

**Messungen
elektromagnetischer Immissionen
von Mobilfunksendeanlagen
im Gemeindegebiet von Icking**



**Auftraggeber:
Gemeinde Icking
am 17.07.2006**

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	2
1.1.	Adressen.....	2
1.2.	Ortstermin	2
1.	Aufgabenstellung	3
2.	Vorgehensweise	4
2.1.	Messpunkte.....	5
2.2.	Lage der Mobilfunksender und der Messpunkte	5
2.3.	Messtechnik	6
2.3.1.	Einstellungen am Spektrumanalysator	6
2.3.2.	Zugrunde liegende Messvorschriften und -empfehlungen	6
2.4.	Messung	6
2.4.1.	Erfassung der Messwerte	7
2.4.2.	Handhabung der Messantenne	7
2.4.3.	Messunsicherheit.....	7
2.4.4.	Funktionsweise von GSM-Mobilfunksendern.....	8
2.4.5.	Vorgehensweise zur Erfassung der GSM-Immissionen	8
2.4.6.	Hinweise zu den Tabellen des Messprotokolls	9
2.4.7.	Funktionsweise von UMTS-Mobilfunksendern.....	9
3.	Messergebnisse	12
3.1.	Messwerte im Überblick.....	12
4.	Bewertung.....	13
4.1.	Vergleich der Messwerte mit den Grenzwerten der 26. BImSchV	14
4.1.1.	Ergebnisse der Grenzwertbetrachtung	15
4.1.2.	Grenzwertbetrachtung als Diagramm	16
5.	Zusammenfassung.....	17
1.	Anlage	1
1.1.	Messwerte im Detail.....	1
1.2.	Spektraldiagramme.....	10

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
eidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
AkkreditierungssystemPrüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

1. Allgemeines

1.1. Adressen

Auftraggeber	Gemeinde Icking Margit Menrad Mittenwalder Str. 6 82057 Icking
Auftragnehmer	anbus analytik GmbH Gesellschaft für Gebäuediagnostik Umweltanalytik und Umweltkommunikation Mathildenstr. 48 90762 Fürth

1.2. Ortstermin

Durchgeführt von	Uwe Münzenberg, Technische Leitung Gebäuediagnostik
Ortstermin am	17.07.2006 und 18.07.2006
Untersuchungsauftrag	„Nachhermessungen“ elektromagnetischer Immissionen von Mobilfunksendeanlagen im Rahmen des FEE-Programmes des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Untersuchungsobjekt	8 Messpunkte im Gemeindegebiet
Verfasser des Prüfberichtes	Uwe Münzenberg
Berichtsnummer	Icking-Nachhermessung06215
Ausführungen	2 Originale
Datum des Prüfberichtes	07.08.2006

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
eidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla
Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
AkkreditierungssystemPrüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

1. Aufgabenstellung

Die Gemeinde Icking beauftragte die anbus analytik GmbH im Rahmen des FEE-Projektes der bayrischen Staatsregierung, als sogenannte „Vorhermessungen“ und „Nachhermessungen“ im Gemeindegebiet von Icking exemplarisch die Belastung an 8 Messpunkten für die elektromagnetischen Immissionen durch Mobilfunksendestationen messtechnisch zu ermitteln.

Ziel der Messungen ist es, mit einem Vergleich von Vorher- und Nachhermessungen, Informationen über die Veränderungen der von Mobilfunksendern im Gemeindegebiet ausgehenden elektromagnetischen Immissionen zu erhalten. Die Messungen sollen dazu beitragen, die Transparenz in der Öffentlichkeit zu verbessern und den Ausbau des Mobilfunknetzes betreffend der elektromagnetischen Felder kritisch zu begleiten.

Die „Vorhermessungen“ wurden am 25.08.2005 durchgeführt. Inzwischen hat der Netzbetreiber E-Plus seine Mobilfunkstation auf einem Scheunendach in der Mittenwalder Str. in Betrieb genommen.



Foto 1: Blick auf die Sendeanlage von E-Plus, links daneben die Mobilfunkstationen der beiden Netzbetreiber Vodafone und O2.

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
eidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla
Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
AkkreditierungssystemPrüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.



Foto 2: Blick auf die Sendeanlage von T-Mobile neben dem Bauhof

2. Vorgehensweise

In Icking sind zum Untersuchungszeitpunkt folgende Netzbetreiber mit Mobilfunksendeanlagen vertreten:

- Vodafone mit GSM 900 und UMTS in der Mittenwalder Straße 5
- O2 mit GSM 1800 in der Mittenwalder Straße 5
- E-Plus mit GSM 900 und UMTS in der Mittenwalder Straße 5
- T-Mobil mit GSM 900 in der Mittenwalder Straße, direkt neben dem Bauhof

Für die Hochrechnung auf eine maximale Anlagenauslastung der Mobilfunkstationen werden technische Daten der Mobilfunksendeanlagen benötigt. Diese wurden von den Betreibern per eMail angefragt. Die jeweilige Anfrage wurde beantwortet von:

- Claudia Lubner, E-Plus Mobilfunk GmbH Co. KG
- Julia Mahall, O₂ GmbH & Co.OHG
- Christian Schilling, Vodafone D2 GmbH
- Mario Jaritz, T-Mobile Deutschland GmbH

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
eidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla
Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
AkkreditierungssystemPrüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

2.1. Messpunkte

Die Messpunkte wurden in Abstimmung mit Frau Menrad (Gemeinde Icking) festgelegt. Die Messpunkte wurden so ausgewählt, dass diese mindestens eine der folgenden Kriterien erfüllt:

- repräsentativen Charakter für die bebaute Umgebung,
- mutmaßlich der Ort (Daueraufenthaltsplatz) mit der höchsten Belastung,
- sogenannte sensible Standorte,
- Sichtkontakt zum Sender.

Der Messzeitpunkt wurde den Betreibern der Sendeanlagen nicht bekannt gegeben.

Entgegen der Vorhermessung im Jahre 2005 wurden an zwei Messpunkten zusätzlich Messungen durchgeführt, um besser auf die Sorgen aus der Bevölkerung einzugehen. Hingegen eine Messung im Kindergarten in Dorfen nicht mehr durchgeführt, da mit keinen Änderungen der Immissionen gerechnet werden kann.

2.2. Lage der Mobilfunksender und der Messpunkte

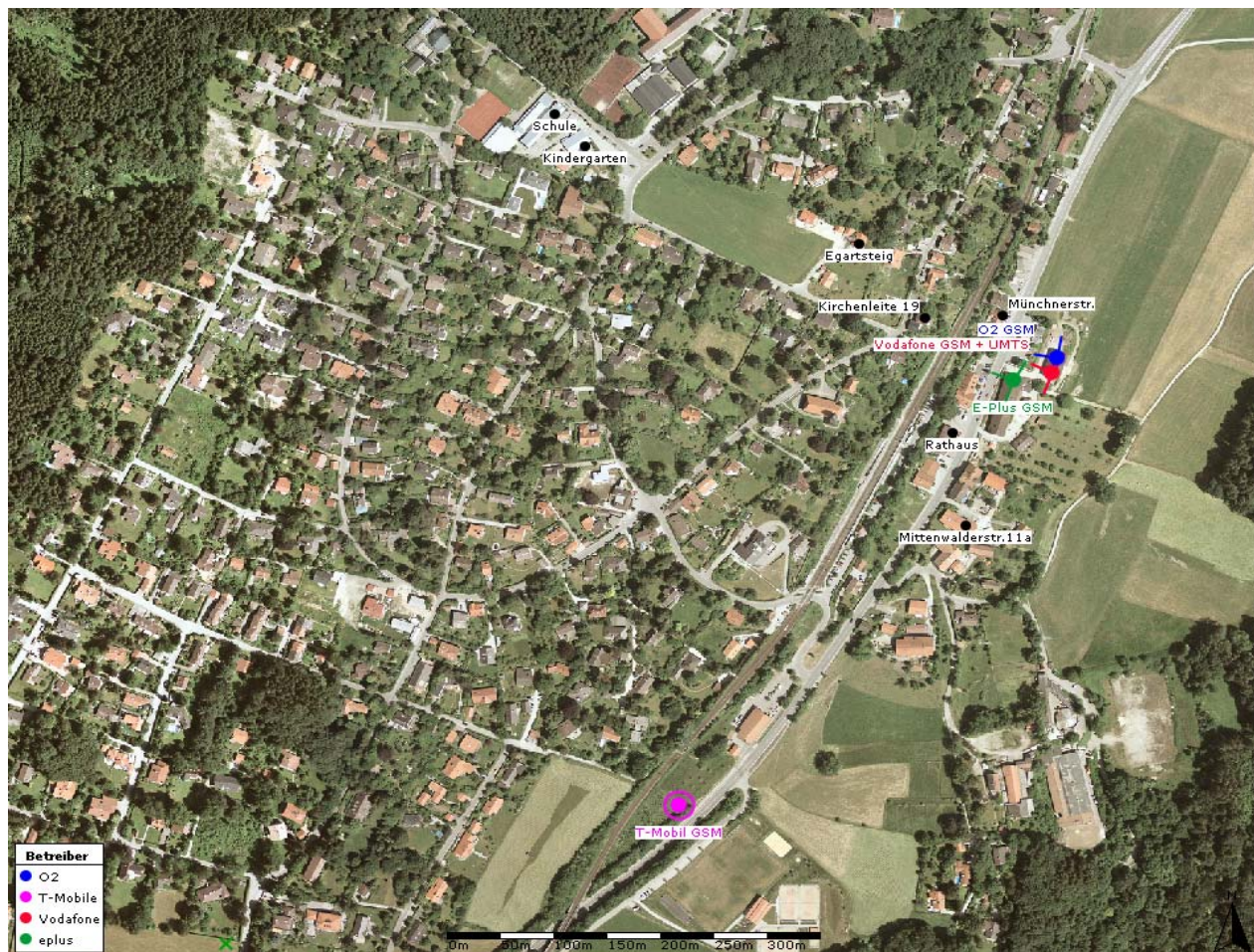


Abbildung 1: Lage der Messpunkte und der Mobilfunkstation

ftsführung
eber-Thumulla
n HRB 8148
DE210745406
estellter und ver-
achverständiger
e in Innenräumen)
Jörg Thumulla
Arbeitsgemein-
editierter Sach-
r
N ISO/IEC 17025
DAP Deutsches
ngssystemPrüf-
H akkreditiertes
für:
reinigende che-
eserförmige und
logische Stoffe

- Schadstoffe in Gebäuden
 - Emissionen von Baumaterialien
 - Bauphysik und Raumklima
 - Immissionen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder (EMVU)
- Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

2.3. Messtechnik

Spektrum-Analyser: FSH 3, Rohde & Schwarz, Seriennummer: 1000023
Werkskalibrierung: Juli 2004
Messantennen: USLP 9143, 300 MHz bis 3000 MHz, Schwarzbeck
Kabel: AK 9513, 2,5 m, Schwarzbeck

2.3.1. Einstellungen am Spektrumanalysator

Für GSM-Messungen wurden folgende Geräteeinstellungen vorgenommen:

RBW / VBW: 200 kHz / 1 MHz
Detector: Max Peak
Trace: Max Hold
Sweep Time: 200 ms

Für Messungen von UMTS wurden folgende Geräteeinstellungen vorgenommen:

RBW / VBW: 30 kHz / 300 kHz
Power Measure: Channel Power
Detector: RMS
Trace: Max Hold
Sweep Time: 500 ms

2.3.2. Zugrunde liegende Messvorschriften und -empfehlungen

Die Messungen erfolgen auf Basis folgender Messvorschriften und Messempfehlungen:

- Messempfehlung Mobilfunk-Basisstationen (GSM) des Schweizer BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) und METAS (Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung), Bern 2002
- Messempfehlung Mobilfunk-Basisstationen (UMTS-FDD) des Schweizer BUWAL, Entwurf vom 17.09.2003
- Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung – BImSchV Deutschland) gemäß Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz, 107. Sitzung, 15.-17. März 2004.

2.4. Messung

Hochfrequente elektromagnetische Felder in unserer Umwelt setzen sich aus einer Vielzahl von Signalen von unterschiedlicher Frequenz und Stärke zusammen.

Um die von den verschiedensten Sendeanlagen hervorgerufenen Feldstärken bzw. Leistungsflussdichten detailliert zu erfassen, müssen diese frequenzselektiv über eine "Spektrumanalyse" gemessen werden. Hierbei wird der eingestellte Frequenzbereich mit einem variablen Filter durchfahren. Als Ergebnis erhält man auf dem Bildschirm des Gerätes das Spektrum als Graphik. Die Höhe der Ausschläge ist ein Maß für die Amplitude des Signals, ihre Lokalisation auf der horizontalen Frequenzachse ist ein Maß für die Frequenz des betreffenden Senders.

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
eidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
AkkreditierungssystemPrüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

2.4.1. Erfassung der Messwerte

Die Anzeige der Messergebnisse erfolgt als Spannungspegel mit logarithmischer Amplitudenskalisierung in den Maßeinheit $\text{dB}\mu\text{V}$. Der Pegel in $\text{dB}\mu\text{V}$ ($U_{\text{dB}\mu\text{V}}$) ist bezogen auf eine Eingangsspannung des Spektrumanalysators von $1 \mu\text{V}$.

Aus diesen Amplituden-Werten wird dann, nach Addition des vom Hersteller spezifizierten, frequenzabhängigen Antennenfaktors (= Antennenwandlungsmaß) sowie der Dämpfung des verwendeten Messkabels (ergibt den „Feldstärkepegel“ in $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}^2$), die am Messpunkt herrschende Feldstärke in „ mV/m “ (Millivolt pro Meter) und die Leistungsflussdichte in „ $\mu\text{W}/\text{m}^2$ “ (Mikrowatt pro Quadratmeter) errechnet. Diese Werte sind im Messprotokoll in den entsprechenden Spalten „Feldstärke“ und „Leistungsflussdichte“ wiedergegeben.

Die Signal-Frequenz wird auf der Anzeige des Spektrum-Analysators in der Einheit „Hz“ (Hertz) bzw. „MHz“ (Megahertz = 1.000.000 Hz) angegeben.

Die Messungen erfolgten im Fernfeld. Als Fernfeld bezeichnet man einen Bereich, in dem die elektrische Komponente und die magnetische Komponente der sich ausbreitenden Welle in einem konstanten Verhältnis zueinander stehen ($E / H = Z_0$ mit $Z_0 = 377 \Omega$: Wellenwiderstand des freien Raumes). Dies ist im allgemeinen der Fall, wenn die folgenden beiden Bedingungen erfüllt sind:

- Der Abstand a von der Sendeantenne ist groß gegenüber der Wellenlänge λ (mindestens vier Wellenlängen, $a \geq 4 \cdot \lambda$) und
- der Abstand a von der Sendeantenne ist groß gegenüber der größten mechanischen Abmessung D der Sendeantenne im Verhältnis zur Wellenlänge ($a \geq 2 \cdot (D^2 / \lambda)$).

Im Fernfeld genügt es, eine der drei HF-Feldgrößen E , H oder S zu messen; die beiden anderen können dann berechnet werden ($H = E / Z_0$; $S = E \cdot H$).

2.4.2. Handhabung der Messantenne

Zur Erfassung der am Messpunkt maximal einwirkenden elektromagnetischen Immissionen durch den Mobilfunk, wird die Messantenne nach der Schwenkmethode geführt. Dabei wird der Messpunkt in einem räumlichen Bereich von ca. 2,5 m mit vom Körper entfernt gehaltenen Messantenne in allen Raumrichtungen (isotrop) abgetastet, wobei gleichzeitig die Polarisationssebene der Antenne systematisch variiert wird. Bei dieser Absuche des Volumens soll die Antenne immer einen Abstand von ca. 50 cm zu Wänden, Boden, Decke und Mobiliar einhalten. Die Bewegungsgeschwindigkeit der Antenne ist der eingestellten Sweep Time des Spektrumanalysators angepasst.

Während dieses Vorgangs wird das Spektrum mit dem Maximalwertspeicher des Analysators kontinuierlich erfasst und aufgezeichnet.

Pro Messpunkt und untersuchtem Spektralbereich wird so lange gemessen, bis sich das angezeigte Spektrum nicht mehr verändert; dabei wird eine Messdauer von einer Minute nicht unterschritten.

2.4.3. Messunsicherheit

Aufgrund der technisch unvermeidbaren Restfehler bei der Kalibrierung der Messantennen und -kabel sowie der Messtoleranz des Spektrum-Analysators muss insgesamt mit einer gerätebedingten Messunsicherheit von typisch $\pm 3 \text{ dB}$ gerechnet werden. Die gesamte Messunsicherheit des Messaufbaus ist bei der Beurteilung der Messwerte mit Grenzwerten zu Gunsten der zu schützenden Menschen zu berücksichtigen. Für den „worst case“ ist davon

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
Akkreditierungssystem Prüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeföh-
rten Prüfverfahren.

auszugehen, dass die Messeinrichtung die maximale negative Toleranz aufweist (Anzeige um 3 dB zu niedrig). 3 dB Messunsicherheit entsprechen bei der Strahlungsdichte dem Faktor 2, bei der Feldstärke dem Faktor 1,41 (= Wurzel aus 2). Daher wird beim Vergleich der Messwerte mit den Grenzwerten der 26. BimSchV die Messunsicherheit auf die real gemessenen Werte addiert.

2.4.4. Funktionsweise von GSM-Mobilfunksendern

Eine Mobilfunk-Sendeanlage besteht in der Regel aus mehreren sogenannten Basisstationen. Die Basisstationen wiederum benötigen zur Steuerung der verschiedenen Mobilfunkgespräche mehrere spezielle Sende-Kanäle, die sogenannten Organisations- und Verkehrskanäle. Die Organisationskanäle (BCCH - **B**roadcast **C**ontrol **C**hannel) einer Basisstation haben die Aufgabe, jedem Handy „seine“, Mobilfunksstation zuzuweisen. Damit nehmen sie für die Handys vergleichsweise die Funktion eines „Leuchtturms“ wahr, an dem sie sich orientieren können. Der Organisationskanal, sozusagen der Stamm-Frequenzkanal einer Basisstation, sendet ständig mit seiner maximalen Leistung - also auch wenn kein Telefonat über die betreffende Basisstation geführt wird.

Ist der Organisationskanal mit Mobiltelefonaten ausgelastet (i.d.R. können sechs Mobiltelefonate durch einen Organisationskanal abgewickelt werden), so kann die Basisstation einen zusätzlichen, lastabhängigen Verkehrskanal (TCH - **T**raffic **C**hannel) auf einer anderen Frequenz für bis zu acht weiteren Mobilgesprächen öffnen. Ist auch dieser Verkehrskanal belegt, so steht - je nach Konfiguration der Anlage - ggf. ein dritter oder auch vierter Frequenzkanal zur Verfügung. Alle zu einer Basisstation gehörenden Frequenzkanäle - also Organisationskanal und lastabhängige Verkehrskanäle - werden über dieselbe Antenne abgestrahlt. Pro Antenne einer Basisstation können somit maximal 30 Telefonate geführt werden. Eine Mobilfunkstation besteht wiederum in der Regel aus mehreren Organisationskanälen. Die lastabhängigen Verkehrskanäle sind leistungsgeregelt. Jeder Sendekontakt zu einem Handy wird individuell angepasst und nur mit der Leistung gesendet, die zur Aufrechterhaltung einer stabilen Verbindung erforderlich ist.

2.4.5. Vorgehensweise zur Erfassung der GSM-Immissionen

Aufgrund des dauernd sendenden Organisationskanals und der je nach Verkehrsaufkommen temporär zugeschalteten, lastabhängigen Verkehrskanäle, die zudem noch mit Power Control arbeiten können, ist die Intensität der Emissionen elektromagnetischer Felder von GSM-Mobilfunkanlagen (D- und E-Netz) abhängig von der momentanen Auslastung. Messungen, welche die temporär zugeschalteten lastabhängigen Verkehrskanäle in die Bewertung mit einbeziehen, sind somit vom jeweiligen Messzeitpunkt abhängig und daher nicht reproduzierbar. Die aktuell gemessenen Immissionen können sich zwischen zwei fixen Werten bewegen, dem minimalen und dem maximalen Beurteilungswert.

Der minimale Beurteilungswert repräsentiert die Immissionen für den Fall, dass nur die Organisationskanäle der Basisstationen aktiv sind. Dies entspricht dem Zustand in verkehrsarmen Zeiten, typischerweise in den späten Nachtstunden.

Zur Ermittlung des minimalen Beurteilungswertes werden die Organisationskanäle (BCCH) unter den Verkehrskanälen (TCH) herausgefiltert und ihre Stärke gemessen. Die je nach Nutzung zugeschalteten Verkehrskanäle werden nicht erfasst.

Wenn die entsprechenden Betreiberdaten nicht vorliegen, geschieht dies entweder für die verschiedenen Frequenzen einzeln in der Betriebsart Zero Span oder für alle Frequenzen des betrachteten Spektrums gleichzeitig durch Vergleich der Spektren in den Betriebsarten

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
Akkreditierungssystem Prüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

Average und Max Hold. Der minimale Beurteilungswert errechnet sich als Summe der Strahlungsdichten S_{OK} der Organisationskanäle:

$$\text{Min. Beurteilungswert} = \Sigma (S_{OK i})$$

Zur Ermittlung der maximal möglichen Immissionen (worst case) wird von den gemessenen Werten auf die zu erwartenden Werte bei maximaler Anlagenauslastung hochgerechnet. Dieser Zustand wird durch den maximalen Beurteilungswert repräsentiert.

Man multipliziert dazu die ermittelte Leistungsflussdichte S_{OK} eines jeden Organisationskanals mit der maximal möglichen Anzahl Frequenzkanälen der jeweiligen Basisstation und erhält somit die maximale Leistungsflussdichte, die durch eine Basisstation am jeweiligen Messpunkt bei voller Auslastung verursacht werden kann. Denn es wird durch diese Multiplikation der Fall dargestellt, dass auf allen zur Verfügung stehenden Frequenzkanälen in allen Zeitschlitzten mit voller Leistung gesendet wird. Durch Summenbildung wird der maximale Beurteilungswert für das betrachtete GSM-Spektrum ermittelt:

$$\text{Beurteilungswert} = \Sigma (S_{OK i} \cdot n_i)$$

2.4.6. Hinweise zu den Tabellen des Messprotokolls

Minimale Leistungsflussdichte in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und minimale elektrische Feldstärke in mV/m

Hier ist die elektrische Feldstärke und die Leistungsflussdichte der einzelnen Organisationskanäle festgehalten. Diese Werte entsprechen einer permanent vorhandenen Mindest-Dauerbelastung.

Für die Beurteilung der Intensität von Hochfrequenzsendern wird gerne die Leistungsflussdichte verwendet. Die Leistungsflussdichte in Watt pro Quadratmeter beschreibt die in einer Fläche von einem Quadratmeter fließende Leistungsmenge der durch die elektromagnetische Welle transportierte Hochfrequenzenergie. Die Strahlungsdichte wird im Prüfbericht in Mikrowatt pro Quadratmeter ($\mu\text{W}/\text{m}^2$) angegeben. Analog dazu wird die elektrische Feldstärke in Volt pro Meter bzw. in Millivolt pro Meter (mV/m) angegeben

Maximale Leistungsflussdichte in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und maximale elektrische Feldstärke in mV/m

Multipliziert man die Messwerte der Organisationskanäle mit der Anzahl der möglichen Verkehrskanäle (Spalte in der Tabelle mit Anzahl der Kanäle), erhält man die maximale elektrische Feldstärke und die Leistungsflussdichte durch eine Basisstation für den jeweiligen Messort. Hierbei wird angenommen, dass auf allen zur Verfügung stehenden Frequenzkanälen mit voller Leistung gesendet wird. Durch Addition der einzelnen (quadratisch bei den Feldstärken) maximalen Immissionen erhält man den Beurteilungswert für GSM oder UMTS. Die Anzahl der Verkehrskanäle bzw. der Leistungsanteil der Pilotkanäle bei UMTS an der gesamten Sendeleistung wurde vom Sachverständigen bei den Mobilfunkbetreibern angefragt und ist im Prüfbericht dokumentiert.

2.4.7. Funktionsweise von UMTS-Mobilfunksendern

Eine UMTS-Mobilfunkanlage wird auch als Basisstation oder Node-B bezeichnet. Sie besteht aus Sende- und Empfangseinrichtungen, einer Energieversorgungseinheit sowie einer oder mehreren UMTS-Antennen, die auf einem Antennenträger montiert sind. Als UMTS-Antennen werden üblicherweise Sektorantennen mit einer ausgeprägten Richtwirkung verwendet. Die Anbindung an die übergeordnete System-Infrastruktur in Richtung Festnetz erfolgt entweder über Kupfer- bzw. Glasfaserleitungen oder drahtlos über Richtfunkstrecken. Der technische Standard UMTS arbeitet mit dem Zugriffsverfahren **W-CDMA**

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
AkkreditierungssystemPrüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende chemische, faserförmige und mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

(Wideband Code Division Multiple Access, Codemultiplex).

Bei CDMA-Systemen erfolgt der Zugriff auf die Benutzerkanäle nicht auf den physikalischen Ebenen von Frequenz und Zeit, sondern auf der logischen Ebene über eine spezielle Codierung (Code Division). Alle Teilnehmer einer Basisstation arbeiten „wild gemischt“ im gleichen Frequenzkanal. Das Kanalaraster beträgt 4,95 MHz, davon belegt das Signal ca. 4 MHz (= Wideband).

Anstelle der Zeit oder einzelner Frequenzen, wie bei herkömmlichen Funksystemen, teilen sich die Teilnehmer bei CDMA die zur Verfügung stehende Sendeleistung. D.h. wenn nur wenige Verbindungen über eine Basisstation laufen, steht für jeden Teilnehmer eine größere Maximalleistung zur Verfügung, als wenn viele Teilnehmer aktiv sind. Damit ist die Reichweite der Basisstation u.a. von der Anzahl aktiver Teilnehmer abhängig. Dieser Effekt wird als „Cell Breathing“ bezeichnet; die Zellengröße „atmet“ mit der Anzahl aktiver Teilnehmer. Außerdem benötigen Dienste mit hoher Datenrate (z.B. Graphik, Video, Filetransfer) einen höheren Leistungsanteil als Dienste mit niedriger Datenrate (z.B. Sprachübertragung). Durch die Überlagerung der Signale mehrerer Teilnehmer im selben Frequenzbereich hat das resultierende Gesamtsignal einen dem Rauschen ähnlichen Charakter.

Der Zugriff auf die Übertragungskanäle erfolgt bei W-CDMA völlig anders als bei den herkömmlichen Telekommunikationssystemen. Damit die Signale der einzelnen Teilnehmer voneinander unterschieden werden können, werden sie mit einem speziellen Erkennungsmerkmal in Form einer Codierung versehen.

Der Empfänger filtert „sein“ Signal aus dem Signalgemisch, indem er genau die Anteile mit „seiner“ Codierung erkennt; alle anderen Codes sind für ihn wie Rauschen. Hierzu werden sogenannte Korrelationsempfänger verwendet. Diese sind in der Lage, ein ihnen bekanntes Signalmuster – nämlich das Codierungssignal – selbst dann noch zu erkennen, wenn es von Rauschen oder anderen Signalen bis zu einer gewissen Grenze überdeckt ist.

Diese Erkennung wird gegenüber bisher üblichen Funksystemen dadurch erschwert, dass bei W-CDMA alle Basisstationen eines Netzbetreibers auf der gleichen Frequenz senden, bzw. – da jeder Netzbetreiber mit seiner Lizenz zwei Frequenzen zur Nutzung erworben hat – auf zwei benachbarten Frequenzen. Das an einem Messpunkt auf einer Frequenz ermittelte Signal kann also aus den Beiträgen verschiedener Basisstationen bestehen, je nachdem wie stark diese dort einfallen.

Steuer-/Pilotkanäle

Jede Basisstation verfügt über Steuerkanäle, die permanent aktiv sind, also auch dann, wenn keine Nutzsignale übertragen werden. Der dominierende Steuerkanal mit dem höchsten Leistungsanteil ist der CPICH (**C**ommon **P**ilot **C**hannel); er hat eine feste Datenrate von 30 kBit/s. Weitere ständig aktive Steuerkanäle sind z.B. P-CCPCH (**P**rietary **C**ommon **C**ontrol **P**hysical **C**hannel), P-SCH (**P**rietary **S**ynchronization **C**hannel) und S-SCH (**S**econdary **S**ynchronization **C**hannel). Die Sendeleistung der permanent aktiven Steuerkanäle ist fix; sie beträgt i.d.R. etwa 15 % der typischen Gesamtleistung einer UMTS-Basisstation, die bei ca. 20 Watt liegt.

Der Mindestpegel der von einer Basisstation stammenden Immissionen wird somit durch die permanent aktiven Steuerkanäle festgelegt.

Verkehrskanäle

Der Leistungsanteil der Verkehrskanäle (Nutzkanäle) ist u.a. abhängig von der benötigten

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
AkkreditierungssystemPrüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

Datenrate des jeweiligen Dienstes (Übertragung von Sprache, Musik, Bildern oder Computerdaten), der Dämpfung der Übertragungsstrecke zwischen Basisstation und Mobilteil und der Anzahl Teilnehmer.

In dem Maße, wie sich neue Teilnehmer an einer Basisstation an- oder abmelden bzw. sich in Relation zur Basisstation bewegen, ändert sich die Höhe des „Tafelberges“, indem zusätzliche Leistungs-„Schichten“ der Nutzkanäle hinzukommen oder wegfallen bzw. sich in ihrer Höhe ändern.

Minimaler und maximaler Beurteilungswert für UMTS-Immissionen

Aufgrund der dauernd sendenden Pilotkanäle und der je nach Verkehrsaufkommen temporär zugeschalteten und leistungsgeregelten Verkehrskanäle ist die Intensität der Emissionen elektromagnetischer Felder von UMTS-Mobilfunkanlagen abhängig von der momentanen Auslastung.

Die minimal möglichen Immissionen (minimaler Beurteilungswert) liegen vor, wenn nur die permanenten Pilotkanäle aktiv sind und keine Verkehrskanäle. Um diesen Anlagenzustand eindeutig festzustellen sind Messgeräte erforderlich, die auf der Codeebene operieren und die unterschiedlichen Kanäle anhand ihrer Codierung erkennen können.

Bei der hier durchgeführten Vorgehensweise wird vereinfacht angenommen, dass zum Messzeitpunkt keine Verkehrskanäle aktiv sind, sondern nur die vier permanent sendenden Pilotkanäle. Das von diesen Pilotkanälen erzeugte Spektralmuster wurde immer wieder orientierend kontrolliert und zeigte keine nennenswerten Veränderungen. Auf den maximalen Beurteilungswert für höchste Anlagenauslastung kann unter „worst case“-Bedingungen hochgerechnet werden. Die daraus resultierende Hochrechnung auf den maximalen Anlagenzustand kann damit zu einer Überschätzung aber nie zu einer Unterschätzung führen.

Für die Hochrechnung auf die maximale Anlagenauslastung wird der Quotient aus der Gesamtleistung mit der beim Netzbetreiber erfragten Sendeleistung des CPICH-Kanals, zuzüglich einem Aufschlag von 50 % für die Sendeleistung der übrigen ständig aktiven Steuerkanäle gebildet.

Faktor = (Spitzenleistung pro Kanal / 1,5 X CPICH Leistung)

Für die UMTS-Mobilfunkstation von Vodafone ergibt sich für die UMTS Station in der Mitlenwalder Straße 5 ein Faktor von 6,68.

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
Akkreditierungssystem Prüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

3. Messergebnisse

3.1. Messwerte im Überblick

In der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichen Messwerte in übersichtlicher Form dargestellt und nach den gemessenen maximalen Leistungsflussdichten geordnet. Die detaillierten Ergebnisse befinden sich in der Anlage

Messpunkt	Sichtkontakt zum Sender	Abstand zum Sender in m	Beurteilungswert Mobilfunk in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vorhermessung	Summe sonstige Sender in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Vorhermessung	Beurteilungswert Mobilfunk in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Nachhermessung
01 Schule - Zimmer D21	nein	500	1,1	3,7	2,7
02 Kindergarten Icking	nein	465	0,2	1,8	0,3
03 Mittenwalder Str. 11a	ja	155	6639,5	0,7	7199,8
04 Rathaus - Zimmer 20	ja	80	4836,5	50,9	7142,2
05 Rathaus - Zimmer 23	ja	80	14057,4	6,2	17084,8
06 Rathaus - Zimmer 11	ja	80	1038,2	22,8	1966,8
07 Kirchenleite 19	ja	110	14041,3	53,7	5972,9
08 Egarsteg 9 - Balkon	ja	200	-	-	1106,4
09 Münchner Str. 3 - Balkon	ja	65	-	-	21209,9
10 Kindergarten Dorfen	nein	-	0,7	2,0	-

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
eidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
AkkreditierungssystemPrüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

4. Bewertung

Die bekannteste und unumstrittene biologische Wirkung von Hochfrequenzfeldern ist die Wärmewirkung, wie sie z. B. im Mikrowellenherd genutzt wird. Entsprechende Grenzwerte, die Schutz vor Gesundheitsschädigungen durch Wärmeeffekte bieten (thermische Vorsorgewerte), sind in Deutschland in der 26. BImSchV (Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über elektromagnetische Felder vom 16. Dezember 1996) festgelegt. Die deutschen Grenzwerte basieren auf den Empfehlungen des International Committee for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK), sowie der Empfehlung des Rates der Europäischen Union vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern.

Hochfrequente Felder erzeugen bei entsprechend hoher Leistungsdichte eine messbare Erwärmung des biologischen Gewebes. Die ICNIRP steht auf dem Standpunkt, dass im Hochfrequenzbereich nur dann relevante Effekte hinsichtlich der Gesundheit auftreten und sieht dies ab einer Temperaturerhöhung um 1°C bei einer SAR (= spezifische Absorptionsrate, ein Maß für die in Geweben absorbierte Leistung in Watt/kg) von 4 W/kg als gegeben an. Mit einem Sicherheitsfaktor 50 resultiert daraus der Basisgrenzwert für Ganzkörperexposition von 0,08 W/kg.

Da die SAR nur am Phantom gemessen oder simuliert werden kann, erfolgt eine Umrechnung in messbare Größen:

Tabelle: Grenzwerte der 26. BImSchV (Bundesgesetzblatt Jahrgang 1996 Teil I Nr. 66, ausgegeben zu Bonn am 20. Dezember 1996) Anhang 1 (zu §2)

Frequenz f in Megahertz [MHz]	Effektivwert der Feldstärke und der Leistungsflussdichte, quadratisch gemittelt über 6-Minuten-Intervalle		
	elektrische Feldstärke in Volt pro Meter [V/m]	magnetische Feldstärke in Ampere pro Meter [A/m]	Leistungsflußdichte ¹⁾ in Watt pro Quadratmeter [W/m ²]
10 - 400	27,5	0,073	2
400 - 2.000	$1,375 \cdot \sqrt{f}$	$0,0037 \cdot \sqrt{f}$	f / 200
2.000 - 300.000	61	0,16	10

1) In der 26. BImSchV erstrecken sich die Grenzwertangaben nur auf elektrische und magnetische Felder. Die zugehörigen Werte der Leistungsflussdichte sind hier unter Zugrundlegung von Fernfeldbedingungen aus den Feldstärken berechnet und in der Tabelle eingefügt.

Umgerechnet für den Frequenzbereich des Mobilfunks entspricht dies ca.:

- **42 V/m** und 4,7 W/m² für den Frequenzbereich GSM 900
- **59 V/m** und 9 W/m² für den Frequenzbereich GSM 1800
- **61 V/m** und 10 W/m² für den Frequenzbereich UMTS

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
eidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla
Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
Akkreditierungssystem Prüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

Anmerkung:

Nicht unter die Verordnung fallen Anlagen, die ausschließlich der Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben dienen (wie Sendefunkanlagen des Bundesgrenzschutzes, der Polizei, der Bundeswehr, der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes), privat betriebene Anlagen (wie Amateurfunkanlagen) und Sendefunkanlagen des öffentlich-rechtlichen Rundfunks sowie alle Funkanlagen mit einer Sendefrequenz unter 10 MHz (also alle Lang- und Mittelwellensender sowie ein Großteil der Kurzwellensender).

Die Verordnung gilt nur für Anlagen, nicht für elektrische Geräte oder Maschinen. Auch gilt die Verordnung nur für ortsfeste Anlagen, also nicht für mobile, wie z.B. Schiffsradaranlagen, mobile Geräte (wie Mobilfunkendgeräte) und nicht für Fahrzeuge.

4.1. Vergleich der Messwerte mit den Grenzwerten der 26. BImSchV

Für den folgenden Vergleich der gemessenen elektromagnetischen Immissionen der Mobilfunkstation mit den rechtlich verbindlichen Grenzwerten der 26. BImSchV (welche für den vorliegenden Fall anzuwenden ist, da es sich um ortsfeste gewerbliche Sendeanlagen mit mindestens 10 Watt Sendeleistung handelt und sich die Messpunkte in Bereichen befinden, in denen nicht von einer nur zeitweisen Exposition auszugehen ist), wird von einer denkbaren Maximalbetrachtung ausgegangen. Diese berücksichtigt die Hochrechnung auf den maximalen Anlagenzustand, also nicht nur die zur Zeit aktiven Sendekanäle der jeweils betrachteten Mobilfunkstation, sondern auch weitere bei der Bundesnetzagentur (ehemalige RegTP) beantragte Sendekanäle, die noch nicht in Betrieb sind und möglicherweise auch nie in Betrieb genommen werden. Zusätzlich wird auf die Messwerte noch die Messunsicherheit von 3 dB aufgeschlagen.

Die im Alltag tatsächlich vorhandenen elektromagnetischen Immissionen sind jedoch wesentlich geringer und bewegen sich zwischen der minimalen und der maximalen Feldstärke (siehe Messergebnisse in der Anlage).

Grundlagen der Berechnung:

Sind die Grenzwerte, wie im vorliegenden Fall der 26. BImSchV, von der Frequenz abhängig, so ist dies bei der Betrachtung der Gesamtimmission im Verhältnis zu den Grenzwerten entsprechend zu berücksichtigen. Dies geschieht, indem die Quotienten aus den Feldstärken der Immissionen E_I bei den verschiedenen gemessenen Frequenzen und den für diese Frequenzen geltenden Grenzwert E_G gebildet werden; anschließend werden diese Quotienten quadratisch addiert. Wenn die Summe der Quotienten kleiner als 1 ist, gelten die Grenzwerte als eingehalten:

$$\sqrt{\frac{E_I^2(f_1)}{E_G^2(f_1)} + \frac{E_I^2(f_2)}{E_G^2(f_2)} + \dots + \frac{E_I^2(f_n)}{E_G^2(f_n)}} < 1$$

Im Sinne einer besseren Verständlichkeit, werden die Werte als Prozent vom Grenzwert in den nachfolgenden Tabellen dargestellt. Dementsprechend gilt der Grenzwert eingehalten, wenn die Summe unter 100 % liegt. Die Angabe „100 % vom Grenzwert“ wäre also gleichbedeutend mit dem Erreichen des Grenzwertes.

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
Akkreditierungssystem Prüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende chemische, faserförmige und mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Anmerkungen zum Vergleich mit den Grenzwerten:

Aus formaler Sicht gelten die Grenzwerte der 26. BImSchV für DECT-Telefone, Radio- und Fernsehsender der öffentlich rechtlichen Rundfunksendeanstalten nicht. Zum besseren Vergleich wurden diese dennoch in die Bewertung mit einbezogen.

4.1.1. Ergebnisse der Grenzwertbetrachtung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Grenzwertbetrachtung bezogen auf die elektrischen Feldstärken als Übersicht dargestellt.

Messpunkt	Beurteilungswert Mobilfunk in V/m - Vorhermessung	Immissionen des Mobilfunks in Prozent (%) zum Grenzwert - Vorhermessung	Immissionen sonstige Sender in Prozent (%) zum Grenzwert - Vorhermessung	Beurteilungswert Mobilfunk in V/m - Nachhermessung	Immissionen des Mobilfunks in Prozent (%) zum Grenzwert - Nachhermessung
01 Schule - Zimmer D21	0,05	0,11	0,00	0,08	0,18
02 Kindergarten Icking	0,02	0,04	0,13	0,02	0,06
03 Mittenwalder Str. 11a	3,16	5,80	0,08	3,30	6,15
04 Rathaus - Zimmer 20	2,70	5,10	0,70	5,74	7,41
05 Rathaus - Zimmer 23	4,60	8,72	0,23	5,08	11,22
06 Rathaus - Zimmer 11	1,25	2,41	0,44	1,72	3,88
07 Kirchenleite 19	4,60	8,64	0,71	3,00	6,55
08 Egarsteg 9 - Balkon	-	-	-	1,29	2,47
09 Münchner Str. 3 - Balkon	-	-	-	5,66	11,33
10 Kindergarten Dorfen	0,04	0,07	0,14	-	-

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

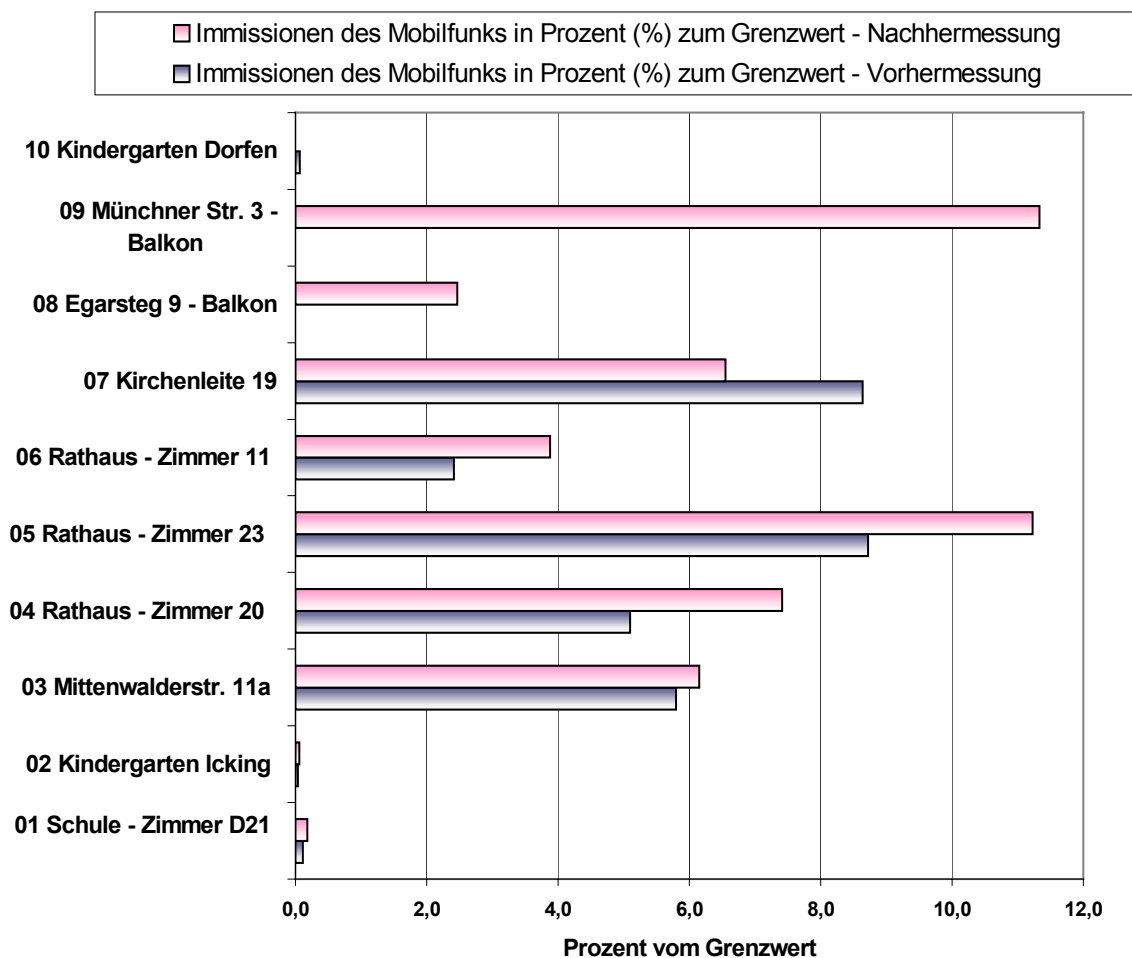
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger (Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla
Mitglied der Arbeitsgemeinschaft akkreditierter Sachverständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende chemische, faserförmige und mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

4.1.2. Grenzwertbetrachtung als Diagramm



Geschäftsführung
 Sabine Weber-Thumulla
 AG Fürth HRB 8148
 USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
 eidigter Sachverständiger
 (Schadstoffe in Innenräumen)
 Dipl.-Chem. Jörg Thumulla
 Mitglied der Arbeitsgemein-
 schaft akkreditierter Sach-
 verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
 durch die DAP Deutsches
 Akkreditierungssystem Prüf-
 wesen GmbH akkreditiertes
 Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
 mische, faserförmige und
 mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
 von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
 magnetischer und elektro-
 magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
 die in der Urkunde aufgeführ-
 ten Prüfverfahren.

5. Zusammenfassung

An allen Messpunkten liegen die Immissionen des Mobilfunks - auch für den Fall, dass alle beantragten Frequenzkanäle bei der BNetzA durch die Betreiber genutzt werden – mit 0,06 bis 11,33 % vom Grenzwert unterhalb der 26. BImSchV.

Die Immissionen durch sonstige Sender, wie Kurzwellen-, Radio-, oder TV-Sender spielen in Bezug auf die Belastung durch elektromagnetische Felder eine vernachlässigbare Rolle.

Am Messpunkt Kirchenleite 19 liegen die Immissionen bei der Nachhermessung niedriger als bei der Vorhermessung. Ursächlich für diesen Unterschied ist hauptsächlich ein Sendekanal von O2, welcher bei der Nachhermessung mit deutlich niedrigeren Werten gemessen wurde.

Insgesamt können die Veränderungen der Immissionen durch die Inbetriebnahme der Mobilfunkstation von E-Plus in der Mittenwalder Straße im Vergleich zu den Grenzwerten der BImSchV nicht als gravierende Veränderungen bezeichnet werden.

Fürth, 08.08.2006

anbus analytik GmbH
Uwe Münzenberg
Baubiologe (VDB)
Technische Leitung Gebäuediagnostik

anbus analytik GmbH
Dipl.- Ing. Jörg Thumulla
Diplom Chemiker
Technische Leitung Umweltanalytik

Ende des Berichtes

Geschäftsführung
Sabine Weber-Thumulla
AG Fürth HRB 8148
USt-IdNr. DE210745406

öffentlich bestellter und ver-
eidigter Sachverständiger
(Schadstoffe in Innenräumen)
Dipl.-Chem. Jörg Thumulla

Mitglied der Arbeitsgemein-
schaft akkreditierter Sach-
verständiger

Nach DIN EN ISO/IEC 17025
durch die DAP Deutsches
Akkreditierungssystem Prüf-
wesen GmbH akkreditiertes
Prüfinstitut für:

- Luftverunreinigende che-
mische, faserförmige und
mikrobiologische Stoffe
- Schadstoffe in Gebäuden
- Emissionen
von Baumaterialien
- Bauphysik und Raumklima
- Immissionen elektrischer,
magnetischer und elektro-
magnetischer Felder (EMVU)

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufgeführ-
ten Prüfverfahren.

1. Anlage

1.1. Messwerte im Detail

In den nachfolgenden Messprotokollen sind die jeweils gemessenen Feldstärken und Leistungsflussdichten als minimale und maximale Sendeaktivität der momentan in Betrieb befindlichen Sender dargestellt. Dabei bedeuten die einzelnen Bezeichnungen in der Tabelle:

Beurteilungswert GSM Mobilfunk

In dieser Zeile wird eine Summation der einzelnen Mobilfunksender dokumentiert.

Frequenz in MHz

Mittenfrequenz des detektierten Signals in MHz

Spannungspegel in dB μ V

Messwertanzeige (Antennenspannung) des Spektrumanalysers im logarithmischen Spannungsmaßstab.

Feldstärkepegel in dB μ V/m

Aus dem Spannungspegel der Messwertanzeige berechnet durch Addition der Antennenkorrektur.

Anzahl der Kanäle in Betrieb

Maximale Anzahl der Frequenzkanäle der Betreiber, welche zur Zeit genutzt werden.

Bei der BNetzA beantragte Kanäle

Anzahl der Frequenzkanäle, welche bei der BNetzA (Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen) vom Netzbetreiber beantragt wurden. Ggf. wird zur Zeit noch nicht die volle Kanalzahl ausgeschöpft.

Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m

Elektrische Summenfeldstärke (quadratische Summe) für die Immissionen nur der Organisationskanäle.

Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m

Aus der minimalen elektrischen Feldstärke über die Wurzel aus der Anzahl der Kanäle in Betrieb hochgerechnete Feldstärke für eine maximale Anlagenauslastung.

Minimale Leistungsflussdichte in μ W/m²

Summen-Leistungsflussdichte für die Immissionen nur der Organisationskanäle.

Maximale Leistungsflussdichte in μ W/m²

Aus der minimalen Leistungsflussdichte über die Anzahl der Kanäle in Betrieb hochgerechnete Leistungsflussdichte für maximale Anlagenauslastung.

Messpunkt:	01 Schule - Zimmer D21		
Anmerkungen	Fenster geöffnet	Messhöhe über Boden:	1.OG
Sicht zum Sender?	nein	Abstand zum Sender in m:	500
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit	17.07.2006 16:10

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dBµV	Feldstärkepegel in dBµV/m	Anzahl der Kanäle in Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsdichte in µW/m ²	Maximale Leistungsdichte in µW/m ²
Mobilfunk GSM 900									
E-Plus GSM 900	928,80	45,10	68,07	1,0	2,0	2,53	2,53	0,02	0,02
E-Plus GSM 900	927,60	49,30	72,27	1,0	2,0	4,11	4,11	0,04	0,04
E-Plus GSM 900	929,20	42,00	64,97	1,0	2,0	1,77	1,77	0,01	0,01
T-Mobil (BCCH)	940,00	63,50	86,54	2,0	6,0	21,23	30,02	1,20	2,39
Vodafone (BCCH)	956,20	44,10	67,42	2,0	4,0	2,35	3,32	0,01	0,03
Vodafone (BCCH)	957,40	52,40	75,74	2,0	4,0	6,12	8,66	0,10	0,20
Summe GSM 900						22,80	31,84	1,38	2,69

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1833,60	33,50	63,97	1,0	2,0	1,58	1,58	0,01	0,01
O2 (BCCH)	1837,60	39,80	70,25	1,0	2,0	3,25	3,25	0,03	0,03
E-plus (BCCH)	1856,40	33,50	63,92	1,0	2,0	1,57	1,57	0,01	0,01
E-plus (BCCH)	1855,80	31,70	62,12	1,0	2,0	1,28	1,28	0,00	0,00
Summe GSM 1800						4,14	4,14	0,05	0,05
Beurteilungswert GSM Mobilfunk						23,18	32,11	1,42	2,73

UMTS									
Beurteilungswert UMTS						0,00	0,00	0,00	0,00
Beurteilungswert Mobilfunk						23,18	32,11	1,42	2,73



Foto 3: Blick auf den Messpunkt

Messpunkt:	02 Kindergarten Icking		
Anmerkungen:	Terrasse vor dem Gruppenraum	Messhöhe über Boden:	1,EG
Sicht zum Sender?	nein	Abstand zum Sender in m:	465
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit:	17.07.2006 16:45

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dB μ V	Feldstärke in dB μ V/m	Anzahl der Kanäle In Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsdichte in μ W/m ²	Maximale Leistungsdichte in μ W/m ²
Mobilfunk GSM 900									
E-Plus GSM 900	926,80	40,50	63,46	1,0	2,0	1,49	1,49	0,01	0,01
E-Plus GSM 900	927,60	47,10	70,07	1,0	2,0	3,19	3,19	0,03	0,03
E-Plus GSM 900	929,20	40,60	63,57	1,0	2,0	1,51	1,51	0,01	0,01
T-Mobil (BCCH)	940,00	52,10	75,14	2,0	6,0	5,71	8,08	0,09	0,17
Vodafone (BCCH)	956,20	38,40	61,72	2,0	4,0	1,22	1,72	0,00	0,01
Vodafone (BCCH)	957,40	47,70	71,04	2,0	4,0	3,56	5,04	0,03	0,07
Summe GSM 900						7,84	10,41	0,16	0,29

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1837,60	34,10	64,55	1,0	2,0	1,69	1,69	0,01	0,01
E-plus (BCCH)	1859,80	32,50	62,92	1,0	2,0	1,40	1,40	0,01	0,01
Summe GSM 1800						2,19	2,19	0,01	0,01
Beurteilungswert GSM Mobilfunk						8,14	10,64	0,18	0,30

UMTS				
Beurteilungswert UMTS				
		0,00	0,00	0,00
Beurteilungswert Mobilfunk		8,14	10,64	0,18



Foto 4: Blick auf den Messpunkt

Messpunkt:	03 Mittenwalderstr. 11a		
Anmerkungen:	Schlafzimmer - Fenster geöffnet	Messhöhe über Boden:	1.OG
Sicht zum Sender?	ja	Abstand zum Sender in m:	155
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit:	17.07.2006

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dB μ V	Feldstärke in dB μ V/m	Anzahl der Kanäle In Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsflussdichte in μ W/m ²	Maximale Leistungsflussdichte in μ W/m ²
Mobilfunk GSM 900									
E-Plus GSM 900	926,80	58,90	81,86	1,0	2,0	12,39	12,39	0,41	0,41
E-Plus GSM 900	927,60	71,00	93,97	1,0	2,0	49,93	49,93	6,61	6,61
E-Plus GSM 900	929,20	89,00	111,97	1,0	2,0	396,62	396,62	417,26	417,26
Vodafone (BCCH)	945,60	66,80	89,81	2,0	4,0	30,93	43,74	2,54	5,07
Vodafone (BCCH)	956,20	91,10	114,42	2,0	4,0	526,13	744,06	734,25	1468,51
Vodafone (BCCH)	957,40	73,70	97,04	2,0	4,0	71,10	100,55	13,41	26,82
Summe GSM 900						665,42	851,82	1.174,48	1.924,68

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1833,60	84,20	114,67	1,0	2,0	541,49	541,49	777,76	777,76
O2 (BCCH)	1837,60	77,10	107,55	1,0	2,0	238,46	238,46	150,84	150,84
Summe GSM 1800						591,68	591,68	928,60	928,60
Beurteilungswert GSM Mobilfunk						890,43	1.037,15	2.103,08	2.853,28

UMTS									
UMTS-Vodafone	2112,80	81,20	113,88	6,7	1,0	494,54	1280,09	648,73	4346,50
Beurteilungswert UMTS						494,54	1.280,09	648,73	4.346,50
Beurteilungswert Mobilfunk						1.018,54	1.647,52	2.751,81	7.199,78



Foto 5: Blick auf den Messpunkt im 1. OG

Messpunkt:	04 Rathaus - Zimmer 20		
Anmerkungen:	Fenster geschlossen	Messhöhe über Boden:	2.OG
Sicht zum Sender?	ja	Abstand zum Sender in m:	80
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit:	18.07.2006 09:55

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dBµV	Feldstärke in dBµV/m	Anzahl der Kanäle In Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsdichte in µW/m²	Maximale Leistungsdichte in µW/m²
Mobilfunk GSM 900									
Vodafone (BCCH)	945,60	64,00	87,01	2,0	4,0	22,40	31,68	1,33	2,66
E-Plus GSM 900	927,60	97,70	120,67	1,0	2,0	1079,88	1079,88	3093,20	3093,20
E-Plus GSM 900	929,20	95,30	118,27	1,0	2,0	819,17	819,17	1779,95	1779,95
T-Mobil (BCCH)	940,00	57,60	80,64	2,0	6,0	10,76	15,22	0,31	0,61
Vodafone (BCCH)	956,20	90,00	113,32	2,0	4,0	463,55	655,55	569,96	1139,92
Vodafone (BCCH)	957,40	80,70	104,04	2,0	4,0	159,18	225,11	67,21	134,41
E-Plus GSM 900	926,80	66,50	89,46	1,0	2,0	29,72	29,72	2,34	2,34
GSM Rail	921,40	49,20	72,16	1,0	1,0	4,05	4,05	0,04	0,04
Summe GSM 900						1.441,53	1.522,77	5.511,97	6.150,77

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1833,60	76,60	107,07	1,0	2,0	225,73	225,73	135,16	135,16
O2 (BCCH)	1837,60	69,80	100,25	1,0	2,0	102,90	102,90	28,09	28,09
Summe GSM 1800						248,08	248,08	163,25	163,25
Beurteilungswert GSM Mobilfunk						1.462,72	1.542,85	5.675,21	6.314,02

1,0									
UMTS									
1,0									
UMTS-Vodafone	2112,80	74,00	106,68	6,7	1,0	215,88	558,78	123,61	828,21
Beurteilungswert UMTS						215,88	558,78	123,61	828,21
Beurteilungswert Mobilfunk						1.478,57	1.640,92	5.798,82	7.142,23

Messpunkt:	05 Rathaus - Zimmer 23		
Anmerkungen:	Fenster gekippt	Messhöhe über Boden:	2.OG
Sicht zum Sender?	ja	Abstand zum Sender in m:	80
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit:	18.07.2006 10:15

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dBµV	Feldstärke in dBµV/m	Anzahl der Kanäle In Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsdichte in µW/m²	Maximale Leistungsdichte in µW/m²
Mobilfunk GSM 900									
Vodafone (BCCH)	945,60	71,90	94,91	2,0	4,0	55,63	78,68	8,21	16,42
E-Plus GSM 900	927,60	98,60	121,57	1,0	2,0	1197,77	1197,77	3805,47	3805,47
E-Plus GSM 900	929,20	101,30	124,27	1,0	2,0	1634,46	1634,46	7086,12	7086,12
T-Mobil (BCCH)	940,00	53,90	76,94	2,0	6,0	7,03	9,94	0,13	0,26
Vodafone (BCCH)	956,20	89,90	113,22	2,0	4,0	458,24	648,05	556,99	1113,98
Vodafone (BCCH)	957,40	85,80	109,14	2,0	4,0	286,34	404,94	217,47	434,95
Summe GSM 900						2.097,92	2.167,11	11.674,40	12.457,20

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1833,60	87,30	117,77	1,0	2,0	773,74	773,74	1587,98	1587,98
O2 (BCCH)	1837,60	82,60	113,05	1,0	2,0	449,18	449,18	535,18	535,18
E-plus (BCCH)	1856,80	58,30	88,72	1,0	2,0	27,28	27,28	1,97	1,97
E-plus (BCCH)	1858,40	56,60	87,02	1,0	2,0	22,43	22,43	1,33	1,33
Summe GSM 1800						895,37	895,37	2.126,48	2.126,48
Beurteilungswert GSM Mobilfunk						2.280,99	2.344,79	13.800,88	14.583,68

UMTS									
UMTS-Vodafone	2112,80	78,80	111,48	6,7	1,0	375,15	971,05	373,31	2501,15
Beurteilungswert UMTS						375,15	971,05	373,31	2.501,15
Beurteilungswert Mobilfunk						2.311,64	2.537,91	14.174,18	17.084,83

Messpunkt:	06 Rathaus - Zimmer 11		
Anmerkungen:	Fenster geschlossen	Messhöhe über Boden:	1.OG
Sicht zum Sender?	ja	Abstand zum Sender in m:	80
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit:	18.07.2006

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dBµV	Feldstärke in dBµV/m	Anzahl der Kanäle In Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsdichte in µW/m ²	Maximale Leistungsdichte in µW/m ²
Mobilfunk GSM 900									
Vodafone (BCCH)	945,60	57,80	80,81	2,0	4,0	10,97	15,52	0,32	0,64
E-Plus GSM 900	927,60	87,00	109,97	1,0	2,0	315,05	315,05	263,27	263,27
E-Plus GSM 900	929,20	93,40	116,37	1,0	2,0	658,23	658,23	1149,23	1149,23
E-Plus GSM 900	926,70	63,90	86,86	1,0	2,0	22,03	22,03	1,29	1,29
Vodafone (BCCH)	956,20	80,70	104,02	2,0	4,0	158,89	224,70	66,96	133,93
Vodafone (BCCH)	957,40	72,50	95,84	2,0	4,0	61,93	87,58	10,17	20,34
Summe GSM 900						749,80	769,03	1.491,25	1.568,71

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1833,60	75,00	105,47	1,0	2,0	187,76	187,76	93,51	93,51
O2 (BCCH)	1837,60	69,10	99,55	1,0	2,0	94,93	94,93	23,91	23,91
Summe GSM 1800						210,39	210,39	117,41	117,41
Beurteilungswert GSM Mobilfunk						778,76	797,29	1.608,67	1.686,12

UMTS									
UMTS-Vodafone	2112,80	69,30	101,98	6,7	1,0	125,66	325,27	41,89	280,63
Beurteilungswert UMTS						125,66	325,27	41,89	280,63
Beurteilungswert Mobilfunk						788,83	861,08	1.650,55	1.966,76



Foto 6: Blick auf das Rathaus

Messpunkt:	07 Kirchenleite 19		
Anmerkungen:		Messhöhe über Boden:	1.OG
Sicht zum Sender?	ja	Abstand zum Sender in m:	110
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit:	18.07.2006 11:10

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dBµV	Feldstärke in dBµV/m	Anzahl der Kanäle In Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsdichte in µW/m²	Maximale Leistungsdichte in µW/m²
Mobilfunk GSM 900									
Vodafone (BCCH)	945,60	78,40	101,41	2,0	4,0	117,58	166,28	36,67	73,34
E-Plus GSM 900	927,60	94,80	117,77	1,0	2,0	773,35	773,35	1586,39	1586,39
E-Plus GSM 900	929,20	69,90	92,87	1,0	2,0	43,99	43,99	5,13	5,13
E-Plus GSM 900	926,70	77,00	99,96	1,0	2,0	99,54	99,54	26,28	26,28
Vodafone (BCCH)	956,20	79,70	103,02	2,0	4,0	141,61	200,27	53,19	106,38
Vodafone (BCCH)	957,40	93,20	116,54	2,0	4,0	671,24	949,27	1195,11	2390,22
GSM Rail	921,30	60,00	82,96	1,0	1,0	14,06	14,06	0,52	0,52
Summe GSM 900						1.046,11	1.256,50	2.902,77	4.187,75

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1833,60	76,00	106,47	1,0	2,0	210,67	210,67	117,72	117,72
O2 (BCCH)	1837,60	85,00	115,45	1,0	2,0	592,14	592,14	930,04	930,04
O2 (BCCH)	1834,40	70,40	100,87	1,0	2,0	110,56	110,56	32,42	32,42
Summe GSM 1800						638,14	638,14	1.080,18	1.080,18
Beurteilungswert GSM Mobilfunk						1.225,39	1.409,26	3.982,96	5.267,93

UMTS									
UMTS-Vodafone	2112,80	73,30	105,98	6,7	1,0	199,16	515,51	105,21	704,92
Beurteilungswert UMTS						199,16	515,51	105,21	704,92
Beurteilungswert Mobilfunk						1.241,47	1.500,59	4.088,17	5.972,85



Foto 7: Blick vom Messpunkt auf die Mobilfunkstationen in der Mittenwalder Str. 5

Messpunkt:	08 Egarsteg 9 - Balkon		
Anmerkungen:		Messhöhe über Boden:	
Sicht zum Sender?	ja	Abstand zum Sender in m:	200
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit:	18.07.2006 12:15

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dBµV	Feldstärke in dBµV/m	Anzahl der Kanäle In Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsflussdichte in µW/m ²	Maximale Leistungsflussdichte in µW/m ²
Mobilfunk GSM 900									
Vodafone (BCCH)	945,60	72,80	95,81	2,0	4,0	61,71	87,27	10,10	20,20
E-Plus GSM 900	927,60	75,00	97,97	1,0	2,0	79,14	79,14	16,61	16,61
E-Plus GSM 900	929,20	65,40	88,37	1,0	2,0	26,20	26,20	1,82	1,82
E-Plus GSM 900	926,70	67,00	89,96	1,0	2,0	31,48	31,48	2,63	2,63
Vodafone (BCCH)	956,20	66,90	90,22	2,0	4,0	32,44	45,88	2,79	5,58
Vodafone (BCCH)	957,40	84,50	107,84	2,0	4,0	246,53	348,65	161,22	322,43
Summe GSM 900						271,25	373,12	195,17	369,28

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1833,60	62,60	93,07	1,0	2,0	45,04	45,04	5,38	5,38
O2 (BCCH)	1837,60	65,50	95,95	1,0	2,0	62,72	62,72	10,44	10,44
Summe GSM 1800						77,22	77,22	15,82	15,82

Beurteilungswert GSM Mobilfunk						282,03	381,02	210,98	385,09
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--------	---------------	--------	---------------

UMTS									
UMTS-Vodafone	2112,80	73,40	106,08	6,7	1,0	201,47	521,48	107,66	721,34

Beurteilungswert UMTS						201,47	521,48	107,66	721,34
------------------------------	--	--	--	--	--	--------	---------------	--------	---------------

Beurteilungswert Mobilfunk						346,60	645,85	318,65	1.106,43
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--------	---------------	--------	-----------------

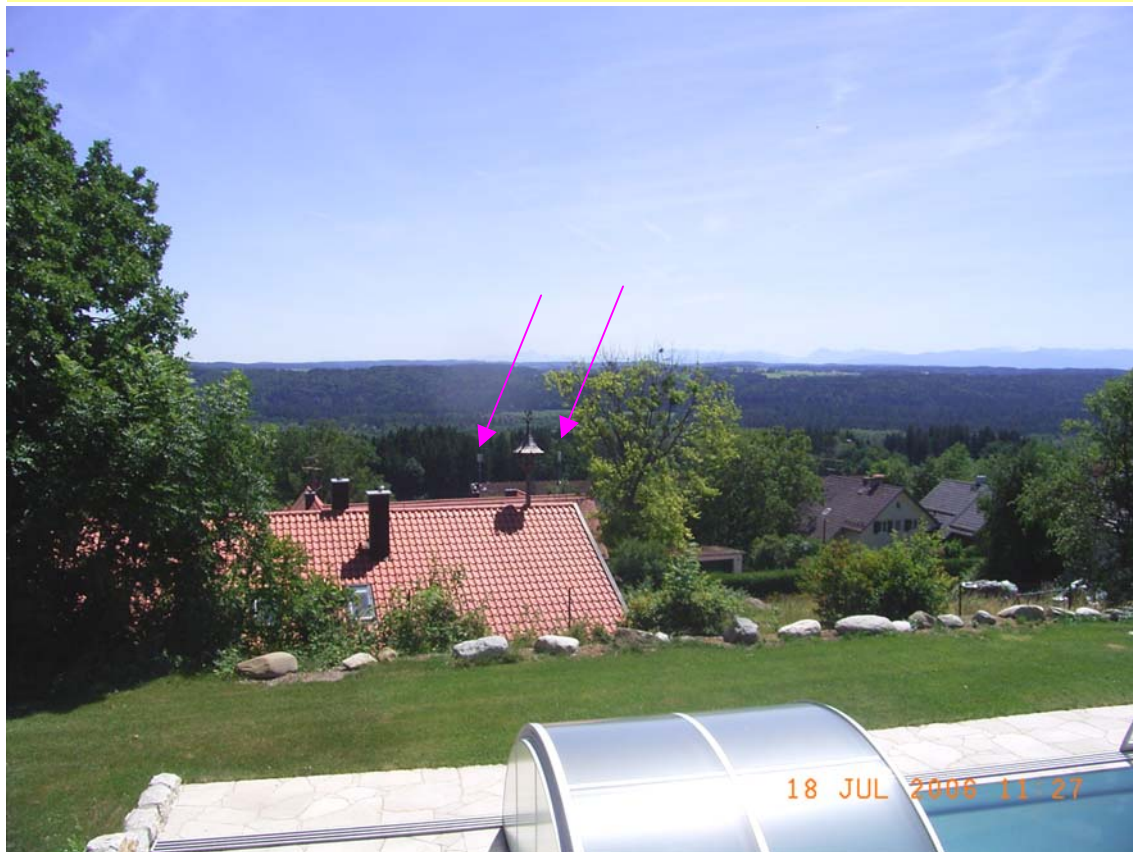


Foto 8: Blick vom Messpunkt auf die Mobilfunkstationen in der Mittenwalder Str. 5

Messpunkt:	09 Münchner Str. 3 - Balkon		
Anmerkungen:		Messhöhe über Boden:	1.OG
Sicht zum Sender?	ja	Abstand zum Sender in m:	65
Wetter:	sonnig + trocken	Datum und Uhrzeit:	18.07.2006 12:50

Funkdienst	Frequenz in MHz	Spannungspegel in dBµV	Feldstärke in dBµV/m	Anzahl der Kanäle In Betrieb	Anzahl der Kanäle beantragt	Minimale Elektrische Feldstärke in mV/m	Maximale Elektrische Feldstärke in mV/m	Minimale Leistungsdichte in µW/m ²	Maximale Leistungsdichte in µW/m ²
Mobilfunk GSM 900									
Vodafone (BCCH)	945,60	92,10	115,11	2,0	4,0	569,28	805,09	859,64	1719,27
E-Plus GSM 900	927,60	92,40	115,37	1,0	2,0	586,64	586,64	912,87	912,87
E-Plus GSM 900	929,20	74,90	97,87	1,0	2,0	78,23	78,23	16,23	16,23
E-Plus GSM 900	926,70	96,90	119,86	1,0	2,0	983,98	983,98	2568,19	2568,19
Vodafone (BCCH)	956,20	80,70	104,02	2,0	4,0	158,89	224,70	66,96	133,93
Vodafone (BCCH)	937,40	95,30	118,32	2,0	4,0	824,35	1165,80	1802,51	3605,02
Summe GSM 900						1.532,11	1.837,45	6.226,40	8.955,51

Mobilfunk GSM 1800									
O2 (BCCH)	1833,60	74,80	105,27	1,0	2,0	183,48	183,48	89,30	89,30
O2 (BCCH)	1837,60	93,20	123,65	1,0	2,0	1522,03	1522,03	6144,72	6144,72
O2 (BCCH)	1834,40	88,00	118,47	1,0	2,0	838,68	838,68	1865,72	1865,72
E-plus (BCCH)	1853,60	57,80	88,17	1,0	2,0	25,62	25,62	1,74	1,74
E-plus (BCCH)	1854,50	58,40	88,82	1,0	2,0	27,60	27,60	2,02	2,02
Summe GSM 1800						1.747,86	1.747,86	8.103,50	8.103,50
Beurteilungswert GSM Mobilfunk						2.324,30	2.535,99	14.329,91	17.059,02

UMTS									
UMTS-Vodafone	2112,80	81,00	113,68	6,7	1,0	483,28	1250,95	619,53	4150,88
Beurteilungswert UMTS						483,28	1.250,95	619,53	4.150,88
Beurteilungswert Mobilfunk						2.374,01	2.827,74	14.949,44	21.209,89



Foto 9: Blick vom Messpunkt auf die Mobilfunkstationen in der Mittenwalder Str. 5

1.2. Spektraldiagramme

Nachfolgend sind wesentliche Spektraldiagramme des Spektrumanalysers beispielhaft wiedergegeben.

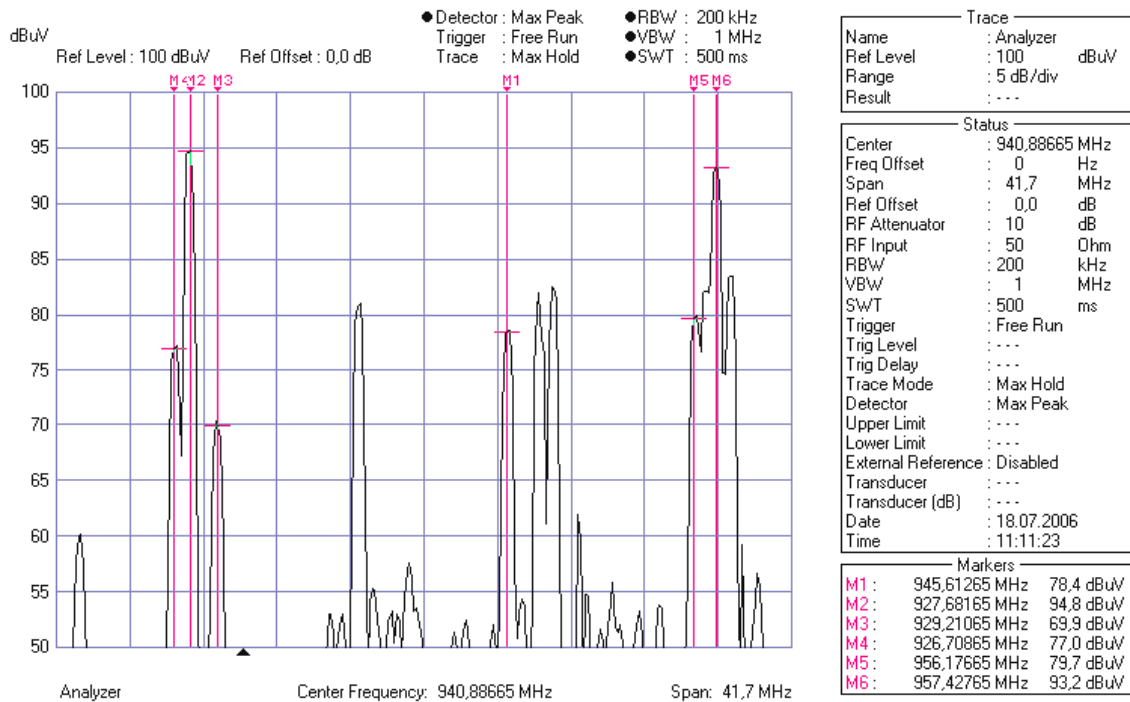


Abbildung 2: Spektraldiagramm am Messpunkt Kirchenleite 19 mit dem Frequenzbereich D-Netz Mobilfunk. Die roten Marker kennzeichnen die Organisationskanäle

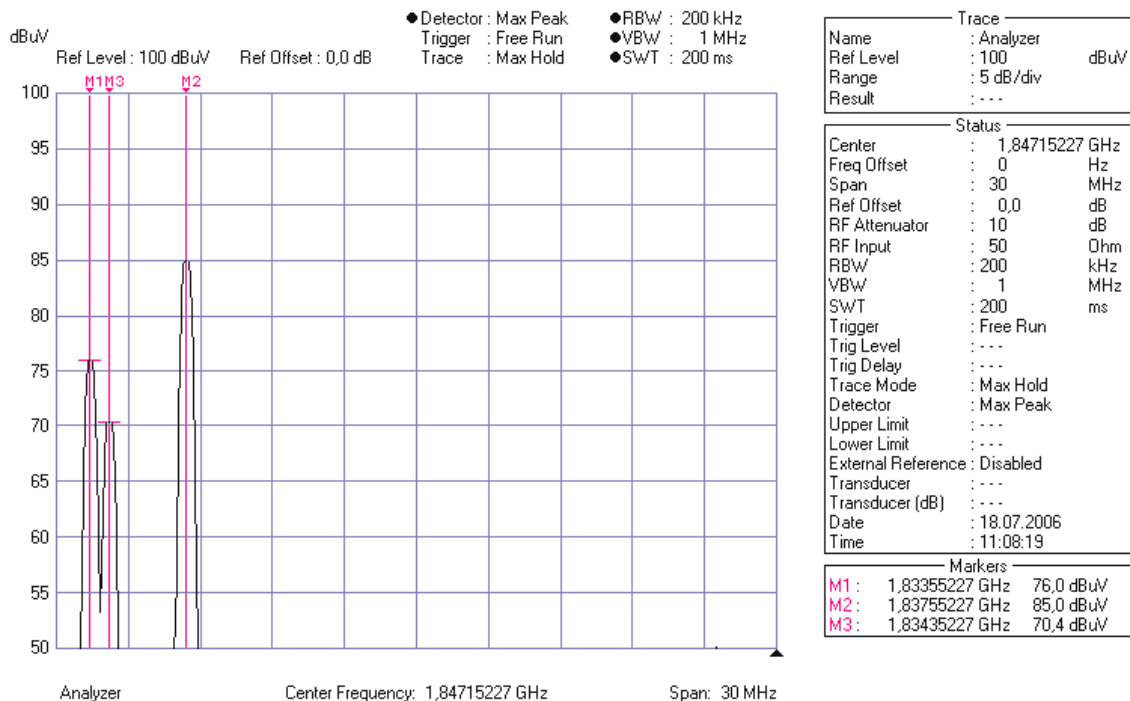


Abbildung 3: Spektraldiagramm am Messpunkt Kirchenleite 19 mit dem Frequenzbereich E-Netz Mobilfunk. Die roten Marker kennzeichnen die Organisationskanäle

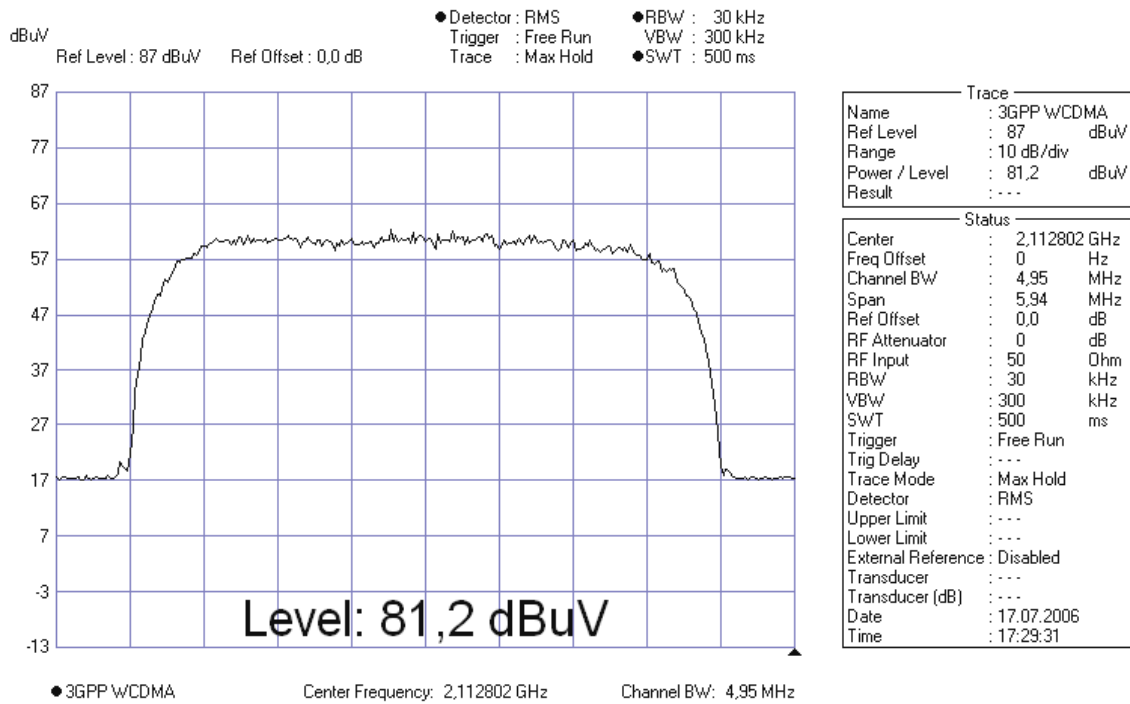


Abbildung 4: Spektraldiagramm am Messpunkt Mittenwalder Str. 11a. Das Diagramm zeigt das UMTS Signal von Vodafone.