

Immissionsgutachten

Mobilfunk in Neubeuern:
Vergleichende Untersuchung von Standortalternativen
hinsichtlich der Minimierung der Strahlenbelastung und
der effizienten Versorgung

- Erste funktechnische Einschätzung -

Auftraggeber: Markt Neubeuern, Schlosstr. 4, 83115 Neubeuern
Durchführung: Hans Ulrich, Dipl.-Ing. (FH)
Umfang: 22 Seiten
Veröffentlichung: Veröffentlichung der vollständigen Fassung erlaubt, sofern die Rechte anderer nicht verletzt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung erfordert die vorherige schriftliche Zustimmung.

Inhalt

1. 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 als Kriterium	4
2. Auftragstellung / Sachverhalt	4
3. Lageplan	5
4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung	6
4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten	6
4.2 Effiziente Versorgung	6
5. Immissionsprognosen	8
5.1 Spezifische Bestückung (Vergleichsparameter)	8
6. Schlussbemerkung / weitere Angaben	13
7. Anhang	14
7.1 Vorgehensweise	14
7.2 Betriebsnähe von Antragsdaten	19
7.3 Einheiten, Skala, Grenzwerte	21
7.4 Unterlagen	22

1. Vorbemerkung zur Immissionsminimierung

1.1 Ausgangslage

Anlass der Begutachtung ist in der Regel betreiberseitig benannter Bedarf zum Ausbau des Netzes oder seitens der Kommune gewünschte Verbesserungen der Versorgung. Der Betreiber begründet den Bedarf entweder damit, dass er Ersatz für einen bestehenden, zu räumlichen 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 ausgehend vom betreiberseitig mitgeteilten Suchbereich mit funktechnisch relevantem Umfeld bzw. dem zu versorgenden Bereich unter Einsatz funktechnischer Fachkenntnisse mit dem Ziel der effizienten Versorgung ergänzt. Dabei wird 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 Auskunft über die

- jeweiligen Versorgungsbereiche,
- von den jeweiligen Varianten auf die jeweils betroffene Bebauung einwirkenden Immissionen.

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

Durch die Einschaltung des Gutachters kommt es durchaus vor, dass ergänzend zur Immissionsminimierung auch das Versorgungsgebiet optimiert werden kann, z.B. die Versorgung von Straßenzügen/Ortsteilen oder Bereichen möglich wird, die sonst außen vor geblieben wären und für die mittelfristig vielleicht ein zusätzlichen Standort notwendig würde.

1.4 Technische Abstimmung, Versorgungsgüte

Paragraph 7a der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung sichert der Kommune eine Mitwirkungsmöglichkeit bei der Standortwahl. Im dialogischen Verfahren werden die Varianten dem Betreiber/den Betreibern im Rahmen einer technischen Vorabstimmung mit der Bitte um Stellungnahme zur Eignung übermittelt. Im Falle von Bauleitplanverfahren erfolgt die Beteiligung der Betreiberseite im Rahmen der vorgesehenen Verfahrensschritte.

Betreiberseitige Aussagen zur funktechnischen Nicht- oder Schlechter-Eignung von Standortvarianten werden anhand hochentwickelter Funknetzplanungs-Software² überprüft. Dabei wird das o.a. Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 30.08.2012 berücksichtigt, nachdem die Kommunen u.a. zu beachten haben, dass ein hohes öffentliches Interesse an einer flächendeckenden angemessenen und ausreichenden Versorgung der Bevölkerung mit Dienstleistungen des Mobilfunks besteht und dass dieses öffentliche Interesse mit der Zunahme der Nutzung der Mobilfunkdienste steigt.

1.5 Immissionsminimierung als Kriterium

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

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

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

2. Auftragstellung / Sachverhalt

Nach Mitteilung der Gemeindeverwaltung hat Vodafone auf Fl. 904 einen Bauantrag für einen Mobilfunk-Standort eingereicht.

Der Markt Neubuern erteilte am 11.09.2020 den Auftrag für eine erste funktechnische Einschätzung. In spezifischen, betreiberneutralen Konfigurationen sind auf Basis von öffentlich zugänglichen Geodaten vergleichende Immissionsprognosen zum beantragten Standort sowie mehreren Standortalternativen zu erstellen.

Das Untersuchungsergebnis ist zu beurteilen.

² welche der Gutachter im Rahmen seiner Forschungstätigkeit mitentwickelt

3. Lageplan



Abbildung 1: Lageplan der betrachteten Varianten. Kartenbasis: OpenStreetMap

Schwarze Punkte: Orientierungshilfen

Bunte Punkte:

Wxy: von Betreiberseite gewünschter Standort

Axy: untersuchte Standortalternativen

Index „s“, „n“: nicht lagerelevanter Konfigurationsindex

4. Untersuchungsergebnisse und Beurteilung

4.1 Optimierung: Betreiberneutraler Vergleich der Varianten

Um einen Vergleich der im vorliegenden Bericht untersuchten Varianten 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 8. In den Grafiken ist auch die Lage der Immissionspunkte (Index si) eingezeichnet.

Tabelle 1 liefert einen Überblick über die Prognosewerte der von der jeweils betrachteten Variante ausgehenden Immission an den dargestellten Immissionspunkten 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 21. Zu unterschiedlichen Verhältnissen zwischen Feldstärke und Ausschöpfungsgrad des Grenzwerts vgl. g auf Seite 16.

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.

Name	V/m	%GW
W01si1	1,3	2,7
W01si2	0,4	0,8
A01si1	1,1	2,4
A01si2	0,8	1,6
A01si3	0,7	1,2
A02si	6,5	14,5
A03si	2,3	4,4
A04si1	1,1	2,2
A04si2	1,1	2,1
A04si3	0,6	1,1

Tabelle 1

4.2 Effiziente Versorgung

Aufgrund ihrer unterschiedlichen Lage zeigen die untersuchten Varianten ihre Vor- und Nachteile in der räumlichen Ausdehnung des Versorgungspegels z.T. in unterschiedlichen Bereichen. Im jeweils von den Antennen aus einsehbaren Umfeld können sie die Mobilfunk-Versorgung gegenüber dem aktuellen Zustand erheblich verbessern.

Der Frequenzbereich der Flächenversorgung weist eine gute Reichweite auf und stellt insbesondere im dünner besiedelten ländlichen Bereich das Rückgrat der Versorgung dar. Der Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung ermöglicht bei geringerer Reichweite die Übertragung wesentlich größerer Datenmengen. Reicht im dünner besiedelten ländlichen Raum derzeit oft der Frequenzbereich der Flächenversorgung aus, macht die höhere Nachfrage im dichter besiedelten Bereich sowie entlang stärker genutzter Verkehrsadern häufig zusätzliche Funkdienste im Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung erforderlich.

Viele Mobilfunk-Standorte senden daher zugleich in mehreren Frequenzbändern. Eine technische Regelung sorgt dafür, dass der Datenverkehr in den von den jeweiligen Standorten aus einfach zu versorgenden Bereichen bevorzugt über die Frequenzbänder der Kapazitätsversorgung abgewickelt wird. Die Frequenzbänder der Flächenversorgung werden so für die von den Standorten aus schwerer zu erreichenden Bereiche frei gehalten.

Wegen der stetig wachsenden Datenströme wird der Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung im dichter besiedelten Bereich bzw. entlang leistungsfähigen Verkehrsadern derzeit in

der Regel eingesetzt. Auch im ländlichen Bereich, beginnend bei größeren Ortsteilen, Gewerbegebieten und leistungsfähigeren Verkehrsadern wird dieser zunehmend wichtiger.

Die Ortsteile Altenmarkt, Altenbeuern und Neubeuern werden derzeit von außerhalb des Gemeindegebietes gelegenen Standorten auf dem Level einer einfacheren Basisversorgung abgedeckt. Vodafone plant, über den beantragten Standort die Versorgung zu verbessern.

Zu beachten ist auch, dass aufgrund von Lizenzverpflichtungen gem. Auflagen der Bundesnetzagentur Staatsstraßen ab dem Jahresende 2024 mit mobilem Breitband zu versorgen sind. Dies betrifft vorliegend die durch den Ort verlaufende Staatsstr. 2359.

Die betrachteten Varianten wurden auch hinsichtlich des Versorgungspegels mit der Prognosesoftware überprüft, vgl. auch c) auf Seite 15.

W01, A02, A03 und A04 vermögen insbesondere, die bestehende Versorgung der Ortsteile Altenmarkt und Altenbeuern wesentlich zu verbessern. W02 ergänzt im Bereich Neubeuern.

W01/A04 weisen in der spezifischen Konfiguration mit einem Prognosewert am Immissionspunkt von 1,3/1,1 V/m gegenüber dem Dachstandort A03 mit 2,3 V/m eine Reduktion um rund 50 % auf.

W01/A04 weisen in der spezifischen Konfiguration mit einem Prognosewert am Immissionspunkt von 1,3/1,1 V/m gegenüber dem Dachstandort A02 mit 6,5 V/m eine Reduktion um rund 80 % auf.

Die beiden vergleichsweise immissionsgünstigen Varianten W01 und A04 decken dabei in etwa ähnlich ab.

Eine Verlagerung von W01 auf A01 führt entfernungs-/reichweitebedingt zu Einschränkungen der Abdeckung insbesondere im Frequenzbereich der Kapazitätsversorgung etwa südlich der Auerstr., dem Gewerbegebiet sowie im Bereich Altenbeuern mit der Ortsdurchfahrt der St 2359. Da die Bundesnetzagentur in der Entscheidung der Präsidentenkammer vom 26.11.2018, Seite 3 die Möglichkeit von bedarfsgerechten höheren Auflagen im Rahmen einer Neuvergabe der im Jahre 2025 und 2033 auslaufenden Frequenznutzungsrechte ausdrücklich einschließt, erscheint die langfristige Einhaltung der Versorgungsaufgaben als offen.

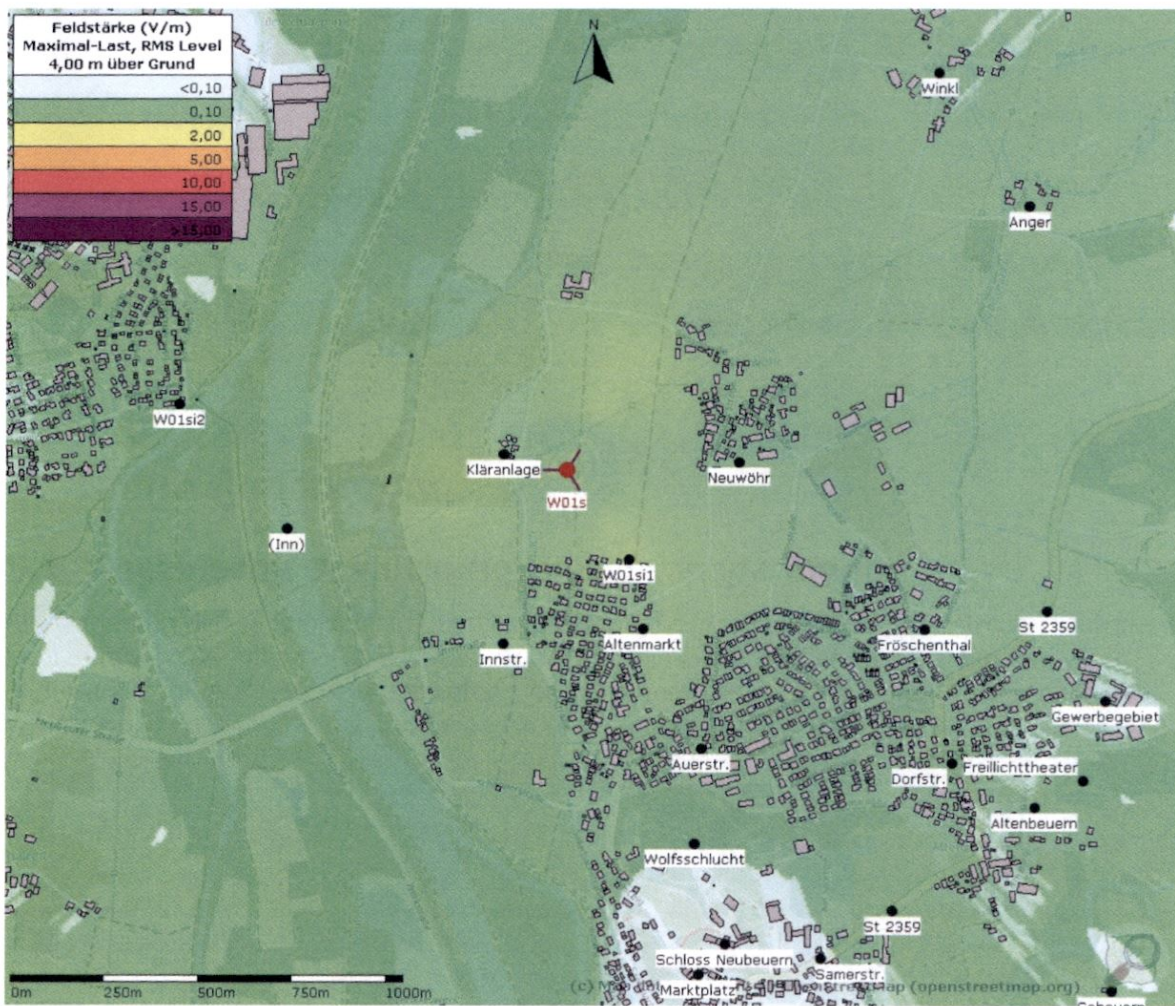
Als vergleichsweise schonend und effizient versorgend können somit die Varianten W01 und A04 benannt werden.

Die hier dargestellten Berechnungen und Bewertungen 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. Angesichts der örtlichen Situation (Topologie, räumliche Verteilung der Bebauung und Verkehrsadern) erscheint es als wenig wahrscheinlich, dass zusätzlich zu W01 und A04 hinsichtlich der Abdeckung der zu versorgenden Bereiche geeignete Varianten gefunden werden, welche wesentlich niedrigere Prognosewerte am jeweiligen Immissionspunkt aufweisen.

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. k), l und m ab Seite 18.



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* W01s:unbekannt:MB09:30	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* W01s:unbekannt:MB09:150	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* W01s:unbekannt:MB09:270	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* W01s:unbekannt:MB21:30	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* W01s:unbekannt:MB21:150	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* W01s:unbekannt:MB21:270	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 2: Immissionsprognose zu Variante W01s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt

W01s1: 1,3 V/m

W01s2: 0,4 V/m

Ermittlung der Lage der Immissionspunkte: vgl. e) auf Seite 16.

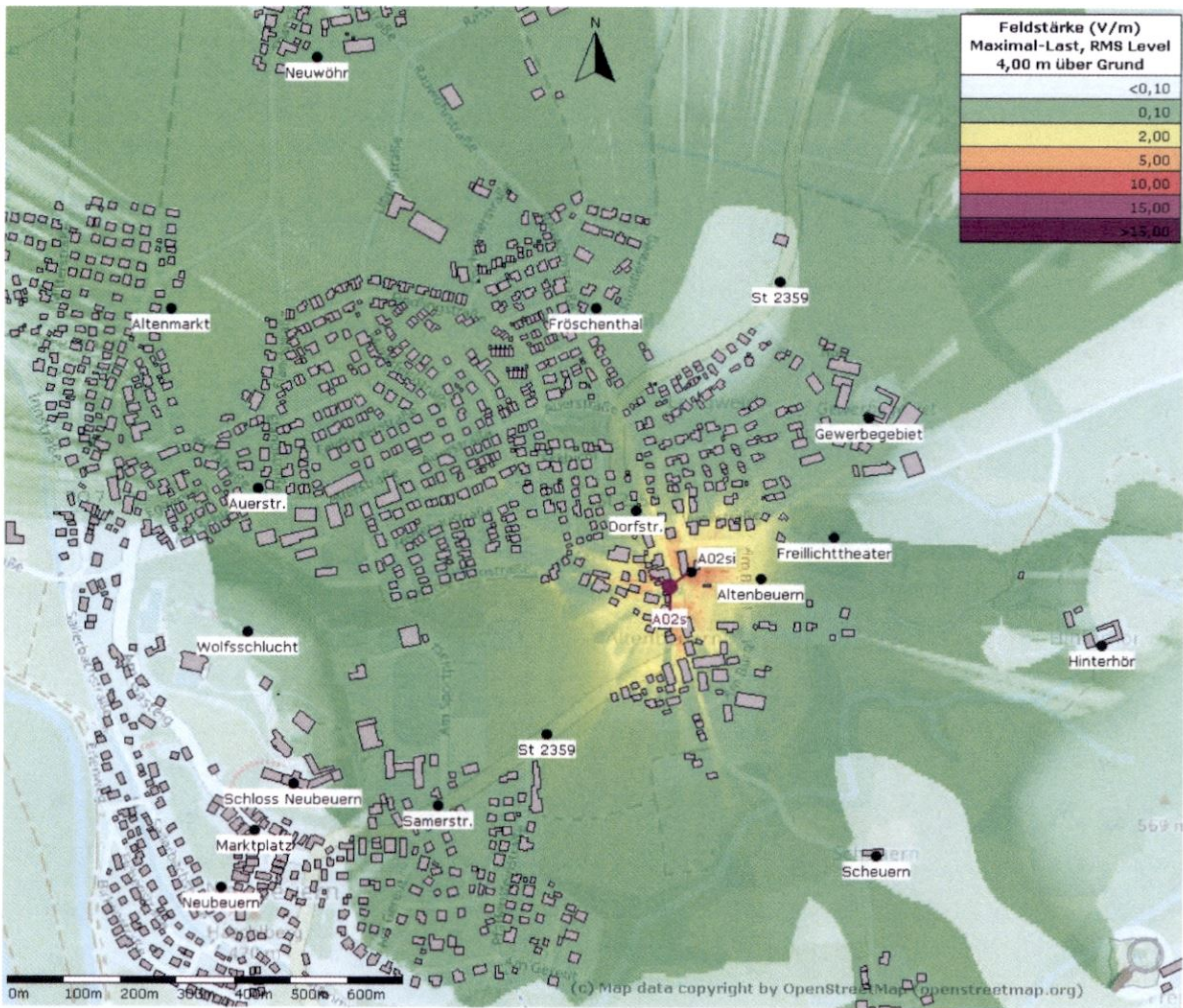


B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A01s:unbekannt:..MB09:30	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:..MB09:140	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:..MB09:260	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:..MB21:30	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:..MB21:140	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A01s:unbekannt:..MB21:260	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 3: Immissionsprognose zur Variante A01s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt

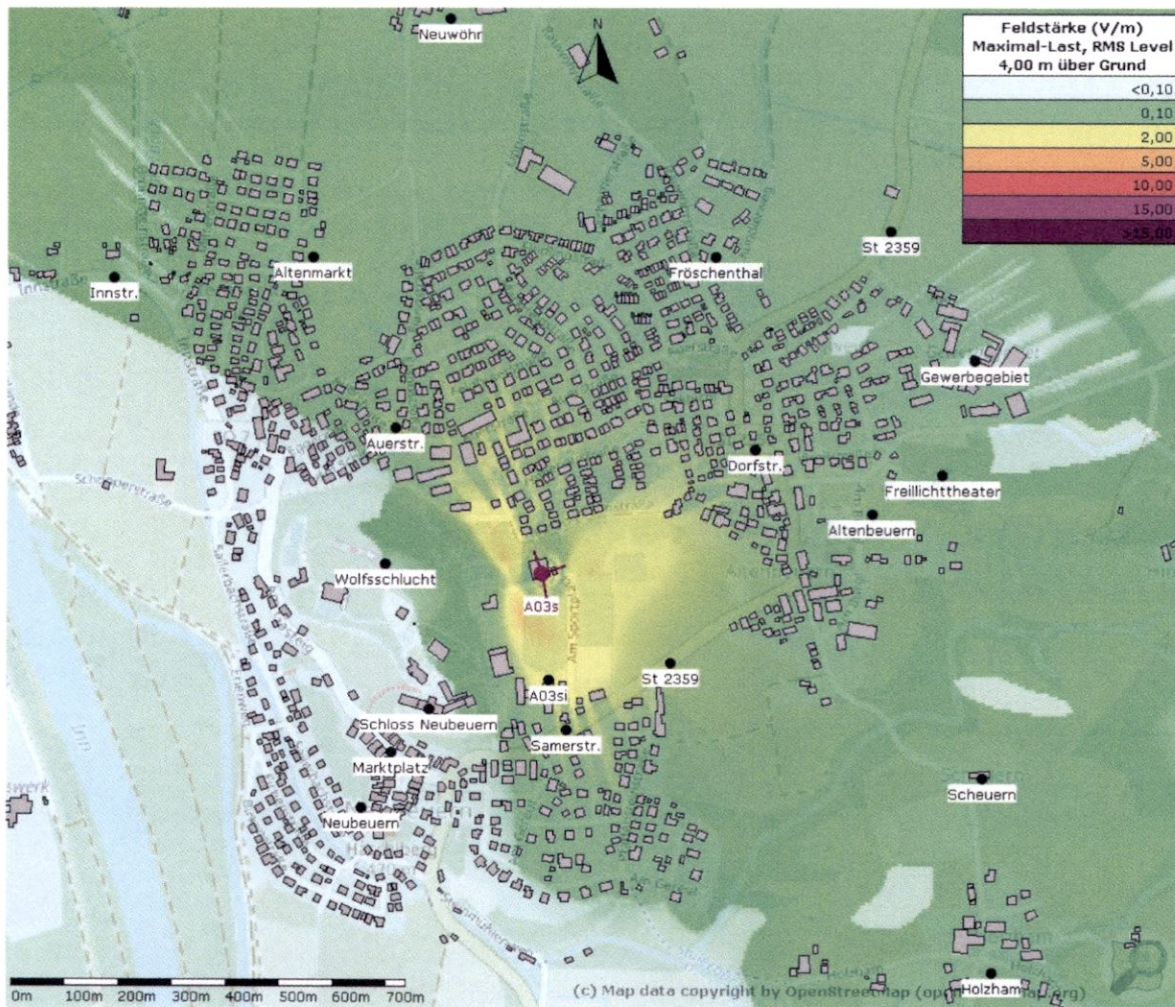
A01si1: 1,1V/m
 A01si2: 0,8 V/m
 A01si3: 0,7 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A02s:unbekannt:MB09:50	K 800 11 965	11,00 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A02s:unbekannt:MB09:180	K 800 11 965	11,00 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A02s:unbekannt:MB09:300	K 800 11 965	11,00 m	80,0 W	0,00 °	7,00 °-7,00 °	0,00 dB
* A02s:unbekannt:MB21:50	K 800 11 965	11,00 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A02s:unbekannt:MB21:180	K 800 11 965	11,00 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A02s:unbekannt:MB21:300	K 800 11 965	11,00 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB

Abbildung 4: Immissionsprognose zur Variante A02s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

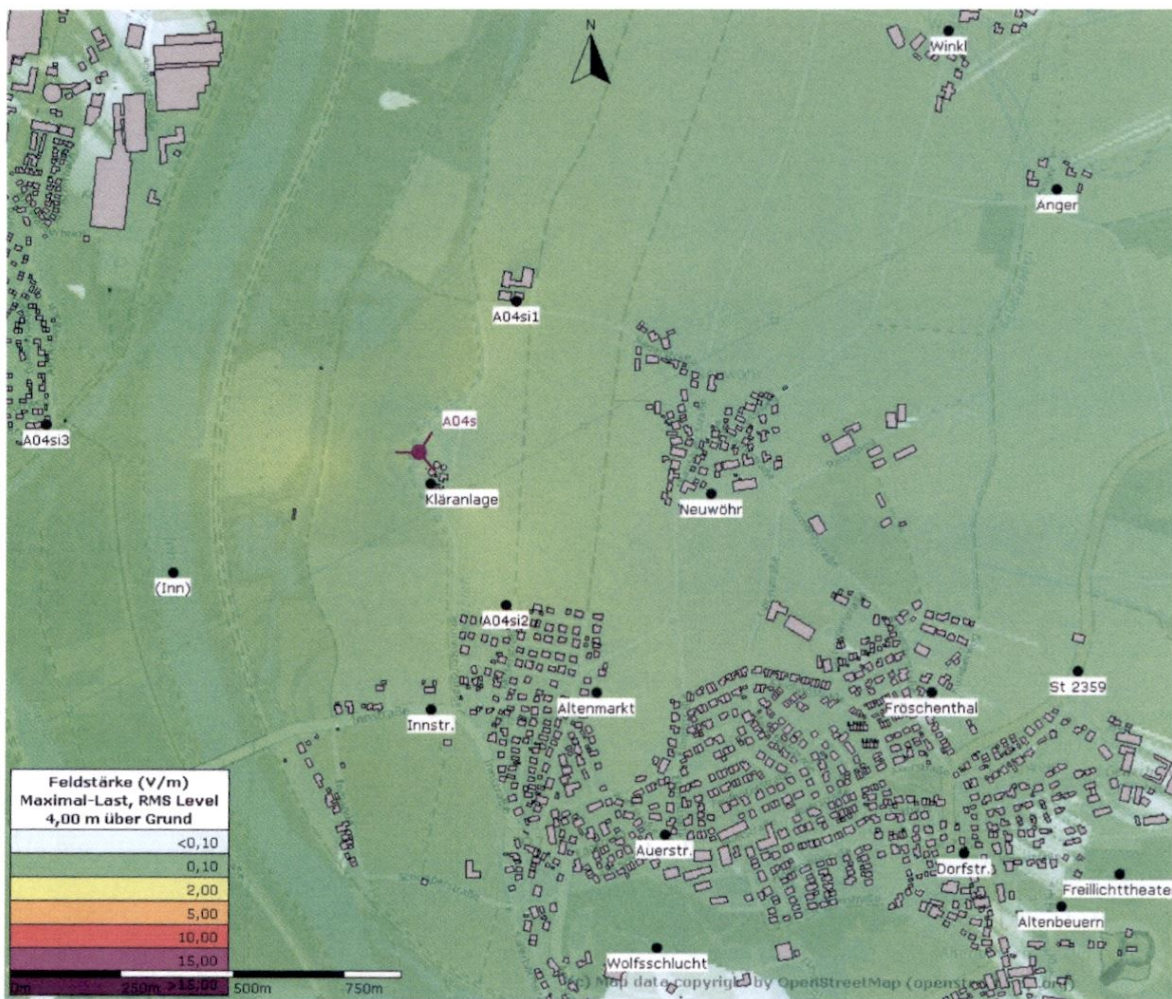
Prognosewert am Immissionspunkt A02si: 6,5 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A03s:unbekannt:..MB09:70	K 800 11 965	15,50 m	80,0 W		0,00 ° 5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A03s:unbekannt:..MB09:170	K 800 11 965	15,50 m	80,0 W		0,00 ° 3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A03s:unbekannt:..MB09:340	K 800 11 965	15,50 m	80,0 W		0,00 ° 7,00 °-7,00 °	0,00 dB
* A03s:unbekannt:..MB21:70	K 800 11 965	15,50 m	80,0 W		0,00 ° 3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A03s:unbekannt:..MB21:170	K 800 11 965	15,50 m	80,0 W		0,00 ° 1,00 °-1,00 °	0,00 dB
* A03s:unbekannt:..MB21:340	K 800 11 965	15,50 m	80,0 W		0,00 ° 5,00 °-5,00 °	0,00 dB

Abbildung 5: Immissionsprognose zur Variante A03s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt A03si: 2,3 V/m



B ID	Typ	Höhe (üG)	Gesamt-Leistung	Dt.	Elekt.	Kabelverlust
* A04s:unbekannt:..MB09:30	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A04s:unbekannt:..MB09:140	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A04s:unbekannt:..MB09:270	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	5,00 °-5,00 °	0,00 dB
* A04s:unbekannt:..MB21:30	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A04s:unbekannt:..MB21:140	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB
* A04s:unbekannt:..MB21:270	K 800 11 965	37,50 m	80,0 W	0,00 °	3,00 °-3,00 °	0,00 dB

Abbildung 6: Immissionsprognose zur Variante A04s in betreiberneutraler Vergleichskonfiguration (Flächen- und Kapazitätsversorgung).

Prognosewert am Immissionspunkt

A04si1: 1,1 V/m

A04si2: 1,1 V/m

A04si3: 0,6 V/m

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.

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, 5. Oktober 2020

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

7. Anhang

7.1 Vorgehensweise

- a) Im Rahmen einer Vorrecherche werden bestehende Mobil- bzw. Behördenfunkanlagen im zu untersuchenden Bereich sowie dessen funktechnisch relevanter weiterer Umgebung ermittelt³. Zur Benennung der in die Untersuchung aufgenommenen Standorte vgl. 1.3 auf Seite 3.
- b) Mit dem Berechnungsprogramm NIRView 8.17 wird die Feldstärkeverteilung um die angegebenen Standortvarianten auf Basis der funktechnischen Parameter der in der jeweiligen Grafik farblich dargestellten Anlage(n), des Antennendiagramms, digitalem Kartenmaterial und dem digitalen Geländemodell⁴ mittels Freifeldberechnung⁵ errechnet und grafisch dargestellt. Die farblich abgestufte Darstellung repräsentiert die Feldstärke unter Berücksichtigung der Geländetopographie. Wird ein Radioteil kombiniert auf mehreren Frequenzbereichen eingesetzt, wird für die Berechnung das niedrigste Frequenzband herangezogen.

Verfeinerung des Berechnungsmodells für Bereiche ohne Sichtverbindung: Signalabschwächungen durch Gelände- und Gebäudeabschattungen⁶ und deren teilweise Kompensation durch Beugung/Streuung werden unter Abschätzung von Gebäudehöhe und Dämpfung angedeutet.⁷ Verhindern Bäume oder andere Objekte den Sichtkontakt in Bereichen, in denen aufgrund der Geländetopographie Sichtkontakt zur Antenne bestünde, wird die Feldstärke niedriger sein, als dargestellt⁸. 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

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

⁴ Von der Gemeinde übermitteltes digitales Geländemodell DGM25 oder feiner: © Landesamt für Vermessung und Geoinformation (BY) bzw. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (BW). Im Folgenden mit „Landesvermessungsamt“ bezeichnet.

Sofern z.B. für den Fall einer ersten funktechnischen Einschätzung die Verwendung von öffentlich zugänglichen Geodaten angegeben ist, wird auf SRTM-Höhendaten zurückgegriffen. Dieses einfachere digitale Geländemodell kann bei Prognoseberechnungen insbesondere im Bereich von Hangkanten und kleinteiligen Geländeformationen zu Abweichungen führen.

⁵ Freifeldberechnung (LOS) der Immission zu der/den untersuchten und in der Fußzeile der Prognosegrafik angegebenen Funkanlagen analog zur Berechnung der systembezogenen Sicherheitsabstände in der Standortbescheinigung durch die Bundesnetzagentur gem. Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV). Bezug: Im Fuß der Prognosegrafik angegebene Hauptstrahlabsenkung bzw. der angegebenen Hüllkurve der Hauptstrahlabsenkungen

⁶ Aus der digitalen Flurkarte und/oder weiteren Datenquellen extrahierte Gebäude. Diese sind z.T. unvollständig. In einer Datenquelle fehlende Daten können durch andere Datenquellen ersetzt worden sein. Da es bei der digitalen Flurkarte durchaus vorkommt, dass sich die Gebäudeumringe angrenzender Gebäude überschneiden und damit nicht extrahiert werden können, werden die Gebäudeumringe z.T. manuell oder durch Einlesen entsprechender Daten aus OpenStreetMap ergänzt. Das Einlesen von Gebäudeumrissen alleine aus OpenStreetMap betrifft Projekte, bei denen auf öffentlich zugängliche Geodaten zurückgegriffen wurde.

⁷ Für die Darstellung der Abschattungen wurde das auf das vom Unterzeichner dieses Berichts mitentwickelte empirische Modell "Gebäudeüberschneidung: schnittlängenabhängige Dämpfung" sowie „Längenabhängige Geländedämpfung“ gewählt

⁸ Sofern bewaldete Flächen im Prognosetool als solche angelegt und für Immissionsprognosen verwendet wurden, sind diese in der jeweiligen Prognosegrafik als olivgrüne Flächen gekennzeichnet. Für diese Flächen werden Abschattungen und deren teilweise Kompensation durch Beugung/Streuung unter grober Abschätzung der Bewuchshöhe und Dämpfung grafisch angedeutet, sofern textlich angegeben.

Abdeckung im Sinne einer konservativen Abschätzung bzgl. der Immission wird mit max. 1 dB (Flächenversorgung) / 2 dB (Kapazitätsversorgung) berücksichtigt⁹. Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der vollen Anlagenauslastung aller beantragten Kanäle (GSM/TETRA) bzw. Bänder (UMTS/LTE/5G), sofern bei den Prognosegrafiken nicht anders angegeben.

c) Prognostizierter Versorgungspegel:

Die Berechnungen wurden ebenfalls mit NIRView durchgeführt. Sofern nicht anders angegeben, werden hierfür die vom Unterzeichner des Berichts erstellten betreiberneutralen Konfigurationen herangezogen (vgl. k auf Seite 18). Die Versorgungspegelberechnungen unterliegen den gleichen Modellvereinfachungen wie die Immissionsprognose und dienen 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. Sofern Abschattungen durch Wald in grober Abschätzung berücksichtigt wurden, wird dies im Bewertungstext bzw. bei den weiteren Angaben angegeben.

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.¹⁰ 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.

d) Immissionsprognosen sowie Prognosen zur räumlichen Verteilung des Versorgungspegels dienen aufgrund der 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 (Probetrieb provisorischer Aufbauten mit Messungen) eingesetzt werden. Für in Betrieb befindliche Anlagen sollten Messungen bevorzugt werden.

Immissionsprognosen sind bei bestehenden Standorten auch geeignet, in der betrachteten Prognoseebene abseits von Messpunkten Abschätzungen zur prognostizierten räumlichen Verteilung der Immission zu liefern.

⁹ Werte für Tondachziegel (reduziert). Quelle für Dämpfungswerte von Baumaterialien: Schirmung elektromagnetischer Wellen im persönlichen Umfeld, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Januar 2008

¹⁰ 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.

- e) Für jede Variante wurde im Bereich der umliegenden Bebauung mit wohn- oder wohnähnlicher Nutzung¹¹ der ungünstigste Feldstärke-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, sofern nicht anders angegeben, nicht das Ergebnis einer belastbaren 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.
- f) 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 - auf den durch die in der Fußzeile der Prognosegrafik angegebenen Funkdienste verursachten Signalanteil. Vgl. auch 7.3 auf Seite 21. Wird ein Radioteil kombiniert auf mehreren Frequenzbereichen eingesetzt, wird für die Berechnung der niedrigste Frequenzbereich herangezogen.
Da beim Vergleich mit dem Grenzwert in der Regel auch weitere Signalanteile berücksichtigt werden müssen (weitere Signale anderer Funkanlagen und anderer Funkdienste) sowie z.B. Einstellungen von Funksystemen, können konkrete Aussagen zur Einhaltung des Grenzwerts mit dieser Untersuchung nicht gegeben werden. Diese können den jeweiligen Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur entnommen werden.
- g) Der in Deutschland gültige Grenzwert ist frequenzabhängig. Häufig unterscheiden sich die Immissionsanteile der verschiedenen Frequenzbereiche, was an den Immissionspunkten zu unterschiedlichen Verhältnissen zwischen Feldstärke und Ausschöpfung des Grenzwerts führt. Dies kann z.B. dadurch hervorgerufen werden, dass die räumliche Verteilung der abgestrahlten Intensitäten bei den Antennen i.d.R. frequenzabhängig ist (schmalere Hauptstrahl bei höheren Frequenzen). Zahlreiche weitere frequenzabhängige Effekte wie z.B. Beugung und Streuung sowie unterschiedliche Überlagerungen von Nebenstrahlen führen je nach Ort zu unterschiedlichen Frequenzanteilen an der Gesamtmission.

¹¹ Benachbarte Gebäude mit Hausnummern in rosa bzw. rot gekennzeichneten Gebieten gem. Digitaler Ortskarte z.B. im Bayern-Atlas oder Geoportal Baden-Württemberg, beide online.

- h) 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, ein¹². Danach sind folgende Einflussfaktoren wesentlich:
- Abstand
 - Höhenunterschied zwischen Antenne und Immissionspunkt
 - Antennencharakteristik, Hauptstrahlneigung
 - Sendeleistung
 - Horizontale Ausrichtung der Antennen
 - Sichtbarkeit zur Sendeanlage
- i) Die Ausgangswerte (funktechnische Parameter) für die Prognoseberechnungen 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 in den Prognoseberechnungen nur dann berücksichtigt sind, wenn die betreffenden funktchnischen Parameter in den Fußzeilen angegeben und mit * versehen sind. Bei in Betrieb befindlichen und nicht mit Index „s“ oder „v“ indexierten Standorten (B) wurden die von der Bundesnetzagentur genehmigten funktchnischen Parameter herangezogen, auch wenn einzelne Funkdienste (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 bei Standortvarianten der Index „_stob“ angefügt ist, wurden die dafür zugrunde liegenden Daten incl. der aus allen genehmigten Hauptstrahlabsenkungen syntetisierten Hüllkurve des Strahlungsdiagramms der Antenne herangezogen, beim Index „n“ die nach Mitteilung des Netzbetreibers eingestellte bzw. zur Einstellung vorgesehene Hauptstrahlabsenkung.
- j) 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“¹³.

¹² 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 Induktionsfuranlagen, 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

¹³ „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 Teilnehmern (**Kapazitätsversorgung**)“. Quelle: Entscheidung der Präsidentenkammer der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen vom 12.10.2009 zur Flexibili-

- k) 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, zwei oder mehr Funkstandards aufbaut (aktuell werden GSM (2G), UMTS (3G), LTE (4G) und 5G genutzt)
 - möglich ist, den Standard zugleich in mehreren Frequenzbändern zu nutzen (aktuell können Frequenzen um 700/800/900/1500/1800/2100/2600/3500 MHz genutzt werden),
 - in einem Frequenzband auch am selben Standort mehrere Funkstandards genutzt werden können (z.B. GSM-900 und LTE-900, GSM-1800 und LTE-1800, UMTS-2100, LTE-2100, 5G-2100)
 - 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 vom Unterzeichner dieses Berichts konfigurierten 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. Möglich ist auch eine Kennzeichnung mit dem Index „v“. In Abhängigkeit der Betrachtung: Eingesetzt für die Mobilfunk-Flächenversorgung wurde Mobiles Breitband im Frequenzband 900 MHz (MB09, derzeit genutzt für GSM und LTE) mit max. 80 W im Frequenzband, für Behördenfunk TETRA-400 mit max. 20 W/Kanal bei 4 Kanälen bzw. für die Mobilfunk-Kapazitätsversorgung Mobiles Breitband im Frequenzband 2.100 MHz (derzeit genutzt für UMTS, LTE und 5G) mit max. 80 W im Frequenzband. Dieser technologieneutrale Ansatz führt bei anderen Funkdiensten bei sonst ähnlichen funktechnischen Parametern (z.B. Frequenzbereiche, Antennendiagramme, Sendeleistungen) zu vergleichbaren Prognoseergebnissen.
- l) Die spezifischen Konfigurationen dienen ausschließlich dem Vergleich der in diesem Bericht untersuchten Standortvarianten untereinander. Bei mehreren fiktiven Betreibern und mehreren Funkdiensten sind die prognostizierten Immissionswerte entsprechend anzuhängen. Eine Verdoppelung der Sendeleistung bei sonst gleichen funktechnischen Konfigurationen führt bei der Feldstärke und beim Grenzwertanteil zu einer Erhöhung um den Faktor 1,4.
- m) 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 zusätzliche Immissionsprognosen mit den netzbetreiberseitig geplanten funktechnischen Parametern¹⁴ gerechnet, wie sie zur Beantragung bei der Bundesnetzagentur vorgesehen sind. Diese Varianten tragen den Index „n“.
- Sofern der Index „n“ angefügt ist:
- nach Mitteilung des Netzbetreibers wurden diese Daten beantragt oder sind zur Beantragung vorgesehen.
 - nach Mitteilung des Netzbetreibers wird die angegebene Hauptstrahlabsenkung verwendet oder ist zur Verwendung vorgesehen.
- Index „opt“ in der Fußzeile der Prognosegrafik bedeutet, dass das Funksystem optional ist, dh nach Mitteilung des Netzbetreibers aktuell noch keine Inbetriebnahme vorgesehen ist.

sicherung 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.

¹⁴ Maximale Sendeleistung, volle Last. Bei variabler Hauptstrahlabsenkung: Absenkung in der geplanten Startkonfiguration.

Die Netzbetreiber weisen mit Verweis auf den Bearbeitungsstand darauf hin, dass sich Daten und Priorisierung im Zuge einer weiteren Konkretisierung der Planungen ändern können. Bei fehlenden Angaben werden Abschätzungen vorgenommen, dies wird im Bericht vermerkt.

n) Bildlegende:

Schwarzer kleiner Punkt: Lagebeschreibung, z.B. Ortsname, Ortsteil, Verkehrsader, Immissionspunkt

Schwarze Linie: Gemeinde-/Gemarkungsgrenze (sofern jeweils textlich angegeben)

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: Vodafone; Grün: E-Plus; Blau: Telefónica (O₂); Violett: Betreiber neutral/unbekannt

Bezeichnung der Punkte: B: Bestehende Standorte gem. Standortbescheinigung, A,U: Alternativen, V: hinzugefügter fiktiver Vergleichsstandort, W: beantragter/gewünschter Standort. Durchnummeriert und ggf. mit Index

Index: n: Betreiberseitig mitgeteilte, geplante Konfiguration; s,v: 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 auch im Falle der Verteilung der beantragten Sendeleistung auf eine dynamische Anzahl von Kanälen/Frequenzbändern (hier Angabe der Kanalzahl 1) für die Summe aller Kanäle/Frequenzbänder angegeben.

- o) Das Kartenmaterial¹⁵ und die Luftbilder¹⁶ 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 dies ist im Text ausdrücklich erwähnt.
- p) 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.
- q) 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, O₂ (alte Bezeichnung) und Telefónica (neue Bezeichnung) bzw. mit T-Mobile und Telekom der gleiche Netzbetreiber gemeint.
- r) Berechnungen zur geländebezogenen Einsehbarkeit beziehen sich von der angegebenen Antenne auf eine Sichte ebene 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/Band 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

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

¹⁶ © Landesvermessungsamt.

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.

7.3 Einheiten, Skala, Grenzwerte

Der Grenzwert für hochfrequente elektromagnetische Felder ist gem. 26. Bundesimmissionschutzverordnung in der Einheit V/m (Feldstärke) angegeben. Die vor allem auch früher verwendete Einheit der Leistungsflussdichte (mW/m^2 , $\mu\text{W}/\text{m}^2$) 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)¹⁷. Nebestehende Tabellen geben die für die jeweiligen Frequenzbereiche unterschiedlichen gesetzlichen deutschen Grenzwerte an und ermöglichen eine Umrechnung. Einen Online-Umrechner finden Sie unter

www.funktechanalyse.de/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 die FEE-Immissionsdatenbank des Bayerischen Umweltministeriums (Stand 2008) sowie seither in der Begutachtung entstandene Messergebnisse 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.

Funkdienst z.B.	Grenzwert ca. V/m	mW/m ²
Tetra-400	28	2000
LTE-800	40	4000
GSM-900	41	4500
LTE-1800	59	9000
UMTS-2100	61	10000
LTE-2600	61	10000
LTE-3500	61	10000

E (V/m)	S (mW/m ²)	S (μW/m ²)
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

¹⁷ 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 Angaben zu Gebäudehöhen, kommunalen Liegenschaften, Standortbescheinigungen und Datenblätter der Bundesnetzagentur zu Mobilfunk-Standorten, geplanten Standorten sowie weitere Informationen zum Standortwahlverfahren und Kartenmaterial
- Per E-Mail mit den Betreibern geführter Schriftverkehr (die auftraggebende Kommune war jeweils im CC)