Gutachten zur Messung und Bewertung der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung von Mobilfunkstationen

Industrie Service

Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.

Mobilfunkstandorte:	Gemeindegebiet Allensbach
Auftraggeber:	Gemeinde Allensbach Rathausplatz 1 78476 Allensbach
Art der Messung:	Mobilfunkmessung im Frequenzbereich von 250 MHz bis 3000 MHz
Messdatum:	05. Oktober 2011
Berichtsnummer:	1 718 179-MFM
Bestellzeichen:	21.09. und 14.10.2011, Bgm. Kennerknecht
Sachverständiger:	Dr. Thomas Gritsch Telefon: 089/5791-1110 Telefax: 089/5791-1098 E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de
Berichtsumfang:	26 Seiten

Datum: 27. Oktober 2011

Unsere Zeichen:
IS-US5-MUC/dr.gri/ks

Das Dokument besteht aus
26 Seiten
Seite 1 von 26

Die auszugsweise Wiedergabe des Dokumentes und die Verwendung zu Werbezwecken bedürfen der schriftlichen Genehmigung der TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände.

Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Stempel

Dr. Thomas Gritsch
Öffentlich bestellter und beeidigter Sachverständiger für
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Karsten Xander (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Dr. Ulrich Klotz, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-1040
Telefax: +49 89 5791-1098
www.tuev-sued.de/is

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Niederlassung München
Abteilung Umwelt Service
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland

Industrie Service

Inhaltsverzeichnis

0 ZUSAMMENFASSUNG 3

1 AUFGABENSTELLUNG 5

2 MOBILFUNKANLAGEN 5

3 MESSPUNKTE 6

4 DURCHFÜHRUNG 7

4.1 Messverfahren 7
4.2 Messunsicherheit 7
4.3 Vorgehensweise bei den Messungen 7
4.4 Auswertung der Messergebnisse 8

5 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN 9

6 MESSERGEBNISSE 10

6.1 Hinweise zu den Tabellen 10
6.2 Immissionsmesswerte Mobilfunkanlagen 11
6.3 Immissionswerte von sonstigen Funkanwendungen 11
6.4 Anteile der Funkdienste an den Immissionswerten im Überblick 12

7 ANHANG 15

7.1 Ausführliche Angaben zu den Messpunkten 15
7.2 Ausführliche Ergebnistabellen 18
7.3 Literatur 24
7.4 Glossar – Verwendete Abkürzungen 25

0 Zusammenfassung

Die Gemeinde Allensbach beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH, die derzeitige Belastung mit durch Mobilfunkanlagen erzeugten elektromagnetischen Feldern messtechnisch zu bestimmen und hinsichtlich der Einhaltung der Grenzwerte zu bewerten. Die Messungen wurden am 05. Oktober 2011 an 4 Messpunkten durchgeführt, die einvernehmlich zwischen der Gemeindeverwaltung und dem Auftraggeber ausgewählt wurden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Messungen für den Mobilfunkbereich absteigend sortiert gegenüber gestellt.

Messpunkte		Entfernung zum nächsten Mobilfunksender	Messpunkthöhe	Sichtkontakt zu einem Mobilfunksender	Summenfeldstärke E (Mobilfunk) bei höchster Anlagenauslastung	Grenzwertausschöpfung der elektrische Feldstärke gemäß 26. BImSchV
4	Kliniken Schmieder, Eingang	320 m	ebenerdig	ja	1,77 V/m	**4,17%**
1a	Kiga Walzenberg, an der Straße	180 m	ebenerdig	ja	1,76 V/m	**4,16%**
2	Schule, vor dem Eingang	350 m	ebenerdig	nein	0,73 V/m	**1,65%**
1b	Kiga Walzenberg, Eingangshalle	190 m	EG	nein	0,57 V/m	**1,37%**
3	Kiga Montessori, Garten	665 m	ebenerdig	nein	0,14 V/m	**0,33%**

Tab. 1: Messergebnisse absteigend sortiert

Angegeben ist jeweils die Maximalimmission bei Vollausbau und maximaler Sendeleistung der Anlage. Im normalen Betrieb liegen die Immissionen typischerweise nur etwa bei der Hälfte der hier dargestellten Werte.

Die höchsten Mobilfunkimmissionen wurden am Messpunkt 1a Kindergarten Walzenberg mit 4,16 % und am Messpunkt 4 Kliniken Schmieder mit 4,17 % des Grenzwerts der 26. BImSchV ermittelt.

Schnurlose Telefone nach dem DECT-Standard sowie WLAN – Anlagen trugen maximal am Messpunkt 1b, Kindergarten Walzenberg (Eingangshalle), mit 0,13 % des Grenzwertes zur Gesamtbelastung bei. Die Immissionen verursacht durch Radio- und Fernsehsender ab 250 MHz erreichten am Messpunkt 4, Kliniken Schmieder, maximal 0,19 % des Grenzwerts.

Im Rahmen eines in Bayern durchgeführten Messprogramms mit 1200 Messpunkten wurde eine durchschnittliche Belastung für Gemeinden von 2,85 % vom Grenzwert der 26. BImSchV ermittelt [12]. Das mittlere Belastungsniveau an den Messpunkten ist mit im Schnitt 2,34 % vom Grenzwert als unterdurchschnittlich zu bewerten.

Es sei darauf hingewiesen, dass im Normalbetrieb der Mobilfunkanlagen zudem der hier als ungünstigster Fall betrachtete Betrieb bei maximaler Sendeleistung aller Sendeanlagen und –kanäle

nie erreicht wird. Die typische mittlere Belastung liegt etwa um den Faktor 2 niedriger. Weiterhin kann in Innenräumen gegenüber dem teils im Außenbereich ermittelten Werten mit einer Minderung um den Faktor 2 bis 5 gerechnet werden.

An allen Messpunkten werden die Grenzwerte der 26. BImSchV deutlich unterschritten. Dies gilt auch für den Fall, dass alle beantragten Frequenzkanäle durch die Betreiber genutzt werden. Neben den deutschen Grenzwerten wird auch der Schweizer Anlagengrenzwert[1] an allen Messpunkten deutlich unterschritten.

[1] 5 V/m, maximaler Immissionswert für von einem bestimmten Mobilfunkstandort ausgehende Strahlung in Orten empfindlicher Nutzung wie Wohnungen, Kindergärten, Schulen etc.

1 Aufgabenstellung

Die Gemeinde Allensbach beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH die derzeitigen Immissionswerte elektromagnetischer Felder an 4 ausgewählten Messpunkten im Gemeindegebiet messtechnisch zu bestimmen und hinsichtlich der Einhaltung der derzeit in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten.

Zur besseren Einordnung der ermittelten Feldstärken wurden wesentliche Abstrahlungen von sonstigen Funkanlagen wie z. B. schnurlose Telefone (DECT) und WLAN – Anlagen im untersuchten Frequenzbereich von 250 MHz bis 3.000 MHz mit ermittelt.

Die Messungen sollen damit dazu beitragen, die Transparenz in der Öffentlichkeit zu verbessern und den Ausbau des Mobilfunknetzes in Hinblick auf die Immissionsbelastung der Bevölkerung mit elektromagnetischen Feldern kritisch zu begleiten.

2 Mobilfunkanlagen

Zum Zeitpunkt der Messungen waren folgende Mobilfunksendeanlagen in Betrieb:

Nr.	StOB Nr. / Datum	Standort-adresse	Netzbe-treiber	Mobilfunk-systeme	Höhe UK Antenne	Standort-sicherheits-abstand
1	27 00 93 vom 05.04.2007	78476 Allensbach, Flurstück 1289 (Walzenberg)	Telekom Vodafone E-Plus	GSM900, GSM1800, UMTS GSM900, UMTS GSM900, GSM1800, (*UMTS)*	15,4 m	4,53 m
2	27 08 22 vom 06.07.2006	78476 Allensbach, Flurstück 2882 (Röhrenberg)	Telefónica	GSM 900 UMTS	7,8 m	7,06 m

Tab. 2: Bestückung des Mobilfunkstandorts in Allensbach. Planung kursiv dargestellt

Abb. 1 Mobilfunkanlage Walzenberg

Abb. 2 Mobilfunkanlage Röhrenberg

Die Mobilfunknetzbetreiber wurden von uns nicht über den Zeitpunkt der Messungen informiert.

3 Messpunkte

Die Messpunkte wurden in Abstimmung mit der Gemeinde Allensbach festgelegt. Sie wurden ausgewählt, da sie repräsentativ für die Gemeinde oder nach einer fachlichen Vorbeurteilung einen besonders exponierten Punkt mit Sichtverbindung zu den Sendeanlagen darstellen.

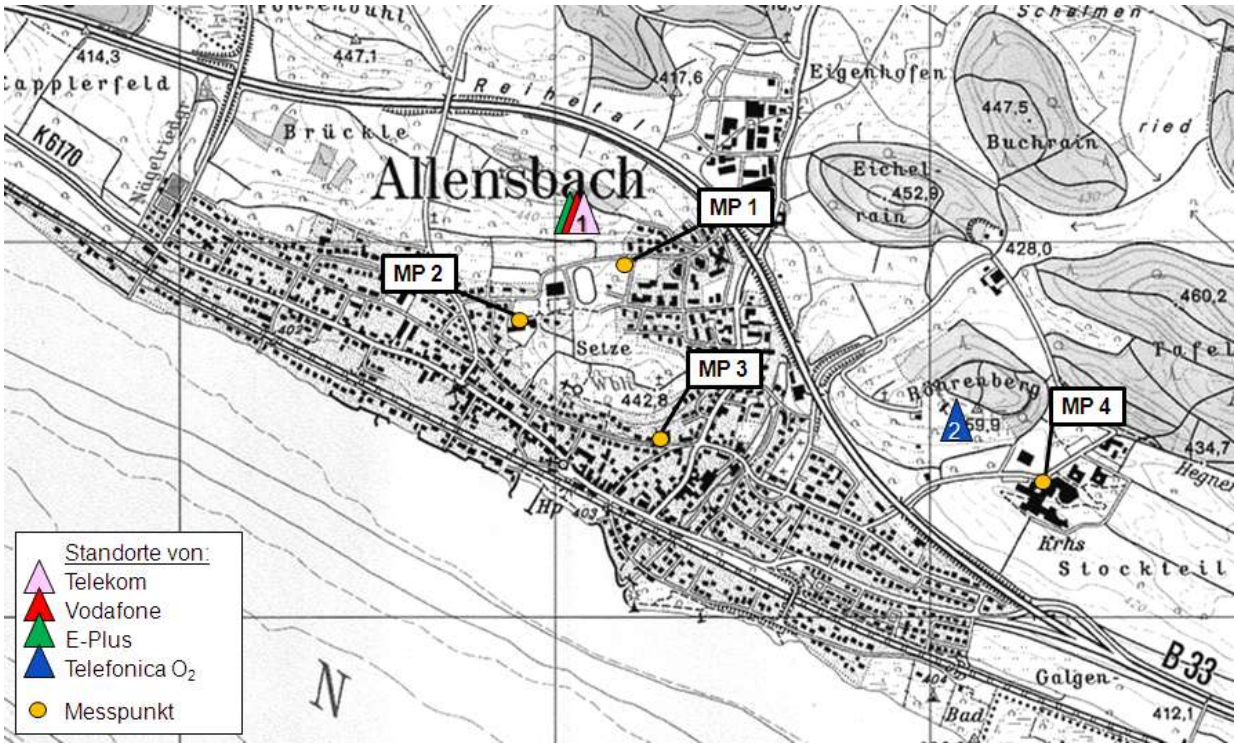

Abb. 3: Lage der Mobilfunkanlagen und der Messpunkte

Die Abb. 3 zeigt die Lage der Messpunkte im Bezug zu der Mobilfunksendeanlage. Folgende Tabelle gibt eine Kurzbeschreibung sowie für die Expositionssituation am Messpunkt wesentliche Parameter. Weitere Angaben sowie Bilder von den Messpunkten sind im Anhang enthalten.

Messpunkte		Sichtkontakt zu einem Sendemast	Entfernung zum nächsten Sendemast	Fenster offen/zu in Räumen	Messpunkthöhe
1a	Kindergarten Walzenberg, an der Straße	ja	180 m	außen	ebenerdig
1b	Kindergarten Walzenberg, Eingangshalle	nein	190 m	zu	EG
2	Schule, vor dem Eingang	nein	350 m	außen	ebenerdig
3	Kindergarten Montessori, Garten	nein	665 m	außen	ebenerdig
4	Kliniken Schmieder, Eingang	ja	320 m	außen	ebenerdig

Tab. 3: Kurzbeschreibung der Messpunkte anhand für die Immissionswerte wichtiger Parameter

4 Durchführung

4.1 Messverfahren

Für die Immissionsmessungen wurden folgende Messgeräte eingesetzt:

Gerät	Hersteller	Art	Frequenzbereich	Seriennummer QS-Nummer
EMR300	Wandelt&Goltermann (jetzt Narda)	breitbandiges Strahlungsmessgerät	100 kHz – 3 GHz	AH-0090 QS-51 M 0312
Typ 18	Wandelt&Goltermann (jetzt Narda)	HF-Feldsonde zum EMR300	100 kHz – 3 GHz	C-0033 QS-51 M 0311
SRM3000	Narda	Spektrumanalysator frequenz- und codeselektive Messung	100 kHz – 3 GHz	H-0014 QS-00401332
SBA 9113 B	Schwarzbeck	Bikonische Antenne	80 MHz – 3 GHz	312 QS-00401959

Tab. 4: Übersicht über die verwendeten Messeinrichtungen

Alle Messeinrichtungen werden einer regelmäßigen, auf nationale bzw. internationale Normale rückführbaren Kalibrierung unterzogen.

4.2 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit für die Immissionsmessungen beträgt ± 3 dB (erweiterte Messunsicherheit für k=2, d.h. Vertrauensintervall 95%). Hierbei sind sowohl die Unsicherheitsbeiträge für die Kalibrierung von Messantenne, Messkabel und Spektrumanalysator, als auch die Unsicherheit der Messung berücksichtigt.

4.3 Vorgehensweise bei den Messungen

Die Messung der elektromagnetischen Felder wurde von Herrn Dr. Thomas Gritsch am 05. Oktober 2011 in der Zeit von 10:00 bis 12:30 durchgeführt.

Während der Messungen betrug die Lufttemperatur 17 °C. Niederschläge traten nicht auf.

Nach der 26. BImSchV ist die Einhaltung der Grenzwerte als Effektivwert der elektromagnetischen Felder nachzuweisen. Die Messungen wurden auf Grundlagen der VDE 0848 Teil 1, den Durchführungshinweisen des LAI zur 26. BImSchV sowie der Messanleitung des Schweizer Umweltamtes (BUWAL) durchgeführt.

Es wurde dabei folgendermaßen vorgegangen:

- Die ungefähre Lage der höchsten Belastung an repräsentativen Punkten im Umfeld der Sendemasten wurde abgeschätzt. Kriterien für die Festlegung der einzelnen Messpunkte waren neben einer möglichst guten Erfassung der Antennenhauptstrahlrichtungen eine möglichst kurze Entfernung in direkter Sichtverbindung bzw. mit möglichst geringer Dämpfung zu den Mobilfunkantennen sowie die Lage von Orten empfindlicher Nutzung wie Wohnungen, Schulen und Kindergärten.
- In diesen Bereichen wurde die Lage des maximalen Immissionswertes im Umkreis mit dem Summenmessgerät (EMR 300) ermittelt.
- Anschließend wurde mit dem Spektrumanalysator im Modus "Max-Hold" und mit eingestelltem RMS-Detektor die Messantennen händisch in unterschiedliche Richtungen, Polarisationen und Höhen geschwenkt, um sämtliche relevanten Strahlungsrichtungen zu erfassen (360 Grad Drehung, Höhenvariation bis ca. 2 m, Antennenpolarisation vertikal bis horizontal).

Gemessen wurde jeweils solange, bis keine Änderungen der Messwertanzeige mehr zu beobachten waren.

- Die gemessenen Werte wurden anschließend auf die maximale Anlagenauslastung hochgerechnet (s. Abschnitt 4.4).
- Zusätzlich erfolgte ein Aufschlag zur Berücksichtigung der Messunsicherheit von jeweils 41 %.

Aufgrund der Wellenlänge der Mobilfunksignale (ca. 32 cm für D-Netz und ca. 16 cm für E-Netz) und der Messentfernungen, in denen die Feldstärkemessungen vorzunehmen waren, konnte angenommen werden, dass am jeweiligen Messort Fernfeldverhältnisse vorliegen. Da es in diesen Fällen grundsätzlich genügt, entweder die elektrische oder die magnetische Feldstärke zu erfassen, wurde lediglich die elektrische Feldstärke gemessen. Die magnetische Feldstärke kann über den Feldwellenwiderstand des freien Raumes = 377 Ω aus der elektrischen Feldstärke berechnet werden.

Die Messungen wurden an jedem der Messpunkte schrittweise für die einzelnen Frequenzintervalle durchgeführt. Dies ist aufgrund der für jeden Frequenzbereich benötigten unterschiedlichen Antennen, der begrenzten Darstellungsauflösung sowie der auf die einzelnen Funkdienste abgestimmten Messbandbreiten erforderlich.

In der nachfolgenden Tabelle sind die untersuchten Frequenzbänder, sowie die dort jeweils verwendeten Messbandbreiten (RBW) dargestellt:

Funkanwendung	Startfrequenz	Stoppfrequenz	RBW
Fernsehen DVB-T	250 MHz	860 MHz	1 MHz
Übersicht Mobilfunk, Radar, WLAN etc	880 MHz	3.000 MHz	1 MHz
GSM 900	920 MHz	960 MHz	200 kHz
GSM 1800, DECT	1.805 MHz	1.900 MHz	200 kHz
DECT, UMTS, WLAN	1.880 MHz	2.700 MHz	2 MHz

Tab. 5: Messparameter

Für UMTS wurden die jeweiligen Signalpegel der CPICH-Kanäle zudem codeselektiv bestimmt.

Ergaben sich bei den Übersichtsmessungen auffällige Signale wie z.B. von Radar oder BOS – Anwendungen, so wurden diese Signale spezifisch mit den zugehörigen Messbandbreiten vermessen. Funksignale, die einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtbelastung liefern und bei denen die Signalbandbreite von der Messbandbreite wesentlich abweicht, werden mit der in der Messvorschrift der RegTP MV 09/EMF/3 [9] angegebenen Formel korrigiert.

In die Auswertung zur Bildung des Summenwertes einbezogen werden die stärksten Signale im jeweiligen Frequenzbereich mit Ausnahme des Mobilfunkbereiches, wo die Auswertung gemäß dem in Abschnitt 4.4 beschriebenen Verfahren folgt.

4.4 Auswertung der Messergebnisse

Die Intensität der Felder von Mobilfunkanlagen ist abhängig von der momentanen Gesprächsauslastung. Immer mit voller Leistung abgestrahlt wird bei der GSM-Technik nur der jeweilige BCCH-Steuerkanal des Sektors. Je nach Gesprächsauslastung und Entfernung des Mobiltelefons von der Basisstation kommen jedoch zusätzliche TCH- Verkehrskanäle (typischerweise 2 bis 6) hinzu.

Deshalb wurde bei der „worst-case"- Betrachtung an jedem Messpunkt der ungünstigste Fall angenommen. Dazu wurden die aktuell gemessenen Feldstärkewerte der BCCH-Steuerkanäle mit der Wurzel aus der Anzahl der für diesen Sektor und diesen Betreiber gesamt vorhandenen Sendekanäle (TRX) multipliziert. Damit wird implizit angenommen, dass auch die Verkehrskanäle mit voller Leistung senden.

Bei der UMTS-Technik wurde die Signalstärke des CPICH-Kanals jeweilig codeselektiv bei der Mittenfrequenz des Kanals gemessen. Diese steht in einem festen Verhältnis zur maximalen Sendeleistung der Mobilfunkanlage von typischerweise dem Faktor 10 und erlaubt damit eine Hochrechnung auf die maximale Sendeleistung. Abweichende Verhältnisse wurden entsprechend den Angaben der Netzbetreiber berücksichtigt.

Zugeschlagen wurde zusätzlich jeweils der **Faktor von 1,4** zur Berücksichtigung der Messunsicherheit. Die berechneten Maximalwerte wurden anschließend nach folgender Formel zu den jeweiligen Grenzwerten ins Verhältnis gesetzt, quadratisch addiert und anschließend die Wurzel gezogen. Der damit erhaltene Summenwert darf den Wert 1 (100 %) nicht überschreiten.

$$GI = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{E_{eff,i}}{E_{eff,gi}}\right)^2} \leq 1$$

GI: wirksame Gesamtimmission (Summenwert)
n: Anzahl der Frequenzen im Spektrum
$E_{eff,i}$: Effektivwert der elektrischen Feldstärke der i-ten Frequenz
$E_{eff,gi}$: Effektiv-Grenzwert der elektrischen Feldstärke der i-ten Frequenz

5 Bewertungsgrundlagen

Grenzwerte zum Schutz von Gesundheitsschäden durch elektromagnetische Felder sind in Deutschland für die Allgemeinbevölkerung in der 26. Verordnung zum Immissionsschutzgesetz niedergelegt (26. BImSchV). Sie basiert auf den Empfehlung der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICNIRP).

Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) - Allgemeinbevölkerung

Aufgrund des § 2 und Anhang 1 der 26. Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.96 BGBl I 66 S. 1966 ff sind im Umfeld von ortsfesten Hochfrequenzanlagen mit einer Sendeleistung von 10 Watt EIRP (äquivalente isotrope Strahlungsleistung) oder mehr, die elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 10 Megahertz bis 300000 Megahertz erzeugen, folgende Grenzwerte für die Effektivwerte der elektrischen und magnetischen Feldstärke für den jeweiligen Frequenzbereich einzuhalten.

Frequenz MHz	Elektrische Feldstärke E V/m	Magnetische Feldstärke H A/m
10 - 400	27,5	0,073
400 - 2 000	$1{,}375 \cdot \sqrt{f}$	$0{,}0037 \cdot \sqrt{f}$
2 000 - 300 000	61	0,16

Bei gepulsten elektromagnetischen Feldern darf zusätzlich der Spitzenwert für die elektrische und die magnetische Feldstärke das 32fache der oben genannten Werte nicht überschreiten.

Da die Mobilfunkbetreiber innerhalb der Frequenzbänder die Frequenzen der Sendekanäle häufiger wechseln, wurde für die Beurteilung des Ausschöpfungsgrads des Grenzwertes jeweils der niedrigste Grenzwert im Frequenzband herangezogen.

Dies bedeutet, dass Mobilfunkbasisstationen im GSM900-Band einen Grenzwert von 41,7 V/m, im GSM 1800-Band von 58,4 V/m und im UMTS-Band von 61 V/m einhalten müssen.

Die 26. BImSchV reglementiert nur den Hochfrequenzbereich oberhalb einer Frequenz von 10 MHz. Laut BEMFV [15] sind im Frequenzbereich der Tiererkennungsanlage (120 kHz) ersatzweise die Referenzwerte der EU-Empfehlung 1999/519/EG, Tabelle 2 anzuwenden. Für den Effektivwert ist demnach ein Referenzwert von 87 V/m anzuwenden, für den Spitzenwert ergibt sich bei einer Frequenz von 120 kHz ein Referenzwert von 147 V/m.

6 Messergebnisse

6.1 Hinweise zu den Tabellen

In den folgenden Tabellen sind die an den Messpunkten ermittelten und gemäß Beschreibung im vorausgehenden Abschnitt ausgewerteten Summenimmissionswerte dargestellt. Es sind dabei folgende Werte angegeben:

- Mobilfunk – Minimalimmission als elektrische Feldstärke E in Volt pro Meter (V/m), d. h. nur die Gesamtimmission der BCCH-Kanäle der GSM Anlagen und der CPICH Feldstärken der UMTS-Kanäle; mit diesem Betriebszustand ist beispielsweise in der Nacht zu rechnen.
- Mobilfunk- Maximale Sendeleistung, d. h. die maximal mögliche Immission bei voller Auslastung der Mobilfunkanlagen, so wie sie in der STOB genehmigt wurden. Für GSM-Anlagen wird die Maximalimmission anhand des BCCH-Signals und der Anzahl der aktuell errichteten TCH-Kanäle hochgerechnet; für UMTS-Anlagen wird die Feldstärke des CPICH-Signals über das Leistungsverhältnis von CPICH-Signal zur möglichen Maximalaussendung hochgerechnet. Die Immission ist jeweils als elektrische Feldstärke E in V/m, als Leistungsflussdichte S in Mikrowatt pro Quadratmeter (µW/m²) sowie als Anteil des Grenzwertes der 26. BImSchV (AGW) in Prozent angegeben.

In der Realität liegen die Immissionen je nach momentaner Gesprächsauslastung und Ausbau der Anlagen zwischen den beiden Werten für Minimal- und Maximalimmission.
Eine ausführlichere Darstellung der Messergebnisse sowie einer Lagebeschreibung der Messpunkte befindet sich im Anhang.

6.2 Immissionsmesswerte Mobilfunkanlagen

Messpunkt		Vollausbau nach StOB			
		Mobilfunk minimal	Mobilfunk maximale Sendeleistung		
		E in V/m	E in V/m	S in µW/m²	Q_E
1a	Kindergarten Walzenberg, an der Straße	1,35	**1,76**	8 245,8	**4,16%**
1b	Kindergarten Walzenberg, Eingangshalle	0,47	**0,57**	873,8	**1,37%**
2	Schule, vor dem Eingang	0,44	**0,73**	1 399,1	**1,65%**
3	Kindergarten Montessori, Garten	0,10	**0,14**	51,9	**0,33%**
4	Kliniken Schmieder, Eingang	1,22	**1,77**	8 342,5	**4,17%**

E: Elektrische Feldstärke in Volt pro Meter
S: Leistungsflussdichte in Mikrowatt pro Quadratmeter
Q_E: Ausschöpfungsgrad des Grenzwerts der 26. BImSchV.

Tab. 6: Messwerte hochgerechnet auf maximale Sendeleistung für den Mobilfunk

Die derzeit gültigen Grenzwerte der 26. BImSchV werden demnach an keinem Messpunkt überschritten. Die höchsten Mobilfunkimmissionen wurden an den Messpunkten 1a und 4, Kindergarten Walzenberg und Kliniken Schmieder, mit 4,16 % bzw. 4,17 % des Grenzwerts der 26. BImSchV ermittelt.

6.3 Immissionswerte von sonstigen Funkanwendungen

An den Messpunkten wurden zusätzlich Funkanwendungen von schnurlosen Telefonen nach DECT-Standard, Handy und WLAN-Anlagen im Frequenzband von 250 MHz bis 3000 MHz bestimmt. Dabei wurden folgende Werte ermittelt:

Messpunkt		DECT / WLAN / Handy Istwerte		Radio / TV / Sonstige Istwerte	
		E in V/m	Q_E	E in V/m	Q_E
1a	Kindergarten Walzenberg, an der Straße	0,01	0,02%	0,04	0,13%
1b	Kindergarten Walzenberg, Eingangshalle	0,08	0,13%	0,02	0,06%
2	Schule, vor dem Eingang	0,03	0,04%	0,02	0,07%
3	Kindergarten Montessori, Garten	0,05	0,09%	0,03	0,09%
4	Kliniken Schmieder, Eingang	0,04	0,06%	0,06	0,19%

Tab. 7: Messwerte für die sonstigen Funkquellen außer Mobilfunk

Schnurlose Telefone nach dem DECT-Standard sowie WLAN – Anlagen trugen maximal am Messpunkt 1b Kindergarten Walzenberg (Eingangshalle) mit 0,13 % des Grenzwertes zur Gesamtbelastung bei. Die Immissionen verursacht durch Radio- und Fernsehsender ab 250 MHz erreichten am Messpunkt 4 Kliniken Schmieder maximal 0,19 % des Grenzwerts.

6.4 Anteile der Funkdienste an den Immissionswerten im Überblick

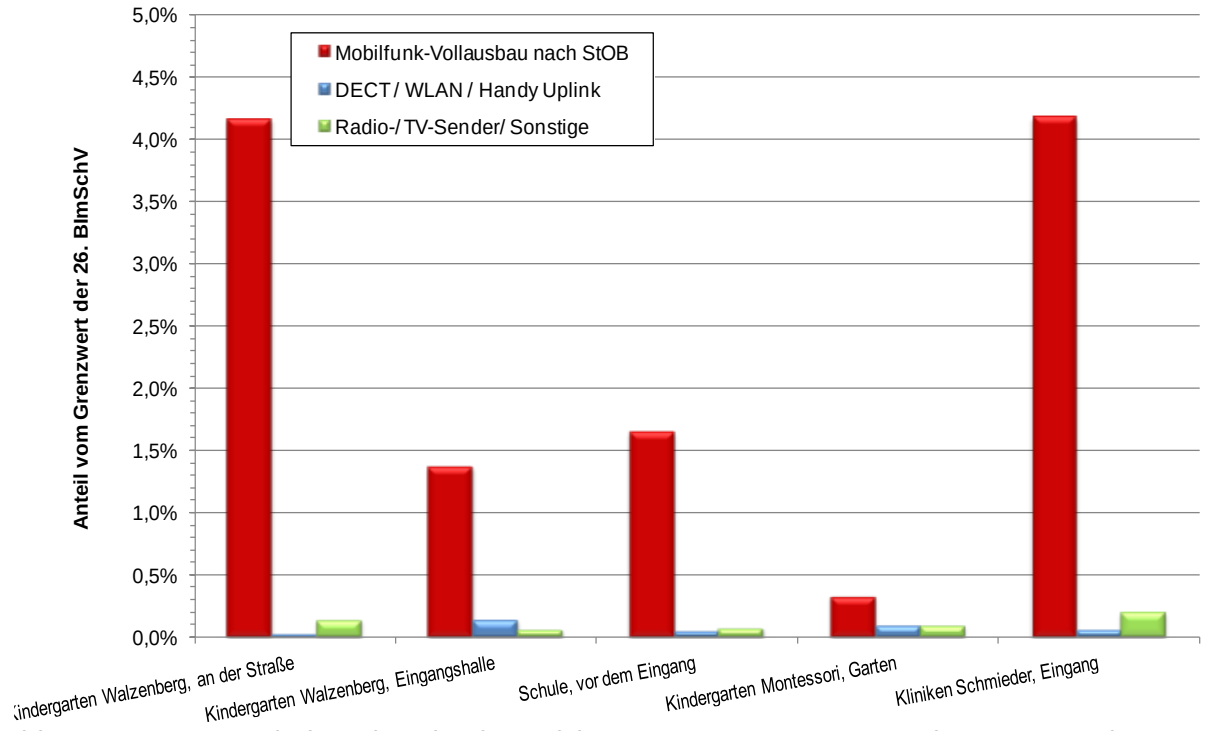

Abb. 4: Messergebnisse (Maximalwerte) in Prozent vom Grenzwert der 26. BImSchV

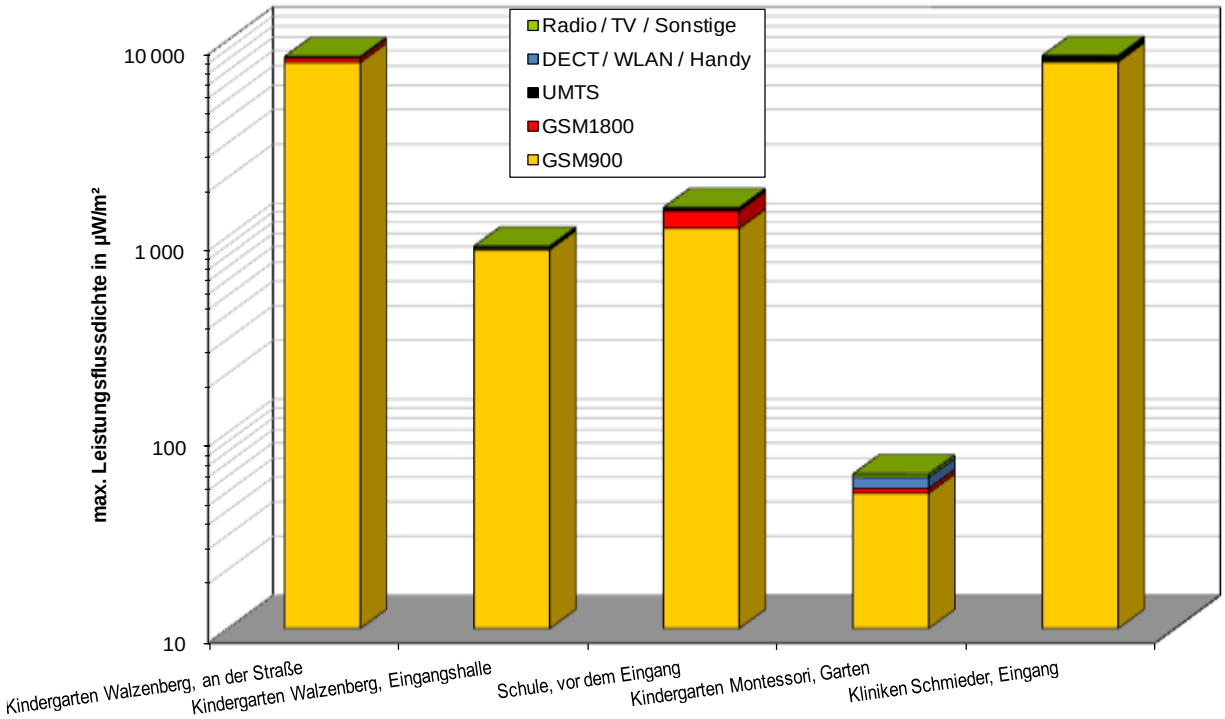

Abb. 5: Gesamtimmission angegeben als Leistungsflussdichte S in µW/m² (Ordinatenachse in logarithmischer Skalierung)

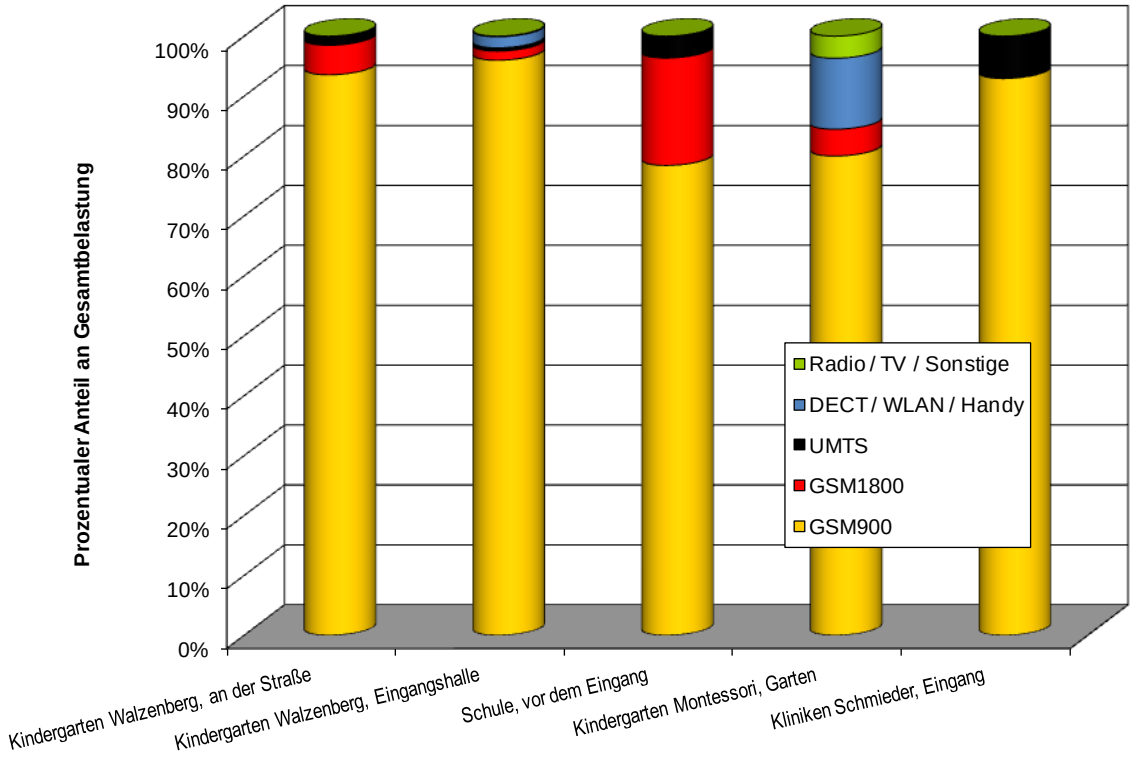

Abb. 6: Prozentualer Anteil der einzelnen Funkdienste an der Gesamtbelastung

Messpunkt		GSM900	GSM1800	UMTS	DECT WLAN Handy	Radio / TV Sonstige
		Summenbelastung aufgeschlüsselt auf die Funkquellen in µW/m²				
1a	Kindergarten Walzenberg, an der Straße	7 719,35	406,78	119,66	0,42	5,13
1b	Kindergarten Walzenberg, Eingangshalle	855,23	13,74	4,80	16,40	0,91
2	Schule, vor dem Eingang	1 099,81	251,30	48,03	1,81	1,35
3	Kindergarten Montessori, Garten	49,10	2,75	n.n.	7,27	2,26
4	Kliniken Schmieder, Eingang	7 765,41	0,34	576,70	3,39	9,81

Messpunkt		GSM900	GSM1800	UMTS	DECT WLAN Handy	Radio / TV Sonstige
		Beitrag der einzelnen Funkquellen zur Gesamtimmission in %				
1a	Kindergarten Walzenberg, an der Straße	94%	5%	1%	< 1%	< 1%
1b	Kindergarten Walzenberg, Eingangshalle	96%	2%	< 1%	2%	< 1%
2	Schule, vor dem Eingang	78%	18%	3%	< 1%	< 1%
3	Kindergarten Montessori, Garten	80%	4%	< 1%	12%	4%
4	Kliniken Schmieder, Eingang	93%	< 1%	7%	< 1%	< 1%

Der prozentuale Anteil an der Gesamtbelastung durch DECT (schnurlose Telefone), Radio/TV und sonstige Funkanwendungen hängt vor allem von der Stärke der am Messort vorliegenden Mobilfunksignale ab. Sind diese sehr niedrig, da entweder keine Sichtverbindung zu den Mobilfunksendeanlagen besteht oder die Entfernung zu groß ist, so steigt der Anteil der Radio und Fernsehsender prozentual am Gesamtsignal dementsprechend an.

7 Anhang

7.1 Ausführliche Angaben zu den Messpunkten

Messpunkt 1a	Kindergarten Walzenberg, an der Straße		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Walzenberg	180 m	ja

Abb. 7: Messpunkt mit Blick Richtung Mobilfunkanlage

Abb. 8: Messpunkt mit Blick Richtung Kindergarten

Messpunkt 1b	Kindergarten Walzenberg, Eingangshalle		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Walzenberg	190 m	nein

Abb. 9: Messpunkt Eingangshalle

Messpunkt 2	Schule, vor dem Eingang		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Walzenberg	350 m	nein

Abb. 10: Messpunkt, Schule

Abb. 11: Messpunkt, vor dem Eingang

Messpunkt 3	Kindergarten Montessori, Garten		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Walzenberg	665 m	nein

Abb. 12: Messpunkt, Kindergarten Montessori

Abb. 13: Messpunkt, Garten

Messpunkt 4	Kliniken Schmieder, Eingangsbereich		
Nächster Mobilfunksender:	Bezeichnung	Entfernung	Sichtverbindung
	Röhrenberg	320 m	ja

Abb. 14: Messpunkt, Eingangsbereich Kliniken Schmieder

Abb. 15: Blick Richtung Mobilfunkanlage

7.2 Ausführliche Ergebnistabellen

Berechnungsblätter zur Hochrechnung auf maximale Sendeleistung der Anlagen

Legende:

Spalte 1 Frequenz des Signalisierungskanals BCCH bei GSM bzw. Mittenfrequenz bei UMTS

Mobilfunk

Spalte 2 Kanal Nr. bei GSM bzw. Scrambling Code bei UMTS

Spalte 3 Bezeichnung des Mobilfunkstandorts von dem das Signal ausgesendet wird soweit bekannt

Spalte 4 Mobilfunkbetreiber

Sonstige Funkquellen

Spalten 2-4 Bezeichnung der Funkquelle

Spalte 5 Gemessene Feldstärke E_{min} des BCCH (GSM) bzw. CPICH (UMTS) in der Einheit dBµV/m

Spalte 6 Gemessene Feldstärke E_{min} inklusive des Aufschlags von 3 dB für die Messunsicherheit umgerechnet in die Einheit V/m

Spalte 7 Anzahl der in der Standortbescheinigung maximal genehmigten Sendekanäle

Spalte 8 Korrekturfaktor für den Fall, dass die zum Zeitpunkt der Messung von der Sendeanlage abgestrahlte Leistung geringer eingestellt war, wie sie in der Standortbescheinigung genehmigt ist

Spalte 9 Auf maximale Sendeleistung und Vollauslastung aller Sendekanäle hochgerechnete Feldstärke E_{max} in der Einheit V/m

Spalte 10 Maximale Feldstärke E_{max} umgerechnet in die Leistungsflussdichte in der Einheit Mikrowatt je Quadratmeter [µW/m²]

Spalte 11 Zur Frequenz bzw. zum Frequenzband zugehöriger Grenzwert der 26. BImSchV

Spalte 12 Maximale Immission als Ausschöpfungsgrad des Grenzwertes
(<Spalte 12> = <Spalte 9> / <Spalte 11>)

Industrie Service

Messpunkt: **1a**

Messort: **Kindergarten Walzenberg, an der Straße** **Messpunkthöhe:** ebenerdig
Messzeit: **05.10.2011** 10:00 bis 10:15 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: ja

Entfernung zum nächsten Sender: 180 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	**Kanal Nr.**	**BST Standort**	**Betreiber**	**E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m**	**Emin inkl. 3 dB MU in V/m**	**Anzahl Kanäle (TRX) genehm.**	**Sende-leistung Korrektur in dB**	**Max. Feldstärke E inkl. 3 dB in V/m**	**Maximale Leistungs-flussdichte S in µW/m²**	**Grenzwert der 26. BImSchV in V/m**	**Anteil Q_E vom Grenzwert in %**
D-Band											
944,6	48	Walzenberg	Telekom	102,3	0,185	**4**		0,369	361,2	41,7	0,88%
951,8	84	Walzenberg	Telekom	81,5	0,017	**4**		0,034	3,0	41,7	0,08%
949,4	72	Walzenberg	Vodafone	112,5	0,593	**4**		1,186	3 730,1	41,7	2,84%
946,2	56	Walzenberg	Vodafone	95,8	0,087	**4**		0,175	81,0	41,7	0,42%
929,2	995	Walzenberg	E-Plus	118,2	1,143	**1**		1,143	3 464,6	41,7	2,74%
928,6	992	Walzenberg	E-Plus	101,2	0,163	**1**		0,163	70,3	41,7	0,39%
932,6	1012	Röhrenberg	Telefonica O2	89,4	0,042	**2**		0,059	9,2	41,7	0,14%
Summe GSM 900:					**1,314**			**1,706**	**7 719,35**		**4,09%**
E-Band											
1 824,4	608	Walzenberg	Telekom	100,1	0,143	**2**		0,202	107,8	58,4	0,35%
1 807,6	524	unbekannt	Telekom	78,1	0,011	**2**		0,016	0,7	58,4	0,03%
1 871,6	844	Walzenberg	E-Plus	104,4	0,233	**2**		0,330	288,9	58,4	0,57%
1 868,4	828	Walzenberg	E-Plus	89,5	0,042	**2**		0,060	9,4	58,4	0,10%
Summe GSM 1800:					**0,277**			**0,392**	**406,78**		**0,67%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH +3dB MU**						
2167,2	363	Walzenberg	Telekom	86,4	0,042	**2**		0,133	46,7	61,0	0,22%
2167,2	202	Walzenberg	Telekom	79,2	0,018	**2**		0,058	8,9	61,0	0,09%
2112,5	239	Walzenberg	Vodafone	87,6	0,048	**2**		0,152	61,3	61,0	0,25%
2112,5	230	Walzenberg	Vodafone	74,1	0,010	**2**		0,032	2,7	61,0	0,05%
Summe UMTS:					**0,067**			**0,212**	**119,66**		**0,35%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**1,35**			**1,76**	**8 245,8**		**4,16%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

2468,0	WLAN Kanal 12			79,0	0,013	**1**		0,013	0,4	61,0	0,02%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:					**0,013**			**0,013**	**0,4**		**0,02%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

577,0	Kanal 34 - DVB-T			89,9	0,044	**1**		0,044	5,13	33,0	0,13%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:					**0,044**			**0,044**	**5,13**		**0,13%**

Messpunkt: **1b**

Messort: **Kindergarten Walzenberg, Eingangshalle** **Messpunkthöhe:** EG
Messzeit: **05.10.2011** 10:15 bis 10:25 **Fenster:** zu

Sichtkontakt zu einem Sender: nein

Entfernung zum nächsten Sender: 190 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	**Kanal Nr.**	**BST Standort**	**Betreiber**	**E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m**	**Emin inkl. 3 dB MU in V/m**	**Anzahl Kanäle (TRX) genehm.**	**Sende-leistung Korrektur in dB**	**Max. Feldstärke E inkl. 3 dB in V/m**	**Maximale Leistungs-flussdichte S in µW/m²**	**Grenzwert der 26. BImSchV in V/m**	**Anteil Q_E vom Grenzwert in %**
D-Band											
944,6	48	Walzenberg	Telekom	92,0	0,056	**4**		0,112	33,3	41,7	0,27%
951,8	84	Walzenberg	Telekom	80,9	0,016	**4**		0,031	2,6	41,7	0,08%
947,0	60	Walzenberg	Vodafone	101,6	0,170	**4**		0,340	306,7	41,7	0,82%
950,8	79	Walzenberg	Vodafone	87,6	0,034	**4**		0,068	12,1	41,7	0,16%
929,2	995	Walzenberg	E-Plus	109,7	0,432	**1**		0,432	493,9	41,7	1,03%
925,8	978	Walzenberg	E-Plus	88,9	0,039	**1**		0,039	4,1	41,7	0,09%
934,0	1019	Röhrenberg	Telefonica O2	83,5	0,021	**2**		0,030	2,4	41,7	0,07%
Summe GSM 900:					**0,471**			**0,568**	**855,23**		**1,36%**
E-Band											
1 824,4	608	Walzenberg	Telekom	82,7	0,019	**2**		0,027	2,0	58,4	0,05%
1 871,6	844	Walzenberg	E-Plus	90,1	0,045	**2**		0,064	10,9	58,4	0,11%
1 858,8	780	Walzenberg	E-Plus	79,2	0,013	**2**		0,018	0,9	58,4	0,03%
Summe GSM 1800:					**0,051**			**0,072**	**13,74**		**0,12%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH +3dB MU**						
2167,2	363	Walzenberg	Telekom	76,3	0,013	**2**		0,041	4,5	61,0	0,07%
2112,5	239	Walzenberg	Vodafone	64,7	0,003	**2**		0,011	0,3	61,0	0,02%
Summe UMTS:					**0,013**			**0,043**	**4,80**		**0,07%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,47**			**0,57**	**873,8**		**1,37%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1897,7	schnurloses Telefon DECT			94,8	0,078	**1**		0,078	16,1	59,9	0,13%
2 467,0	WLAN Kanal 12			77,0	0,010	**1**		0,010	0,3	61,0	0,02%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:					**0,079**			**0,079**	**16,4**		**0,13%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

577,0	Kanal 34 - DVB-T			82,4	0,019	**1**		0,019	0,91	33,0	0,06%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:					**0,019**			**0,019**	**0,91**		**0,06%**

Messpunkt: **2**

Messort: **Schule, vor dem Eingang** **Messpunkthöhe:** ebenerdig
Messzeit: **05.10.2011** 10:30 bis 10:40 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: nein

Entfernung zum nächsten Sender: 350 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	**Kanal Nr.**	**BST Standort**	**Betreiber**	**E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m**	**Emin inkl. 3 dB MU in V/m**	**Anzahl Kanäle (TRX) genehm.**	**Sende-leistung Korrektur in dB**	**Max. Feldstärke E inkl. 3 dB in V/m**	**Maximale Leistungs-flussdichte S in µW/m²**	**Grenzwert der 26. BImSchV in V/m**	**Anteil Q_E vom Grenzwert in %**
D-Band											
940,6	28	Walzenberg	Telekom	102,7	0,192	**4**		0,384	391,5	41,7	0,92%
944,6	48	Walzenberg	Telekom	87,1	0,032	**4**		0,064	10,9	41,7	0,15%
947,0	60	Walzenberg	Vodafone	102,7	0,192	**4**		0,384	390,6	41,7	0,92%
950,8	79	Walzenberg	Vodafone	98,6	0,121	**4**		0,241	154,1	41,7	0,58%
929,0	994	Walzenberg	E-Plus	104,5	0,236	**1**		0,236	147,5	41,7	0,57%
928,6	992	Walzenberg	E-Plus	83,1	0,020	**1**		0,020	1,1	41,7	0,05%
932,6	1012	Röhrenberg	Telefonica O2	86,1	0,028	**2**		0,040	4,3	41,7	0,10%
Summe GSM 900:					**0,382**			**0,644**	**1 099,81**		**1,54%**
E-Band											
1 823,4	603	Walzenberg	Telekom	97,4	0,105	**2**		0,149	58,6	58,4	0,25%
1 871,6	844	Walzenberg	E-Plus	102,6	0,190	**2**		0,269	191,7	58,4	0,46%
1 868,4	828	Walzenberg	E-Plus	78,6	0,012	**2**		0,017	0,8	58,4	0,03%
1 844,0	706	unbekannt	Telefonica O2	73,6	0,007	**2**		0,010	0,2	58,4	0,02%
Summe GSM 1800:					**0,218**			**0,308**	**251,30**		**0,53%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH +3dB MU**						
2167,2	202	Walzenberg	Telekom	82,3	0,026	**2**		0,082	18,0	61,0	0,13%
2167,2	363	Walzenberg	Telekom	72,9	0,009	**2**		0,028	2,1	61,0	0,05%
2112,5	239	Walzenberg	Vodafone	82,1	0,025	**2**		0,081	17,3	61,0	0,13%
2112,5	230	Walzenberg	Vodafone	80,0	0,020	**2**		0,063	10,7	61,0	0,10%
Summe UMTS:					**0,043**			**0,135**	**48,03**		**0,22%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,44**			**0,73**	**1 399,1**		**1,65%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1895,6	schnurloses Telefon DECT			80,6	0,015	**3**		0,026	1,8	59,9	0,04%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:					**0,015**			**0,026**	**1,8**		**0,04%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

577,5	Kanal 34 - DVB-T			80,5	0,015	**2**		0,021	1,20	33,0	0,06%
484,5	Kanal 22 - DVB-T			74,7	0,008	**1**		0,008	0,15	30,3	0,03%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:					**0,017**			**0,023**	**1,35**		**0,07%**

Messpunkt: **3**

Messort: **Kindergarten Montessori, Garten** **Messpunkthöhe:** ebenerdig
Messzeit: **05.10.2011** 11:30 bis 11:40 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: nein

Entfernung zum nächsten Sender: 665 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	**Kanal Nr.**	**BST Standort**	**Betreiber**	**E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m**	**Emin inkl. 3 dB MU in V/m**	**Anzahl Kanäle (TRX) genehm.**	**Sende-leistung Korrektur in dB**	**Max. Feldstärke E inkl. 3 dB in V/m**	**Maximale Leistungs-flussdichte S in µW/m²**	**Grenzwert der 26. BImSchV in V/m**	**Anteil Q_E vom Grenzwert in %**
D-Band											
940,6	28	Walzenberg	Telekom	78,4	0,012	**4**		0,023	1,5	41,7	0,06%
944,6	48	Walzenberg	Telekom	69,6	0,004	**4**		0,009	0,2	41,7	0,02%
948,8	69	Walzenberg	Vodafone	81,0	0,016	**4**		0,032	2,7	41,7	0,08%
949,8	74	Walzenberg	Vodafone	75,3	0,008	**4**		0,017	0,7	41,7	0,04%
928,8	993	Walzenberg	E-Plus	79,1	0,013	**1**		0,013	0,4	41,7	0,03%
932,6	1012	Röhrenberg	Telefonica O2	93,9	0,070	**2**		0,098	25,7	41,7	0,24%
934,0	1019	Röhrenberg	Telefonica O2	92,3	0,058	**2**		0,082	17,9	41,7	0,20%
Summe GSM 900:					**0,094**			**0,136**	**49,10**		**0,33%**
E-Band											
1 823,4	603	Walzenberg	Telekom	79,9	0,014	**2**		0,020	1,0	58,4	0,03%
1 819,0	581	unbekannt	Telekom	70,4	0,005	**2**		0,007	0,1	58,4	0,01%
1 859,4	783	Walzenberg	E-Plus	80,3	0,015	**2**		0,021	1,1	58,4	0,04%
1 858,6	779	Walzenberg	E-Plus	76,3	0,009	**2**		0,013	0,5	58,4	0,02%
Summe GSM 1800:					**0,023**			**0,032**	**2,75**		**0,06%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**0,10**			**0,14**	**51,9**		**0,33%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1894,0	schnurloses Telefon DECT			81,1	0,016	**3**		0,028	2,0	59,8	0,05%
2 423,0	WLAN Kanal 3			90,0	0,044	**1**		0,044	5,2	61,0	0,07%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:					**0,047**			**0,052**	**7,3**		**0,09%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

580,5	Kanal 34 - DVB-T			86,3	0,029	**1**		0,029	2,26	33,1	0,09%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:					**0,029**			**0,029**	**2,26**		**0,09%**

Messpunkt: **4**

Messort: **Kliniken Schmieder, Eingang** **Messpunkthöhe:** ebenerdig

Messzeit: **05.10.2011** 12:00 bis 12:10 **Fenster:** außen

Sichtkontakt zu einem Sender: ja

Entfernung zum nächsten Sender: 320 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequenz in MHz	**Kanal Nr.**	**BST Standort**	**Betreiber**	**E_{min} (Minimal-messwert) in dBµV/m**	**Emin inkl. 3 dB MU in V/m**	**Anzahl Kanäle (TRX) genehm.**	**Sende-leistung Korrektur in dB**	**Max. Feldstärke E inkl. 3 dB in V/m**	**Maximale Leistungs-flussdichte S in µW/m²**	**Grenzwert der 26. BImSchV in V/m**	**Anteil Q_E vom Grenzwert in %**
D-Band											
934,8	1023	Röhrenberg	Telefonica O2	118,6	1,208	**2**		1,708	7 739,1	41,7	4,10%
932,6	1012	Röhrenberg	Telefonica O2	94,0	0,070	**2**		0,100	26,3	41,7	0,24%
Summe GSM 900:					**1,210**			**1,711**	**7 765,4**		**4,10%**
E-Band											
1 871,6	844	Walzenberg	E-Plus	67,3	0,003	**2**		0,005	0,1	58,4	0,01%
1 868,0	826	unbekannt	E-Plus	65,5	0,003	**2**		0,004	0,0	58,4	0,01%
1 819,0	581	unbekannt	Telekom	72,6	0,006	**2**		0,009	0,2	58,4	0,01%
1 824,4	608	Walzenberg	Telekom	67,0	0,003	**2**		0,004	0,1	58,4	0,01%
Summe GSM 1800:					**0,008**			**0,011**	**0,3**		**0,02%**
UMTS	**Scr. Code**			**nur CPICH**	**+3dB SPICH +3dB MU**						
2158,2	179	Röhrenberg	O2	97,2	0,144	**2**		0,457	554,2	61,0	0,75%
2158,2	212	Röhrenberg	O2	83,3	0,029	**2**		0,092	22,5	61,0	0,15%
Summe UMTS:					**0,147**			**0,466**	**576,7**		**0,76%**
Summenbelastung Mobilfunk:					**1,22**			**1,77**	**8 342,5**		**4,17%**

DECT / WLAN / Handy Uplink

1893,0	schnurloses Telefon DECT			71,0	0,005	**3**		0,009	0,2	59,8	0,01%
2 429,0	WLAN Kanal 4			85,1	0,025	**1**		0,025	1,7	61,0	0,04%
2 460,0	WLAN Kanal 10			84,5	0,024	**1**		0,024	1,5	61,0	0,04%
Summenbelastung DECT/WLAN/Handy:					**0,035**			**0,036**	**3,4**		**0,06%**

Radio / Fernsehen und sonstige Funkanwendungen

469,0	Personenruf-Funkanlagen			84,3	0,023	**1**		0,023	1,44	29,8	0,08%
576,0	Kanal 34 - DVB-T			88,1	0,036	**2**		0,051	6,77	33,0	0,15%
481,5	Kanal 22 - DVB-T			81,8	0,017	**2**		0,025	1,60	30,2	0,08%
Summenbelastung Radio/Fernsehen:					**0,046**			**0,061**	**9,81**		**0,19%**

Industrie Service

7.3 Literatur

[1] Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966)

[2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 2004

[3] DIN VDE 0848-1/ August 2000, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern

[4] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), Schweizer Bundesrat vom 23.12.1999; veröffentlicht durch Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

[5] 1999/519/EG; Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz — 300 GHz); Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 199/59

[6] ICNIRP – Richtlinie 1998, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, und electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics 74 (4): 494-522; 1998.

[7] DIN EN 60601-1-2 (Ausgabe 2001); Medizinische elektrische Geräte; Teil 1-2: Allgemeine Festlegung für die Sicherheit – Ergänzungsnorm: Elektromagnetische Verträglichkeit - Anforderungen und Prüfungen.

[8] SSK 2001, Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern, Empfehlung der Strahlenschutzkommission; Verabschiedet in der 173. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 04. Juli 2001.

[9] Reg TP MV 09/EMF/3; Messvorschrift für bundesweite EMVU - Messreihen der vorhandenen Umgebungsfeldstärken; Februar 2003; Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, Bonn.

[10] Elektromagnetische Felder im Alltag - Aktuelle Informationen über Quellen, Einsatz und Wirkungen; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe und Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm

[11] Schirmung elektromagnetischer Wellen im persönlichen Umfeld, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm

[12] EM-Institut / IMST GmbH im Auftrag des LfU Bayerns; Möglichkeiten und Grenzen der Minimierung von Mobilfunkimmissionen: Auf Messdaten und Simulationen basierende Optionen und Beispiele, Kapitel 5 Auswertung der Immissionsdatenbank des FEE- Programm; Dezember 2004

[13] TÜV SÜD / IHF der Universität Stuttgart im Auftrag der LUBW; Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg 2009, veröffentlich unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/53103/

[14] Gritsch, Th., Menges, H, Ratzel, U., Immissionen durch Funkwellen, Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg, Immissionsschutz 2-11, S. 78

[15] BEMFV – Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder vom 20.08.2002

[16] DIN EN 62369 Teil 1 (März 2010): Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich 0 GHz bis 300 GHz durch Geräte mit kurzer Reichweite für verschiedene Anwendungen – Teil 1: Felder, die durch Geräte erzeugt werden, die zur elektronischen Artikelüberwachung, Hochfrequenz-Identifizierung und für ähnliche Anwendungen verwendet werden (IEC 62369-1:2008)

7.4 Glossar – Verwendete Abkürzungen

Antennensektor	horizontaler Winkelbereich, in den die Antennen abstrahlen. Es sind zwei Haupttypen im Einsatz: einerseits Rundstrahler, die einen Winkelbereich von 360 ° mit einer Antenne versorgen, anderseits Sektorantennen, die einen Winkelbereich von 60° bis 90° versorgen. Eine deckende Funkversorgung wird daher durch die Anordnung von 3 um 120° versetzte Antennen erreicht.
Basisstation	GSM-Mobilfunksendestation eines Netzbetreibers
BCCH	Broadcast Control Channel, wird immer mit konstanter maximaler Leistung von der Basisstation ausgestrahlt. Das Handy beurteilt anhand dieses Kanals, wie gut der Empfang zu der Basisstation ist
BImSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
BOS	Funknetz der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, d. h. Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste
D1	Abkürzung für GSM-Netz der Firma T-Mobile GmbH
D1-UMTS	Abkürzung für UMTS-Netz der Firma T-Mobile GmbH
D2	Abkürzung für GSM-Netz der Firma Vodafone D2 GmbH
D2-UMTS	Abkürzung für UMTS-Netz der Firma Vodafone D2 GmbH
DECT	Digitaler Übertragungsstandard bei schnurlosen Telefonen. DECT-Telefone können im Freien eine Reichweite bis zu 300 m haben. Sie senden im Frequenzbereich von 1880 MHz bis 1900 MHz. Abkürzung für Digital Enhanced Cordless Telecommunication.
Dezibel- Mikrovolt pro Meter (dBµV/m)	in der Hochfrequenztechnik gebräuchliche Maßeinheit für die elektrische Feldstärke auf der Basis von Mikrovolt (entsprechend 1 Millionstel Volt). Dezibel ist eine logarithmische Einheit: Ein Sprung von 6 Dezibel entspricht hier einer Verdopplung der Intensität. Ein Sender dessen Immissionsfeldstärke mit 120 dBµV/m (entsprechend 1 V/m) gemessen wurde ist daher am Immissionsort doppelt so starke, wie ein Sender mit der Feldstärke von 114 dBµV/m (entsprechend 0,5 V/m).
D-Netz	auch GSM 900-Netz genannt. Der Frequenzbereich im Downlink für das D-Netz liegt in Deutschland zwischen 935 MHz bis 960 MHz. Im D-Netz senden die Mobilfunknetzbetreiber T-Mobile und Vodafone.
Downlink	Abstrahlung einer Basisstation bei einer Funkverbindung im Gegensatz zu "Uplink"
E	Formelzeichen für elektrische Feldstärke
E1	Abkürzung für GSM-Netz der Firma E-Plus Mobilfunk GmbH
E1-UMTS	Abkürzung für UMTS-Netz der Firma E-Plus Mobilfunk GmbH
E2	Abkürzung für GSM-Netz der Firma O2 (Germany) GmbH
E2-UMTS	Abkürzung für UMTS-Netz der Firma O2 (Germany) GmbH
EMF	Abkz. für Elektromagnetische Felder
E-Netz	auch GSM 1800-Netz genannt. Der Frequenzbereich im Downlink für das E-Netz liegt in Deutschland zwischen 1820 MHz bis 1880 MHz. Im E-Netz senden hauptsächlich die Mobilfunknetzbetreiber E-Plus und O2, jedoch haben auch T-Mobile und Vodafone hier einen Frequenzbereich zur Verfügung.
Frequenz	Schwingungsanzahl von Wellen je Sekunde, gemessen in Herz
Gigahertz (GHz)	Technische Einheit für 1 Milliarde Schwingung pro Sekunde
GSM	Abkürzung für Global System of Mobile Communication; Mobilfunksystem der zweiten Generation (2G); Bezeichnung für den im D-Netz, E-Netz und GSM Rail gebräuchlichen digitalen Übertragungsstandard.
GSM Rail	Mobilfunknetz der Deutschen Bahn basierend auf dem GSM-Standard. Die Sendefrequenzen liegen im Bereich 920 MHz bis 925 MHz.
Hertz (Hz)	Technische Einheit für 1 Schwingung pro Sekunde
HSK	Hauptsendekeule; Hauptabstrahlrichtung einer Antenne

LOS	Line of Sight; es besteht Sichtverbindung zu einer Antenne
Megahertz (MHz)	Technische Einheit für 1 Million Schwingung pro Sekunde
NLOS	Non Line of Sight; es besteht keine Sichtverbindung zu einer Antenne
Node B	Bezeichnung für eine Basisstation im UMTS-Netz
nöF	nichtöffentlicher Festfunk
nömL	nichtöffentlicher mobiler Landfunk
RegTP	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post
Repeater	Verstärkt die Mobilfunkstrahlung; wird z. B. in Gebäuden eingesetzt, in denen schlechter Empfang besteht, oder in hügeligen Gelände um abgeschattete Gebiete besser zu versorgen.
Rx	Receiving Channels; Abkürzung für Empfangskanäle; Im Gegensatz zu Tx
Sendeleistung	Die von einer Sendeantenne abgestrahlte Leistung
TCH	Traffic Channel, Verkehrskanal. Die Ausstrahlung der Verkehrskanäle ist abhängig vom Gesprächsaufkommen und der Verbindungsqualität. Bei wenigen Gesprächen wird nur der BCCH-Kanal ausgestrahlt. Bei steigendem Gesprächsaufkommen werden sukzessive ein oder mehrere TCH-Kanäle hinzu geschaltet. Diese sind leistungsgeregelt, d. h. besteht eine gute Verbindung zum Handy kann die abgestrahlte Leistung reduziert werden. Maximal 8 Gespräche können über einen TCH-Kanal gleichzeitig geführt werden.
Tx	Transmitting Channels; Abkürzung für Sendekanäle; Überbegriff für BCCH und TCH-Kanäle, Im Gegensatz zu Rx
UHF	Ultra High Frequency – Band, ein Sendefrequenzbereich für Fernsehkanäle
UHS	Ultra High Site, von der Fa. E-Plus patentiertes Verfahren, zur ergänzenden, flächendeckenden UMTS-Versorgung von Ballungsräumen von Standorten mit einer Höhe größer 100 m
UKW	Ultrakurzwelle
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System; Mobilfunksystem der dritten Generation (3G) mit deutlich höherer Datenübertragungskapazität und anderem Übertragungsstandard. Das Netz ist derzeit im Aufbau.
Uplink	Abstrahlung eines Handys bei einer Funkverbindung im Gegensatz zu "Downlink"
VHF	Very High Frequency– Band, ein Sendefrequenzbereich für Fernsehkanäle
Volt pro Meter (V/m)	Technische Maßeinheit für die elektrische Feldstärke. Diese ist ein Maß für den Spannungsabfall zwischen zwei Punkten. Die Feldstärke von 1 V/m entspricht daher einer Spannungsverminderung von 1 Volt in 1 m Abstand. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV angegeben.
Watt (W)	Technische Einheit für die Sendeleistung
Watt pro Quadratmeter (W/m²)	Technische Einheit für die Leistungsflussdichte, auch in den Einheiten mW/m² = 1/1.000 W/m² und µW/m² = 1/1.000.000 W/m² gebräuchlich