Summe Mobilfunk	0,690935		1,17	0,001266
	Rundfunk	0,048029	27,5	0,17	0,000006
	Fernsehen	0,059958	34,5	0,17	0,000001
	DECT				
	Summe sonstige Immissionen	0,076823		0,25	0,000016
	Gesamtmissionen	0,695192		1,2	0,001282
3	D1-Netz (GSM 900)	0,039167	42,1	0,09	0,000004
	D2-Netz (GSM 900)	0,047033	42,1	0,11	0,000006
	D2-Netz (GSM 1800)	0,015598	59,1	0,03	0,000001
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,768272	59,4	1,29	0,001566
	Summe Mobilfunk	0,770864			0,001576
	Rundfunk	0,048029	27,5	0,17	0,000006
	Fernsehen	0,059958	34,5	0,17	0,000001
	DECT	2,432204	59,7	4,07	0,015692
	Summe sonstige Immissionen	2,433417		4,08	0,015707
	Gesamtmissionen	2,552597		4,28	0,017294
4	D1-Netz (GSM 900)	0,027077	42,1	0,06	0,000002
	D2-Netz (GSM 900)	0,03975	42,1	0,09	0,000004
	D2-Netz (GSM 1800)	0,01222	59,1	0,02	0
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,369907	59,4	0,62	0,000363
	Summe Mobilfunk	0,373221			0,000369
	Rundfunk	0,048029	27,5	0,17	0,000006
	Fernsehen	0,059958	34,5	0,17	0,000001
	DECT	0,065749	59,7	0,11	0,000011
	Summe sonstige Immissionen	0,101117		0,27	0,000027
	Gesamtmissionen	0,386676		0,69	0,000397
5	D1-Netz (GSM 900)	0,087724	42,1	0,21	0,00002
	D2-Netz (GSM 900)	0,082899	42,1	0,2	0,000018
	D2-Netz (GSM 1800)	0,030943	59,1	0,05	0,000003
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,966366	59,4	1,63	0,002477
	Summe Mobilfunk	0,974366			0,002518
	Rundfunk	0,048029	27,5	0,17	0,000006
	Fernsehen	0,059958	34,5	0,17	0,000001
	DECT	0,029084	59,7	0,05	0,000002
	Summe sonstige Immissionen	0,082144		0,25	0,000018
	Gesamtmissionen	0,977822		1,67	0,002536

Bemerkung: Die gemessenen Feldstärken (Einheit: V/m) müssen für eine Betrachtung der Gesamtmission quadratisch addiert werden. Auch die Grenzwertausschöpfung (in Prozent) der einzelnen Funkdienste können somit nicht einfach linear addiert werden. Zwecks einfacherer Handhabung und Darstellung wurden deshalb die elektrischen Feldstärken in Leistungsflussdichten (Einheit: W/m²) umgerechnet.

6.2 Graphische Darstellung der Messwerte



6.3 Messergebnisse tabellarisch (nach Schweizer Anlagengrenzwert für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN))

Auf Wunsch des Auftraggebers wurden die ermittelten HF-Immissionen auch den Schweizer Anlagengrenzwerten für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN) gegenüber gestellt.

Messpunkt	Funkdienst	elektrische Feldstärke in V/m	Grenzwert in V/m (frequenz-abhängig)	Grenzwert-ausschöpfung (in Prozent)
1	D1-Netz (GSM 900)	0,090379	4	2,26
	D2-Netz (GSM 900)	0,143065	4	3,58
	D2-Netz (GSM 1800)	0,038687	6	0,64
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,777927	6	12,97
	Summe Mobilfunk	0,797059		
	Rundfunk	0,048029		
	Fernsehen DECT	0,059958		
	Summe sonstige Immissionen	0,076823		
	Gesamtimmisionen	0,800753		
2	D1-Netz (GSM 900)	0,067408	4	1,69
	D2-Netz (GSM 900)	0,043274	4	1,08
	D2-Netz (GSM 1800)	0,023936	6	0,4
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,685858	6	11,43
	Summe Mobilfunk	0,690935		
	Rundfunk	0,048029		
	Fernsehen DECT	0,059958		
	Summe sonstige Immissionen	0,076823		
	Gesamtimmisionen	0,695192		
3	D1-Netz (GSM 900)	0,039167	4	0,98
	D2-Netz (GSM 900)	0,047033	4	1,18
	D2-Netz (GSM 1800)	0,015536	6	0,26
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,768272	6	12,8
	Summe Mobilfunk	0,770864		
	Rundfunk	0,048029		
	Fernsehen DECT	0,059958 2,432204		
	Summe sonstige Immissionen	2,433417		
	Gesamtimmisionen	2,552597		
4	D1-Netz (GSM 900)	0,027077	4	0,68
	D2-Netz (GSM 900)	0,03975	4	0,99
	D2-Netz (GSM 1800)	0,01222	6	0,2
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,369907	6	6,17
	Summe Mobilfunk	0,373221		
	Rundfunk	0,048029		
	Fernsehen DECT	0,059958 0,065749		
	Summe sonstige Immissionen	0,101117		
	Gesamtimmisionen	0,386676		
5	D1-Netz (GSM 900)	0,087724	4	2,19
	D2-Netz (GSM 900)	0,082899	4	2,07
	D2-Netz (GSM 1800)	0,030943	6	0,52
	E-Plus-Netz (GSM 1800)	0,966366	6	16,11
	Summe Mobilfunk	0,974366		
	Rundfunk	0,048029		
	Fernsehen DECT	0,059958 0,029084		
	Summe sonstige Immissionen	0,082144		
	Gesamtimmisionen	0,977822		

7. Zusammenfassung

Die Auswertung der vorangegangenen Messungen zeigt, dass alle ermittelten Hochfrequenz-Immissionen deutlich die gesetzlich festgeschriebenen Grenzwerte der 26. Vo. des BImSchG unterschreiten.

Für die einzelnen Messpunkte wurden die aus den elektrischen Feldstärken errechneten Leistungsflussdichten ins Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert der 26. Vo. BImSchG gesetzt:

Messpunkt 1:	Mobilfunk GSM 900:	0,00076 W/m ²	Faktor 6.184 unter Grenzwert (Grenzwert 4,7 W/m ²)
	Mobilfunk GSM 1800:	0,001609 W/m ²	Faktor 5.811 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	davon E-Plus:	0,001605 W/m ²	Faktor 5.827 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	(Faktor 62 unter Schweizer Anlagengrenzwert für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN))		
	Sonstige:	0,000016 W/m ²	Faktor 160.000 unter Grenzwert
Gesamt:	0,001701 W/m²	Faktor 5.176 unter Grenzwert	
Messpunkt 2:	Mobilfunk GSM 900:	0,000017 W/m ²	Faktor 276.470 unter Grenzwert (Grenzwert 4,7 W/m ²)
	Mobilfunk GSM 1800:	0,00125 W/m ²	Faktor 7.480 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	davon E-Plus:	0,001248 W/m ²	Faktor 7.561 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	(Faktor 80 unter Schweizer Anlagengrenzwert für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN))		
	Sonstige:	0,000016 W/m ²	Faktor 160.000 unter Grenzwert
Gesamt:	0,001282 W/m²	Faktor 6.944 unter Grenzwert	
Messpunkt 3:	Mobilfunk GSM 900:	0,00001 W/m ²	Faktor 470.000 unter Grenzwert (Grenzwert 4,7 W/m ²)
	Mobilfunk GSM 1800:	0,001567 W/m ²	Faktor 5.967 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	davon E-Plus:	0,001566 W/m ²	Faktor 6.009 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	(Faktor 64 unter Schweizer Anlagengrenzwert für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN))		
	Sonstige:	0,015707 W/m ²	Faktor 601 unter Grenzwert
Gesamt:	0,017284 W/m²	Faktor 546 unter Grenzwert	
Messpunkt 4:	Mobilfunk GSM 900:	0,000006 W/m ²	Faktor 783.333 unter Grenzwert (Grenzwert 4,7 W/m ²)
	Mobilfunk GSM 1800:	0,000363 W/m ²	Faktor 26.015 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	davon E-Plus:	0,000363 W/m ²	Faktor 26.015 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	(Faktor 276 unter Schweizer Anlagengrenzwert für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN))		
	Sonstige:	0,000027 W/m ²	Faktor 137.174 unter Grenzwert
Gesamt:	0,000397 W/m²	Faktor 21.004 unter Grenzwert	
Messpunkt 5:	Mobilfunk GSM 900:	0,000038 W/m ²	Faktor 123.684 unter Grenzwert (Grenzwert 4,7 W/m ²)
	Mobilfunk GSM 1800:	0,00248 W/m ²	Faktor 3.770 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	davon E-Plus:	0,002477 W/m ²	Faktor 3.764 unter Grenzwert (Grenzwert 9,35 W/m ²)
	(Faktor 40 unter Schweizer Anlagengrenzwert für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN))		
	Sonstige:	0,000018 W/m ²	Faktor 160.000 unter Grenzwert
Gesamt:	0,002536 W/m²	Faktor 3.586 unter Grenzwert	

Bemerkung: Der Grenzwert der 26. Vo. BImSchG ist frequenzabhängig. Deshalb kann bei der Gesamtbetrachtung der Immissionen keine Bezugsgröße als Grenzwert angegeben werden. Für die E-Plus-Mobilfunkanlage wurden auf besonderen Wunsch des Auftraggebers die errechneten Leistungsflussdichten auch ins Verhältnis mit dem Schweizer Anlagengrenzwert für Orte empfindlicher Nutzung (OMEN) gesetzt. Dieser Grenzwert beträgt **0,1 W/m²**.



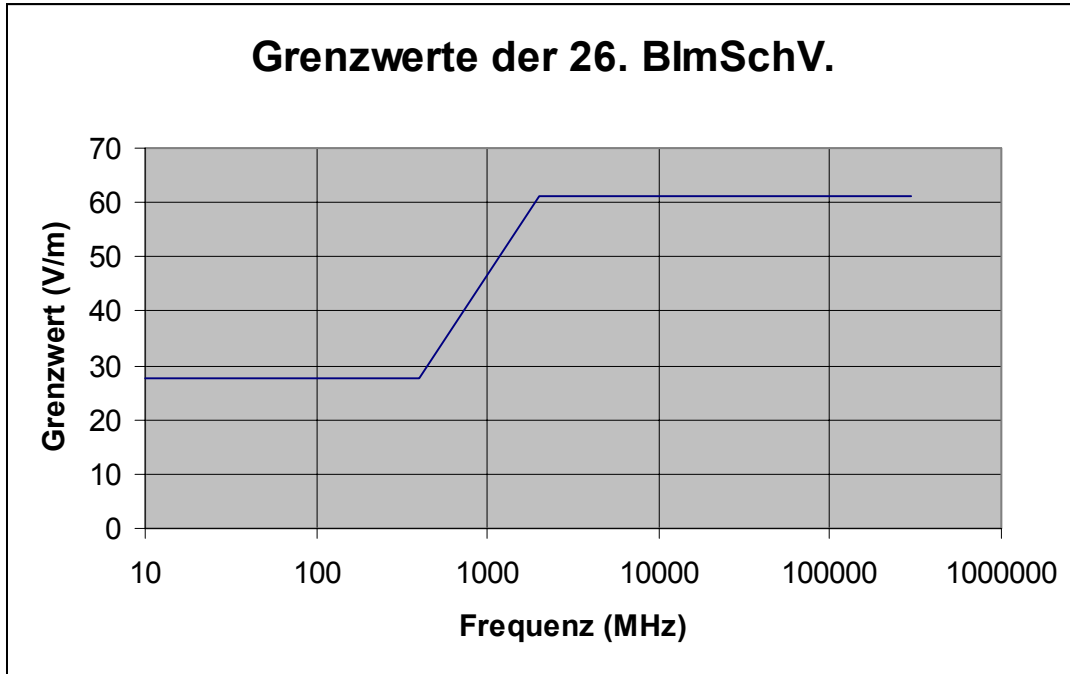
Auf Grund der hier sehr deutlichen Unterschreitung der gesetzlichen Grenzwerte der 26. BImSchV, die den Empfehlungen der ICNIRP (Internationale Strahlenschutzkommission) und WHO (Weltgesundheitsorganisation) entsprechen, kann auch unter ungünstigsten Expositionsbedingungen von keiner Gesundheitsgefährdung der Be- und Anwohner ausgegangen werden.

DTEC Netplan GmbH

Ralf Meisberger
Geschäftsführer

Martin Scheipers
Leiter Messtechnik

Anhang : Grenzwerte der 26.BImSchV.



Hochfrequenzanlagen		
Frequenz (f) in Megahertz (MHz)	Effektivwert der Feldstärke, quadratisch gemittelt über 6-Minuten-Intervalle	
	elektrische Feldstärke in Volt pro Meter (V/m)	magnetische Feldstärke in Ampere pro Meter (A/m)
10 - 400	27,5	0,073
400 - 2 000	$1,375\sqrt{f}$	$0,0037\sqrt{f}$
2 000 - 300 000	61	0,16