

Bericht über die Messung elektromagnetischer Felder in der Umgebung von Mobilfunksendeanlagen

Auftraggeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg

Ort: Stadtgebiet von Regensburg

Durchführung: EM-Institut
Carlstr. 5
93049 Regensburg

Autor: Prof. Dr.-Ing. Matthias Wuschek
Öffentlich bestellter und beeidigter Sachverständiger für das Fachgebiet
"Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)"

Projektnummer: 02/010

Ort und Datum: Regensburg, den 11. März 2002

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Aufgabenstellung	3
2	Durchführung der Messungen	4
2.1	Messgrößen für hochfrequente Felder	4
2.2	Verwendete Messgeräte, Messverfahren	4
2.3	Messgenauigkeit, Bestimmung der Maximalimmission	5
2.4	Qualitätssicherung	5
2.5	Messorte	5
3	Festgestellte Immissionswerte	8
4	Schlussfolgerungen	11
5	Literaturverzeichnis	12
6	Anlagen	13
	Anlage 1: Ausführliche Ergebnistabellen	13
	Anlage 2: Lageplan mit Messpunkten	21
	Anlage 3: Photos	22

1. Aufgabenstellung

Mit Schreiben vom 21.01.2002 wurde das EM-Institut, Regensburg vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz beauftragt, an verschiedenen Punkten im Stadtgebiet von Regensburg, die durch Mobilfunksendeanlagen verursachten hochfrequenten Immissionen messtechnisch zu erfassen. Die Ergebnisse der Messungen sind zu dokumentieren und mit den derzeit in Deutschland verbindlichen Grenzwerten zu vergleichen.

Verursacher der an den betrachteten Punkten in Regensburg messbaren hochfrequenten Felder sind Mobilfunksendeanlagen (Betreiber: T-Mobil, Vodafone, E-Plus und Viag-Interkom), die auf Dächern, an Gebäuden oder auf Masten installiert sind.

Zum Vergleich wurden an zwei Punkten auch die Immissionen bestimmt, die dort durch Rundfunk- und TV-Sender erzeugt werden. Diese Sendeanlagen befinden sich auf dem Sendeturm "Hohe Linie" (Keilberg) bzw. dem Fernmeldeturm Schmellerstraße.

Außerdem wurden an einem Punkt die Felder gemessen, die dort durch eine DECT-Haustelefonanlage erzeugt werden.

Der Schutz der Bevölkerung vor den Wirkungen elektromagnetischer Felder ist in Deutschland seit Januar 1997 in der **26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV)** [1] verbindlich geregelt. Die in dieser Verordnung festgelegten Immissionsgrenzwerte basieren auf den aktuellen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierenden Strahlen (ICNIRP), des Europäischen Rates sowie der deutschen Strahlenschutzkommission [2,3,4].

Die Intensität elektromagnetischer Wellenfelder wird durch die **Feldstärke** oder die **Leistungsflussdichte** beschrieben. Welche Feldstärke- bzw. Leistungsflussdichtewerte an bestimmten Orten auftreten, lässt sich im allgemeinen nur näherungsweise berechnen, da neben der Leistung der Sendeanlage verschiedene andere Einflussfaktoren zusätzlich eine Rolle spielen können. Als Beispiel seien hier Antennencharakteristik, Bewuchs (vor allem Bäume), Bebauung und Gebäudeschirmung genannt.

Um zuverlässige Aussagen über die Felder in der Umgebung einer Funksendeanlage treffen zu können, sind daher Messungen häufig unverzichtbar. Ein Vergleich der Messergebnisse mit den gesetzlichen Grenzwerten für elektromagnetische Felder erlaubt eine objektive Einschätzung der Immissionssituation vor Ort.

Im vorliegenden Fall soll mittels der Messergebnisse die Beantwortung der folgenden Frage möglich werden:

Wie groß, im Vergleich zum gesetzlichen Grenzwert, sind die Immissionen, die durch die betrachteten Sendeanlagen bei Vollaustastung an den Messpunkten erzeugt werden?

Die Ergebnisse der Messungen sind im folgenden dargestellt.

2. Durchführung der Messungen

2.1 Messgrößen für hochfrequente Felder

Für die Beurteilung der Feldintensität in der Umgebung von Hochfrequenzquellen werden üblicherweise die folgenden Größen verwendet [5]:

- Der Effektivwert der elektrischen Feldstärke E in Volt pro Meter.
- Der Effektivwert der magnetischen Feldstärke H in Ampere pro Meter.
- Die Leistungsflussdichte S in Watt pro Quadratmeter oder Mikrowatt pro Quadratmeter (1 Mikrowatt = 1 Millionstel Watt).

Die Leistungsflussdichte in Mikrowatt pro Quadratmeter gibt die in einer Fläche von einem Quadratmeter fließende Leistungsmenge der durch die elektromagnetische Welle transportierten Hochfrequenzenergie an.

Im Fernfeld einer Antenne stehen Leistungsflussdichte, elektrische und magnetische Feldstärke in einem festen Verhältnis zueinander. Alle drei Größen sind im Fernfeld also äquivalent, ähnlich wie Stromaufnahme und Leistungsverbrauch bei Elektrogeräten. Bei allen hier durchgeführten Messungen kann von Fernfeldbedingungen ausgegangen werden, da man sich ausreichend weit von der Antenne entfernt befindet. Für die Beurteilung der Feldintensität in den bei dieser Untersuchung auftretenden Abständen zu den Antennen genügt also die Angabe einer dieser drei Größen. In der Auswertung der durchgeführten Messungen wird deshalb, wie auch in der 26. BImSchV praktiziert, die **elektrische Feldstärke** als Größe für die Immissionswerte verwendet.

2.2 Verwendete Messgeräte, Messverfahren

Im Rahmen der Immissionsmessungen wurden die folgenden Messgeräte eingesetzt:

1. Spektrumanalysator Advantest R3131 (Ser. Nr. 81780497)
2. Messantenne Schwarzbeck USLP 9142 (Ser. Nr. 112)

Mittels des Spektrumanalysators und einer geeigneten Messantenne wurden Frequenz und Empfangspegel der einzelnen am Messort zu untersuchenden Funksignale festgestellt. Unter Zuhilfenahme der Kalibrierdaten der verwendeten Messantenne und unter Berücksichtigung der Dämpfung des Kabels zwischen Messantenne und Spektrumanalysator kann damit die am Messort herrschende Feldstärke bestimmt werden. Durch geeignetes manuelles Ausrichten der Antenne wurde jeweils die stärkste am Messpunkt vorhandene Immission gesucht und aufgezeichnet [6].

Bei Vorhandensein mehrerer etwa gleich großer Immissionen wurde entsprechend der Vorgaben der Normen eine Summation durchgeführt, um die wirksame **Summenimmission** zu erhalten. Einzelimmissionen, die aufgrund geringer Stärke nur einen vernachlässigbar kleinen Beitrag zur Gesamtimmission liefern, wurden vernachlässigt.

2.3 Messgenauigkeit, Bestimmung der Maximalimmission

Bei derartigen Immissionsmessungen muss immer mit einer gerätebedingten Messunsicherheit von typisch ± 3 dB gerechnet werden [6,7]. Gründe dafür sind unvermeidbare Restfehler bei der Kalibrierung von Messantennen, die entsprechende Messtoleranz des Spektrumanalysators und die Unsicherheiten der Kabelkalibrierung. Zur Kompensation wurden alle Messwerte um diesen Unsicherheitsfaktor erhöht, d.h. die in diesem Bericht angegebenen Feldstärkewerte sind, gegenüber der vor Ort abgelesenen Anzeige des Messgerätes, zur Sicherheit **um den Faktor 1,4 vergrößert** worden.

Die Intensität der Felder von Mobilfunksendeanlagen ist zusätzlich abhängig von der momentanen Gesprächsauslastung. Nach 26. BImSchV ist die bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung entstehende Immission zu bestimmen. Aus diesem Grund wurden an den Messpunkten in unmittelbarer Umgebung von Mobilfunksendern zusätzlich die gefundenen Messergebnisse (Immission, verursacht durch den Signalisierungskanal je Sektor) unter Zuhilfenahme der uns von den Betreibern zur Verfügung gestellten technischen Daten der Anlagen (Von der RegTP genehmigte Kanalzahl je Antenne) auf die Immissionswerte bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung hochgerechnet, damit eine echte "worst-case"-Betrachtung sichergestellt ist.

Durch diese Korrekturen ist gewährleistet, dass in diesem Bericht die am jeweils betrachteten Punkt erzeugbare **Maximalimmission** dargestellt ist. Die Messergebnisse beim GSM-Mobilfunk sind damit nicht mehr vom momentanen Gesprächsaufkommen abhängig.

2.4 Qualitätssicherung

Für alle verwendeten Messantennen liegen die entsprechenden Wandlungsfaktoren als Kalibrierdaten der Hersteller in Tabellenform vor.

Die aktiven Geräte (insbesondere der Spektrumanalysator) wurden sowohl vor als auch nach der Messaktion auf ihre ordnungsgemäße Funktion und ihre Frequenz- und Amplitudengenauigkeit hin überprüft. Die letzte Werkskalibrierung des Analysators fand am 01. August 2001 statt. Die frequenzabhängigen Dämpfungswerte der bei den Messungen eingesetzten Kabel sind ebenfalls dokumentiert.

2.5 Messorte

Bei der Festlegung der Messorte wurde versucht, einige besonders extreme Immissionssituationen zu untersuchen, andererseits aber auch Konstellationen zu berücksichtigen, die in Städten häufig anzutreffen sind, bzw. die in der öffentlichen Diskussion immer wieder besonders kritisch beäugt werden.

Die gewählten Messpunkte können in folgende Kategorien eingeteilt werden:

Kategorie 1: Mobilfunkstandorte im Umfeld von "sensiblen" Einrichtungen (Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser etc.)

Kategorie 2: Immissionen bei besonders geringer Entfernung zu den Antennen

Kategorie 3: Mobilfunksendeanlagen in Wohngebieten

Kategorie 4: Immissionen im öffentlichen Bereich

Kategorie 5: Orte, in deren Nähe die Errichtung einer Mobilfunkanlage geplant ist ("Vorhermessung"). Die hier gefundenen Immissionswerte (verursacht durch weiter entfernte Mobilfunksender) dienen als Vergleichswert für eine später vorgesehene "Nachhermessung" nach Inbetriebnahme der geplanten Sendeanlagen.

Insgesamt ergaben sich 24 Messpunkte (an 20 verschiedenen Standortbereichen im Stadtgebiet von Regensburg), die sich zum überwiegenden Teil im Freien befinden und unterschiedliche Entfernungen zu den Antennenstandorten besitzen. Drei Messpunkte wurden innerhalb von Gebäuden (z.B. im Wohnbereich) festgelegt.

Folgende Messpunkte wurden in Absprache mit der Stadt Regensburg gewählt:

Messpunkt Nr.	Bezeichnung	Kategorie	Sichtverbindung zu einer Mobilfunkanlage
1	OT Oberisling, Kindergarten Rauberstr. 2 (Garten, Spielbereich)	1	Ja
2	OT Schwabelweis, Fleischmannstr. 19 (Wohnung 2. OG)	2	Ja
3	OT Schwabelweis, Dionys-Danegger Str. 7 (Vor dem Kindergarten)	1	Ja
4a	OT Burgweinting, Hermann-Höcherl-Str. (Spielplatz)	3	Ja
4b	OT Burgweinting, Rudolf-Schlichtinger-Str. (Neubaugebiet)	3	Ja
5	Amberger Str. (Vor BMW-Motorradcenter)	5	Ja*
6	OT Keilberg (Keilsteiner Breiten)	5	Nein**
7	Am Schulbergl 7 (Vor dem Kindergarten)	1	Ja***
8a	Neupfarrplatz (20 m westlich Kaufhaus)	4	Nein
8b	Neupfarrplatz (Ecke Wahlenstr.)	4	Ja

9	Killermannstr. 49 (Schulhof)	5	Nein
10a	Friedrich-Ebert-Str. (Gehsteig vor Hs. Nr. 51)	3	Ja
10b	Friedrich-Ebert-Str. 28 (15. OG; Haustechnik)	3	Ja
11	Augsburger Str. (Ecke Weiherweg)	5	Ja
12	Dreifaltigkeitsbergweg 8 (Pausenhof westlich neben altem Schulhaus)	5	Nein
13	Schlesierstr. 34 (Ecke Pommernstr.)	5	Nein
14	Johannisstr. 29 (östlich neben Kindergarten)	1	Ja
15a	Johann-Hösl-Str. 4 (östliche Gebäudeseite)	1	Ja
15b	Johann-Hösl-Str. 4 (vor dem Hauptgebäude)	1	Ja
16	Schulzentrum Alfons-Auer-Str. 18 (Teppenhause Westseite; zwischen 4. und 5. OG)	1	Ja
17	Straubinger Str. 42 (Vor Schule Hohes Kreuz)	5	Nein
18	Clermont-Ferrand-Allee 23 (Schulhof)	1	Ja
19	Klinik St-Hedwig, Steinmetzstr. 3 (Flur zwischen Raum 234 und 235)	1	Ja (DECT)
20	Gutenbergstr. 20 (Parkplatz östlich der Schule)	1	Ja

*: Antenne auf dem Nachbargebäude vorhanden, jedoch noch nicht in Betrieb

** : Keine Mobilfunkanlage in unmittelbarer Nähe, jedoch Sichtverbindung zu Türmen mit UKW-/TV-Sendern

***: Antennen durch bauliche Maßnahmen nicht sichtbar

Tab. 1: Messpunkte

Ein Ortsplan mit eingezeichneten Messpunkten sowie Photos der Messpunkte finden sich in den Anlagen 2 und 3 zu diesem Bericht.

Vorgenommen wurden die Messungen am 04. Februar 2002 zwischen 08:00 und 18:30 Uhr (Durchführende vor Ort: Dr.-Ing. M. Wuschek und Dipl.-Ing. M. Hurzlmeier). Ein Mitarbeiter des Umweltamtes Regensburg war bei den Messungen vor Ort anwesend.

Der genaue Zeitpunkt der Messungen wurde den Betreibern der Sendeanlagen nicht mitgeteilt.

3. Festgestellte Immissionswerte

In folgender Tabelle sind die an den Messpunkten ermittelten und gemäß der Beschreibung in Abschnitt 2.3 hochgerechneten Summenimmissionswerte des Mobilfunks für **Vollausbau** und **Vollauslastung** dargestellt. Zur besseren Verständlichkeit werden jedoch nicht nur absolute Feldstärkewerte angegeben, sondern es ist dargestellt, wie viel Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV an den einzelnen Messpunkten jeweils erreicht werden.

Zusätzlich sind in Tabelle 2 die Messergebnisse auch als Leistungsflussdichte in Mikrowatt/m² angegeben.

Immissionen von UKW- und TV-Sendern (Messpunkte 6 und 11) sowie einer DECT-Hausanlage (Messpunkt 19) sind in den blau gekennzeichneten Zeilen der folgenden Tabelle angegeben.

Ausführliche Ergebnistabellen der durchgeführten Messungen finden sich in der Anlage 1 zu diesem Bericht.

Messpunkt Nr.	Summenimmission in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV	Summenfeldstärke in Volt/m	Leistungsflussdichte in Mikrowatt/m ²
1	1,99 %	0,84 V/m	1.880,7 µW/m ²
2	3,70 %	1,56 V/m	6.460,2 µW/m ²
3	3,74 %	1,58 V/m	6.585,5 µW/m ²
4a	3,50 %	1,49 V/m	5.851,2 µW/m ²
4b	3,69 %	1,55 V/m	6.399,2 µW/m ²
5	0,62 %	0,32 V/m	273,9 µW/m ²
6	0,69 %	0,39 V/m	401,9 µW/m ²
6*	5,38 %	1,92 V/m	9.778,6 µW/m ²
7	1,02 %	0,45 V/m	531,1 µW/m ²
8a	0,76 %	0,36 V/m	341,0 µW/m ²
8b	5,32 %	2,24 V/m	13.325,7 µW/m ²
9	0,11 %	0,05 V/m	6,4 µW/m ²
10a	2,00 %	0,90 V/m	2.145,3 µW/m ²
10b	5,57 %	3,27 V/m	28.406,6 µW/m ²

11	3,06 %	0,84 V/m	1.880,7 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
11*	6,16 %	1,95 V/m	10.124,8 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
12	0,35 %	0,18 V/m	81,4 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
13	0,07 %	0,04 V/m	4,0 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
14	0,79 %	0,41 V/m	435,3 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
15a	1,65 %	0,70 V/m	1.301,7 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
15b	3,09 %	1,31 V/m	4.560,3 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
16	2,53 %	1,07 V/m	3.015,8 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
17	0,28 %	0,13 V/m	43,8 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
18	3,88 %	2,04 V/m	11.042,7 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
19**	5,05 %	3,02 V/m	24.191,3 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
20	0,96 %	0,41 V/m	438,0 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

*: Immissionen, verursacht durch UKW- und TV-Sender

** : Immissionen, verursacht durch eine DECT-Anlage

Tab. 2: Gemessene Immissionswerte

Nach 26. BImSchV gilt für den Mobilfunk ein Grenzwert von ca. 42 Volt/m bei GSM 900 (D-Netz) bzw. ca. 59 Volt/m bei GSM 1800 (E-Netz). Für die an den Punkten 6 und 11 gefundenen Immissionen von UKW- und TV-Sendern gilt, je nach Frequenz, ein Grenzwert von ca. 27 bis ca. 38 Volt/m.

Folgende Abbildungen stellen die Ergebnisse aus Tabelle 2 graphisch dar:

Rot:	Immissionen, verursacht durch UKW/TV-Sender
Dunkelblau:	Immissionen, verursacht durch eine DECT-Hausanlage
Orange:	Immissionen Mobilfunk an "sensiblen" Bereichen
Gelb:	Immissionen bei besonders geringen Entfernungen zu den Antennen
Violett:	Immissionen in Wohngebieten
Hellblau:	Immissionen im öffentlichen Bereich (Neupfarrplatz)
Grün:	Immissionen an Orten, in deren Nähe die Errichtung einer Mobilfunk-anlage geplant ist

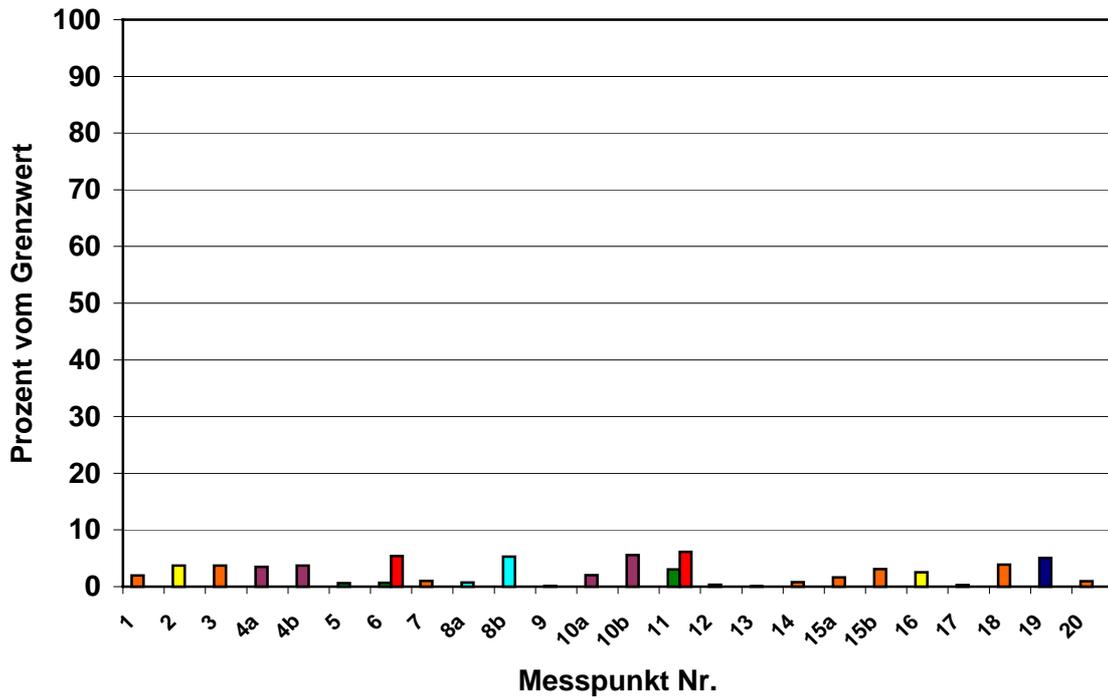


Abb. 2: Graphische Darstellung der Ergebnisse aus Tabelle 2 (Immission in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV)

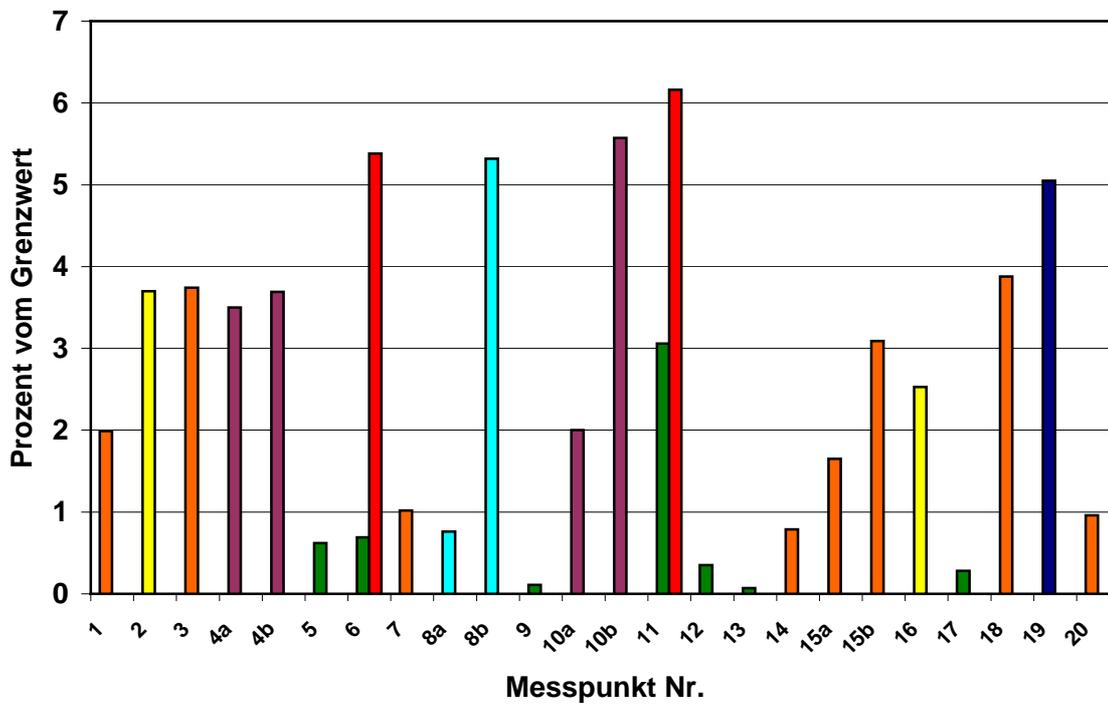


Abb. 3: Detaillierte Darstellung der Ergebnisse aus Tabelle 2

4. Schlussfolgerungen

Aus den in Kapitel 3 dargestellten Ergebnissen lassen sich die folgenden Schlüsse ziehen:

- Wie aus Tabelle 2 und den Abbildungen 2 und 3 ersichtlich ist, wird der Grenzwert nach 26. BImSchV an allen Messpunkten deutlich unterschritten. An den Messpunkten erreichen die Immissionen maximal etwa 6 Prozent des gesetzlich zulässigen Wertes.
- Die größten gemessenen Immissionen werden durch die UKW-/TV-Grundnetzsender "Hohe Linie" (Keilberg; siehe Bild 8) und Schmellerstraße erzeugt .
- Die größten gemessenen Immissionen durch Mobilfunksender wurden im obersten Stockwerk eines Hochhauses in der Friedrich-Ebert-Straße festgestellt. Hauptverantwortlich dafür waren nicht die Antennen auf dem eigenen Gebäudedach (E-Plus) sondern die Anlagen auf dem Nachbargebäude (Viag Interkom)
- Fast gleich hohe Immissionswerte erzeugt die Antenne einer Mikrozelle, die an der Fassade eines Gebäudes in der Gesandtenstraße installiert ist an Messpunkt 8b (Bild 11).
- Auch in der Umgebung der Antenne eines DECT-Haustelefonsystems in der Klinik St. Hedwig konnten Immissionswerte in ähnlicher Größenordnung festgestellt werden (Bilder 22+23).
- An den Orten, in deren näherer Umgebung sich bisher noch keine Mobilfunkanlagen in Betrieb sind, wurden - bis auf eine Ausnahme (Punkt 11) - Immissionen unter einem Prozent des Grenzwertes nach 26. BImSchV gemessen.

Regensburg, den 11. März 2002

Prof. Dr.-Ing. Matthias Wuschek

5. Literaturverzeichnis

- [1] **Bundesrepublik Deutschland**
"26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes"
Bundesgesetzblatt Jg. 1996, Teil I, Nr.66, Bonn 20.12.1996.
- [2] **International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)**
"Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)"
Health Physics, Vol. 74, Nr. 4, April 1998, S. 494-522.
- [3] **Der Rat der Europäischen Union**
"Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)"
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L199, 30.07.1999, S. 59 – 70.
- [4] **Strahlenschutzkommission (SSK)**
"Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern; Empfehlungen der Strahlenschutzkommission"
Bonn, 14.09.2001 (www.ssk.de).
- [5] **DIN VDE 0848**
"Sicherheit in elektromagnetischen Feldern – Grenzwerte von Feldstärken zum Schutz von Personen, Teil 1: Mess- und Berechnungsverfahren"
VDE-Verlag GmbH, Berlin, 08/2000.
- [6] **Bundesamt für Post und Telekommunikation (heute: RegTP)**
"Messvorschrift BAPT MV 22"
Mainz 1995.
- [7] **M. Stecher**
"Messunsicherheit in der EMV"
EMC-Kompendium 1997
KM-Verlag, München 1997, S. 271-274

6. Anlagen

Anlage 1: Ausführliche Ergebnistabellen

Im folgenden sind die Ergebnisse der Messungen der Hochfrequenzfelder als Einzelwerte und als Summe wiedergegeben.

Anmerkung:

Nach 26. BImSchV und der EU-Ratsempfehlung wird die Summenbildung bei Vorhandensein mehrerer Felder nicht linear, sondern quadratisch durchgeführt. Es gilt also:

$$\left(E_{\text{Summe}}\right)^2 = \left(\frac{E_1}{E_{g1}}\right)^2 + \left(\frac{E_2}{E_{g2}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{E_n}{E_{gn}}\right)^2$$

$E_1, E_2, E_n:$	Feldstärke der Einzelimmission
$E_{g1}, E_{g2}, E_{gn}:$	Für die Einzelimmission gültiger Grenzwert
$(E_{\text{Summe}})^2:$	Wirksame Gesamtimmission (Summenwert)

Um die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten, darf diese Summe der Quadrate den Wert 1 (bzw. 100 %) nicht überschreiten.

Um wieder einen Bezug zu den, in der 26. BImSchV angegebenen Feldstärkegrenzwerten herzustellen, wird noch die Wurzel aus der Gesamtimmission gezogen. Es ergibt sich also die wirksame Feldstärke zu:

$$E_{\text{wirksam}} = \sqrt{\left(E_{\text{Summe}}\right)^2}$$

Diese Formeln werden in den folgenden Auswertungen angewendet.

Leistungsflussdichtewerte hingegen werden auf herkömmliche Weise linear aufsummiert.

Immissionen durch Mobilfunksender

Ort: Regensburg

Durchf.: Dr. Wuschek

Signal: Mobilfunk

Datum: 04.02.2002

Uhrzeit: 08:00-18:30

Wetter: sonnig

Antenne: USLP9142

Messpunkt Nr.	Freq. in MHz	Betreiber	E (gem.) in dB μ V/m	Kanalzahl	Aufschlag in dB	E (korr.) in dB μ V/m	E in V/m	ges. GW in V/m	Prozent vom GW	S in μ W/m ²
1	944,2	T-Mobil	105,3	4	3	114,3	0,520	42,25	1,231	717,3
08:15-08:20	955,0	T-Mobil	107,4	4	3	116,4	0,662	42,49	1,559	1163,4
Summen							0,84		1,99	1880,7
2	938,2	T-Mobil	114,6	4	3	123,6	1,517	42,12	3,602	6105,5
11:00-11:10	942,6	T-Mobil	94,7	4	3	103,7	0,153	42,21	0,364	62,5
	953,8	T-Mobil	101,4	4	3	110,4	0,332	42,47	0,782	292,2
Summen							1,56		3,70	6460,2
3	938,2	T-Mobil	112,2	4	3	121,2	1,151	42,12	2,733	3513,3
11:15-11:30	942,6	T-Mobil	111,4	4	3	120,4	1,050	42,21	2,486	2922,3
	953,8	T-Mobil	98,5	4	3	107,5	0,238	42,47	0,560	149,9
Summen							1,58		3,74	6585,5
4a	937,8	T-Mobil	103,1	4	3	112,1	0,404	42,11	0,959	432,2
09:30-09:40	944,6	T-Mobil	96,8	4	3	105,8	0,195	42,26	0,462	101,3
	952,8	T-Mobil	114,0	4	3	123,0	1,416	42,44	3,336	5317,6
Summen							1,49		3,50	5851,2
4b	937,8	T-Mobil	114,4	4	3	123,4	1,483	42,11	3,521	5830,7
09:40-09:45	944,6	T-Mobil	92,4	4	3	101,4	0,118	42,26	0,279	36,8
	952,8	T-Mobil	104,0	4	3	113,0	0,448	42,44	1,055	531,8
Summen							1,55		3,69	6399,2
5	938,2	T-Mobil	85,9	1	3	88,9	0,028	42,12	0,066	2,1
13:00-13:10	940,6	T-Mobil	80,6	1	3	83,6	0,015	42,17	0,036	0,6
	941,4	T-Mobil	95,4	1	3	98,4	0,083	42,19	0,197	18,4
	944,6	T-Mobil	96,3	1	3	99,3	0,092	42,26	0,218	22,6
	952,0	T-Mobil	96,4	1	3	99,4	0,093	42,42	0,220	23,1
	953,0	T-Mobil	94,8	1	3	97,8	0,078	42,45	0,183	16,0
	1826,4	Viag	101,6	1	3	104,6	0,170	58,76	0,289	76,5
	1835,6	Viag	101,7	1	3	104,7	0,172	58,91	0,292	78,3
	1860,4	E-Plus	90,5	1	3	93,5	0,047	59,31	0,080	5,9
	1864,8	E-Plus	97,6	1	3	100,6	0,107	59,38	0,180	30,5
Summen							0,32		0,62	273,9

6	838,4	T-Mobil	80,0	1	3	83,0	0,014	39,81	0,035	0,5
12:15-12:30	941,4	T-Mobil	85,9	1	3	88,9	0,028	42,19	0,066	2,1
	944,6	T-Mobil	80,6	1	3	83,6	0,015	42,26	0,036	0,6
	946,0	Vodafone	95,4	1	3	98,4	0,083	42,29	0,197	18,4
	952,0	T-Mobil	96,3	1	3	99,3	0,092	42,42	0,217	22,6
	953,2	T-Mobil	85,9	1	3	88,9	0,028	42,45	0,066	2,1
	958,6	Vodafone	80,6	1	3	83,6	0,015	42,57	0,036	0,6
	1826,4	Viag	95,4	1	3	98,4	0,083	58,76	0,142	18,4
	1828,6	Viag	96,3	1	3	99,3	0,092	58,80	0,157	22,6
	1831,,2	Viag	96,4	1	3	99,4	0,093	61,00	0,153	23,1
	1832,8	Viag	94,8	1	3	97,8	0,078	58,87	0,132	16,0
	1835,2	Viag	101,6	1	3	104,6	0,170	58,90	0,288	76,5
	1854,4	E-Plus	101,7	1	3	104,7	0,172	59,21	0,290	78,3
	1857,4	E-Plus	90,5	1	3	93,5	0,047	59,26	0,080	5,9
	1861,0	E-Plus	97,6	1	3	100,6	0,107	59,32	0,181	30,5
	1864,6	E-Plus	102,0	1	3	105,0	0,178	59,37	0,300	83,9
Summen							0,39		0,69	401,9
7	945,2	Vodafone	92,8	4	3	101,8	0,123	42,27	0,292	40,3
17:15-17:20	955,8	Vodafone	102,9	4	3	111,9	0,394	42,51	0,928	412,8
	956,4	Vodafone	79,6	4	3	88,6	0,027	42,52	0,063	1,9
	1849,0	Vodafone	80,1	2	3	86,1	0,020	59,13	0,034	1,1
	1849,4	Vodafone	98,4	2	3	104,4	0,166	59,13	0,281	73,2
	1850,0	Vodafone	82,1	2	3	88,1	0,025	59,14	0,043	1,7
Summen							0,45		1,02	531,1
8a	937,4	Vodafone	93,9	4	3	102,9	0,140	42,10	0,332	52,0
17:30-17:40	937,8	T-Mobil	87,6	2	3	93,6	0,048	42,11	0,114	6,1
	945,4	Vodafone	98,2	4	3	107,2	0,230	42,28	0,543	139,9
	948,4	Vodafone	73,2	4	3	82,2	0,013	42,34	0,030	0,4
	1827,8	Viag	90,8	2	3	96,8	0,069	58,79	0,118	12,7
	1842,4	Viag	78,8	2	3	84,8	0,017	59,02	0,029	0,8
	1844,6	Viag	88,2	2	3	94,2	0,051	59,05	0,087	7,0
	1847,8	Vodafone	88,8	2	3	94,8	0,055	59,11	0,093	8,0
	1848,4	Vodafone	65,1	2	3	71,1	0,004	59,12	0,006	0,03
	1851,6	Vodafone	89,1	2	3	95,1	0,057	59,17	0,096	8,6
	1857,8	E-Plus	97,4	2	3	103,4	0,148	59,27	0,250	58,2
	1869,4	E-Plus	96,5	2	3	102,5	0,134	59,45	0,225	47,3
Summen							0,36		0,76	341,0
8b	937,8	T-Mobil	121,0	2	3	127,0	2,241	42,11	5,323	13325,7
17:40-17:50										
Summen							2,24		5,32	13325,7
9	936,6	Vodafone	77,5	1	3	80,5	0,011	42,08	0,025	0,3
15:15-15:30	940,4	T-Mobil	84,1	1	3	87,1	0,023	42,17	0,054	1,4
	942,6	T-Mobil	83,2	1	3	86,2	0,020	42,21	0,048	1,1
	946,6	Vodafone	72,7	1	3	75,7	0,006	42,30	0,014	0,1
	950,2	Vodafone	75,4	1	3	78,4	0,008	42,38	0,020	0,2

	951,4	T-Mobil	72,4	1	3	75,4	0,006	42,41	0,014	0,1
	954,6	T-Mobil	71,3	1	3	74,3	0,005	42,48	0,012	0,1
	955,4	T-Mobil	78,8	1	3	81,8	0,012	42,50	0,029	0,4
	955,8	Vodafone	82,9	1	3	85,9	0,020	42,51	0,046	1,0
	956,2	Vodafone	75,2	1	3	78,2	0,008	42,52	0,019	0,2
	956,8	Vodafone	76,0	1	3	79,0	0,009	42,53	0,021	0,2
	958,0	Vodafone	72,4	1	3	75,4	0,006	42,56	0,014	0,1
	958,6	Vodafone	76,1	1	3	79,1	0,009	42,57	0,021	0,2
	1830,0	Viag	74,2	1	3	77,2	0,007	58,82	0,012	0,1
	1833,0	Viag	75,5	1	3	78,5	0,008	58,87	0,014	0,2
	1835,8	Viag	70,4	1	3	73,4	0,005	58,91	0,008	0,1
	1848,8	Vodafone	77,4	1	3	80,4	0,010	59,12	0,018	0,3
	1862,4	E-Plus	74,8	1	3	77,8	0,008	59,34	0,013	0,2
	1865,2	E-Plus	76,1	1	3	79,1	0,009	59,38	0,015	0,2
Summen							0,05		0,11	6,4
10a	939,2	T-Mobil	108,6	4	3	117,6	0,760	42,14	1,804	1533,6
15:40-16:00	942,2	T-Mobil	89,9	4	3	98,9	0,088	42,21	0,209	20,7
	944,8	T-Mobil	94,3	4	3	103,3	0,147	42,26	0,347	57,0
	1828,0	Viag	86,8	4	3	95,8	0,062	58,79	0,105	10,1
	1828,8	Viag	100,0	5	3	110,0	0,316	58,80	0,537	264,6
	1829,6	Viag	94,7	4	3	103,7	0,153	58,81	0,261	62,5
	1856,0	E-Plus	101,6	2	3	107,6	0,240	59,24	0,405	153,0
	1861,0	E-Plus	96,1	2	3	102,1	0,128	59,32	0,215	43,1
	1865,0	E-Plus	77,9	2	3	83,9	0,016	59,38	0,026	0,7
Summen							0,90		2,00	2145,3
10b	939,2	T-Mobil	88,6	4	3	97,6	0,076	42,14	0,180	15,3
16:00-16:30	942,2	T-Mobil	88,6	4	3	97,6	0,076	42,21	0,180	15,3
	944,8	T-Mobil	89,5	4	3	98,5	0,084	42,26	0,200	18,9
	1828,0	Viag	120,4	4	3	129,4	2,958	58,79	5,032	23212,3
	1828,8	Viag	98,3	5	3	108,3	0,260	58,80	0,442	178,9
	1829,6	Viag	110,2	4	3	119,2	0,914	58,81	1,554	2216,8
	1856,0	E-Plus	113,7	2	3	119,7	0,967	59,24	1,633	2481,4
	1861,0	E-Plus	103,9	2	3	109,9	0,313	59,32	0,528	259,8
	1865,0	E-Plus	88,7	2	3	94,7	0,054	59,38	0,092	7,8
Summen							3,27		5,57	28406,6
11	97,6	T-Mobil	105,3	4	3	114,3	0,520	27,50	1,891	717,3
16:40-17:00	78,6	T-Mobil	107,4	4	3	116,4	0,662	27,50	2,408	1163,4
Summen							0,84		3,06	1880,7
12	937,0	Vodafone	83,4	1	3	86,4	0,021	42,09	0,050	1,2
13:30-13:45	937,4	Vodafone	82,5	1	3	85,5	0,019	42,10	0,045	0,9
	938,0	T-Mobil	92,1	1	3	95,1	0,057	42,11	0,135	8,6
	938,6	T-Mobil	84,4	1	3	87,4	0,023	42,13	0,056	1,5
	940,0	T-Mobil	85,3	1	3	88,3	0,026	42,16	0,062	1,8
	941,2	T-Mobil	89,9	1	3	92,9	0,044	42,18	0,105	5,2
	942,4	T-Mobil	91,7	1	3	94,7	0,054	42,21	0,129	7,8

16	940,4	T-Mobil	102,3	4	3	111,3	0,368	42,17	0,873	359,5
10:00-10:15	940,8	T-Mobil	110,8	4	3	119,8	0,980	42,17	2,323	2545,2
	952,4	T-Mobil	97,2	4	3	106,2	0,205	42,43	0,482	111,1
Summen							1,07		2,53	3015,8
17	937,2	Vodafone	92,1	1	3	95,1	0,057	42,09	0,135	8,6
10:30-10:45	940,0	T-Mobil	90,6	1	3	93,6	0,048	42,16	0,114	6,1
	948,0	Vodafone	90,4	1	3	93,4	0,047	42,34	0,110	5,8
	953,4	T-Mobil	90,5	1	3	93,5	0,047	42,46	0,111	5,9
	955,4	T-Mobil	88,5	1	3	91,5	0,038	42,50	0,088	3,7
	957,0	Vodafone	87,0	1	3	90,0	0,032	42,54	0,074	2,7
	1825,4	Viag	76,4	1	3	79,4	0,009	58,75	0,016	0,2
	1827,2	Viag	74,2	1	3	77,2	0,007	58,78	0,012	0,1
	1828,6	Viag	74,0	1	3	77,0	0,007	58,80	0,012	0,1
	1829,0	Viag	74,9	1	3	77,9	0,008	58,80	0,013	0,2
	1830,0	Viag	75,9	1	3	78,9	0,009	58,82	0,015	0,2
	1830,8	Viag	77,3	1	3	80,3	0,010	58,83	0,018	0,3
	1831,2	Viag	76,8	1	3	79,8	0,010	58,84	0,017	0,3
	1833,0	Viag	75,9	1	3	78,9	0,009	58,87	0,015	0,2
	1833,6	Viag	72,8	1	3	75,8	0,006	58,88	0,010	0,1
	1835,6	Viag	74,1	1	3	77,1	0,007	58,91	0,012	0,1
	1836,4	Viag	77,4	1	3	80,4	0,010	58,92	0,018	0,3
	1838,4	Viag	72,6	1	3	75,6	0,006	58,96	0,010	0,1
	1847,8	Vodafone	84,7	1	3	87,7	0,024	59,11	0,041	1,6
	1848,4	Vodafone	77,4	1	3	80,4	0,010	59,12	0,018	0,3
	1848,8	Vodafone	79,8	1	3	82,8	0,014	59,12	0,023	0,5
	1849,2	Vodafone	80,1	1	3	83,1	0,014	59,13	0,024	0,5
	1849,8	Vodafone	73,4	1	3	76,4	0,007	59,14	0,011	0,1
	1851,2	Vodafone	84,5	1	3	87,5	0,024	59,16	0,040	1,5
	1851,6	Vodafone	81,3	1	3	84,3	0,016	59,17	0,028	0,7
	1852,0	Vodafone	78,4	1	3	81,4	0,012	59,17	0,020	0,4
	1852,4	Vodafone	77,4	1	3	80,4	0,010	59,18	0,018	0,3
	1852,8	Vodafone	80,4	1	3	83,4	0,015	59,19	0,025	0,6
	1856,4	E-Plus	71,1	1	3	74,1	0,005	59,24	0,009	0,1
	1857,4	E-Plus	74,9	1	3	77,9	0,008	59,26	0,013	0,2
	1859,0	E-Plus	72,8	1	3	75,8	0,006	59,28	0,010	0,1
	1859,2	E-Plus	77,2	1	3	80,2	0,010	59,29	0,017	0,3
	1860,6	E-Plus	82,4	1	3	85,4	0,019	59,31	0,031	0,9
	1864,8	E-Plus	71,0	1	3	74,0	0,005	59,38	0,008	0,1
	1870,2	E-Plus	71,5	1	3	74,5	0,005	59,46	0,009	0,1
	1872,4	E-Plus	80,4	1	3	83,4	0,015	59,50	0,025	0,6
Summen							0,13		0,28	43,8
18	938,4	T-Mobil	92,3	4	3	101,3	0,116	42,12	0,276	36,0
14:00-15:00	940,6	T-Mobil	108,7	4	3	117,7	0,769	42,17	1,824	1569,3
	944,8	T-Mobil	97,7	4	3	106,7	0,217	42,26	0,513	124,7
	948,2	Vodafone	102,5	4	3	111,5	0,377	42,34	0,890	376,5
	957,8	Vodafone	106,1	4	3	115,1	0,570	42,55	1,340	862,4
	959,0	Vodafone	87,7	4	3	96,7	0,069	42,58	0,161	12,5

Immissionen durch UKW-/ und TV-Sender

Ort: Regensburg

Durchf.: Dr. Wuschek

Signal: UKW/TV

Datum: 04.02.2002

Uhrzeit: 08:00-18:30

Wetter: sonnig

Antenne: UBA9116

Messpunkt Nr.	Freq. in MHz	Programm	E (gem.) in dBµV/m	Kanalzahl	Aufschlag in dB	E (korr.) in dBµV/m	E in V/m	ges. GW in V/m	Prozent vom GW	S in µW/m ²
6 12:15-12:30	93,0	BR 1	104,7	1	3	107,7	0,243	27,50	0,882	156,2
	95,0	BR 2	104,0	1	3	107,0	0,224	27,50	0,814	132,9
	97,0	BR 3	100,6	1	3	103,6	0,151	27,50	0,550	60,8
	99,6	BR 3	104,8	1	3	107,8	0,245	27,50	0,893	159,8
	101,3	BR G4	87,1	1	3	90,1	0,032	27,50	0,116	2,7
	103,0	Antenne Bay.	88,7	1	3	91,7	0,038	27,50	0,140	3,9
	104,9	Antenne Bay.	104,6	1	3	107,6	0,240	27,50	0,872	152,6
	229,30	ARD	105,3	1	3	108,3	0,260	27,50	0,946	179,3
	471,25	ZDF	104,1	1	3	107,1	0,226	29,85	0,759	136,0
	477,75	ARD	95,1	1	3	98,1	0,080	30,05	0,267	17,1
	639,25	ARD	101,5	1	3	104,5	0,168	34,76	0,483	74,8
	644,75	ZDF	92,8	1	3	95,8	0,062	34,91	0,177	10,1
	727,25	ARD	121,8	1	3	124,8	1,738	37,08	4,687	8010,5
	732,75	BR 3	111,1	1	3	114,1	0,507	37,22	1,362	681,8
Summen							1,92		5,38	9778,6
11 16.40-17:00	95,6	BR 1	104,7	1	3	107,7	0,243	27,50	0,882	156,2
	98,2	BR 2	97,5	1	3	100,5	0,106	27,50	0,385	29,8
	103,0	BR 3	116,4	1	3	119,4	0,933	27,50	3,394	2310,2
	107,4	BR 3	98,4	1	3	101,4	0,117	27,50	0,427	36,6
	189,25	BR G4	77,7	1	3	80,7	0,011	27,50	0,039	0,3
	195,75	Antenne Bay.	69,0	1	3	72,0	0,004	27,50	0,014	0,04
	229,3	Antenne Bay.	82,0	1	3	85,0	0,018	27,50	0,065	0,8
	470,25	ARD	113,9	1	3	116,9	0,700	29,82	2,347	1299,1
	476,75	ZDF	106,8	1	3	109,8	0,309	30,02	1,029	253,3
	639,25	ARD	120,0	1	3	123,0	1,413	34,76	4,063	5292,5
	644,75	ARD	110,0	1	3	113,0	0,447	34,91	1,279	529,2
	727,25	ZDF	104,4	1	3	107,4	0,234	37,08	0,632	145,8
	732,75	ZDF	94,3	1	3	97,3	0,073	37,22	0,197	14,2
	751,25	ARD	99,8	1	3	102,8	0,138	37,69	0,366	50,5
756,75	BR 3	90,6	1	3	93,6	0,048	37,82	0,127	6,1	
Summen							1,95		6,16	10124,8

Anlage 2: Lageplan mit Messpunkten

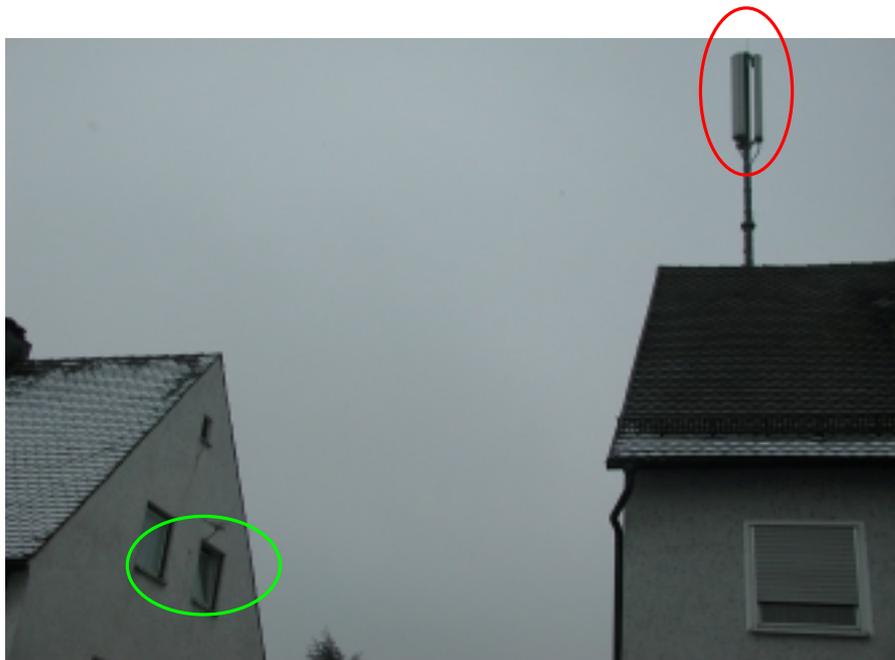
Anlage 3: Photos**Bild 1:** Messpunkt 2 mit Mobilfunkantenne auf dem Nachbarhaus**Bild 2:** Mobilfunkantennen, von Messpunkt 2 aus gesehen



Bild 3: Messpunkt 3 mit Mobilfunkantennen im Hintergrund



Bild 4: Messpunkt 4a



Bild 5: Messpunkt 4b



Bild 6: Mobilfunkanlage, vom Messpunkt 4b aus gesehen



Bild 7: Messpunkt 5



Bild 8: Messpunkt 6 mit UKW/TV-Sender im Hintergrund



Bild 9: Messpunkt 7



Bild 10: Messpunkt 8a



Bild 11: Messpunkt 8b mit Antenne der Mikrozelle



Bild 12: Messpunkt 9



Bild 13: Messpunkt 10a mit Mobilfunkantennen im Hintergrund



Bild 14: Messpunkt 11



Bild 15: Messpunkt 12



Bild 16: Messpunkt 13



Bild 17: Messpunkt 14 mit Mobilfunkantennen im Hintergrund



Bild 18: Messpunkt 15a mit Mobilfunkantennen im Hintergrund

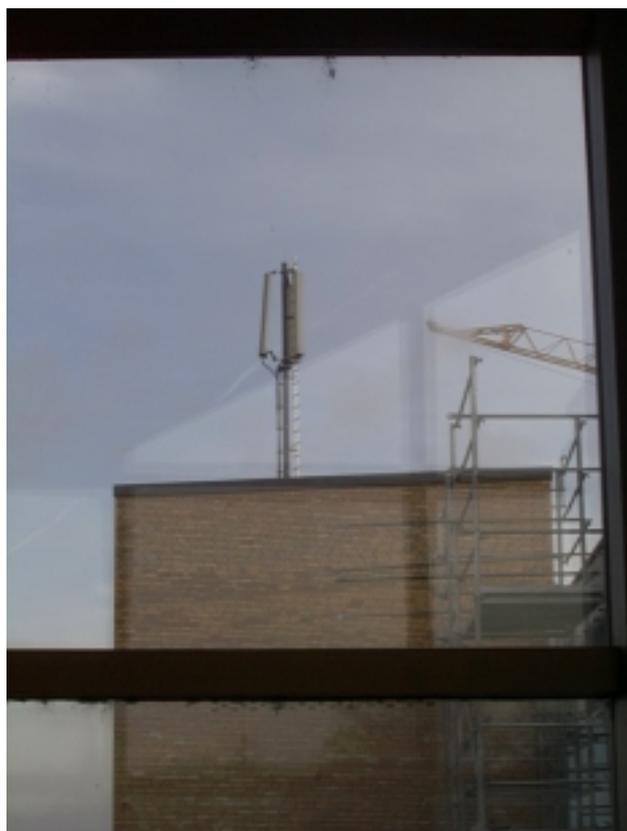


Bild 19: Mobilfunkanlage, von Messpunkt 16 aus gesehen



Bild 20: Messpunkt 17



Bild 21: Mobilfunksendeanlagen, von Messpunkt 18 aus gesehen

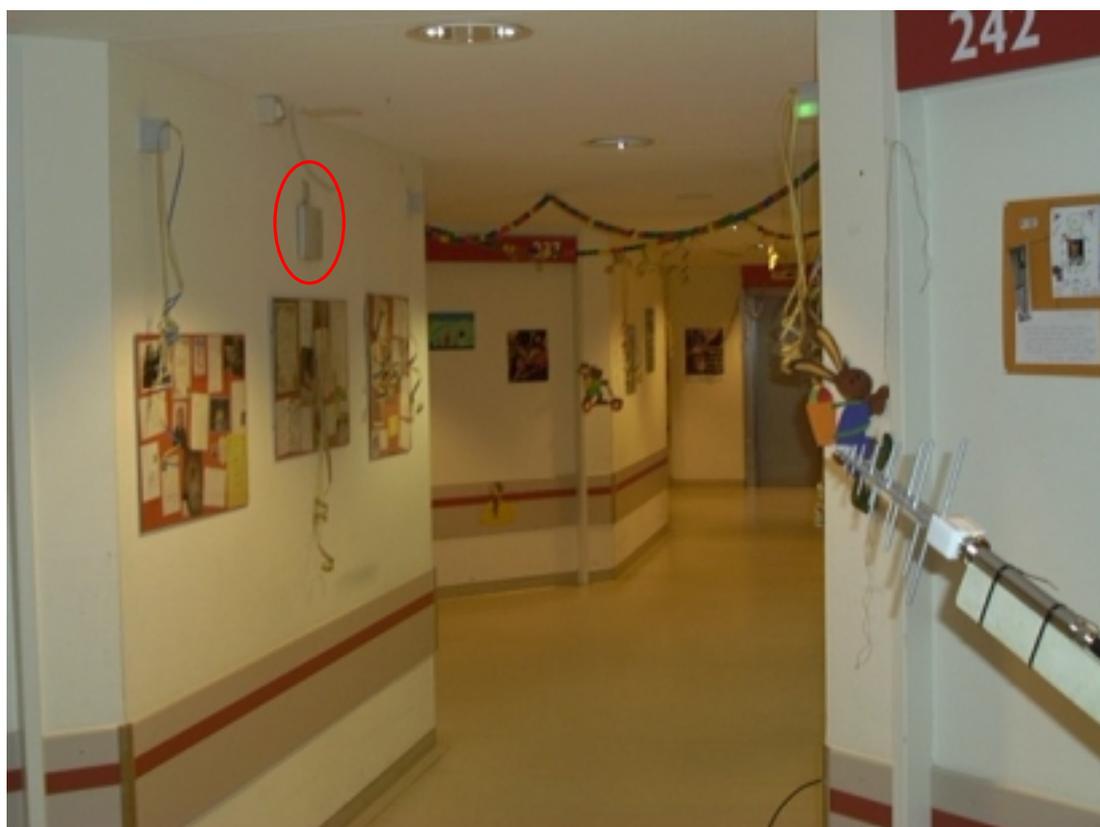


Bild 22: DECT-Hausanlage, von Messpunkt 19 aus gesehen



Bild 23: DECT-Hausanlage (Detailansicht)



Bild 24: Messpunkt 20