

Dr. Peter Nießen
Siebengebirgsallee 60
50939 Köln
Tel. 02 21 / 9 41 59 77
Fax 02 21 / 9 41 59 76
info@EMF-Institut.de
www.EMF-Institut.de

Mobilfunkversorgungskonzept unter dem Aspekt der Strahlungsminimierung für die Stadt Freudenstadt

Teil 1: Derzeitige Immissions- und Versorgungssituation

Dezember 2013

Auftraggeber: Stadt Freudenstadt
Bauverwaltungs- und Umweltschutzamt
Marktplatz 1
72250 Freudenstadt

Projektleitung beim Auftraggeber:

Christoph Gerber
Bauverwaltungs- und Umweltschutzamt
Technisches Rathaus
Telefon: 07441 / 890-860
Telefax: 07441/ 890-99860
E-Mail: christoph.gerber@freudenstadt.de

Projektleitung beim Auftragnehmer:

Dr. Peter Nießen
Institutsleiter
Siebengebirgsallee 60, 50939 Köln
Telefon: 0221/9415977
Telefax: 0221/9415976
E-Mail: peter.niessen@emf-Institut.de

Autoren:

Dipl.-Geogr. Monika Bathow, EMF-Institut
Dipl.-Phys. Dr. Peter Nießen, EMF-Institut
Juliane Scheder, B. Sc., EMF-Institut

Dieses Gutachten darf in vollständiger Form mit Zustimmung des Auftraggebers beliebig veröffentlicht und vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung des Auftraggebers und des EMF-Instituts.

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag und Zweck des Gutachtens.....	5
2	Mobilfunk und Gesundheit.....	6
2.1	Die Technik	6
2.2	Der Schutz vor elektromagnetischer Strahlung.....	7
2.3	Aktueller Stand der Diskussion	8
2.4	Vorsorge.....	8
3	Mobilfunk und Kommunen.....	10
3.1	Historie	10
3.2	Die freiwillige Vereinbarung.....	11
4	Aspekte der Mobilfunkversorgung	12
4.1	Schutzziele	12
4.1.1	Exposition durch mobile Kommunikationsgeräte (Handys, Smartphones usw.)....	12
4.1.2	Exposition durch Basisstationen.....	13
4.2	Versorgungskapazität für mobile Kommunikationsdienste.....	13
5	Analyse der derzeitigen Mobilfunkversorgung und die derzeitige Immissionssituation in Freudenstadt	14
5.1	Lage der Stadt.....	14
5.2	Kommunale Mitwirkung bei der Standortplanung.....	14
5.3	Vorbemerkungen.....	14
5.4	Vorhandene Mobilfunkbasisstationen und weitere Sendeanlagen.....	16
	LTE 16	
5.5	Derzeitige Versorgungssituation in den einzelnen Mobilfunknetzen	18
5.5.1	GSM-Netze	18
5.5.2	UMTS-Netze	18
5.5.3	LTE-Netz.....	18
5.6	Derzeitige Immissionssituation in Freudenstadt.....	19
5.6.1	Derzeitige Immissionssituation in Freudenstadt: Fazit.....	19
5.7	Bau- und Ausbaupläne der Netzbetreiber in Freudenstadt	20
6	Empfehlungen zum weiteren Vorgehen.....	21
6.1	Vorhandene Mobilfunkanlagen sowie der zu erwartende Ausbau der LTE-Netze	21
6.2	Kommunale Einflussmöglichkeiten.....	21
7	Anhang	24
7.1	Immissionsberechnungen	24
7.1.1	Berechnungsverfahren für die Immissionsberechnungen	24
7.1.2	Datengrundlage für die Berechnung der derzeitigen Immissionen.....	24
7.2	Grenzwerte für hochfrequente elektromagnetische Strahlung	25
7.3	Leistungsflussdichten bei Mobilfunkbasisstationen.....	29
7.4	Tipps des Bundesamts für Strahlenschutz zur Handynutzung.....	30
7.5	Glossar	31
7.6	Literatur	35
8	Karten der Immissionsberechnungen	36

Tabellenverzeichnis[MB2]

Tabelle 1: Mobilfunkbasisstationen in Freudenstadt	16
Tabelle 2: Mobilfunkbasisstationen in unmittelbarer Umgebung von Freudenstadt.....	17
Tabelle 3: Umrechnung zwischen elektrischer Feldstärke und Leistungsflussdichte am Beispiel von Grenz- und Vorsorgewerten für das GSM-1800-Netz	27
Tabelle 4: Leistungsflussdichten im Zusammenhang mit Mobilfunknetzen.....	29

1 Auftrag und Zweck des Gutachtens

Der Gemeinderat der Stadt Freudenstadt hat in seiner Sitzung vom 23.10.2012 beschlossen, dass für den Bereich der Stadt Freudenstadt ein Mobilfunkvorsorgekonzept erarbeitet werden soll. In einem Gutachten soll zunächst die derzeitige Belastung durch bestehende Mobilfunkanlagen ermittelt werden. Die Stadt Freudenstadt soll auf dieser Grundlage dann in einem Dialogverfahren mit Mobilfunkbetreibern in die Lage versetzt werden, in Bezug auf Standortanfragen bzw. Standortveränderungsanfragen reagieren zu können. Insbesondere soll dann auch eine Möglichkeit gegeben sein, Alternativstandorte mit einer geringeren Belastung für die Bevölkerung vorzuschlagen.

Im Februar 2013 wurde das EMF-Institut beauftragt, ein solches Gutachten zu erstellen.

Der folgende Bericht beschreibt in Kapitel 2 und 3 die Grundlagen der Mobilfunktechnik, geht auf die diskutierten gesundheitlichen Risiken der Mobilfunktechnik ein und beschreibt die Situation der Kommunen.

Kapitel 4 dient der Beschreibung und Erklärung zur Vorgehensweise bei der Minimierung der Immissionen, die durch Mobilfunk (Basisstationen und Mobiltelefone) verursacht werden.

Das Hauptkapitel 5 analysiert die derzeitige Situation der Mobilfunkversorgung und der derzeitigen Immissionssituation in der Stadt Freudenstadt.

Das Kapitel 6 gibt Empfehlungen zum weiteren Vorgehen.

Kapitel 7 enthält ergänzende **Anhänge**: das angewandte Berechnungsverfahren, einige Fachinformationen zum Mobilfunk, ein Glossar mit Erläuterungen zu Schlagworten und Abkürzungen sowie das Literaturverzeichnis.

Kapitel 8 enthält die Karten der Immissionsberechnungen.

2 Mobilfunk und Gesundheit

2.1 Die Technik

Das grundsätzliche Prinzip der drahtlosen Kommunikation besteht in der Informationsübertragung mittels elektromagnetischer Wellen. Zur Unterscheidung der elektromagnetischen Wellen dienen ihre Frequenz, d.h. die Anzahl ihrer Schwingungen pro Sekunde und ihre Intensität. Bekannte Erscheinungsformen elektromagnetischer Wellen sind:

- Rundfunkwellen (Lang-, Mittel-, Kurzwelle, UKW): 0,2 bis 100 MHz
- Fernsehen und diverse nicht öffentliche Funkdienste: 100 bis 800 MHz
- Mobilfunk: 850 bis 2200 MHz
- Drahtlose Computernetzwerke (*WLAN*¹): ab 2500 MHz
- Mikrowellenherde: 2500 MHz
- Radar, Richtfunk: ab 3 GHz
- Wärmestrahlung
- Sichtbares Licht
- Ultraviolettes Licht (UV)
- Röntgenstrahlung
- Gammastrahlung.

Obwohl es sich bei all diesen *Strahlungen* rein physikalisch gesehen immer um *elektromagnetische Strahlung* handelt, die sich nur durch die Frequenz unterscheidet, sind sowohl die technischen Nutzungsmöglichkeiten als auch die Einflüsse auf die belebte Umwelt extrem unterschiedlich. Im Wesentlichen unterscheidet man zwischen *ionisierender Strahlung* (ab UV-Licht aufwärts) und *nicht ionisierender Strahlung* (sichtbares Licht und niedriger). Für ionisierende Strahlung ist die zellschädigende Wirkung seit langem bekannt. Für nicht ionisierende Strahlung – und dazu gehört u.a. auch der Mobilfunk – ist der Einfluss auf die belebte Natur (und damit auch auf den Menschen) weniger eindeutig (vgl. Kap. 2.2).

Die Intensität einer elektromagnetischen Welle wird im Fernfeld (für Mobilfunk ab ca. 1 Meter Abstand von der Antenne) durch die sog. *Leistungsflussdichte* beschrieben. Die Leistungsflussdichte gibt an, wie viel Energie (pro Zeit und Fläche) mit Hilfe elektromagnetischer Wellen durch den Raum transportiert wird. Sie wird in einer Vielzahl von Einheiten angegeben von Milliwatt je Quadratcentimeter (mW/cm²) über Watt je Quadratmeter (W/m²) bis Mikrowatt je Quadratmeter (µW/m²). Für Interessierte sind die Umrechnungen im Anhang 7.1, S. 24ff. angegeben.

Für Situationen in unmittelbarer Nähe der Sendeantenne (Handy am Kopf) ist die Intensitätsangabe durch die Leistungsflussdichte nicht sinnvoll möglich. Stattdessen wird der sog. SAR-Wert (**s**pezifische **A**bsorptions**r**ate) benutzt. Die spezifische Absorptionsrate gibt an, wie viel Energie im Organismus absorbiert und in Wärme umgesetzt wird. Der Wert wird zumeist in Watt pro Kilogramm Körpergewicht (W/kg),

¹ Begriffe, die zum ersten Mal kursiv gedruckt auftreten, werden im Glossar erklärt.

manchmal auch in Watt pro Gramm (W/g) angegeben und ermittelt sich über die Messung der Temperaturerhöhung in dem bestrahlten Gewebe.

Die verwendeten physikalischen Größen und Einheiten für die Leistungsflussdichte und den SAR-Wert werden in Veröffentlichungen häufig unkorrekt angegeben. Für die Öffentlichkeit führt das leicht zu kaum nachvollziehbaren Aussagen (für Interessierte hierzu Anhang 7.2: Grenzwerte für hochfrequente elektromagnetische Strahlung, S. 25).

2.2 Der Schutz vor elektromagnetischer Strahlung

Die Absorption hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung erzeugt Wärme. Dieser Effekt wird in den Mikrowellengeräten zur Erwärmung von Speisen genutzt. Auch Mobilfunkendgeräte (Handys) und Mobilfunkanlagen (Mobilfunkbasisstationen) erzeugen während des Sendens hochfrequente elektromagnetische Strahlung. Die Absorption der Energie dieser in den Körper eindringenden Strahlung führt zu einer Erwärmung des Gewebes (sog. *thermische Wirkungen*). Es ist wissenschaftlich gesichert, dass gesundheitliche Schädigungen infolge der Wärmeerzeugung im Körper erst bei relativ hohen Intensitäten elektromagnetischer Felder auftreten. Um schädliche Wärmewirkungen zu verhindern, liegt der von der Internationalen Strahlenschutzkommission *ICNIRP* (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) empfohlene Grenzwert der Spezifischen Absorptionsrate (SAR-Wert) von 0,08 Watt/kg (gemittelt über den Gesamtkörper) deshalb um den Faktor 50 unter dieser als gesundheitskritisch angesehenen Schwelle. Deutschland hat diesen Wert in der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (26. *BImSchV*) übernommen.

Bei Einhaltung eines Sicherheitsabstandes von ca. 10 bis 20 Metern ist für alle heutigen Mobilfunkbasisstationen sichergestellt, dass keine thermischen Wirkungen auftreten.

Wissenschaftlich nicht geklärt ist die Frage, ob elektromagnetische Felder des Mobilfunks über den thermischen Effekt hinausgehend noch weitere Auswirkungen auf den menschlichen Körper haben. Unter diesen sog. *athermischen (nicht thermischen) Effekten* sind mögliche Auswirkungen der *EMF* (Elektromagnetische Felder) zu verstehen, die zwar keine (relevante) Temperaturerhöhung im Körper hervorrufen, möglicherweise jedoch andere Auswirkungen haben. So werden u.a. Migräne und Kopfschmerzen, Schlaf- und Konzentrations- sowie allgemeine Befindlichkeitsstörungen häufig in einen Zusammenhang mit den athermischen Effekten der *EMF* gebracht. Diskutiert werden auch mögliche Auswirkungen auf Krebserkrankungen oder die Beeinflussung des Zentralnervensystems bzw. der Gehirnaktivitäten.

2.3 Aktueller Stand der Diskussion

Nach dem Aufbau der GSM-Mobilfunknetze hat der Ausbau weiterer Mobilfunknetze (UMTS- und LTE-Netze, WiMAX, BOS-Digitalfunk) und der damit verbundene Aufbau vieler neuer Sendeanlagen in der Bevölkerung zu einer bewussteren Wahrnehmung der Antennenanlagen der Mobilfunkbasisstationen geführt. Damit einher geht eine wesentlich größere Sensibilisierung – auch durch die Berichterstattung in den Medien – hinsichtlich möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen oder Schädigungen durch die elektromagnetische Strahlung (populär auch als „Elektrosmog“ bezeichnet). Allein in Deutschland ist in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Bürgerinitiativen entstanden, die sich gegen Mobilfunk-Sendemasten in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft wehren, weil sie gesundheitliche Gefahren, vor allem auch der athermischen Wirkungen befürchten. Die Besorgnis in der Öffentlichkeit hinsichtlich der Mobilfunkstrahlung ist zum Teil natürlich durch die Verbreitung dieser Technik begründet, denn fast jeder ist potenziell betroffen. Sie lässt sich auch darauf zurückführen, dass Telefone normalerweise in unmittelbarer Nähe zu empfindlichen Körperteilen wie z.B. Gehirn oder Auge benutzt werden und diese Nähe die *Exposition* erhöht (vgl. Kap. 4.1, S. 12).

Zunehmend diskutiert, aber wissenschaftlich bisher kaum untersucht, ist das Phänomen „Elektrosensibilität“. Entsprechend vermehrter Beobachtungen von Betroffenen und Umweltmedizinerern reagiert ein kleiner Teil in der Bevölkerung sensibler auf elektromagnetische Strahlung als die Mehrheit der Bevölkerung. Die Forschungen zu Elektrosensibilität befinden sich immer noch im Anfangsstadium. Die Schätzungen zum Anteil der „Elektrosensiblen“ in der Bevölkerung gehen zwar weit auseinander und reichen bis zu 10 % der Bevölkerung, aber zumindest ist in der Wissenschaft mittlerweile unstrittig, dass das Phänomen „Elektrosensibilität“ existiert. Da nach Aussage der Betroffenen die Beschwerden mit Wegfall der Strahlungsquellen nachlassen, kommt von diesen Menschen die Forderung an die Politik nach „elektrosmogfreien“ Bereichen, was mit zunehmendem Ausbau der Mobilfunknetze immer schwieriger zu realisieren ist.

2.4 Vorsorge

Auch wenn es bisher an einem allgemein anerkannten Wirkungsmodell für nicht-thermische Effekte fehlt, sollten die heute bekannten wissenschaftlichen Hinweise bei einzelnen, gesundheitlich relevanten Effekten unter sog. Vorsorgegesichtspunkten nicht ignoriert werden. Vorsorge sollte im Interesse der Bevölkerung auch mögliche, wissenschaftlich noch nicht nachgewiesene Risiken berücksichtigen. Die *Strahlenschutzkommission (SSK)* empfiehlt in ihrer Stellungnahme vom 13./14. September 2001 u.a. „... Maßnahmen zu ergreifen, um Expositionen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder im Rahmen der technischen und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten zu minimieren. Das gilt insbesondere für Bereiche, in denen sich Personen regelmäßig über längere Zeit aufhalten...“. Die Europäische Kommission hat im Jahr 2000 eine Mitteilung zur Anwendung des Vorsorgeprinzips veröffentlicht. Da keine verbindlichen Regelungen hinsichtlich Grenzwerten von EMF für die

EU existieren, ist es den Mitgliedsländern möglich, niedrigere Grenzwerte (als in den Ratsmitteilungen empfohlen) gemäß dem Vorsorgeprinzip festzulegen.

Die 26. BImSchV enthält keine derartigen Vorsorgeanforderungen an Mobilfunkanlagen zur Berücksichtigung athermischer Wirkungen. Im Rahmen der Beratungen zur 26. BImSchV wurde die Existenz von athermischen Wirkungen zwar mit in die Überlegungen einbezogen. Da aber auch damals kein wissenschaftlicher Nachweis für eine konkrete Gesundheitsgefährdung vorlag, blieben diese unberücksichtigt. Aufgrund der unsicheren Datenlage und wegen der fehlenden Reproduzierbarkeit der Studien werden die dort vereinzelt gefundenen Hinweise auf athermische Effekte auch heute noch nicht für ausreichend gehalten, um die Grenzwerte der 26.

BImSchV zu senken. Im Gegenteil sieht die Bundesregierung ganz aktuell nach weitgehendem Abschluss des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (DMF) sich in ihrer bisherigen Auffassung bestätigt, dass es keinen Handlungsbedarf im Hinblick auf die Verschärfung von Grenzwerten gibt [1].

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), auf dessen Bewertung die Bundesregierung verweist, kommt in seiner zusammenfassenden Bewertung des DMF vom Juni 2008 zwar auch zu dem Schluss, dass die derzeit geltenden Grenzwerte aus seiner Sicht ausreichend sind, legt aber auch weiterhin einen vorsichtigen Umgang mit drahtlosen Kommunikationstechnologien nahe [2].

Unabhängig von den Diskussionen um Grenz- oder Vorsorgewerte sollte aber nach Ansicht des EMF-Instituts dennoch der größtmögliche Schutz der Bevölkerung vor möglichen gesundheitlichen Risiken durch elektromagnetische Felder oberstes Ziel beim Ausbau der Mobilfunknetze sein. In vielen Kommunen ist die Immissionsminimierung ebenfalls ein wesentliches Ziel der Kommunalpolitik, und es wird angestrebt, Mobilfunksendeanlagen außerhalb der Wohnbebauung zu platzieren, um die Belastung der Bevölkerung durch die Sendeanlagen so gering wie möglich zu halten. Hierauf wird im Kapitel 4.1, S. 12 noch ausführlich eingegangen.

3 Mobilfunk und Kommunen

Von der Entwicklung des Mobilfunks sind in zunehmendem Maße auch die Kommunen betroffen. Einerseits muss es im Rahmen der kommunalen Daseinsvorsorge ihr Ziel sein, dass das Gemeindegebiet über ein funktionierendes Mobilfunknetz verfügt, damit die heimische Wirtschaft und die Bürger diese Kommunikationstechniken nutzen können. Andererseits müssen sie die Bevölkerung vor möglicherweise mit der Mobilfunktechnik verbundenen Gesundheitsgefahren schützen und sind zugleich aufgefordert, den Charakter des Ortsbildes zu wahren. Aus diesen sehr unterschiedlichen Zielen ergibt sich ein nicht unerhebliches Spannungsfeld.

Die wachsende Sorge in der Bevölkerung über mögliche Gesundheitsgefahren durch die von Mobilfunkanlagen ausgehende hochfrequente elektromagnetische Strahlung führt zu einem weiteren Aspekt, der zunehmend an Bedeutung gewinnt:

Immer häufiger ist zu beobachten, dass Grundstücke im unmittelbaren Umfeld von Mobilfunkanlagen auf dem Immobilienmarkt teilweise nicht unerhebliche Wertminderungen erleiden, weil Mieter und Käufer immer weniger gewillt sind, eine Mobilfunkantenne auf dem Objekt oder in der Nachbarschaft zu akzeptieren.

Die Kommunen sind daher gezwungen, sich in zunehmendem Maße sowohl mit der Technik des Mobilfunks, mit den gesundheitlichen Auswirkungen, den Auswirkungen auf das Ortsbild als auch daraus resultierend, mit rechtlichen Fragen und Steuerungsmöglichkeiten bei der Entwicklung neuer Mobilfunkanlagen auseinander zu setzen. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Frage der Standortbestimmung neuer Anlagen.

3.1 Historie

In den Anfangsphasen des Aufbaus der heutigen Mobilfunknetze hatten die Kommunen keine rechtliche oder anderweitige Möglichkeit, beim Aufbau der Netz-Infrastruktur respektive bei der Entwicklung neuer Mobilfunkanlagen mitzuwirken. Der Bund regelt über die Bundesimmissionsschutzverordnung, welche Sendeanlagen grundsätzlich erlaubt sind und die Bundesnetzagentur (ehemals Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post) überwacht die Einhaltung der Grenzwerte in Zusammenhang mit den notwendigen Sicherheitsabständen. Auch über das (bundesgesetzliche) Bauplanungs- und Bauordnungsrecht können die Kommunen nicht unmittelbar eingreifen, da die Sendeanlagen bei einer Höhe von bis zu 10 Metern und einem Bauvolumen von bis zu zehn Kubikmetern generell genehmigungsfrei sind. Diese Situation hat in der Vergangenheit dazu geführt, dass die Kommunen über die Errichtung neuer Sendeanlagen nicht informiert wurden. Anwohner erfuhren so eher von neuen Sendemasten als die jeweiligen Gemeinde- oder Gemeindeverwaltungen.

3.2 Die freiwillige Vereinbarung

Um die Kommunikation zwischen den Mobilfunkanbietern und den Kommunen zu verbessern, haben die Mobilfunkbetreiber im Juli 2001 mit den kommunalen Spitzenverbänden eine „Vereinbarung über den Informationsaustausch und die Beteiligung der Kommunen beim Ausbau des Mobilfunknetzes“ geschlossen [3]. Dazu beigetragen hat ohne Zweifel aber auch der öffentliche Druck durch die Bürgerinnen und Bürger, die in Bürgerinitiativen immer stärker gegen Anlagen in ihrer Nachbarschaft mobil machen (vgl. Kapitel 2.3, S. 8).

Mit dieser Selbstverpflichtung der Mobilfunkbetreiber wird den Kommunen ein weitgehendes Mitspracherecht bei der Auswahl von Mobilfunkstandorten im Gemeinde-/Stadtgebiet eingeräumt. So haben sich die Betreiber verpflichtet, die Kommunen über ihre Pläne zum Netzausbau detailliert zu unterrichten und alle in Frage kommenden Standorte zu benennen. Diese Information soll so rechtzeitig (vor einer Standortentscheidung) erfolgen, dass der Kommune ein angemessener Zeitraum zur Stellungnahme verbleibt und sie ihrerseits eigene, alternative Standortvorschläge unterbreiten kann. Die Mobilfunkbetreiber sind verpflichtet, diese Vorschläge zu prüfen und vorrangig zu berücksichtigen, sofern sie funktechnisch und unter zumutbaren wirtschaftlichen Bedingungen möglich sind. Ist ein von der Kommune vorgeschlagener Standort nicht geeignet, sind die Mobilfunkbetreiber verpflichtet, ihre ablehnende Haltung zu begründen und gemeinsam mit der Kommune einen anderen Standort zu finden. Die Vereinbarung sieht vor, dass die Abstimmungsverfahren innerhalb von 8 Wochen abgeschlossen werden sollten. Zusätzlich werden die Betreiber die Kommunen auch über die tatsächliche Inbetriebnahme der jeweiligen Sendeanlage informieren.

4 Aspekte der Mobilfunkversorgung

In diesem Kapitel wird dargestellt, welche Gesichtspunkte zu beachten sind, wenn in Kommunen über die Festlegung von Schutz- und Versorgungszielen der Mobilfunkversorgung entschieden werden soll.

4.1 Schutzziele

Durch den (nahezu flächendeckenden) Ausbau der Mobilfunknetze entsteht eine Exposition (Ausgesetztsein) gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung sowohl bei den Nutzern der Mobilgeräte (Handys, Smartphones usw.) als auch bei den Anwohnern durch die installierten Basisstationen, wobei es sich weitgehend – aber durchaus nicht vollständig – um die gleiche Personengruppe handelt.

4.1.1 Exposition durch mobile Kommunikationsgeräte (Handys, Smartphones usw.)

Für die persönliche Belastung der Nutzer selber und der Personen in ihrer unmittelbaren Umgebung² spielt während der aktiven Kommunikation die von den Mobilgeräten ausgehende Strahlung eine wesentlich größere Rolle als die Strahlung der Basisstationen.

Beim Telefonieren handelt es sich im Allgemeinen um eine relativ kurzfristige hohe Belastung, die fast ausschließlich während der aktiven Verbindungen auftritt. Die Höhe dieser Belastung richtet sich zum einen nach den Strahlungseigenschaften des eigenen Handys (SAR-Wert) und ganz entscheidend auch nach der Qualität der Verbindung zur nächsten Basisstation.

Alle heutigen Mobilgeräte und Handys sind so konzipiert, dass sie mit einem möglichst geringen Energieeinsatz mit der nächstgelegenen Basisstation in Kontakt bleiben können, um die begrenzte Energie des Akkus so effektiv wie möglich zu nutzen. Diese sogenannte Leistungsregelung der Handys kommt ebenso der Strahlungsminimierung zugute, denn sie hat zur Folge, dass ein Handy seine Strahlungsleistung herunterregelt, wenn es von der Basisstation gut empfangen werden kann. Allgemein gilt: Je schwächer die Verbindung (das Signal des Senders bzw. der Empfang) ist, desto größer ist die Sendeleistung, die das Handy für die Verbindung mit der Basisstation braucht.

Umgekehrt bedeutet dies, dass mit guter Erreichbarkeit der Basisstationen die vom Handy aufzubringende Sendeleistung abnimmt und somit auch das elektromagnetische Feld im Umfeld des Handys schwächer wird.

Für die Handynutzer selbst handelt es sich bei dieser Exposition um eine individuell steuerbare Belastung. Die Personen in der unmittelbaren Nähe der Telefonierenden können sich nur sehr begrenzt diesem Ausgesetztsein entziehen, z. B. in öffentlichen Verkehrsmitteln, o.ä.

² vergleichbar dem „Passivrauchen“ bei Zigaretten

4.1.2 Exposition durch Basisstationen

Die Belastung, die von einer Basisstation ausgeht, ist von der Intensität her – im Vergleich mit der Belastung durch ein Handy während des Telefonierens – als eher niedrig einzustufen. Die Basisstation sendet aber permanent, und die Bewohner im Umkreis einer Sendeanlage haben keine Möglichkeit, sich dieser Exposition zu entziehen bzw. diese individuell zu steuern³. Dies kann insbesondere für die Personengruppe der Elektrosensiblen zu einem Problem werden (vgl. Kap. 2.3, S. 8).

Naturgemäß haben Kommunen auf das individuelle Telefonieverhalten keinen Einfluss. Insofern liegt der Vorsorgeaspekt bei Kommunen in erster Linie bei der nicht individuell steuerbaren Dauerbelastung, die durch die Basisstationen hervorgerufen wird. Ziel eines Mobilfunkversorgungskonzeptes ist es daher, die Exposition durch Mobilfunkbasisstationen so gering wie möglich zu halten. Parallel dazu kann versucht werden, auch für die Handynutzer eine möglichst geringe Strahlungsbelastung zu erreichen. Hier sei auch auf die Empfehlungen des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) zum Umgang mit Mobiltelefonen im Anhang 7.4, S. 30, hingewiesen.

4.2 Versorgungskapazität für mobile Kommunikationsdienste

Die anhaltende und ständig steigende Nachfrage privater Verbraucherinnen und Verbraucher nach Smartphones zur Datenübertragung und mobilen Internetanbindung stellt eine zusätzliche Herausforderung bei der Entwicklung von Mobilfunkversorgungskonzepten dar: Die Kapazitäten der Mobilfunknetze stoßen an ihre Grenzen und erzeugen dadurch Druck zum Ausbau und zur Kapazitätserweiterung der Netze. Die Entwicklung von Mobilfunkstandorten unter dem Aspekt der Strahlungsminimierung wird zunehmend schwieriger.

³ Welche der beiden Belastungen größere gesundheitliche Relevanz besitzt, kann bisher wissenschaftlich nicht eindeutig beantwortet werden. Hinweise gehen in die Richtung, dass durch die hohen (aber: kurzzeitigen) Belastungen eher Tumorerkrankungen und degenerative Gehirnerkrankungen gefördert werden und durch die (niedrige) Dauerbelastung eher neurologische Effekte (Konzentrations- und Schlafstörungen, etc.) auftreten.

5 Analyse der derzeitigen Mobilfunkversorgung und die derzeitige Immissionssituation in Freudenstadt

5.1 Lage der Stadt

Die Stadt Freudenstadt gehört zu Baden-Württemberg und liegt etwa 65 Kilometer südlich von Stuttgart auf einem Hochplateau am Ostrand des Nordschwarzwald auf 591 bis 968 Metern Höhe. Freudenstadt hat insgesamt ca. 23 500 Einwohner, die Gesamtfläche beträgt rd. 88 km². Das Stadtgebiet gliedert sich in die Kernstadt Freudenstadt mit Christophstal und Zwieselberg und die Stadtteile Dietersweiler und Lauterbad, Grüntal-Frutenhof, Igelsberg, Kniebis, Musbach und Wittlensweiler [4] (vgl. Karte 1).

5.2 Kommunale Mitwirkung bei der Standortplanung

Die Stadt Freudenstadt möchte bei zukünftigen Standortanfragen für Mobilfunkanlagen die Standortfindung im Dialogverfahren mit den Netzbetreibern realisieren mit dem Ziel, durch Vorschläge von Alternativstandorten die Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung für die Bevölkerung so gering wie möglich zu halten.

Hierzu wurde das EMF-Institut im Februar 2013 beauftragt, zunächst eine Analyse der derzeitigen Immissionen zu erarbeiten (vgl. Kapitel 1, S. 5).

Am 10. September 2013 wurden die Ergebnisse im Ausschuss für Infrastruktur und Umwelt vom EMF-Institut vorgestellt.

Am 13. November 2013 fand ein Arbeitsgespräch mit Teilnehmern der Stadtverwaltung und dem EMF-Institut statt zur Besprechung der weiteren Vorgehensweise.

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse sowohl der derzeitigen Versorgungs- als auch der Immissionssituation dargestellt und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen erarbeitet.

5.3 Vorbemerkungen

In Kapitel 5.5 wird die Versorgungssituation in den Mobilfunknetzen der einzelnen Betreiber untersucht. Diese Analyse dient dazu, die Netzabdeckung und die Versorgungsqualität in den vorhandenen Mobilfunknetzen (GSM und UMTS, ansatzweise LTE) der verschiedenen Netzbetreiber aufzuzeigen.

In Kapitel 5.6 wird die Immissionssituation in der Umgebung der einzelnen Basisstationen dargestellt.

Im Vorfeld der Versorgungs- und Immissionsberechnungen wurden alle Mobilfunkbetreiber von der Stadtverwaltung Freudenstadt angeschrieben und um die funktchnischen Daten ihrer jeweiligen Anlagen gebeten. Alle Betreiber haben es aus geschäftsinternen Gründen abgelehnt, die technischen Parameter Dritten zur Verfügung zu stellen.

Die durchgeführten Berechnungen zur Versorgungs- und zur Immissionsanalyse stützen sich daher ausschließlich auf die Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur. Die Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur enthalten jedoch nicht die vollständigen immissionsrelevanten technischen Daten der Basisstationen und daher sind u.a. die eingesetzten Antennentypen und -neigungen (Downtilts) nicht bekannt. Bezüglich der *Immissionsanalyse* (vgl. Kapitel 5.6) können daher im Nahbereich der Sendeanlagen Abweichungen zu den in den Karten dargestellten Berechnungen auftreten. Bezüglich der *Versorgungsanalyse* (vgl. Kapitel 5.5) sind die durchgeführten Berechnungen gut geeignet, um die von den einzelnen Basisstationen erreichbaren Versorgungsgebiete zu ermitteln.

Zum Berechnungsverfahren siehe Kap. 7.1, S. 24.

Die in den folgenden Kapiteln besprochenen Karten der Immissions- und Versorgungsanalyse befinden sich im Kartenteil (vgl. Kapitel 8 ab S. 36).

5.4 Vorhandene Mobilfunkbasisstationen und weitere Sendeanlagen

Nach Angabe der Stadtverwaltung und entsprechend den Unterlagen der Bundesnetzagentur sind in Freudenstadt alle bisher in Deutschland tätigen Netzbetreiber (Telekom, E-Plus, Vodafone, Telefónica O₂) im GSM- und UMTS-Netz und der Netzbetreiber Vodafone ebenfalls im LTE-Netz mit Sendestandorten vertreten.

Die folgende Tabelle 1 und Tabelle 2 geben – soweit bekannt – einen Überblick über bestehende Sendeanlagen in Freudenstadt und in der unmittelbaren Umgebung, soweit sie – möglicherweise – Einfluss auf die Mobilfunkversorgung des Stadtgebietes haben.

Tabelle 1: Mobilfunkbasisstationen in Freudenstadt

	Standort	Betreiber	GSM-900	GSM-1800	UMTS	LTE	Bemerkungen
BS01	Ludwig-Jahn Str. 21	Telekom	x		x		sonstige: Cityruf UKW nicht feststellbar
BS02	Marktplatz 65	Vodafone	x		x		
BS03	Martin-Luther-Str. 25	O ₂	x	x	x		
BS04	Herzog-Eugen Str. 26	Vodafone			x		
BS05	Karl-von-Hahn-Str. 122	Vodafone	x				sonstige: BOS
		E-Plus	x	x	x		
BS06	Herrenfelder Str. 1	Vodafone			x		
BS07	Hartranftstr. 19	Telekom	x		x		
BS08	Lauterbadstr. 92	O ₂	x	x	x		
BS09	Herzog-Friedrich-Str. 35	Sonstige					BOS, WLAN, nömL, kein Mobilfunk
BS10	Am Zollernblick 1	Telekom	x		x		
		Vodafone	x				
		O ₂		x			
BS11	Strecke 4880, Strecken-km 29,817	Sonstige					GSM-R (digit. Bahnfunk)
BS12	Wittlensweiler Str. 12	Telekom	x		x		
BS13	Robert-Bosch-Str. 44	E-Plus			x		
		O ₂	x	x	x		
BS14	Rudolf-Diesel-Str. 4	Vodafone	x		x		
BS15	EVS-Mast 38, FlstNr. 1119/1-1120/1	Telekom	x				
		Vodafone	x				
BS16	Salzleckerweg FlstNr. 2891 (Kniebis)	E-Plus		x			
BS17	Gemk. Freudenstadt, Flurstück 4064	Telekom	x				
		Vodafone				x	
		O ₂	x	x			
BS18	Straßburger Str. 401, B24 (Kniebis)	E-Plus		x			
BS19	Birkhölzle 2 TVU Hallwangen	Sonstige					TV

Tabelle 2: Mobilfunkbasisstationen in unmittelbarer Umgebung von Freudenstadt

	Standort	Betreiber	GSM-900	GSM-1800	UMTS	LTE	Bemerkungen
BS20	Dietersweilerstr. 25 72280 Dornstetten, Aach	O ₂	x		x		
BS21	Gemk. Rippoldsau, Roßhardtweg, Flurstück 312/6	Telekom	x				sonstige: BOS
		Vodafone	x				
		O ₂	x	x			
BS22	Freudenstädter Str. 64	E-Plus		x	x		
BS23	Strecke 4880, Strecken-km 34,043 72290 Loßburg	Sonstige					GSM-R (digit. Bahnfunk)
BS24	Gemk. Glatten, Flurstück 1035	E-Plus		x	x		sonstige: ? BOS ?
		O ₂	x				
BS26	Kirchplatz 72280 Dornstetten	Vodafone	x				
BS27	Tübinger Str. 29 72280 Dornstetten	E.Plus	x		x		
BS28	Freudenstädter Str. 37-43	Telekom	x		x		
BS29	Strecke 4880, Strecken-km 24,539 72280 Dornstetten	Sonstige					GSM-R (digit. Bahnfunk)
BS30	Bachhalden 14 72280 Dornstetten	Vodafone	x				
BS31	Otto-Hahn-Str. 1 72280 Dornstetten	Vodafone			x		
		E-Plus	x	x			
BS32	Pfahlberg 34 72280 Dornstetten	Telekom	x		x	x	
		Vodafone	x			x	
		O ₂	x				
BS33	Gemk. Erzgrube, Kälber- bronner Steige, Flurstück 96/1, 72297 Seewald	Vodafone	x				sonstige: ? BOS ?
BS34	Verbindungsstr. Erzgrube-Schernbach 72297 Seewald	Telekom	x				
BS35	Klosterreichenbach, Ge- wann Eichen, FlstNr.575/1 72270 Baiersbronn	Telekom	x				sonstige: BOS
		Vodafone	x				
BS36	Gemk. Röt, Flurstück 558 72270 Baiersbronn	Telekom	x		x		sonstige: BOS
		O ₂	x	x			
BS37	Am Lichtenberg 40 72270 Baiersbronn	Vodafone	x				
		E-Plus		x			
BS38	Gemk. Baiersbronn, Flurst. 3131, 72270 Baiersbronn	E-Plus	x	x	x		sonstige: UKW

5.5 Derzeitige Versorgungssituation in den einzelnen Mobilfunknetzen

Um die großräumige Versorgungssituation in den einzelnen Mobilfunknetzen veranschaulichen zu können, zeigen die in Karte 3 bis Karte 12 dargestellten Versorgungsberechnungen für die einzelnen Mobilfunknetze sowohl das Gebiet der Stadt Freudenstadt als auch umliegende Kommunen. Dabei sind alle Basisstationen dargestellt, die sich auf dem Gebiet der Stadt Freudenstadt befinden oder wegen ihrer Nähe zum Stadtgebiet direkten Einfluss auf das Stadtgebiet haben.

Die in den Karten zur Versorgungsqualität verwendete Farbmarkierung ist auf S. 38 in Kapitel 8 erläutert: In allen Gebieten, die in den Berechnungen zur Versorgungsanalyse grün oder blau dargestellt sind, liegt im jeweiligen Netz eine hinreichende Mobilfunkversorgung außerhalb und innerhalb von Gebäuden vor⁴. In den gelb und orange dargestellten Bereichen liegt noch eine hinreichende Mobilfunkversorgung außerhalb von Gebäuden vor.

In den Gebieten ohne farbige Markierung (weiß dargestellte Gebiete) ist eine funktionierende Mobilfunkversorgung zwar keineswegs ausgeschlossen, aber mit dem angewandten Berechnungsverfahren (vgl. Kapitel 7.1, S. 24) kann nicht gezeigt werden, dass dort eine hinreichende Mobilfunkversorgung vorliegt.

5.5.1 GSM-Netze

In den GSM-Netzen (Sprachtelefonie) liegt bei allen Netzbetreibern eine weitgehend flächendeckende Versorgung der Siedlungsgebiete sowohl außerhalb als auch innerhalb von Gebäuden vor. Eine Ausnahme bildet allerdings das nördliche Stadtgebiet in Igelsberg und Umgebung, wo teilweise nur eine Versorgung außerhalb von Gebäuden gegeben ist. (Details siehe Erläuterungen zu Karte 3 bis Karte 6).

5.5.2 UMTS-Netze

Bei allen vier Netzbetreibern beschränkt sich die Versorgung in den UMTS-Netzen (vornehmlich Datendienste) im Wesentlichen auf die Kernstadt (vgl. Karte 7 bis Karte 10)

5.5.3 LTE-Netz

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens existierte eine LTE-Versorgung innerhalb des Stadtgebietes nur bei einem der vier Netzbetreiber (Fa. Vodafone) und beschränkt sich auf das westliche Siedlungsgebiet um Kniebis.

Im östlichen Bereich erfolgt eine LTE-Basisversorgung einiger Siedlungsgebiete durch die außerhalb des Stadtgebietes gelegene Basisstation BS32 in den LTE-Netzen der Firmen Telekom und Vodafone (vgl. Karte 11 und Karte 12)

⁴ Für den Innenraumbereich sind Gesprächsverbindungen in guter Qualität nur für Räume oberhalb der Erdoberfläche und ohne besondere Abschirmung (Metallfassaden, Wärmeschutzverglasung, besonders dicke und massive Wände) gewährleistet.

5.6 Derzeitige Immissionssituation in Freudenstadt

In Karte 1, Karte 2 und Karte 13 (ab S. 39) ist die Lage der vorhandenen Basisstationen entsprechend Tabelle 1 und Tabelle 2 (S. 16 und S. 17) eingezeichnet.

Die Immissionsberechnungen gliedern sich in folgende Teilbereiche:

- Karte 13 und Karte 14: Gesamt-Immissionssituation in Freudenstadt durch die derzeit vorhandenen Basisstationen.
- Karte 15 bis Karte 21: Immissionssituation im westlichen Gebiet
- Karte 22 bis Karte 26: Immissionssituation im nördlichen Gebiet
- Karte 27 bis Karte 33: Übersichtskarten Immissionssituation Zentralgebiet
- Karte 34 bis Karte 36: Vergleich der Immissionssituationen für verschiedene Immissionspunkthöhen (Freudenstadt Mitte)
- Karte 37 bis Karte 48: Immissionen durch die einzelnen Basisstationen im Zentralgebiet
- Karte 49 bis Karte 62: Verteilung der Immissionen auf die einzelnen Betreiber und Mobilfunknetze (Zentralgebiet)
- Karte 63 bis Karte 65: Ausgewählte Vergleiche

Die Immissionssituation ist jeweils unmittelbar neben den einzelnen Karten kurz erläutert.

5.6.1 Derzeitige Immissionssituation in Freudenstadt: Fazit

Insgesamt zeigt sich im Stadtgebiet von Freudenstadt eine sehr unterschiedliche Immissionssituation. Die meisten Siedlungsgebiete außerhalb der Kernstadt sind nur relativ geringen Immissionen ausgesetzt, da sich die Basisstationen nicht innerhalb der Siedlungsgebiete befinden, sondern auf erhöhten Standorten außerhalb der Siedlungsgebiete liegen und einen größeren Umkreis versorgen. Im westlichen Stadtgebiet (Kniebis) befinden sich zwar Siedlungsgebiete in unmittelbarer Nähe der Standorte, sie profitieren aber von der großen Masthöhe der dortigen Standorte, die dazu führt, dass der Hauptstrahl der Sendeantennen über die nahegelegene Bebauung hinweggeht.

Abweichend davon zeigt sich in der Kernstadt die in dichter besiedelten Gebieten sehr häufig anzutreffende Situation, die davon geprägt ist, dass sich innerörtliche Mobilfunkbasisstationen in relativ geringer Höhe über den Hausdächern befinden. Der geringe Höhenabstand zwischen den Sendeantennen und den umliegenden Siedlungsgebieten führt dazu, dass im Nahbereich der Sendeanlagen relativ hohe Immissionen auftreten. Die Situation ist detailliert in den Karte 34 bis Karte 48 dargestellt, die auch jeweils Erläuterungen zu der jeweiligen Immissionssituation enthalten. Zusätzlich zeigt sich in Freudenstadt eine sehr unterschiedliche Verteilung der Immissionen auf die einzelnen Netzbetreiber (Karte 49 bis Karte 62). Dies ist in den Vergleichskarten (Karte 63 bis Karte 65) nochmals herausgearbeitet. Insbesondere

fällt dabei auf, dass durch die Netze des Betreibers E-Plus wesentlich geringere Immissionen im Innenstadtgebiet verursacht werden als durch die Netze der anderen Betreiber. Dies gilt sowohl für die GSM-Netze (Sprachtelefonie) als auch für die UMTS-Netze (vornehmlich Datenanwendungen). Hieraus ergibt sich ein grundsätzliches Optimierungspotential für eine strahlungsminimierte Mobilfunkversorgung in den Netzen der anderen Betreiber.

5.7 Bau- und Ausbaupläne der Netzbetreiber in Freudenstadt

Z. Zt. der Gutachtenerstellung sind folgende Planungen bekannt:

- BS02, Anlage auf dem Stadthaus, Marktplatz 65, 72250 Freudenstadt
Hier plant der Betreiber Vodafone eine alte Richtfunkantenne zu demontieren und gegen eine neue Richtfunkantenne auszutauschen
- BS07, Hartranftstraße 19, 72250 Freudenstadt
- BS12, Wittlensweiler Straße 12, 72250 Freudenstadt
- BS15, Gemarkung Grüntal, EVS-Mast 38
An diesen 3 Standorten plant die Deutsche Telekom den Ausbau mit LTE-Netzen.

6 Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Am 13. November 2013 fand ein Arbeitsgespräch mit Herrn Oberbürgermeister Osswald, Herrn Bürgermeister Link, Vertretern der Stadtverwaltung und dem EMF-Institut statt. Es wurden die Möglichkeiten zum weiteren Vorgehen erörtert. Auf der Grundlage der in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Immissionsanalyse und den derzeitigen Rahmenbedingungen werden im Folgenden Möglichkeiten zum weiteren Vorgehen aufgezeigt.

6.1 Vorhandene Mobilfunkanlagen sowie der zu erwartende Ausbau der LTE-Netze

In Freudenstadt liegt zumindest für den Bereich der Kernstadt die Situation vor, dass bereits durch die vorhandenen Mobilfunkanlagen in ihrer Gesamtheit Immissionen erzeugt werden, die weit über das Immissionsniveau hinausgehen, das für eine Mobilfunkversorgung (auch hoher Kapazität) notwendig ist.

Es ist zu erwarten, dass infolge der momentan stetig zunehmenden Nachfrage nach mobilen Datendiensten die Mobilfunkbetreiber eine Ausweitung der Datenübertragungskapazität ihrer Netze durch zusätzliche Inbetriebnahme von LTE-Netzen vornehmen werden.

Aus rein technischer Sicht handelt es sich bei den LTE-Netzen um neue Netze, die funktechnisch unabhängig von den bisher vorhandenen Netzen sind und somit grundsätzlich auch an völlig anderen Standorten als den bisher für Mobilfunkanlagen genutzten Standorten errichtet werden können.

Die praktische Realisierung des Netzaufbaus gestaltet sich für die Mobilfunkbetreiber allerdings deutlich einfacher, wenn dazu vorhandene Standorte genutzt werden. Aus Sicht des Immissionsschutzes ist dies nachteilig, da eine weitere Konzentration von Sendeanlagen an den gleichen Standorten zu erwarten ist.

6.2 Kommunale Einflussmöglichkeiten

Um die neu hinzukommenden Strahlungsexpositionen möglichst zu begrenzen, erscheint es daher sinnvoll, wenn die Kommunalverwaltung versucht, Einflussmöglichkeiten auf den Ausbau der Mobilfunknetze zu gewinnen. Da sich die meisten Mobilfunkstandorte nicht auf städtischen Flächen bzw. Gebäuden, sondern auf Privatgrundstücken befinden, besteht zunächst einmal keine direkte kommunale Einflussmöglichkeit. Daher folgende Vorschläge:

- Einrichtung eines Runden Tisches mit Mobilfunkbetreibern, Stadtverwaltung, Bürgern und externen Beratern. Langfristige Zielsetzung sollte hier sein, die Basisstationen für die GSM-Versorgung vom Innenstadtbereich nach außen zu verlagern.

Hintergrund: Im Gegensatz zu den Datenübertragungsnetzen UMTS und LTE sind im Sprachübertragungsnetz GSM wesentlich größere Entfernungen zwischen Basisstation und Nutzer möglich. Auf diese Weise kann zumindest ein

gewisser „Immissionsspielraum“ im Innenstadtbereich für zusätzliche Datenetze (LTE) geschaffen werden, ohne die Immissionen über das bisherige Maß zu erhöhen.

Im Rahmen des Runden Tisches sollte auch diskutiert werden, welche Versorgungsqualität bei der mobilen Kommunikation erreicht werden soll

Erläuterung: Die Versorgung unterhalb der Erdoberfläche wie Kellern und Tiefgaragen erfordert besonders hohe Feldstärken, die das Gesamt-Immissionsniveau erheblich erhöhen, bzw. eine Überversorgung im oberirdischen Bereich verursachen.

- Auch Standorte des TETRA-Funknetzes (BOS-Funk) kommen für eine Verlagerung in Außenbereiche infrage, da das TETRA-Netz wegen der GSM-ähnlichen Funktechnik ebenfalls große Abstände zwischen Basisstation und Nutzern ermöglicht.
- Immissionsmessungen an Standorten in der Nähe von sensiblen Einrichtungen, an denen entsprechend der vorliegenden Immissionsanalyse erhöhte Immissionen auftreten. Hierdurch können diejenigen Netze bzw. Sendeantennen identifiziert werden, die die höchsten Immissionen verursachen und bei denen am ehesten Handlungsbedarf besteht.
- Die Stadtverwaltung tritt an alle Grundstückseigentümer heran, auf deren Grundstücken sich bereits Mobilfunkanlagen befinden, und bietet bei der Ausgestaltung der Mietverträge bzw. Erweiterungsverträgen bei Nutzungserweiterungen Unterstützung / rechtliche Beratung an. Hierdurch kann zumindest dafür gesorgt werden, dass die Mietverträge so gestaltet werden, dass den Mobilfunkbetreibern nicht zukünftig weiterhin jegliche Änderungen / Erweiterungen der Anlagen möglich sind, was in der Standardverträgen üblicherweise der Fall ist.
- Alle Bürgerinnen und Bürger werden über die städtischen Richtlinien zur Steuerung des Mobilfunkausbaus informiert und ersucht, sich bei Anfragen der Mobilfunkbetreiber zunächst mit der Stadtverwaltung abzustimmen (Attendorner Modell)
- Bei stadteigenen Grundstücken, die von Betreibern angefragt werden bzw. bei Grundstücken, wo Anlagen schon existieren und Änderungswünsche bestehen, sollte darauf hinwirken werden, dass eine immissionsminimierende Ausführung der Mobilfunknetze nicht nur an diesem Standort, sondern im gesamten Stadtgebiet erreicht werden sollen (z.B. Vodafone BS02 Stadthaus, Marktplatz 65)
- Vor Zustimmung zu neuen Anlagen oder Änderungen und Erweiterungen existierender Anlagen soll eine Immissionsprognose berechnet werden, um die zu erwartenden Immissionen vorab zu kennen und ggf. immissionsminimierende Änderungen vorab einfließen zu lassen. Falls erforderlich sollten dabei auch Alternativstandorte untersucht werden.

- Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Mobilfunkversorgungsproblematik dadurch zu entschärfen, dass der Bedarf an Datenübertragungskapazität in öffentlichen Mobilfunknetzen möglichst gering gehalten wird und somit die Notwendigkeit für neue Basisstationen für Datenübertragungsnetze wie LTE verringert wird.

Hierzu bieten sich 2 Möglichkeiten an:

- Kabelgebundener Internetzugang:
Das bedeutet Aufklärungsarbeit unter der Bevölkerung, dass überall, wo die Möglichkeit besteht, kabelgebundene Anschlüsse zur Internetversorgung benutzt werden sollen. In Fachkreisen besteht Einigkeit darüber, dass nur kabelgebundene Anschlüsse einer großen Zahl von Nutzern gleichzeitig eine hohe Datenübertragungskapazität zur Verfügung stellen können. Bei funkgestützten, drahtlosen Netzzugängen besteht immer das sog. „shared-medium-Problem“. Das heißt, viele Nutzer müssen sich einen gemeinsamen Datenübertragungsweg (Medium Funkschnittstelle) teilen, wodurch die Datenübertragungskapazität für jeden Einzelnutzer erheblich sinkt.
- Eine weitere Möglichkeit besteht darin, ein stadteigenes WLAN-Netz anzubieten, das für Bürger und Besucher kostenfreie mobile Internetzugänge anbietet. Die Standorte für ein solches WLAN-Netz sollten dabei unter Gesichtspunkten der Immissionsminimierung ausgearbeitet werden, anstatt die üblichen Standardpositionen zu verwenden. Da es sich um einen lizenzfreien Frequenzbereich handelt, dürfen entsprechend den Bestimmungen der Bundesnetzagentur nur sehr geringe Sendeleistungen verwendet werden. Dies führt im Ergebnis dazu, dass durch ein feinmaschiges WLAN-Netz (bei guter Standortwahl) wesentlich geringere Gesamtmissionen verursacht werden als durch ein klassisches Mobilfunknetz.

7 Anhang

7.1 Immissionsberechnungen

7.1.1 Berechnungsverfahren für die Immissionsberechnungen

Die Berechnungen wurden mit dem Computerprogramm NIRView 3.0.2 durchgeführt und berücksichtigen die Geländetopographie.

Die Grundlage aller Kartendarstellungen bilden die digitalen Karten und Höhendaten, die uns von der Stadt Freudenstadt zur Verfügung gestellt wurden.

Bezüglich der Wellenausbreitung handelt es sich um eine Worst-Case-Rechnung, das heißt abgesehen von der Geländetopographie werden keine Sicht- bzw. Ausbreitungshindernisse wie z.B. Gebäude, Wald, Bewuchs usw. berücksichtigt.

Obwohl im Einzelfall Feldstärkenüberhöhungen durch Reflexion möglich sind, spielen diese in der Praxis im Nahbereich und bei direkter Sichtverbindung zu den Sendantennen im Allgemeinen keine entscheidende Rolle. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass es sich bei den hier berechneten Ergebnissen bezüglich der Immissionen um Worst-Case-Werte handelt, die in der Praxis – insbesondere im Innern von Gebäuden – im Allgemeinen unterschritten werden. Es sind aber die Einschränkungen bzgl. der unvollständigen Datengrundlage (vgl. folgendes Kapitel 7.1.2) zu beachten.

Zur Beurteilung der Versorgungssituation und der vorliegenden Mobilfunkversorgungsqualität müssen die angesprochenen Ausbreitungshindernisse (insbesondere die vorhandene Bebauung) natürlich berücksichtigt werden. Dazu wurden die in unterschiedlichen Bebauungssituationen zu erwartenden Pfadverluste (Abschwächung der elektromagnetischen Wellen auf dem Ausbreitungsweg durch Dämpfung, Reflexion, Beugung usw.) berücksichtigt und in die Erläuterungen zur Farbskala der Versorgungsberechnungen (siehe S. 38) eingearbeitet.

7.1.2 Datengrundlage für die Berechnung der derzeitigen Immissionen

Für eine präzise Berechnung der Immissionssituation sind die exakten technischen Daten einer Mobilfunkbasisstation erforderlich, die für die vorhandenen Basisstationen nicht vorlagen.

Um trotzdem eine Immissionsanalyse für die existierenden Mobilfunkbasisstationen durchführen zu können, wurde basierend auf den Daten der Standortbescheinigungen der Bundesnetzagentur für jeden Standort vom EMF-Institut eine sinnvolle Basisstationskonfiguration erstellt.

Aus den Standortbescheinigungen sind die Antennenausrichtung und -höhe sowie das jeweilige Mobilfunknetz bekannt. Die fehlenden Daten – wie eingesetzter Antennentyp und die gewählte Absenkung der Hauptstrahlrichtung (Downtilt) – wurden vom EMF-Institut sachgerecht ergänzt. Dazu wurden Antennentypen der Firma Kathrein angenommen, wie sie von den Betreibern in ähnlichen Situationen häufig eingesetzt werden. Die Absenkung der Hauptstrahlrichtung (Downtilt) wurde nach den topographischen Gegebenheiten und der Größe des Versorgungsgebietes gewählt. Basierend auf diesen Daten wurden Immissionsberechnungen zur Beurteilungen der derzeitigen Immissionssituation durchgeführt.

7.2 Grenzwerte für hochfrequente elektromagnetische Strahlung

In der zunehmenden öffentlichen Diskussion über die Gefahren des Mobilfunks besteht verstärktes Interesse, verlässliche Informationen über die Strahlungsbelastung zu erhalten, die von der Mobilfunktechnologie ausgeht. In letzter Zeit werden von vielen Seiten unterschiedliche Grenz- bzw. Vorsorgewertempfehlungen ausgesprochen, wobei sowohl verschiedene physikalische Größen als auch verschiedene Einheiten benutzt werden. Bei der Weitergabe dieser Daten in diversen Veröffentlichungen führt dies leicht zu unkorrekten Angaben und für die interessierte Öffentlichkeit zu kaum nachvollziehbaren Aussagen.

Nachfolgend werden daher einige Begriffsdefinitionen angegeben:

Basisgrenzwert: SAR-Wert

Basisgrenzwerte dienen dazu, den Einfluss einer äußeren Einwirkung auf nach heutiger medizinischer Erkenntnis schutzwürdige Belange (z.B. von Menschen) zu begrenzen. Im Fall des Mobilfunks geht es hier um die zulässige Erwärmung von Körpergewebe durch die Absorption von elektromagnetischer Strahlung. Mit medizinischen Kenntnissen über die Wärmeabfuhrfähigkeit des Körpers ergibt sich dann umgekehrt eine maximal zulässige Wärmezufuhr. Diese wird angegeben als zulässige Energiezufuhr pro kg Körpergewicht. Erfolgt die Energiezufuhr durch Absorption elektromagnetischer Strahlung, so spricht man von „Spezifischer Absorptionsrate“ bzw. „SAR“. Der SAR-Wert wird angegeben in **W/kg** (siehe Kasten).

Spezifische Absorptionsrate (SAR-Wert) (W/kg)

Die Spezifische Absorptionsrate ist die pro Zeit und pro Gewebemasse von biologischem Gewebe aus dem Strahlungsfeld absorbierte Energie. Diese Absorptionsrate heißt *spezifisch*, weil sie von den spezifischen Absorptionseigenschaften des bestrahlten Gewebes bei der jeweiligen Frequenz abhängt. Diese Absorptionseigenschaften werden in aufwendigen Versuchen ermittelt und können nicht durch einen einfachen formelmäßigen Zusammenhang beschrieben werden.

Messungen zur Überprüfung der Einhaltung von Basisgrenzwerten sind meist sehr schwierig, da sie die Messung von Vorgängen im Körperinneren erfordern. Zur Bestimmung des SAR-Wertes müssten Temperaturmessungen im Körperinneren durchgeführt werden, die aber verständlicherweise nur in Ausnahmefällen möglich sind. Im Allgemeinen werden Messungen der SAR-Werte von Handys daher mit einem Körperphantom durchgeführt. Man stelle sich hierfür eine auf der Seite liegende Schauwindowerpuppe vor, die mit einer Absorptionsflüssigkeit gefüllt wird, die (bei der jeweiligen Frequenz) weitgehend ähnliche Absorptionseigenschaften wie menschliches Gewebe aufweist. Auch bei diesem Messverfahren ergeben sich Probleme, z.B. gilt es herauszufinden, was eine geeignete Mittelungsmasse ist (s. Elektrosmog-Report, April 2001). In den USA wird über 1 g Gewebe gemittelt, in Europa über 10 g, was in der Praxis zu bis zu doppelt so hohen SAR-Werten in den USA führen kann. In der EU läuft z. Zt. ein Standardisierungsverfahren zur Messung der SAR-Werte. Nach Ansicht des EMF-Instituts ist das US-amerikanische Messverfahren besser zum Schutz vor möglichen Gesundheitsgefahren geeignet, da z.B. in Ohr und Auge die Erwärmung sehr kleiner Organteile schädlich sein kann.

Abgeleiteter Grenzwert: Leistungsflussdichte

Da die Messung der Basisgrenzwerte (SAR-Werte) sehr aufwendig ist und konkrete Mess- und Überwachungsaufgaben erschwert, werden zusätzlich abgeleitete Grenzwerte verwendet. Die Messtechniker bedienen sich dabei der Leistungsflussdichte, einer physikalischen Größe, die messtechnisch leicht zu erfassen ist. Man legt sogenannte abgeleitete Grenzwerte der Leistungsflussdichte fest, die so gewählt werden, dass auch unter ungünstigen Bedingungen die Basisgrenzwerte eingehalten werden. Die Messung der Leistungsflussdichte wird angewandt in **Fernfeldsituationen** (siehe Kasten)

Leistungsflussdichte (W/m²)

Die Leistungsflussdichte ist die im Strahlungsfeld pro Zeit und pro Fläche transportierte Energie. Die Leistungsflussdichte ist messtechnisch relativ einfach zu erfassen, da unter den Bedingungen: (1.) Fernfeld und (2.) Freifeld die drei interessierenden Größen

- Leistungsflussdichte S (W/m²)
- Elektrische Feldstärke E (V/m)
- Magnetische Feldstärke B (A/m)

der elektromagnetischen Strahlung in einem festen Verhältnis stehen:

$$\mathbf{S} = \mathbf{E} \cdot \mathbf{B} \text{ oder } \mathbf{S} = \mathbf{E}^2 / \mathbf{Z} \text{ oder } \mathbf{S} = \mathbf{B}^2 \cdot \mathbf{Z}$$

wobei die Naturkonstante Z der Wellenwiderstand des freien Raums ist und den Wert $Z = 377 \text{ Ohm}$ hat.

Ein Fernfeld (1) liegt vor, wenn der Abstand wesentlich größer als die Wellenlänge und wesentlich größer als die Antennenabmessungen ist. Im D-Netz-Bereich beträgt die Wellenlänge ca. 30 cm, im E-Netz ca. 15 cm. Ein Freifeld (2) liegt bei Abwesenheit von Leitern und Ladungsträgern vor. Die Bedingungen von Fernfeld und Freifeld sind für die Strahlungsausbreitung im freien Luftraum relativ gut erfüllt.

Die drei angegebenen Gleichungen sind physikalisch gleichwertig. Am häufigsten benutzt wird $S = E^2 / Z$, da man hiermit aus der elektrischen Feldstärke E – die der Messung am leichtesten zugänglich ist – die Leistungsflussdichte S berechnen kann.

Anmerkung: BenutzerInnen von Handys befinden sich immer im **Nahfeld** der Sendeantenne des Handys. Daher macht hier die Benutzung der Leistungsflussdichte (abgeleiteter Grenzwert) keinen Sinn, und es wird immer der SAR-Wert in W/kg (Basisgrenzwert) verwendet. Wegen der aufwendigen Messtechnik werden SAR-Werte von Handys nur von wenigen Instituten gemessen.

Umrechnungen der Leistungsflussdichte

Zur Umrechnung der Leistungsflussdichte in verschiedene Einheiten wird hier beispielhaft der Salzburger Vorsorgewert von 1998 (1 mW/m²) benutzt.

	0,001	W/m ²	(Watt pro Quadratmeter)
=	1	mW/m ²	(Milliwatt pro Quadratmeter)
=	1.000	µW/m ²	(Mikrowatt pro Quadratmeter)
=	1.000.000	nW/m ²	(Nanowatt pro Quadratmeter)
=	0,000.1	mW/cm ²	(Milliwatt pro Quadratzentimeter)
=	0,1	µW/cm ²	(Mikrowatt pro Quadratzentimeter)
=	100	nW/cm ²	(Nanowatt pro Quadratzentimeter)

Einige Beispiele zur Umrechnung zwischen elektrischer Feldstärke und Leistungsflussdichte nach der Formel $S = E^2 / Z$ (s.o.) finden sich in der folgenden Tabelle.

Tabelle 3: Umrechnung zwischen elektrischer Feldstärke und Leistungsflussdichte am Beispiel von Grenz- und Vorsorgewerten für das GSM-1800-Netz

	Elektrische Feldstärke		Leistungsflussdichte					
26. BlmSchV	58,2	V/m	9,0	W/m ²	9000	mW/m ²	9.000.000	µW/m ²
Schweiz	6,0	V/m	0,095	W/m ²	95	mW/m ²	95.000	µW/m ²
Italien	6,1	V/m	0,1	W/m ²	100	mW/m ²	100.000	µW/m ²
Salzburg 1998*	0,61	V/m	0,001	W/m ²	1	mW/m ²	1.000	µW/m ²
Salzburg 2002	0,061	V/m	0,000.01	W/m ²	0,01	mW/m ²	10	µW/m ²

*vgl. [5]

Besondere Beachtung verdient hierbei der quadratische Zusammenhang zwischen elektrischer Feldstärke und der Leistungsflussdichte. Dies muss beim Vergleich von Grenz- und Vorsorgewerten stets beachtet werden. So spezifiziert z.B. die Schweiz ihren Anlagengrenzwert für Mobilfunkbasisstationen (bei 1800 MHz) durch Angabe der zulässigen elektrischen Feldstärke von 6 V/m. Dieser Wert liegt bei ca. einem Zehntel des ICNIRP-Wertes von 58 V/m. Und trotzdem bedeutet dies (wegen des quadratischen Zusammenhangs), dass in der Schweiz die zulässige Leistungsflussdichte ein Hundertstel des ICNIRP-Wertes beträgt.

Ebenfalls besteht (im Fernfeld) ein quadratischer Zusammenhang für die Abstandsabhängigkeit der Leistungsflussdichte einer gegebenen Sendeantenne. Verdoppelt man die Entfernung zur Sendeantenne, fällt die Leistungsflussdichte auf ein Viertel; verzehnfacht man die Entfernung fällt sie auf ein Hundertstel. Dies bedeutet z.B., dass man zur Einhaltung der Schweizer Anlagengrenzwerte der Leistungsflussdichte (die ca. bei einem Hundertstel der ICNIRP-Werte liegen) in etwa den zehnfachen Abstand wie zur Einhaltung der ICNIRP-Werte benötigt.

Anwendung in der Praxis:

Mobilfunkbasisstationen

Die Voraussetzungen zur Anwendung des abgeleiteten Grenzwertes sind hier meistens gut erfüllt. Verwirrend für den interessierten Laien sind die verschiedenen Maßeinheiten und die unterschiedlichen physikalischen Größen, die sowohl in der Fachpresse als auch in den populären Medien veröffentlicht werden. In nebenstehendem Kasten wird auf die jeweils zu beachtenden Besonderheiten eingegangen.

Handys

Für die von Handys ausgehende Strahlungsbelastung sind die Bedingungen zur Anwendung der abgeleiteten Grenzwerte nicht erfüllt (s. Kasten). Der Kopf befindet sich typischerweise im Nahbereich der Antenne (die wenigen cm Abstand der Antenne vom Kopf sind deutlich kleiner als die Wellenlänge von mindestens 15 cm). Freifeldbedingungen liegen ebenfalls nicht vor, da der Kopf als absorbierendes biologisches Gewebe sich in unmittelbarer Nähe der Antenne befindet. D.h.: Es ist wissenschaftlich unkorrekt, eine Grenzwertsetzung für Handystrahlung über Angaben der Leistungsflussdichte vorzunehmen.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Angabe einer Leistungsflussdichte immer nur in einem definierten Abstand zur Strahlungsquelle Sinn macht. Die bestrahlten Bereiche des Kopfes weisen aber sehr unterschiedliche Abstände zur Sendeantenne eines Handys auf. Selbst wenn die Leistungsflussdichte in unmittelbarer Nähe eines Handys interessieren würde, wäre sie messtechnisch äußerst schwierig zu erfassen, da man sich im unmittelbaren Nahfeld befindet und die Messantenne immer eine erhebliche Störung des Feldes darstellen würde.

Zur Expositionserfassung von Handys ist es daher notwendig und sinnvoll beim Basisgrenzwert SAR zu bleiben.

7.3 Leistungsflussdichten bei Mobilfunkbasisstationen

In der folgenden Tabelle ist der sehr große Bereich von Leistungsflussdichten vorgestellt, der sowohl in der Grenz- und Vorsorgewertdiskussion als auch im Bereich der technischen Erfordernisse eines Mobilfunknetzes eine Rolle spielt:

Tabelle 4: Leistungsflussdichten im Zusammenhang mit Mobilfunknetzen

Mobilfunk GSM-900 (D-Netz)	Leistungsflussdichte (mW/m ²)
gesetzlicher Grenzwert (ICNIRP / 26.BImSchV)	4.650
Italien 2001 (über 4 Stunden Aufenthalt)	100
Schweizer Anlagengrenzwert	42,4
Belgien, Luxemburg	23,9
Vorsorgewert Ecolog-Institut	10
Salzburger Richtwert 1998	1
Salzburger Richtwert 2002 (außen)	0,01
Salzburger Richtwert 2002 (innen)	0,001
Grenzwert für empfindliche technische Geräte (1 V/m)	2,7
Besonders hohe Immissionen in der Umgebung von Mobilfunkanlagen (sehr selten anzutreffen)	um 100
hohe Immissionen in der Umgebung von Mobilfunkanlagen (an ungünstigen Standorten)	10 bis 30
typische Immissionen in der Umgebung von Mobilfunkanlagen	von 0,1 bis 10
typische innerstädtische Immissionen bei freier Sicht zur Mobilfunkanlage	von 0,01 bis 1
typische Werte in Büroräumen mit guter Mobilfunkversorgung (Summe)	von 0,000 1 bis 0,4
typische Werte in Büroräumen mit guter Mobilfunkversorgung (ein Mobilfunknetz)	von 0,000 1 bis 0,005
mäßig gut versorgte innerstädtische Innenräume (Erdgeschoss)	von 0,000 01 bis 0,000 1
Einzelkanal eines Mobilfunknetzes, der ein Mobilfunkgespräch in Innenräumen ermöglicht	von 0,000 000.2 bis 0,000 01
Schweizer Mindestpegel für BAKOM-Konzessionserfüllung für GSM 900 (45 dBµV/m) ca.	0,000 000 1
Schweizer Mindestpegel für BAKOM-Konzessionserfüllung für GSM 1800 (51 dBµV/m) ca.	0,000 000 3

7.4 Tipps des Bundesamts für Strahlenschutz zur Handynutzung

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat ein Infoblatt zum Telefonieren mit dem Handy mit Tipps zur Reduzierung der Strahlenbelastung veröffentlicht. Darin heißt es: „Zur Zeit gibt es zwar keine wissenschaftlichen Beweise für gesundheitliche Beeinträchtigungen, wenn die Basisgrenzwerte eingehalten werden. Es gibt aber noch offene Fragen über die gesundheitlichen Wirkungen der Felder.“

Die Tipps im Einzelnen:

- ⇒ **Festnetz!** Wo es ein Festnetztelefon gibt, soll man es auch nutzen.
- ⇒ **Kurz!** Falls die elektromagnetischen Felder beim Telefonieren mit Handys doch ein gesundheitliches Risiko bewirken sollten, kann ein kürzeres Gespräch zu einer Verringerung dieses möglichen Risikos führen.
- ⇒ **Empfang!** Möglichst nicht bei schlechtem Empfang telefonieren. Die Leistung, mit der das Handy sendet, richtet sich nach der Güte der Verbindung zur nächsten Basisstation (Beispiel: bei Autos ohne Außenantenne verschlechtert die Autokarosserie die Verbindung. Das Handy sendet deshalb mit einer höheren Leistung).
- ⇒ **SAR-Wert!** Handys verwenden, bei denen der Kopf möglichst geringen Feldern ausgesetzt ist. Wir empfehlen einen möglichst niedrigen SAR-Wert (Spezifische Absorptionsrate), d.h. 0,6 W/kg oder niedriger.
- ⇒ **Head-Set!** Die Intensität der Felder nimmt mit der Entfernung von der Antenne schnell ab. Durch die Verwendung von Head-Sets wird der Abstand zwischen Kopf und Antenne stark vergrößert, der Kopf ist beim Telefonieren geringeren Feldern ausgesetzt.
- ⇒ **SMS!** Das können wir nur begrüßen: keine Strahlung am Kopf!
- ⇒ **Verbindungsaufbau!** Die Sendeleistung ist jetzt am höchsten. Das Handy also erst zum Ohr nehmen, wenn es beim Gesprächspartner klingelt.“

Unter der Überschrift „Schon gewusst?“ weist das BfS auf eine möglicherweise empfindlichere Reaktion bei Kindern und Jugendlichen hin:

„Kinder und Jugendliche reagieren gesundheitlich empfindlicher, weil sie sich noch in der Entwicklung befinden.

Die elektromagnetischen Felder, die beim Telefonieren mit Handys auftreten, sind im Allgemeinen sehr viel stärker als die Felder, denen man z. B. durch benachbarte Mobilfunkanlagen ausgesetzt ist.“

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz: Tipps zum Strahlenschutz beim Telefonieren mit dem Handy. Infoblatt 02/2003 vom 31. März 2003 in: Elektrosmog-Report 5/2003.

7.5 Glossar

1G	Mobilfunk der ersten Generation, in Deutschland die analogen Netze: A-Netz, B-Netz, C-Netz
2G	Mobilfunk der zweiten Generation, in Deutschland digitale → GSM-Netze
3G	Mobilfunk der dritten Generation: digitale UMTS-Netze
4G	Mobilfunk der vierten Generation: digitale LTE-Netze
Access-Point	„Basisstationen“ eines WLAN-Systems
Anlagen-grenzwert (Schweiz)	Für Wohnbereiche (und ähnliche Daueraufenthaltsbereiche) maximal zulässige durch eine einzelne Sendeanlage verursachte Leistungsflussdichte: 42 mW/m ² für GSM-900 Anlagen 95 mW/m ² für GSM-1800- und UMTS-Anlagen
athermische Effekte	nicht-thermische Effekte Auswirkungen nicht-ionisierender elektromagnetischer Strahlung, die nicht mit Wärme(entwicklung) verbunden sind
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de
26. BImSchV	26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes, legt u.a. basierend auf ICNIRP-Empfehlungen maximal zulässige Leistungsflussdichten hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung für die Allgemeinbevölkerung fest: 4650 mW/m ² für den GSM-900 Bereich 9000 mW/m ² für den GSM-1800 Bereich 10000 mW/m ² für den UMTS-Bereich, WLAN, etc.
BNetzA	Bundesnetzagentur, hervorgegangen aus der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP), legt u.a. die Frequenzbänder für Mobilfunknetze fest und erstellt die Standortbescheinigungen, in denen die Sicherheitsabstände für Sendeanlagen festgelegt werden; www.bundesnetzagentur.de
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienste usw.)
CDMA	Code Division Multiple Access im UMTS-System verwendeter Mehrbenutzerzugang zu einem Mobilfunknetz durch Benutzung unterschiedlicher Codierungen eines breitbandigen Signals, erlaubt sehr flexible Zuteilung der Übertragungskapazität zu den einzelnen Nutzern, vgl. → FDMA und → TDMA
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications Schnurlose Telefone für den Hausgebrauch Die wohnungsinternen Basisstationen der schnurlosen Telefone nach dem DECT-Standard gehören häufig zu den wesentlichen Quellen elektromagnetischer Strahlung in Haushalten, da die Strahlung permanent abgegeben wird, unabhängig davon, ob mit dem Telefon gerade telefoniert wird oder nicht. Seit einigen Jahren existieren strahlungsarme Modelle, die bei Nichtbenutzung keine oder zumindest stark reduzierte Strahlung abgeben.
Downtilt	Abwärtsneigung der Strahlrichtung einer Mobilfunkantenne, wird z.B. bei Standorten auf Bergen oder hohen Masten eingesetzt, um die Strahlung der Antenne auf das zu versorgende Gebiet auszurichten. Die Neigung der Antenne (Downtilt) hat entscheidenden Einfluss auf die Strahlungsintensität in der Nähe einer Mobilfunkanlage Man unterscheidet zwischen → „elektrischem Downtilt“ und → „mechanischem Downtilt“, siehe auch → Uptilt
Downtilt, mechanisch	Abwärtsneigung der Strahlrichtung einer Mobilfunkantenne durch mechanische Abwärtsneigung der gesamten Antenne. Der gesamte Antennenkörper wird schräg am Mast montiert, die ganze Antenne zeigt sichtbar „nach unten“

Downtilt, elektrisch	Abwärtsneigung der Strahlrichtung einer Mobilfunkantenne durch Änderung der elektrischen Eigenschaften der Antenne. Die Einstellung erfolgt durch einen kleinen Hebel am Antennengehäuse oder (bei moderneren Antennen auch fernsteuerbar) durch einen Stellmotor am unteren Ende des Antennenkörpers. Bei fernsteuerbarer Downtilt-Einstellung kann die Strahlrichtung der Antenne im laufenden Betrieb verändert werden.
Down-Link	Funkverbindung von der Basisstation in Richtung zum Handy, vgl. → Up-Link, → FDD, → TDD
elektromagnetische Strahlung	gerichteter Transport von Energie in Form von elektromagnetischen Wellen. Zu den vielfältigen Erscheinungsformen elektromagnetischer Strahlung s. Kap. 2.1, S. 6. Der Name stammt daher, dass sich bei der Ausbreitung der elektromagnetischen Welle ein elektrisches Feld und ein magnetisches Feld mit der → Frequenz der Strahlung entsprechend den Maxwell'schen Gesetzen der Elektrodynamik abwechseln
EMF	Elektromagnetische Felder – allgemeine Bezeichnung für das gesamte Spektrum nieder- und hochfrequenter elektrischer und magnetischer Felder
Emission	Auf den Abgabepunkt bezogene Aussendung, z.B. einer Strahlung
Exposition	Ausmaß, in dem eine Person der Einwirkung von Umweltfaktoren, wie z.B. EMF, ausgesetzt ist.
FDD	Frequency Duplex Division Trennung von Up-Link (Funkverbindung Handy→Basisstation) und Down-Link (Funkverbindung Basisstation→Handy) durch Benutzung unterschiedlicher Frequenzbänder, benutzt in allen GSM-Systemen und im UMTS-Grundausbau, vgl. → TDD
FDMA	Frequency Division Multiple Access im GSM-System verwendeter Mehrbenutzerzugang zu einem Mobilfunknetz durch Benutzung unterschiedlicher Frequenzkanäle (im Zusammenwirken mit → TDMA), vgl. auch → CDMA
Gleichkanalstörungen	Bei einem landesweiten Mobilfunknetz ist die regelmäßige räumliche Wiederholung gleicher Frequenzkanäle die Grundlage zur Realisierung der erforderlichen Kapazität. Es entstehen somit Gleichkanalzellen, in denen gleiche Frequenzkanäle verwendet werden. Wird der Abstand zwischen Funkzellen mit gleichen Frequenzkanälen zu gering gewählt, so kommt es in den betreffenden Zellen zu sogenannten Gleichkanalstörungen.
GSM-Netze	Global System for Mobile Communications Standard für digitale Mobiltelefonnetze, in Deutschland in Betrieb sind →GSM-900 und →GSM-1800, die zur Zeit „etablierten“ Mobilfunknetze. Da mittlerweile alle 4 in Deutschland tätigen Mobilfunkbetreiber eine Lizenz für beide GSM-Netze haben, sind bis zu 8 unabhängige GSM-Netze möglich.
GSM-900	GSM-Netze, benannt nach der Betriebsfrequenz bei ca. 900 MHz, in Deutschland lange Zeit synonym mit den „D-Netzen“ der Betreiber Telekom (D1) und Vodafone (D2). Seit 2006 haben auch die beiden anderen in Deutschland tätigen Mobilfunkbetreiber (E-Plus und O ₂) eine Lizenz für das GSM-900-Netz, so dass 4 separate GSM-900-Netze in Deutschland möglich sind. E-Plus und O ₂ haben mit dem Aufbau großräumiger Netze begonnen.
GSM-1800	GSM-Netze, benannt nach der Betriebsfrequenz bei ca. 1800 MHz, in Deutschland lange Zeit synonym mit den „E-Netzen“ der Betreiber E-Plus und O ₂ (ehemals Viag). Seit einigen Jahren haben auch die beiden anderen in Deutschland tätigen Mobilfunkbetreiber (Telekom und Vodafone) eine Lizenz für das GSM-1800-Netz, so dass 4 separate GSM-1800-Netze in Deutschland möglich sind. Telekom und Vodafone setzen GSM-1800 bisher nur in Ballungszentren ein.

GSM-R	GSM-Rail Digitales Mobilfunknetz der Deutschen Bundesbahn und der europäischen Bahnunternehmen. Technisch weitgehend gleich zu den →GSM-900-Netzen der öffentlichen Mobilfunknetze
Headset	Kombination aus Ohrhörer und Mikrofon, um telefonieren zu können, ohne das Handy an den Kopf zu halten
Hot Spots	(heiße Stellen) Bei der Anwendung von Site-Sharing, d.h. dem Betrieb von Basisstationen mehrerer Betreiber an einem Standort, wird relativ viel Strahlungsleistung an einer Stelle abgegeben. Geschieht dies inmitten besiedelter Gebiete, so entstehen in der Umgebung sog. Hot Spots, d.h. Orte mit relativ hohen Immissionen elektromagnetischer Strahlung
HSPA	High Speed Packet Access (Hochgeschwindigkeits Zugang mit Paketvermittlung), Zusammenlegung von HSDPA (High Speed → Downlink Packet Access) und HSUPA (High Speed → Uplink Packet Access) Weiterentwicklung der → UMTS-Technik für schnellere Datenübertragung. Bei Paket-vermittelten Datendiensten wird ein Funkkanal nur für die Übertragungsdauer eines Datenpakets für einen Teilnehmer reserviert; im Gegensatz zur Leitungs-vermittelten Datenübertragung, bei der ein Funkkanal für die gesamte Gesprächs- bzw. Datenübertragungsdauer für einen Teilnehmer reserviert ist.
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection Internationale Strahlenschutzkommission. Eine private Vereinigung von Fachleuten auf dem Gebiet der nichtionisierenden elektromagnetischen Strahlung; ernennt ihre Mitglieder selbst.
Immission	auf den Einwirkungsort bezogene Absorption (z.B. einer Strahlung)
ionisierende Strahlung	Die Quantenenergie der Strahlung reicht aus, um z.B. Bio-Moleküle zu ionisieren, d.h. in geladene Fragmente zu zerlegen, was im Allgemeinen eine irreparable Schädigung bedeutet. Bei elektromagnetischer Strahlung beginnt der Bereich ionisierender Strahlung ab → UV-Strahlung aufwärts
Leistungsflussdichte	die Intensität (Stärke) der von einer Strahlungsquelle ausgehenden Strahlung kann durch die Leistungsflussdichte angegeben werden (mW/m^2). Näheres s. Anhang 7.2, S. 25
Leuchtturmeffekt	Bei den meisten Mobilfunkantennen wird die größte Strahlungsintensität in horizontaler Richtung ausgesandt (ähnlich wie der Lichtstrahl beim Leuchtturm). Abweichend von der Situation beim realen Leuchtturm wird die Strahlungsintensität im Nahbereich allerdings von einer komplizierten Nebenkeulenstruktur bestimmt und es gibt häufig einen einstellbaren → Downtilt.
LTE	Long Term Evolution Mobilfunkstandard der vierten Generation, Nachfolger der UMTS-Technik mit höheren Datenübertragungsraten, die u.a. durch Nutzung besserer Modulationsverfahren erreicht werden (OFDM) wie bei aktuellen → WLAN-Systemen. Abkehr von dem bei UMTS eingeführten Mehrbenutzerzugangsverfahren → CDMA
MBS	Mobilfunkbasisstation
nicht-ionisierende Strahlung	Die Quantenenergie dieser Strahlung (u.a. auch Mobilfunkstrahlung) reicht <u>nicht</u> aus, um z.B. Bio-Moleküle zu ionisieren. Ein Schädigungsmechanismus unterhalb der thermischen Schwelle ist daher zunächst nicht offensichtlich, wird aber bei der Untersuchung athermischer Wirkungen analysiert.
Outdoor-WLAN	Auf der → WLAN-Technologie beruhendes und für Reichweiten von einigen Kilometern konzipiertes Funksystem, das hauptsächlich zur Internetanbindung in dünner besiedelten Gebieten eingesetzt wird. Erfordert Sichtverbindung zwischen der Antenne einer Zentralstation und einer an dem zu versorgenden Gebäude angebrachten Außenantenne.

RegTP	siehe BNetzA (Bundesnetzagentur)
Roaming	Im Allgemeinen (International Roaming) die Nutzung z.B. eines deutschen Mobilfunkvertrages im Ausland. Die deutschen Mobilfunkbetreiber haben hierzu Kooperationsverträge mit ausländischen Mobilfunkanbietern. Der Sonderfall „National Roaming“ wird in Deutschland zur Zeit noch von der Firma O ₂ genutzt: Da O ₂ nicht deutschlandweit über ein flächendeckendes eigenes Mobilfunknetz verfügt, bestehen Kooperationsabkommen mit Telekom, wodurch es O ₂ -Kunden möglich ist, das Telekom-Netz zu nutzen. Das „National Roaming“ läuft in vielen Teilen Deutschlands in den Jahren 2008/2009 aus und wird wahrscheinlich nicht verlängert.
SAR	Spezifische Absorptionsrate = die im Gewebe absorbierte Strahlungsleistung Näheres s. Anhang 7.2, S. 25
Site Sharing	Die Basisstationen mehrerer Mobilfunkbetreiber befinden sich gemeinsam an einem Standort (z.B. auf einem Hochhausdach oder an einem Sendemast)
SSK	Strahlenschutz Kommission
TDD	Time Duplex Division Trennung von Up-Link (Funkverbindung Handy→Basisstation) und Down-Link (Funkverbindung Basisstation→Handy) durch Benutzung unterschiedlicher Zeitschlitze, vorgesehen für den UMTS-Endausbau, vgl. → FDD
TDMA	Time Division Multiple Access im GSM-System verwendeter Mehrbenutzerzugang zu einem Mobilfunknetz durch Benutzung unterschiedlicher Zeitschlitze (im Zusammenwirken mit → FDMA), ebenfalls vorgesehen für den UMTS-Endausbau, vgl. auch → CDMA
Thermische Effekte	Wirkungen, die durch Wärme(entwicklung) verursacht werden
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System Mobilfunk der dritten Generation, Hauptvorteil ist die Möglichkeit der schnellen Datenübertragung, insbesondere seit der Erweiterung auf → HSPA. Alle vier in Deutschland tätigen Netzbetreiber haben Lizenzen (gleichen Umfangs) für das UMTS-Netz.
Up-Link	Funkverbindung vom Handy in Richtung zur Basisstation, vgl. → Down-Link, → FDD, → TDD
Uptilt	Aufwärtsneigung einer Mobilfunkantenne, → Downtilt
UV	Ultraviolettes Licht, der Frequenzbereich liegt unmittelbar oberhalb des sichtbaren Lichts. Hier beginnt der Bereich der ionisierenden Strahlung
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access (etwa: Weltweiter Standard zum Zugang mittels Mikrowellen) Lizenzpflichtiges Funksystem (Betriebsfrequenz um 3500 MHz), vornehmlich konzipiert zur schnellen Datenübertragung (angestrebt werden 70 Mbit/sec und bis zu 50 km Reichweite). Bisher in Deutschland wenig verbreitet.
WLAN	Wireless LAN (Local Area Network) Drahtloses Computernetzwerk, Betriebsfrequenzen zwischen 2400 und 2500 MHz sowie 5100 und 5800 MHz. Ursprünglich konzipiert für die drahtlose Netzwerkanbindung von mobilen Rechnern (Notebooks) innerhalb von Gebäuden. Beim Einsatz im Freigelände werden (bei typischen Sendeleistung der → AccessPoints von 30 mW) Reichweiten bis zu einigen hundert Metern erreicht. Die WLAN-Technik wird mittlerweile auch für den Außeneinsatz über große Reichweiten genutzt → Outdoor-WLAN