

## **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

|          | <b>Seite</b>                                     |    |
|----------|--|----|
| <b>1</b> | <b>Aufgabenstellung</b>                          | 3  |
| <b>2</b> | <b>Durchführung der Messungen</b>                | 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  |
| <b>3</b> | <b>Festgestellte Immissionswerte</b>             | 8  |
| <b>4</b> | <b>Schlussfolgerungen</b>                        | 11 |
| <b>5</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>                      | 12 |
| <b>6</b> | <b>Anlagen</b>                                   | 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 Vollaustlastung 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  $\pm 3$  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/m<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> |
|---------------|---|----------------------------|--|
| 1             | 1,99 %  | 0,84 V/m                   | 1.880,7 µW/m <sup>2</sup>                        |
| 2             | 3,70 %  | 1,56 V/m                   | 6.460,2 µW/m <sup>2</sup>                        |
| 3             | 3,74 %  | 1,58 V/m                   | 6.585,5 µW/m <sup>2</sup>                        |
| 4a            | 3,50 %  | 1,49 V/m                   | 5.851,2 µW/m <sup>2</sup>                        |
| 4b            | 3,69 %  | 1,55 V/m                   | 6.399,2 µW/m <sup>2</sup>                        |
| 5             | 0,62 %  | 0,32 V/m                   | 273,9 µW/m <sup>2</sup>                          |
| 6             | 0,69 %  | 0,39 V/m                   | 401,9 µW/m <sup>2</sup>                          |
| 6*            | 5,38 %  | 1,92 V/m                   | 9.778,6 µW/m <sup>2</sup>                        |
| 7             | 1,02 %  | 0,45 V/m                   | 531,1 µW/m <sup>2</sup>                          |
| 8a            | 0,76 %  | 0,36 V/m                   | 341,0 µW/m <sup>2</sup>                          |
| 8b            | 5,32 %  | 2,24 V/m                   | 13.325,7 µW/m <sup>2</sup>                       |
| 9             | 0,11 %  | 0,05 V/m                   | 6,4 µW/m <sup>2</sup>                            |
| 10a           | 2,00 %  | 0,90 V/m                   | 2.145,3 µW/m <sup>2</sup>                        |
| 10b           | 5,57 %  | 3,27 V/m                   | 28.406,6 µW/m <sup>2</sup>                       |



|      |        |          |                                   |
|------|--------|----------|-----------------------------------|
| 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

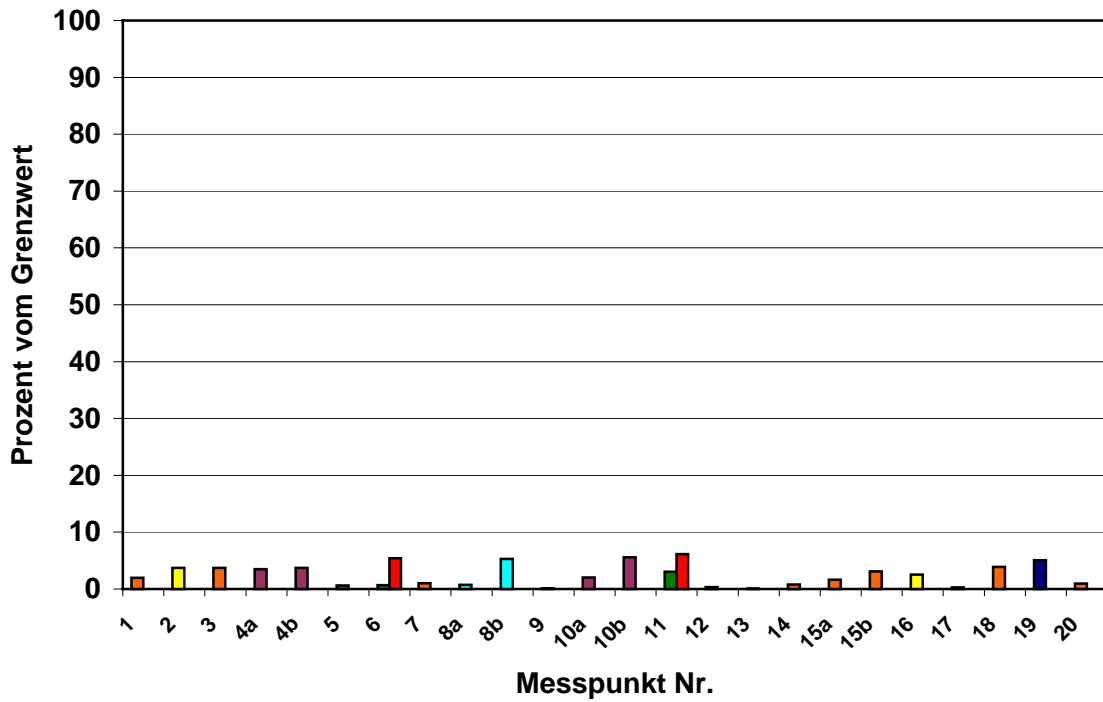
\*\* : Immissionen, verursacht durch eine DECT-Anlage

**Tab. 2:** Gemessene Immissionswerte

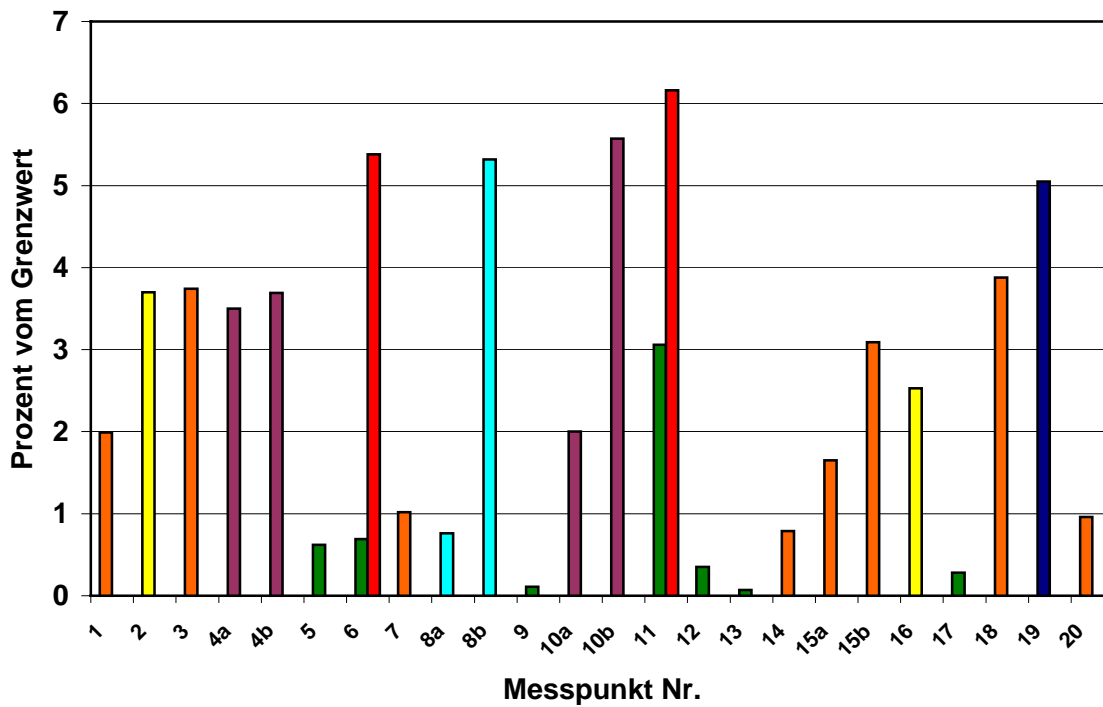
Nach 26. BImSchV gilt für den Mobilfunk ein Grenzwert von ca. 42 Volt/m bei GSM 900 (D-Netz) bzw. ca. 59 Volt/m bei GSM 1800 (E-Netz). Für die an den Punkten 6 und 11 gefundenen Immissionen von UKW- und TV-Sendern gilt, je nach Frequenz, ein Grenzwert von ca. 27 bis ca. 38 Volt/m.

Folgende Abbildungen stellen die Ergebnisse aus Tabelle 2 graphisch dar:

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

|               |                |          |       |   |   |       |             |       |             |                |
|---------------|----------------|----------|-------|---|---|-------|-------------|-------|-------------|----------------|
| <b>6</b>      | <b>838,4</b>   | T-Mobil  | 80,0  | 1 | 3 | 83,0  | 0,014       | 39,81 | 0,035       | 0,5            |
| 12:15-12:30   | <b>941,4</b>   | T-Mobil  | 85,9  | 1 | 3 | 88,9  | 0,028       | 42,19 | 0,066       | 2,1            |
|               | <b>944,6</b>   | T-Mobil  | 80,6  | 1 | 3 | 83,6  | 0,015       | 42,26 | 0,036       | 0,6            |
|               | <b>946,0</b>   | Vodafone | 95,4  | 1 | 3 | 98,4  | 0,083       | 42,29 | 0,197       | 18,4           |
|               | <b>952,0</b>   | T-Mobil  | 96,3  | 1 | 3 | 99,3  | 0,092       | 42,42 | 0,217       | 22,6           |
|               | <b>953,2</b>   | T-Mobil  | 85,9  | 1 | 3 | 88,9  | 0,028       | 42,45 | 0,066       | 2,1            |
|               | <b>958,6</b>   | Vodafone | 80,6  | 1 | 3 | 83,6  | 0,015       | 42,57 | 0,036       | 0,6            |
|               | <b>1826,4</b>  | Viag     | 95,4  | 1 | 3 | 98,4  | 0,083       | 58,76 | 0,142       | 18,4           |
|               | <b>1828,6</b>  | Viag     | 96,3  | 1 | 3 | 99,3  | 0,092       | 58,80 | 0,157       | 22,6           |
|               | <b>1831,,2</b> | Viag     | 96,4  | 1 | 3 | 99,4  | 0,093       | 61,00 | 0,153       | 23,1           |
|               | <b>1832,8</b>  | Viag     | 94,8  | 1 | 3 | 97,8  | 0,078       | 58,87 | 0,132       | 16,0           |
|               | <b>1835,2</b>  | Viag     | 101,6 | 1 | 3 | 104,6 | 0,170       | 58,90 | 0,288       | 76,5           |
|               | <b>1854,4</b>  | E-Plus   | 101,7 | 1 | 3 | 104,7 | 0,172       | 59,21 | 0,290       | 78,3           |
|               | <b>1857,4</b>  | E-Plus   | 90,5  | 1 | 3 | 93,5  | 0,047       | 59,26 | 0,080       | 5,9            |
|               | <b>1861,0</b>  | E-Plus   | 97,6  | 1 | 3 | 100,6 | 0,107       | 59,32 | 0,181       | 30,5           |
|               | <b>1864,6</b>  | E-Plus   | 102,0 | 1 | 3 | 105,0 | 0,178       | 59,37 | 0,300       | 83,9           |
| <b>Summen</b> |                |          |       |   |   |       | <b>0,39</b> |       | <b>0,69</b> | <b>401,9</b>   |
| <b>7</b>      | <b>945,2</b>   | Vodafone | 92,8  | 4 | 3 | 101,8 | 0,123       | 42,27 | 0,292       | 40,3           |
| 17:15-17:20   | <b>955,8</b>   | Vodafone | 102,9 | 4 | 3 | 111,9 | 0,394       | 42,51 | 0,928       | 412,8          |
|               | <b>956,4</b>   | Vodafone | 79,6  | 4 | 3 | 88,6  | 0,027       | 42,52 | 0,063       | 1,9            |
|               | <b>1849,0</b>  | Vodafone | 80,1  | 2 | 3 | 86,1  | 0,020       | 59,13 | 0,034       | 1,1            |
|               | <b>1849,4</b>  | Vodafone | 98,4  | 2 | 3 | 104,4 | 0,166       | 59,13 | 0,281       | 73,2           |
|               | <b>1850,0</b>  | Vodafone | 82,1  | 2 | 3 | 88,1  | 0,025       | 59,14 | 0,043       | 1,7            |
| <b>Summen</b> |                |          |       |   |   |       | <b>0,45</b> |       | <b>1,02</b> | <b>531,1</b>   |
| <b>8a</b>     | <b>937,4</b>   | Vodafone | 93,9  | 4 | 3 | 102,9 | 0,140       | 42,10 | 0,332       | 52,0           |
| 17:30-17:40   | <b>937,8</b>   | T-Mobil  | 87,6  | 2 | 3 | 93,6  | 0,048       | 42,11 | 0,114       | 6,1            |
|               | <b>945,4</b>   | Vodafone | 98,2  | 4 | 3 | 107,2 | 0,230       | 42,28 | 0,543       | 139,9          |
|               | <b>948,4</b>   | Vodafone | 73,2  | 4 | 3 | 82,2  | 0,013       | 42,34 | 0,030       | 0,4            |
|               | <b>1827,8</b>  | Viag     | 90,8  | 2 | 3 | 96,8  | 0,069       | 58,79 | 0,118       | 12,7           |
|               | <b>1842,4</b>  | Viag     | 78,8  | 2 | 3 | 84,8  | 0,017       | 59,02 | 0,029       | 0,8            |
|               | <b>1844,6</b>  | Viag     | 88,2  | 2 | 3 | 94,2  | 0,051       | 59,05 | 0,087       | 7,0            |
|               | <b>1847,8</b>  | Vodafone | 88,8  | 2 | 3 | 94,8  | 0,055       | 59,11 | 0,093       | 8,0            |
|               | <b>1848,4</b>  | Vodafone | 65,1  | 2 | 3 | 71,1  | 0,004       | 59,12 | 0,006       | 0,03           |
|               | <b>1851,6</b>  | Vodafone | 89,1  | 2 | 3 | 95,1  | 0,057       | 59,17 | 0,096       | 8,6            |
|               | <b>1857,8</b>  | E-Plus   | 97,4  | 2 | 3 | 103,4 | 0,148       | 59,27 | 0,250       | 58,2           |
|               | <b>1869,4</b>  | E-Plus   | 96,5  | 2 | 3 | 102,5 | 0,134       | 59,45 | 0,225       | 47,3           |
| <b>Summen</b> |                |          |       |   |   |       | <b>0,36</b> |       | <b>0,76</b> | <b>341,0</b>   |
| <b>8b</b>     | <b>937,8</b>   | T-Mobil  | 121,0 | 2 | 3 | 127,0 | 2,241       | 42,11 | 5,323       | 13325,7        |
| 17:40-17:50   |                |          |       |   |   |       |             |       |             |                |
| <b>Summen</b> |                |          |       |   |   |       | <b>2,24</b> |       | <b>5,32</b> | <b>13325,7</b> |
| <b>9</b>      | <b>936,6</b>   | Vodafone | 77,5  | 1 | 3 | 80,5  | 0,011       | 42,08 | 0,025       | 0,3            |
| 15:15-15:30   | <b>940,4</b>   | T-Mobil  | 84,1  | 1 | 3 | 87,1  | 0,023       | 42,17 | 0,054       | 1,4            |
|               | <b>942,6</b>   | T-Mobil  | 83,2  | 1 | 3 | 86,2  | 0,020       | 42,21 | 0,048       | 1,1            |
|               | <b>946,6</b>   | Vodafone | 72,7  | 1 | 3 | 75,7  | 0,006       | 42,30 | 0,014       | 0,1            |
|               | <b>950,2</b>   | 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            |
| <b>Summen</b> |              |          |       |   |   |       | <b>0,05</b> |       | <b>0,11</b> | <b>6,4</b>     |
|               |              |          |       |   |   |       |             |       |             |                |
| <b>10a</b>    | <b>939,2</b> | 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            |
| <b>Summen</b> |              |          |       |   |   |       | <b>0,90</b> |       | <b>2,00</b> | <b>2145,3</b>  |
|               |              |          |       |   |   |       |             |       |             |                |
| <b>10b</b>    | <b>939,2</b> | 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            |
| <b>Summen</b> |              |          |       |   |   |       | <b>3,27</b> |       | <b>5,57</b> | <b>28406,6</b> |
|               |              |          |       |   |   |       |             |       |             |                |
| <b>11</b>     | <b>97,6</b>  | 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         |
| <b>Summen</b> |              |          |       |   |   |       | <b>0,84</b> |       | <b>3,06</b> | <b>1880,7</b>  |
|               |              |          |       |   |   |       |             |       |             |                |
| <b>12</b>     | <b>937,0</b> | 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            |





|               |               |          |       |   |   |       |             |       |             |               |
|---------------|---------------|----------|-------|---|---|-------|-------------|-------|-------------|---------------|
| <b>16</b>     | <b>940,4</b>  | T-Mobil  | 102,3 | 4 | 3 | 111,3 | 0,368       | 42,17 | 0,873       | 359,5         |
| 10:00-10:15   | <b>940,8</b>  | T-Mobil  | 110,8 | 4 | 3 | 119,8 | 0,980       | 42,17 | 2,323       | 2545,2        |
|               | <b>952,4</b>  | T-Mobil  | 97,2  | 4 | 3 | 106,2 | 0,205       | 42,43 | 0,482       | 111,1         |
| <b>Summen</b> |               |          |       |   |   |       | <b>1,07</b> |       | <b>2,53</b> | <b>3015,8</b> |
| <b>17</b>     | <b>937,2</b>  | Vodafone | 92,1  | 1 | 3 | 95,1  | 0,057       | 42,09 | 0,135       | 8,6           |
| 10:30-10:45   | <b>940,0</b>  | T-Mobil  | 90,6  | 1 | 3 | 93,6  | 0,048       | 42,16 | 0,114       | 6,1           |
|               | <b>948,0</b>  | Vodafone | 90,4  | 1 | 3 | 93,4  | 0,047       | 42,34 | 0,110       | 5,8           |
|               | <b>953,4</b>  | T-Mobil  | 90,5  | 1 | 3 | 93,5  | 0,047       | 42,46 | 0,111       | 5,9           |
|               | <b>955,4</b>  | T-Mobil  | 88,5  | 1 | 3 | 91,5  | 0,038       | 42,50 | 0,088       | 3,7           |
|               | <b>957,0</b>  | Vodafone | 87,0  | 1 | 3 | 90,0  | 0,032       | 42,54 | 0,074       | 2,7           |
|               | <b>1825,4</b> | Viag     | 76,4  | 1 | 3 | 79,4  | 0,009       | 58,75 | 0,016       | 0,2           |
|               | <b>1827,2</b> | Viag     | 74,2  | 1 | 3 | 77,2  | 0,007       | 58,78 | 0,012       | 0,1           |
|               | <b>1828,6</b> | Viag     | 74,0  | 1 | 3 | 77,0  | 0,007       | 58,80 | 0,012       | 0,1           |
|               | <b>1829,0</b> | Viag     | 74,9  | 1 | 3 | 77,9  | 0,008       | 58,80 | 0,013       | 0,2           |
|               | <b>1830,0</b> | Viag     | 75,9  | 1 | 3 | 78,9  | 0,009       | 58,82 | 0,015       | 0,2           |
|               | <b>1830,8</b> | Viag     | 77,3  | 1 | 3 | 80,3  | 0,010       | 58,83 | 0,018       | 0,3           |
|               | <b>1831,2</b> | Viag     | 76,8  | 1 | 3 | 79,8  | 0,010       | 58,84 | 0,017       | 0,3           |
|               | <b>1833,0</b> | Viag     | 75,9  | 1 | 3 | 78,9  | 0,009       | 58,87 | 0,015       | 0,2           |
|               | <b>1833,6</b> | Viag     | 72,8  | 1 | 3 | 75,8  | 0,006       | 58,88 | 0,010       | 0,1           |
|               | <b>1835,6</b> | Viag     | 74,1  | 1 | 3 | 77,1  | 0,007       | 58,91 | 0,012       | 0,1           |
|               | <b>1836,4</b> | Viag     | 77,4  | 1 | 3 | 80,4  | 0,010       | 58,92 | 0,018       | 0,3           |
|               | <b>1838,4</b> | Viag     | 72,6  | 1 | 3 | 75,6  | 0,006       | 58,96 | 0,010       | 0,1           |
|               | <b>1847,8</b> | Vodafone | 84,7  | 1 | 3 | 87,7  | 0,024       | 59,11 | 0,041       | 1,6           |
|               | <b>1848,4</b> | Vodafone | 77,4  | 1 | 3 | 80,4  | 0,010       | 59,12 | 0,018       | 0,3           |
|               | <b>1848,8</b> | Vodafone | 79,8  | 1 | 3 | 82,8  | 0,014       | 59,12 | 0,023       | 0,5           |
|               | <b>1849,2</b> | Vodafone | 80,1  | 1 | 3 | 83,1  | 0,014       | 59,13 | 0,024       | 0,5           |
|               | <b>1849,8</b> | Vodafone | 73,4  | 1 | 3 | 76,4  | 0,007       | 59,14 | 0,011       | 0,1           |
|               | <b>1851,2</b> | Vodafone | 84,5  | 1 | 3 | 87,5  | 0,024       | 59,16 | 0,040       | 1,5           |
|               | <b>1851,6</b> | Vodafone | 81,3  | 1 | 3 | 84,3  | 0,016       | 59,17 | 0,028       | 0,7           |
|               | <b>1852,0</b> | Vodafone | 78,4  | 1 | 3 | 81,4  | 0,012       | 59,17 | 0,020       | 0,4           |
|               | <b>1852,4</b> | Vodafone | 77,4  | 1 | 3 | 80,4  | 0,010       | 59,18 | 0,018       | 0,3           |
|               | <b>1852,8</b> | Vodafone | 80,4  | 1 | 3 | 83,4  | 0,015       | 59,19 | 0,025       | 0,6           |
|               | <b>1856,4</b> | E-Plus   | 71,1  | 1 | 3 | 74,1  | 0,005       | 59,24 | 0,009       | 0,1           |
|               | <b>1857,4</b> | E-Plus   | 74,9  | 1 | 3 | 77,9  | 0,008       | 59,26 | 0,013       | 0,2           |
|               | <b>1859,0</b> | E-Plus   | 72,8  | 1 | 3 | 75,8  | 0,006       | 59,28 | 0,010       | 0,1           |
|               | <b>1859,2</b> | E-Plus   | 77,2  | 1 | 3 | 80,2  | 0,010       | 59,29 | 0,017       | 0,3           |
|               | <b>1860,6</b> | E-Plus   | 82,4  | 1 | 3 | 85,4  | 0,019       | 59,31 | 0,031       | 0,9           |
|               | <b>1864,8</b> | E-Plus   | 71,0  | 1 | 3 | 74,0  | 0,005       | 59,38 | 0,008       | 0,1           |
|               | <b>1870,2</b> | E-Plus   | 71,5  | 1 | 3 | 74,5  | 0,005       | 59,46 | 0,009       | 0,1           |
|               | <b>1872,4</b> | E-Plus   | 80,4  | 1 | 3 | 83,4  | 0,015       | 59,50 | 0,025       | 0,6           |
| <b>Summen</b> |               |          |       |   |   |       | <b>0,13</b> |       | <b>0,28</b> | <b>43,8</b>   |
| <b>18</b>     | <b>938,4</b>  | T-Mobil  | 92,3  | 4 | 3 | 101,3 | 0,116       | 42,12 | 0,276       | 36,0          |
| 14:00-15:00   | <b>940,6</b>  | T-Mobil  | 108,7 | 4 | 3 | 117,7 | 0,769       | 42,17 | 1,824       | 1569,3        |
|               | <b>944,8</b>  | T-Mobil  | 97,7  | 4 | 3 | 106,7 | 0,217       | 42,26 | 0,513       | 124,7         |
|               | <b>948,2</b>  | Vodafone | 102,5 | 4 | 3 | 111,5 | 0,377       | 42,34 | 0,890       | 376,5         |
|               | <b>957,8</b>  | Vodafone | 106,1 | 4 | 3 | 115,1 | 0,570       | 42,55 | 1,340       | 862,4         |
|               | <b>959,0</b>  | 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<br>Nr.  | Freq.<br>in MHz | Programm     | E (gem.)<br>in dBµV/m | Kanalzahl | Aufschlag<br>in dB | E (korr.)<br>in dBµV/m | E<br>in V/m | ges. GW<br>in V/m | Prozent<br>vom GW | S<br>in µW/m <sup>2</sup> |
|-------------------|-----------------|--------------|-----------------------|-----------|--------------------|------------------------|-------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| 6<br>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                     |
| <b>Summen</b>     |                 |              |                       |           |                    |                        | <b>1,92</b> |                   | <b>5,38</b>       | <b>9778,6</b>             |
| 11<br>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               |                           |
| <b>Summen</b>     |                 |              |                       |           |                    |                        | <b>1,95</b> |                   | <b>6,16</b>       | <b>10124,8</b>            |

**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 Mikrozone



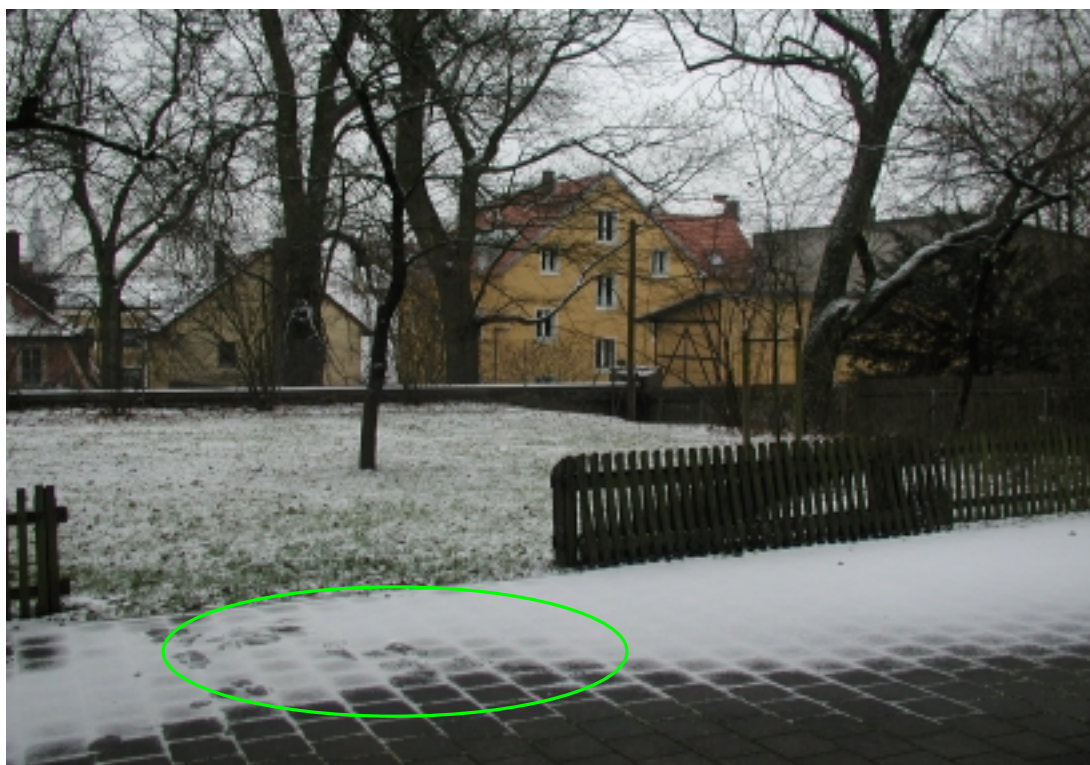
**Bild 12:** Messpunkt 9



**Bild 13:** Messpunkt 10a mit Mobilfunkantennen im Hintergrund



**Bild 14:** Messpunkt 11



**Bild 15:** Messpunkt 12



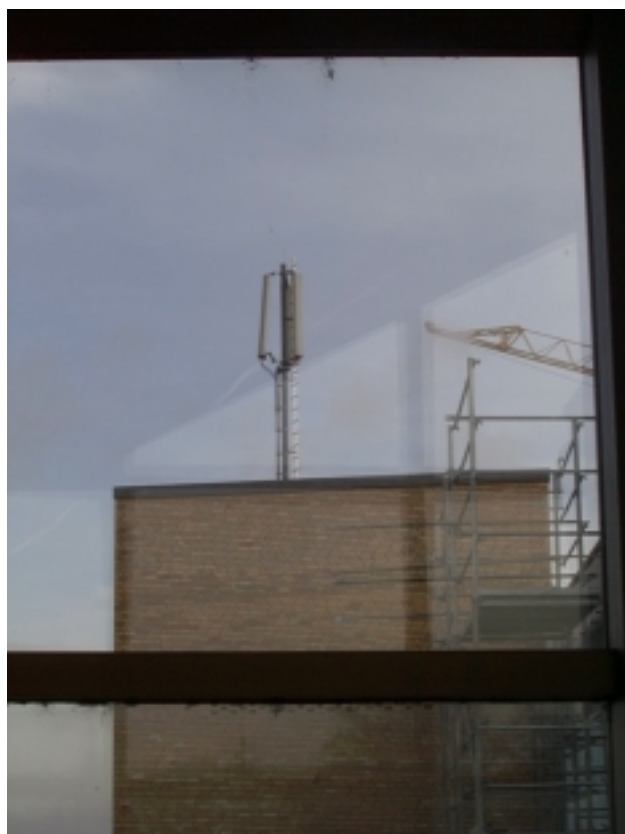
**Bild 16:** Messpunkt 13



**Bild 17:** Messpunkt 14 mit Mobilfunkantennen im Hintergrund



**Bild 18:** Messpunkt 15a mit Mobilfunkantennen im Hintergrund



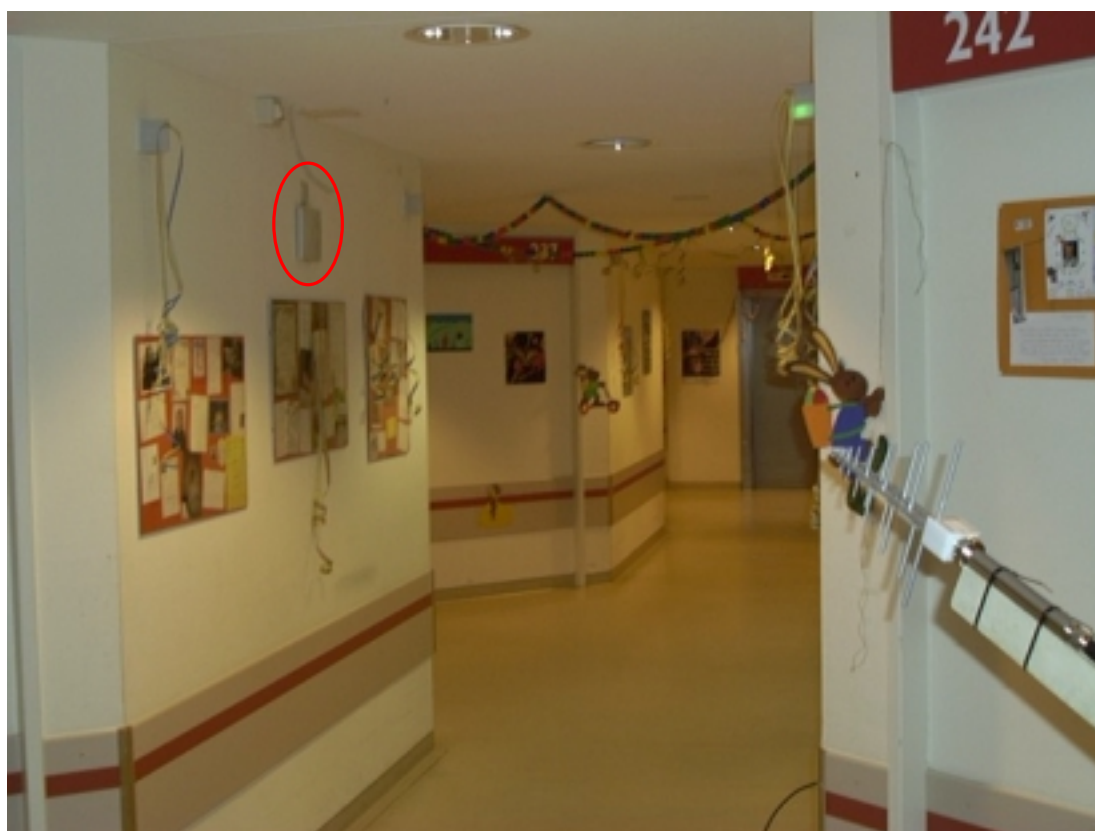
**Bild 19:** Mobilfunkanlage, von Messpunkt 16 aus gesehen



**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