



DStGB
Deutscher Städte-
und Gemeindebund

DStGB DOKUMENTATION N° 148



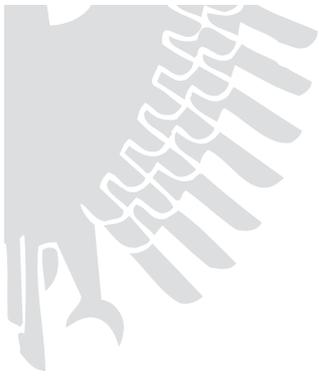
Foto: © ra2 Studio - Fotolia.com

MOBILFUNK – GESTERN-HEUTE-MORGEN



Telefonica





Dr. Gerd Landsberg
Hauptgeschäftsführer des DStGB

VORWORT

DES DEUTSCHEN STÄDTE- UND GEMEINDEBUNDES

Kaum eine Technologie hat unseren modernen Alltag in jüngerer Vergangenheit so nachhaltig geprägt und verändert wie der Mobilfunk. Nicht nur für jüngere Generationen ist die Nutzung von Mobiltelefonen, heute meist mit zahlreichen Zusatzfunktionen ausgestattet, Grundlage für einen guten Teil der täglichen privaten und beruflichen Kommunikation, Informationsbeschaffung und zerstreute Freizeitbeschäftigung. Eine zeitgemäße Mobilfunkversorgung wird heute in den Städten und Gemeinden als positiver Standortfaktor angesehen.

Doch das kommunale Verhältnis zum Mobilfunk war nicht immer entspannt. Ver-

antwortungsträger in Städten und Gemeinden sahen sich um die Jahrtausendwende mit Beschwerden wegen des ungehindert wuchernden Antennenwaldes konfrontiert. Dieser löste nicht nur ästhetischen Verdruss aus, sondern auch Ängste, die aus der Sorge um mögliche Gesundheitsgefahren entsprangen. Das Thema Mobilfunkansiedlung war wegen seiner Intransparenz einem konstruktiven Dialog seinerzeit kaum mehr zugänglich. Vielmehr bot es einen idealen Nährboden für zugespitzte Debatten, die von der einen Seite technisch, von der anderen Seite emotional geführt wurden.

In dieser Lage entschlossen sich Mobilfunkbetreiber und

kommunale Spitzenverbände mit der „Vereinbarung über den Informationsaustausch und die Beteiligung der Kommunen beim Ausbau des Mobilfunknetzes“ (kurz: „Mobilfunkvereinbarung“) die Grundlagen für ein langfristiges und praxistaugliches Abstimmungsverfahren zwischen den Kommunen und der Mobilfunkseite zu legen. Die hierdurch eingeführten Abstimmungsroutinen und kommunalen Einwirkungsmöglichkeiten beruhigten die Lage. Sie tragen bis in die Gegenwart dazu bei, dass Mobilfunkanlagen in aller Regel konfliktfrei angesiedelt und betrieben werden können. Mobilfunk hat sich für die Branche und die Kommunen seitdem zu einer Erfolgsgeschichte entwi-



ckelt, der mit der technischen Entwicklung permanent neue Abschnitte hinzugefügt werden. Das nächste Kapitel wird die Überschrift „5 G“ tragen. Mit der Einführung dieses neuen zukunftsweisenden Mobilfunkstandards werden mobilfunkgestützte Anwendungen in noch stärkerem Maße unser tägliches Leben bestimmen und beeinflussen.

Damit einher wird eine Netzverdichtung gehen, die Anzahl von Sende-Empfangseinheiten wird signifikant steigen. Dies wird Auswirkungen auf das Ortsbild der Städte und Gemeinden haben. Es ist nicht zu vermuten, dass ein erneuter scheinbar unkontrollierbarer Wildwuchs der Standorte von Mobilfunkanlagen als alternative Voraussetzungen einer prosperierenden Gemeindeentwicklung von der Bevölkerung ohne weiteres akzeptiert würde. Die Netzverdichtung muss daher transparent und pragmatisch auf Basis der bewährten Beteiligungsprozesse erfolgen.

Doch nicht nur das technische, auch das juristische Umfeld des Mobilfunks wird zunehmend komplexer. Das Verhältnis konkurrierender rechtlicher Grundlagen zueinander, insbesondere der Mobilfunkvereinbarung, des Immissionsschutzrechts sowie des Telekommunikationsgesetzes, ist im Zusammenhang mit 5 G noch nicht abschließend geklärt. Ein weitgehend unproblematischer und rascher Netzausbau wird jedoch nur gelingen, wenn die erprobten Kommunikationsroutinen zwischen Mobilfunkunternehmen und den Städten und Gemeinden an die neue Netzstruktur angepasst werden können. Das Abstimmungsverfahren muss mit der Dynamik der Mobilfunktechnologie und der sie gestaltenden Rechtslage in einem Maße Schritt halten, das zugleich verwaltungsökonomisch und kontrollwährend ist und andererseits den technischen Fortschritt nicht unnötig behindert. Letztlich wird es darum gehen, einen Ausgleich zwischen den berechtigten Interessen der Mobilfunkbranche und denen der Städte und Gemeinden zu finden.

Dazu wird es erforderlich sein, die Mobilfunkvereinbarung rechtssicher fortzuschreiben und in bestehende gesetzliche Regelungen einzubetten. Hierfür wird sich der Deutsche Städte- und Gemeindebund gegenüber der Bundesregierung und der Mobilfunkbranche einsetzen.

Die vorliegende Dokumentation richtet sich vorrangig an kommunale Verantwortungs-träger und versteht sich als Beitrag des Deutschen Städte- und Gemeindebundes zur Schaffung von Transparenz und Informationshintergrund in der Diskussion um Mobilfunk. Sie soll die technischen Aspekte des Mobilfunks in seiner Entwicklung beleuchten und das komplexe Thema in kompakter Form zugänglich machen. Weitere praxisnahe Informationen, insbesondere zum Ausbau des 5 G-Netzes in den Städten und Gemeinden, werden sie in Zukunft ergänzen. ■

Dr. Gerd Landsberg



INHALT

1	<u>MOBILFUNK – GESTERN-HEUTE-MORGEN</u>	Seite 05
2	<u>MOBILFUNKNETZE – STÄNDIGE ERWEITERUNG & MODERNISIERUNG DER TECHNIK</u>	Seite 06
3	<u>KLEINZELLEN – EINE NEUE BAUFORM ZUR KAPAZITÄTSERWEITERUNG IN KOMMUNALEN ZENTREN</u>	Seite 07
4	<u>DER NÄCHSTE SCHRITT - 5G</u>	Seite 08
5	<u>UMSETZUNGSPRAXIS & PARTIZIPATION BEIM NETZAUSBAU</u>	Seite 10
6	<u>SICHERHEIT & TRANSPARENZ</u>	Seite 11
7	<u>WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN</u>	Seite 12



1 MOBILFUNK – GESTERN-HEUTE-MORGEN

H heute kann man sich kaum noch vorstellen, dass bei der Entwicklung der ersten digitalen Mobilfunknetze in Deutschland Anfang der 1990er Jahre die Sprachtelefonie und die Versorgung längs der Autobahnen im Fokus stand. Seit her hat nach dem Aufkommen der Pre-Paid-Karten und der SMS-Kurznachrichten, den ersten Smartphones und dem Aufbau der UMTS-Netze ab 2002 und der LTE-Netze ab 2010 eine rasante Entwicklung stattgefunden.

Die mobile Kommunikation ist heute für fast jeden zu einem unverzichtbaren Begleiter geworden. Von 2009 bis 2016 hat sich das Datenvolumen von 33 Millionen Gigabyte auf 918 Millionen Gigabyte fast verdreifacht.

Nach einer Onlinestudie von ARD/ZDF nutzen rund 66% der Deutschen ein Smartphone für den Zugang zum Internet.

Dies wurde möglich, weil die Datenübertragungsraten der Mobilfunktechnik von den ersten GSM-Mobiltelefonen über die UMTS-Netze in heutigen LTE-Netzen ebenfalls rasant gestiegen sind, von unter 100 kBit/s über 42 Mbit/s bei UMTS auf mehr als 300 Mbit/s bei LTE. Gleichzeitig erfordern immer neue Anwendungen und die rasch zunehmende Vernetzung von Maschinen immer größere Bandbreiten und immer geringere Signallaufzeiten.

So steht die nächste Entwicklungsstufe des Mobilfunks

schon vor der Tür. Industrie 4.0, Smart Cities, Smart Homes, das Internet der Dinge und das autonome Fahren erfordern, dass nicht nur die Menschen, sondern auch die „Dinge“ direkt miteinander kommunizieren und Daten austauschen. Dies soll mit den Mobilfunkdiensten der 5. Generation möglich werden.

ENTWICKLUNG DER MOBILFUNKTECHNIKEN

	0G + 1G	2G GSM	3G UMTS	4G LTE	5G
TECHNIK	Analog	Digital	Digital	Digital	Digital
EIGENSCHAFTEN	Sprache, Rufzonen, teilw. handvermittelt, national	Sprache, SMS, Daten, erster globaler Standard	Sprach, SMS, Daten, global	Sprache, Daten, mobiles Internet, IoT, global	Sprache, Daten, Internet, IoT, global
ZEIT	-199x	1992-heute	2001-heute	2010-heute	2020
DATENRATE	-	bis 200 kBit/s	bis 42 Mbit/s	bis 1 GBit/s	>10 GBit/s

2 MOBILFUNKNETZE – STÄNDIGE ERWEITERUNG & MODERNISIERUNG DER TECHNIK

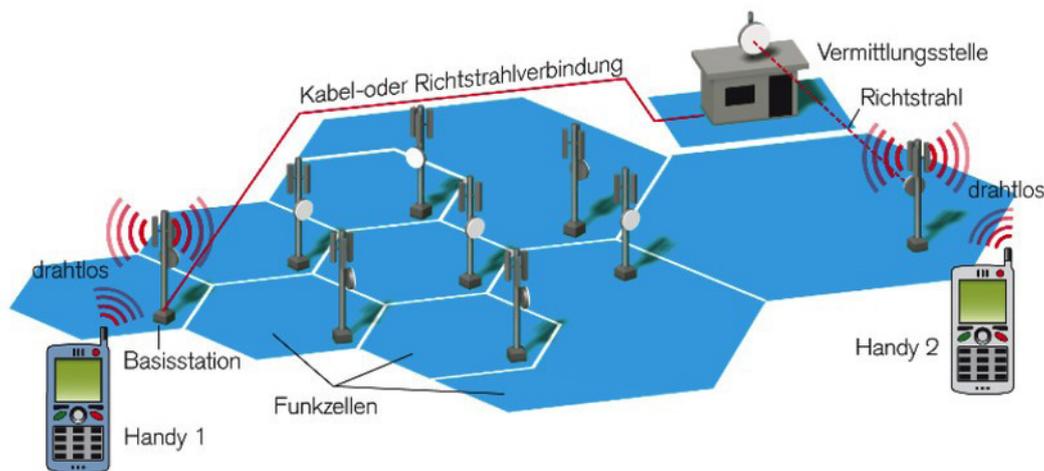
Grundsätzlich bestehen alle Mobilfunknetze aus Funkzellen, die von Basisstationen (Sende- und Empfangsstationen) über Antennen versorgt werden. Die Größe einer Funkzelle hängt von technischen Parametern, wie der Frequenz und der Sendeleistung, aber auch von der Topographie und der Teilnehmerdichte ab: Funkzellen in ländlichen Gebieten können Radien von mehreren Kilometern abdecken, während die Radien in Städten oftmals nur wenige hundert Meter und in Gebäuden nur noch wenige zehn Meter betragen.

Die Basisstationen sind mit Glasfaser-, Kupferkabel oder

Richtfunk an das Festnetz angebunden. Steigende Anforderungen durch wachsende Nutzung und die Weiterentwicklung der Technik erfordern eine stetige Weiterentwicklung des Netzes. Die Netzbetreiber müssen daher ständig ihre Netze an die steigenden Kapazitätsanforderungen und die technische Entwicklung anpassen, damit alle Nutzer die neu entwickelten Services nutzen können. Dafür müssen Technik und Antennen ausgetauscht und neue Funkanlagen sowie neue Standorte errichtet werden.

Um den steigenden Bedarf nach Kapazität und Geschwindigkeit zu erfüllen, aber auch als

gleitender Übergang zu den zukünftigen 5G-Netzen wird in der nächsten Zeit eine Verdichtung der bestehenden LTE-Netze erfolgen. In den Städten werden dabei insbesondere kleine, leistungsfähige Mobilfunkstationen, sogenannte Kleinzellen, zum Einsatz kommen. Ab 2018 sind Pilotstandorte möglich, mit denen die Eigenschaften der neuen Funktechnologie im Feld erprobt werden können. Mit einer relevanten Verbreitung ist ab 2020 zu rechnen.



Grundsätzliche Funktionsweise von Mobilfunkverbindungen



3 KLEINZELLEN – EINE NEUE BAUFORM ZUR KAPAZITÄTS-ERWEITERUNG IN KOMMUNALEN ZENTREN

Kleinzellen bilden eine Brücke zwischen den klassischen Mobilfunkbasisstationen auf Masten und Gebäudedächern und der Versorgung in Gebäuden. Sie kommen an Orten mit vielen Menschen und vielen Fahrzeugen zum Einsatz, also in innerstädtischen Bereichen, in Einkaufszentren, Bahnhöfen oder auf Messen, aber auch in Freizeitparks oder Fußballstadien. Mit einem Radius von bis zu ca. 150 Metern können kleinere Areale gut versorgt und eine bedarfsgerechte Netzkapazität zur Verfügung gestellt werden. Besonders in Städten wird das bestehende Netz der Antennen-Dachstandorte ergänzt und für die steigenden Anforderungen gerüstet.

Auch Bereiche, die über einen Dachstandort nur schlecht oder mit ungenügender Ka-

pazität versorgt werden können, lassen sich mit Kleinzellen in der Regel gut versorgen. Grundsätzlich können Versorgungslücken mit Kleinzellen geschlossen und "weiße Flecken" minimiert werden. Der Gedanke dahinter ist einfach: Nutzer sollen mit möglichst geringer Leistung auf kurzen Wegen versorgt werden. Neben einem optimierten und stabileren Netz ergeben sich noch weitere Vorteile: Endgeräte können die Sendeleistung reduzieren. Dies verlängert die Akkulaufzeit und verringert die Immission von elektromagnetischer Strahlung.

Kleinzellen besitzen eine viel geringere Leistung als Dach- oder Maststandorte. Sie können an Hauswänden oder auf Beleuchtungs- und Schildermasten montiert werden oder in Straßenmöbeln integriert sein.



Darstellung der unterschiedlichen Anbindungsmöglichkeiten der Kleinzellen über Funk oder Glasfaser.



Kleinzellen in Stadtmöbeln



Kleinzellen an Straßenlaternen

4 DER NÄCHSTE SCHRITT – 5G

Die Industrie hat schon vor einigen Jahren angefangen, den Mobilfunkstandard der nächsten Generation zu entwickeln, den 5G-Standard. Dabei soll dieser weit mehr können, als nur noch die Datenübertragungsraten der bisherigen Standards zu übertreffen. 2016 hat der für den Funksektor zuständige Bereich der Internationalen Fernmeldeunion (ITU-R) abhängig von verschiedenen Anwendungsszenarien die Eckpunkte dieses neuen Standards (IMT-2020) festgelegt:

- Datenraten >10 GBit/s
- Mindest-Datenrate für den Endnutzer im Downlink: 100 Mbit/s
- Verzögerungszeit (Latenzzeit): 1 ms
- Verbindungsdichte: bis zu 1 Mio. Endgeräte pro km²
- Senkung des Energieverbrauchs auf 1/10 der heutigen Systeme
- Stabile Kommunikation bei Bewegungsgeschwindigkeiten bis 500 km/h
- Ultra-verlässliche Kommunikation

Dabei müssen nicht alle Eigenschaften gleichzeitig erfüllt sein. Vielmehr richten sich diese nach verschiedenen Anwendungsszenarien:

MASSIVE MOBILE BREITBANDANWENDUNGEN

Dies sind Anwendungen wie ultrahochauflösendes Video-streaming, bei denen es auf hohe Bandbreiten pro Nutzer und hohe Kapazitäten in einer Funkzelle ankommt, z.B. bei mobilen Virtual- oder Augmented-Reality-Anwendungen. Auch wenn man hierbei zunächst an Anwendungen der Freizeit und Unterhaltung denkt, arbeiten Forscher und Entwickler an vielfältigen Anwendungen in den Bereichen Architektur, Bildung, Medizin und Technik, bei denen eine dreidimensionale Darstellung und Wahrnehmung wichtig ist.

MASSIVE VERNETZUNG VON DINGEN

Hinter diesem Fachbegriff verbirgt sich das Internet der Dinge (engl. Internet of Things, IoT), d.h. die Vernetzung von Alltagsgegenständen. Auch hier geht es um weit mehr als die Fernsteuerung des „Smart Homes“, des intelligenten Zuhauses, das über das Smartphone gesteuert werden kann. Ge-

rade in den Kommunen werden Anwendungen, die unter dem Begriff Smart Cities (Versorgungsnetze, Verkehr, Logistik, Gesundheit) zusammengefasst werden, eine enorme Bedeutung erlangen. Diese Anwendungen stellen höchste Anforderungen an die Netzkapazität, aber auch an die Energieeffizienz der dabei zum Einsatz kommenden vernetzten Sensoren. Die Bundesregierung erwartet allein in Deutschland bis zum Jahr 2020 mehr als 770 Millionen vernetzte Geräte.

ULTRA-VERLÄSSLICHE KOMMUNIKATION MIT EXTREM GERINGER LATENZZEIT

Das autonome Fahren ist hier sicher die in der Öffentlichkeit am meisten diskutierte Anwendung. Bevor dies aber zu einer alltäglichen Anwendung wird, dürften in vielen anderen Bereichen entsprechende Anwendungen schon viel früher zum Einsatz kommen: Bei der Verkehrssteuerung, bei der Fahrzeugkommunikation und bei Industrie 4.0-Anwendungen. Neben der Verfügbarkeit ergeben sich hier besondere Herausforderungen an die Störfestigkeit und eine extrem geringe Latenzzeit.

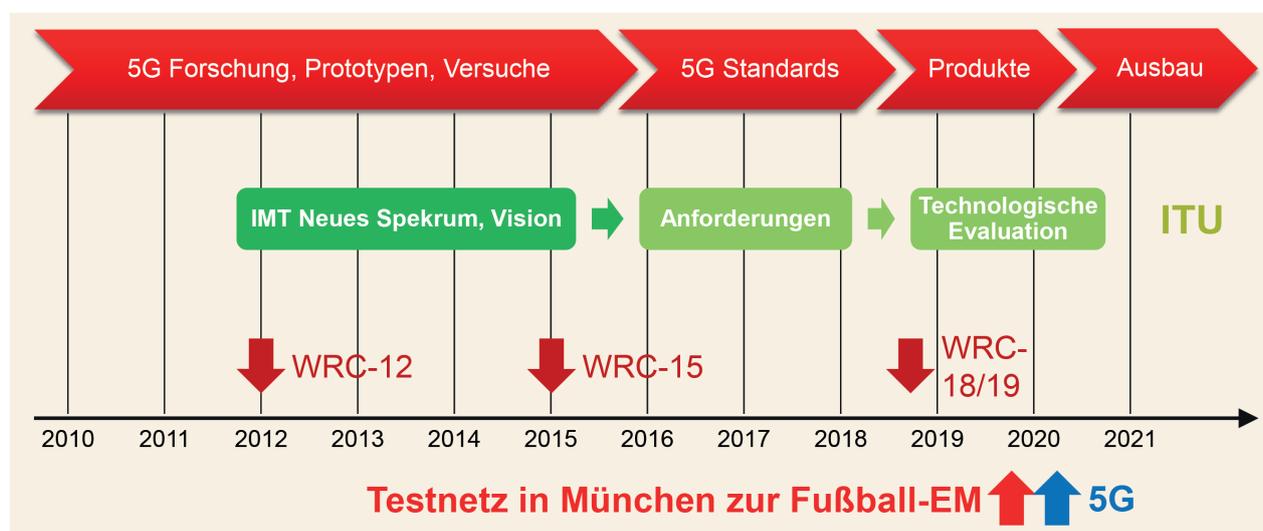
Um diese neue Mobilfunktechnik zu ermöglichen, sind



weitere Frequenzbereiche für die mobile Kommunikation erforderlich. Dies werden in Europa die Frequenzbereiche zwischen 3,4 und 3,8 GHz und 24-27 GHz sein. Für den Ausbau in den Kommunen bedeutet dies, dass bestehende Standorte um diese neuen Frequenzbänder erweitert werden, aber auch, dass neue Standorte errichtet werden müssen. Die hohen Datenraten erfordern aber nicht nur die Bereitstellung weiterer Frequenzen, sondern auch den Ausbau eines entsprechend breitbandigen Verbindungsnetzes zur Weiterleitung und Vermittlung der Daten. Dies wird vorrangig durch den Ausbau des Glasfasernetzes und den Anschluss der Mobilfunkstandorte an

diese erfolgen. Wo dies nicht wirtschaftlich ist, werden neu entwickelte sehr breitbandige Richtfunkssysteme zum Einsatz kommen.

Es ist davon auszugehen, dass erste Demonstrationsnetze in Kürze in Betrieb sein werden. Für 2020 wird der kommerzielle Start von 5G erwartet. Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2025 zentrale Orte, aber auch den ländlichen Raum, Bundesautobahnen und ICE-Trassen, sowie Bundes- und Landstraßen, Bahntrassen und bedeutende Wasserstraßen mit einer 5G-Netzabdeckung zu versorgen. Damit soll bis 2025 die Telekommunikationsinfrastruktur für die Gigabitgesellschaft geschaffen werden.



5 UMSETZUNGSPRAXIS & PARTIZIPATION BEIM NETZAUSBAU

Der Ausbau der digitalen Infrastrukturen und die Gestaltung einer intelligenten Mobilität sind von herausragender gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Bedeutung. Für Bürgerinnen und Bürger, örtliche Gewerbebetriebe und auch für kommunale Betriebe ist ein leistungsfähiger Zugang zu mobilen Breitbanddiensten längst selbstverständlicher Teil der örtlichen Infrastruktur. Die Verfügbarkeit moderner Breitbandnetze in den Kommunen ist unverzichtbar geworden.

Trotz der hohen Akzeptanz des Mobilfunks kann die konkrete Standortwahl für Sendeanlagen bei Anwohnern zuweilen auf Widerstand treffen und Konflikte auslösen. Die kommunalen Spitzenverbände und die Mobilfunknetzbetreiber vereinbarten daher schon im Jahr 2001 Grundsätze für die Beteiligung der Kommunen beim Ausbau der Mobilfunkinfrastruktur. Ziel ist ein frühzeitiger Informationsaustausch und eine möglichst einvernehmliche Festlegung von Standorten. Die vereinbarte Vorgehensweise hat sich bewährt und zu einer spürbaren Reduzierung der Konflikte beim Ausbau der Mobilfunknetze beigetragen. Die Bundesregierung hat vor diesem Hintergrund im Jahr 2013 mit Verweisen auf die be-

währte Praxis der Umsetzung diese Form der Beteiligung der Kommunen im § 7a der 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (26. BImSchV) festgeschrieben. Diese Regelungen gelten nicht nur für standortbescheinigungspflichtige Sendeanlagen, sondern auch für Mobilfunk-sendeanlagen kleiner Leistung („Kleinzellen“). Darüber hinaus wurde mit dem Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG), das das Telekommunikationsgesetz (TKG) geändert hat, die Mobilfunkinfrastruktur mit allgemeinen Telekommunikationseinrichtungen gleichgestellt. Die Anwendung dieser Rechtsgrundlagen auf den Bau und den Betrieb von Mobilfunkanlagen und ihr Verhältnis zueinander sind derzeit noch ungeklärt. Die kommunalen Spitzenverbände, die Mobilfunkbranche und die Bundesregierung stehen diesbezüglich im Dialog und werden im Konsens Materialien erarbeiten, die eine rechtssichere Anwendung in der Praxis ermöglichen. Schon jetzt herrscht Einigkeit darüber, dass auch der Ausbau der nächsten Mobilfunkgeneration entlang der bewährten Grundsätze erfolgen soll.

Die Mobilfunkunternehmen müssen – wie vorher erwähnt

– ihre Netze fortlaufend ausbauen, um den steigenden Anforderungen an Datenmengen und Übertragungsgeschwindigkeiten gerecht zu werden. Dabei setzen sie vorrangig auf die Modernisierung bestehender Standorte, aber auch auf die Verdichtung und Erweiterung des Netzes durch neue Senderstandorte. Die Standorte müssen funktechnisch geeignet sein, sich in die vorhandene Netzstruktur einfügen und wirtschaftlich umsetzbar sein. Hohe Bedeutung hat auch die Anbindung des Standorts an das Festnetz, über das die großen Datenmengen weitertransportiert werden. Neben der Einhaltung der bau- und immissionsrechtlichen Vorschriften ist auch die Zustimmung des Eigentümers zu den geplanten Baumaßnahmen erforderlich.



6 SICHERHEIT & TRANSPARENZ

Von Anfang an stand in Deutschland immer auch der sichere und transparente Aufbau der Funkanlagen im Mittelpunkt. Schon 1992 wurde das sogenannte Standortbescheinigungsverfahren eingeführt. Schon damals waren die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) herausgegebenen Empfehlungen die Basis zum Schutz der Bevölkerung.

Mit der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) wurden dann verbindliche Grenzwerte für niederfrequente und hochfrequente elektromagnetische Felder festgelegt. Die in Deutschland geltenden Grenzwerte entsprechen den Vorgaben der Weltgesundheitsorganisation und der EU-Kommission und werden fortlaufend durch die Strahlenschutzkommission überprüft. Die Bundesregierung hat im Dezember 2016 in ihren Bericht an den Bundestag den Stand der Forschung bewertet:

„Auch auf der Basis der neueren Ergebnisse kann festgestellt werden, dass durch die geltenden Grenzwerte der 26. BImSchV die Bevölkerung ausreichend vor gesundheitlichen Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder geschützt ist.“

Auf Grundlage der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV) stellt die Bundesnetzagentur (BNetzA) sicher, dass Funkanlagen die gesetzlichen Grenzwerte einhalten. Funkanlagen mit einer (äquivalenten isotropen) Sendeleistung von 10 Watt oder mehr dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn die BNetzA die Grenzwerteinhalten zuvor mit einer Standortbescheinigung bestätigt hat. Funkanlagen unterhalb dieser Schwelle werden in einem vereinfachten Anzeigeverfahren bei der BNetzA gemeldet.

Für Kommunen und Landesbehörden stellt die BNetzA auf einem speziellen EMF-Datenportal umfassende Angaben zu den Sendestandorten und alle Standortbescheinigungen zur Verfügung. Das Datenportal enthält mehr als 75.000 Standortbescheinigungen, wird automatisch mit dem Datenbestand der BNetzA abgeglichen und ist somit stets aktuell. Die Öffentlichkeit kann sich über eine Karte zu allen standortbescheinigungspflichtigen Funkanlagen informieren.

Über die Erteilung von Standortbescheinigungen hinaus überprüft die BNetzA ohne Ankündigung stichprobenhaft vor Ort die Einhaltung der in der

Standortbescheinigung festgelegten Anlagedaten. Fortlaufende EMF-Messreihen ergänzen die Kontrollen. Auf der Internetseite der BNetzA können die Ergebnisse dieser Messungen eingesehen werden. Zusätzlich werden mittels speziell entwickelter Messstationen auch Langzeitmessungen durchgeführt. Kommunen können bei Bedarf diese Messstationen kostenfrei bei der Bundesnetzagentur anfordern.

Die Messungen der BNetzA und der für den Immissionsschutz zuständigen Landesbehörden belegen, dass die Grenzwerte an Orten, an denen sich Menschen aufhalten, deutlich unterschritten werden. Dazu trägt die effiziente Leistungsregelung von Handys und Basisstationen wesentlich bei. Die Sendeleistung wird bei Mobilfunkverbindungen jeweils auf das erforderliche Minimum reduziert.

Die bestehenden gesetzlichen Vorgaben und die etablierten Maßnahmen zur Kontrolle werden auch beim Ausbau der nächsten Mobilfunkgeneration den Schutz der Bevölkerung sicherstellen.

7 WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Im Folgenden finden Sie Links zu den Quellen, auf die in dieser Broschüre Bezug genommen wird, sowie Verweise auf andere Quellen für eine vertiefte Befassung mit dem Thema.

RECHT & REGULIERUNG

www.gesetze-im-internet.de

www.gesetze-im-internet.de/bemfv

informationszentrum-mobilfunk.de/sites/default/files/Verbaendevereinbarung.pdf

www.bav.bund.de

www.lqi-immissionsschutz.de

www.bundesnetzagentur.de

UMWELT & GESUNDHEIT

dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/109/1810924.pdf

www.icnirp.org

www.who.int/peh-emf/en

TECHNIK

www.lte-anbieter.info/5g

www.bmvi.de

5glab.de

plattform-digitale-netze.de

IMMISSIONEN

datenportal.bundesnetzagentur.de

www.bundesnetzagentur.de

emf3.bundesnetzagentur.de

INSTITUTIONEN

www.bundesnetzagentur.de

www.bfs.de

UNTERNEHMEN & ANDERE QUELLEN

www.telekom.com

www.telefonica.de

www.vodafone.de

www.informationszentrum-mobilfunk.de

www.ard-zdf-onlinestudie.de



AUTOREN

Ralph Sonnenschein
Referatsleiter
Deutscher Städte- und Gemeindebund

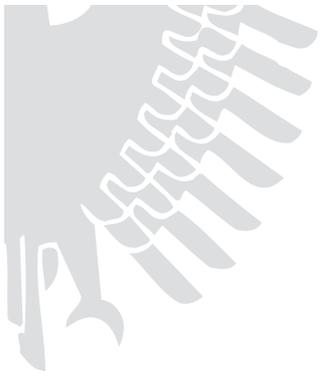
Dr. Thomas Michael Schüller
Leiter EMF & Umweltschutz
Vodafone GmbH

Dr. Frank Schönborn
Mobilfunk und Umwelt
Telefónica Germany

Frank Schauer
Experte EMVU, Umwelt und Nachhaltigkeit
Deutsche Telekom Technik GmbH

IMPRESSUM

HERAUSGEBER
DSTGB Dienstleistungs-GmbH
Marienstraße 6
12207 Berlin
Tel.: 030/773 07-0
E-Mail: dstgb@dstgb.de
Internet: www.dstgb.de



DStGB

Deutscher Städte-
und Gemeindebund

Marienstraße 6
12207 Berlin-Lichterfelde
Tel.: 030 / 77307-0
Fax: 030 / 77307-222
E-Mail: dstgb@dstgb.de
Internet: www.dstgb.de