funktechanalyse.de

Immissionsgutachten

Mobilfunk in Raubling:
Vergleichende Untersuchung von Standortalternativen hinsichtlich der Minimierung der Strahlenbelastung

(Bereich Nicklheim / BAB A93)

Auftraggeber:	Gemeinde Raubling, Bahnhofstr. 31, 83064 Raubling
Durchführung:	Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang:	24 Seiten
Veröffentlichung:	Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Die auszugsweise Veröffentlichung ist möglich, wenn auf eine öffentlich zugängliche Quelle der vollständigen Fassung verwiesen und die Quelle dabei angegeben wird. Andernfalls bedarf eine auszugsweise Veröffentlichung der vorherigen schriftlichen Genehmigung.

Originaldruck auf 100 % Recyclingpapier

funktechanalyse.de · Ingenieurbüro · Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH) · Schlierseestr. 66 · 81539 München
Tel. (089) 21 580 500 · E-Mail: kontakt@funktechanalyse.de

funktechanalyse.de

Inhalt

1. Allgemeine Vorbemerkung zur Immissionsminimierung 3
1.1 Ausgangslage 3
1.2 Vorsorge 3
1.3 Auswahl der zu untersuchenden Standortvarianten 3
1.4 Technische Abstimmung, Versorgungsgüte 4
1.5 Immissionsminimierung nun ein Kriterium 4

2. Auftragstellung / Sachverhalt 4

3. Lageplan zu den betrachteten Standortvarianten 4

4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung 6
4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten 6
4.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite 6
4.2.1 Nicklheim 6
4.2.2 An der A 93 geplanter Funkmast 7
4.2.3 Gutachterliche Stellungnahme 8

5. Immissionsprognosen 9
5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter) 9
5.2 Aus Betreibersicht diskussionswürdige Varianten in geplanten Konfigurationen 13

6. Schlussbemerkung / weitere Angaben 17

7. Anhang 18
7.1 Vorgehensweise 18
7.2 Betriebsnähe von Antragsdaten 22
7.3 Einheiten, Skala, Grenzwerte 23
7.4 Unterlagen 24

1. Allgemeine Vorbemerkung zur Immissionsminimierung

1.1 Ausgangslage

Anlass der Begutachtung ist in der Regel betreiberseitig benannter Bedarf zum Ausbau des Netzes. Der Betreiber begründet den Bedarf entweder damit, dass er Ersatz für einen bestehenden, zu räumenden Standort benötige oder eine Erweiterung/Netzverdichtung/Verlegung erforderlich sei, da die aktuelle Versorgung nicht den Ansprüchen an die Qualität genüge und/oder die zunehmende Nutzung vor allem der Datendienste des Mobilfunks mit den bestehenden Standorten nicht gedeckt werden könne.

Die betreiberseitige Standortwahl ist neben der funktechnischen Eignung von den Kriterien Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit geprägt.

1.2 Vorsorge

Verschiedene Forschungsergebnisse weisen auf mögliche Auswirkungen von Funkstrahlung unterhalb des gesetzlichen Grenzwerts hin. Diese wissenschaftlichen Hinweise legen es nahe, Vorsorge zu betreiben. Die Strahlenschutzkommission empfiehlt, „elektromagnetische Felder im Rahmen der technisch und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten zu minimieren".[1]

Der gesetzlich festgelegte Grenzwert enthält keine Vorsorgekomponente, wie der Bundesgerichtshof am 13.02.2004 urteilte. Nach einem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 handelt es sich bei Besorgnissen zu gesundheitlichen Auswirkungen von Mobilfunk unterhalb der Grenzwerte nicht um bloße Immissionsbefürchtungen. Vielmehr seien sie dem „vorsorgerelevanten Risikoniveau" zuzuordnen. Gemeinden dürften sich auch bei Unterschreitung der Grenzwerte mit der räumlichen Zuordnung von Mobilfunkstationen befassen. Allerdings dürften sie keine niedrigeren Grenzwerte festsetzen.

1.3 Auswahl der zu untersuchenden Standortvarianten

Die auftraggebende Kommune wurde gebeten, bestehende Mobilfunk-Standorte und alle in Diskussion befindlichen Standortvarianten mitzuteilen, damit diese in die Untersuchung einfließen. Diese Auswahl der Varianten wird vom Gutachter unter Einsatz funktechnischer Fachkenntnisse ergänzt. Dabei wird ausgehend vom betreiberseitig mitgeteilten Suchbereich mit funktechnisch relevantem Umfeld bzw. in dem zu untersuchenden Bereich angestrebt, die gesamte Bandbreite der möglichen spezifischen Immissionen von nicht speziell immissionsminimierten Standortvarianten bis hin zu Standortvarianten, welche bei der jeweils betroffenen Wohnbebauung möglichst geringe Immissionen verursachen, im Gutachten abzubilden.

Über die vergleichende Betrachtung verschiedener Standortvarianten gibt das vorliegende Gutachten einen Einblick über die von den jeweiligen Varianten auf die jeweils betroffene Bebauung mit überwiegend wohnlicher Nutzung einwirkenden Immissionen.

[1] Strahlenschutzkommission, Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern, 2001

1.4 Technische Abstimmung, Versorgungsgüte

Paragraph 7a der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung sichert der Kommune eine Mitwirkungsmöglichkeit bei der Standortwahl. Während der Bearbeitung des Immissionsgutachtens im dialogischen Verfahren werden die o.g. Varianten dem Betreiber/den Betreibern im Rahmen einer technischen Vorabstimmung mit der Bitte um Stellungnahme zur Eignung übermittelt. Betreiberseitige Aussagen zur funktechnischen Nicht- oder Schlechter-Eignung von Standortvarianten werden anhand hochentwickelter Funknetzplanungs-Software[2] überprüft.

Dabei wird das o.a. Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 berücksichtigt, nachdem die Kommunen u.a. zu beachten haben, dass das Gewicht des öffentlichen Interesses an einer flächendeckend angemessenen und ausreichenden Versorgung des Mobilfunks mit der in den letzten Jahren quantitativ und qualitativ erkennbaren Zunahme der Nutzung von Dienstleistungen eher noch gestiegen sei.

1.5 Immissionsminimierung nun ein Kriterium

Zielsetzung der Untersuchungen ist, Varianten zu finden, welche die o.a. Ansprüche an die Versorgung erfüllen und mit denen zugleich unnötig hohe Befeldungen der benachbarten Wohnbevölkerung vermieden werden können.

Das vorliegende Immissionsgutachten ermöglicht es der Kommune, die Immissionsminimierung und damit die Vorsorge in die Kriterien der Standortwahl einzubeziehen.

2. Auftragstellung / Sachverhalt

Nach Mitteilung der Gemeinde Raubling sucht die Telekom im Bereich Nicklheim einen Mobilfunk-Standort (Bezeichnung: MY5794), da die Gemeinde dort eine Verbesserung der Versorgung wünscht.

Auch möchte man den bereits früher abgestimmten Standort W03 an der Autobahn A93 nun angehen (Bezeichnung MY4639). Vgl. hier das Immissionsgutachten vom 10.07.2015.

Mit Schreiben vom 16.10.2017 erteilte die Gemeinde Raubling den Auftrag, Standort-Alternativen im angegebenen Suchbereich zu Nicklheim sowie dem funktechnisch relevanten Umfeld anhand von Immissionsprognosen vergleichend zu untersuchen. Zum geplanten Mast an der Autobahn (W03) soll eine Immissionsprognose nach dem im Zuge der technischen Entwicklung zwischenzeitlich neuen Planungsstand erstellt werden.

Zielsetzung der Untersuchung ist die Immissionsminimierung.

Im Dialog mit der Betreiberseite soll eine technische Vorabstimmung erfolgen.

Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

3. Lageplan zu den betrachteten Standortvarianten

(vgl. folgende Seite)

[2] An der ich im Rahmen meiner Forschungstätigkeit mitentwickle

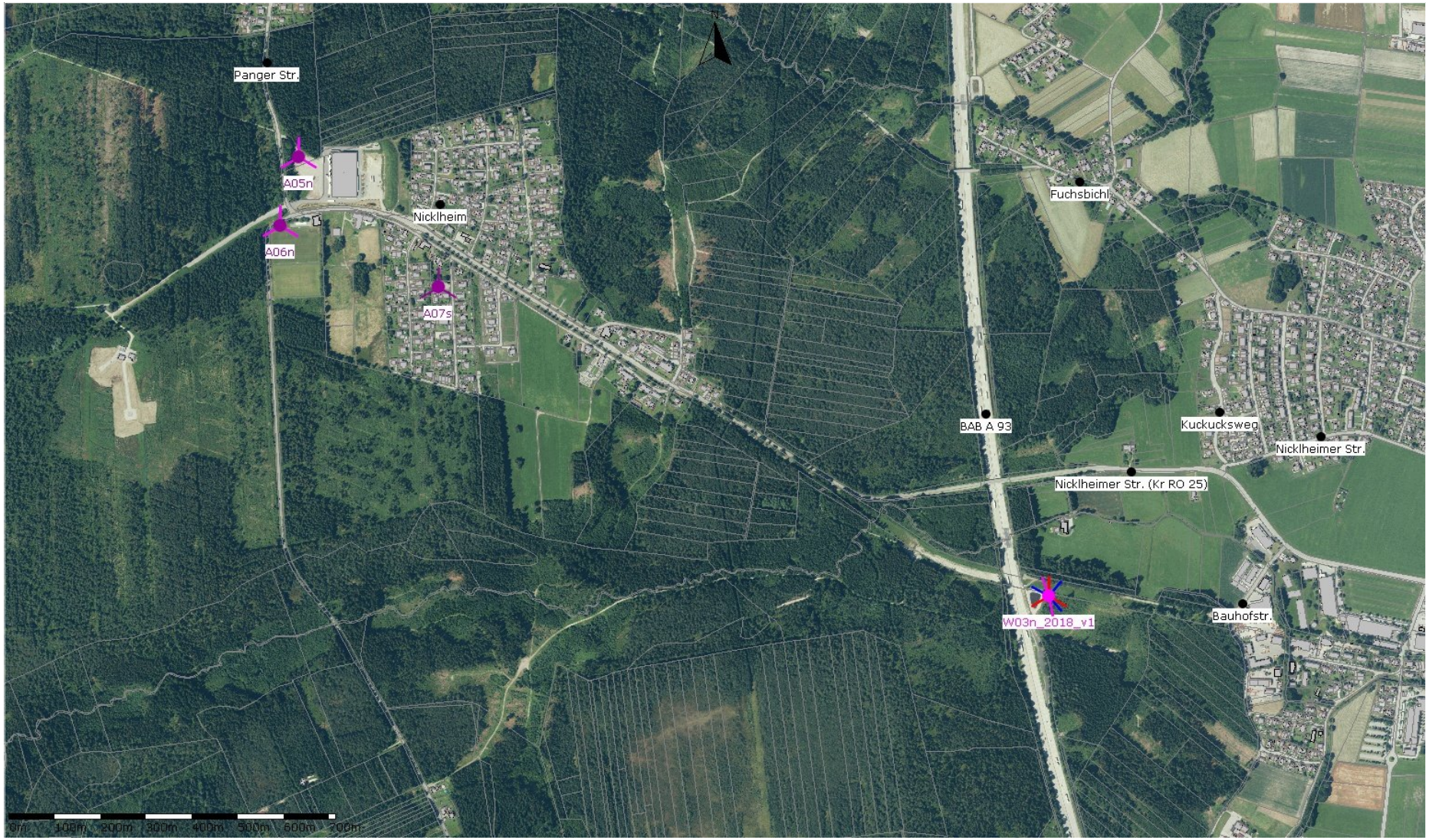


Abbildung 1: Lageplan zu den Standortvarianten. Axy: Untersuchte Standortalternativen in Nicklheim. W03: geplanter Mast an der Autobahn. Index s/n: nicht lagerelevanter Konfigurationsindex. Schwarze Punkte: Ortsbezeichnungen.

4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung

4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten

Um einen direkten Vergleich der Varianten untereinander zu ermöglichen, wurden Immissionsprognosen mit vom Unterzeichner des Berichts angenommenen, vergleichenden Parametern (Index „s") gerechnet. Diese **netzbetreiberneutrale Betrachtung** erfolgt für einen fiktiven Betreiber mit je einem Funkdienst der Flächenversorgung sowie einem Funkdienst der Kapazitätsversorgung. So lassen sich Aussagen zur **spezifischen Immission** der im Vergleich stehenden Standortvarianten treffen.

Die Prognosegrafiken finden sich unter 5.1 ab Seite 9. In den Grafiken ist auch die Lage der Immissionspunkte eingezeichnet.

Tabelle 1 liefert einen Überblick über die Prognosewerte an den dargestellten Immissionspunkten (Index si) bei Vollast in V/m in einer Höhe von 4 m über Grund. Zusätzlich ist die Ausschöpfung des in Deutschland gültigen Grenzwerts in Prozent angegeben. Eine Umrechnungstabelle sowie eine Grenzwerttabelle finden sich unter 7.3 auf Seite 23.

Name	Prog	%GW
A05si1	1,8	3,7
A05si2	1,5	3,0
A06si1	1,5	3,2
A06si2	1,1	2,1
A07si	4,7	10
W03s_2018_i1	1,1	2,2
W03s_2018_i2	1,0	2,0

Tabelle 1

Die Grafiken zu den Varianten sowie die Prognosewerte an den Immissionspunkten zeigen, dass die jeweils auf das betroffene bebaute Umfeld einwirkende Immission durch Standortwahl und Konfiguration deutlich beeinflusst werden kann. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Varianten je nach Lage z.T. unterschiedliche Versorgungsaufgaben zu erfüllen vermögen. Sofern eine Abstimmung mit der Betreiberseite erfolgte, können den Betrachtungen Immissionsprognosen zu konkret geplanten Konfigurationen hinzugefügt werden, vgl. nachfolgendes Kapitel.

4.2 Abstimmungsprozess mit der Betreiberseite

4.2.1 Nicklheim

Nach Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung wurden der Telekom die Varianten A05 bis A07 zur Vorprüfung mit der Bitte um Stellungnahme übermittelt. Für aus Sicht des Betreibers gegebene funktechnische Eignungseinschränkungen bzw. Nichteignungen wurde bei Angabe des geplanten Versorgungsgebietes um Begründung gebeten. Bzgl. der aus Sicht des Betreibers geeigneten oder eingeschränkt geeigneten Varianten wurde zudem um Übermittlung der Konfigurationen nach derzeitigem Planungsstand gebeten.

Die Telekom teilte zu den funktechnischen Aspekten mit:

> *„Versorgungsziel ist der Ort Nickelheim selber und Hochrunstfilze nördlich von Nicklheim. Sowie die Verbindungsstraße dorthin.*
>
> *Diese Versorgungsziele erreicht man am besten mit A06. Durch die freie Sicht sowohl zum Ort als auch nach Hochrunstfilze ist dies unser Prio 1 Standort. Auch wenn er kostenmäßig deutlich teuer als die anderen Varianten sind, überwiegen die funktechnischen Vorteile in diesem Fall deutlich. Sollte der Standort, wie derzeit geplant, sich in unmittelbarer Nähe eines Sandkasten allokiert werden, sind wir bereit hier mittels einem Dach über dem Sandkasten, eventuellen Befürchtungen der Eltern vor herab-*

fallenden Werkzeugen und Gegenständen (im Falle von Servicearbeiten), entgegen zu wirken.

Die Variante A05 wurde mit 20 m Höhe gerechnet. Das erscheint uns bei der geplanten Hallenhöhe die sinnvoll nutzbare Höhe. Leider wird der nördliche Sektor dabei vom Wald komplett abgeschirmt, so dass eine gute Versorgung von Hochrunstfilze damit unmöglich wird. Für uns wäre der Standort dann nutzbar, wenn man auf dem Gelände an der Verbindungsstraße nach Hochrunstfilze ebenfalls einen freistehenden 30 m Antennenträger stellen könnte. In diesem Fall wäre das die Prio 2 für uns.

Die Variante A07 ist für uns leider nicht brauchbar, da Hochrunstfilze aufgrund der niedrigen Höhe und der Ortslage nicht erreicht werden kann. Hinzu kommt, eine schlechte Sektorverteilung, die auch für Nickelheim nicht sinnvoll ist. (...)

Aus den oben beschriebenen Bewertungen ergibt sich folgendes Ranking:

1. *A06: Der Standort ist unser Favorit als freistehender AT mit 30 m Höhe*
2. *A05: Der Standort ist mit einem 30m Antennenträger mit geringen Abstrichen geeignet. Als 20m Dachstandort für uns leider nicht geeignet.*
3. *A07: nicht geeignet*"

Für die aus Sicht der Telekom geeigneten oder bedingt geeigneten Standortvarianten für Nicklheim wurden die Planungsdaten übermittelt. Die Prognosegrafiken finden sich unter 5.2 ab Seite 13.

4.2.2 An der A 93 geplanter Funkmast

Bezüglich des an der A93 geplanten Masts W03 wurden aktuelle Daten zu den geplanten Konfigurationen bei der Telekom, Vodafone und der Telefónica angefragt und von den drei Netzbetreibern übermittelt. Die Prognosegrafiken finden sich unter 5.2 ab Seite 13.

Die Telefónica teilte zusätzlich mit:

„aufgrund der fortgeschrittenen Zeit finden Sie anbei die vorläufige und nicht aufbereitete Roh-Antennenkonfiguration für o.g. Standort. (…) Es ist bei uns noch keine Entscheidung gefallen, ob wir diesen Standort realisieren oder den Kapellenweg 583991062."

Vodafone teilte zusätzlich mit, dass der Standort aktuell nicht verfolgt werde, folglich habe man keine Plandaten verfügbar. Es liege keine Tendenz zur Realisierungswahrscheinlichkeit vor. Die übermittelten Parameter könnten für eine näherungsweise Annahme dienen (Konfiguration v1), Änderungen behalte man sich vor. Bei der Ausrichtung der Antennen bestünde eine Abhängigkeit zum potenziellen Standort im Ortszentrum Rosenheimer Straße. Sollte dieser Standort länger unklar bleiben, wäre auch eine Ausrichtung nach Konfiguration v2 vorstellbar.

Da der von Vodafone angegebene Antennentyp Kathrein 80011868 herstellerseitig den Status vorläufig trägt und hierfür auch bei der letzten Abfrage der Online-Datenbank des Herstellers am 25.04.2018 kein Strahlungsdiagramm vorlag, wurde für die Immissionsprognose eine ähnliche Antenne (K 80010868) herangezogen.

Die Prognosegrafiken (Immission) unter Berücksichtigung der betreiberseitigen Planungsdaten finden sich unter 5.2 ab Seite 13. In den Grafiken ist auch die Lage der Immissionspunkte eingezeichnet.

Tabelle 2 liefert einen Überblick über die Prognosewerte an den Immissionspunkten (Index: ni) zu den betreiberseitig als diskussionswürdig erachteten Varianten bei voller Last in V/m.

Name	Prog	%GW
A05ni1	2,9	5,8
A05ni2	2,4	4,9
A06ni1	2,7	5,4
A06ni2	1,6	3,2
W03n_2018_v1_i1	3,1	6,2
W03n_2018_v1_i2	2,9	6,9
W03n_2018_v1_i3	2,2	4,3
W03n_2018_v1_i4	2,2	4,2
W03n_2018_v2_i1	3,0	6,1
W03n_2018_v2_i2	2,8	6,6
W03n_2018_v2_i3	2,5	4,9
W03n_2018_v2_i4	1,8	3,6

Tabelle 2

4.2.3 Gutachterliche Stellungnahme

Die Varianten wurden mit der Prognosesoftware überprüft, vgl. auch d) auf Seite 19.

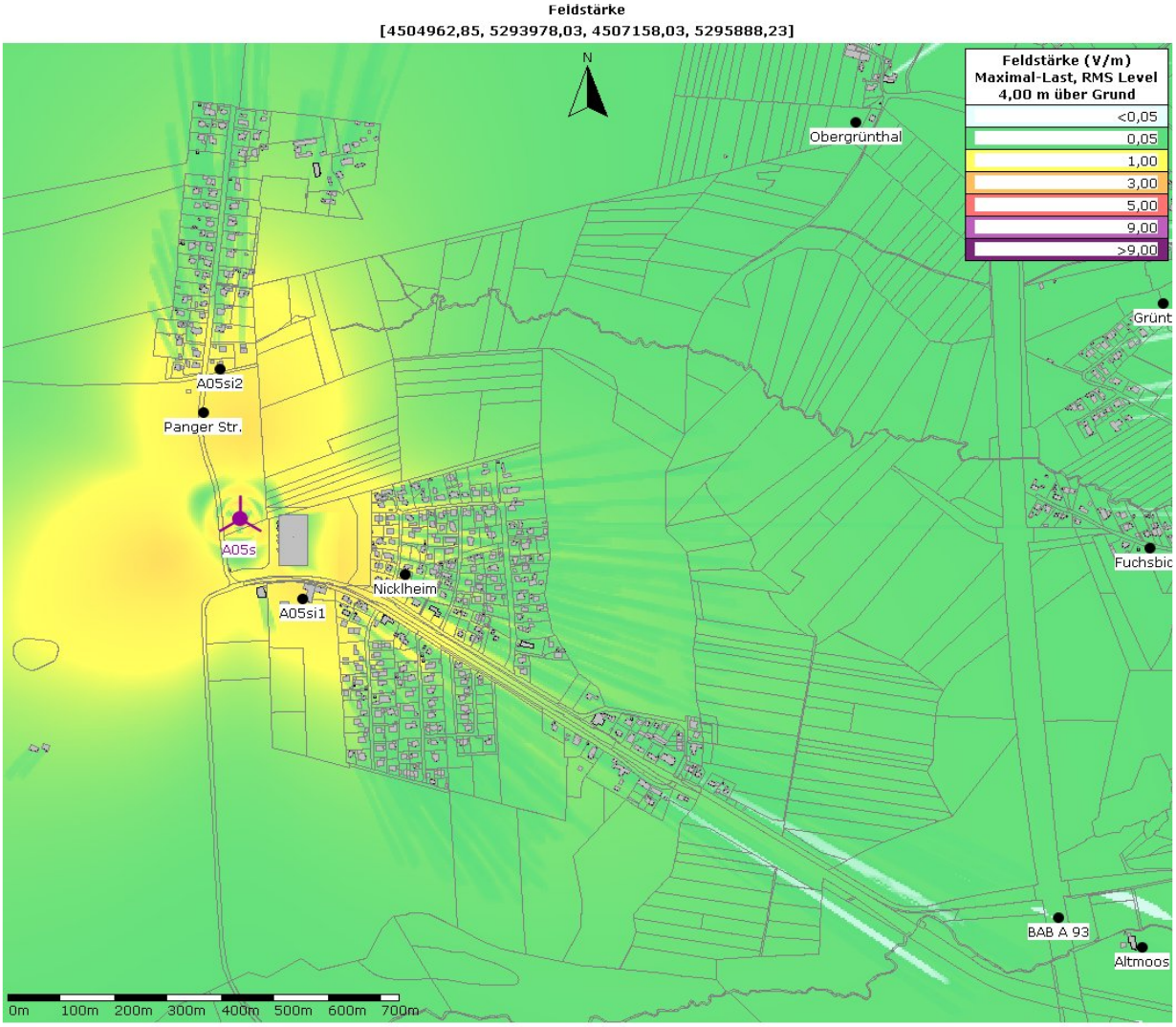
Mit dem Bau des an der A93 geplanten Masts W03 wird sich die Versorgung entlang der A93 wesentlich verbessern. Mögliche Mitnahmeeffekte sind in Abhängigkeit der Antennenausrichtung für die Versorgung des Südwesten Raublings vorallem für die Netze möglich, welche an B01, Kapellenweg keinen Standort betreiben. Desweiteren sind mit W03 bei der Versorgung vorallem im Frequenzbereich der Flächenversorgung je nach Antennenausrichtung deutliche Mitnahmeeffekte für Nicklheim möglich, vergleichsweise geringe für den Bereich Panger Str./Hochrunstfilze.

Die seitens der Telekom dargestellten funktechnischen Argumente zur weniger guten Eignung bzw. Nichteignung der betreiberseitig nicht favorisierten Varianten für die Versorgung Nicklheims und Panger Str./Hochrunstfilze erscheinen mit dem primären Versorgungsziel mobiles Breitband im Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Ausrichtung der Telekom-Antennen an W03 auf die A93 fokussiert werden soll, plausibel.

5. Immissionsprognosen

5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter)

Alle Varianten dieses Punkts sind ausschließlich mit einer spezifischen, netzbetreiberneutralen Konfiguration für einen Betreiber bestückt. Zur Vergleichbarkeit der Funkdienste untereinander und bzgl. Aussagen zur absoluten Höhe der Immission vgl. j) und k) ab Seite 21.

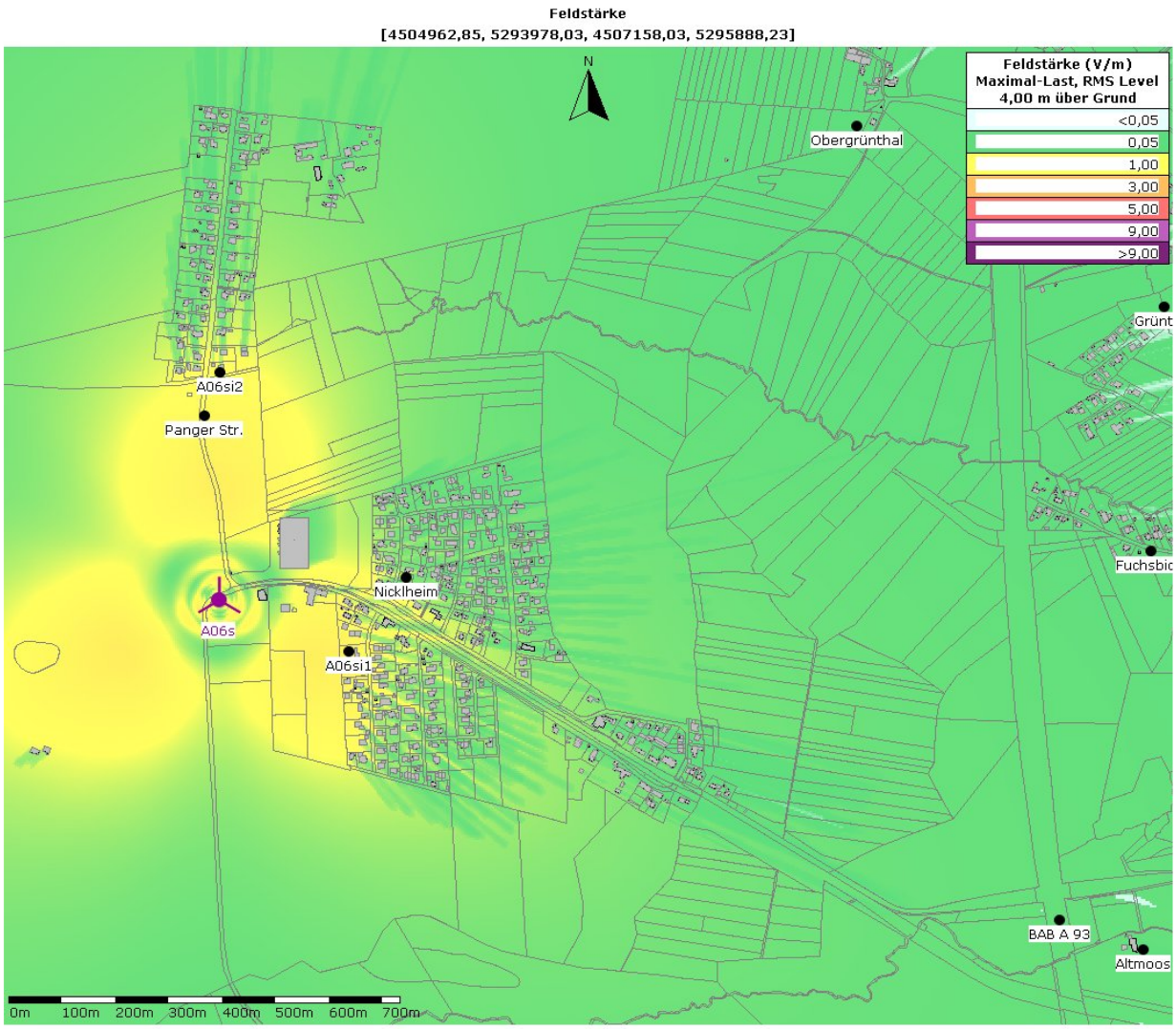


B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A05s:unbekannt:.MB09:0	H APE4518R14v06	23,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A05s:unbekannt:.MB09:120	H APE4518R14v06	23,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A05s:unbekannt:.MB09:240	H APE4518R14v06	23,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A05s:unbekannt:.MB21:0	H APE4518R14v06	23,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A05s:unbekannt:.MB21:120	H APE4518R14v06	23,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A05s:unbekannt:.MB21:240	H APE4518R14v06	23,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 2: Immissionsprognose zu A05s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt
A05si1: 1,8 V/m
A05si2: 1,5 V/m

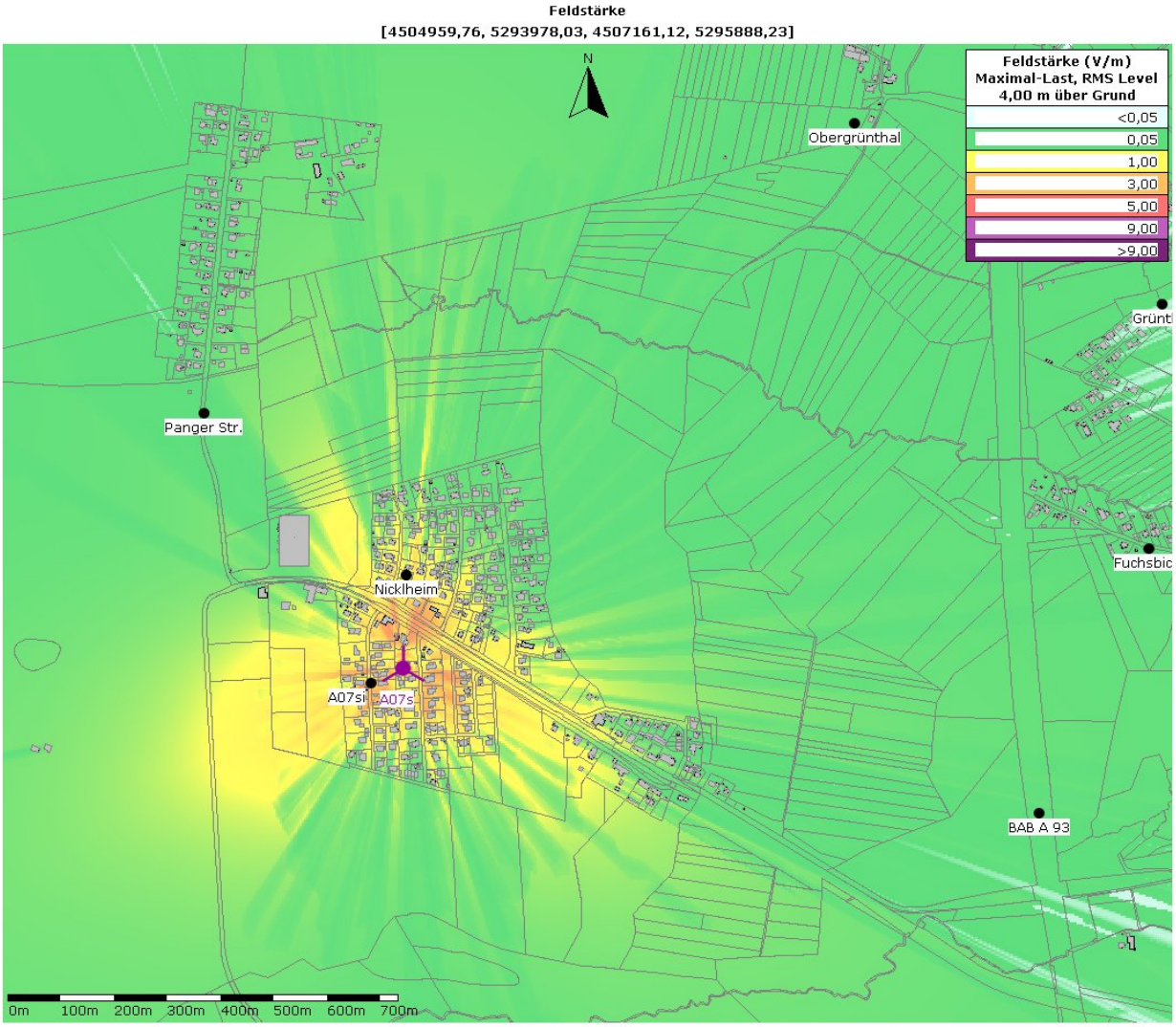
Ermittlung der Lage der Immissionspunkte: vgl. f) auf Seite 19.



B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A06s:unbekannt:.MB09:0	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A06s:unbekannt:.MB09:120	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A06s:unbekannt:.MB09:240	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A06s:unbekannt:.MB21:0	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A06s:unbekannt:.MB21:120	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A06s:unbekannt:.MB21:240	H APE4518R14v06	29,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 3: Immissionsprognose zu A06s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

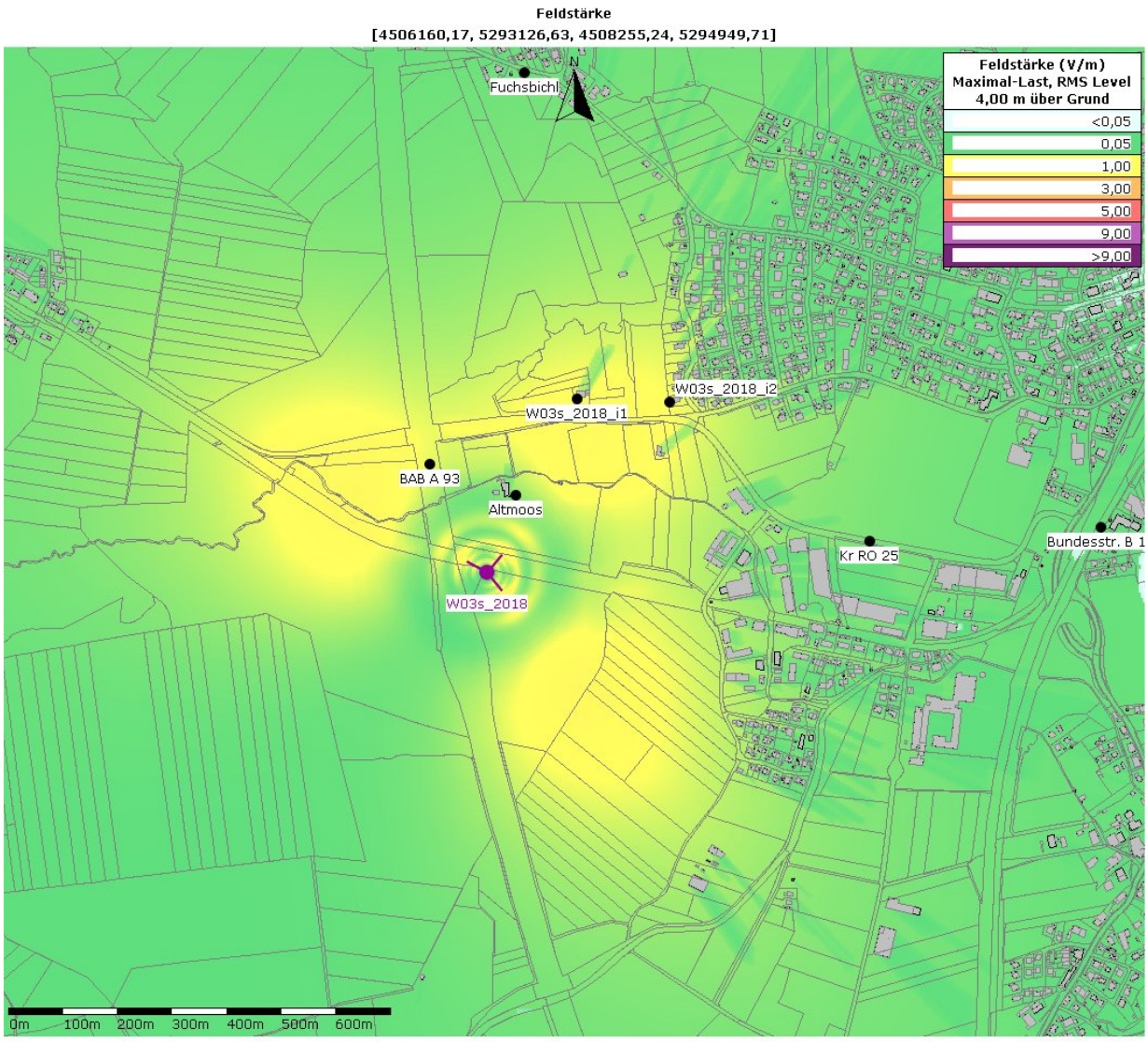
Prognosewert am Immissionspunkt
A06si1: 1,5 V/m
A06si2: 1,1 V/m



B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A07s:unbekannt:.MB09:0	H APE4518R14v06	13,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A07s:unbekannt:.MB09:120	H APE4518R14v06	13,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A07s:unbekannt:.MB09:240	H APE4518R14v06	13,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	A07s:unbekannt:.MB21:0	H APE4518R14v06	13,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A07s:unbekannt:.MB21:120	H APE4518R14v06	13,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	A07s:unbekannt:.MB21:240	H APE4518R14v06	13,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 4: Immissionsprognose zu A07s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A07si: 4,7 V/m



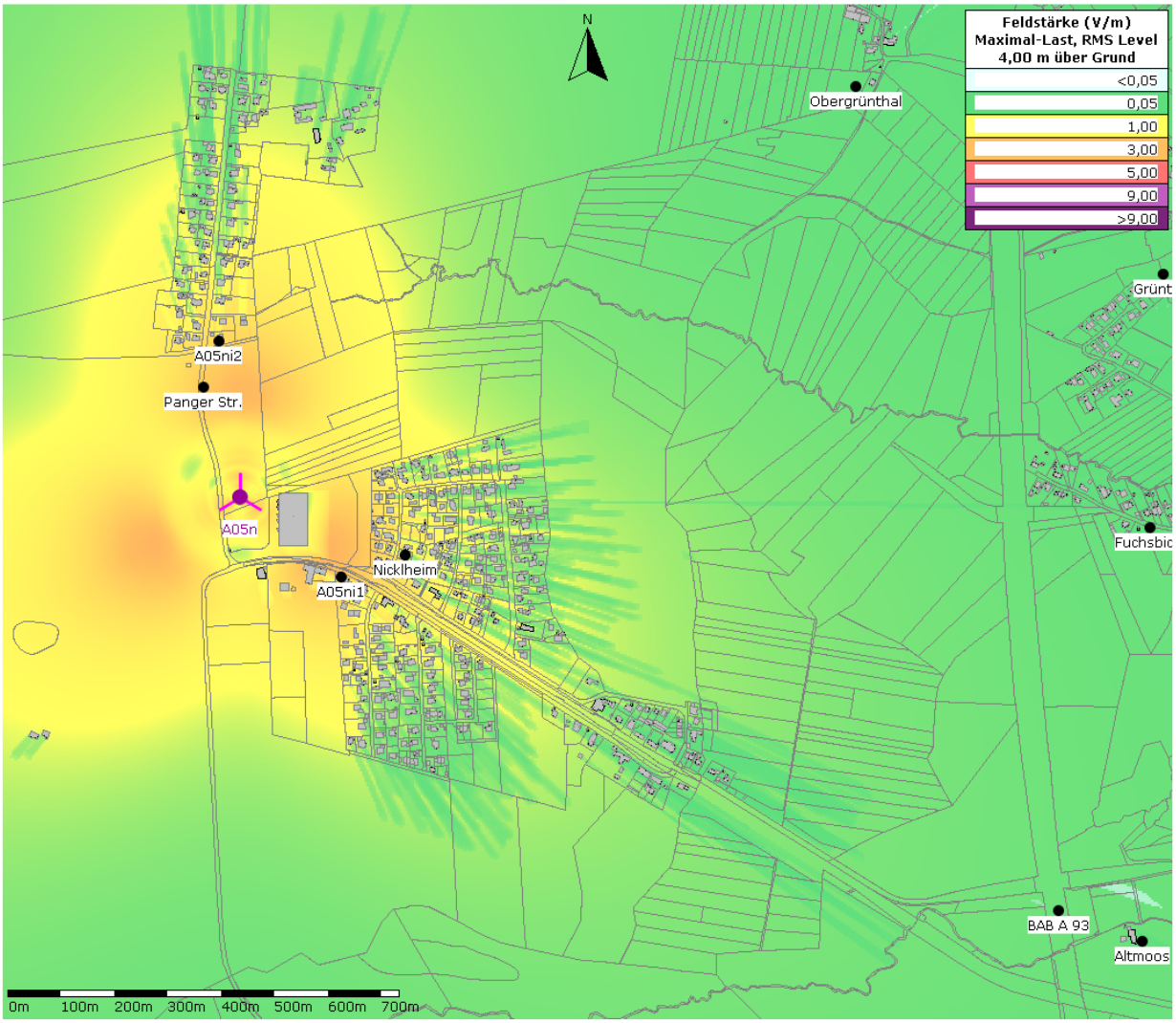
B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	W03s_2018:unbekannt:.MB09:40	H APE4518R14v06	36,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03s_2018:unbekannt:.MB09:140	H APE4518R14v06	36,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03s_2018:unbekannt:.MB09:300	H APE4518R14v06	36,00 m	80,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03s_2018:unbekannt:.MB21:40	H APE4518R14v06	36,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03s_2018:unbekannt:.MB21:140	H APE4518R14v06	36,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03s_2018:unbekannt:.MB21:300	H APE4518R14v06	36,00 m	80,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 5: Immissionsprognose zu W03s_2018 in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt
W03s_2018_i1: 1,1 V/m
W03s_2018_i2: 1,0 V/m

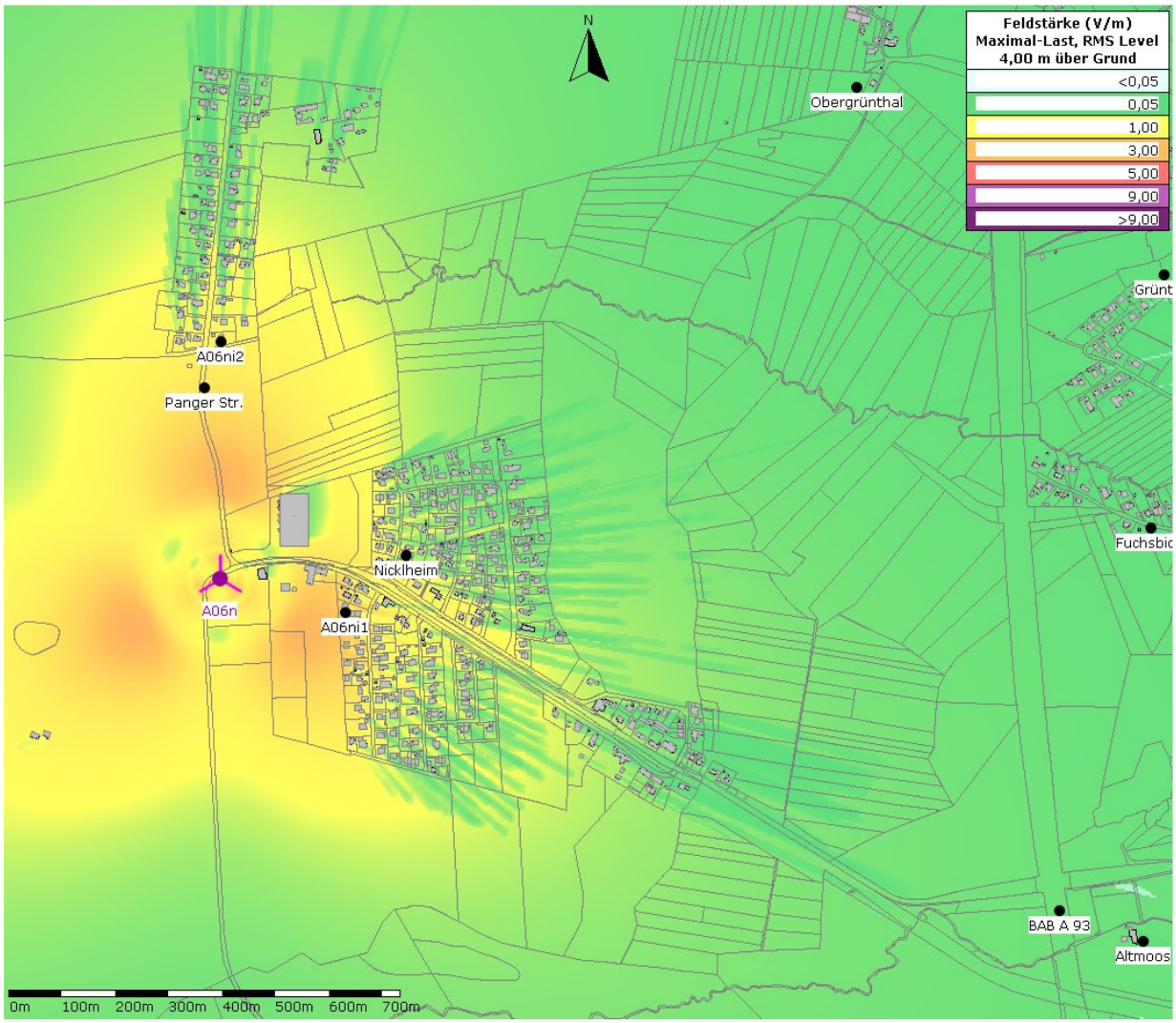
5.2 Aus Betreibersicht diskussionswürdige Varianten in geplanten Konfigurationen

Im Folgenden Immissionsprognosen zu den Varianten, die von Betreiberseite als für die weitere Konsenssuche diskussionswürdig eingeschätzt werden in der betreiberseitig mitgeteilten Konfiguration.



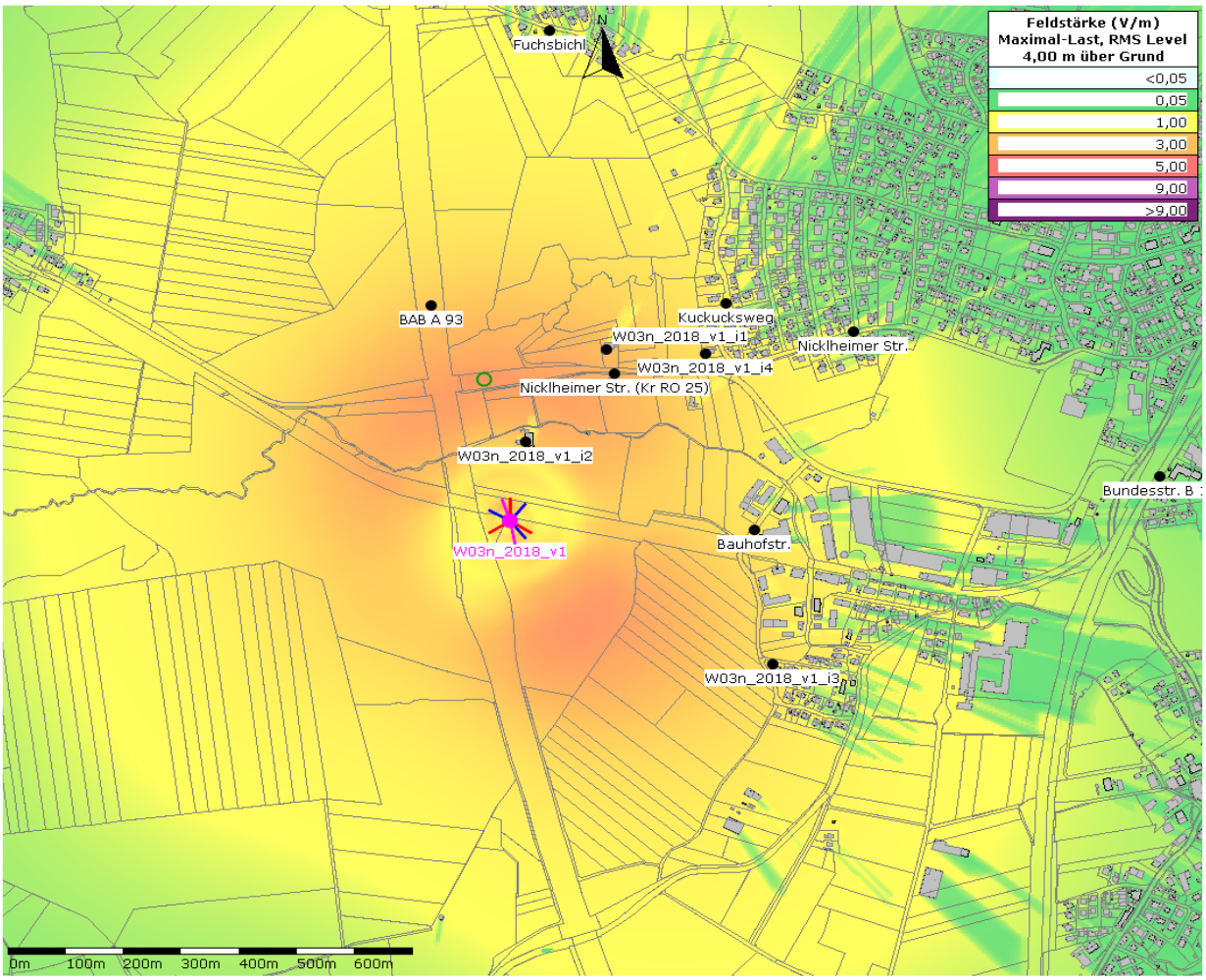
B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A05n:Telekom:.MB09:0	H APE4518R14v06	29,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:.MB09:120	H APE4518R14v06	29,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:.MB09:240	H APE4518R14v06	29,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:LTE08:0	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:LTE08:120	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:LTE08:240	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:LTE18:0	H APE4518R14v06	29,00 m	100,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:LTE18:120	H APE4518R14v06	29,00 m	100,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:LTE18:240	H APE4518R14v06	29,00 m	100,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:UMTS21:0	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:UMTS21:120	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A05n:Telekom:UMTS21:240	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB

Abbildung 6: Immissionsprognose zu A05n in betreiberseitig geplanten Konfigurationen
Prognosewert am Immissionspunkt
A05ni1: 2,9 V/m
A05ni2: 2,4 V/m



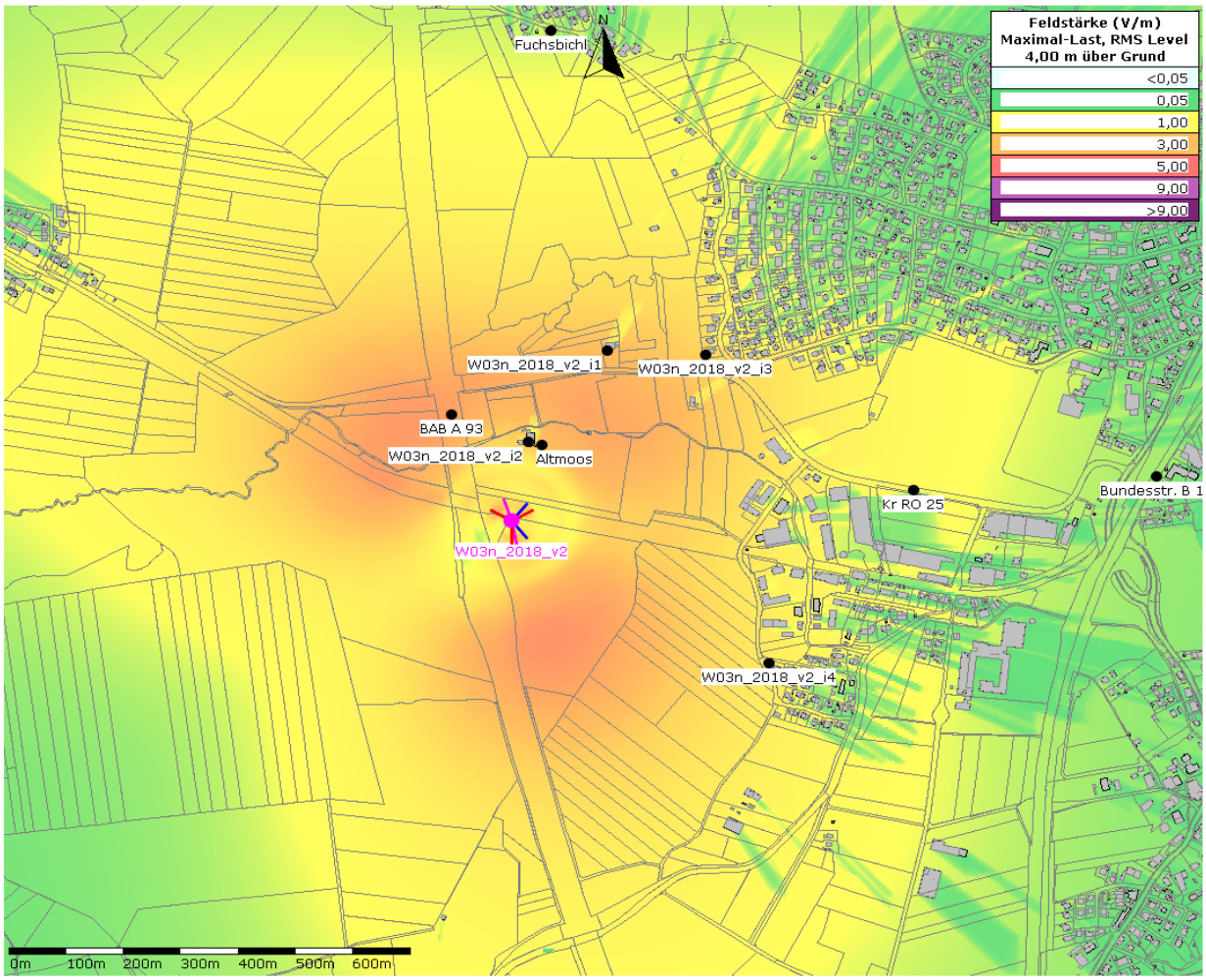
B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	A06n:Telekom:.MB09:0	H APE4518R14v06	29,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:.MB09:120	H APE4518R14v06	29,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:.MB09:240	H APE4518R14v06	29,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:LTE08:0	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:LTE08:120	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:LTE08:240	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:LTE18:0	H APE4518R14v06	29,00 m	100,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:LTE18:120	H APE4518R14v06	29,00 m	100,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:LTE18:240	H APE4518R14v06	29,00 m	100,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:UMTS21:0	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:UMTS21:120	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB
*	A06n:Telekom:UMTS21:240	H APE4518R14v06	29,00 m	120,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,20 dB

Abbildung 7: Immissionsprognose zu A06n in betreiberseitig geplanten Konfigurationen
Prognosewert am Immissionspunkt
A06ni1: 2,7 V/m
A06ni2: 1,6 V/m



B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	W03n_2018_v1:Telefónica:GSM09:40	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	10,00 °-10,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:GSM09:140	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	10,00 °-10,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:GSM09:300	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	10,00 °-10,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:LTE08:40	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	2	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:LTE08:140	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	2	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:LTE08:300	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:LTE18:40	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:LTE18:140	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:LTE18:300	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:UMTS21:40	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:UMTS21:140	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telefónica:UMTS21:300	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Telekom:.MB09:170	H APE4518R14v06	39,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v1:Telekom:.MB09:340	H APE4518R14v06	39,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v1:Telekom:LTE08:170	H APE4518R14v06	39,00 m	120,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v1:Telekom:LTE08:340	H APE4518R14v06	39,00 m	120,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v1:Telekom:LTE18:170	H APE4518R14v06	39,00 m	100,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v1:Telekom:LTE18:340	H APE4518R14v06	39,00 m	100,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v1:Telekom:UMTS21:170	H APE4518R14v06	39,00 m	120,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v1:Telekom:UMTS21:340	H APE4518R14v06	39,00 m	120,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB08:0	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB08:120	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB08:240	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB09:0	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB09:120	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB09:240	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB18:0	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB18:120	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB18:240	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB21:0	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB21:120	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v1:Vodafone:.MB21:240	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 8: Immissionsprognose zu W03n_2018_v1 in betreiberseitig geplanten Konfigurationen (Telekom, Telefónica; Vodafone-Variante v1 mit Standort im Ortszentrum)
Prognosewert am Immissionspunkt W03n_2018_v1… i1: 3,1 V/m; i2: 2,9 V/m; i3: 2,2 V/m; i4: 2,2 V/m



B	ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Kanäle	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
*	W03n_2018_v2:Telefónica:GSM09:40	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	10,00 °-10,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:GSM09:140	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	10,00 °-10,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:GSM09:300	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	10,00 °-10,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:LTE08:40	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	2	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:LTE08:140	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	2	0,00 °	8,00 °-8,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:LTE08:300	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:LTE18:40	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:LTE18:140	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:LTE18:300	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:UMTS21:40	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:UMTS21:140	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telefónica:UMTS21:300	K 800 10 868	38,96 m	160,0 W	4	0,00 °	4,00 °-4,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Telekom:.MB09:170	H APE4518R14v06	39,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v2:Telekom:.MB09:340	H APE4518R14v06	39,00 m	95,0 W	1	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v2:Telekom:LTE08:170	H APE4518R14v06	39,00 m	120,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v2:Telekom:LTE08:340	H APE4518R14v06	39,00 m	120,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v2:Telekom:LTE18:170	H APE4518R14v06	39,00 m	100,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v2:Telekom:LTE18:340	H APE4518R14v06	39,00 m	100,0 W	4	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v2:Telekom:UMTS21:170	H APE4518R14v06	39,00 m	120,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v2:Telekom:UMTS21:340	H APE4518R14v06	39,00 m	120,0 W	2	0,00 °	6,00 °-6,00 °	0,20 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB08:60	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB08:180	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB08:300	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	2	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB09:60	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB09:180	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB09:300	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB18:60	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB18:180	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB18:300	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB21:60	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB21:180	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
*	W03n_2018_v2:Vodafone:.MB21:300	K 800 10 868	35,96 m	104,0 W	4	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 9: Immissionsprognose zu W03n_2018_v2 in betreiberseitig geplanten Konfigurationen (Telekom, Telefónica; Vodafone-Variante v2 mit unklarer Situation im Ortszentrum)
Prognosewert am Immissionspunkt W03n_2018_v2… i1: 3,0 V/m; i2: 2,8 V/m; i3: 2,5 V/m; i4: 1,8 V/m

funktechanalyse.de

6. Schlussbemerkung / weitere Angaben

Die Untersuchung liefert keine Hinweise, dass der in Deutschland gültige Grenzwert überschritten wird bzw. werden könnte. Konkrete Aussagen zur Einhaltung des Grenzwerts sind mit dieser Untersuchung jedoch nicht verbunden sondern können den jeweiligen Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur entnommen werden. Im Zweifelsfalle können ergänzende Informationen bei in Betrieb befindlichen Anlagen durch Messungen erlangt werden.

Weitere Standortalternativen, die eine in immissionsmäßiger Gesamtsicht wesentlich günstigere Situation als die dargestellten erwarten lassen, wurden im Rahmen der Untersuchung nicht festgestellt.

Die hier dargestellten Berechnungen entsprechen in ihrer Auslegung und Platzierung den dokumentierten Annahmen. Im Fortgang der Planungen bzw. Verhandlungen kann es erforderlich werden, weitere Standortalternativen und geänderte funktechnische Parameter zu prüfen.

Ein Immissionsgutachten wie das vorliegende liefert in aller Regel keine ausreichende Grundlage für eine Bauleitplanung; hierfür müsste ein Standortgutachten beauftragt werden, welches weitere dafür erforderliche Fragestellungen behandelt bzw. vertieft.

München, den 26. April 2018

Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
funktechanalyse.de

7. Anhang

7.1 Vorgehensweise

a) Im Rahmen einer Vorrecherche werden bestehende Mobil- und Behördenfunkanlagen im Umfeld des zu untersuchenden Bereichs ermittelt[3]. Berücksichtigt werden bei der Untersuchung die Flächen, die der Auftraggeber zur Prüfung von Standortalternativen vorgeschlagen hat. Sofern ergänzend Flächen erkannt werden, auf denen Standortalternativen eine in immissionsmäßiger Gesamtsicht oder der räumlichen Verteilung des Versorgungspegels wesentlich günstigere Situation erwarten lassen, werden diese zusätzlich untersucht und im Bericht ausgewiesen.

b) Mit dem Berechnungsprogramm NIRView 6.02 wird die Feldstärkeverteilung um die angegebenen Mobilfunkbasisstationen auf Basis der funktechnischen Parameter der in der jeweiligen Grafik farbig dargestellten Anlage(n), des Antennendiagramms, der digitalen Flurkarte, dem Gebäudemodell und dem digitalen Geländemodell[4] mittels Freifeldberechnung[5] errechnet und grafisch dargestellt. Die farblich abgestufte Darstellung repräsentiert die Feldstärke unter Berücksichtigung der Geländetopographie. Signalabschwächungen durch Gelände- und Gebäudeabschattungen und deren teilweise Kompensation durch Beugung werden unter grober Abschätzung der Gebäudehöhe und Dämpfung grafisch angedeutet.[6] Verhindern Bäume oder andere Objekte den Sichtkontakt in Bereichen, in denen aufgrund der Geländetopographie Sichtkontakt zur Antenne bestünde, wird die Feldstärke niedriger sein, als dargestellt[7]. Bei Reflexionen kann die reale Belastung höher sein, als dargestellt. Dies betrifft insbesondere Zonen im Nahbereich von Anlagen, die nicht vom Hauptstrahl erfasst werden bzw. keinen direkten Sichtkontakt haben wie z.B. Bereiche vor angestrahlten Gebäudefronten. Der Umstand einer Unterdachlösung wird in der Legende der Prognosegrafik erwähnt; die Dämpfung für die Durchdringung der Abdeckung im Sinne einer konservativen Abschätzung bzgl. der Immission wird mit max. 1 dB (Flächenversorgung) / 2 dB (Kapazitätsversorgung) berücksichtigt[8]. Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der vollen Anlagenauslastung aller beantragten Kanäle (GSM/TETRA) bzw. Bänder (UMTS/LTE), sofern bei den Prognosegrafiken nicht anders angegeben.

c) Immissionsprognosen dienen aufgrund der starken Modellvereinfachungen sowie Vereinfachungen bei weiteren Annahmen ausschließlich der Abschätzung bzw. dem abschätzenden Vergleich verschiedener Varianten im Planungsstadium. Erscheint solch eine Abschätzung als Bestandteil einer Begründung zu einer Entscheidung als nicht ausreichend, sollten zur Absicherung reale Tests (Probebetrieb provisorischer Aufbauten mit Messungen)

[3] Quelle: Mitteilung der auftraggebenden Gemeinde in Abgleich mit der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur.

[4] Digitales Geländemodell DGM25: © Landesamt für Vermessung und Geoinformation (BY) bzw. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (BW). Im Folgenden mit „Landesvermessungsamt" bezeichnet

[5] Freifeldberechnung durch die untersuchte Anlage mit Sichtkontakt

[6] Sofern die Gebäude in der Flurkarte verzeichnet sind und als geschlossenes Polygon aus dem betreffenden Gebäudelayer der Digitalen Flurkarte extrahiert werden konnten. Für die Darstellung der Abschattungen wurde das auf das vom Unterzeichner dieses Berichts mitentwickelte empirische Modell "Gebäudeüberschneidung: schnittlängenabhängige Dämpfung" sowie „Längenabhängige Geländedämpfung" gewählt

[7] Sofern bewaldete Flächen im Prognosetool als solche angelegt wurden, sind diese in der jeweiligen Prognosegrafik als olivgrüne Flächen gekennzeichnet. Für diese Flächen werden Abschattungen und deren teilweise Kompensation durch Beugung unter grober Abschätzung der Bewuchshöhe und Dämpfung grafisch angedeutet, sofern in der Bildunterschrift ausdrücklich angegeben.

[8] Werte für Tondachziegel (reduziert). Quelle für Dämpfungswerte von Baumaterialien: Schirmung elektromagnetischer Wellen im persönlichen Umfeld, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Januar 2008

eingesetzt werden. Für in Betrieb befindliche Anlagen sollte Messungen der Vorzug gegeben werden. Bei bestehenden Standorten ist die Immissionsprognose auch geeignet, in der betrachteten Prognoseebene abseits von Messpunkten Abschätzungen zur prognostizierten räumlichen Verteilung der Immission zu liefern.

d) Prognostizierter Versorgungspegel:
Die Berechnungen wurden ebenfalls mit NIRView 6.02 durchgeführt. Die Versorgungspegelberechnungen unterliegen den gleichen Modellvereinfachungen wie die Immissionsprognose und dienen daher primär zur vergleichenden Betrachtung der Varianten. Die verwendeten Parameter wurden dahingehend verifiziert, dass die Berechnungsergebnisse durch Messung überprüft und bestätigt wurden. Ergänzend werden die von den Netzbetreibern im Internet publizierten Versorgungskarten berücksichtigt und zur Verifikation herangezogen.
Erläuterungen zur Darstellung (sofern abgebildet):
   - In bebauten Bereichen wird der Versorgungspegel unter grober Abschätzung der Dämpfungen innerhalb und außerhalb von Gebäuden skalierbar in ein und derselben Grafik angegeben.[9] Im Falle der Abbildung gehen die Bildlegenden auf größere, gut versorgte Bereiche ein und weisen exemplarisch weitere Kennpunkte anderer Bereiche hin, wie sie dort und in Grafiken zu anderen Varianten aus der Farbgebung der Berechnungen des Prognosetools erkennbar sind.
   - Prognosekarten zum Versorgungspegel (auch Indoor) sind aufgrund der Modellvereinfachungen der Immissionsprognose nicht zur Entnahme gebäudescharfer Aussagen vorgesehen sondern gebietsorientiert bezogen. Lässt sich der Versorgungspegel aufgrund des Kartenmaßstabes gebäudescharf entnehmen, gelten die Farbmarkierungen als orientierende Darstellung im Rahmen einer vergleichenden Abschätzung mit anderen Gebieten innerhalb des Kartenausschnitts.
   - Wie bei netzbetreiberseitig publizierten Versorgungskarten gilt: Der reale Versorgungspegel kann gegenüber der Darstellung abweichen.
   - Auch im Übergangsbereich zwischen den Qualitätsstufen können sich Abweichungen ergeben.

e) Die Angabe des Grenzwertanteils (Ausschöpfung des Grenzwerts in Prozent) bezieht sich auf den in Deutschland gültigen Grenzwert nach 26. Bundesimmissionsschutzverordnung in einer Abschätzung auf die Mitte des jeweils für alle Betreiber vergebenen Frequenzbereichs, bei gepaarten Frequenzen im Downlink-Bereich. Vgl. auch 7.3 auf Seite 23. Konkrete Aussagen zur Einhaltung des Grenzwerts werden mit dieser Untersuchung nicht gegeben sondern können den jeweiligen Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur entnommen werden.

f) Bezogen auf die jeweilige Variante wurde im Bereich der umliegenden Bebauung[10] der ungünstigste Immissionspunkt gewählt, für den der Prognosewert in der Bildunterschrift der Grafik angegeben wird. Die Lage der Immissionspunkte ist in den Grafiken der Immissionsprognosen dargestellt. Das Berechnungsergebnis zum Immissionspunkt bezieht sich auf eine Höhe über Grund von 4 m (1. OG), sofern nicht anders angegeben.
Je nach Fragestellung können ergänzende Immissionspunkte angegeben werden.

   Ergänzende Immissionspunkte in größerer Höhe als 4 m über Grund beziehen sich in der Regel auf ausgewählte höhere Nachbargebäude und stellen nicht das Ergebnis einer be-

[9] Einzelne Punkte mit schlechterem Versorgungspegel bedeuten in bebauten Bereichen, dass die schlechtere Pegelstufe innerhalb von Gebäuden zu erwarten ist, die bessere außerhalb. Fließen rote Punkte zusammen, sind flächige Versorgungslücken wahrscheinlich.

[10] Benachbarte Gebäude mit Hausnummern in rosa bzw. rot gekennzeichneten Gebieten gem. Digitale Ortskarte z.B. im Bayern-Atlas oder Geoportal Baden-Württemberg, beide online.

lastbaren Maximumfindung dar. Sofern die Planungen soweit konkretisiert sind, dass auch Position und Montagehöhe der Antennen zwischen Gebäudeeigentümer und Netzbetreiber abgestimmt sind, können mehrere Immissionspunkte je Nachbargebäude angegeben werden, was eine Entnahme des jeweils höchsten Prognosewerts möglich macht.

g) Zentraler Ansatz der Untersuchung in Anlehnung an die Empfehlungen der Strahlenschutzkommission ist die Minimierung der im Außenbereich der Wohnbebauung und wohnähnlich genutzten Gebäude auftretenden Feldstärke. Zur Sicherstellung der Versorgungsqualität findet das in Bestätigung eines von mir erstellten Gutachtens ergangene Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 Beachtung (Az. BVerwG 4 C 1.11).
In das angewandte Verfahren der Immissionsminimierung flossen die Ergebnisse aktueller Studien, welche sich mit Immissionsminimierung befassen, ein[11]. Danach sind folgende Einflussfaktoren wesentlich:
   - Abstand
   - Höhenunterschied zwischen Antenne und Immissionspunkt
   - Antennencharakteristik, Hauptstrahlneigung
   - Sendeleistung
   - Horizontale Ausrichtung der Antennen
   - Sichtbarkeit zur Sendeanlage

h) Die Ausgangswerte für die Immissionsprognose der jeweiligen Varianten (funktechnische Parameter) finden sich in den in den Grafiken integrierten Fußzeilen. Die Berechnungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dort angegebenen und mit * versehenen Funksysteme. Im und außerhalb des Bildausschnittes können sich weitere Mobilfunkstandorte befinden, welche rechnerisch nur dann berücksichtigt sind, wenn die betreffenden funktechnischen Parameter in den Fußzeilen angegeben und mit * versehen sind. Bei Anlagen gemäß Standortbescheinigung (B) wurden die von der Bundesnetzagentur genehmigten funktechnischen Parameter herangezogen, auch wenn diese (noch) nicht aufgebaut bzw. in Betrieb sind. Bei variablen Daten (Hauptstrahlneigung, Verteilung der beantragten Sendeleistung auf eine dynamische Anzahl von Kanälen/Frequenzbändern) werden Annahmen getroffen. Sofern der Index „n" angefügt ist, stammt die aktuell eingestellte oder zur Einstellung vorgesehene Hauptstrahlabsenkung aus Betreiberangaben.

i) Die Bundesnetzagentur führt die zum Angebot von Telekommunikationsdiensten gewidmeten Frequenzbereiche aufgrund der unterschiedlichen physikalisch-technischen Ausbreitungs- und Dämpfungseigenschaften der elektromagnetischen Wellen in den Kategorien „Flächenversorgung" und „Kapazitätsversorgung"[12].

[11] Beispielhaft seien genannt:
1) „Möglichkeiten und Grenzen der Minimierung von Mobilfunkimmissionen: Auf Messdaten und Simulationen basierende Optionen und Beispiele", EM-Institut Regensburg im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, Dezember 2004
2) „Minimierung elektromagnetischer Felder des Mobilfunks, UMTS, DECT, Powerline und Induktionsfunkanlagen, IABG Ottobrunn im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums, Ottobrunn 2004
3) „Elektromagnetische Felder in NRW, Untersuchung der Immission durch Mobilfunk-Basisstationen, Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik GmbH im Auftrag des Ministeriums für Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Kamp-Lintfort, 2002

[12] *„In der ersten Kategorie können die Frequenzen unterhalb von 1 GHz eingeordnet werden, also z.B. die Frequenzen bei 450 MHz, 800 MHz sowie bei 900 MHz. Diese zeichnen sich bei gleichen Sendeparametern gegenüber den höheren Frequenzen durch größere Nutzreichweiten aus. Ferner durchdringen die Funkwellen mit größerer Wellenlänge Gebäudemauern besser. Diese Frequenzen eignen sich besonders für die Versorgung in der Fläche (**Flächenversorgung**).*
Die zweite Kategorie wird durch die Frequenzen oberhalb von 1 GHz gebildet. Mit diesen Frequenzen können aufgrund der günstigeren Kanalwiederholungsrate engmaschigere Netze betrieben werden. Dies ermöglicht insbesondere in dicht bebauten Gebieten eine größere Übertragungskapazität. Diese Frequenzen eignen sich daher besonders für die Versorgung kleiner Funkzellen mit vielen Teil-

j) Die funktechnischen Parameter der Varianten in betreiberneutraler spezifischer Konfiguration werden anhand typischer, installierter Werte und angenommenen variablen Daten (z.B. Hauptstrahlneigung) vergleichbarer Anlagen abgeschätzt. Da z.B.
   - möglich ist, dass ein Betreiber einen oder mehr als 2 Funkdienste aufbaut (z.B. GSM + UMTS + LTE)
   - Einzelne Funksysteme in mehreren Frequenzen aufbaut (z.B. GSM-900/1800, LTE-800/1800, LTE-800/1800/2600),
   - Die Standorte ggf. auch von mehr als einem Betreiber genutzt werden,

   werden die spezifischen Konfigurationen zur Vermeidung von Verzerrungen als Stellvertreter für einen Betreiber mit je einem Funkdienst der Flächenversorgung und Kapazitätsversorgung bestückt. Dies ermöglicht einen besseren Vergleich der hier untersuchten Varianten untereinander. Die mit der spezifischen Konfiguration bestückten Varianten werde mit dem Index „s" gekennzeichnet, z.B. As, Bs, Us, Vs und Ws. In Abhängigkeit der Betrachtung: Eingesetzt für die Mobilfunk-Flächenversorgung wurde Mobiles Breitband im Frequenzbereich 900 MHz (MB09, derzeit genutzt für GSM-900 und LTE-900) mit max. 20 W/Kanal und 4 Kanälen, für Behördenfunk TETRA-400 mit max. 20 W/Kanal bei 4 Kanälen bzw. für die Mobilfunk-Kapazitätsversorgung Mobiles Breitband im Frequenzbereich 1.800/2.100 MHz mit max. 20 W/Band in vier Bändern. Dieser technologieneutrale Ansatz führt bei anderen Funkdiensten bei sonst ähnlichen funktechnischen Parametern (z.B. Frequenzbereiche, Antennendiagramme, Sendeleistungen) zu vergleichbaren Prognoseergebnissen.

k) Die spezifischen Konfigurationen dienen ausschließlich dem Immissionsvergleich der in diesem Bericht untersuchten Standortvarianten untereinander. Bei mehreren Betreibern und mehreren Funkdiensten sind die Werte entsprechend anzuheben. Eine Verdoppelung der Sendeleistung bei sonst gleichen funktechnischen Konfigurationen führt bei der Feldstärke und beim Grenzwertanteil zu einer Erhöhung um den Faktor 1,4.

l) Im Falle der gutachterlichen Begleitung eines dialogischen Verfahrens der Standortfindung: Zu den Varianten, die dem Netzbetreiber im Rahmen einer technischen Vorabstimmung mit funktechnischer Vorabprüfung als für die weitere Konsenssuche diskussionswürdig erschienen, werden Immissionsprognosen mit den netzbetreiberseitig mitgeteilten funktechnischen Parametern[13] gerechnet, wie sie zur Beantragung bei der Bundesnetzagentur vorgesehen sind. Diese Varianten tragen den Index „n". Die Netzbetreiber weisen mit Verweis auf den Bearbeitungsstand darauf hin, dass sich Daten und Priorisierung im Zuge einer weiteren Konkretisierung der Planungen ändern können.

m) Bildlegende:
   Schwarzer kleiner Punkt: Lagebeschreibung, z.B. Ortsname, Ortsteil, Verkehrsader, Immissionspunkt
   Schwarze Linie: Gemeinde-/Gemarkungsgrenze
   Graue Linien/Flächen: Weitere Elemente der Digitalen Flurkarte (z.B. Gebäude, Grundstücksgrenzen)
   Große Punkte: Standort mit Antenne (austretenden Linien für Sektorantennen bzw. umliegendem Ring für omnidirektionale Antennen) in den Farbgebungen: Rosa: Telekom; Rot:

*nehmern (**Kapazitätsversorgung**)".* Quelle: Entscheidung der Präsidentenkammer der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen vom 12.10.2009 zur Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte für drahtlose Netzzugänge zum Angebot von Telekommunikationsdiensten in den Bereichen 450 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2 GHz und 3,5 GHz, Seite 16. Hervorhebung in Fettdruck durch den Unterzeichner.

[13] Maximale Sendeleistung, volle Last. Bei variabler Hauptstrahlabsenkung: Absenkung in der geplanten Startkonfiguration.

Vodafone; Grün: E-Plus; Blau: Telefónica (O_2); Violett: Betreiber neutral/unbekannt
Bezeichnung der Punkte: B: Bestehende Standorte gem. Standortbescheinigung, A: Alternativen, V: hinzugefügter fiktiver Dachstandort, W: beantragter/gewünschter Standort (durchnummeriert und ggf. mit Index)
Index: n: Betreiberseitig mitgeteilte, geplante Konfiguration; s: Betreiberneutrale Vergleichskonfiguration
Grüner Ring: Berechnetes Maximum
Fußzeile(n) der Grafik:
**:* Funksystem in der Berechnung berücksichtigt
ID: Variante/Netzbetreiber/Funkstandard/Hauptstrahlrichtung in ° (Nord über Ost)
Typ und folgende Spalten: Antennentyp und weitere funktechnische Parameter.
Die Höhe über Grund (m) bezieht sich auf die Mitte der Antenne. Die Sendeleistung wird für die Summe aller Kanäle angegeben.

n) Das Kartenmaterial[14] und die Luftbilder[15] standen für das Gemeindegebiet der auftraggebenden Kommune z.T. mit einem kleinen Umgriff zur Verfügung. Stellen die Grafiken auch Flächen außerhalb dieses Bereichs dar, gelten diese nur unverbindlich bzw. nachrichtlich, außer diese sind im Text ausdrücklich erwähnt.

o) Die Farbgrafiken sind in der elektronischen Fassung (PDF) in der Original-Auflösung eingebettet. Dadurch können sie vergrößert betrachtet sowie mögliche Fehlinterpretationen aufgrund von Farbabweichungen des Ausdrucks ausgeschlossen werden.

p) Betreiberbezeichnung: Die im Prognosetool bzw. bei den Messergebnissen verwendeten Namen werden zum Zeitpunkt der Anlage der Funksysteme vergeben; in diesem Sinne ist in der Begutachtung z.B. mit E-Plus, O_2 (alte Bezeichnung) und Telefónica (neue Bezeichnung) bzw. mit T-Mobile und Telekom der gleiche Netzbetreiber gemeint.

q) Berechnungen zur geländebezogenen Einsehbarkeit beziehen sich von der angegebenen Antenne auf eine Sichtebene in 1,5 m über Grund, sofern nicht anders angegeben. Abschattungen z.B. durch Bebauung oder Wald kommen hinzu.

7.2 Betriebsnähe von Antragsdaten

Bei Sendeleistungen von mehr als 20 W pro Kanal/Frequenzband am Antenneneingang steigt das Risiko von Qualitätseinbußen im Netz (Interferenzen durch zu große Reichweiten der Basisstationen sowie Störungen und Verbindungsabbrüche, da das Funksignal des am Rand der größeren Funkzelle befindlichen Mobilgeräts die Basisstation nicht kontinuierlich mit ausreichendem Pegel erreicht).

Teilweise werden von Netzbetreiberseite bei der Bundesnetzagentur deutlich höhere Sendeleistungen beantragt als tatsächlich später aufgebaut bzw. zunächst eingestellt. Zum besseren Vergleich mit typischen realen maximalen Sendeleistungen wird bei den vergleichenden Immissionsprognosen (betreiberneutrale Vergleichsparameter) von einer Leistung am Antenneneingang von 20 W pro Kanal/Band ausgegangen.

Neben anderen Parametern kann dies bei Immissionsprognosen anhand der bei der Bundesnetzagentur beantragten bzw. zur Beantragung vorgesehenen Konfigurationen zu Abweichungen führen, wenn diese mit Prognosen zu betreiberneutralen Vergleichsparametern bzw. Messwerten verglichen werden.

[14] © Landesvermessungsamt, sofern Lupe unten rechts eingeblendet: © openstreetmap.org. Je nach Bildausschnitt können unterschiedliche Bildquellen zusammengefügt worden sein.
[15] © Landesvermessungsamt.

7.3 Einheiten, Skala, Grenzwerte

Der Grenzwert für hochfrequente elektromagnetische Felder ist gem. 26. Bundesimmissionsschutzverordnung in der Einheit V/m (Feldstärke) angegeben. Die vor allem auch früher verwendete Einheit der Leistungsflussdichte (mW/m^2, $\mu W/m^2$) steht mit der Feldstärke in quadratischem Zusammenhang. Dies hat zur Folge, dass Feldstärkeunterschiede, in der Leistungsflussdichte angegeben, quadratisch überhöht erscheinen: Eine Erhöhung der Feldstärke um das 10fache entspricht einer Erhöhung der Leistungsflussdichte um das 100fache. In der Einheit der Leistungsflussdichte betrachtet, lässt der Vergleich von Messwerten mit dem Grenzwert den Unterschied somit größer erscheinen, auch das Ausmaß der berechneten Grenzwertunterschreitung erscheint größer.

Die Berechnung des Ausschöpfungsgrades des Grenzwerts ist nur dann korrekt, wenn diese in der Einheit des Grenzwertes erfolgt, also der Feldstärke (V/m)[16]. Die Tabellen auf Seite 24 geben die für die jeweiligen Frequenzbereiche unterschiedlichen gesetzlichen deutschen Grenzwerte an und ermöglichen eine Umrechnung. Weitere Grenz-, Vorsorge- Vergleichs- und Empfehlungswerte siehe z.B. unter: www.funktechanalyse.de/vorsorge

Die Abstufung „Türkis – Grün – Gelb – Orange - Rot – Violett" der Feldstärke-Farbskala wurde in Anlehnung an bisherige Messergebnisse sowie die FEE-Immissionsdatenbank des Bayerischen Umweltministeriums (Stand 2008) so gewählt, dass das weit gefächerte Spektrum der berechneten Immissionswerte möglichst gut erkennbar und damit eine anschauliche, vergleichende Betrachtung mit typischen Belastungen möglich ist. Die Hellblau- und Grünfärbung markiert Feldstärken, wie sie bei vergleichsweise niedrigen Messwerten auftreten, Werte um den Mittelwert/Medianwert der Messungen sind gelb markiert, Bereiche mit Orange- und Rotfärbungen liegen darüber, Violett markierte Bereiche kennzeichnen vergleichsweise hohe Befeldungen, wie sie bei Messungen selten angetroffen werden.

[16] Vgl. Verfahren und Beschluss des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs (Az 1 CS 12.830) vom 16.07.2012 in Bestätigung meiner gutachterlichen Darstellung sowie: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder, 128. Sitzung am 17. und 18. September 2014 in Landshut, Seiten 59 und 60

7.4 Unterlagen

- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte digitale Flurkarte im DXF-Format, Luftbild und digitales Geländemodell vom Gemeindegebiet mit Umgriff
- Von der auftraggebenden Kommune übermittelte Angaben zu Gebäudehöhen, kommunalen Liegenschaften, Standortbescheinigungen und Datenblätter der Bundesnetzagentur zu Mobilfunk-Standorten sowie Standortvorschläge, weitere Informationen und Kartenmaterial
- E-Mail „AW: Kommunaler Dialog Mobilfunk: Raubling (geplanter Mast an der A93)" von Herrn Schilling, Vodafone vom 05.02.2018 mit Ergänzung vom 10.04.2018
- E-Mail „AW: ***Signed_Message*** Kommunaler Dialog Mobilfunk: Raubling" von Herrn Käßler, Telekom vom 05.03.2018
- E-Mail „Raubling. Neuer DFMG-Standort an der A93 TEF 583991365." von Herrn Möhlman, Telefónica vom 29.03.2018

Funkdienst	Grenzwert ca.	
	V/m	mW/m²
Tetra-400	28	2000
LTE-800	40	4000
GSM-900	41	4500
GSM-1800	59	9000
UMTS-2100	61	10000

E (V/m)	S (mW/m²)	S (µW/m²)
0,05	0,0066	6,6
0,5	0,66	663
1	2,7	2653
2	11	10610
4	42	42440
6	95	95491
10	265	265252
41	4459	4458886
61	9870	9870027

Umrechnungstabelle. Eine Online-Umrechnung mit manueller Eingabe der Zwischenwerte finden Sie unter
www.funktechanalyse.de/umrechnung