Industrie Service

Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.

Mobilfunkgutachten und Immissionsprognose für die Gemeinde Allensbach

Errichtung einer Mobilfunkanlage durch die Fa. Telefónica im Kernort Allensbach

Auftraggeber:	Gemeinde Allensbach Rathausplatz 1 78476 Allensbach
Berichtsnummer:	1 718 179-MFG-IP
Bestellzeichen:	21.09. und 14.10.2011, Bgm. Kennerknecht
Untersuchungsgebiet:	Gemeindegebiet Allensbach
Mobilfunksender:	Geplante Erweiterung der Sendeanlage am Standort Walzenberg durch die Fa. Telefónica
Sachverständiger:	Dr. Thomas Gritsch Telefon: 089/5791-1110 Telefax: 089/5791-1098 E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de
Berichtsumfang:	39 Seiten

Datum: 23. November 2011

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

Dokument:
1111 MFG-IP Allensbach.docx

Bericht Nr. 1 718 179-MFG-IP

Das Dokument besteht aus 39 Seiten.
Seite 1 von 39

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)

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

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

Industrie Service

Inhaltsverzeichnis

0 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN 3
1 AUFGABENSTELLUNG 6
2 MOBILFUNKANLAGEN 6
2.1 Geplante Mobilfunkanlagen 7
2.2 Funktechnische Beurteilung der derzeitigen Situation laut Telefónica 8
2.3 Kriterien für die Beurteilung von Mobilfunkstandorten 9
2.4 Standort Walzenberg – D1, D2, E1 10
2.5 Standort Röhrenberg – E2 12
3 UNTERSUCHTE SZENARIEN 14
4 BEZUGSPUNKTE 17
5 VORGEHENSWEISE UND ERLÄUTERUNGEN ZU DEN BERECHNUNGEN 18
5.1 Berechnungsverfahren 18
5.2 Fehlerabschätzung 18
6 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN - GRENZWERTE 20
7 FUNKABDECKUNG FÜR DIE VERSCHIEDENEN STANDORTALTERNATIVEN 20
7.1 Funkabdeckung Standorte Walzenberg und Röhrenberg, derzeit 21
7.2 Funkabdeckung Standort Walzenberg - Erhöhung auf 35 m 22
7.3 A1: Funkabdeckung Standort Radolfzeller Straße 33 23
7.4 A2: Funkabdeckung Standort Telekomgebäude 24
7.5 A3: Funkabdeckung Standort Eichelrain 25
7.6 A4: Funkabdeckung Standort Gewerbegebiet 25
7.7 A5: Funkabdeckung Standort Kapplerfeld 26
7.8 A6: Funkabdeckung Standort Höhrenberg 27
7.9 Bewertung der funktechnischen Eignung 28
8 VERTEILUNG DER ELEKTRISCHEN FELDSTÄRKE FÜR ALLENSBACH 29
8.1 Vorbelastung durch Standorte Walzenberg und Röhrenberg, derzeit 30
8.2 Erweiterung Standort Walzenberg mit Telefónica Anlagen 30
8.3 Erweiterung Standort Walzenberg mit E-Plus UMTS-Anlagen 31
8.4 Standort Walzenberg (25 m Höhe) allein mit Telefónica Anlagen 31
8.5 Standort Walzenberg (35 m Höhe) 32
8.6 Standort Radolfzeller Str (17 m Höhe) allein mit Telefónica Anlagen 33
8.7 Standort Kapplerfeld (70 m Höhe) mit Röhrenberg allein mit Telefónica Anlagen 33
8.8 Standort Höhrenberg (25 m Höhe) allein mit Telefónica Anlagen 34
9 IMMISSIONSWERTE AN DEN BEZUGSPUNKTEN 34
10 ANHANG 36
10.1 Einzelwerte an den Bezugspunkten einschließlich Vorbelastung 36
10.2 Umrechnungsfaktoren 37
10.3 Technische Daten der Mobilfunkanlagen 38

0 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Fa. Telefónica plant die Errichtung einer Sendeanlage im Ortszentrum der Gemeinde Allensbach. Die Gemeinde Allensbach strebt an, Mobilfunkanlagen nur außerhalb bebauter Gebiete auf dem Gemeindegebiet zuzulassen. Deswegen wurde die Anlagen in der Ortsmitte abgelehnt und parallel dazu ein Bebauungsplanverfahren aufgelegt. Alternativ wurde eine Erweiterung des bestehenden Funkmasts am Walzenberg in Erwägung gezogen.

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH wurde nun von der Gemeinde Allensbach beauftragt das geplante Bauvorhaben von Telefónica hinsichtlich der Immissionsminimierung zu bewerten und zu prüfen, ob es noch bessere Standorte im Gemeindegebiet gäbe, die funktechnisch ähnlich geeignet sind.

Die im Folgenden dargestellten Untersuchungen brachten folgendes Ergebnis:

Immissionswerte

- Die durchschnittliche Immissionsbelastung an den Bezugspunkten (gelbe Balken) sowie der höchste Immissionswert (blauer und dunkelblauer Balken) im gesamten Beurteilungsgebiet sind in folgender Abbildung für die verschiedenen untersuchten Varianten zusammengefasst. Die höchsten Immissionen treten dabei durchgängig östlich des Funkmasts am Röhrenberg auf.

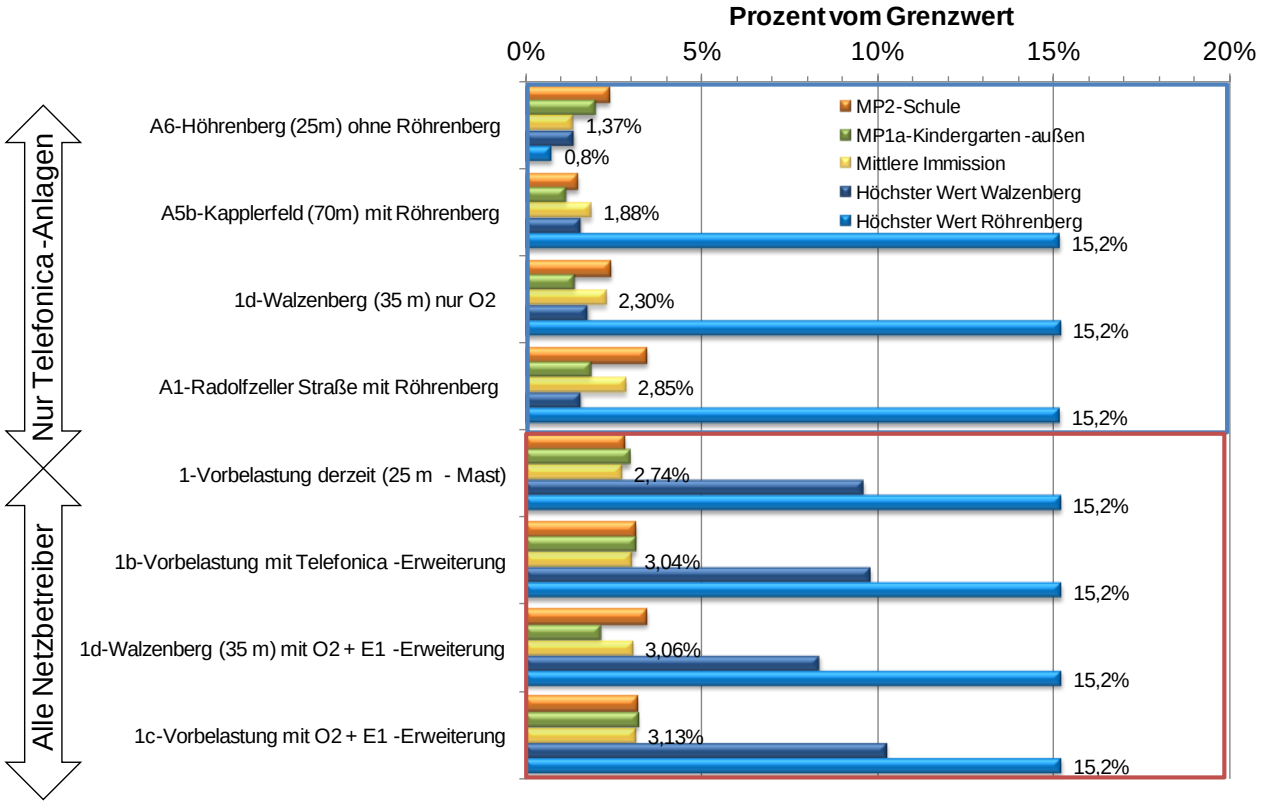


Abb. 1: Gegenüberstellung der durchschnittlichen Immissionen an den Beurteilungspunkten sowie des höchsten Wertes sortiert nach der durchschnittlichen Belastung, jeweils getrennt für die Mobilfunkanlagen aller Netzbetreiber und nur die der Fa. Telefónica.

- Die derzeitigen Immissionsauswirkungen der Standorte Walzenberg und Röhrenberg (1-Vorbelastung) auf die Ortschaft Allensbach sind gering. Im Schnitt werden nur 2,74 % vom Grenzwert erreicht. Dies liegt in der Bandbreite der durchschnittlichen Belastung in Ge-

meinden, die in einem großen Messprogramm in Bayern zu rund 2 %[1] vom Grenzwert ermittelt wurde. Sie liegen zudem weit unter den österreichischen und Schweizer Vorsorgewerten, die bei rund 10 % vom Grenzwert angesiedelt sind. Der höchste Immissionswert wird dabei unmittelbar im Nahbereich des Sendemasts Röhrenberg mit 15,2 % vom Grenzwert im unbebauten Bereich erreicht.

- Die Erweiterung des Standorts Walzenberg mit den geplanten Anlagen von Telefónica und E-Plus (Variante 1c) würde die Immissionswerte im Schnitt auf 3,13 % vom Grenzwert ansteigen lassen. Der höchste Wert am Röhrenberg bleibt dadurch unverändert, der am Walzenberg würde von 9,6 % auf 10,3 % steigen. Auch die Immissionswerte an Schule und Kindergarten (orange und grüne Balken) würden auf ca. 3,2 % vom Grenzwert ansteigen.
- Die Erhöhung des Sendemasts am Walzenberg von 25 m Höhe auf 35 m bewirkt einerseits einen leichten Rückgang der durchschnittlichen Immissionen auf 3,13 % vom Grenzwert, anderseits eine Reduzierung der Immissionen am Kindergarten um etwa ein Drittel auf 2,2 %, da dieser in den Funkschatten der Anlage gerät. Im Gegensatz steigen die Werte an der Schule dafür aber rechnerisch um etwa 10 % auf 3,5 % vom Grenzwert an, da diese etwas mehr im Strahlenmaxima zu liegen kommt.

Vergleich der Standortalternativen

- Im Weiteren wurden verschiedene Standortalternativen miteinander verglichen, wobei eine typische Ausbaukonfiguration der Fa. Telefónica zu Grunde gelegt wurde.
- Am ungünstigsten stellte sich hierbei aus Immissionsschutzgründen die Alternative Radolfzeller Str. da, obwohl sie funktechnisch gut geeignet wäre. Am besten die Variante Höhrenberg, da diese eine komplette Funkabdeckung von nur einem Standort erlaubt und damit auf den Standort Röhrenberg verzichtet werden könnte. Ein Mobilfunkmast auf dem Höhrenberg kann hinsichtlich seiner Akzeptanz als ausgeschlossen bewertet werden.
- Bei der Variante Kapplerfeld ist ein 70 m hoher Mast erforderlich, um zusammen mit dem Standort Röhrenberg eine funktechnisch akzeptable Versorgung für Allensbach zu gewährleisten. Aufgrund der Entfernung zum Ort und dem hohen Mast führt dies auch zu geringen Immissionen, ist aber für Datenübertragungstechniken wie UMTS dadurch wenig geeignet. Auch sind die hohen Investitionskosten und die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes negativ zu werten.
- Die beste Kompromisslösung stellt daher die Beibehaltung des jetzigen Standorts Walzenberg da, wobei jedoch eine Erhöhung auf eines Masthöhe von 35 m zu empfehlen ist. Dadurch würden die Immissionen am Kindergarten deutlich sinken. Der sich rechnerisch bei ungehinderter Ausbreitung der Wellen ergebende Anstieg der Immissionswerte im Bereich der Schule kommt effektiv so nicht zu Stande, da, wie die Mobilfunkmessungen zeigten, die Immissionswerte an der Schule aufgrund der fehlenden Sichtverbindung zum Standort Walzenberg tatsächlich etwa um den Faktor 2 niedriger liegen.
- Unter Berücksichtigung der Strahlenexposition (Abb. 1) ergibt sich daher folgende Gesamtbewertung der Alternativstandorte für die derzeitigen Erweiterungsabsichten der Fa. Telefónica. Mindestens gut geeignete Standorte sind hierbei grün hinterlegt.

  Die untersuchten Standortalternativen A2a (Telekomgebäude 25 m), A3 (Eichelrain), A4 (Gewerbegebiet) und A5a (Kapplerfeld – 30 m Mast) erwiesen sich als funktechnisch nicht oder nur schlecht geeignet und wurden daher nicht weiterverfolgt. Die Alternative A2b „Telekomgebäude mit 70 m Mast“ wäre zwar funktechnisch möglich, ist aber aus unserer Sicht nicht genehmigungsfähig und akzeptabel. Diese wurde daher ebenfalls ausgeschlossen.

[1] Messunsicherheit von 40 % abgezogen.

Nr.	Beschreibung	Strahlen-belastung	Gesamtbeurteilung inkl. funktechnischer Beurteilung	
			GSM	UMTS/LTE
1a	Walzenberg 25 m	o	o / +	o / +
1d	Walzenberg 35 m	o / +	+	+
A1	Radolfzeller Str. 17 m mit Röhrenberg	- -	o	o
A5b	Kapplerfeld 70 m mit Röhrenberg	+	+	o
A6	Höhrenberg 25 m	+ +	+ +	+ +

- Jede untersuchte Standortalternative würde jedoch Immissionen verursachen, die immer noch unter den Werten liegen, die durch die jetzige Telefónica - Planungsvariante in der Radolfzeller Straße erzeugt werden würde.
- Aus Sicht der Strahlenminimierung, des Erweiterungspotentials und der vorhandenen Infrastruktur würde daher die Standortalternative Höhrenberg die beste Alternative darstellen, aufgrund vermutlich mangelnder Akzeptanz ist jedoch die Alternative Walzenberg mit 35 m Höhe vorzuziehen.
- Die deutschen Grenzwerte der 26. BImSchV werden jedoch auch für den Fall, dass alle beantragten Frequenzkanäle durch die Betreiber genutzt werden, für alle Alternativen sicher eingehalten (siehe Abb. 1 und Abb. 39). Neben den deutschen Grenzwerten wird auch der Schweizer Anlagengrenzwert[2] im bebauten Bereich für alle Varianten eingehalten, der österreichische Vorsorgewert ebenfalls bis auf die Standortvariante Radolfzeller Straße.
- Es sei besonders darauf hingewiesen, dass die Immissionsprognose vom ungünstigsten Fall ausgeht: Volle Sendeleistung und durch Bäume, Sträucher und Gebäude ungehinderte Ausbreitung der Strahlung. Die tatsächlichen Immissionswerte insbesondere im Inneren von Gebäuden und an auch an Orten im Freien, wo keine Sichtverbindung zu den Sendeanlagen vorhanden ist, werden daher typischerweise mindestens um den Faktor 1,5 bis 5 niedriger liegen.

[2] 5 V/m, maximaler Immissionswert für von einem bestimmten GSM-Mobilfunkstandort ausgehende Strahlung in Orten empfindlicher Nutzung wie Wohnungen, Kindergärten, Schulen etc.

1 Aufgabenstellung

Die Fa. Telefónica plant die Errichtung einer Sendeanlage im Ortszentrum der Gemeinde Allensbach. Die Gemeinde Allensbach strebt an, Mobilfunkanlagen nur außerhalb bebauter Gebiete auf dem Gemeindegebiet zuzulassen. Deswegen wurde die Anlagen in der Ortsmitte abgelehnt und parallel dazu ein Bebauungsplanverfahren aufgelegt. Alternativ wurde eine Erweiterung des bestehenden Funkmasts am Walzenberg in Erwägung gezogen.

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH wurde nun von der Gemeinde Allensbach beauftragt das geplante Bauvorhaben von Telefónica hinsichtlich der Immissionsminimierung zu bewerten und zu prüfen, ob es noch bessere Standorte im Gemeindegebiet gäbe, die funktechnisch ähnlich geeignet sind.

Anlass der Untersuchung ist ein Bebauungsplanverfahren, das von der Gemeinde aufgrund des Bauvorhabens der Fa. Telefónica O_2 angestoßen wurde. Die gutachterliche Bewertung gliedert sich in zwei Teile:

Der erste Teil beschäftigt sich mit der derzeitigen Situation und dem Erweiterungsvorhaben am Walzenberg. Insbesondere sollen hier folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Welche Immissionsbelastung besteht durch die derzeit vorhandenen Standorte im Gemeindegebiet bzw. direkt angrenzend?
- Wie verändert sich die Immissionsbelastung für Allensbach durch die Konzentration der Mobilfunkanlagen aller Netzbetreiber auf dem Standort Walzenberg bzw. gibt es Nachteile für die Funkabdeckung?

Dazu werden die vorhandenen Mobilfunkstandorte in ein Rechenprogramm aufgenommen. Grundlage sind dabei die von der Bundesnetzagentur zur Verfügung gestellten technischen Daten der Mobilfunksendeanlagen, auf denen die Standortbescheinigungen basieren. Die Übereinstimmung des genehmigten Ausbaus der Mobilfunkstandorte mit dem tatsächlichen wurde mit Immissionsmessungen (Bericht Nr.: 1 718 179-MFM vom 27.10.2011) überprüft. Weiterhin erfolgte eine Bewertung der bestehenden Mobilfunkstandorte hinsichtlich Umweltverträglichkeit und der Eignung für eine Mitnutzung durch andere Mobilfunkbetreiber bzw. der Erweiterung des Standorts durch zusätzliche Sendeanlagen.

Im zweiten Teil werden weitere mögliche Standortalternativen bewertet und mit der jetzt geplanten Variante am Walzenberg verglichen.

2 Mobilfunkanlagen

Derzeit existieren 2 Mobilfunkstandorte im Ortsgebiet von Allensbach. Die für die Berechnung verwendeten technischen Daten der Sendeanlagen finden sich im Anhang dieses Gutachtens. Die Immissionsberechnung basiert auf dem in den Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur genehmigten Ausbauzustand.

Abb. 2 zeigt wie sich die EIRP[3]-Sendeleistung, also die am Antenneneingang eingespeiste Sendeleistung, einschließlich des Antennengewinns, auf die bestehenden Standorte verteilt. Die höchste Sendeleistung weist demnach der Standort Walzenberg auf, der allerdings von drei Betreibern genutzt wird. Dagegen hat Telefónica allein bereits mehr als zwei Drittel der Sendeleistung des Standorts Walzenberg am Standort Röhrenberg installiert.

[3] EIRP – (Equivalent Isotropic Radiation Power) - abgestrahlter Sendeleisung inkl. des Antennengewinns

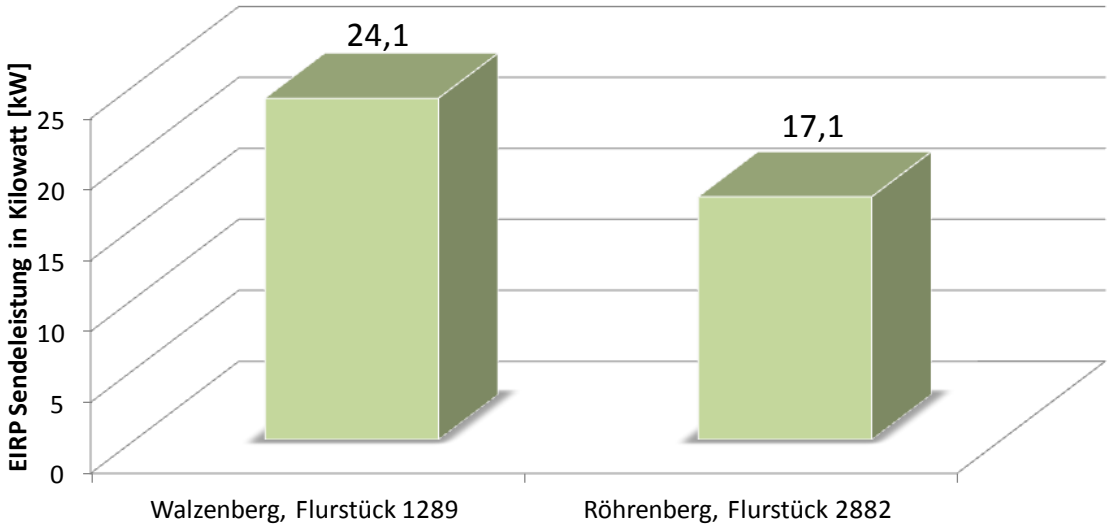


Abb. 2: Summen - EIRP-Sendeleistung der einzelnen Standorte

Abb. 3 zeigt die Lage der bestehenden Mobilfunkstandorte in einem dreidimensionalen Höhenprofil der Region. Man erkennt, dass sich die Mobilfunkstandorte derzeit vorrangig in exponierten Lagen befinden.

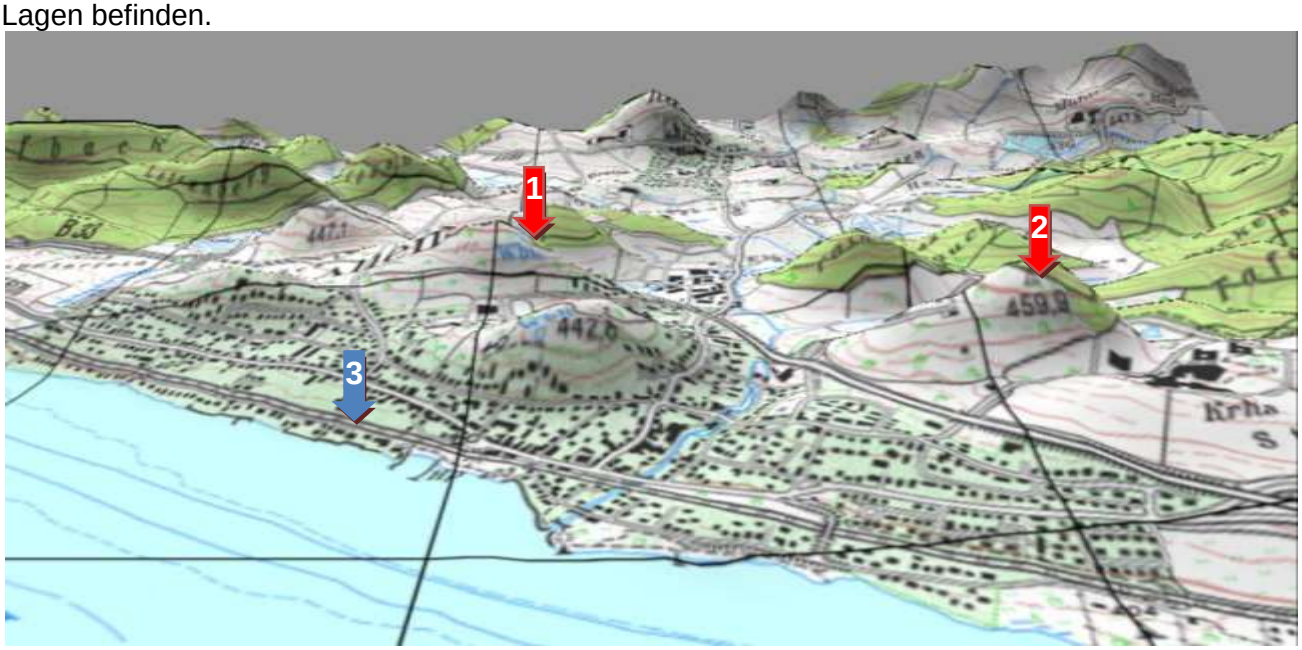


Abb. 3: Dreidimensionale Darstellung der Topographie um Allensbach mit angedeuteter Lage der bestehenden Mobilfunkstandorte (rote Pfeile) und der ursprünglichen Planung von Telefónica (blauer Pfeil)

2.1 Geplante Mobilfunkanlagen

Nähere Informationen zu den geplanten Sendeanlagen der Fa. Telefónica liegen nur sehr Lückenhaft vor. So ist nur der Antennentyp bekannt, der eingesetzt werden soll. Über diesen kann GSM1800, UMTS oder LTE abgestrahlt werden. Es wurde daher angenommen, dass Telefónica den Standort mit GSM1800 und der Breitbandtechnik UMTS ausbauen wird.

Weiterhin plant auch E-Plus den Standort Walzenberg mit UMTS zu erweitern. Da auch von diesem Betreiber keine konkreten Planungsdaten verfügbar waren, wurde hier ebenfalls eine Standardkonfiguration verwendet.

Detaillierte Angaben zur verwendeten funktechnischen Konfiguration der Anlagen finden sich bei den technischen Daten der Anlagen im Anhang.

2.2 Funktechnische Beurteilung der derzeitigen Situation laut Telefónica

Aus dem im Abb. 4 dargestellten Lageplan mit der Funkabdeckung der Fa. Telefónica in Allensbach ist erkennbar, dass die Versorgung mit dem vorhandenen Standort am Röhrenberg und in den Nachbarorten derzeit nur im östlichen Teil von Allensbach außerhalb von Gebäuden gut ist. Der Nachrüstungsbedarf ist daher plausibel.

Abb. 4: Funkabdeckung durch die nächsten Standorte der Telefónica

Wie Abb. 4 und Abb. 5 (Quelle: www.telefonica.de/ext/portal/online/2401/index; 10.11.2011) zu entnehmen ist, können auch Telefónica-Standorte in benachbarten Gemeinden (jeweils mit roten Punkten symbolisiert) aufgrund der Entfernung und den topographischen Verhältnissen keine flächendeckende Versorgung in Allensbach sicherstellen. Nur der östliche Teil von Allensbach ist durch den Standort am Röhrenberg gut versorgt.

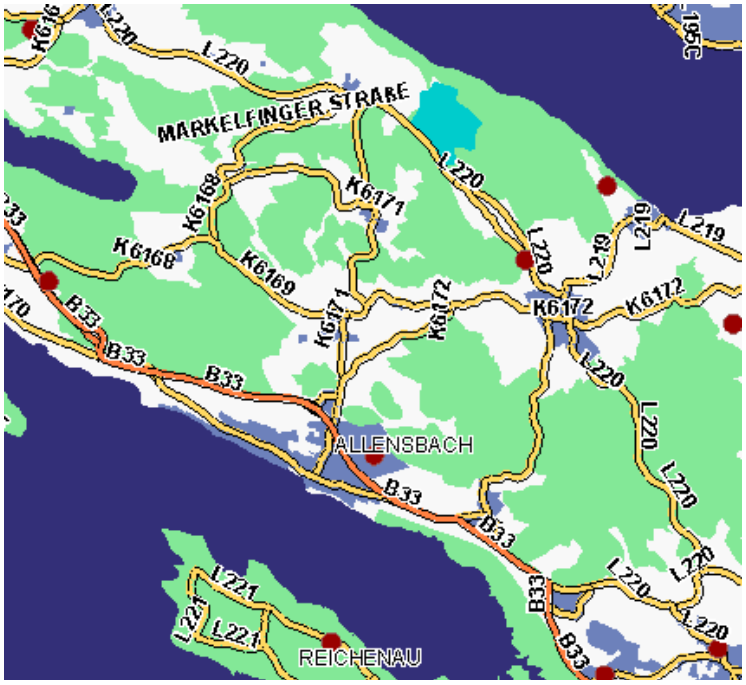


Abb. 5: Lage der nächsten Mobilfunkstandorte der Fa. Telefónica

2.3 Kriterien für die Beurteilung von Mobilfunkstandorten

Für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit und damit Erweiterungsfähigkeit von Standorten wurden folgende Kriterien angelegt:

I. Schutzziel - Strahlenminimierung:

1. Die Immissionswerte elektromagnetischer Strahlung durch Mobilfunkbasisstationen sollen für die Bevölkerung vor allem in Wohngebieten so gering wie möglich gehalten werden.
2. Konsequenterweise sollen Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN), wie Wohnungen, Kindergärten, Schulen etc. mindestens in 100 m Abstand zu den Mobilfunkantennen liegen. Die jeweilig letztliche Entscheidung erfolgt jedoch im Einzelfall mit der Zielsetzung der Strahlenminimierung.
3. Die Mobilfunkstandorte sollen eine ausreichende Höhendifferenz zur benachbarten Bebauung aufweisen.
4. Die installierte Sendeleistung/Anzahl Mobilfunksysteme soll in passendem Verhältnis zu den unter Punkt 1 und 2 genannten Kriterien liegen.
5. Die Standorte sollten nicht zu weit weg von den Nutzern liegen, damit die Leistungsregelung wirksam werden kann.

II. Gestalterische Aspekte, Wirkung, Aspekte der Bauleitplanung:

6. Die Antennenanlagen sollen optisch nicht störend im Ortsbild auffallen und müssen dem Charakter der Bebauung entsprechen. Die Antennenanlagen sollen nach Möglichkeit unauffällig platziert werden.
7. Aspekte des Denkmal- und Landschaftsschutzes sind zu beachten. Die Antennenmasten müssen passende Proportionen zu den Bauten haben, auf denen Sie errichtet sind.
8. Vorrangig sollen die Antennen in Gewerbegebieten oder im Außenbereich errichtet werden. Wohngebiete, insbesondere reine Wohngebiete, sowie die unmittelbare Nähe zu Schulen und Kindergärten sind möglichst zu meiden.

Die obigen Kriterien wurden in folgendes Bewertungsschema umgesetzt, das schließlich auf die Standorte im Gemeindegebiet Anwendung fand:

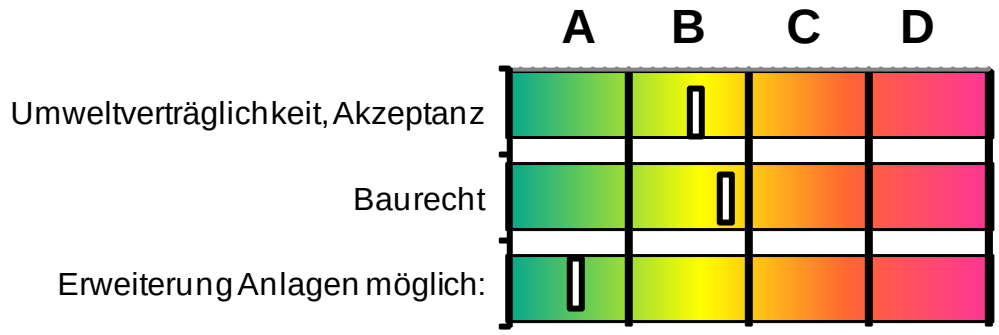
Themen	**Bewertungskriterien**				
Umweltverträglichkeit, Akzeptanz	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
max. Immissionswerte (OMEN):	> 8 V/m	5 - 8 V/m	2,5 - 5 V/m	0,6 - 2,5 V/m	< 0,6 V/m
Höhenunterschied zur Wohnbebauung:	0 m	1- 5 m	5-10 m	10-15 m	>15 m
Horizont. Sicherheitsabstand lt. StOB:					
Installierte EIRP-Sendeleistung:	>20	15-20	10 - 15	5 - 10	< 5
Abstand Kindergärten, Schulen, Whg:	0 m	50 m	100 m	200 m	> 200 m
Akzeptanz Bürger:	heftiger Widerstand	einige Proteste	neutral	mehrheitlich	nahezu vollständig
Wirkung Antennenanlagen, optisch	störend	auffällig	angepasst	kaum sichtbar	nicht sichtbar
Baurecht	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Restriktionskriterien	NSG/FFH	LSG	Denkmal	Ortsbild	kein
- Schutzgebiet oder angrenzend:					
- Denkmalschutz					
- Ortsbild					
Gebietscharakter:	reines WG	allg. WG	Ort	außen	GWG
- Freistellung erforderlich:					
- Siedlungsbereich:					
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
Erweiterung Anlagen möglich:	nein	nur eingeschränkt		maßvoll	problemlos

2.4 Standort Walzenberg – D1, D2, E1

Abb. 6: Blick auf Funkmast vom Höhrenberg

Abb. 7: Sendeanlage

Standort:		**Walzenberg, Flurstück 1289**	
Antennenhöhe		15,4 m	
Standortbescheinigung BNetzA:		27 00 93 vom 05.04.2007	
Art der Anlage:		Funkmast	
Eigentumsverhältnisse:		Gemeinde	
Installierte Anlagen	Telekom:	GSM900, GSM1800, UMTS	
	Vodafone:	GSM900, UMTS	
	E-Plus:	GSM900, GSM1800, (UMTS)	
	Telefónica:	(GSM900, UMTS)	**Bewertung (Note 1 - 5)**
Umweltverträglichkeit, Akzeptanz			**2,5**
max. Immissionswerte (OMEN):		< 2,5 V/m	2
Höhenunterschied zur Wohnbebauung:		>15 m	1
Horizont. Sicherheitsabstand lt. StOB:		17,27 m	
Installierte EIRP-Sendeleistung:		25,8 kW	5
Abstand Kindergärten, Schulen, Whg:		> 180 m	2
Akzeptanz Bürger:		mehrheitlich	2
Wirkung Antennenanlagen, optisch		angepasst	3
Baurecht			**2,8**
Restriktionskriterien			3,5
- Schutzgebiet oder angrenzend:		Biotop, angrenzend	
- Denkmalschutz		nein	
- Ortsbild		kaum	
Gebietscharakter:		Außenbereich	2
- Freistellung erforderlich:		nein	
- Siedlungsbereich:		in 150 m Entfernung	
Erweiterung Anlagen möglich:		eingeschränkt mit Optimierung	**1,5**



Gesamtbewertung: BBA

Messergebnisse im Umfeld[4]:	Messpunkt 1a (Kindergarten Walzenberg)	1,25 V/m
Werte der Immissionsprognose im Umfeld des Standorts:	Messpunkt 1a (Kindergarten Walzenberg)	1,24 V/m
	Höchster Wert[5] (1,5 m Höhe)	
	unbebauter Bereich	4,01 V/m
	an Bebauung (6. OG)	1,82 V/m

Abb. 8: Immissionsverteilung im Umfeld des Standort Walzenberg bei Vollausbau der nach aktueller Standortbescheinigung
(Höchster Wert in 1,5 m Höhe mit grünen Kreis und Pfeil markiert)

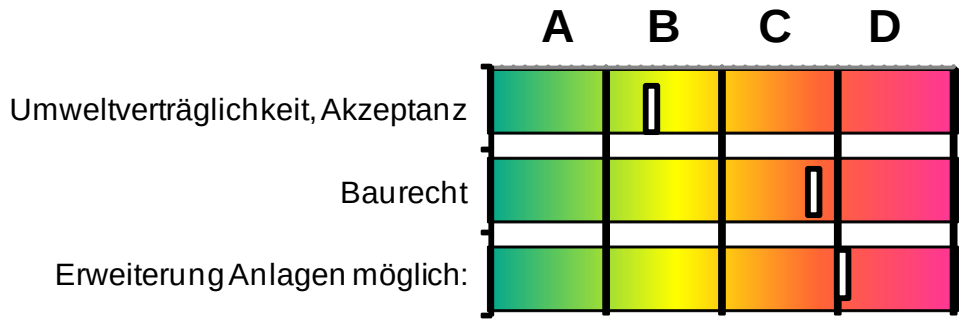
[4] Jeweils ohne Sicherheitszuschlag von 41%
[5] Im Feldstärkeplot jeweils durch kleinen grünen Kreis markiert

2.5 Standort Röhrenberg – E2

Abb. 9: Blick auf Funkmast mit Verwaltungsgebäude der Kliniken Schmieder im Vordergrund

Abb. 10: Sendeanlage

Standort:	**Röhrenberg, Flurstück 2882**	
Antennenhöhe	7,8 m	
Standortbescheinigung BNetzA:	27 008 22 vom 06.07.06	
Art der Anlage:	Funkmast	
Eigentumsverhältnisse:	privat	
Installierte Anlagen Telekom:	-	
Vodafone:	-	
E-Plus:	-	
Telefónica:	GSM900, UMTS	**Bewertung (Note 1 - 5)**
Umweltverträglichkeit, Akzeptanz		**2,3**
max. Immissionswerte (OMEN):	< 2,5 V/m	2
Höhenunterschied zur Wohnbebauung:	10 - 15 m	2
Horizont. Sicherheitsabstand lt. StOB:	14,05 m	
Installierte EIRP-Sendeleistung:	17,1 kW	4
Abstand Kindergärten, Schulen, Whg:	140 m bzw. 240 m (Klinik)	2
Akzeptanz Bürger:	mehrheitlich	2
Wirkung Antennenanlagen, optisch	kaum sichtbar	2
Baurecht		**3,8**
Restriktionskriterien		5
- Schutzgebiet oder angrenzend:	FFH, Landschaftsschutz, Biotop	
- Denkmalschutz	nein	
- Ortsbild	nein	
Gebietscharakter:	Außenbereich	2,5
- Freistellung erforderlich:	nein	
- Siedlungsbereich:	in 240 m Entfernung	
Erweiterung Anlagen möglich:	eingeschränkt mit Optimierung	**4,0**



Gesamtbewertung: BCD

Messergebnisse im Umfeld[6]:	Messpunkt 4 (Kliniken Schmieder)	1,25 V/m
Werte der Immissionsprognose im Umfeld des Standorts:	Messpunkt 4 (Kliniken Schmieder)	1,23 V/m
	Höchster Wert[7] (1,5 m Höhe)	
	unbebauter Bereich:	6,34 V/m
	an Bebauung	1,53 V/m

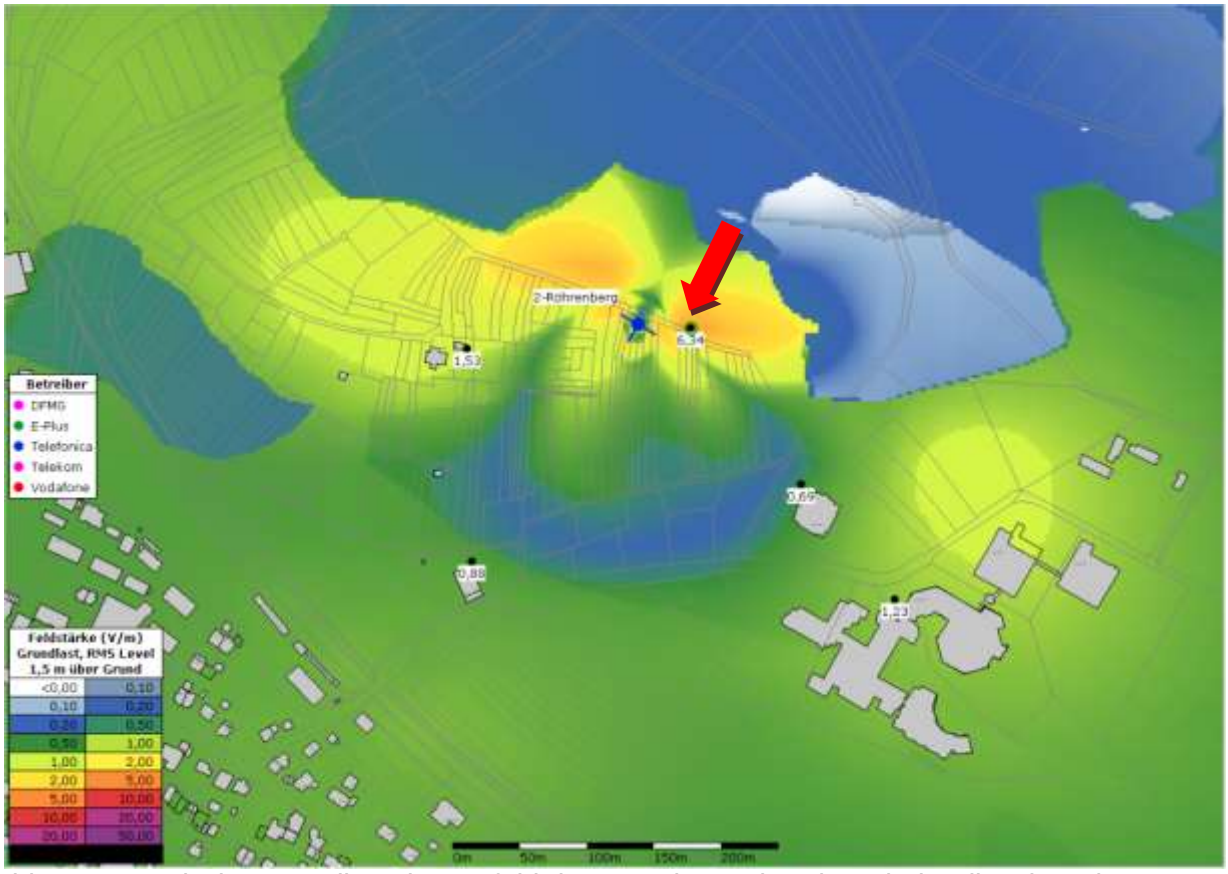


Abb. 11: Immissionsverteilung im Umfeld des Standort Röhrenberg bei Vollausbau der Mobilfunkstandorte nach aktueller Standortbescheinigung (Höchster Wert in 1,5 m Höhe mit grünen Kreis und Pfeil markiert)

[6] Jeweils ohne Sicherheitszuschlag von 41%
[7] Im Feldstärkeplot jeweils durch kleinen grünen Kreis markiert

3 Untersuchte Szenarien

Im Rahmen der Aufgabenstellung werden daher folgende Szenarien untersucht, um die Auswirkung des Bauvorhabens sowie möglicher Alternativstandorte auf Allensbach beurteilen zu können. In der Spalte Antennenhöhe (Unterkante) ist die Unterkante der niedrigsten am Standort installierten Antenne zu verstehen. Diese dient als Bezugspunkt für die in der Standortbescheinigung angegebenen Sicherheitsabstände. Die maximale Höhe des Funkmasts ist hingegen in Klammern in der Spalte Beschreibung zu finden.

Nr.	Beschreibung	Antennenhöhe (Unterkante)	GK-Koordinaten, Rechts-, Hochwert, Höhe über N.N.
1a+2	Vorbelastung durch bestehenden Standort Walzenberg und Röhrenberg (25 m Höhe)	15,4 m (WB) 7,8 m (RB)	-
1b	Walzenberg mit Erweiterung durch Anlagen von Telefónica (25 m Höhe)	15,4 m	Rechts 3505093, Hoch 5287097, 449 m
1c	Walzenberg mit Erweiterung durch Anlagen von Telefónica und E-Plus (25 m Höhe)	15,4 m	Rechts 3505093, Hoch 5287097, 449 m
1d	Funkmast Walzenberg um 10 m erhöht auf 35 m Höhe	25 m	Rechts 3505093, Hoch 5287097, 449 m
A1	Alternativstandort Radolfzellerstr. 33 (ursprüngliche Planung von Telefónica)	15 m	Rechts 3504738, Hoch 5286615, 406 m
A2a	Alternativstandort Telekomgebäude, Funkmast mit 25 m Höhe	23 m	Rechts 3505440, Hoch 5286960, 415 m
A2b	Alternativstandort Telekomgebäude, Funkmast mit 70 m Höhe	68 m	Rechts 3505440, Hoch 5286960, 415 m
A3	Alternativstandort Eichelrain, Funkmast mit 30 m Höhe	28 m	Rechts 3505878, Hoch 5287127, 452 m
A4	Alternativstandort Gewerbegebiet, Funkmast mit 30 m Höhe	28 m	Rechts 3505520, Hoch 5287227, 413 m
A5a	Alternativstandort Kapplerfeld an Brücke über B33, Funkmast mit 30 m Höhe	28 m	Rechts 3504158, Hoch 5287420, 417 m
A5b	Alternativstandort Kapplerfeld an Brücke über B33, Funkmast mit 70 m Höhe	68 m	Rechts 3504158, Hoch 5287420, 417 m
A6	Alternativstandort Höhrenberg, Funkmast mit 25 m Höhe	23 m	Rechts 3505260, Hoch 5286607, 442 m

Die genauen für die Berechnung der jeweiligen Szenarien verwendeten technischen Daten der Sendeanlagen finden sich im Anhang. Die Schutzgebiete im Untersuchungsbereich, die topographischen Verhältnisse sowie die Lage der Standortalternativen und Bezugspunkte zeigen die Abb. 12 und Abb. 13.

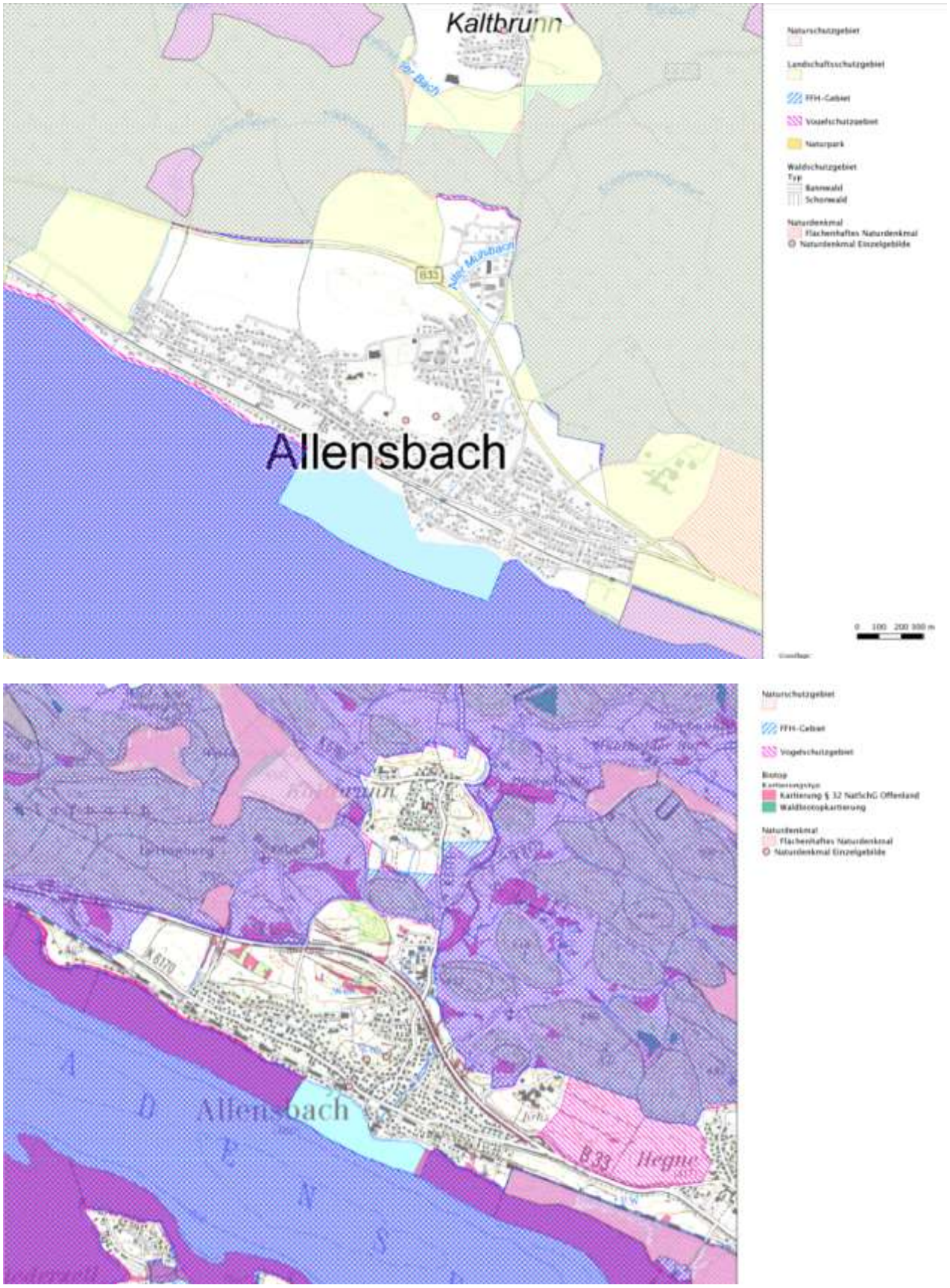


Abb. 12: Schutzgebiete rund um Allensbach laut Kartendienst der LUBW

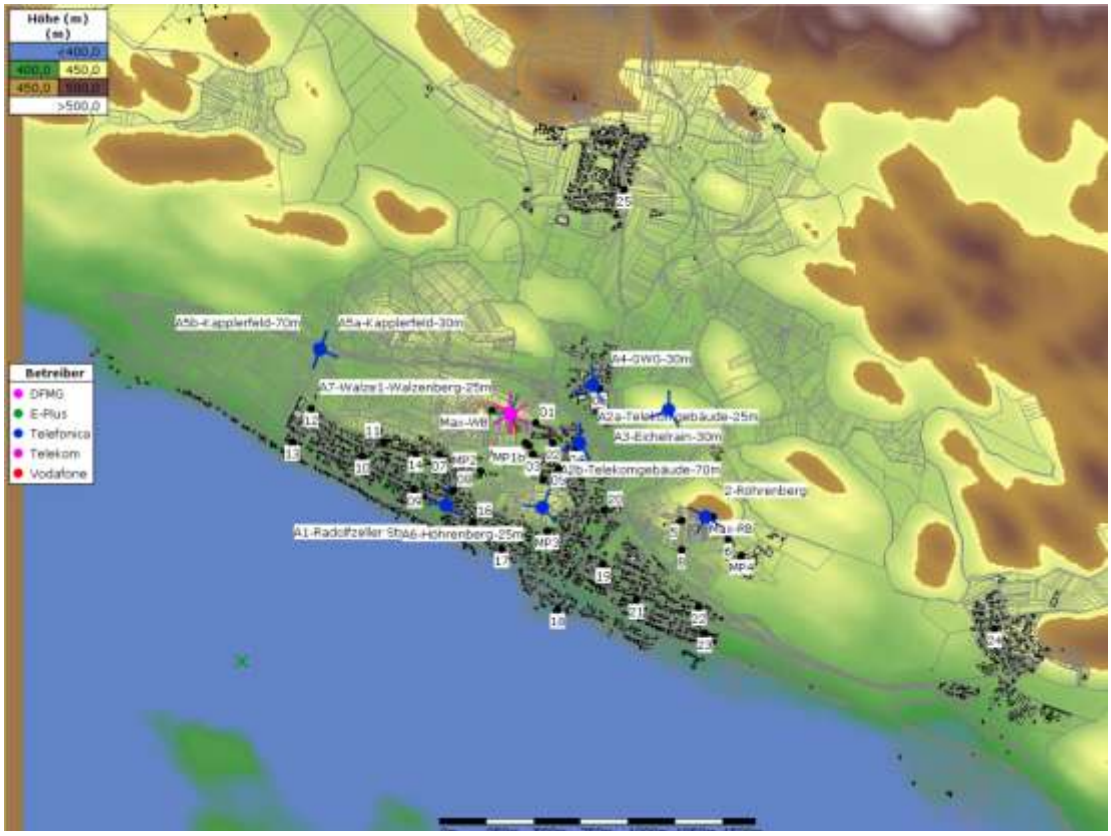


Abb. 13: Lage der untersuchten Standortalternativen und der Bezugspunkte[8]

[8] Grundlage: DGM25; © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (WWW.lgl-.bw.de), Az.: 2851.2 D/2011

4 Bezugspunkte

Die Auswirkung der verschiedenen Szenarien wird an ausgewählten Bezugspunkten gegenübergestellt und bewertet. Die mit Mxx bezeichneten Punkte entsprechen den Messpunkten der Mobilfunkmessungen. Die anderen Punkte wurden zusätztlich aufgenommen.

Nr.	Bezeichnung	Höhe über Erdboden in m	Koordinatensystem Gauß-Krüger		Höhe über N.N. in m
			Rechtwert	Hochwert	
1	Zum Walzenberg 15	1,5	3505217	5287050	433,8
2	Ackerweg 6, 6. OG	18	3505308	5286944	419,3
3	Engelbert-Weltin-Weg	1,5	3505204	5286884	419,0
4	Im Reihetal 5, 3. OG	5,5	3505432	5286923	415,9
5	Scheffelstraße	1,5	3505341	5286811	418,0
6	GWG, Zum Riesenberg	1,5	3505552	5287232	413,3
7	Holzgasse	1,5	3504706	5286886	418,7
8	Kapplerbergstr./Holzgasse	1,5	3504781	5286693	410,2
9	Radolfzellerstr. 57	1,5	3504574	5286699	405,7
10	St. Anna Gasse	1,5	3504300	5286876	408,1
11	Im Vogelsang	1,5	3504414	5286949	418,1
12	Nagelriedstr.	1,5	3504027	5287124	415,0
13	Unterhausgasse	1,5	3503926	5286949	405,8
14	Reichenaublick	1,5	3504579	5286892	417,0
15	Am Rain	1,5	3505260	5286752	423,2
16	Radolfzellerstr. 19	1,5	3504889	5286528	405,0
17	Rathausplatz	1,5	3505039	5286385	398,6
18	Strandweg	1,5	3505331	5286062	397,6
19	Am Bühl	1,5	3505577	5286304	410,1
20	Mühlengasse	1,5	3505579	5286589	405,9
21	Konstanzer Str.	1,5	3505749	5286112	405,1
22	Hochstr.	1,5	3506081	5286078	410,5
23	Thurgauweg	1,5	3506109	5285937	405,3
24	Hegne	1,5	3507647	5285964	427,0
25	Kaltbrunn	1,5	3505686	5288288	433,3
26	Zum Eichenrain, Röhrenberg	1,5	3505990	5286536	444,4
27	Kliniken Schmieder	1,5	3506238	5286436	427,7
28	Zum Tafelholz	1,5	3505992	5286378	421,4
MP1a	Kindergarten-außen	1,5	3505163	5286943	420,8
MP1b	Kindergarten, Innenbereich	1,5	3505183	5286933	420,2
MP2	Schule	1,5	3504925	5286793	419,4
MP3	Montessori Kindergarten	1,5	3505280	5286478	412,6
MP4	Klinik Schmieder, Eingang	1,5	3506307	5286349	429,1
Max-RB		1,5	3506155	5286552	460,1
Max-WB		1,5	3504988	5287116	451,8

Tab 1: Koordinaten der Bezugspunkte

Industrie Service

5 Vorgehensweise und Erläuterungen zu den Berechnungen

5.1 Berechnungsverfahren

Elektromagnetische Wellen breiten sich in Luft frei aus, werden aber in unebenem Gelände gebrochen und reflektiert. Deshalb benötigt man in einer Berechnung ein topologisches Modell, das die Geländeform berücksichtigt.

Auf Basis eines digitalen Höhenmodels - DGM 25 - des Landesvermessungsamtes (Auflösung 25 m) werden die durch die Senderstandorte im Untersuchungsgebiet verursachten Feldstärke-Immissionswerte berechnet und mit einem Auszug aus der digitalen Flurkarte hinterlegt.

Die Berechnungen werden als "worst-case" - Abschätzung mit der auch von der Bundesnetzagentur angewandten Formel für die ideale Freiwellenausbreitung durchgeführt. Reflexionen, Beugungen und Abschattungen durch Gebäude werden damit nicht berücksichtigt.

Die Berechnung wird nur für die elektrischen Felder durchgeführt. In weitem Abstand zur Sendeanlage, unter der so genannten Fernfeldbedingung vorliegen (Abstand > 25 m), ist eine Berücksichtigung der magnetischen Feldstärke nicht erforderlich. Im Fernfeld können elektrische und magnetische Feldstärke direkt ineinander überführt werden. Das unmittelbare Nahfeld der Antenne wird nicht berücksichtigt, weil sich dieser Bereich innerhalb des von der RegTP vorgeschriebenen Schutzabstands befindet. Die Berechnung der elektromagnetischen Leistungsflussdichte in der Einheit V/m (Volt pro Meter) wurde in einer Höhe von 1,5 m über Grund durchgeführt.

Die Berechnung nimmt den ungünstigsten Fall der ungehinderten Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen an. Sie geht zudem davon aus, dass alle Sendeanlagen mit maximaler Sendeleistung auf allen Kanälen arbeiten.

5.2 Fehlerabschätzung

Das Rechenmodell kann die tatsächlichen Immissionen aufgrund der oben beschriebenen Einflussfaktoren nur näherungsweise beschreiben. Für einen Punkt im Untersuchungsgebiet der direkte Sichtverbindung zu den Mobilfunkanlagen hat, ist im Fernfeld (mehr als 100 m) mit einer Unsicherheit von ca. 10 % zu rechnen. Im Nahfeld (30 m bis 100 m) ist, aufgrund möglicher Reflexionen und Ungenauigkeiten in der Digitalisierung der Topographie mit einer Unsicherheit bis zu 40 % zu rechnen.

Für einen Punkt im Untersuchungsgebiet der keine direkte Sichtverbindung zu den Mobilfunkanlagen hat, können die tatsächlichen Werte gegenüber den prognostizierten Werten bis zu dem Faktor 1,5 - 20 (z. B. innerhalb von Gebäuden) niedriger liegen. Da in allen Punkten von der ungünstigsten Situation ausgegangen wurde, wurde die Berechnungsunsicherheit nicht noch zusätzlich auf die Werte aufgeschlagen.

Die folgende Tabelle zeigt den Vergleich zwischen Messung und Immissionsberechnung. Gegenüber den im Messbericht dargestellten Werten ist in folgender Tabelle für den Vergleich mit den Rechenwerten die Messunsicherheit von 41 % abgezogen worden.

Messpunkt		Sicht-verbin-dung	Mobilfunk Messwert V/m	Rechenwert ImmPro V/m	Abweichung V/m	Bemerkung
1a	Kindergarten Walzenberg, an der Straße	ja	1,25	1,24	-0,01	

Messpunkt		Sicht-verbin-dung	Mobilfunk Messwert V/m	Rechenwert ImmPro V/m	Abweichung V/m	Bemerkung
1b	Kindergarten Walzenberg, Eingangshalle	**nein**	0,41	0,43	0,02	Gebäudedämpfung rechnerisch berück-sichtigt
2	Schule, vor dem Eingang	**nein**	0,51	1,18	0,67	
3	Kindergarten Montessori, Garten	**nein**	0,10	0,47	0,37	
4	Kliniken Schmieder, Ein-gang	ja	1,25	1,23	-0,02	

Tab 2: Vergleich Messung – Rechnung

Insgesamt zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung an Mess-punkten mit direkter Sichtverbindung zu allen relevanten Sendeanlagen bzw. wo die Gebäude-dämpfung berücksichtigt wurde. Die mittlere Abweichung an diesen Punkten lag bei weniger als 0,01 V/m.

Deutlich ist auch zu erkennen, dass die tatsächlichen Werte, die sich aus der Messung ergeben, sobald die Sichtverbindung nur zu einem Mobilfunkstandort durch Bäume oder Häuser einge-schränkt ist (Messpunkte 2 und 3), deutlich unter den Rechenwerten liegen, die von freier unge-hinderter Wellenausbreitung ausgehen.

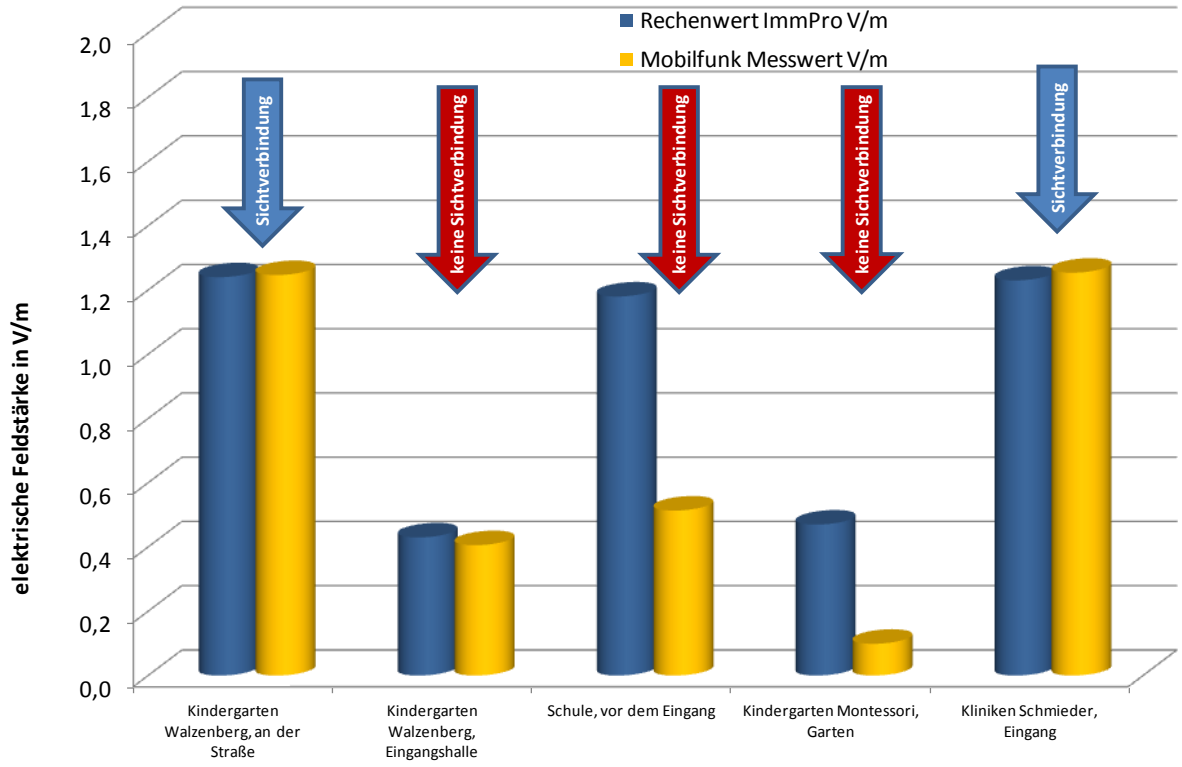


Abb. 14: Vergleich Messung und Immissionsberechnung

6 Bewertungsgrundlagen - Grenzwerte

Zur Orientierung sind im Folgenden einige Vergleichswerte genannt. Für den vorliegenden Fall ist die 26. BImSchV heranzuziehen, da es sich um öffentliche Verkehrsflächen handelt, an denen sich Personen länger aufhalten. Diese beinhaltet einen höheren Vorsorgewert, der auch das erhöhte Schutzbedürfnis von Kranken, Kindern und älteren Menschen einschließt.

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.

Für die Frequenzen des Mobilfunks (920 MHz bis 2.200 MHz) liegt der Grenzwert daher zwischen 41,7 V/m und 61 V/m.

7 Funkabdeckung für die verschiedenen Standortalternativen

Die in diesem Abschnitt dargestellte Graphiken, geben die Grundversorgung exemplarisch für GSM wieder. Diese ist für die funktechnische Eignung relevant. Die Anlagen an den Alternativstandorten wurden dabei analog den Mobilfunkanlagen am Walzenberg konfiguriert, wobei die Antennenausrichtung und der Neigungswinkel der jeweiligen Situation angepasst wurden.

Anhand der Graphiken zeigt sich, in welchen Bereichen Versorgungslücken bestehen, die dann jeweilig durch rote Kreise markiert sind.

7.1 Funkabdeckung Standorte Walzenberg und Röhrenberg, derzeit

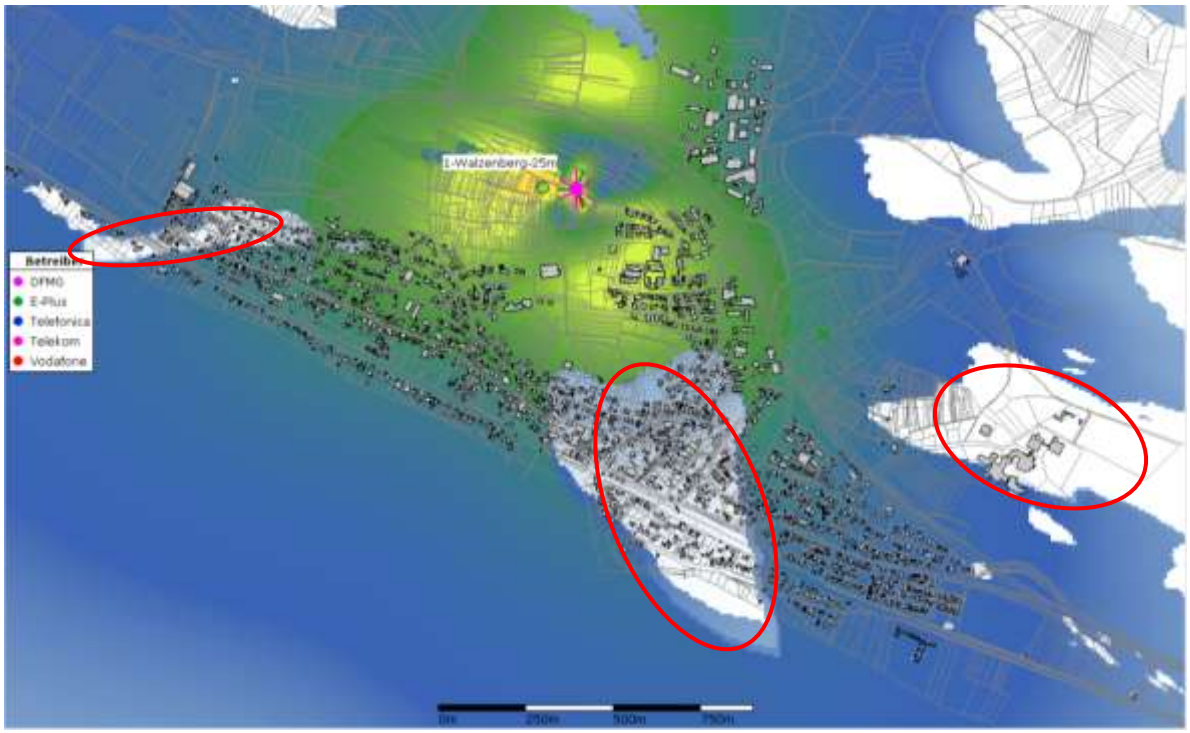


Abb. 15: GSM-Funkversorgung Standort Walzenberg

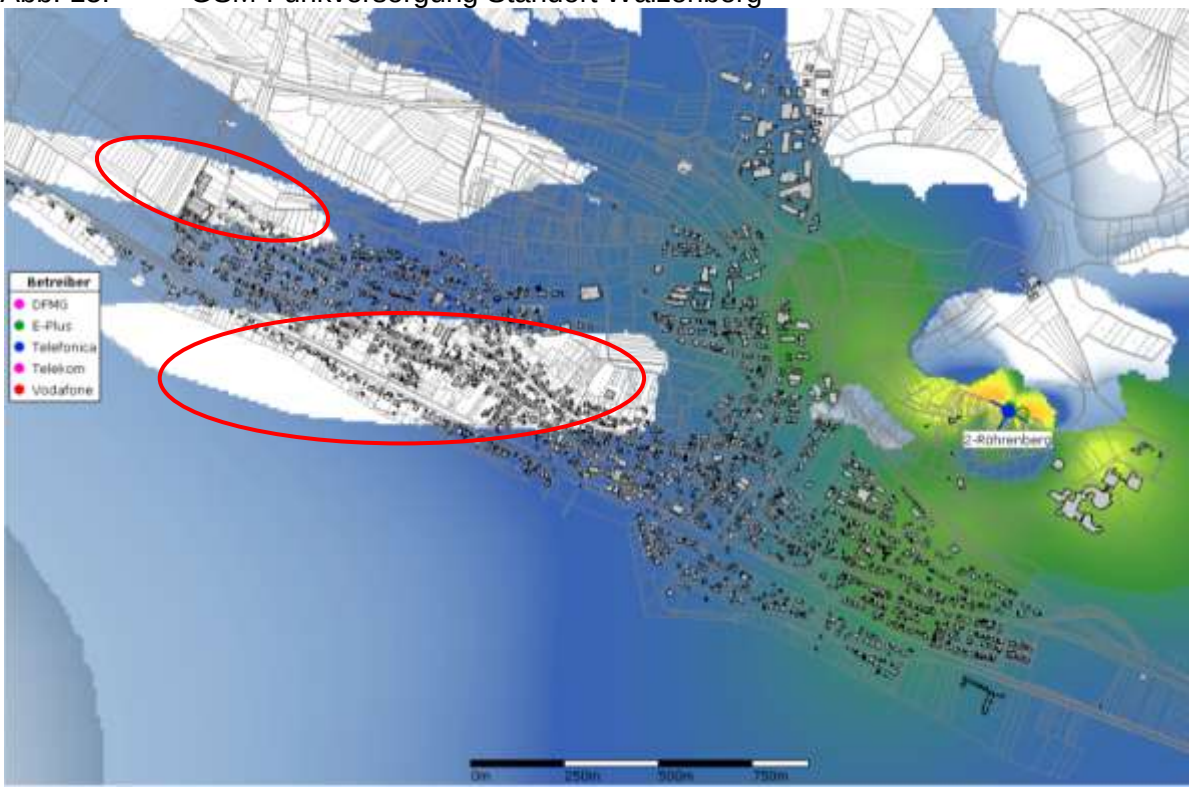


Abb. 16: GSM-Funkversorgung Standort Röhrenberg

Aus den obigen Abbildungen ist erkennbar, dass keiner der beiden Standorte allein das ganze Ortsgebiet abdecken kann, erst die Kombination beider macht in der derzeitigen Konfiguration eine flächendeckende Versorgung möglich (Abb. 17).

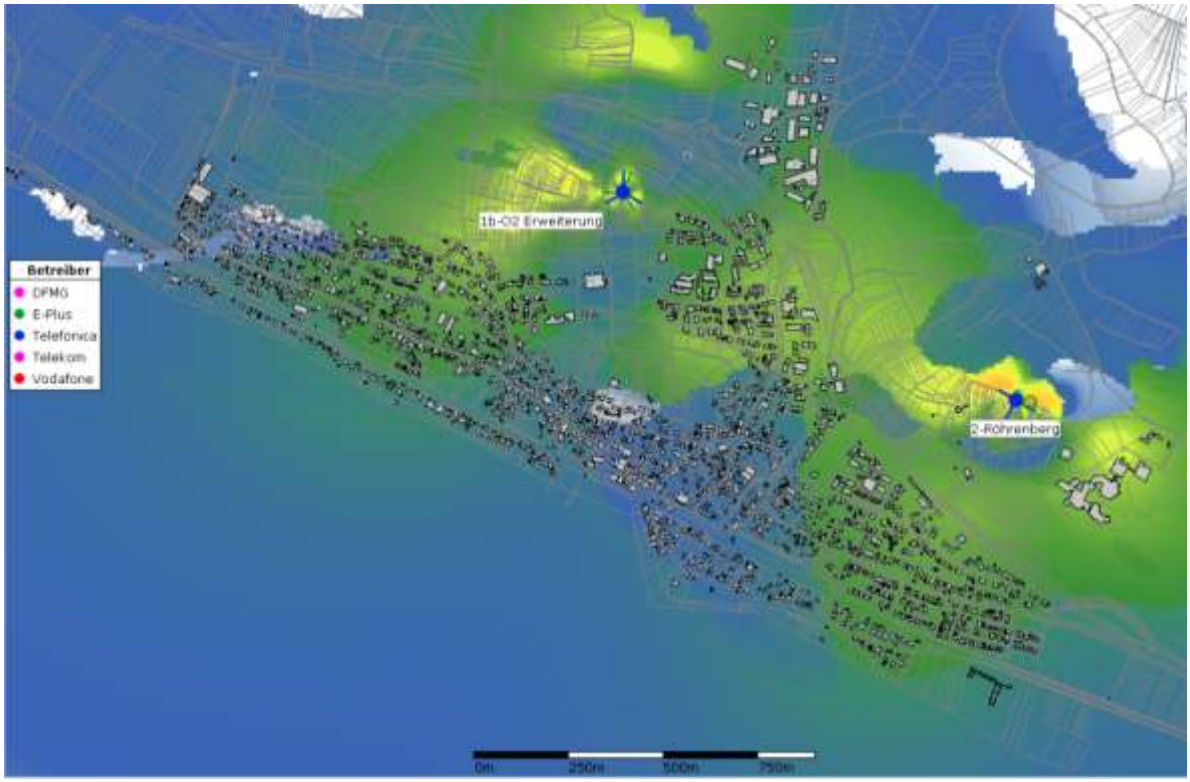


Abb. 17: GSM-Funkversorgung Standort Walzenberg und Röhrenberg

7.2 Funkabdeckung Standort Walzenberg - Erhöhung auf 35 m

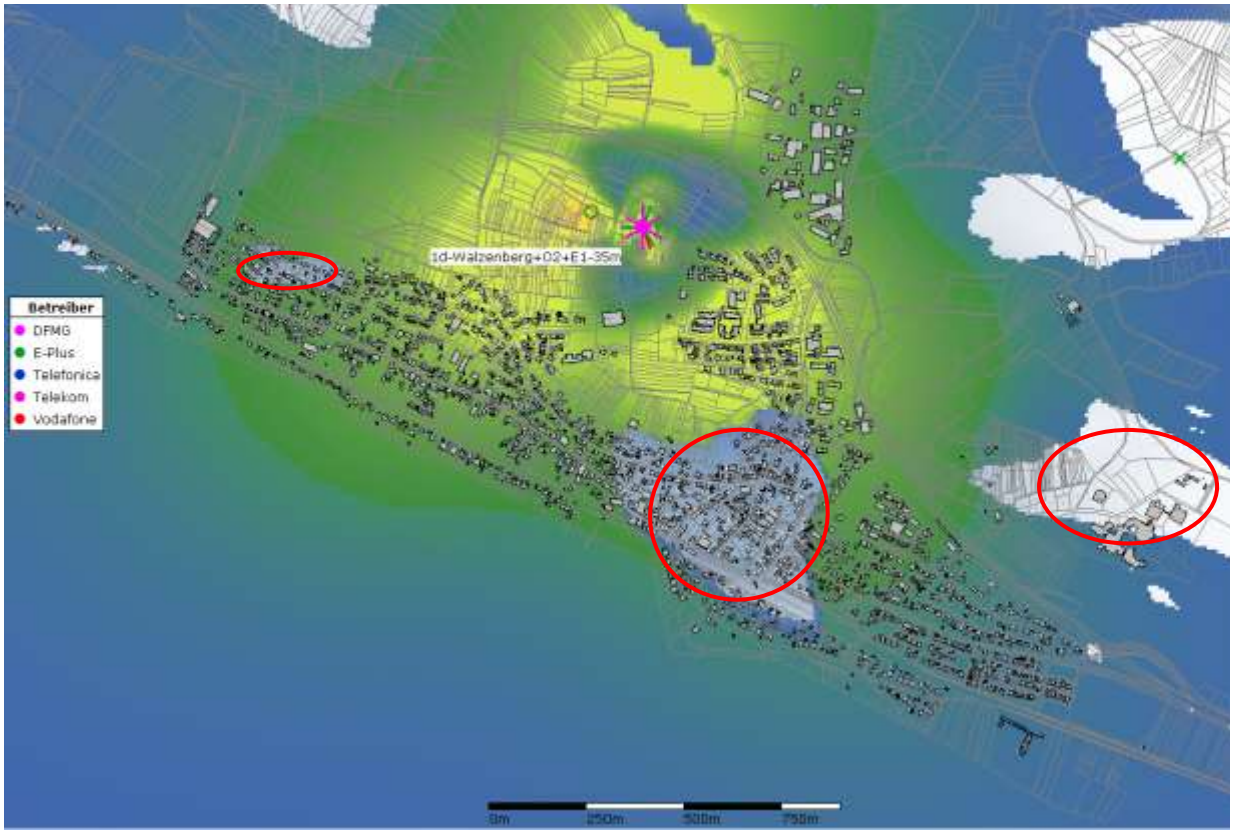


Abb. 18: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Walzenberg – Funkmast 35 m Höhe

Eine Erhöhung des Standort Walzenberg auf 35 m erlaubt die bei 25 m noch großen Funklücken zu minimieren. Dennoch können nur Teile des Klinikums Schmieder vernünftig erreicht werden und auch das Ortszentrum kann zum Teil schlecht erreicht werden aufgrund der Abschattung durch den Höhrenberg.

7.3 A1: Funkabdeckung Standort Radolfzeller Straße 33

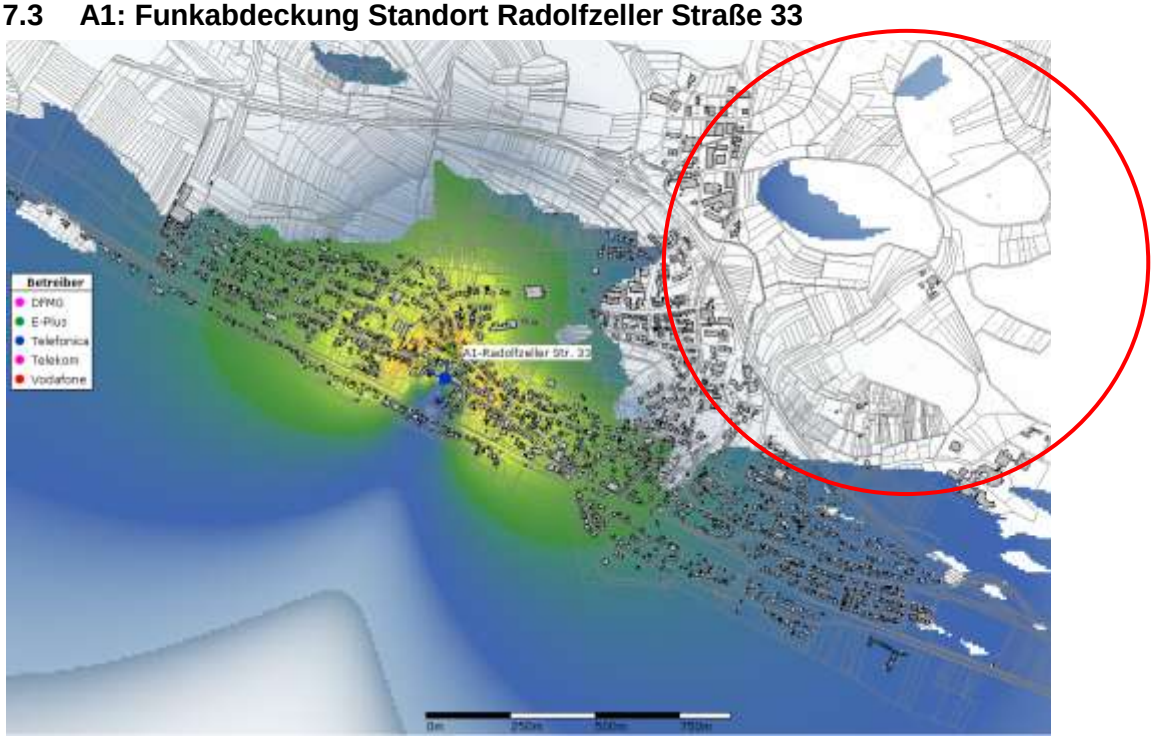


Abb. 19: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Radolfzeller Straße

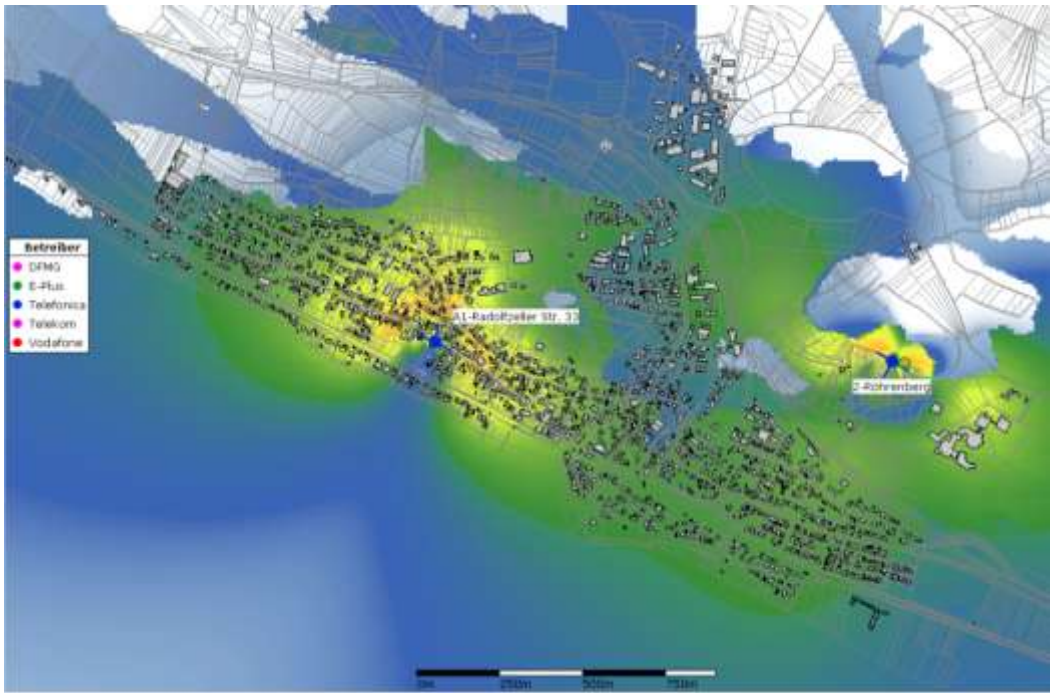


Abb. 20: GSM-Funkversorgung für Alternative Radolfzeller Straße zusammen mit Röhrenberg

Der Standort Radolfzeller Straße kann zusammen mit dem Röhrenberg ebenfalls eine komplette Ortsversorgung von Allensbach sicher stellen. Der Ortsteil Kaltbrunn ist damit allerdings schwer erreichbar.

7.4 A2: Funkabdeckung Standort Telekomgebäude

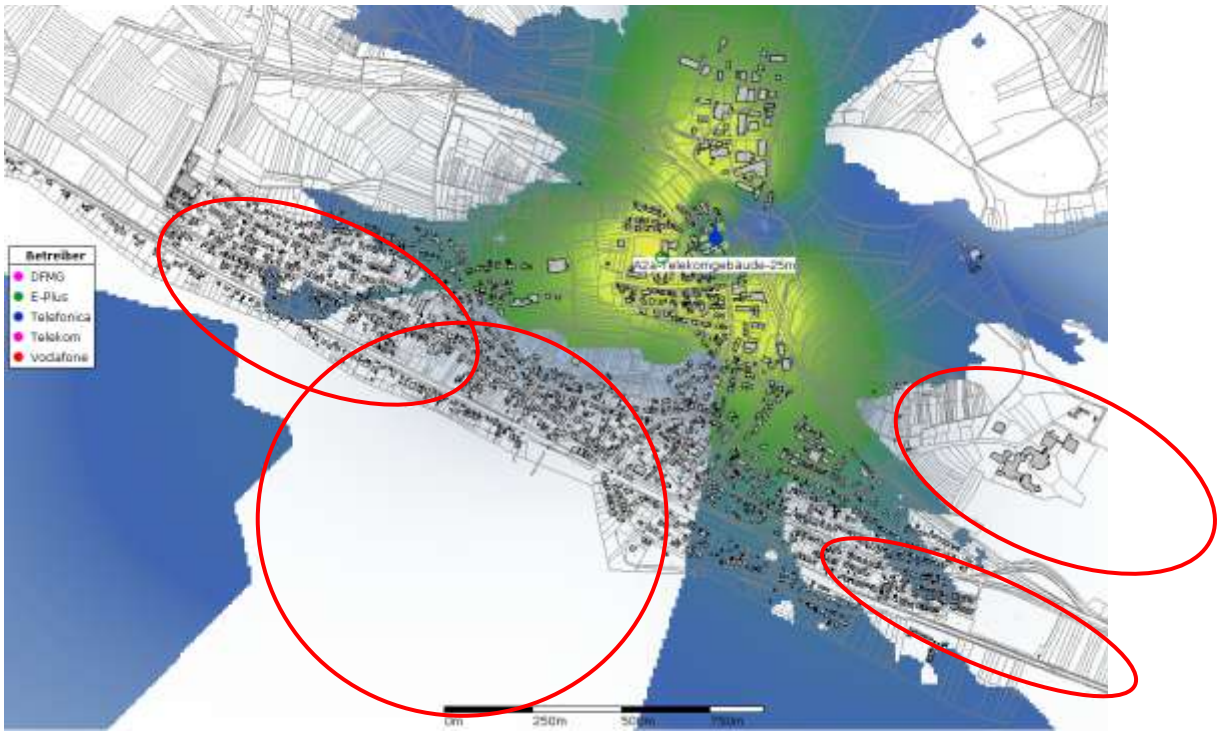


Abb. 21: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Telekomgebäude – Funkmast 25 m Höhe

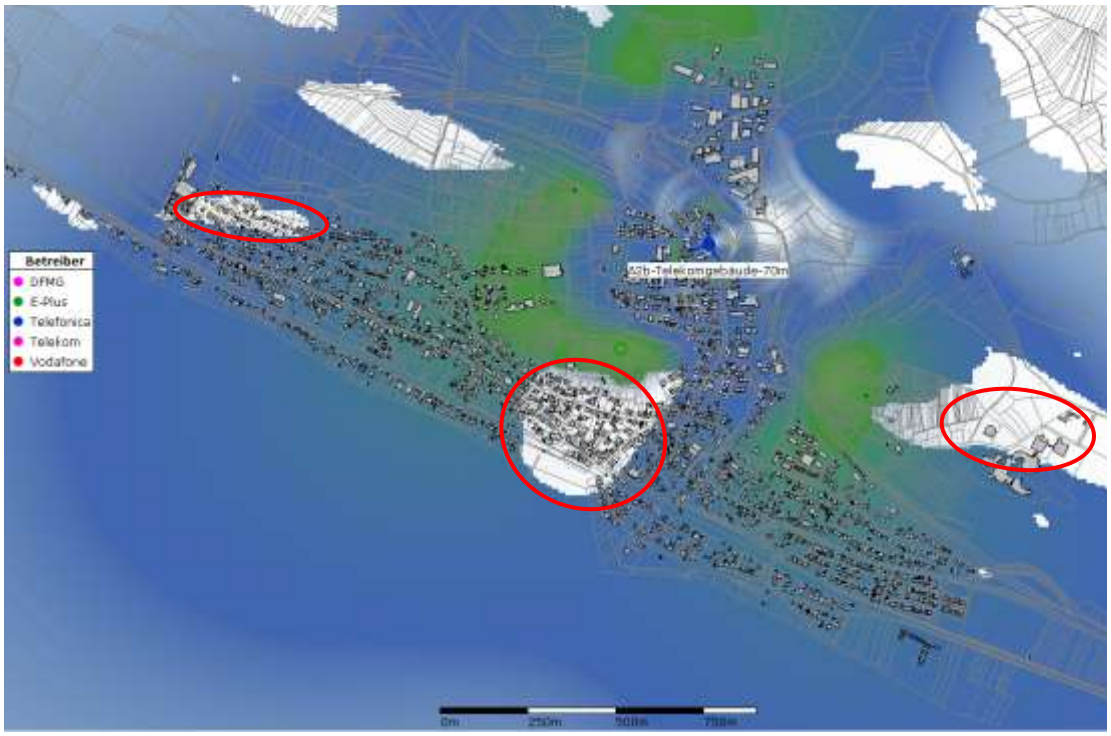


Abb. 22: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Telekomgebäude – Funkmast 70 m Höhe

Dagegen erlaubt ein Funkmast am Telekomgebäude mit einer Höhe von 25 m keine sinnvolle Funkabdeckung von Allensbach. Erst ab einer Höhe von 70 m ist es möglich die Abschattung durch den vorgelagerten Höhrenberg sinnvoll zu überwinden. Dass ein 70 m –Mast mit dem Ortsbild in keiner Weise verträglich ist, versteht sich von selbst.

7.5 A3: Funkabdeckung Standort Eichelrain

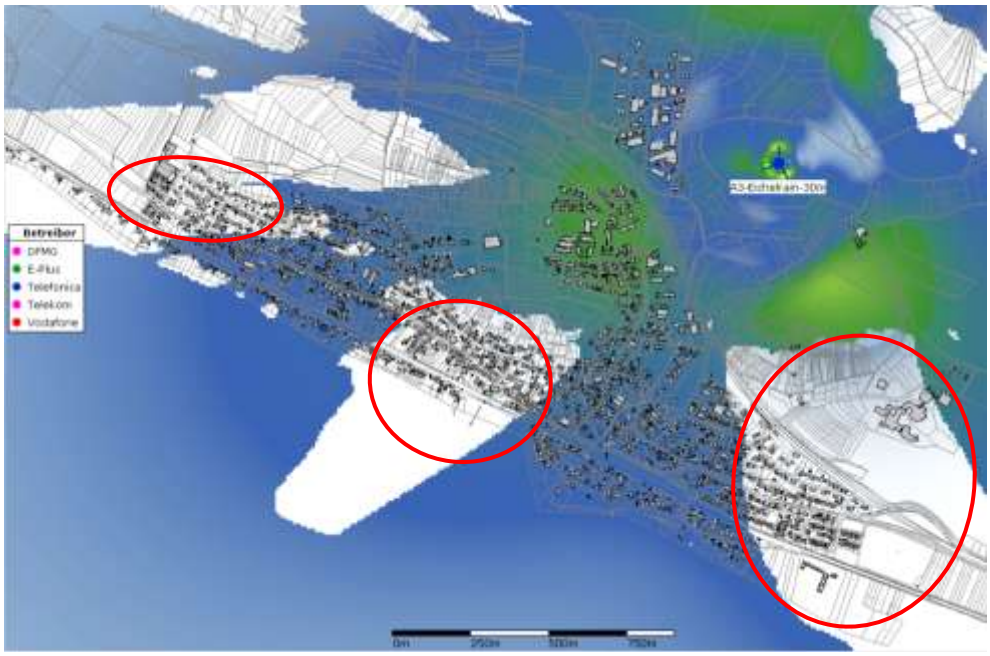


Abb. 23: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Eichelrain – Funkmast 30 m Höhe

Auch vom Standort Eichelrain ist mit einer Masthöhe von 30 m nur eine lückenhafte Abdeckung möglich. Zudem liegt er einerseits zu nahe am Standort Röhrenberg, anderseits in einer Reihe von Schutzgebieten, so dass der Bau eines Funkmasts in diesem Gebiet vermutlich nicht durchsetzbar sein wird. Aber selbst ein 70 m hoher Funkmast würde die Funklücken zwar verkleiner, aber immer noch keine flächendeckende Versorgung, insbesondere mit Datenübertragungstechniken wie UMTS, gewährleisten.

7.6 A4: Funkabdeckung Standort Gewerbegebiet

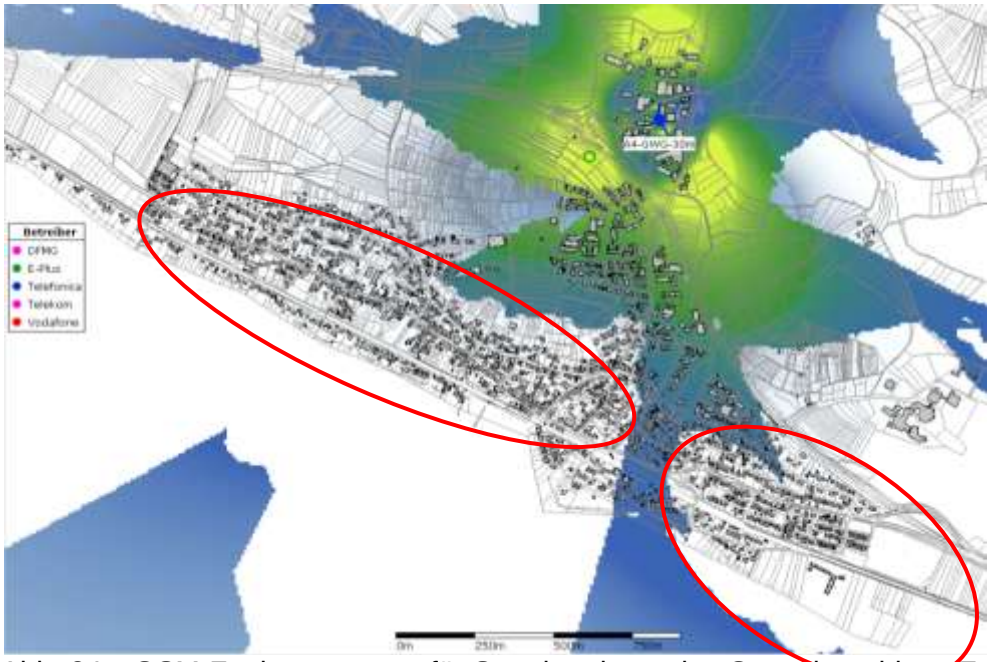


Abb. 24: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Gewerbegebiet – Funkmast 30 m Höhe

Die Standortalternative Gewerbegebiet kann aufgrund der Abschattung durch Walzenberg und Höhrenberg nur einen kleinen Teilbereich des Ortsgebiets abdecken. Der größte Teil ist von diesem Standort aus nicht erreichbar. Die Standortalternative ist daher funktechnisch nicht geeignet.

7.7 A5: Funkabdeckung Standort Kapplerfeld

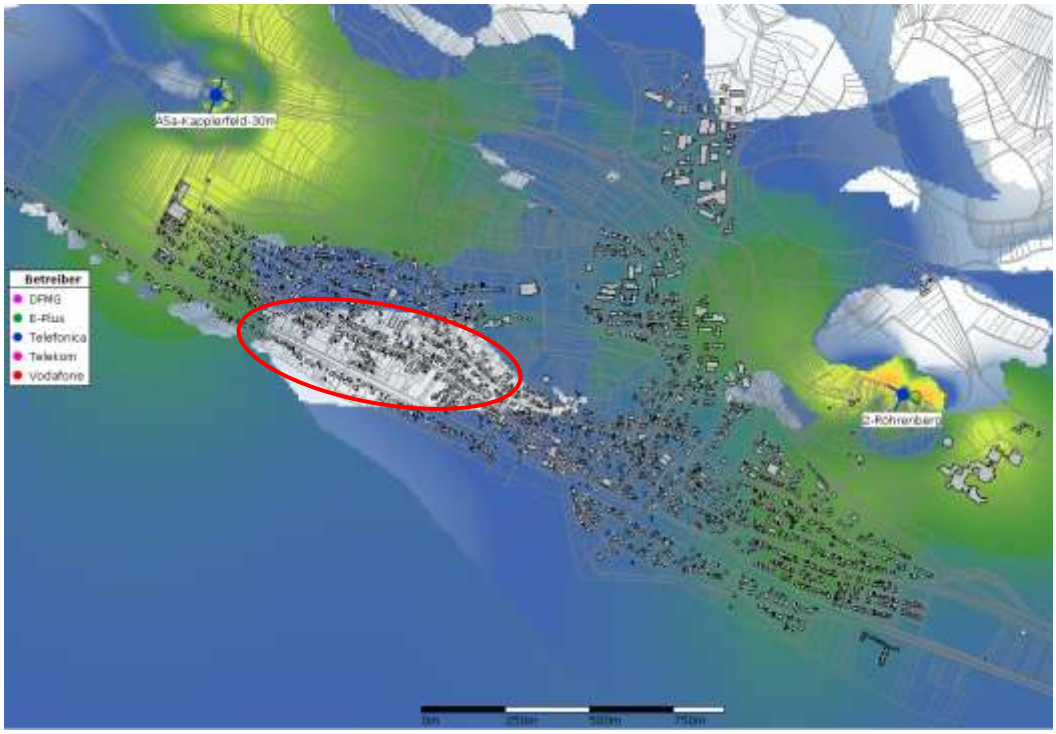


Abb. 25: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Kapplerfeld – Funkmast 30 m Höhe zusammen mit Röhrenberg

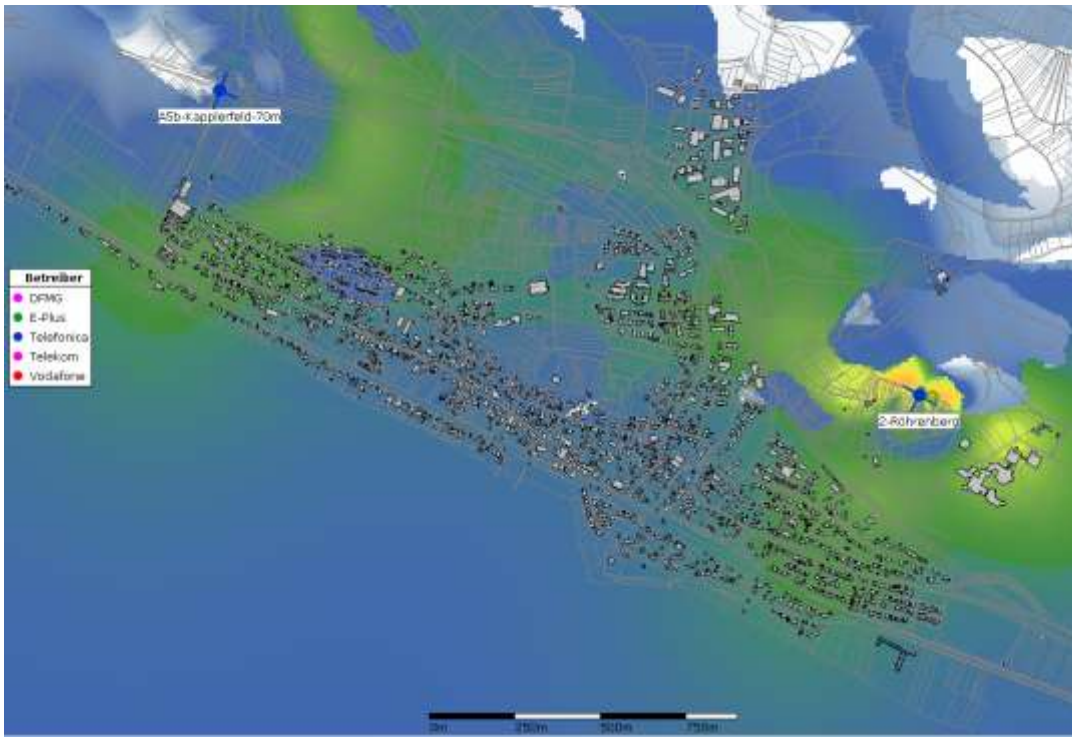


Abb. 26: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Kapplerfeld – Funkmast 70 m Höhe zusammen mit Röhrenberg

Die Standortalternative Kapplerfeld schafft eine komplette Funkabdeckung für das Ortsgebiet einerseits erst ab einer Masthöhe von 70 m, anderseits nur zusammen mit dem Standort Röhrenberg. Dies setzt voraus, dass dieser auch von anderen Netzbetreibern genutzt werden kann. Aufgrund der Lage im FFH-Gebiet ist allerdings ein Ausbau des Standorts verbunden mit einer Masterhöhung nur sehr schwer möglich.

7.8 A6: Funkabdeckung Standort Höhrenberg

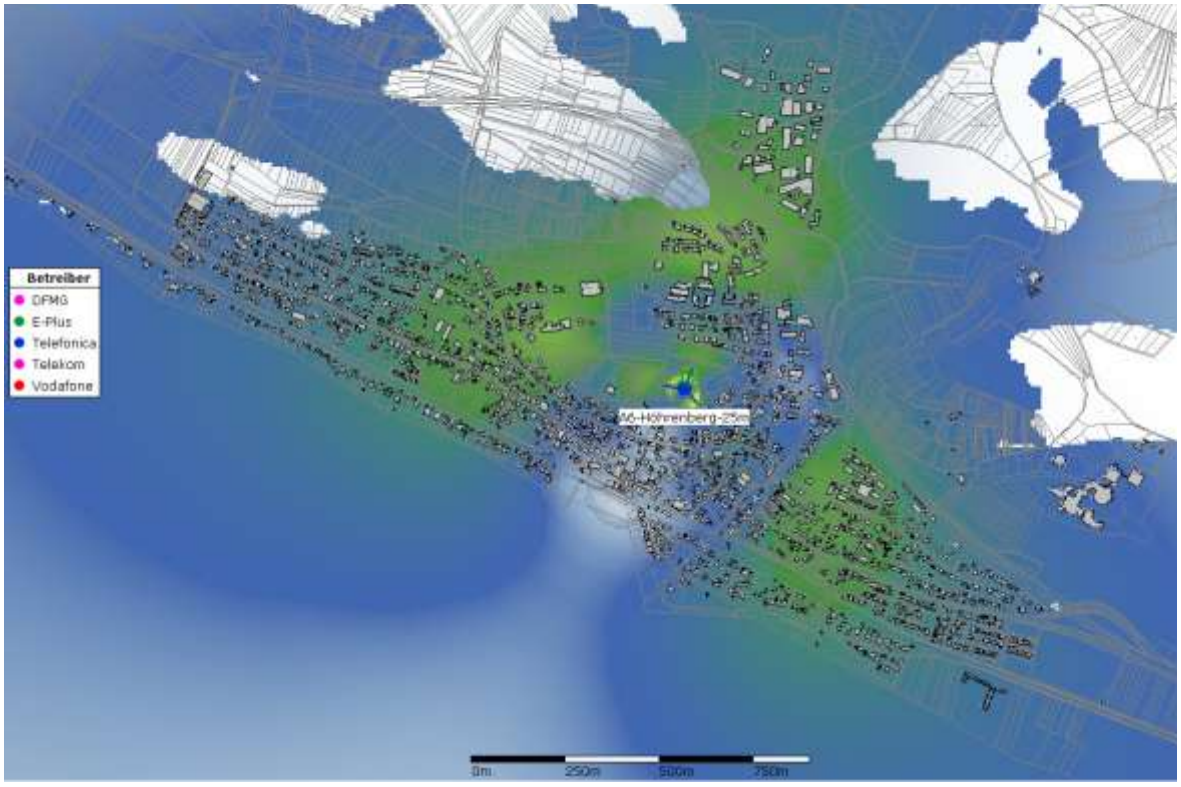


Abb. 27: GSM-Funkversorgung für Standortalternative Höhrenberg – Funkmast 25 m Höhe

Die Standortalternative Höhrenberg bietet als einzige Standortalternative die Möglichkeit von einem Standort aus alle Ortsbereiche von Allensbach gut erreichen zu können. Funktechnisch ist dies daher der optimale Standort und dies bereits bei einer Masthöhe von 25 m.

Aufgrund der exponierten Lage im Ortszentrum und der unmittelbaren Nachbarschaft zu einer Reihe Naturdenkmäler ist die Akzeptanz allerdings fraglich.

7.9 Bewertung der funktechnischen Eignung

Wie die oben dargestellten Graphiken zeigen, sind nicht alle Standortalternativen funktechnisch für GSM geeignet. Während die funktechnische Eignung eines Standortes bei GSM vorrangig durch die Erreichbarkeit auch durch topographische Hindernisse abgedeckter Bereiche gegeben ist, ist für UMTS auch die Entfernung zwischen dem Nutzer und der Basisstation entscheidend, also die Reichweite oder Funkzellengröße der Anlage. Nur innerhalb dieses Bereichs kann die gewünschte hohe Datengeschwindigkeit von UMTS bei einer angenommenen Zahl gleichzeitiger Nutzer realisiert werden.

Den Zusammenhang zwischen Anzahl der gleichzeitigen Nutzer und der Reichweite der UMTS-Sendeanlage (bzw. Funkzellengröße) zeigt Abb. 28. Hieraus erklären sich auch die standardisierten Planungsreichweiten der Netzbetreiber. Während die großen beiden Netzbetreiber (T-Mobile und Vodafone) ihre UMTS-Netze mit einer Funkzellengröße von 600 m ausbauen, ist für die beiden kleineren Betreiber (O_2 und E-Plus) eine größere Reichweite von bis zu 1200 m möglich, da sie nur mit halb so vielen gleichzeitigen Nutzern planen.

Für die Weiterentwicklung UMTS/HSDPA kann hingegen die etwa dreifach höhere Datengeschwindigkeit gegenüber der Grundversion von UMTS realisiert werden, jedoch nur etwa bis zur halben Reichweite der oben genannten Werte. Da HSDPA demnächst von LTE abgelöst wird, wird diese Technik hier nicht betrachtet.

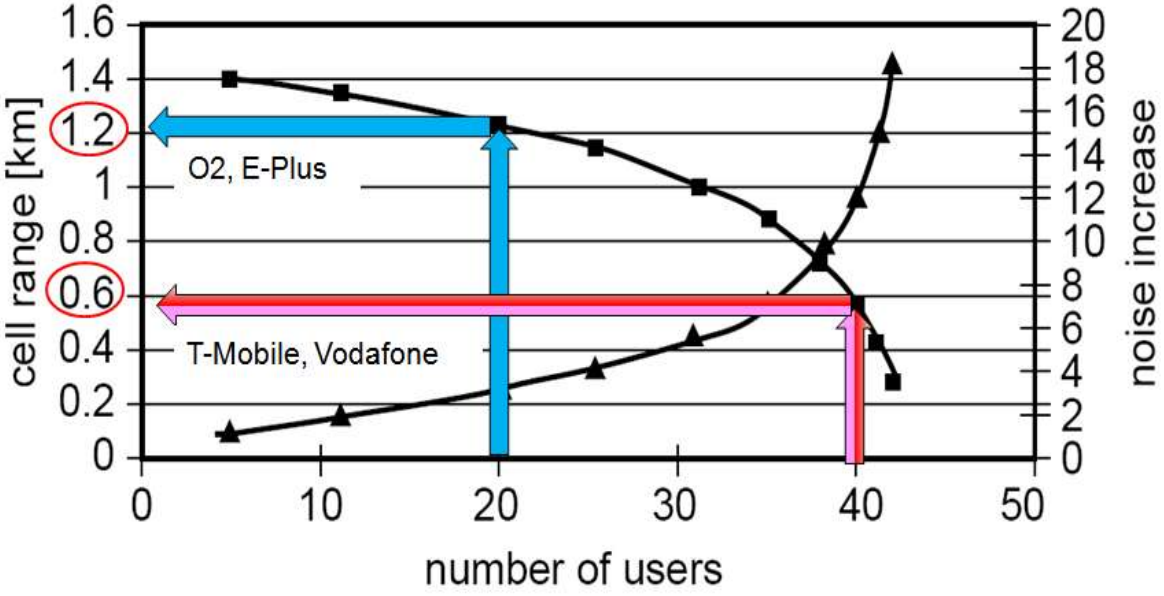


Abb. 28: Zusammenhang zwischen Funkzellengröße und Anzahl der Nutzer für UMTS

Bei der neuen Technik LTE hängt die Funkzellengröße hingegen stark von der Sendefrequenz ab, die in diesem Gebiet zu Einsatz kommt. Frequenzen in den Bändern 800 MHz, 1800 MHz und 2600 MHz wurden lizensiert. Abhängig von der verwendeten Frequenz werden die LTE-Funkzellen eine Größe zwischen rund 600 m und max. 5000 m haben. Genaue Zahlen liegen hierzu allerdings noch nicht vor.

Nr	Bezeichnung	Funkab-deckung[9]	Ortsgebiet innerhalb von	Einsetzbare Antennen	Funktechnische Beurteilung	
					GSM	UMTS/LTE[10]
1a	Walzenberg 25 m	> 80 %	1.600 m	3	+	+
1d	Walzenberg 35 m	> 85 %	1.600 m	3	+ / ++	+
A1	Radolfzeller Str. 17 m mit Röhrenberg	> 95 %	1.000 m	3	+ +	+ +
A2a	Telekomgebäude 25 m	< 40 %	1.500 m	2	- -	- -
A2b	Telekomgebäude 70 m	> 80 %	1.500 m	3	+	+
A3	Eichelrain	< 50 %	2.000 m	2	-	- -
A4	Gewerbegebiet	< 40 %	1.700 m	2	- -	- -
A5a	Kapplerfeld 30 m mit Röhrenberg	> 75 %	1.500 m	2 - 3	o / -	-
A5b	Kapplerfeld 70 m mit Röhrenberg	> 95 %	1.500 m	3	+	o / -
A6	Höhrenberg 25 m	> 95 %	1.400 m	3	+ +	+ +

Erläuterung:

+ +	sehr gut	o	befriedigend
+	gut	-	eingeschränkt
		- -	unzureichend

Der obigen Tabelle lässt sich entnehmen, dass die Standortalternativen A2a, A3, A4 und A5a funktechnisch nicht oder nur schlecht geeignet sind und daher im Folgenden nicht weiterverfolgt werden. Die Alternative A2b „Telekomgebäude mit 70 m Mast“ wäre zwar funktechnisch möglich, ist aber aus unserer Sicht nicht genehmigungsfähig und akzeptabel. Diese wird daher ebenfalls ausgeschlossen.

Für die Datenübertragungstechniken UMTS bzw. LTE sind nur die Standortalternativen Walzenberg, Radolfzeller Str. und Höhrenberg gut geeignet. Die Alternative Kapplerfeld (70 m) ist für UMTS hingegen nur eingeschränkt geeignet aufgrund der Entfernung zum Ortsgebiet.

8 Verteilung der elektrischen Feldstärke für Allensbach

Die folgenden Abbildungen zeigen die Verteilung der elektrischen Feldstärke im Untersuchungsgebiet für die jeweiligen untersuchten Szenarien einschließlich der Vorbelastung. Die Lage des höchsten Wertes in der jeweiligen Ansicht ist mit einem kleinen grünen Kreis sowie einem roten Pfeil markiert. Der höchste Wert tritt dabei durchgängig, bis auf die Variante Höhrenberg, östlich des Funkmasts am Röhrenberg im unbebauten Gebiet auf.

Ebenfalls können den Abbildungen die jeweiligen konkreten Immissionswerte an den Bezugspunkten für die elektr. Feldstärke in der Einheit Volt pro Meter entnommen werden. Während sich die flächige Verteilung auf eine Berechnungshöhe von 1,5 m bezieht (Aufenthalt im Freien), haben die Bezugspunkte teils abweichende Bezugshöhen, wie im Abschnitt 4 beschrieben.

[9] Schätzwerte
[10] Grundlage: 1200 m Reichweite

8.1 Vorbelastung durch Standorte Walzenberg und Röhrenberg, derzeit

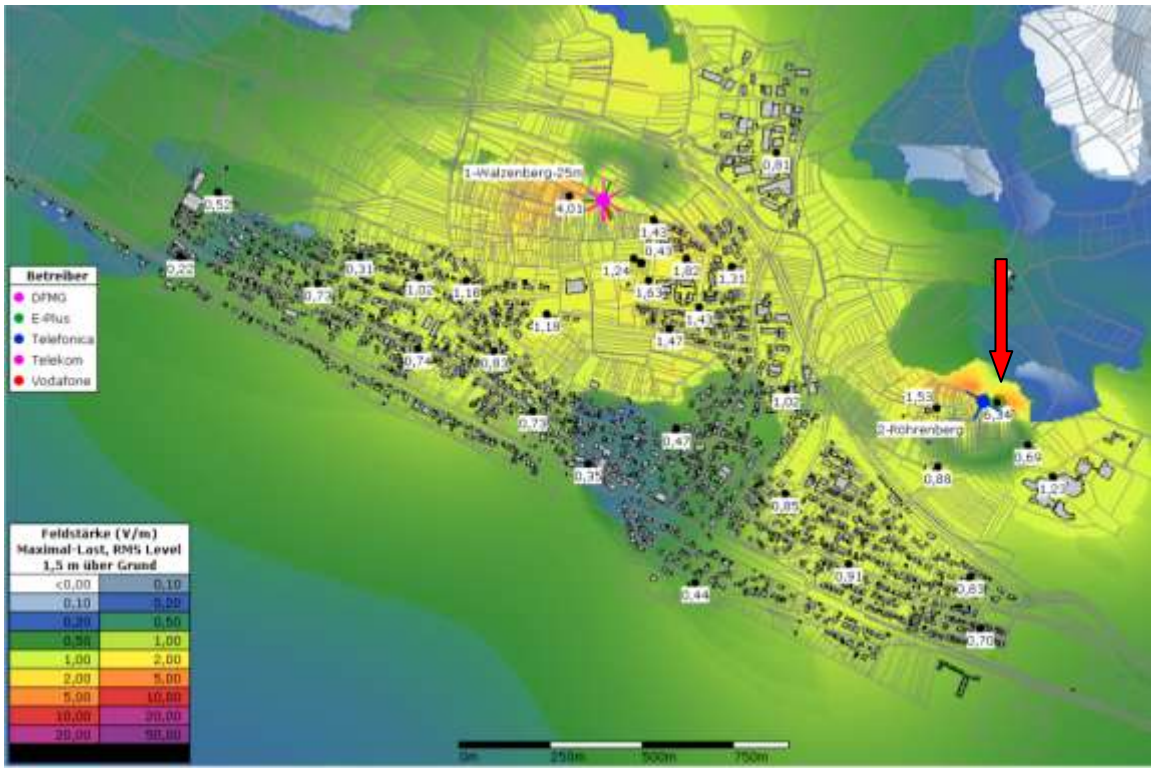


Abb. 29: Feldverteilung mit Sendeanlagen aller Betreiber (Höchster Wert allgemein: 6,34 V/m, an der Bebauung (6. OG): 1,82 V/m)

8.2 Erweiterung Standort Walzenberg mit Telefónica Anlagen

Abb. 30: Feldverteilung mit zusätzlich Sendeanlagen von Telefónica (Höchster Wert allgemein: 6,35 V/m, an der Bebauung (6. OG): 2,29 V/m)

8.3 Erweiterung Standort Walzenberg mit E-Plus UMTS-Anlagen

Abb. 31: Feldverteilung mit zusätzlich Sendeanlagen von Telefónica und E-Plus (Höchster Wert allgemein: 6,35 V/m, an der Bebauung (6. OG): 2,41 V/m)

8.4 Standort Walzenberg (25 m Höhe) allein mit Telefónica Anlagen

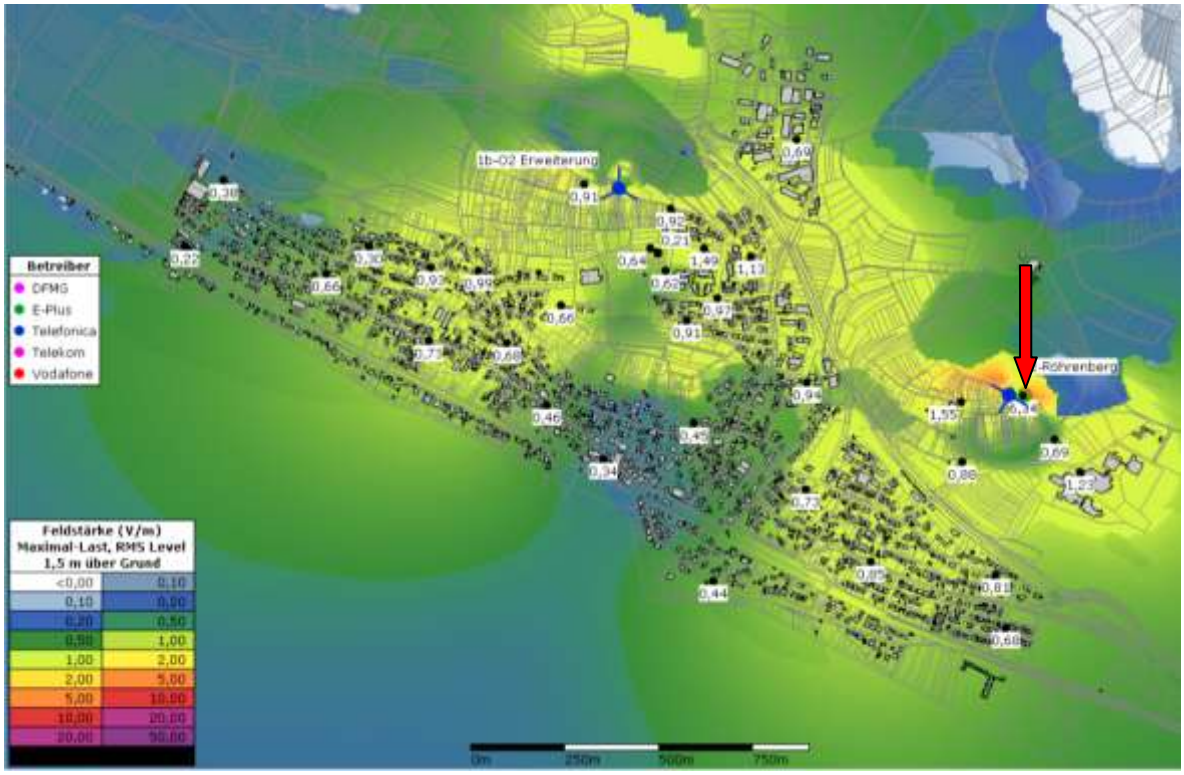


Abb. 32: Feldverteilung nur mit Sendeanlagen von Telefónica am Walzenberg und Röhrenberg (Höchster Wert allgemein: 6,34 V/m, an der Bebauung (6. OG): 1,49 V/m))

8.5 Standort Walzenberg (35 m Höhe)

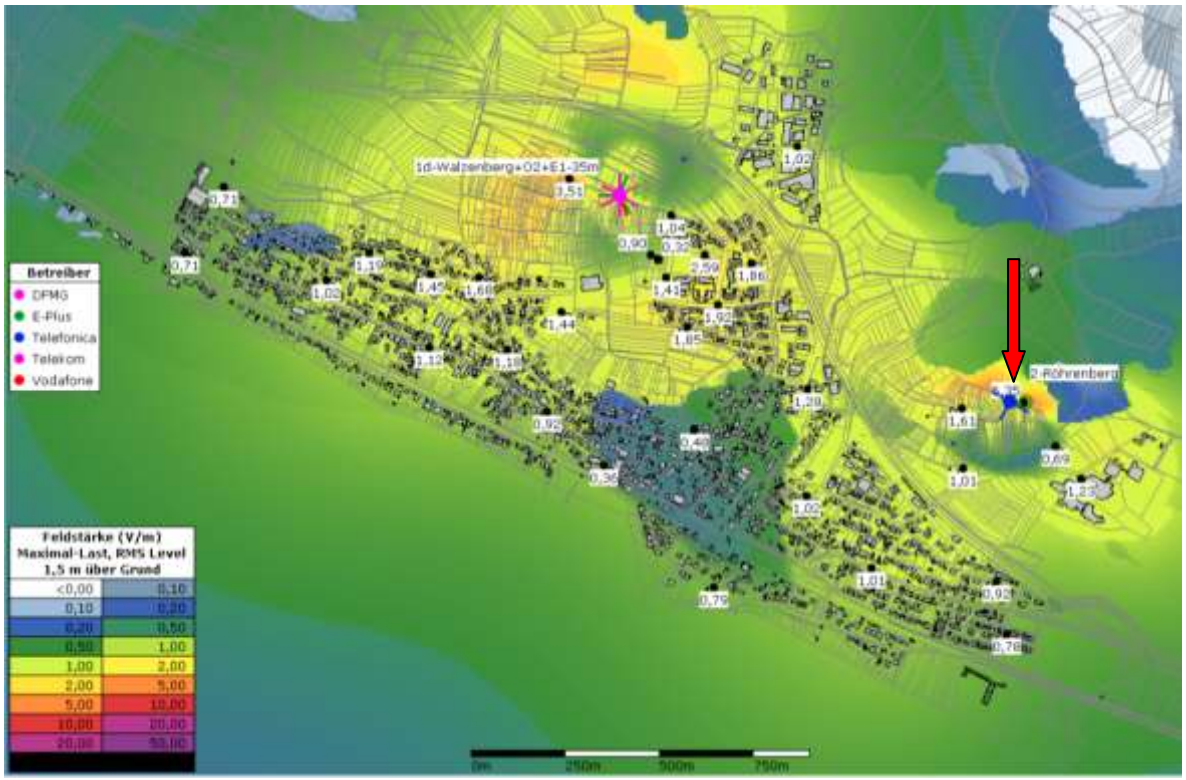


Abb. 33: Feldverteilung mit Vollausbau aller Sendeanlagen aller Netzbetreiber am Walzenberg und Röhrenberg
(Höchster Wert allgemein: 6,35 V/m, an der Bebauung (6. OG): 2,59 V/m))

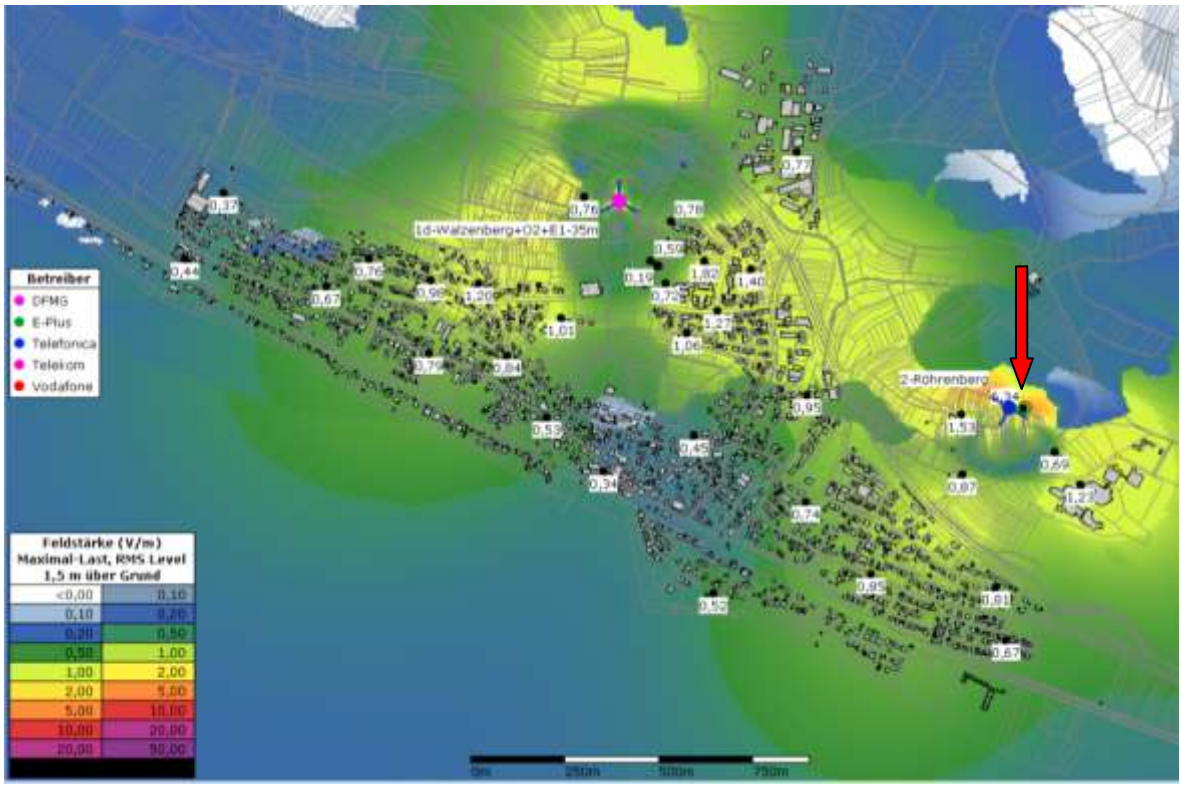


Abb. 34: Feldverteilung nur mit Sendeanlagen von Telefónica am Walzenberg 35 m und Röhrenberg (Höchster Wert allgemein: 6,34 V/m, an der Bebauung (6. OG): 1,40 V/m))

8.6 Standort Radolfzeller Str (17 m Höhe) allein mit Telefónica Anlagen

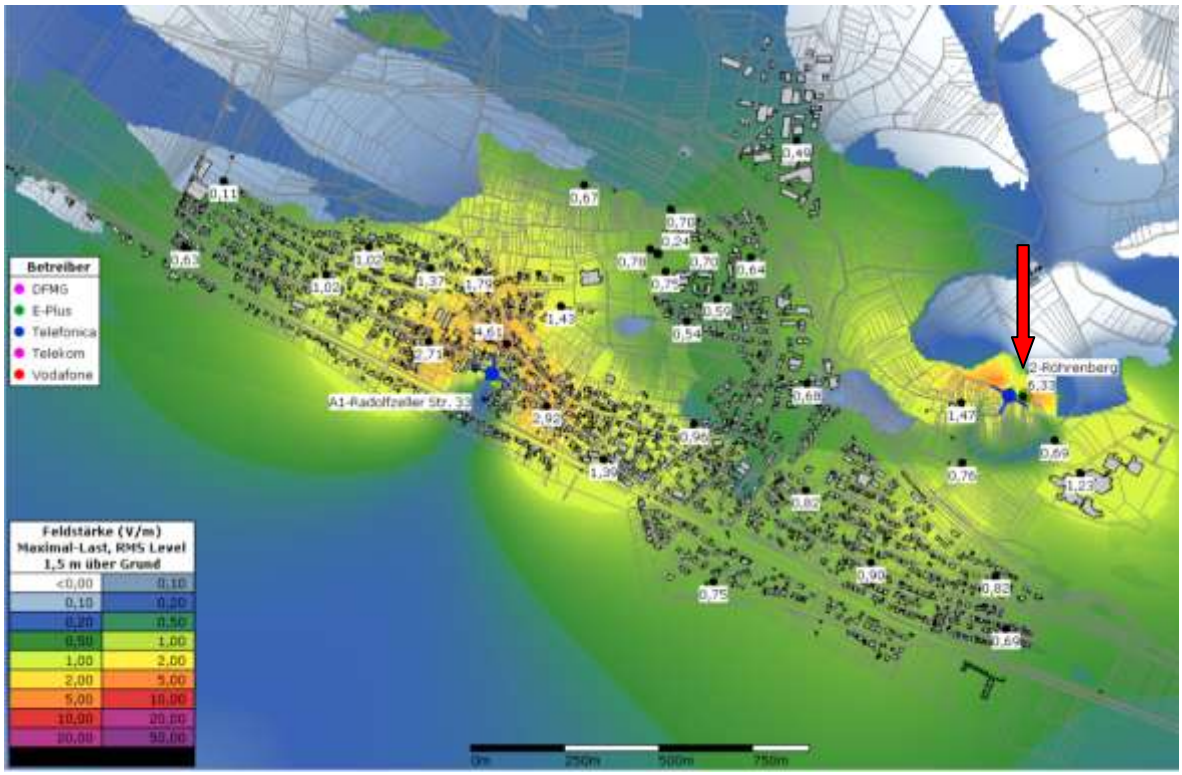


Abb. 35: Feldverteilung nur mit Sendeanlagen von Telefónica
(Höchster Wert allgemein: 6,33 V/m, an der Bebauung: 4,61 V/m))

8.7 Standort Kapplerfeld (70 m Höhe) mit Röhrenberg allein mit Telefónica Anlagen

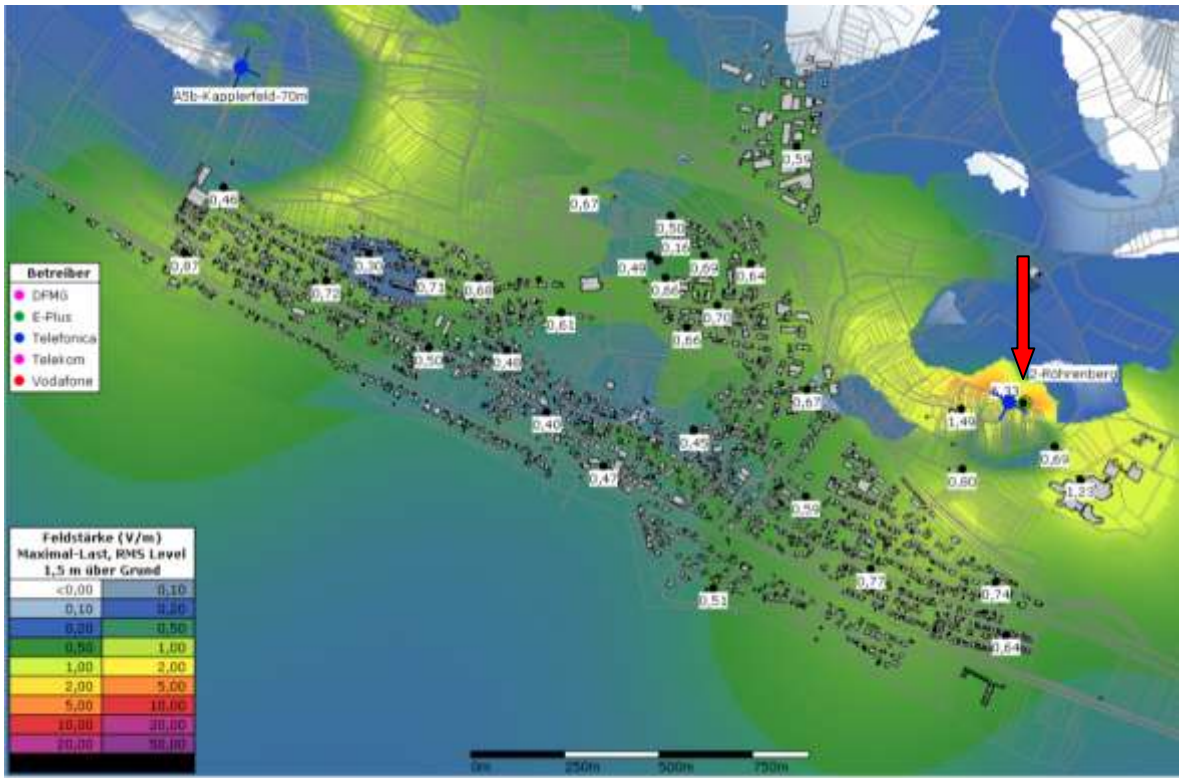


Abb. 36: Feldverteilung nur mit Sendeanlagen von Telefónica
(Höchster Wert allgemein: 6,33 V/m, an der Bebauung: 1,23 V/m))

8.8 Standort Höhrenberg (25 m Höhe) allein mit Telefónica Anlagen

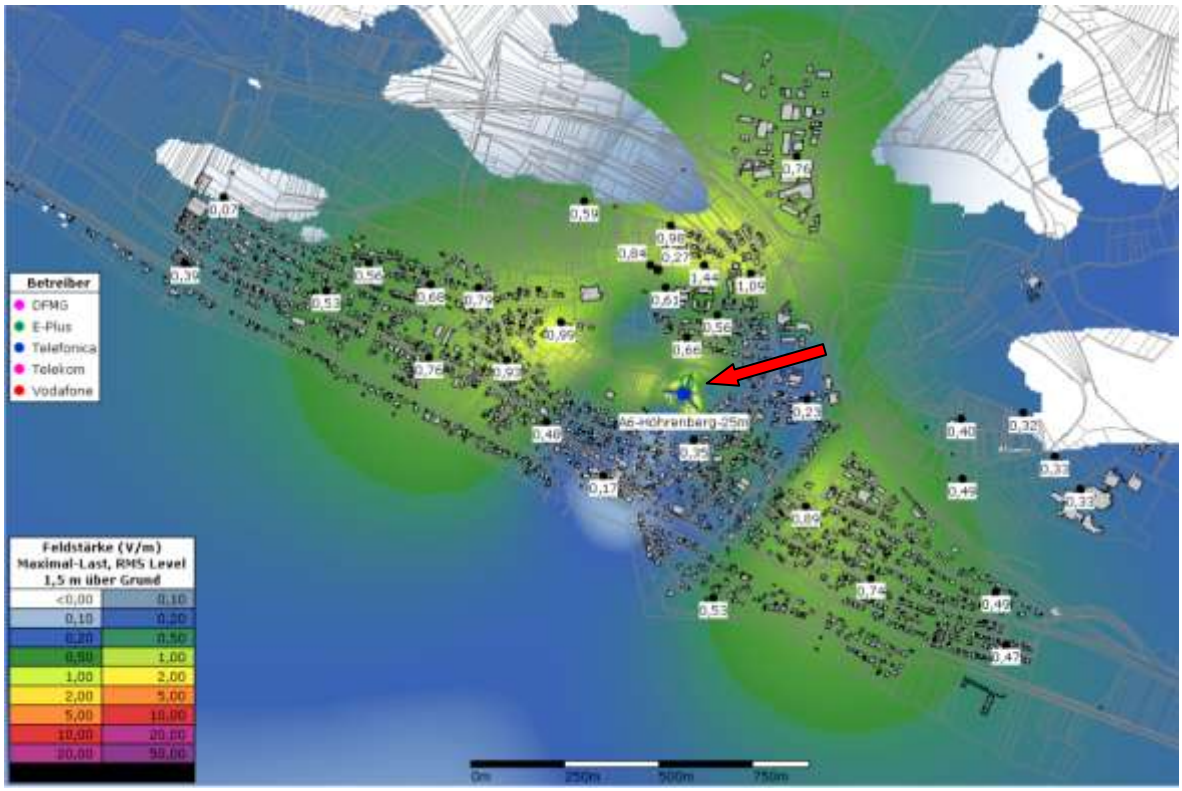


Abb. 37: Feldverteilung nur mit Sendeanlagen von Telefónica
(Höchster Wert allgemein: 2,19 V/m, an der Bebauung: 1,44 V/m))

9 Immissionswerte an den Bezugspunkten

Die in der Immissionsprognose errechneten Immissionswerte an den Bezugspunkten für die verschiedenen Standortalternativen werden graphisch in den folgenden Abbildungen dargestellt. Eine Auflistung der genauen Zahlenwerte findet sich in Abschnitt 10.1. Ebenfalls angegeben ist der höchste Immissionswert im gesamten Darstellungsbereich.

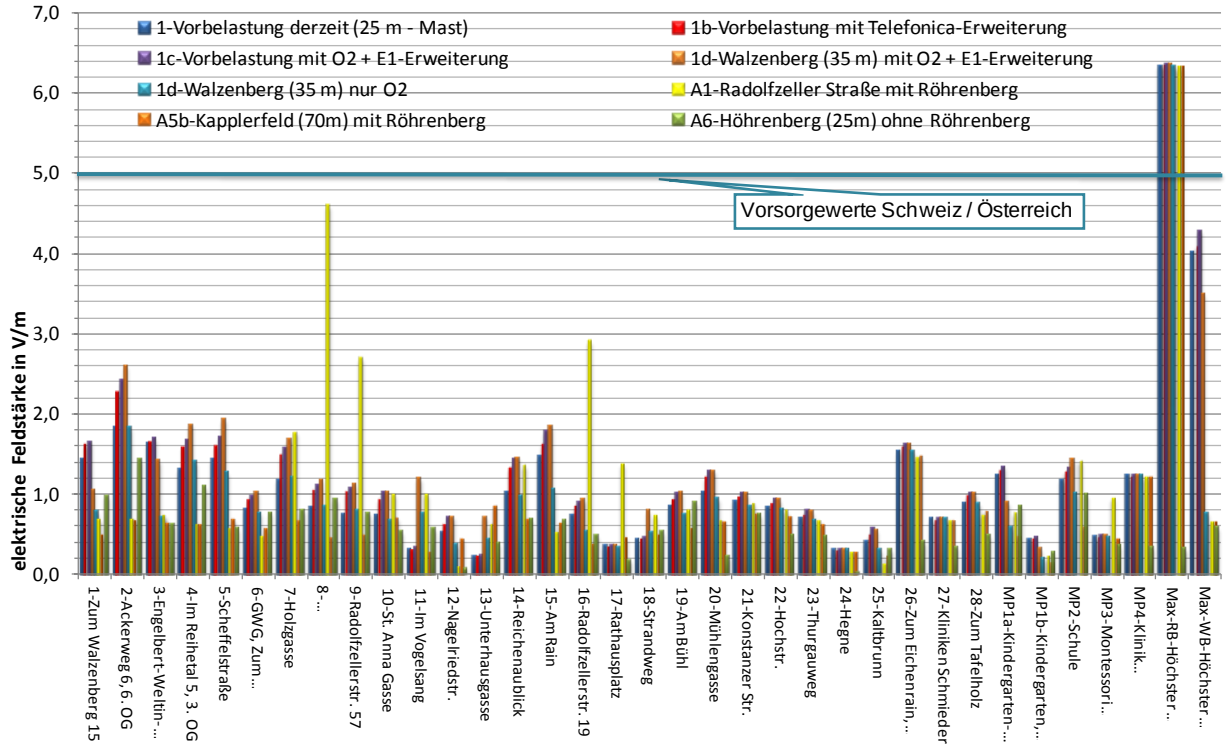


Abb. 38: Immissionswerte der elektrischen Feldstärke E in V/m für 1,5 m Höhe über Grund

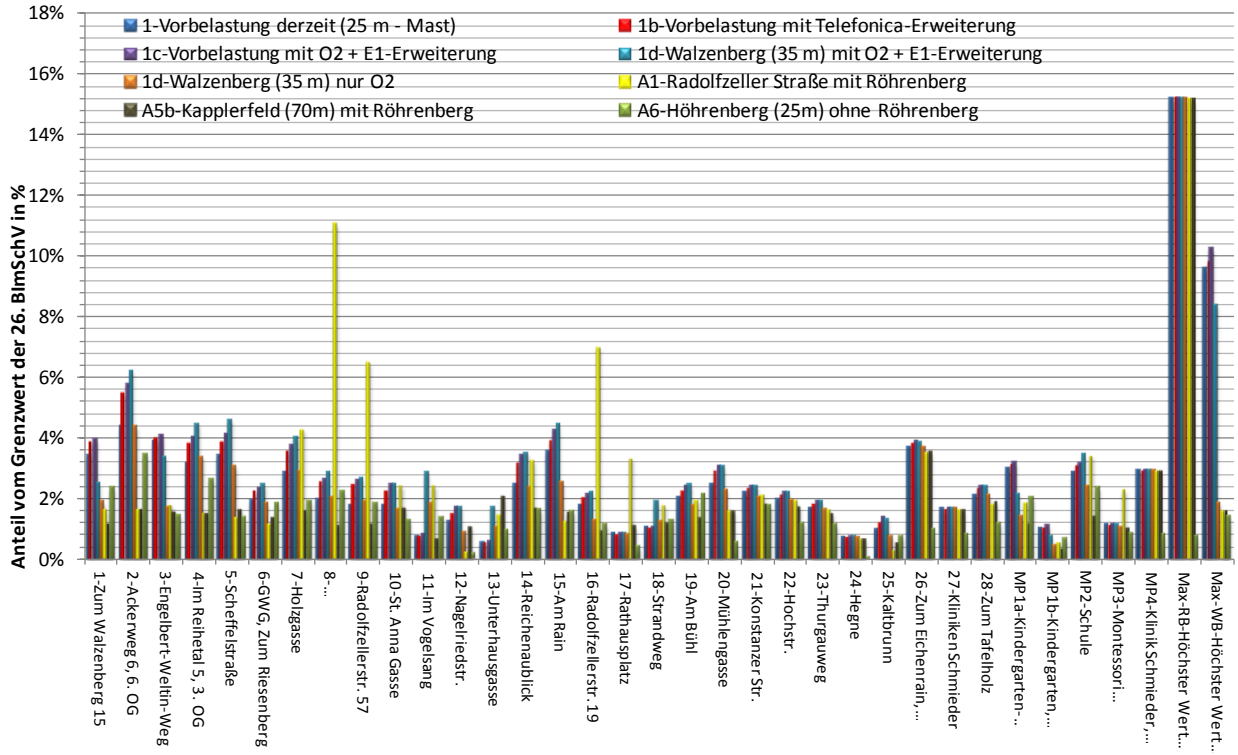


Abb. 39: Anteil am Grenzwert der 26. BImSchV (niedrigster Grenzwert GSM900-Band in Höhe von 41,7 V/m) für 1,5 m Höhe über Grund

10 Anhang

10.1 Einzelwerte an den Bezugspunkten einschließlich Vorbelastung

Berechnungshöhe: 1,5 m	1	2	3	4	5	6	7	8
Bezugspunkte	1-Vorbelastung derzeit (25 m - Mast)	1b-Vorbelastung mit Telefonica-Erweiterung	1c-Vorbelastung mit O2 + E1-Erweiterung	1d-Walzenberg (35 m) mit O2 + E1-Erweiterung	1d-Walzenberg (35 m) nur O2	A1-Radolfzeller Straße mit Röhrenberg	A5b-Kapplerfeld (70m) mit Röhrenberg	A6-Höhrenberg (25m) ohne Röhrenberg
1-Zum Walzenberg 15	1,43 V/m	1,63 V/m	1,64 V/m	1,04 V/m	0,78 V/m	0,70 V/m	0,50 V/m	0,98 V/m
2-Ackerweg 6, 6. OG	1,82 V/m	2,29 V/m	2,41 V/m	2,59 V/m	1,82 V/m	0,70 V/m	0,69 V/m	1,44 V/m
3-Engelbert-Weltin-Weg	1,63 V/m	1,67 V/m	1,69 V/m	1,41 V/m	0,72 V/m	0,75 V/m	0,66 V/m	0,61 V/m
4-Im Reihetal 5, 3. OG	1,31 V/m	1,61 V/m	1,67 V/m	1,86 V/m	1,40 V/m	0,64 V/m	0,64 V/m	1,09 V/m
5-Scheffelstraße	1,43 V/m	1,62 V/m	1,72 V/m	1,92 V/m	1,27 V/m	0,59 V/m	0,70 V/m	0,56 V/m
6-GWG, Zum Riesenberg	0,81 V/m	0,95 V/m	0,97 V/m	1,02 V/m	0,77 V/m	0,49 V/m	0,59 V/m	0,76 V/m
7-Holzgasse	1,18 V/m	1,50 V/m	1,57 V/m	1,68 V/m	1,20 V/m	1,79 V/m	0,68 V/m	0,79 V/m
8-Kapplerbergstr./Holzgasse	0,83 V/m	1,07 V/m	1,10 V/m	1,18 V/m	0,84 V/m	4,61 V/m	0,48 V/m	0,93 V/m
9-Radolfzellerstr. 57	0,74 V/m	1,04 V/m	1,08 V/m	1,12 V/m	0,79 V/m	2,71 V/m	0,50 V/m	0,76 V/m
10-St. Anna Gasse	0,73 V/m	0,95 V/m	1,02 V/m	1,02 V/m	0,67 V/m	1,02 V/m	0,72 V/m	0,53 V/m
11-Im Vogelsang	0,31 V/m	0,33 V/m	0,34 V/m	1,19 V/m	0,76 V/m	1,02 V/m	0,30 V/m	0,56 V/m
12-Nagelriedstr.	0,52 V/m	0,64 V/m	0,71 V/m	0,71 V/m	0,37 V/m	0,11 V/m	0,46 V/m	0,07 V/m
13-Unterhausgasse	0,22 V/m	0,24 V/m	0,24 V/m	0,71 V/m	0,44 V/m	0,63 V/m	0,87 V/m	0,39 V/m
14-Reichenaublick	1,02 V/m	1,34 V/m	1,43 V/m	1,45 V/m	0,98 V/m	1,37 V/m	0,71 V/m	0,68 V/m
15-Am Rain	1,47 V/m	1,64 V/m	1,77 V/m	1,85 V/m	1,06 V/m	0,54 V/m	0,66 V/m	0,66 V/m
16-Radolfzellerstr. 19	0,73 V/m	0,86 V/m	0,89 V/m	0,92 V/m	0,53 V/m	2,92 V/m	0,40 V/m	0,48 V/m
17-Rathausplatz	0,35 V/m	0,36 V/m	0,36 V/m	0,36 V/m	0,34 V/m	1,39 V/m	0,47 V/m	0,17 V/m
18-Strandweg	0,44 V/m	0,45 V/m	0,45 V/m	0,79 V/m	0,52 V/m	0,75 V/m	0,51 V/m	0,53 V/m
19-Am Bühl	0,85 V/m	0,95 V/m	1,01 V/m	1,02 V/m	0,74 V/m	0,82 V/m	0,59 V/m	0,89 V/m
20-Mühlengasse	1,02 V/m	1,22 V/m	1,28 V/m	1,28 V/m	0,95 V/m	0,68 V/m	0,67 V/m	0,23 V/m
21-Konstanzer Str.	0,91 V/m	0,98 V/m	1,01 V/m	1,01 V/m	0,85 V/m	0,90 V/m	0,77 V/m	0,74 V/m
22-Hochstr.	0,83 V/m	0,90 V/m	0,92 V/m	0,92 V/m	0,81 V/m	0,82 V/m	0,74 V/m	0,49 V/m
23-Thurgauweg	0,70 V/m	0,76 V/m	0,79 V/m	0,78 V/m	0,67 V/m	0,69 V/m	0,64 V/m	0,47 V/m
24-Hegne	0,30 V/m	0,31 V/m	0,31 V/m	0,31 V/m	0,30 V/m	0,30 V/m	0,30 V/m	0,03 V/m
25-Kaltbrunn	0,40 V/m	0,51 V/m	0,57 V/m	0,55 V/m	0,31 V/m	0,14 V/m	0,25 V/m	0,31 V/m
26-Zum Eichenrain, Röhrenberg	1,53 V/m	1,61 V/m	1,62 V/m	1,61 V/m	1,53 V/m	1,47 V/m	1,49 V/m	0,40 V/m
27-Kliniken Schmieder	0,69 V/m	0,69 V/m	0,69 V/m	0,69 V/m	0,69 V/m	0,69 V/m	0,69 V/m	0,33 V/m
28-Zum Tafelholz	0,88 V/m	0,99 V/m	1,01 V/m	1,01 V/m	0,87 V/m	0,76 V/m	0,80 V/m	0,49 V/m
MP1a-Kindergarten-außen	1,24 V/m	1,31 V/m	1,34 V/m	0,90 V/m	0,59 V/m	0,78 V/m	0,49 V/m	0,84 V/m
MP1b-Kindergarten, Innenbereich	0,43 V/m	0,45 V/m	0,46 V/m	0,32 V/m	0,19 V/m	0,24 V/m	0,16 V/m	0,27 V/m
MP2-Schule	1,18 V/m	1,30 V/m	1,32 V/m	1,44 V/m	1,01 V/m	1,43 V/m	0,61 V/m	0,99 V/m
MP3-Montessori Kindergarten	0,47 V/m	0,47 V/m	0,48 V/m	0,48 V/m	0,45 V/m	0,96 V/m	0,45 V/m	0,35 V/m
MP4-Klinik Schmieder, Eingang	1,23 V/m	1,23 V/m	1,23 V/m	1,23 V/m	1,23 V/m	1,23 V/m	1,23 V/m	0,33 V/m
Max-RB-Höchster Wert Röhrenberg	6,34 V/m	6,35 V/m	6,35 V/m	6,35 V/m	6,34 V/m	6,33 V/m	6,33 V/m	0,32 V/m
Max-WB-Höchster Wert Walzenberg	4,01 V/m	4,09 V/m	4,28 V/m	3,49 V/m	0,76 V/m	0,67 V/m	0,67 V/m	0,59 V/m
Mittelwert	**1,14 V/m**	**1,27 V/m**	**1,31 V/m**	**1,32 V/m**	**0,96 V/m**	**1,19 V/m**	**0,78 V/m**	**0,57 V/m**
Mittelwert ohne Maxima	**0,90 V/m**	**1,03 V/m**	**1,06 V/m**	**1,10 V/m**	**0,80 V/m**	**1,05 V/m**	**0,62 V/m**	**0,58 V/m**

Tab 3: Einzelwerte an den Bezugspunkten in Einheiten der elektrischen Feldstärke in V/m

	1	2	3	4	5	6	7	8
Bezugspunkte	1-Vorbelastung derzeit (25 m - Mast)	1b-Vorbelastung mit Telefonica-Erweiterung	1c-Vorbelastung mit O2 + E1-Erweiterung	1d-Walzenberg (35 m) mit O2 + E1-Erweiterung	1d-Walzenberg (35 m) nur O2	A1-Radolfzeller Straße mit Röhrenberg	A5b-Kapplerfeld (70m) mit Röhrenberg	A6-Höhrenberg (25m) ohne Röhrenberg
1-Zum Walzenberg 15	3,4%	3,9%	3,9%	2,5%	1,9%	1,7%	1,2%	2,4%
2-Ackerweg 6, 6. OG	4,4%	5,5%	5,8%	6,2%	4,4%	1,7%	1,7%	3,5%
3-Engelbert-Weltin-Weg	3,9%	4,0%	4,1%	3,4%	1,7%	1,8%	1,6%	1,5%
4-Im Reihetal 5, 3. OG	3,1%	3,9%	4,0%	4,5%	3,4%	1,5%	1,5%	2,6%
5-Scheffelstraße	3,4%	3,9%	4,1%	4,6%	3,0%	1,4%	1,7%	1,3%
6-GWG, Zum Riesenberg	1,9%	2,3%	2,3%	2,4%	1,8%	1,2%	1,4%	1,8%
7-Holzgasse	2,8%	3,6%	3,8%	4,0%	2,9%	4,3%	1,6%	1,9%
8-Kapplerbergstr./Holzgasse	2,0%	2,6%	2,6%	2,8%	2,0%	11,1%	1,2%	2,2%
9-Radolfzellerstr. 57	1,8%	2,5%	2,6%	2,7%	1,9%	6,5%	1,2%	1,8%
10-St. Anna Gasse	1,8%	2,3%	2,4%	2,4%	1,6%	2,4%	1,7%	1,3%
11-Im Vogelsang	0,7%	0,8%	0,8%	2,9%	1,8%	2,4%	0,7%	1,3%
12-Nagelriedstr.	1,2%	1,5%	1,7%	1,7%	0,9%	0,3%	1,1%	0,2%
13-Unterhausgasse	0,5%	0,6%	0,6%	1,7%	1,1%	1,5%	2,1%	0,9%
14-Reichenaublick	2,4%	3,2%	3,4%	3,5%	2,4%	3,3%	1,7%	1,6%
15-Am Rain	3,5%	3,9%	4,2%	4,4%	2,5%	1,3%	1,6%	1,6%
16-Radolfzellerstr. 19	1,8%	2,1%	2,1%	2,2%	1,3%	7,0%	1,0%	1,2%
17-Rathausplatz	0,8%	0,9%	0,9%	0,9%	0,8%	3,3%	1,1%	0,4%
18-Strandweg	1,1%	1,1%	1,1%	1,9%	1,2%	1,8%	1,2%	1,3%
19-Am Bühl	2,0%	2,3%	2,4%	2,4%	1,8%	2,0%	1,4%	2,1%
20-Mühlengasse	2,4%	2,9%	3,1%	3,1%	2,3%	1,6%	1,6%	0,6%
21-Konstanzer Str.	2,2%	2,4%	2,4%	2,4%	2,0%	2,2%	1,8%	1,8%
22-Hochstr.	2,0%	2,2%	2,2%	2,2%	1,9%	2,0%	1,8%	1,2%
23-Thurgauweg	1,7%	1,8%	1,9%	1,9%	1,6%	1,7%	1,5%	1,1%
24-Hegne	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,1%
25-Kaltbrunn	1,0%	1,2%	1,4%	1,3%	0,7%	0,3%	0,6%	0,7%
26-Zum Eichenrain, Röhrenberg	3,7%	3,9%	3,9%	3,9%	3,7%	3,5%	3,6%	1,0%
27-Kliniken Schmieder	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	0,8%
28-Zum Tafelholz	2,1%	2,4%	2,4%	2,4%	2,1%	1,8%	1,9%	1,2%
MP1a-Kindergarten-außen	3,0%	3,1%	3,2%	2,2%	1,4%	1,9%	1,2%	2,0%
MP1b-Kindergarten, Innenbereich	1,0%	1,1%	1,1%	0,8%	0,5%	0,6%	0,4%	0,6%
MP2-Schule	2,8%	3,1%	3,2%	3,5%	2,4%	3,4%	1,5%	2,4%
MP3-Montessori Kindergarten	1,1%	1,1%	1,2%	1,2%	1,1%	2,3%	1,1%	0,8%
MP4-Klinik Schmieder, Eingang	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	0,8%
Max-RB-Höchster Wert Röhrenberg	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	0,8%
Max-WB-Höchster Wert Walzenberg	9,6%	9,8%	10,3%	8,4%	1,8%	1,6%	1,6%	1,4%
Mittelwert	**2,74%**	**3,04%**	**3,13%**	**3,17%**	**2,30%**	**2,85%**	**1,88%**	**1,37%**
Mittelwert ohne Max	**2,15%**	**2,46%**	**2,55%**	**2,64%**	**1,92%**	**2,52%**	**1,48%**	**1,39%**

Tab 4: Einzelwerte an den Bezugspunkten als Anteil des Grenzwerts der 26. BImSchV (Bezugsgrenzwert GSM: 41,7 V/m)

10.2 Umrechnungsfaktoren

Neben den in der Hochfrequenztechnik üblichen Einheiten dBµV/m und V/m werden teilweise Leistungseinheiten in W/m² oder µW/cm² benutzt. Mit den folgenden Formeln können die Feldstärkewerte umgerechnet werden:

el. Feldstärke $E[V/m] = \frac{10^{\frac{(E[dB\mu V/m]}{20}}}{1.000.000}$

oder umgerechnet in Einheiten der Leistungsflussdichte:
Leistungsflussdichte S [W/m²] = E^2 [V/m] / 377 [Ω]
oder S' [µW/cm²] = S [W/m²] x 100

Mit der folgenden Tabelle kann der lineare Feldstärkewert auch abgeschätzt werden, ohne die exakten Formeln verwenden zu müssen.

E		Leistungsdichte S		E		Leistungsdichte S	
V/m	dBµV/m	W/m²	µW/cm²	V/m	dBµV/m	W/m²	µW/cm²
0,001	60	2,7E-09	2,7E-07	4	132	0,042	4,2
0,01	80	2,7E-07	2,7E-05	6	136	0,095	9,5
0,1	100	2,7E-05	0,003	10	140	0,265	26,5
0,6	116	0,001	0,095	27,5	149	2,0	200,6
1	120	0,003	0,3	43,5	153	5,0	501,9
2	126	0,011	1,1	61,5	156	10,0	1 003
3	130	0,024	2,4	100	160	26,5	2 653

Tab 5: Umrechnungstabelle

10.3 Technische Daten der Mobilfunkanlagen

B	ID	Betreiber	Carrier	Typ	Richtung	Höhe (üG)	Leistung	Dt.	Elekt.	Frequenz	Kabelverlu
	1-Walzenberg-25m:E-Plus:GSM1800:20	E-Plus	GSM1800	Kathrein 742264	20,00 °	18,3 m	90,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	3,00 dB
	1-Walzenberg-25m:E-Plus:GSM1800:150	E-Plus	GSM1800	Kathrein 742264	150,00 °	18,3 m	90,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	3,00 dB
	1-Walzenberg-25m:E-Plus:GSM1800:270	E-Plus	GSM1800	Kathrein 742264	270,00 °	18,3 m	90,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	3,00 dB
	1-Walzenberg-25m:E-Plus:GSM900:20	E-Plus	GSM900	Kathrein 742264	20,00 °	18,3 m	45,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	942,500 MHz	3,00 dB
	1-Walzenberg-25m:E-Plus:GSM900:150	E-Plus	GSM900	Kathrein 742264	150,00 °	18,3 m	45,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	942,500 MHz	3,00 dB
	1-Walzenberg-25m:E-Plus:GSM900:270	E-Plus	GSM900	Kathrein 742264	270,00 °	18,3 m	45,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	942,500 MHz	3,00 dB
	1-Walzenberg-25m:Telekom:GSM1800:180	Telekom	GSM1800	Kathrein 742264	180,00 °	22,0 m	44,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	1847,700 MHz	2,20 dB
	1-Walzenberg-25m:Telekom:GSM900:60	Telekom	GSM900	Kathrein 739658	60,00 °	20,7 m	40,000000 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	942,500 MHz	1,40 dB
	1-Walzenberg-25m:Telekom:GSM900:180	Telekom	GSM900	Kathrein 742264	180,00 °	22,0 m	50,400000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	942,500 MHz	1,50 dB
	1-Walzenberg-25m:Telekom:GSM900:300	Telekom	GSM900	Kathrein 739658	300,00 °	20,7 m	40,000000 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	942,500 MHz	1,40 dB
	1-Walzenberg-25m:Telekom:UMTS:0	Telekom	UMTS	Kathrein 742215	0,00 °	19,0 m	64,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	2,00 dB
	1-Walzenberg-25m:Telekom:UMTS:120	Telekom	UMTS	Kathrein 742215	120,00 °	19,0 m	64,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	2,00 dB
	1-Walzenberg-25m:Telekom:UMTS:240	Telekom	UMTS	Kathrein 742215	240,00 °	19,0 m	64,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	2140,000 MHz	2,00 dB
	1-Walzenberg-25m:Vodafone:GSM900:20	Vodafone	GSM900	Kathrein 742264	20,00 °	16,1 m	60,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	942,500 MHz	2,30 dB
	1-Walzenberg-25m:Vodafone:GSM900:160	Vodafone	GSM900	Kathrein 742264	160,00 °	16,1 m	60,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	942,500 MHz	2,30 dB
	1-Walzenberg-25m:Vodafone:GSM900:270	Vodafone	GSM900	Kathrein 742264	270,00 °	16,1 m	60,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	942,500 MHz	2,30 dB
	1-Walzenberg-25m:Vodafone:UMTS:20	Vodafone	UMTS	Kathrein 742264	20,00 °	16,1 m	40,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	2,70 dB
	1-Walzenberg-25m:Vodafone:UMTS:160	Vodafone	UMTS	Kathrein 742264	160,00 °	16,1 m	40,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	2,70 dB
	1-Walzenberg-25m:Vodafone:UMTS:270	Vodafone	UMTS	Kathrein 742264	270,00 °	16,1 m	40,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	2140,000 MHz	2,70 dB
	1b-O2 Erweiterung:Telefonica:GSM1800:0	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	0,00 °	20,7 m	60,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB
	1b-O2 Erweiterung:Telefonica:GSM1800:120	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	120,00 °	20,7 m	60,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB
	1b-O2 Erweiterung:Telefonica:GSM1800:240	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	240,00 °	20,7 m	60,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB
	1b-O2 Erweiterung:Telefonica:UMTS:0	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	0,00 °	20,7 m	48,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB
	1b-O2 Erweiterung:Telefonica:UMTS:120	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	120,00 °	20,7 m	48,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB
	1b-O2 Erweiterung:Telefonica:UMTS:240	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	240,00 °	20,7 m	48,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB
	1c-E1 Erweiterung:E-Plus:UMTS:20	E-Plus	UMTS	Kathrein 742264	20,00 °	18,3 m	92,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	3,00 dB
	1c-E1 Erweiterung:E-Plus:UMTS:150	E-Plus	UMTS	Kathrein 742264	150,00 °	18,3 m	92,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	3,00 dB
	1c-E1 Erweiterung:E-Plus:UMTS:270	E-Plus	UMTS	Kathrein 742264	270,00 °	18,3 m	92,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:GSM1800:20	E-Plus	GSM1800	Kathrein 742264	20,00 °	28,3 m	90,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:GSM1800:150	E-Plus	GSM1800	Kathrein 742264	150,00 °	28,3 m	90,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:GSM1800:270	E-Plus	GSM1800	Kathrein 742264	270,00 °	28,3 m	90,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:GSM900:20	E-Plus	GSM900	Kathrein 742264	20,00 °	28,3 m	45,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	942,500 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:GSM900:150	E-Plus	GSM900	Kathrein 742264	150,00 °	28,3 m	45,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	942,500 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:GSM900:270	E-Plus	GSM900	Kathrein 742264	270,00 °	28,3 m	45,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	942,500 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:UMTS:20	E-Plus	UMTS	Kathrein 742264	20,00 °	28,3 m	92,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:UMTS:150	E-Plus	UMTS	Kathrein 742264	150,00 °	28,3 m	92,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:E-Plus:UMTS:270	E-Plus	UMTS	Kathrein 742264	270,00 °	28,3 m	92,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	3,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telefonica:GSM1800:0	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	0,00 °	30,7 m	80,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telefonica:GSM1800:120	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	120,00 °	30,7 m	80,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telefonica:GSM1800:240	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	240,00 °	30,7 m	80,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telefonica:UMTS:0	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	0,00 °	30,7 m	48,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telefonica:UMTS:120	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	120,00 °	30,7 m	48,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telefonica:UMTS:240	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	240,00 °	30,7 m	48,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telekom:GSM1800:180	Telekom	GSM1800	Kathrein 742264	180,00 °	32,0 m	44,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	1847,700 MHz	2,20 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telekom:GSM900:60	Telekom	GSM900	Kathrein 739658	60,00 °	30,7 m	40,000000 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	942,500 MHz	1,40 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telekom:GSM900:180	Telekom	GSM900	Kathrein 742264	180,00 °	32,0 m	50,400000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	942,500 MHz	1,50 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telekom:GSM900:300	Telekom	GSM900	Kathrein 739658	300,00 °	30,7 m	40,000000 W	0,00 °	6,00 °-6,00 °	942,500 MHz	1,40 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telekom:UMTS:0	Telekom	UMTS	Kathrein 742215	0,00 °	29,0 m	64,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	2,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telekom:UMTS:120	Telekom	UMTS	Kathrein 742215	120,00 °	29,0 m	64,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	2,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Telekom:UMTS:240	Telekom	UMTS	Kathrein 742215	240,00 °	29,0 m	64,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	2140,000 MHz	2,00 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Vodafone:GSM900:20	Vodafone	GSM900	Kathrein 742264	20,00 °	26,1 m	60,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	942,500 MHz	2,30 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Vodafone:GSM900:160	Vodafone	GSM900	Kathrein 742264	160,00 °	26,1 m	60,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	942,500 MHz	2,30 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Vodafone:GSM900:270	Vodafone	GSM900	Kathrein 742264	270,00 °	26,1 m	60,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	942,500 MHz	2,30 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Vodafone:UMTS:20	Vodafone	UMTS	Kathrein 742264	20,00 °	26,1 m	40,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	2,70 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Vodafone:UMTS:160	Vodafone	UMTS	Kathrein 742264	160,00 °	26,1 m	40,000000 W	0,00 °	4,00 °-8,00 °	2140,000 MHz	2,70 dB
	1d-Walzenberg+O2+E1-35m:Vodafone:UMTS:270	Vodafone	UMTS	Kathrein 742264	270,00 °	26,1 m	40,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	2140,000 MHz	2,70 dB

Industrie Service

2-Rohrenberg:Telefonica:GSM900:120	Telefonica	GSM900	Andrew CTSDG-06515-XDM	120,00 °	8,8 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	942,500 MHz	0,78 dB			
2-Rohrenberg:Telefonica:GSM900:210	Telefonica	GSM900	Andrew CTSDG-06515-XDM	210,00 °	8,8 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	942,500 MHz	0,78 dB			
2-Rohrenberg:Telefonica:GSM900:300	Telefonica	GSM900	Andrew CTSDG-06515-XDM	300,00 °	8,8 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	942,500 MHz	0,78 dB			
2-Rohrenberg:Telefonica:UMTS:120	Telefonica	UMTS	Andrew UMWD-06516A-XDH	120,00 °	9,0 m	40,000000 W	0,00 °	2,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	2,57 dB			
2-Rohrenberg:Telefonica:UMTS:210	Telefonica	UMTS	Andrew UMWD-06516A-XDH	210,00 °	9,0 m	40,000000 W	0,00 °	2,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	2,68 dB			
2-Rohrenberg:Telefonica:UMTS:300	Telefonica	UMTS	Andrew UMWD-06516A-XDH	300,00 °	9,0 m	40,000000 W	0,00 °	2,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	2,57 dB			
A1-Radolfzeller Str. 33:Telefonica:GSM1800:10	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	10,00 °	15,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A1-Radolfzeller Str. 33:Telefonica:GSM1800:120	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	120,00 °	15,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A1-Radolfzeller Str. 33:Telefonica:GSM1800:290	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	290,00 °	15,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A1-Radolfzeller Str. 33:Telefonica:UMTS:10	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	10,00 °	15,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A1-Radolfzeller Str. 33:Telefonica:UMTS:120	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	120,00 °	15,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A1-Radolfzeller Str. 33:Telefonica:UMTS:290	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	290,00 °	15,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A2a-Telekomgebäude-25m:Telefonica:GSM1800:0	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	0,00 °	23,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A2a-Telekomgebäude-25m:Telefonica:GSM1800:150	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	150,00 °	23,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A2a-Telekomgebäude-25m:Telefonica:GSM1800:250	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	250,00 °	23,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A2a-Telekomgebäude-25m:Telefonica:UMTS:0	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	0,00 °	23,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A2a-Telekomgebäude-25m:Telefonica:UMTS:150	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	150,00 °	23,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A2a-Telekomgebäude-25m:Telefonica:UMTS:250	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	250,00 °	23,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A2b-Telekomgebäude-70m:Telefonica:GSM1800:0	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	0,00 °	68,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A2b-Telekomgebäude-70m:Telefonica:GSM1800:150	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	150,00 °	68,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A2b-Telekomgebäude-70m:Telefonica:GSM1800:250	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	250,00 °	68,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A2b-Telekomgebäude-70m:Telefonica:UMTS:0	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	0,00 °	68,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A2b-Telekomgebäude-70m:Telefonica:UMTS:150	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	150,00 °	68,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A2b-Telekomgebäude-70m:Telefonica:UMTS:250	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	250,00 °	68,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A3-Eicheran-30m:Telefonica:GSM1800:0	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	0,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A3-Eicheran-30m:Telefonica:GSM1800:150	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	150,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A3-Eicheran-30m:Telefonica:GSM1800:250	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	250,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A3-Eicheran-30m:Telefonica:UMTS:0	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	0,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A3-Eicheran-30m:Telefonica:UMTS:150	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	150,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A3-Eicheran-30m:Telefonica:UMTS:250	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	250,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A4-GWG-30m:Telefonica:GSM1800:0	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	0,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A4-GWG-30m:Telefonica:GSM1800:150	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	150,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A4-GWG-30m:Telefonica:GSM1800:250	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	250,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A4-GWG-30m:Telefonica:UMTS:0	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	0,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A4-GWG-30m:Telefonica:UMTS:150	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	150,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A4-GWG-30m:Telefonica:UMTS:250	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	250,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A5a-Kapplerfeld-30m:Telefonica:GSM1800:20	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	20,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A5a-Kapplerfeld-30m:Telefonica:GSM1800:115	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	115,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A5a-Kapplerfeld-30m:Telefonica:GSM1800:200	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	200,00 °	28,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A5a-Kapplerfeld-30m:Telefonica:UMTS:20	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	20,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A5a-Kapplerfeld-30m:Telefonica:UMTS:115	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	115,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A5a-Kapplerfeld-30m:Telefonica:UMTS:200	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	200,00 °	28,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A5b-Kapplerfeld-70m:Telefonica:GSM1800:20	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	20,00 °	68,0 m	80,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A5b-Kapplerfeld-70m:Telefonica:GSM1800:115	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	115,00 °	68,0 m	80,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A5b-Kapplerfeld-70m:Telefonica:GSM1800:200	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	200,00 °	68,0 m	80,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
A5b-Kapplerfeld-70m:Telefonica:UMTS:20	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	20,00 °	68,0 m	40,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A5b-Kapplerfeld-70m:Telefonica:UMTS:115	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	115,00 °	68,0 m	40,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
A5b-Kapplerfeld-70m:Telefonica:UMTS:200	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	200,00 °	68,0 m	40,000000 W	0,00 °	2,00 °-6,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
* A6-Höhrenberg-25m:Telefonica:GSM1800:20	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	20,00 °	23,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
* A6-Höhrenberg-25m:Telefonica:GSM1800:140	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	140,00 °	23,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
* A6-Höhrenberg-25m:Telefonica:GSM1800:280	Telefonica	GSM1800	Kathrein 742215	280,00 °	23,0 m	80,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	1847,700 MHz	2,00 dB			
* A6-Höhrenberg-25m:Telefonica:UMTS:20	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	20,00 °	23,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
* A6-Höhrenberg-25m:Telefonica:UMTS:140	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	140,00 °	23,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			
* A6-Höhrenberg-25m:Telefonica:UMTS:280	Telefonica	UMTS	Kathrein 742215	280,00 °	23,0 m	40,000000 W	0,00 °	0,00 °-4,00 °	2140,000 MHz	0,00 dB			