



---

# Gutachten

## Aufgabenstellung:

Prognose und Messung elektromagnetischer Mobilfunk-Strahlung  
in der Gemeinde Korb

Auftraggeber:                   Bürgermeisteramt Korb  
  Bauamt  
  J.-F.-Weishaar-Str. 7-9  
  71404 Korb

Auftragsdatum:                 13. April 2006

Datum der Messungen:        4. Juli 2006

Datum des Berichtes:         14. Juli 2006

Umfang:                         20 Seiten inkl. Deckblatt, ohne Anhänge

# Emissionsprognosen und Messungen der Strahlungsdichte elektromagnetischer Felder durch Mobilfunk-Sendeanlagen

## 1. Aufgabenstellung

Auf der Gemarkung der Gemeinde Korb sind derzeit an 4 Standorten GSM- und UMTS-Sendeanlagen installiert und in Betrieb.

Im Einzelnen sind dies:

### 1.1 Standort Dieselstr. 1

T-Mobile mit GSM und UMTS

E-Plus mit GSM und UMTS

O2 mit UMTS (GSM ist installiert, aber noch nicht in Betrieb)

### 1.2 Standort Fritz-Klett-Str. 63

T-Mobile mit GSM und UMTS

Vodafone D2 mit GSM

### 1.3 Standort Jahnstr. 1

O2 mit GSM und UMTS

### 1.4 Sörenberg (Parkplatz)

T-Mobile mit GSM

Der Gemeinde Korb liegen aktuell Anfragen folgender Betreiber für den Ausbau bestehender oder den Neubau weiterer Standorte vor:

- Vodafone D2: Ausbau Standort Dieselstr. 1 mit UMTS  
Neubau Standort „Korb City“ mit UMTS
- E-Plus: Ausbau Standort Jahnstr. 1 mit GSM

Es ist allerdings mit großer Sicherheit davon auszugehen, daß von allen Betreibern auch in Zukunft im Zuge des weiteren Ausbaus ihrer Mobilfunknetze ein weiterer Ausbau erfolgen wird. Dies gilt insbesondere für die aktuelle UMTS-Technik, die aus technischen Gründen im Vergleich zu GSM ein erheblich dichteres Standortnetz erforderlich macht. So sprechen Betreiber davon, daß im Endausbau für eine flächendeckende Versorgung auch innerhalb von Gebäuden ein Standortabstand von ca. 500 m erforderlich sein wird.

Nachdem in der Bevölkerung erhebliche Bedenken über mögliche gesundheitliche Risiken der elektromagnetischen Mobilfunk-Strahlung bestehen, hat sich die Gemeinde Korb entschieden, in Kooperation mit den Betreibern insbesondere den weiteren Netzausbau im Sinne einer vorsorgenden Minimierung der Strahlungsbelastung zu gestalten.

Am 13. April 2006 wurde ich von der Gemeinde Korb beauftragt, die dafür notwendigen Informationen und Daten zu erarbeiten und die Gemeinde entsprechend bei diesem Vorhaben fachlich zu beraten.

Dabei wurde folgende Vorgehensweise vereinbart:

1. Erstellung von Emissionsprognosen der aktuellen Situation
2. Messung an 10 vereinbarten Meßpunkten
3. Abgleich der Meß- und Prognosedaten
4. Erstellung von Emissionsprognosen für aktuell gemeldete Ausbau- und Neustandorte
5. Erarbeitung von Optimierungsvorschlägen zur Strahlungs-Minimierung

Das vorliegende Gutachten befaßt sich speziell mit den Ergebnissen zu den Punkten 1-3.

## **2. Erstellung von Emissionsprognosen der aktuellen Situation**

Um den Ausbau des Mobilfunknetzes mit Hilfe von Emissionsprognosen aufzuzeigen und zu beurteilen, ist es notwendig, zunächst eine Bestandsaufnahme der aktuellen Situation zu erarbeiten.

Der beste Weg für dieses Vorhaben sind Messungen der bestehenden Mobilfunk-Strahlungsdichten an möglichst vielen Punkten im Gemeindegebiet.

Nachdem man sich aber aus wirtschaftlichen Gründen auf eine begrenzte Anzahl von Meßpunkten beschränken muß (im konkreten Fall 10 Punkte), ist es sinnvoll, diese im Sinne einer „Worst-Case-Betrachtung“ auszuwählen.

Es hat sich daher als sinnvoll bewährt, als Entscheidungsgrundlage zunächst eine Emissionsprognose der aktuellen Situation anzufertigen und diese zur Festlegung sinnvoller Meßpunkte heranzuziehen.

Die Gemeinde Korb hatte daher am 21. April 2006 alle Mobilfunkbetreiber mit der Bitte angeschrieben, dieses Vorhaben im Sinne einer Konsensfindung positiv zu begleiten und die technischen Anlagedaten der Bestands- und der geplanten Sendeanlagen zur Verfügung zu stellen.

Bis Ende Mai 2006 wurden mir diese Daten von den Betreibern Vodafone D2, E-Plus und O2 übermittelt, die ich hier aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht aufführen möchte.

Der Betreiber T-Mobile teilte mir mit, daß man sich leider aus innerbetrieblichen Gründen derzeit nicht in der Lage sieht, die Daten zur Verfügung zu stellen, dies aber so schnell wie möglich nachholen wolle.

Um die Erstellung der aktuellen Emissionsprognosen als Basis der Meßpunktauswahl dadurch nicht auf unbestimmte Zeit zu verschieben, wurden von mir für die T-Mobile Sendeanlagen am Standort Dieselstr. 1 und Fritz-Klett-Str. 63 unter Zuhilfenahme der vorliegenden Standortbescheinigungen eigene Erfahrungswerte eingesetzt.

Diese technischen Daten wurden in einem geeigneten Berechnungsprogramm (NIRView, Fa. Strapetz, Salzburg) für jeden Standort eingegeben und für die Prognose-Berechnungen (Simulationen) herangezogen. Nachdem die verwendeten Antennentypen sehr unterschiedliche Strahlungseigenschaften besitzen, wurden für die Berechnungen jeweils die vom Antennenhersteller (Fa. Kathrein) offiziell dokumentierten Antennendaten als Datensatz eingefügt und somit individuell berücksichtigt.

Für die Wellenausbreitung ist die Topographie der Landschaft mit von entscheidender Bedeutung. Um auch hier möglichst realitätsnahe Prognosen zu erhalten, wurde ein dreidimensionales Höhenmodell der Gemeinde Neidlingen für die Berechnungen herangezogen.

Die Ergebnisse berücksichtigen somit den entsprechenden Geländeverlauf im Bereich der durchgeführten Simulationen.

Nicht berücksichtigt wurden die Einflüsse von Bebauung und Bewuchs. Insbesondere in städtischen Bereichen durch ihre dichte Bebauung ist deren Einfluß auf die Wellenausbreitung von großer Bedeutung. Es treten hier u. a. Dämpfungs-, Beugungs- und Reflexionseffekte auf, die nur durch extrem aufwendige Berechnungs- und Simulationsmethoden annähernd berücksichtigt werden können. Erforderlich ist für diese Berechnungen auch zusätzlich noch ein 3-dimensionales Bebauungsmodell des untersuchten Bereiches, was ebenfalls nur unter einem sehr hohen Kostenaufwand zu erstellen ist. Auch mit diesen komplexen Emissionsberechnungen ist der Bewuchs durch Bäume und Büsche und deren erhebliche Einflüsse auf die Wellenausbreitung nicht erfaßbar, so daß die Ergebnisse im Vergleich zu durchgeführten Messungen teilweise sehr hohe Abweichungen besitzen. Im vorliegenden Fall wurde daher aus Aufwandsgründen auf diese komplexe Berechnungsmethodik verzichtet und folglich nur die vorhandene Gelände-Topographie bei ansonsten freier und ungehinderter Wellenausbreitung berücksichtigt.

Die Simulationsergebnisse stellen somit den schlechtestmöglichen Fall (Worst-Case) dar, also die bestehenden Strahlungsdichten bei freier Sicht auf die Sendeanlagen. Die zusätzliche Abweichung der realen Wellenausbreitung von den theoretischen Berechnungen wird noch durch einen entsprechenden Faktor in den Emissionsprognosen berücksichtigt.

Die Prognosen wurden für die Höhen von 2 m und 5 m ü. Grund durchgeführt.

Ergänzend möchte ich ausdrücklich betonen, daß alle Simulationen grundsätzlich nur orientierenden Charakter haben.

Keinesfalls lassen sich daraus exakt auf den betrachteten Ort im Prognosegebiet bezogene Strahlungsdichten ablesen. Trotzdem geben sie einen guten Gesamtüberblick über die grundsätzliche Emissionssituation wieder.

Nachdem die Messungen in einer Höhe von ca. 1,5 - 2 m ü. Grund durchgeführt werden, wurde die Emissionsprognose entsprechend ebenfalls für diese Höhe berechnet.

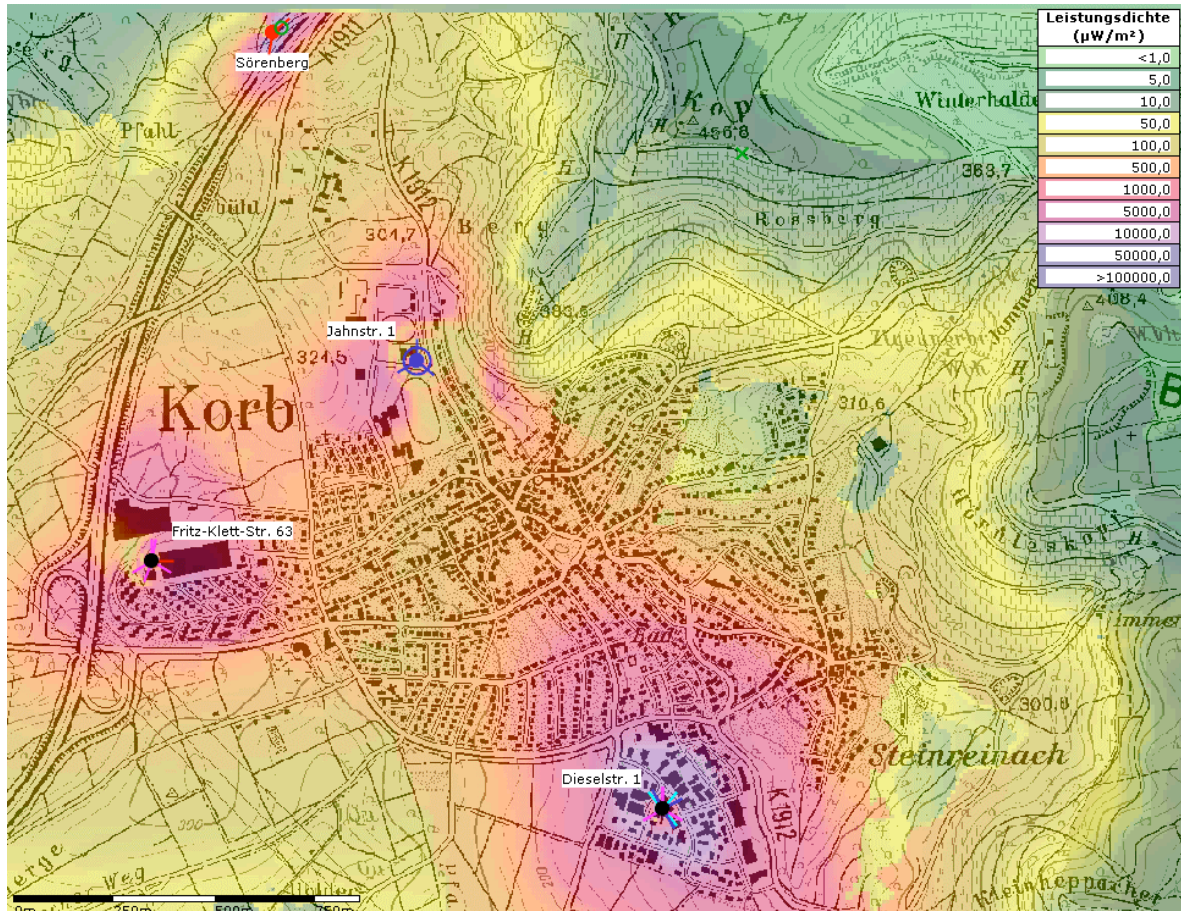


Bild 1: Aktuelle Gesamtsituation der Strahlungsdichten (Maximalwerte)

Aus Bild 1 geht deutlich hervor, daß insbesondere im Umfeld der bestehenden Mobilfunk-Sendeanlagen die vergleichsweise höchsten Strahlungsdichten auftreten können.

In einer Besprechung am 21. Juni 2006 im Rathaus Korb wurden daher die folgenden Meßpunkte einvernehmlich festgelegt:

1. Westlich Standort Dieselstr. 1 (südlich Südstraße)
2. Nördlich Standort Dieselstr. 1 (Bereich Boschstraße)
3. Südlich Standort Dieselstr. 1 (Bereich Maybachstraße)
4. Kinderspielplatz Kleinheppacher Weg
5. Urban-Schule
6. Südlich Standort Fritz-Klett-Str. 63
7. Kindergarten Fritz-Klett-Straße
8. Kepler-Schule
9. Kindergarten Brucknerstraße
10. Urban-Schule Großheppach

Die Messungen (Spektrum-Analysen) wurden von mir am 4. Juli 2006 in der Zeit zwischen 9:15 und 13:30 Uhr durchgeführt.

An allen Meßpunkten wurde im Freien gemessen. Außerdem wurde versucht, wo immer möglich einen Bereich zu finden, von dem freie oder zumindest teilweise freie Sicht auf eine Sendeanlage bestand. Dies war aber nur möglich an den Meßpunkten 1-4 und 9.

### **3. Meßmethodik und Meßmittel**

Die Stärke einer elektromagnetischen Strahlung wird in der Hochfrequenztechnik entweder durch die Feldstärke (Einheit V/m) oder durch die Strahlungsdichte (Einheit  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ) beschrieben, wobei beide Größen jeweils in die andere umrechenbar sind.

Für die Beurteilung biologischer Wirkungen wird üblicherweise die Strahlungsdichte herangezogen und daher auch in diesem Bericht verwendet.

Folgende kalibrierte Meßgeräte kamen zum Einsatz:

Mikrowellen-Spektrumanalysator ANRITSU Typ MS2661A

Meßantenne SCHWARZBECK Typ UKLP 9140

Meßkabel SCHWARZBECK AK 9513

Die frequenzabhängigen Antennenfaktoren und die Meßkabeldämpfung sind im Spektrumanalysator bereits einprogrammiert und somit in den Meßdaten enthalten. Die Gesamt-Meßunsicherheit des Meßplatzes liegt bei  $\pm 3$  dB.

Am jeweiligen Meßpunkt wurde die Feldstärke in den eingestellten Frequenzbereichen selektiv mit der „Antennen-Schwenkmethode“ in einer Höhe von 1-2 m gemessen, um damit gezielt die dort vorhandenen Funksignale zu erfassen.

Der Spektrum-Analysator arbeitete dabei in der Betriebsart „Max Hold“, wobei damit die jeweils am örtlichen Meßbereich maximal auftretenden Feldstärkewerte abgespeichert wurden.

Die Meßergebnisse der Spektrum-Analyse sind für alle Meßpunkte und gemessenen Frequenzbereiche im Anhang grafisch dargestellt.

Die Daten wurden rechnerisch ausgewertet und die Strahlungsdichten der während der Messung erfaßten Signale berechnet.

Die Funkkanäle einer GSM-Mobilfunk-Sendeanlage werden sowohl lastabhängig teilweise zu- und abgeschaltet, als auch durch ein vom jeweiligen Betreiber eingesetzten Frequenzsprungverfahren (Synthesizer-Frequency-Hopping SFH) mehrfach genutzt. Somit ist einerseits bei Messungen nicht sichergestellt, daß die maximal mögliche Strahlungsdichte während der jeweiligen Meßzeit auch wirklich auftritt, und andererseits die Möglichkeit besteht, durch das SFH-Verfahren eine zu hohe Anzahl an Funkkanälen am Spektrum-Analysator abzuspeichern.

Daher wurden in einem weiteren Rechenschritt die Strahlungsdichten kalkuliert, die bei gleichzeitigem Betrieb aller genehmigter Funkkanäle auftreten würden. Dieser „Worst-Case“-Wert ist letztlich auch der Maßstab für die Beurteilung der Sendeanlagen.

GSM 900-Netze:	max. 4 Funkkanäle pro Sektor
GSM 1.800-Netze:	max. 2 Funkkanäle pro Sektor
UMTS-Netze:	max. 2 Funkkanäle pro Sektor

Bei GSM wird pro Sektor 1 Funkkanal (Organisationskanal „Broadcast-Control-Channel“ BCCH) aus systemtechnischen Gründen permanent mit der maximal möglichen Leistung betrieben.

Um die maximale Strahlungsdichte bei Betrieb aller Funkkanäle zu kalkulieren, wurde daher für jeden Meßpunkt die gemessene Strahlungsdichte des für diesen Sektor bestimmenden Organisationskanals BCCH mit der Anzahl der genannten Funkkanäle pro Betreiber multipliziert.

Diese berechneten Werte sind in der Tabelle der Meßergebnisse in der Spalte „Strahlungsdichte min-max“ aufgeführt.

Bei der neuen UMTS-Mobilfunktechnik werden im Leerlauf pro Sektor Pilotsignale mit niedriger Leistung permanent abgestrahlt. Erst unter Last, wenn also eingebuchte Teilnehmer Daten übertragen, erhöht sich die abgestrahlte Leistung bis zum jeweiligen Maximum.

Aufgrund der Messungen war ersichtlich, daß an allen Meßpunkten die UMTS-Anlagen zum Meßzeitpunkt im Leerlauf betrieben wurden. In diesem Betriebszustand wird somit die minimale Strahlungsdichte erzeugt.

Die maximale Leistung unter voller Last ist erfahrungsgemäß um ca. 8 dB entsprechend Faktor 6,3 dB höher, so daß die maximale Strahlungsdichte durch Multiplikation des Leerlaufwertes berechnet wurde.

Auch diese Werte sind in der Tabelle der Meßergebnisse in der Spalte „Strahlungsdichte min-max“ aufgeführt.

Der Minimalwert der Strahlungsdichten tritt also in lastschwachen Zeiten auf (z. B. während der Nacht), während der Maximalwert bei voller Auslastung aller installierten Funkkanäle auftreten würde. Erfahrungsgemäß tritt dieser Fall in der Praxis allerdings so gut wie nie auf, sondern bewegt sich auch während höherer Belastungszeiten etwa bei 50 - 60 % des Maximalwertes.

Trotzdem werden für die Beurteilung der auftretenden Strahlungsdichten ausschließlich die jeweiligen Maximalwerte herangezogen (Worst-Case-Prinzip).

#### 4. Meßergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Meßergebnisse der Strahlungsdichten an den Meßpunkten zusammengefaßt. Für die Mobilfunk-Signale wurden die jeweils minimal und maximal auftretenden Signale berechnet (Werte gerundet).

Ursache dafür sind die beschriebenen, je nach Anlagen-Auslastung schwankenden Strahlungsdichten der GSM- und UMTS-Mobilfunksignale.

Meßpunkt	Strahlungsdichte min-max GSM- u. UMTS-Mobilfunk	Max. Strahlungsdichte weitere Funkdienste
<b>Meßpunkt 1</b> Feldweg neben Südstraße (Höhe Umlandstr.) (Sicht auf Standort Dieselstraße )	<b>Gesamt: 600 - 2.640 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b> T-Mobile D1 GSM: 90 - 360 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 GSM: 1,1 - 4,4 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 GSM: 400 - 800 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 GSM: 1,0 - 2,0 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ T-Mobile D1 UMTS: 3,6 - 48 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 UMTS: 0,2 - 2,5 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 UMTS: 98 - 1.310 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 UMTS: 9,1 - 1.480 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	DECT: 0,12 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ UKW-Rundf., TV: 1,8 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
<b>Meßpunkt 2</b> Boschstraße (Einmündung Dieselstraße) (Sicht auf Standort Dieselstraße )	<b>Gesamt: 440 - 3.210 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b> T-Mobile D1 GSM: 120 - 490 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 GSM: 0,05 - 0,20 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 GSM: 130 - 270 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 GSM: 0,03 - 0,06 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ T-Mobile D1 UMTS: 100 - 1.370 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 UMTS: < 0,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 UMTS: 70 - 970 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 UMTS: 8,1 - 110 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	DECT: 0,78 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ UKW-Rundf., TV: 0,30 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
<b>Meßpunkt 3</b> Maybachstraße (Einmündung Dieselstraße) (Sicht auf Standort Dieselstraße )	<b>Gesamt: 750 - 4.490 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b> T-Mobile D1 GSM: 530 - 2.100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 GSM: 0,04 - 0,16 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 GSM: 48 - 96 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 GSM: 0,03 - 0,06 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ T-Mobile D1 UMTS: 160 - 2.130 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 UMTS: < 0,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 UMTS: 5,5 - 73 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 UMTS: 6,7 - 89 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	DECT: 0,18 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ UKW-Rundf., TV: 1,0 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
<b>Meßpunkt 4</b> Kleinheppacher Weg (Kinderspielplatz) (Sicht auf Standort Dieselstraße )	<b>Gesamt: 240 - 1.580 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b> T-Mobile D1 GSM: 61 - 240 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 GSM: 0,15 - 0,60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 GSM: 87 - 170 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 GSM: 0,07 - 0,14 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ T-Mobile D1 UMTS: 43 - 570 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 UMTS: < 0,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 UMTS: 30 - 400 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 UMTS: 14 - 190 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	DECT: 0,64 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ UKW-Rundf., TV: 40 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
<b>Meßpunkt 5</b> Eugen-Ruoff-Straße (vor Urbanschule) (keine Sicht auf Standorte)	<b>Gesamt: 5,5 - 26 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b> T-Mobile D1 GSM: 2,2 - 8,8 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 GSM: 0,03 - 0,12 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 GSM: 2,4 - 4,8 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 GSM: 0,01 - 0,02 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ T-Mobile D1 UMTS: 0,42 - 5,6 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vodafone D2 UMTS: < 0,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ E-Plus E1 UMTS: 0,40 - 5,3 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ O2 E2 UMTS: 0,11 - 1,5 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	DECT: 0,20 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ UKW-Rundf., TV: 0,73 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

<p><b>Meßpunkt 6</b> Scheffelweg (vor Haus Nr. 10) (keine Sicht auf Standorte)</p>	<p><b>Gesamt: 13 - 69 µW/m<sup>2</sup></b> T-Mobile D1 GSM: 0,70 - 2,8 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 GSM: 10 - 40 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 GSM: 0,19 - 0,38 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 GSM: 0,36 - 0,72 µW/m<sup>2</sup> T-Mobile D1 UMTS: 1,9 - 25 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 UMTS: 0,01 - 0,13 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 UMTS: 0,02 - 0,27 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 UMTS: &lt; 0,1 µW/m<sup>2</sup></p>	<p>DECT: 4,9 µW/m<sup>2</sup> UKW-Rundf., TV: 4,2 µW/m<sup>2</sup></p>
<p><b>Meßpunkt 7</b> Fritz-Klett-Straße (vor ev. Kindergarten) (keine Sicht auf Standorte)</p>	<p><b>Gesamt: 19 - 81 µW/m<sup>2</sup></b> T-Mobile D1 GSM: 1,9 - 7,6 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 GSM: 17 - 68 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 GSM: 0,03 - 0,06 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 GSM: 0,08 - 0,16 µW/m<sup>2</sup> T-Mobile D1 UMTS: 0,35 - 4,7 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 UMTS: &lt; 0,1 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 UMTS: 0,01 - 0,13 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 UMTS: &lt; 0,1 µW/m<sup>2</sup></p>	<p>DECT: 0,04 µW/m<sup>2</sup> UKW-Rundf., TV: 1,6 µW/m<sup>2</sup></p>
<p><b>Meßpunkt 8</b> Brucknerstraße (Höhe Keplerschule) (keine Sicht auf Standorte)</p>	<p><b>Gesamt: 2,5 - 14 µW/m<sup>2</sup></b> T-Mobile D1 GSM: 0,09 - 0,36 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 GSM: 0,04 - 0,16 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 GSM: 0,15 - 0,30 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 GSM: 1,5 - 3,0 µW/m<sup>2</sup> T-Mobile D1 UMTS: 0,01 - 0,13 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 UMTS: &lt; 0,1 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 UMTS: 0,01 - 0,13 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 UMTS: 0,71 - 9,5 µW/m<sup>2</sup></p>	<p>DECT: 10 µW/m<sup>2</sup> UKW-Rundf., TV: 0,51 µW/m<sup>2</sup></p>
<p><b>Meßpunkt 9</b> Brucknerstraße (vor Kindergarten) (Sicht auf Standort Jahnstr. 1 )</p>	<p><b>Gesamt: 573 - 1.590 µW/m<sup>2</sup></b> T-Mobile D1 GSM: 0,56 - 2,2 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 GSM: 0,09 - 0,36 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 GSM: 0,33 - 0,66 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 GSM: 530 - 1.070 µW/m<sup>2</sup> T-Mobile D1 UMTS: 0,07 - 0,93 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 UMTS: &lt; 0,1 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 UMTS: 0,12 - 1,6 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 UMTS: 39 - 520 µW/m<sup>2</sup></p>	<p>DECT: 0,26 µW/m<sup>2</sup> UKW-Rundf., TV: 0,53 µW/m<sup>2</sup></p>
<p><b>Meßpunkt 10</b> Erlenweg Großheppach (Hof Urbanschule) ( keine Sicht auf Standorte)</p>	<p><b>Gesamt: 0,73 - 3,7 µW/m<sup>2</sup></b> T-Mobile D1 GSM: 0,36 - 1,4 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 GSM: 0,04 - 0,16 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 GSM: 0,18 - 0,36 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 GSM: 0,02 - 0,04 µW/m<sup>2</sup> T-Mobile D1 UMTS: 0,01 - 0,13 µW/m<sup>2</sup> Vodafone D2 UMTS: 0,02 - 0,27 µW/m<sup>2</sup> E-Plus E1 UMTS: 0,10 - 1,3 µW/m<sup>2</sup> O2 E2 UMTS: &lt; 0,1 µW/m<sup>2</sup></p>	<p>DECT: 1,9 µW/m<sup>2</sup> UKW-Rundf., TV: 2,8 µW/m<sup>2</sup></p>

Aus den Meßergebnissen ist folgendes erkennbar:

1. An allen Meßpunkten dominieren die Strahlungsdichten der im Umfeld installierten Mobilfunk-Sendeanlagen. Öffentliche UKW-Rundfunk- und Fernsehsender erheblich geringere Strahlungsdichten.  
Allerdings möchte ich darauf hinweisen, daß die ebenfalls flächendeckend gemessenen Signale von DECT-Schnurlostelefonen in den Nutzungsgebäuden selbst häufig deutlich höhere Strahlungsdichten emittieren, als sie von den außen stehenden Mobilfunksendern verursacht werden.

2. Die Höhe der aktuell vorhandenen Gesamt-Strahlungsdichten schwankt im betrachteten Gebiet erheblich in Abhängigkeit von
  - der Entfernung und Ausrichtung zu den Mobilfunk-Sendeanlagen
  - der jeweiligen Sichtsituation zu den Sendeanlagen. Bei freier Sicht und somit weitgehend ungehinderter Wellenausbreitung sind die Werte deutlich höher als hinter abschattenden Gebäuden oder Bewuchs.  
Die Schwankungsbreite der maximalen Strahlungsdichten liegt zwischen  $3,7 \mu\text{W}/\text{m}^2$  (MP 10) und  $4.490 \mu\text{W}/\text{m}^2$  (MP 3).
3. Die höchsten Strahlungsdichten wurden im Umfeld des Standortes „Dieselstraße 1“ gemessen.  
Der Grund dafür liegt in der großen Anzahl von dort konzentrierten Sendeanlagen, wobei die bereits installierte, aber noch nicht in Betrieb befindliche GSM-Anlage des Betreibers O2 zum Zeitpunkt der Messung noch nicht eingeschaltet war.

## 5. Bewertung der Meßergebnisse

Für die Bewertung der Meßergebnisse werden verschiedene Kriterien herangezogen:

- a) 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchV.), Deutschland
- b) Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), Schweiz
- c) Empfehlungen des ECOLOG-Instituts, Hannover
- d) Empfehlung der Salzburger Resolution

### 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchV.)

Die zulässigen gesetzlichen Grenzwerte der Strahlungsdichte sind in Deutschland durch die „26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchV.)“ vom 16.12.1996 festgelegt.

Sie sind das alleinige rechtliche Immissions-Kriterium für die Zulassung der Sendeanlagen.

Die Grenzwerte variieren mit der jeweiligen Sendefrequenz und betragen für

<b>GSM 900-Netze</b>	<b>ca. 4.700.000 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b>
<b>GSM 1800-Netze</b>	<b>ca. 9.300.000 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b>
<b>UMTS-Netze</b>	<b>ca. 10.000 000 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b>

Diese Grenzwerte orientieren sich ausschließlich an der Wärmewirkung von hochfrequenter Strahlung und berücksichtigen somit die mittlerweile nach Überzeugung vieler Wissenschaftler als weitgehend gesichert geltenden biologischen Wirkungen bei Strahlungsdichten auch weit unterhalb dieser „thermischen Schwelle“ nicht.

### **Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), Schweiz**

Der Schweizer Bundesrat hat im Dezember 1999 die neue „Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV)“ verabschiedet und zum 1. Februar 2000 in Kraft gesetzt.

Darin wird zwischen zwei Arten von Grenzwerten unterschieden:

- **Gefährdungsgrenzwerte** sollen vor wissenschaftlich nachgewiesenen Gesundheitsschäden schützen. Sie entsprechen den von der Internationalen Strahlenschutz-Organisation ICNIRP empfohlenen Werten, wie sie beispielsweise auch in Deutschland durch die BImSchV. übernommen wurden.
- **Anlagegrenzwerte** orientieren sich am in der Verfassung verankerten Vorsorgeprinzip und liegen daher deutlich unterhalb der Gefährdungsgrenzwerte. Sie gelten für die Strahlung einer Anlage und müssen dort eingehalten werden, wo sich Menschen längere Zeit aufhalten, beispielsweise in Wohnungen, Schulen, Krankenhäusern usw.  
Dabei geht es darum, die Risiken für schädliche Wirkungen, wie sie teilweise erst vermutet werden oder noch nicht absehbar sind, möglichst gering zu halten. Eine konkrete Schädigung muß also nicht nachgewiesen sein.

Für Mobilfunk-Sendeanlagen gelten folgende Anlagegrenzwerte:

<b>GSM 900-Netz (D1/D2) bei 900 MHz</b>	<b>ca. 42.000 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b>
<b>GSM 1.800-Netz (E1/E2) bei 1.800 MHz</b>	<b>ca. 96.000 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b>
<b>UMTS-Netze</b>	<b>ca. 100.000 <math>\mu\text{W}/\text{m}^2</math></b>

Die Werte liegen somit bei 1 % der in Deutschland geltenden Grenzwerte.

### **ECOLOG-Institut, Hannover**

Das renommierte ECOLOG-Institut kam im Jahr 2001 in einer vom Mobilfunk-Betreiber T-Mobile beauftragten Studie zu dem Ergebnis, daß der internationale Forschungsstand zum Thema möglicher biologischer Wirkungen und daraus sich ergebender möglicher gesundheitlicher Risiken zu dem Schluß, daß unter Vorsorgeaspekten eine Gesamt-Strahlungsdichte von Funksignalen einen Wert von 10.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  nicht überschreiten sollte.

**Aktuell wird empfohlen, daß die Summe der Mobilfunksignale eine Strahlungsdichte von 3.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  nicht übersteigt.**

### **Salzburger Resolution / Deutsche Bundesärztekammer**

Auf der internationalen Konferenz zum Thema „Situierung von Mobilfunksendern“ vom 7. - 8. Juni 2000 in Salzburg wurde von 19 namhaften Wissenschaftlern aus über zehn Ländern eine Resolution unterschrieben. Diese fordert vor dem Bau neuer Mobilfunk-Sendeanlagen die aktive Einbeziehung der Bevölkerung und die Nutzung aller technischen Möglichkeiten, um die Exposition der Menschen in der Nähe solcher Anlagen so niedrig wie möglich zu halten.

Darin wird empfohlen, daß die **von Mobilfunksendern ausgehende Summe aller Mikrowellenbelastungen eine Strahlungsdichte von 1.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  nicht überschreiten soll.**

### **Weitere Empfehlungen und Richtwerte**

Weltweit werden von unterschiedlichen Wissenschaftlern und Organisationen z. T. noch erheblich geringere Vorsorgewerte empfohlen. So definieren beispielsweise die „Baubiologischen Richtwertempfehlungen für Schlafplätze“, daß die Strahlungsdichten gepulster Hochfrequenzsignale an diesen empfindlichen Nutzungsbereichen maximal  $5 \mu\text{W}/\text{m}^2$  betragen sollten.

Ich halte Vorsorgewerte unterhalb der o. g. Empfehlungen in vielen Fällen für sinnvoll, um eine ausdrückliche Minimierung speziell an Schlafplätzen vorzunehmen. Wollte man diese Richtwerte jedoch verbindlich als gesetzlichen Grenzwert vorschreiben, so würde dies in der Praxis gleichbedeutend mit einem Verbot der aktuellen Mobilfunktechnik sein. Dies zu fordern wäre aus meiner Überzeugung eine Illusion, die an der aktuellen Situation nichts ändern würde.

Trotzdem ist es unbedingt erforderlich, daß weltweit die unabhängige Forschung über mögliche Risiken dieser neuen Massenfunktechnik mit hoher Priorität vorangetrieben wird, um möglichst Klarheit zu schaffen. Auch die Entwicklung künftiger Mobilfunksysteme würde davon profitieren, indem neue Funktechnologien mit deutlich geringeren Emissionen als Zielsetzung definiert werden könnten.

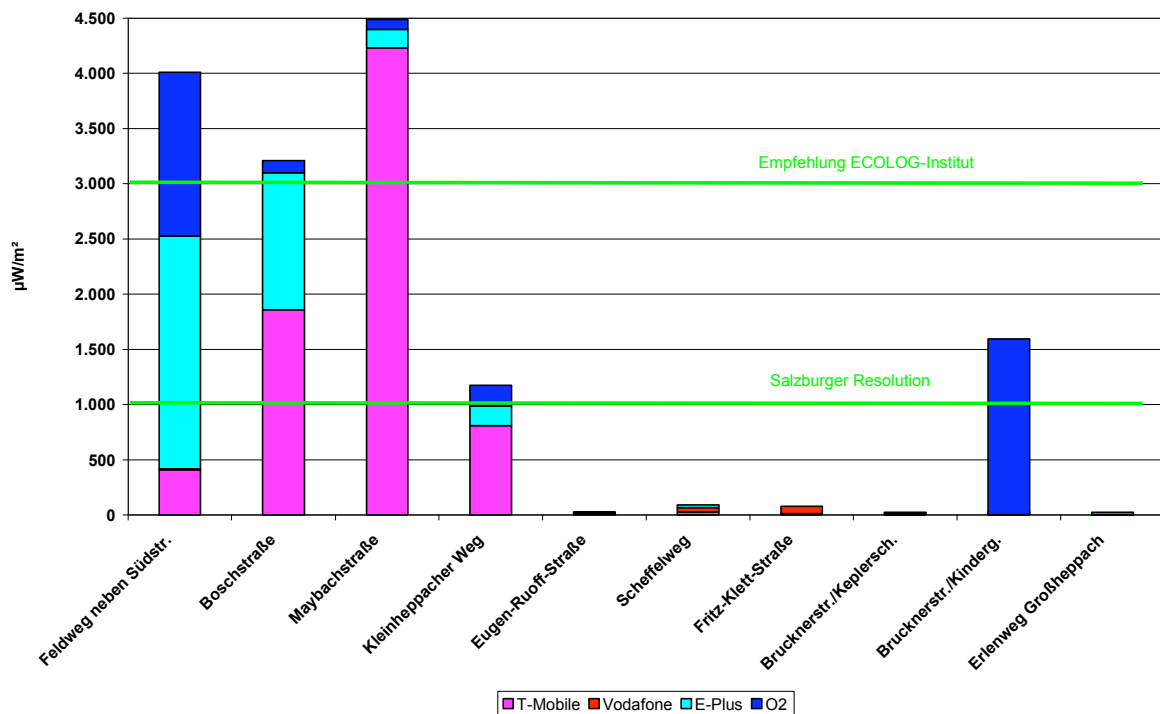
So bleibt nach meiner Überzeugung denjenigen Bürgerinnen und Bürgern, welche die aktuellen Strahlungsdichten trotz aller Minimierungsanstrengungen vieler Städte und Gemeinden und den dadurch verbliebenen Risiken als für sie zu hoch einstufen nur der Weg, in Ihren Häusern und Wohnungen gezielt messen und fachgerecht Abschirmmaßnahmen unter kompetenter Anleitung durchführen zu lassen.

Im Folgenden werden die aus den Messungen an den einzelnen Meßpunkten abgeleiteten Maximalwerte der Mobilfunk-Strahlungsdichten mit den genannten Grenz- und Richtwerten verglichen.

<b>Meßpunkt</b>	<b>Max. Strahlungsdichte GSM- u. UMTS-Mobilfunk</b>
<p><b>Meßpunkt 1</b>  <b>Feldweg neben Südstraße (Höhe Umlandstr.)</b>                      Δ 26. BImSchV.                      Δ Schweizer Anlagegrenzwert                      Δ ECOLOG-Institut                      Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 2.640 µW/m<sup>2</sup></b>                      -99,97 %                      -96,7 %                      -12 %                      +164 %</p>
<p><b>Meßpunkt 2</b>  <b>Boschstraße (Einmündung Dieselstraße)</b>                      Δ 26. BImSchV.                      Δ Schweizer Anlagegrenzwert                      Δ ECOLOG-Institut                      Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 3.210 µW/m<sup>2</sup></b>                      -99,96 %                      -96,0 %                      +7 %                      +220 %</p>
<p><b>Meßpunkt 3</b>  <b>Maybachstraße (Einmündung Dieselstraße)</b>                      Δ 26. BImSchV.                      Δ Schweizer Anlagegrenzwert                      Δ ECOLOG-Institut                      Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 4.490 µW/m<sup>2</sup></b>                      -99,94 %                      -94,4 %                      +50 %                      +350 %</p>
<p><b>Meßpunkt 4</b>  <b>Kleinheppacher Weg (Kinderspielplatz)</b>                      Δ 26. BImSchV.                      Δ Schweizer Anlagegrenzwert                      Δ ECOLOG-Institut                      Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 1.580 µW/m<sup>2</sup></b>                      -99,98 %                      -98,0 %                      -47 %                      +58 %</p>
<p><b>Meßpunkt 5</b>  <b>Eugen-Ruoff-Straße (vor Urbansschule)</b>                      Δ 26. BImSchV.                      Δ Schweizer Anlagegrenzwert                      Δ ECOLOG-Institut                      Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 26 µW/m<sup>2</sup></b>                      -99,99 %                      -99,97 %                      -99 %                      -97 %</p>
<p><b>Meßpunkt 6</b>  <b>Scheffelweg (vor Haus Nr. 10)</b>                      Δ 26. BImSchV.                      Δ Schweizer Anlagegrenzwert                      Δ ECOLOG-Institut                      Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 69 µW/m<sup>2</sup></b>                      -99,99 %                      -99,9 %                      -98 %                      -93 %</p>
<p><b>Meßpunkt 7</b>  <b>Fritz-Klett-Straße (vor ev. Kindergarten)</b>                      Δ 26. BImSchV.                      Δ Schweizer Anlagegrenzwert                      Δ ECOLOG-Institut                      Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 81 µW/m<sup>2</sup></b>                      -99,99 %                      -99,9 %                      -97 %                      -92 %</p>

<p><b>Meßpunkt 8</b>  <b>Brucknerstraße (Höhe Keplerschule)</b>                  Δ 26. BImSchV.                  Δ Schweizer Anlagegrenzwert                  Δ ECOLOG-Institut                  Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 14 µW/m<sup>2</sup></b>                  -99,99 %                  -99,98 %                  -99,5 %                  -98,6 %</p>
<p><b>Meßpunkt 9</b>  <b>Brucknerstraße (vor Kindergarten)</b>                  Δ 26. BImSchV.                  Δ Schweizer Anlagegrenzwert                  Δ ECOLOG-Institut                  Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 1.590 µW/m<sup>2</sup></b>                  -99,98 %                  -98,0 %                  -47 %                  +58 %</p>
<p><b>Meßpunkt 10</b>  <b>Erlenweg Großheppach (Hof Urbanschule)</b>                  Δ 26. BImSchV.                  Δ Schweizer Anlagegrenzwert                  Δ ECOLOG-Institut                  Δ Salzburger Resolution</p>	<p><b>Gesamt: 3,7 µW/m<sup>2</sup></b>                  -99,99 %                  -99,99 %                  -99,9 %                  -99,6 %</p>

Hier die Ergebnisse der maximalen Strahlungsdichten nochmals in grafischer Form:



Als Fazit der Spektrum-Analysen an 10 Meßpunkten (Originalausdrucke im Anhang) und den dabei gemessenen maximalen Strahlungsdichten kann nach meiner Meinung folgendes festgestellt werden:

1. Die aktuell gemessenen und auf Maximalwerte hochgerechneten Strahlungsdichten unterschreiten an allen Meßpunkten die gesetzlichen Grenzwerte der deutschen Bundesimmissionsschutzverordnung 26. BImSchV. mit mehr als 99,9 %. Die in dieser Verordnung festgesetzten Grenzwerte berücksichtigen jedoch vornehmlich die thermischen Wirkungen von Hochfrequenz- und Mikrowellenstrahlung. Außerdem basieren sie auf dem akuten Schädigungspotential hochfrequenter Strahlung und erfüllen somit nach Meinung vieler Wissenschaftler nicht die Forderungen nach strengen biologischen Vorsorgewerten für den langfristigen Aufenthalt.
2. Auch die in der Schweiz am 1.2.2000 in Kraft getretene NISV wird bezüglich der darin definierten Anlagegrenzwerte gültig für Orte empfindlicher Nutzung derzeit um mindestens 94 % unterschritten. Dieser Grenzwert ist allerdings ebenfalls ausschließlich von möglichen thermischen Wirkungen abgeleitet, so daß es auch hier umstritten ist, ob er einen wirklichen, auch langfristig sicheren Vorbeugewert darstellt.
3. Der vom deutschen ECOLOG-Institut aufgrund der aktuellen Forschungslage zu möglichen biologischen Wirkungen und daraus entstehenden Risiken empfohlene Richtwert für die Summe aller Funksignale wird an der Mehrzahl der Meßpunkte mehr oder weniger deutlich unterschritten. An den Meßpunkten um den Standort „Dieselstraße“ kann diese Empfehlung allerdings bis zu mehr als 50 % überschritten.
4. Der in Salzburg von namhaften internationalen Wissenschaftlern im Juni 2000 definierten und auch vom Verantwortlichen der Deutschen Bundesärztekammer im Jahr 2000 unterstützte Vorsorgewert wird an insgesamt 5 Meßpunkten zum Teil erheblich überschritten. Neben dem Umfeld des Standortes „Dieselstraße“ betrifft dies ebenfalls noch den Standort „Jahnstraße“.
5. Alle Messungen und daraus abgeleiteten Beurteilungen beziehen sich auf die Höhe von bis zu ca. 2 m über dem Boden. In höheren Lagen, also z. B. in Obergeschossen von Häusern oder in Hochhäusern können die Strahlungsdichten erfahrungsgemäß noch deutlich ansteigen. Der Grund dafür ist die immer größere Nähe zu den Hauptstrahlen der jeweiligen Sendeantennen. Dieser Effekt wird später im Verlauf der Emissionsprognosen noch aufgezeigt.

## 6. Abgleich der Meß- und Prognosedaten

Der Vergleich der erzielten Meßergebnisse an den Meßpunkten mit freier Sicht auf Mobilfunk-Standorte mit der Emissionsprognose unter Heranziehung der von den Betreibern genannten bzw. von mir speziell für T-Mobile angenommenen technischen Anlagedaten führte teilweise zu deutlichen Abweichungen. Dies betraf insbesondere die im Umfeld der Standorte „Dieselstraße“ und „Jahnstraße“ bestehenden Strahlungsdichten der Betreiber T-Mobile und O2.

Erneute Nachfragen bei diesen Betreibern führten dazu, daß

- T-Mobile die noch fehlenden Anlagedaten für alle Standorte in Korb nachlieferte
- O2 die Antennendaten des Standortes „Jahnstraße“ in Bezug auf GSM korrigierte

Die mit diesen korrigierten Daten durchgeführte Emissionsprognose stimmte mit den Meßergebnissen im Rahmen der Meß- und Prognosegenauigkeit ( $\pm 3 \text{ dB} = -50/+100 \%$ ) recht gut überein.

Dies zeigt auch die folgende Prognosegrafik mit den korrigierten Anlagedaten, in welcher die Meßpunkte mit ihren Prognosedaten nochmals explizit eingezeichnet sind.

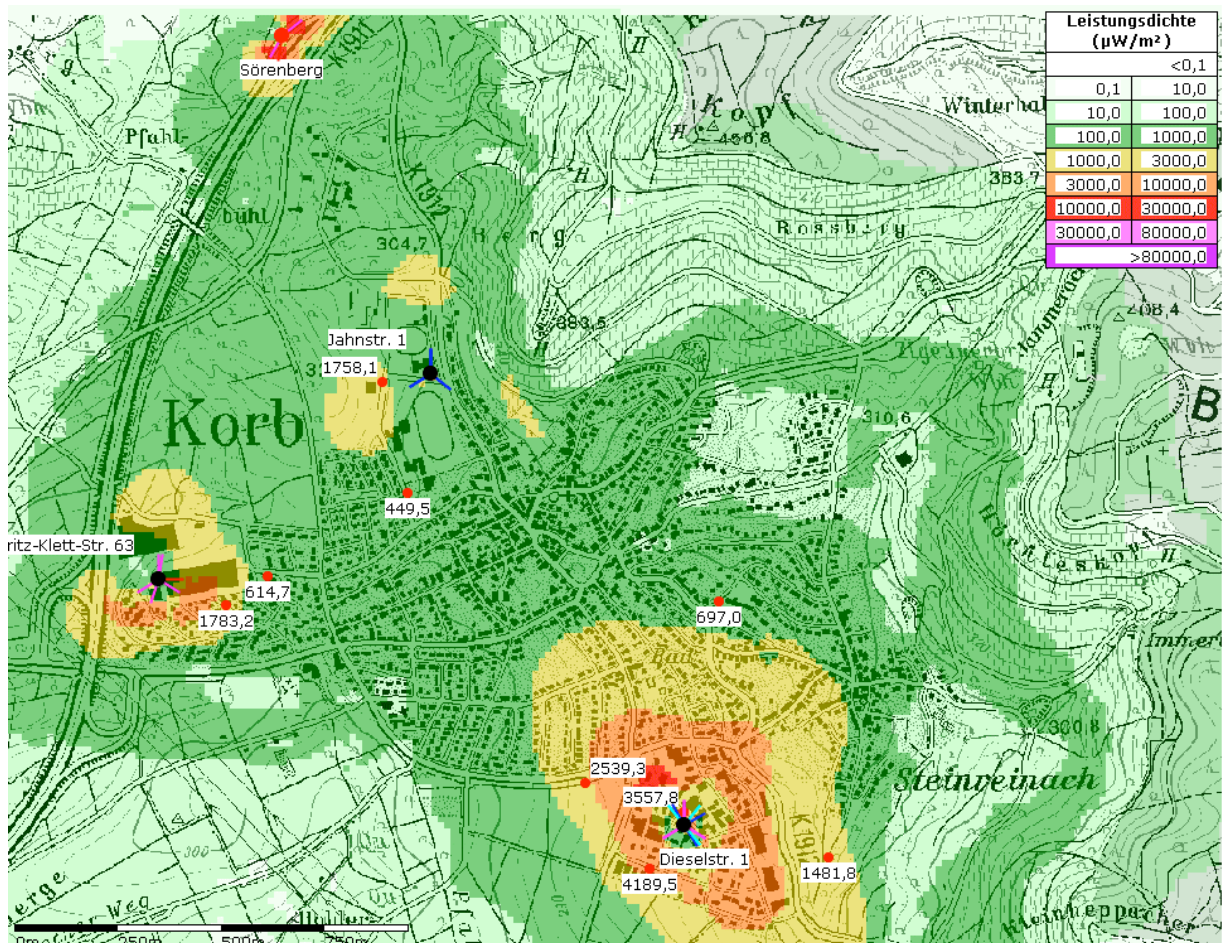


Bild 2: Emissionsprognose 2 m ü. Grund, aktuelle Situation an den Meßpunkten

Nachdem diese Prognose recht gut mit den Meßdaten korrespondiert, kann sie bei weiteren künftigen Betrachtungen z. B. auch beim Ausbau der Netze als Grundlage herangezogen werden.

Um auch die Strahlungsdichten in größeren Höhen aufzuzeigen, hier eine Prognose für eine Höhe von 5 m ü. Grund:

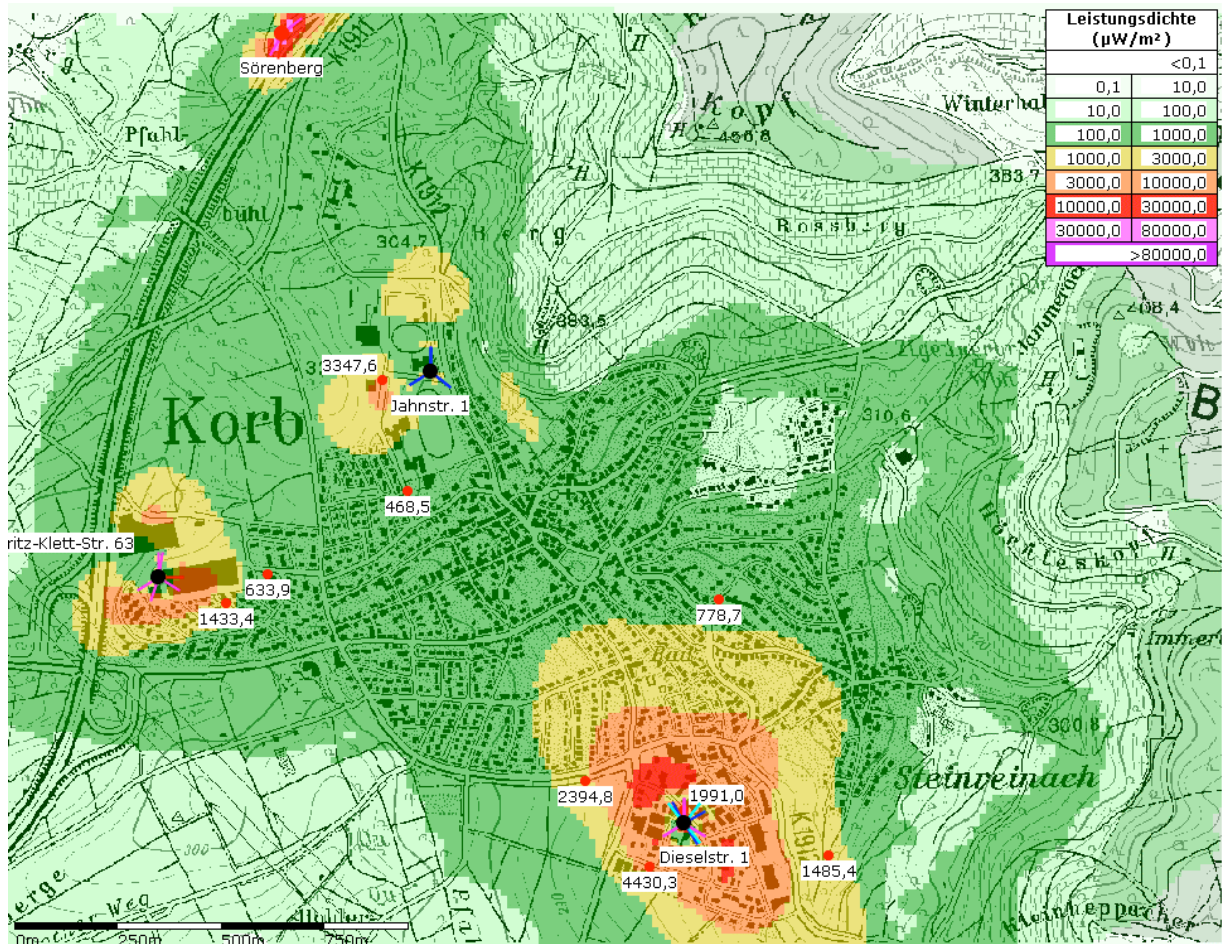


Bild 3: Emissionsprognose 5 m ü. Grund, aktuelle Situation an den Meßpunkten

Ersichtlich ist bei diesem Vergleich, daß die Strahlungsdichten mit der Höhe ü. Grund nicht unbedingt zunehmen, sondern teilweise auch kleiner werden. Der Grund dafür sind die mit der Höhe sich verändernden Strahlungsausrichtungen der Sendeantennen.

Die beiden Prognosen der aktuellen Situation zeigen auch, daß die bei höchster Anlagenauslastung auftretenden Strahlungsdichten nicht grundsätzlich mit den gewählten Meßpunkten korrespondieren.

Dies betrifft insbesondere das Gebiet um den Standort „Dieselstraße“, der relativ frei von allen Seiten einsehbar ist.

Ich habe daher zusätzlich in die beiden Prognosen noch die Punkte mit den danach höchsten Strahlungsdichten im Worst-Case-Fall aufgenommen:

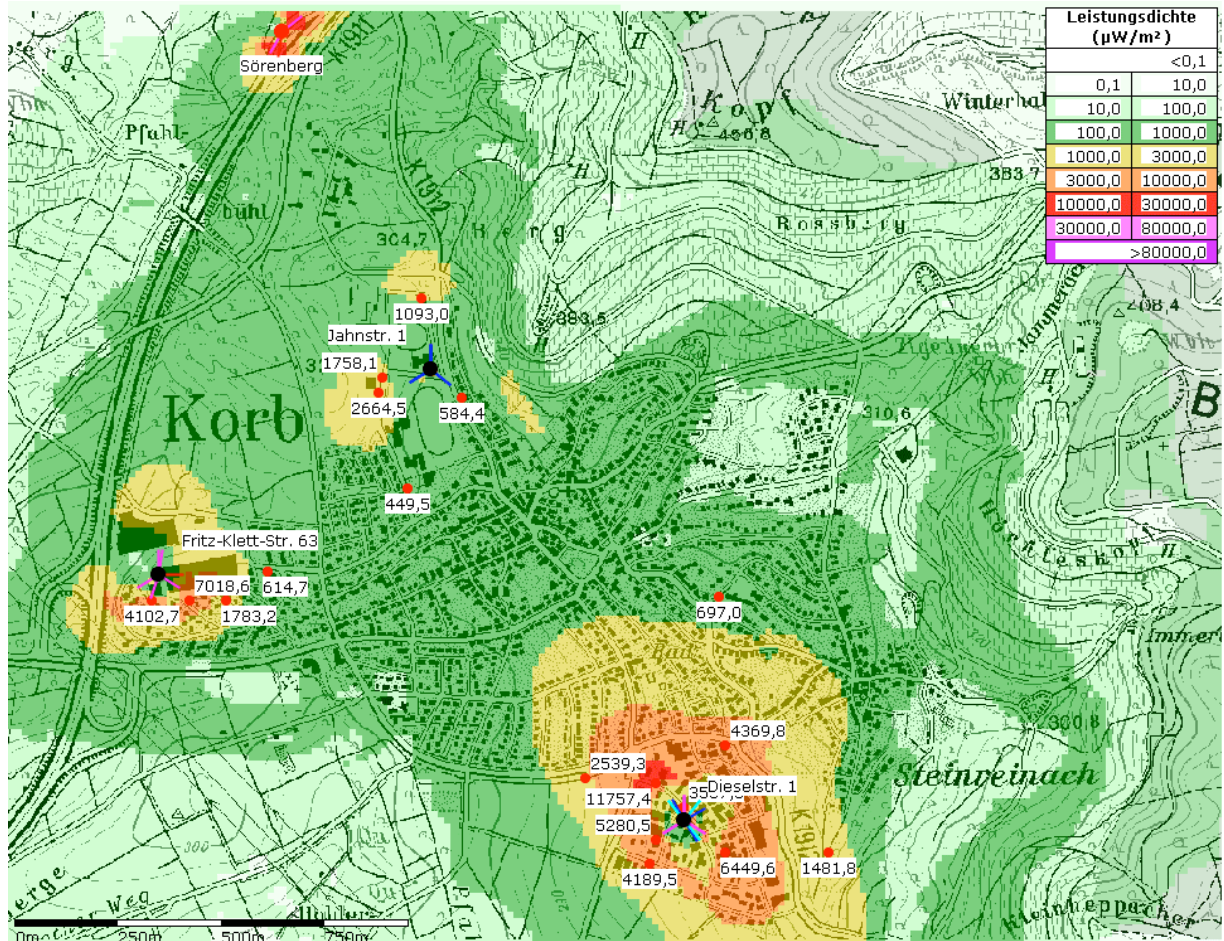


Bild 4: Emissionsprognose 2 m ü. Grund, aktuelle Situation mit Maximalwerten

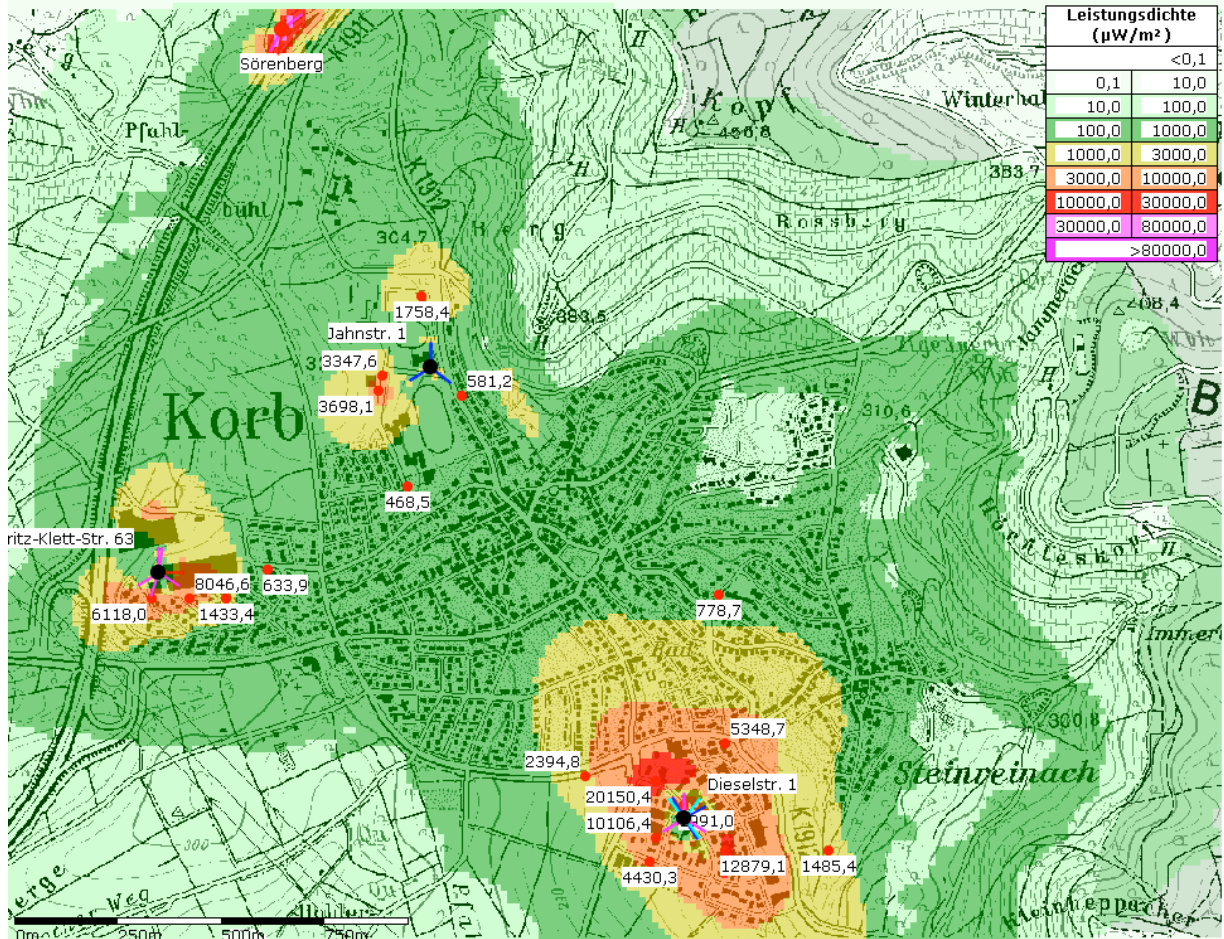


Bild 5: Emissionsprognose 5 m ü. Grund, aktuelle Situation mit Maximalwerten

Man erkennt daraus, daß aktuell im Worst-Case-Fall folgende maximale Strahlungsdichten im Umfeld der Standorte auftreten können:

Standort „Dieselstraße“:      2 m ü. Grund      12.000 µW/m²  
    5 m ü. Grund      20.000 µW/m²

Standort „Fritz-Klett-Straße“: 2 m ü. Grund      7.000 µW/m²  
    5 m ü. Grund      8.000 µW/m²

Allerdings ist bei diesem Standort zu beachten, daß der betreffende, südlich gelegene Bereich durch einen teilweise dichten Baumbestand abgeschirmt wird und somit diese prognostizierten Werte dort deutlich niedriger sein werden. Das zeigen auch die dort durchgeführten Messungen.

Standort „Jahnstraße“:      2 m ü. Grund      2.700 µW/m²  
    5 m ü. Grund      3.700 µW/m²

Diese Werte können im Bereich des in der Brucknerstraße gelegenen Kindergartens auftreten.

Alle aus der Prognose entnommenen maximalen Strahlungsdichten bleiben weiterhin um mehr als 99 % unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte der BImSchV., um mehr als 75 % unterhalb der Schweizer Anlagengrenzwerte der NISV, übersteigen aber die empfohlenen Vorsorgewerte des ECOLOG-Instituts und der Salzburger Resolution teilweise erheblich.

Daher empfehle ich, diese durch Messungen und Emissionsprognosen analysierte und aufgezeigte aktuelle Situation beim künftigen Ausbau der Mobilfunknetze und bei der Auswahl der dafür notwendigen Standorte im Sinne einer möglichen Minimierung im Konsens mit den Mobilfunk-Betreibern zu berücksichtigen.

Dipl.-Ing. Norbert Honisch

14. Juli 2005