



Mobilfunk und Gesundheit

Fakten und Informationen zu
Technik, Forschung und Sicherheit.



ERLEBEN, WAS VERBINDET.

VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser,



Walter Goldenits
Geschäftsführer Technik,
Telekom Deutschland GmbH

für viele Menschen ist es selbstverständlich geworden, überall mobil zu telefonieren und ständig online verbunden zu sein. Die Chancen, die uns die Digitalisierung bietet, sind uns dabei durch die weltweite Pandemie noch deutlicher geworden.

Um unseren Kunden stets ein erstklassiges Breitbanderlebnis zu bieten, bauen wir unser Mobilfunknetz weiter aus und optimieren es kontinuierlich. Dabei setzen wir auf LTE, die Technik der vierten Mobilfunk-Generation, wie auch auf 5G. Mit Ende 2020 haben wir rund 67 % der Bevölkerung in Deutschland mit 5G versorgt, der Ausbau wird in den nächsten Jahren weitergehen.

Eine grundlegende Voraussetzung für unseren Erfolg ist die Anwendung einer sicheren und gesundheitsverträglichen Technik. Unsere Mobilfunknetze sind so ausgelegt, dass die elektromagnetischen Felder deutlich unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen und der Gesundheitsschutz damit zuverlässig sichergestellt ist. Internationale und nationale Expertengremien, wie beispielsweise die Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) oder die Internationale Strahlenschutzkommission (ICNIRP) überprüfen regelmäßig die Grenzwert-Empfehlungen auf Basis des wissenschaftlichen Kenntnisstandes.

Beim Ausbau unserer Netze beteiligen wir die Kommunen und suchen den Dialog. Wir gehen aktiv auf die Gemeinden und Städte zu, stellen die Planungen frühzeitig vor und arbeiten bei der Standortsuche eng zusammen. Seit fast zwei Jahrzehnten sorgen wir gemäß unserer Vereinbarung mit den kommunalen Spitzenverbänden und der freiwilligen Selbstverpflichtung gegenüber der Bundesregierung für korrekte Abläufe und Transparenz beim Netzausbau. In 2020 haben wir die Vereinbarung mit den kommunalen Spitzenverbänden zum Informationsaustausch beim Ausbau der Mobilfunknetze fortgeschrieben.

Mit den vorliegenden Faktenblättern zu Mobilfunk und Gesundheit geben wir Ihnen einen Überblick zu den Themen Technik, Sicherheit, aktueller Forschungsstand und der Zusammenarbeit mit den Kommunen. Damit werden wir einen Beitrag zur fakten- und wissenschaftsbasierten Information leisten.

Ihr Walter Goldenits



UNSER STANDPUNKT

Die Einhaltung geltender Sicherheitsstandards und Grenzwerte gewährleistet eine sichere Nutzung des Mobilfunks. Diese Standards basieren auf aktuellen Erkenntnissen unabhängiger nationaler und internationaler Experten sowie von Gremien, die fortlaufend alle relevanten wissenschaftlichen Studien auswerten und die Sicherheitsstandards überprüfen. Die Deutsche Telekom sorgt dafür, dass alle geltenden Sicherheitsstandards und Grenzwerte eingehalten werden.

Es ist unser Ziel, die Mobilfunk-Infrastruktur und Produkte so umweltverträglich und ressourceneffizient wie möglich zu gestalten und weiterzuentwickeln. In unserem Engagement gehen wir deshalb über die selbstverständliche Erfüllung gesetzlicher Anforderungen hinaus.

Mit dem Wissen, dass die Umsetzung einer zuverlässigen Netzinfrastruktur nur mit gesellschaftlicher Akzeptanz und mit einem sicheren Gesundheitsschutz erreicht wird, richtet die Telekom ihr Handeln nach folgenden Grundprinzipien aus: Transparenz, verständliche Information, Beteiligung der Kommunen sowie Zusammenarbeit mit der Wissenschaft.

TRANSPARENZ

Die Deutsche Telekom setzt sich für Transparenz und Offenheit in allen Bereichen des Mobilfunks ein. Das gilt ganz besonders für Fragen des Gesundheitsschutzes und des Netzausbaus sowie im Umgang mit Standortkonflikten. Die externen Gutachten über die Erfüllung der Selbstverpflichtung gegenüber der Bundesregierung werden vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) veröffentlicht. Wir stellen sämtliche relevante Informationen über unsere Mobilfunk-Anlagen für die Standortdatenbank der Bundesnetzagentur zur Verfügung.

VERSTÄNDLICHE INFORMATIONEN

Der offene Zugang zu verständlichen und fachlich korrekten Informationen ist eine grundlegende Voraussetzung für eine sachliche Meinungsbildung. Dies betrifft auch Verbraucher-

informationen zu Mobilfunk und Gesundheit. So können Kunden beim Kauf eines Handys oder Smartphones den SAR-Wert in ihre Kaufentscheidung einbeziehen. Wir ergänzen dieses Angebot durch Broschüren in den Telekom Shops, Internet-Informationen sowie eine Experten-Hotline.

BETEILIGUNG

Die Deutsche Telekom setzt beim Ausbau ihres Mobilfunknetzes auf eine enge Zusammenarbeit und einen konstruktiven Dialog mit den Städten und Gemeinden. So informieren wir die Kommunen frühzeitig über unsere Ausbaupläne und beziehen sie in die Standortwahl mit ein. Wir stellen uns kritischen Fragen von Bürgerinnen und Bürgern. Fairness im Umgang mit kritischen Argumenten und die Bereitschaft, die eigene Position immer wieder zu überprüfen, sind für uns die Voraussetzung, um bei unterschiedlichen Standpunkten erfolgreiche Kompromisse zu erreichen.

ZUSAMMENARBEIT MIT DER WISSENSCHAFT

In den letzten Jahrzehnten wurde die Wirkung elektromagnetischer Felder intensiv untersucht. Die Mobilfunk-Standards und die Übertragungstechniken entwickeln sich ständig weiter. Auch die Methoden und Möglichkeiten der Wissenschaft verändern sich. Aus Sicht der Deutschen Telekom ist weitere Forschung sinnvoll und die Kommunikation der wissenschaftlichen Faktenlage bezüglich der Sicherheitsstandards und Grenzwerte wichtig. Daher arbeitet die Telekom z. B. gemeinsam mit der RWTH Aachen an wissenschaftlichen Messungen der elektromagnetischen Felder der neuen 5G-Antennen.



FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 1



Wie das mobile Telefonieren und Surfen funktioniert

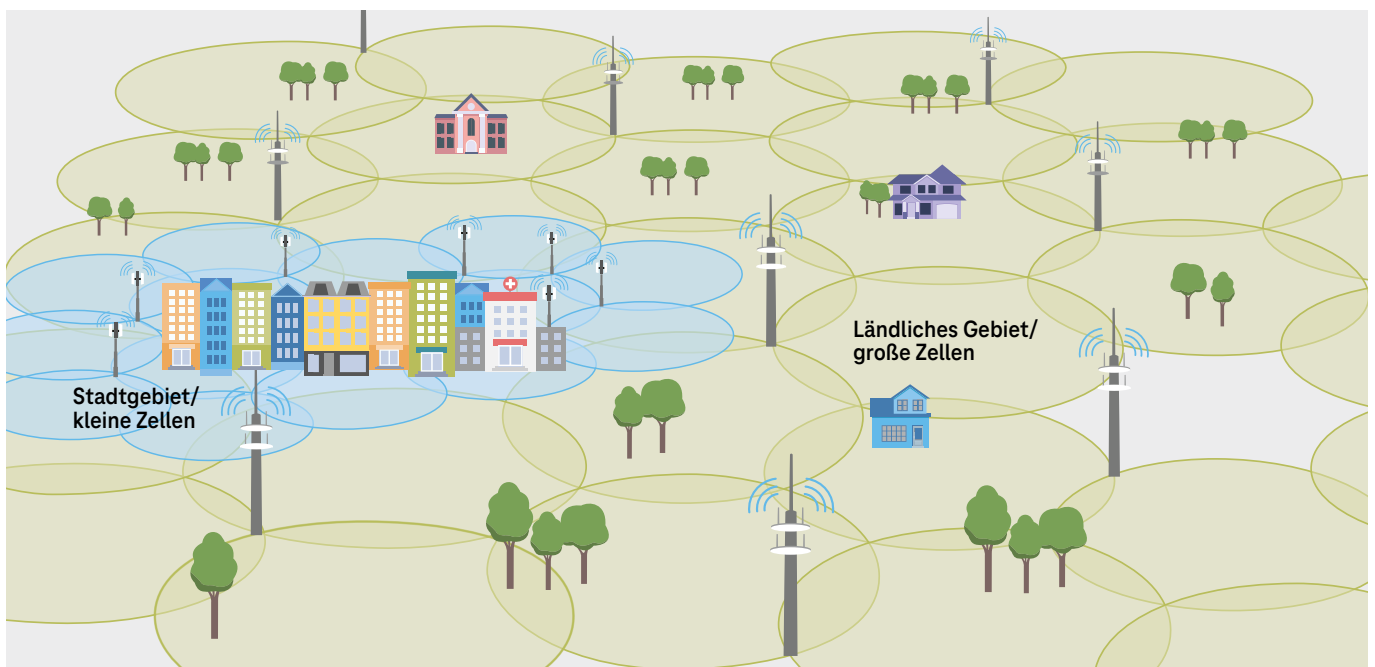
Unterwegs erreichbar zu sein und jederzeit von jedem Ort aus telefonieren oder Daten übertragen zu können, ist heute für die meisten Menschen selbstverständlich. Doch welche Technik steckt hinter den vielfältigen Möglichkeiten des Mobilfunks?

BASISSTATIONEN – KNOTENPUNKTE DES MOBILFUNKNETZES

Nehmen wir einmal an, Sie sind in Frankfurt unterwegs und wollen per Handy Ihre Familie in Stuttgart anrufen. Sie wählen deren Telefonnummer, und das Handy überträgt diese per Funk zur nächstgelegenen Mobilfunk-Basisstation. Die Empfangs-

antennen der Station nehmen die Signale auf und leiten sie über Kabel oder Richtfunk zur nächsten Funkvermittlungsstelle weiter. Dort wird das Gespräch an das Leitungsnetz der Telekom übergeben und bis zum Anschluss Ihrer Familie in Stuttgart weitergereicht. Benutzt diese ebenfalls ein Handy, gelangt Ihr Anruf vom Telekom-Festnetz über eine Funkvermittlungsstelle und die nächstgelegene Basisstation zu dem Handy in Stuttgart.

GRUNDSTRUKTUR EINES MOBILFUNKNETZES



Wo sich viele Handy-Nutzer befinden, ist eine entsprechend große Zahl von Basisstationen erforderlich. Kleine Funkzellen in städtischen und stadtnahen Gebieten, große Funkzellen in ländlichen Gebieten.



Damit Sie von jedem Ort aus anrufen und dabei jeden gewünschten Ort erreichen können, braucht der Mobilfunk eine Vielzahl von Basisstationen. Jede dieser Stationen besitzt sowohl ein Sende- als auch ein Empfangsteil. Die Übertragung zwischen den Basisstationen sowie zwischen Basisstation und Festnetz erfolgt in der Regel über Glasfaserkabel, das hohe Übertragungsraten ermöglicht, sowie über Richtfunk. Bei der Übertragung durch Richtfunk wird ein Teil des drahtgebundenen Weges durch Funk ersetzt. Zwischen der Basisstation und dem Handy werden hochfrequente elektromagnetische Felder genutzt.

FUNKZELLEN – FLÄCHENDECKEND IN STADT UND LAND

Jede Basisstation kann nur eine begrenzte Anzahl von Gesprächen abwickeln und ein begrenztes Volumen an Daten übertragen. Deshalb versorgt sie nur ein eng begrenztes Gebiet, die Funkzelle. Wechseln Sie – etwa während einer Autofahrt – von einer Funkzelle zur anderen, wird die Verbindung automatisch und ohne Unterbrechung an die nächste Funkzelle weitergereicht. Funkzellen sind je nach erwarteter Nutzerzahl unterschiedlich groß. Ihr Durchmesser liegt bei etwa 200 Metern in Städten und einigen Kilometern auf dem Land. Da die meisten Menschen innerhalb von Städten und Gemeinden telefonieren, sind gerade dort viele Stationen errichtet worden. Weil diese Basisstationen kleine Funkzellen versorgen und somit näher am Nutzer sind, kann die Sendeleistung optimal geregelt werden. Die Sender brauchen nur eine relativ niedrige Leistung. Zugleich wird die Leistung des Handys bei guter Verbindung geringer.

Insgesamt nutzten die Mobilfunk-Betreiber in Deutschland Ende 2019 rund **72.700 Standorte mit Mobilfunksendern**, um für ihre Kunden, die ca. **143 Millionen Mobilfunkkarten** nutzen, eine möglichst lückenlose Erreichbarkeit sicherzustellen.
(Quelle: Bundesnetzagentur)

BASISSTATION UND HANDYS REGELN IHRE SENDELEISTUNG AUTOMATISCH

Im Mobilfunk passen Basisstationen und mobile Endgeräte ihre Sendeleistung automatisch an die jeweiligen Übertragungsverhältnisse an. Bei guter Verbindung verringert sich die Sendeleistung auf einen Bruchteil der maximal möglichen Leistung. Dies spart Akku-Kapazität und reduziert die elektromagnetischen Felder. Entscheidend für eine gute Verbindung zwischen Handy und Basisstation ist die vor Ort vorhandene Feldstärke. Diese hängt wesentlich von der Sendeleistung sowie -charakteristik der Antenne ab und verringert sich rasch mit zunehmendem Abstand.

TYPISCHE SENDELEISTUNGEN

Sender	Sendeleistung pro Kanal
Basisstation GSM	bis 10 Watt
Basisstation UMTS*	bis 20 Watt
Basisstation LTE	bis 40 Watt
Basisstation 5G**	60 - 80 Watt
Handys	bis 0,25 Watt
WLAN 2,4 GHz	bis 0,1 Watt
WLAN 5 GHz	bis 1 Watt
Rundfunk- und Fernsehsender	bis 500.000 Watt

* Wird bis zum 30. Juni 2021 abgeschaltet.

** Berücksichtigt den statistischen Anteil des Beamforming und des TDD (Time Division Duplex). Bei der zeitversetzten Duplex-Übertragung werden für den Uplink und den Downlink die gleiche Frequenz benutzt.



KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 2



Was sind elektromagnetische Felder?

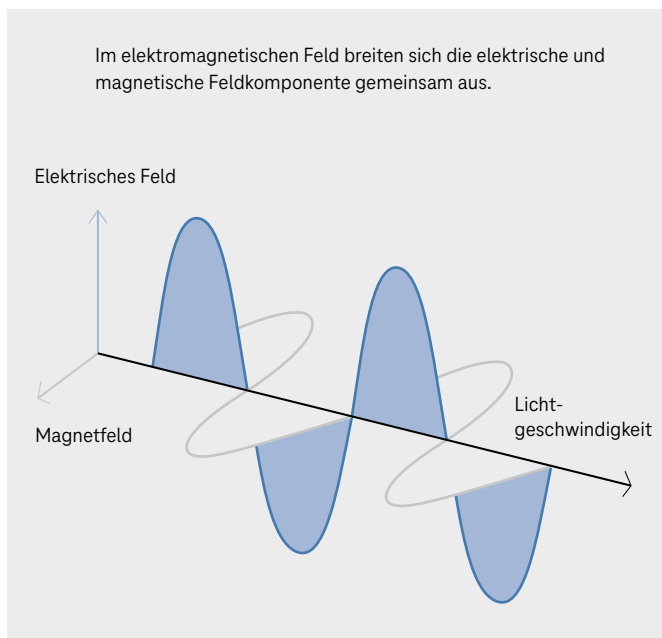
ELEKTROMAGNETISCHE FELDER – DIE BASIS DES MOBILFUNKS

Elektromagnetische Felder sind ein natürliches Phänomen. Zu den elektromagnetischen Feldern zählt beispielsweise das Licht. Physikalisch handelt es sich um eine Kombination elektrischer und magnetischer Wechselfelder. Ein elektromagnetisches Feld breitet sich wellenförmig mit Lichtgeschwindigkeit aus und transportiert dabei Energie.

IM ELEKTROMAGNETISCHEN FELD VERSCHMELZEN DIE ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE KOMPONENTE

Elektromagnetische Felder können auch technisch erzeugt werden. Sie entstehen überall dort, wo Strom fließt. Sind sie bei elektrischen Geräten wie Föhn, CD-Player oder Fernseher ein Nebeneffekt, so werden sie bei der Funktechnik eigens zur Informationsübertragung erzeugt: Durch die gezielte Veränderung (Modulation) der Eigenschaften der Wellen (zum Beispiel Größe, Frequenz, Phase) lassen sich die Felder zur Vermittlung von Daten nutzen. Diese sich ausbreitenden elektromagnetischen Felder werden auch als Funkwellen bezeichnet.

Im elektromagnetischen Feld breiten sich die elektrische und magnetische Feldkomponente gemeinsam aus.



WAS IST ELEKTROSMOG?

Elektrosmog ist ein Kunstwort und kombiniert die Wörter „**elektromagnetische Felder**“ und „**Smog**“. Der Begriff „**Smog**“ stammt aus den englischen Wörtern „**smoke**“ (Rauch) und „**fog**“ (Nebel). Er bezeichnet im allgemeinen Sprachgebrauch die Anwesenheit von schädlichen Luftschadstoffen. In Bezug auf die künstlichen elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder wird der Begriff „**Smog**“ verwendet, um deren allgegenwärtiges Vorkommen in der Umwelt des Menschen und die in diesem Zusammenhang befürchteten gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu beschreiben. Obwohl die Wortwahl nicht sehr glücklich ist und eher zur allgemeinen Verunsicherung beiträgt, wird der Begriff „**Elektrosmog**“ vielfach in den Medien und in der öffentlichen Diskussion verwendet. (www.bfs.de/SharedDocs/FAQs/BfS/DE/emf/emf/elektrosmog.html)

FUNKWELLEN – INFORMATIONSTRÄGER FÜR RADIO, FERNSEHEN UND MOBILFUNK

In der Technik werden elektromagnetische Felder oder Funkwellen anhand der Frequenz, der Feldstärke und der Signalform unterschieden. Elektromagnetische Felder können entsprechend ihrer Frequenz in verschiedene Gruppen unterteilt werden.

Die Frequenz bezeichnet die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde. Sie wird in **Hertz** (Hz), **Kilohertz** (1 kHz = 1.000 Hz), **Megahertz** (1 MHz = 1.000.000 Hz) oder **Gigahertz** (1GHz = 1.000.000.000 Hz) angegeben.

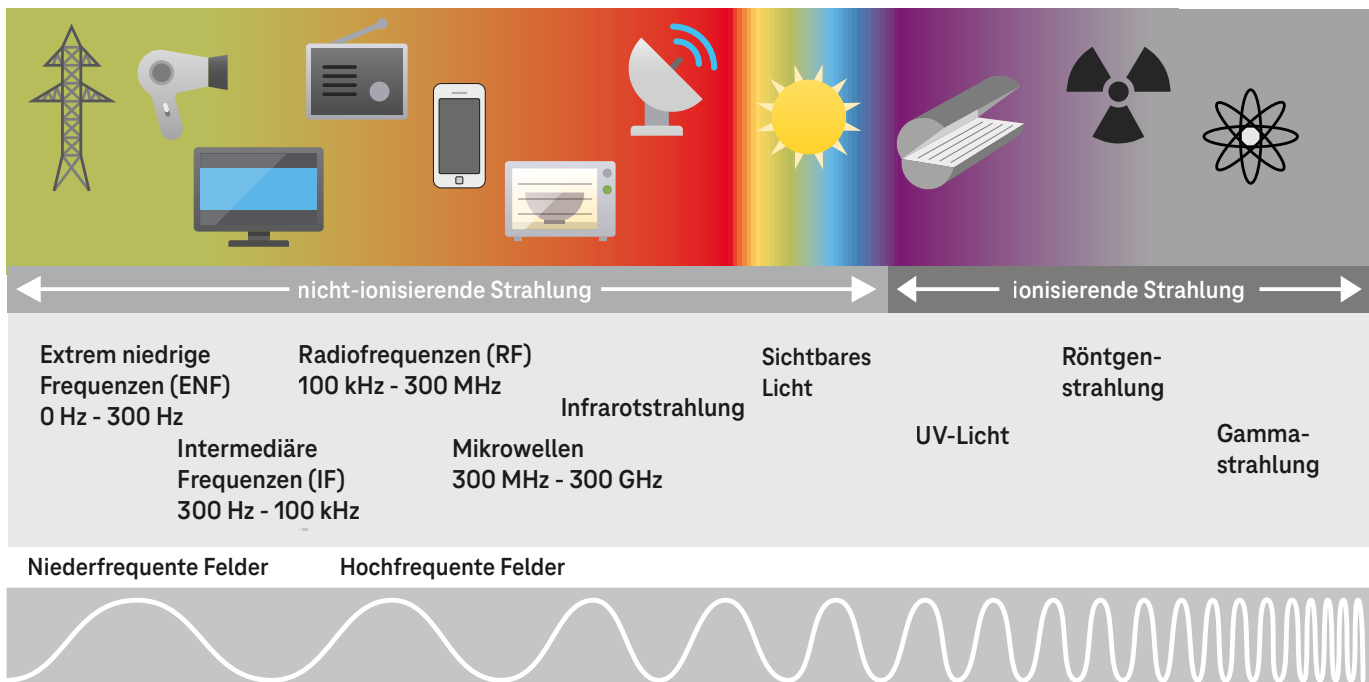
Alle elektromagnetischen Felder unterhalb der Frequenz des Lichtes werden „nicht-ionisierende Strahlung“ genannt. Diese Felder sind energiearm und können keine chemischen Bindungen lösen. Atome oder Moleküle können durch diese Felder nicht „ionisiert“ – d. h. nicht in einen elektrisch geladenen Zustand versetzt werden. Weiter lassen sich die „nicht-ionisierenden Felder“ in den niederfrequenten Bereich und den hochfrequenten Bereich unterteilen. Letzterer wird vom Mobilfunk sowie von Radio und Fernsehen genutzt. Der Bereich oberhalb der Frequenzen des sichtbaren Lichtes wird „ionisierende Strahlung“ genannt. Hierzu zählen die Röntgen- und Gammastrahlung.

Die elektromagnetischen Felder, die Handys und Basisstationen aussenden, besitzen einige typische Eigenschaften:

- Die Felder können gemessen und berechnet werden.
- Ihre Stärke hängt von der Sendeleistung des jeweiligen Senders und der verwendeten Antenne ab.
- Hochfrequente Felder können gerichtet ausgesendet werden, ähnlich der Lichtbündelung bei Scheinwerfern. Unmittelbar unterhalb einer Mobilfunk-Antenne sind die Felder deshalb schwächer.
- Die Feldstärke nimmt mit der Entfernung vom Sender rasch ab: In doppelter Entfernung ist nur noch die halbe Feldstärke vorhanden, in zehnfacher Entfernung nur noch ein Zehntel der Feldstärke usw.
- Hindernisse wie Hausmauern oder Bäume verringern die elektromagnetischen Felder.

Die Feldstärke ist ein Maß für die Stärke elektromagnetischer Felder. Sie wird in **Volt pro Meter** (V/m, elektrisches Feld) oder **Ampere pro Meter** (A/m, magnetisches Feld) gemessen.

DAS ELEKTROMAGNETISCHE SPEKTRUM



Hochfrequente elektromagnetische Felder sind unverzichtbares Trägermedium des Mobilfunks.

KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 3



Netztechnologien für die mobile Kommunikation

Technische Weiterentwicklungen eröffnen im Mobilfunk immer wieder neue Dimensionen der Nutzung. Von GSM bis 5G: ein Überblick über die aktuellen Mobilfunk-Generationen.

DER GSM-STANDARD (2G)

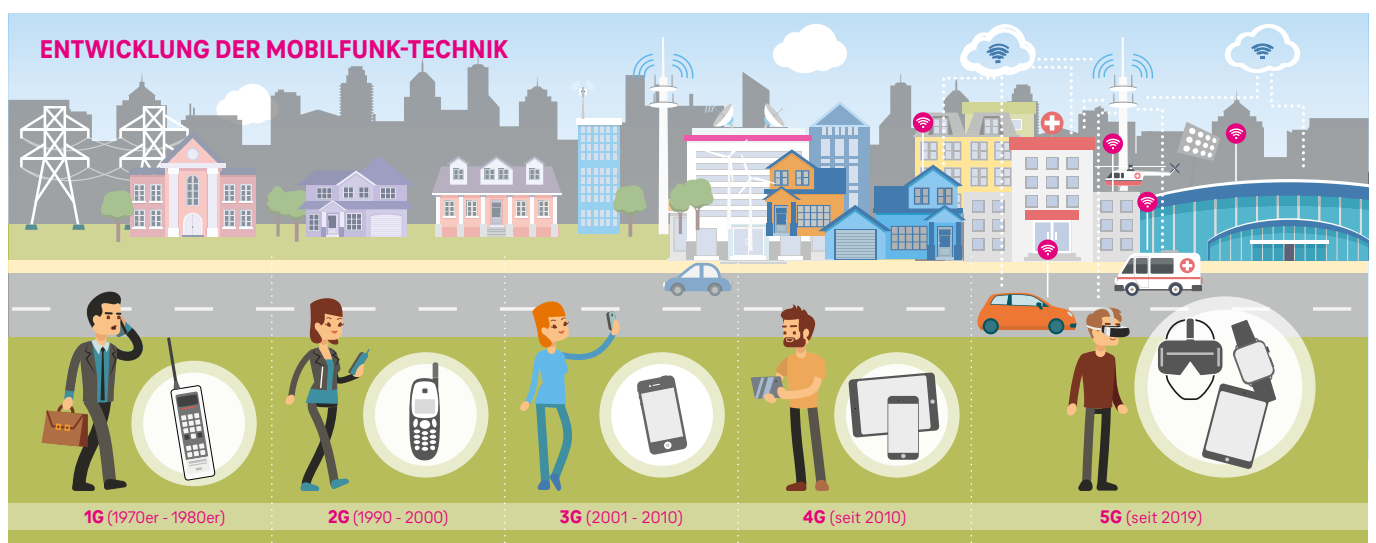
GSM (Global System for Mobile Communication) ist die Netztechnik, die es in den 1990er-Jahren erstmals ermöglichte, auch über Ländergrenzen hinweg mobil zu telefonieren. Die Struktur der Signale und der Ablauf des Datenaustausches in den GSM-Netzen sind weltweit im GSM-Standard festgelegt. GSM verwendet ein digitales Übertragungsverfahren. Digital bedeutet, dass das Sprachsignal – ähnlich wie in einem Computer – in eine logische Folge von Zahlen (Nullen und Einsen) umgewandelt wird. Digitale Verfahren bieten eine bessere Sprachqualität, sind weniger störanfällig und eignen sich besonders für die Datenübertragung. Außerdem können mit digitaler Technik deutlich mehr Nutzer gleichzeitig telefonieren. Über das 2G-Netz können Kunden ohne moderne Geräte miteinander sprechen. Das 2G-Netz hat eine Bevölkerungsabdeckung von mehr als 99 Prozent.

DER UMTS-STANDARD (3G)

Die grundlegenden Netzstrukturen bei UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) sind denen der GSM-Netze sehr ähnlich. Auch hier werden viele Funkzellen, die ein Funknetz bilden, benötigt. Jede Funkzelle besitzt eine Basisstation, die mit den UMTS-Endgeräten kommuniziert. Der Unterschied zu GSM liegt vor allem in der Verarbeitung und Modulation der zu übertragenden Signale.

In GSM-Netzen werden die Informationen verschiedener Nutzer in Datenpaketen nacheinander in einem bestimmten Frequenzkanal gesendet. Bei UMTS senden alle Nutzer gleichzeitig auf derselben Frequenz. Damit eine Zuordnung zu einzelnen Verbindungen möglich ist, werden die Signale jeweils unterschiedlich codiert.

Durch den Einsatz verschiedener Codelängen kann das verfügbare Frequenzspektrum besser genutzt werden.



Jede neue Mobilfunk-Generation ermöglicht höhere Übertragungsraten und größere Datenvolumen.



ERLEBEN, WAS VERBINDET.

UMTS-FUNKZELLEN ÄNDERN IHRE GRÖSSE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ANZAHL DER NUTZER

Die Übertragungskapazität einer UMTS-Funkzelle ist dann am höchsten, wenn für alle Verbindungen eine möglichst geringe Sendeleistung benötigt wird. Die Sendeleistung wird dabei auf die in der Zelle befindlichen Nutzer aufgeteilt. Bei vielen gleichzeitigen Nutzern entfällt somit weniger Leistung auf den Einzelnen. Handys, welche sich am Rand der Funkzelle befinden und daher nur mit großer Sendeleistung erreicht werden können, wechseln dann zum Teil automatisch in eine benachbarte Funkzelle. Die Größe der Funkzellen hängt somit von der Nutzeranzahl ab und verändert sich. Ein Handy kann gleichzeitig bei mehreren Basisstationen angemeldet sein. Die Deutsche Telekom wird am 30. Juni 2021 ihr UMTS-Netz abschalten. Die dadurch frei werdenden Frequenzen werden zukünftig für die leistungsfähigeren Technologien 4G und 5G genutzt.

DER LTE-STANDARD (4G)

Technisch liegen die wichtigsten Fortschritte bei LTE in der Steigerung der Datenrate, kurzer Signal-Laufzeit sowie einer höheren Flexibilität bei der Frequenznutzung. Den Kern der LTE-Technologie bildet ein verbessertes Übertragungsverfahren, das den verfügbaren Frequenzbereich besonders effizient nutzt. Hinzu kommt eine weiterentwickelte Antennentechnologie. Außerdem verwendet LTE durchgängig das Internet-Protokoll (IP). Sowohl das Kern-Netz, das Daten zwischen den Basisstationen und Vermittlungsstellen überträgt, als auch das Funkanschlusnetz, das die Übertragung zwischen Handy und Basisstation übernimmt, arbeiten durchgehend IP-basiert. So wird die Anforderung erfüllt, für alle Dienste – Internetnutzung, E-Mail und Telefonie – eine gemeinsame Übertragungsgrundlage oder „Sprache“ zu nutzen. Damit entfallen zeit- und kostenintensive „Übersetzungen“: Die Daten können einfacher und schneller transportiert werden.

LTE-FUNKÜBERTRAGUNGSVERFAHREN

LTE nutzt ein anderes Funkübertragungsverfahren als GSM und UMTS. Im Downlink (Datenfluss zum Handy) wird der Datenstrom auf eine sehr große Zahl schmalbandiger (15 kHz), parallel arbeitender Trägerfrequenzen verteilt. So kann innerhalb von nur einer Millisekunde sehr schnell und flexibel auf veränderte

Nutzungsanforderungen reagiert werden. Dadurch steigt die Übertragungskapazität. Auch das im Uplink (Datenfluss vom Handy ins Netz) verwendete Multiplex-Verfahren ermöglicht eine effizientere Nutzung der Übertragungskapazität. LTE behält bewährte technische Eigenschaften bei. Es werden überwiegend vorhandene Standorte genutzt.

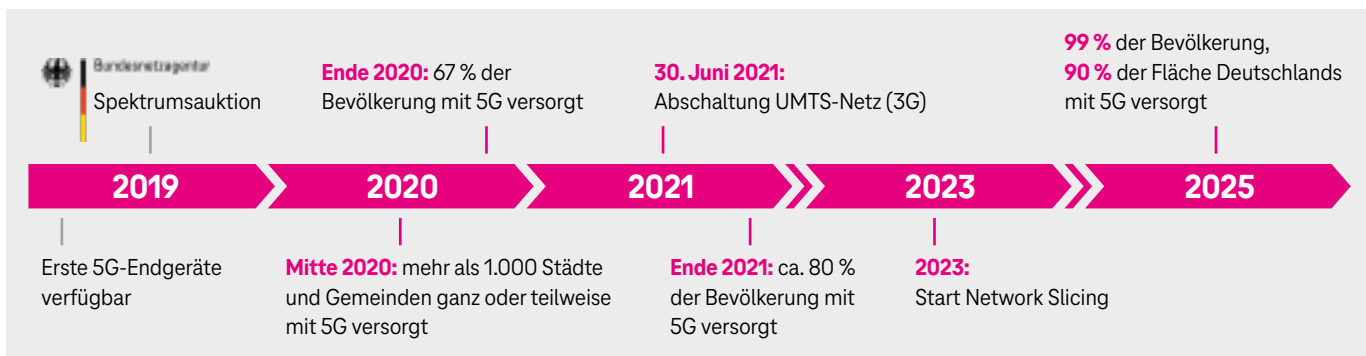
5G - DAS NETZ DER ZUKUNFT

5G ist die neue Generation im Mobilfunk. Sie schafft die Grundlage für neue Kundenerlebnisse wie zum Beispiel Augmented Reality-Spiele, für die Vernetzung von Maschinen in der Industrie oder von intelligenten Geräten. Außerdem unterstützt die Technik die Digitalisierung vieler Lebensbereiche. Weil 5G viel mehr als nur eine Weiterentwicklung im Mobilfunk ist, greift die Bezeichnung als neuer Mobilfunkstandard zu kurz. Die Anforderungen an die Netzinfrastruktur von morgen sind komplex. Das 5G-Netz ist in Zukunft die Grundlage für eine Vielzahl von Anwendungen, bei denen es im weitesten Sinn vor allem um Datenkommunikation geht.

Im Jahr 2019 ließ die Telekom die ersten 5G-Mobilfunkstationen in den Regelbetrieb gehen und baut seither das 5G-Netz kontinuierlich aus. Mit Ende des Jahres 2020 sind 67 % der Bevölkerung in Deutschland mit 5G versorgt – bis Ende 2021 werden es ca. 80 % sein. Der Schwerpunkt des 5G-Ausbaus wird dabei zunächst dort liegen, wo höhere Kapazität und Bandbreite dringend benötigt werden, z. B. in Innenstädten, aber auch im ländlichen Raum.

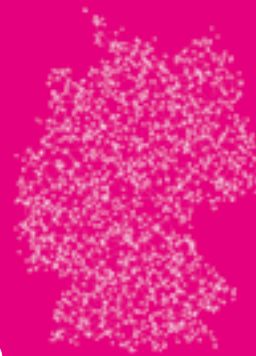
Für 2023 ist die kommerzielle Einführung von Network Slicing geplant. Darunter versteht man, dass 5G zukünftig mehrere Netzschichten, sogenannte Slices, auf einer gemeinsamen technischen Infrastruktur bereitstellt. Diese Netzschichten können verschiedene Eigenschaften für unterschiedliche Anwendungen haben. Zum Beispiel ist für automatisiertes Fahren eine kurze Reaktionszeit (Latenz) wichtiger als eine hohe Bandbreite wie etwa beim Videostreaming.

Im Jahr 2025 sollen 99 % der Bevölkerung und 90 % der Fläche Deutschlands mit 5G versorgt sein.



KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 4



Was ist LTE – Long Term Evolution (4G)?

Der mobile Datenverkehr nimmt stetig zu, das Datenvolumen wächst. Mit dem Ausbau des LTE-Netzes können mobile Daten immer schneller übertragen werden.

HÖHERE ÜBERTRAGUNGSRATE, GRÖßERES DATENVOLUMEN

Seit 2010 hat sich das Volumen der übertragenen Daten in Deutschland um das 40-fache gesteigert. Mit der zunehmenden Digitalisierung vieler Lebensbereiche verstärkt sich dieser Trend weiter. Die Mobilfunktechnologie LTE erfüllt die Kundenwünsche nach höherer Datenrate und größerem Datenvolumen. LTE steht für Long Term Evolution und bezeichnet eine Weiterentwicklung der bestehenden Technologien GSM und UMTS. Mit der erstmaligen Nutzung der Mehrantennen-Technik (engl. Multiple Input Multiple Output, MIMO) erlaubt dieser Standard eine deutlich höhere Übertragungsrate als bisher. Die Mehrantennen-Systeme ermöglichen die Nutzung mehrerer Sende- und Empfangsantennen und erlauben dabei eine Aufteilung des Datenstroms.

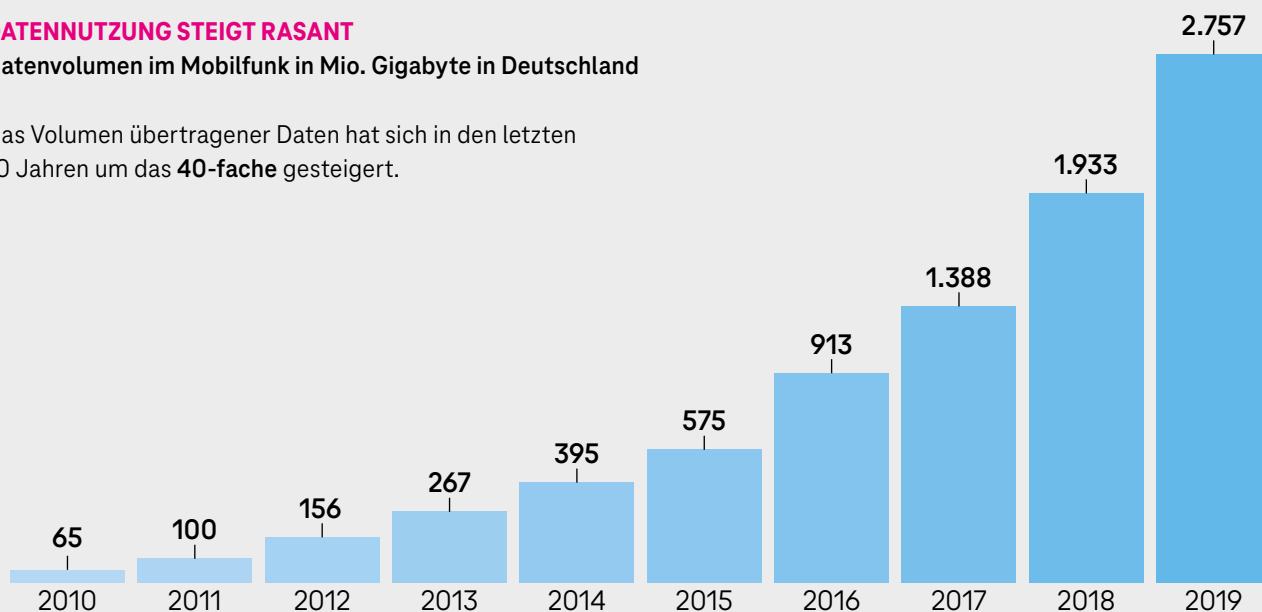
LTE – ZENTRALER BAUSTEIN DER BREITBANDSTRATEGIE

LTE erschließt aber nicht nur eine neue Dimension im Mobilfunk. Mit Datenraten wie bei DSL wird die neue Technik zur echten Alternative zum drahtgebundenen Internetzugang. LTE ermöglicht daher den wirtschaftlichen Ausbau der Breitbandversorgung im ländlichen Raum. Denn während in Ballungsgebieten mehrere Breitbandnetze mit hohen Übertragungsraten existieren, gibt es auf dem Land noch „weiße Flecken“. Hier fehlt eine solche Breitbandversorgung, und die Übertragungsraten sind oft nur gering. Die Telekom baut ihr Mobilfunknetz bedarfsgerecht und in guter Qualität mit LTE-Technik aus. Ziel ist es, möglichst vielen Menschen Zugang zum schnellen Internet zu eröffnen.

DATENNUTZUNG STEIGT RASANT

Datenvolumen im Mobilfunk in Mio. Gigabyte in Deutschland

Das Volumen übertragener Daten hat sich in den letzten 10 Jahren um das **40-fache** gesteigert.



Quelle: Jahresbericht Bundesnetzagentur 2019



ERLEBEN, WAS VERBINDET.

Damit unterstützt die Telekom das politische Ziel der Bundesregierung, jedem Haushalt in Deutschland den Zugang zur Breitbandversorgung zu ermöglichen. Um dieses Ziel zu verwirklichen, setzt sie auf die Möglichkeiten und Synergien beider Technologien, Festnetz und Mobilfunk.



Abbildungsbeispiel:
Der aktuelle Ausbaustand im Telekom Mobilfunknetz kann unter www.telekom.de/netzausbau abgerufen werden (Karten werden ständig aktualisiert).

BREITBANDVERSORGUNG UND DIGITALE DIVIDENDE

Durch die Digitalisierung von Rundfunk und Fernsehen sind die Frequenzen um 800 MHz freigeworden. Sie werden daher auch „Digitale Dividende“ genannt. Wegen seiner spezifischen Eigenschaften eignet sich dieser niedrige Frequenzbereich um 800 MHz besonders gut für die Breitbandversorgung auf dem Land. So können sich Funksignale im niedrigen Frequenzbereich besser ausbreiten, sodass eine Basisstation ein größeres

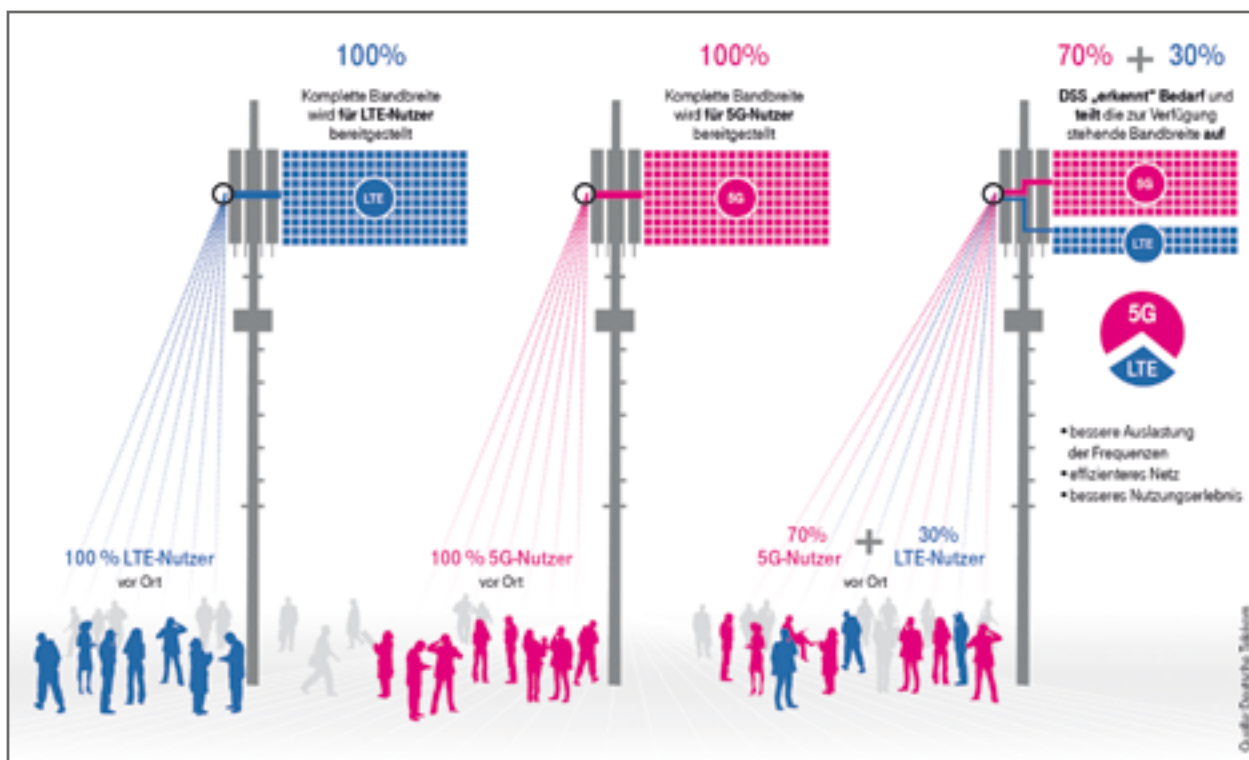
Gebiet versorgen kann. Dadurch sind weniger Basisstationen notwendig, um in der Fläche eine gute Versorgungsqualität zu erreichen.

Die Bundesnetzagentur hat für den Frequenzbereich der Digitalen Dividende klare Auflagen festgelegt. So haben jene Gebiete Vorrang, die bisher nicht über eine ausreichende Breitbandversorgung verfügen. Der Ausbau konzentriert sich daher zunächst auf Kommunen, die als „weiße Flecken“ benannt sind. Dabei stehen kleine Kommunen an erster Stelle. Das LTE-Netz der Telekom deckt heute über 98 Prozent der Haushalte in Deutschland ab.

LTE UND 5G AUF DEMSELBEN FREQUENZBEREICH

Durch den Einsatz von Dynamic Spectrum Sharing (DSS) wird Spektrum für LTE-Kunden bereitgestellt, das zusätzlich zum bestehenden Spektrum verwendet werden kann. Mit DSS betreibt die Telekom zukünftig zwei Mobilfunk-Standards parallel in einem Frequenzband. Das war bislang nicht möglich. Die Telekom setzt DSS seit 2020 in ihrem Mobilfunknetz ein. Das Funkband wird dabei nicht mehr nur von einem Mobilfunk-Standard genutzt, sondern kann bedarfsorientiert das Spektrum zwischen LTE und 5G aufteilen. Mit der neuen Technologie entscheidet das Netz selbstständig und dynamisch, wofür es die vorhandenen Frequenzen idealerweise nutzt: 5G oder LTE. Das passiert innerhalb von Millisekunden. Die knappen vorhandenen Frequenzen werden so besser ausgelastet und das Netz in der Summe wesentlich effizienter. Das führt bei Mobilfunk-Anwendern zu einem noch besseren Nutzungserlebnis.

LTE oder 5G? Beides! Dynamic Spectrum Sharing (DSS) wechselt je nach Bedarf zwischen den Standards.



KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 5



5G – die fünfte Mobilfunkgeneration

Viele Zukunftsanwendungen, wie das Internet of Things (IoT, das Vernetzen von Geräten und Maschinen) oder die Nutzung von Augmented Reality-Anwendungen (AR), bauen auf der 5G-Technik auf.

WAS IST NEU BEI 5G?

Mit der fünften Mobilfunkgeneration (5G) funktioniert zum Beispiel das Herunterladen von großen Datenmengen deutlich schneller als bei LTE (Long Term Evolution), der vierten Mobilfunkgeneration (4G). Wichtig für viele Anwendungen ist die sogenannte Latenzzeit, also die Verzögerung bei der Übertragung, die bei 5G sehr gering sein wird. Anders als seine Vorgänger richtet sich das 5G-Netz per Software intelligent an speziellen Anforderungen aus und stellt so die jeweiligen Aufgaben für virtuelle Unteretze bereit (Network Slicing). So richtet sich die Kapazität beispielsweise danach aus, ob große Datenmengen besonders schnell verschickt werden sollen, ob viele Teilnehmer in einer Funkzelle gleichzeitig aktiv sein wollen oder ob es etwa in einer Produktionshalle darum geht, viele unterschiedliche Maschinen mit geringen Datenmengen miteinander zu vernetzen.

FÜNF WESENTLICHE VERBESSERUNGEN DURCH DEN 5G-STANDARD:

- Sehr hohe Datenraten
- Sehr kurze Latenzzeiten
- Energieeffiziente Gerätevernetzung
- Unterstützung von extrem vielen Endgeräten
- Sehr hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit

5G

5G FUNKTECHNIK: ANWENDUNGSSPEZIFISCHE NETZE

Die Techniker unterscheiden beim 5G-Netz drei unterschiedliche Anwendungsbereiche: das ultra-schnelle mobile Breitband (Enhanced Mobile Broadband), die Kommunikation zwischen Maschinen und Anwendungen (Massive Machine Type Communications, M2M) sowie ein Hoch-Zuverlässigkeitsnetz mit kurzen Antwortzeiten (Ultra-Reliable and Low Latency Communications). Für alle drei Bereiche bestehen unterschiedliche Herausforderungen und technische Rahmenbedingungen.

Das Netz der Zukunft muss hochflexibel sein, um möglichst allen Anforderungen gerecht zu werden. Der 5G-Standard verspricht mehr Durchsatz und Kapazität. Die direkte Anbindung der Mobilfunkstationen an das Glasfasernetz gewinnt bei 5G weiter an Bedeutung. Auch aus diesem Grund treibt die Telekom den Ausbau der Glasfasernetze voran.

5G FÜR ULTRA-SCHNELLES MOBILES BREITBAND

Die mobile Internetnutzung hat in den letzten Jahren stark zugenommen und wird auch in Zukunft deutlich steigen. 5G bietet mit Datenraten von aktuell bis zu 1 Gigabit pro Sekunde die technische Basis. Anwendungen aus dem Bereich der virtuellen oder erweiterten Realität (Virtual Reality und Augmented Reality) werden dadurch optimal nutzbar.

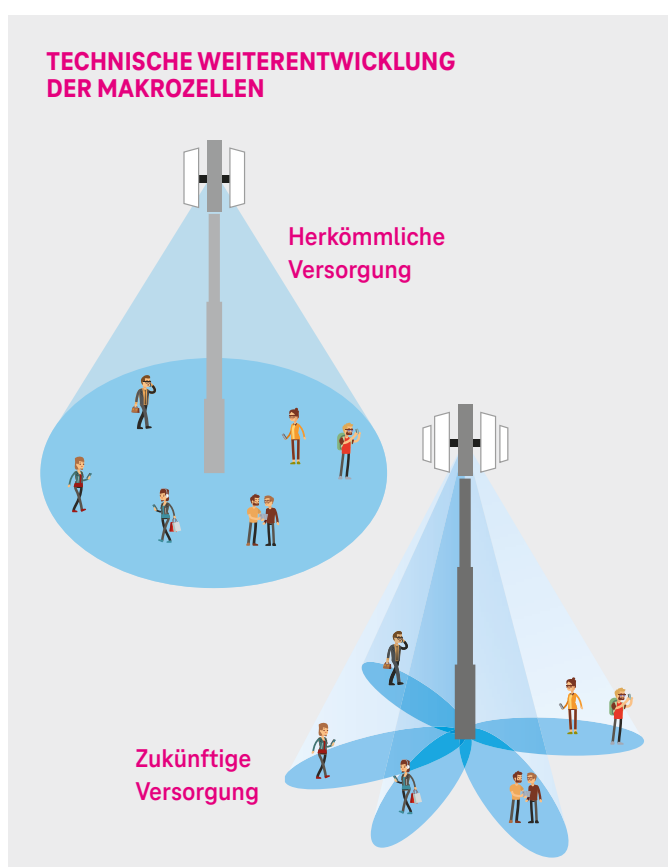
5G FÜR KOMMUNIKATION ZWISCHEN MASCHINEN (M2M)

Die Vernetzung von Märkten, Branchen, Industrien und der Gesellschaft wird sich weiter verändern. Steht heute die Vernetzung von Menschen im Vordergrund, wird es in Zukunft zunehmend um die Vernetzung von Dingen gehen. Begriffe wie Industrie 4.0, Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) oder das Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) beschreiben die Vernetzung von Maschinen und Geräten aller Art. Dabei geht es sowohl um Industrie- und Produktionsanwendungen als auch um die Anbindung und Vernetzung vieler Alltagsgegenstände, wie z. B. Haushaltsgeräte. Alle Anwendungen haben hierbei eine Gemeinsamkeit: Sie übertragen in aller Regel nur kleine Datenmengen und brauchen dazu wenig Energie. Dafür rechnen Experten allerdings mit einer rasant steigenden Anzahl der vernetzten Geräte. Kleine Datenmengen bei gleichzeitig großer räumlicher Verbreitung benötigen ein großflächiges Netz, das eine hohe Anzahl von kommunizierenden Geräten verarbeiten kann.



5G ALS HOCH-ZUVERLÄSSIGKEITSNETZ

Innovative Lösungen wie das vernetzte Fahren oder der autonom fahrende öffentliche Personennahverkehr werden wiederum andere Anforderungen an die Netze stellen: So müssen die Informationen ultraschnell und zuverlässig übermittelt werden. Dabei kommt die kurze Latenzzeit der 5G-Technologie zum Tragen. Beim UMTS-Netz lag die Antwortzeit bei rund 100 Millisekunden, im 4G-Netz noch bei etwa 30 Millisekunden und im 5G-Netz soll sie nochmals deutlich reduziert werden. Das heißt, dass z. B. Videogespräche ohne Verzögerung übertragen werden. Bei Anwendungen wie dem automatisierten Fahren kommt hinzu, dass höchste Zuverlässigkeit des Übertragungsnetzes erforderlich ist. Auch für spezielle, schnell ablaufende Prozesse wie bildgebende Verfahren in der Medizin oder Industrie sind solche Netze notwendig.



MEHRANTENNENSYSTEME

Zur weiteren Steigerung der Kapazität kommen größere Mehrantennensysteme (**massive Multiple Input Multiple Output/ mMIMO**) zum Einsatz. Die Leistung der 5G-Netze kann mit diesen großen Mehrantennensystemen nochmals deutlich gesteigert werden. Die Netzwerke und die Nutzer profitieren von höheren Datenraten und einer verbesserten Zuverlässigkeit. Die Technologie baut aktuell auf 4G auf und kann in bestehende Netze eingebunden werden. Erste Standorte mit 32 x 32 bzw. 64 x 64 Sende- und Empfangseinheiten sind bereits in Betrieb.

VARIABLE AUSRICHTUNG AUF DIE ENDGERÄTE (BEAMFORMING)

Eine weitere technische Möglichkeit im Rahmen der Mehrfachantennen (mMIMO) liegt in der gezielten Versorgung einzelner Teilnehmergeräte durch ein sogenanntes Beamforming. Dabei wird die Antennensenderichtung so verändert, dass eine optimale Signalqualität am gewünschten Ort erreicht wird, z. B. bei einem Smartphone.

Mit der Bündelung der Funkwellen kann statt der sonst üblichen gleichmäßigen Ausleuchtung der Zelle eine präzise Ausrichtung des Signals in Richtung des Nutzers bzw. des Gerätes erreicht werden. Die Hauptsenderichtung wird beim Beamforming räumlich so ausgerichtet, dass einzelne Endgeräte mit dem ihnen zugewiesenen Signal angesprochen werden – sei es direkt bei Sichtverbindung oder indirekt über Reflexionsflächen in der Umgebung. Die Sendeleistung kann dabei entsprechend den Anwendungen angepasst werden. Das beste Ergebnis wird erreicht, wenn eine Sichtverbindung besteht.

Das Beamforming liefert auch ein klareres Signal, da es sich deutlich vom Hintergrundrauschen anderer Funksysteme abhebt. Dadurch können Daten gleichzeitig an mehrere Mobilgeräte im gleichen Frequenzbereich übertragen werden. Zudem findet eine geringere Streuung der Sendeleistung statt, was zur Effizienzsteigerung beiträgt. Außerdem werden auch die Emissionen bei den Personen reduziert, die kein mobiles Gerät nutzen. Standorte mit Beamforming sind seit 2019 in Betrieb.

KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 6



Small Cells – kleine Zellen für mehr Kapazität

Small Cells verdichten das bestehende Mobilfunknetz an Orten mit vielen Nutzern, wie Fußgängerzonen in Innenstädten oder in Bahnhöfen.

SMALL CELLS – MIT KLEINEN FUNKZELLEN GEZIELT KAPAZITÄT SCHAFFEN

Die Nutzung der mobilen Kommunikation steigt kontinuierlich an. Die Deutsche Telekom investiert daher weiterhin in den Ausbau der Mobilfunk-Infrastruktur. Die wachsende Nachfrage nach schnellem mobilen Internet zeigt sich insbesondere am rasch zunehmenden Datenvolumen durch Smartphones, Tablets oder Laptops.

Aus diesem Grund baut die Telekom die Mobilfunk-Infrastruktur bedarfsgerecht und nachhaltig aus. Hierfür ist eine Verdichtung des bestehenden Mobilfunknetzes erforderlich.

KLEINE MOBILFUNK-SENDER ERGÄNZEN DAS LTE-NETZ

Die Telekom setzt hierbei auch auf kleine, leistungsfähige Mobilfunk-Sender, die als „Small Cells“ bezeichnet werden. Zukünftig werden neben Dachstandorten vermehrt Small Cells aufgebaut. Das sind kleine, leistungsfähige Mobilfunk-Sendeanlagen, welche an geeigneten Stellen im Nahbereich der Mobilfunk-Nutzer

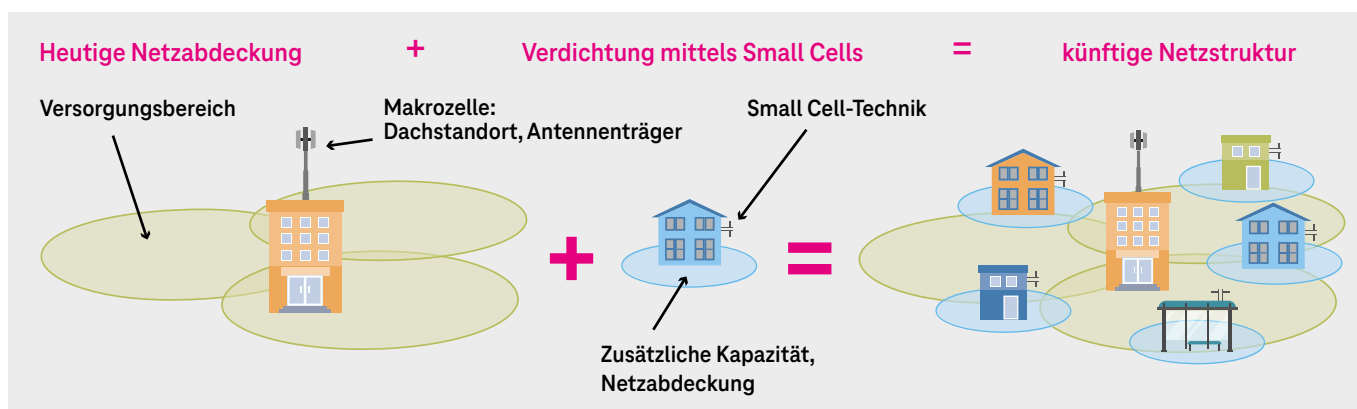
aufgebaut werden. Hierfür eignen sich zum Beispiel Hausfassaden. Small Cells ergänzen die vorhandene Mobilfunk-Technik und können bestehende Standorte, z. B. auf Dächern, nicht ersetzen.

Sie leisten einen Beitrag zur Versorgung kleinerer Areale und stellen eine bedarfsgerechte Netzkapazität zur Verfügung.

MOBILFUNK-STANDORTE IN BEREICHEN MIT VIELEN NUTZERN

Diese Kleinzellen-Standorte helfen, speziell an Orten mit hohem Publikumsverkehr, die Erwartungen der Kunden an ein mobiles Breitbandnetz zu erfüllen. Mit der stark zunehmenden Nutzung mobiler Datenanwendungen kommt es zu Engpässen im bestehenden Netz. Insbesondere bei Großveranstaltungen und an hoch frequentierten Orten, wie z. B. in Fußgängerzonen, in Bahnhöfen, auf Plätzen mit Cafés oder an ÖPNV-Haltestellen ist dies der Fall. Mit Small Cells setzt die Telekom auf eine innovative Technik. Hierbei wird vorrangig bestehende Infrastruktur genutzt, z. B. Stadtmöbel oder Hauswände. Small Cells ergänzen die bestehende Versorgung und fügen sich optisch gut in das Stadtbild ein.

WEITERENTWICKLUNG DES MOBILFUNKNETZES



WO WERDEN SMALL CELLS AUFGEBAUT?

Die Telekom baut neben Dachstandorten bei entsprechendem Kundenbedarf kleine, leistungsfähige Mobilfunk-Sender in den Städten auf. Diese helfen die notwendigen Versorgungskapazitäten vor allem an Orten mit hohem Publikumsverkehr bereitzustellen. Die Kleinsendeanlagen werden meist im innerstädtischen Bereich aufgebaut. Dort stellen Small Cells zusätzliche Netzkapazitäten zur Verfügung.

Small Cells können ein kleines Gebiet von bis zu 150 Metern versorgen. Die Versorgungsgebiete der Small Cells sind somit deutlich kleiner als von bestehenden Mobilfunk-Anlagen für die Netz-Grundversorgung. Small Cells sind eine effiziente Lösung, um Kunden an Orten, wo die bestehende Netzkapazität nicht ausreicht, optimal mit schnellem mobilen Internet zu versorgen. Die Kleinsender erreichen etwa zehn Prozent des Versorgungsgebietes eines klassischen durchschnittlichen Dachstandortes in einer Stadt.

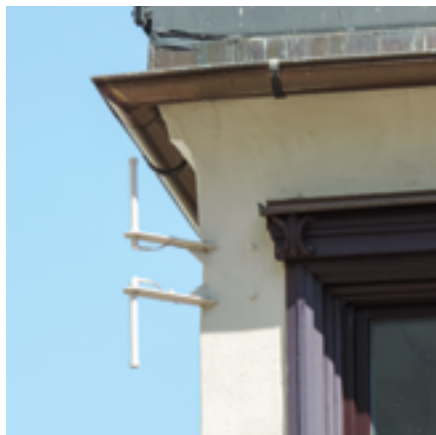
Das heutige Mobilfunknetz, das aus klassischen Dachstandorten und Antennenträgern besteht, gewährleistet die Flächenabdeckung und die Netzkapazität für ein größeres Gebiet.

SENDELEISTUNG UND SICHERHEIT

Small Cells arbeiten mit einer niedrigen Sendeleistung von weniger als 10 Watt EIRP. Die EIRP (engl. equivalent isotropic radiated power) ist keine real vorkommende Leistung, sondern eine Rechengröße, um die Richtwirkung einer Antenne auszudrücken. Die Leistung der kleinen Anlagen liegt deutlich unter der eines Dachstandortes oder Antennenträgers. Entsprechend der Vorgaben der Bundesnetzagentur (BNetzA) benötigen Mobilfunk-Standorte mit einer geringen Leistung (unter 10 Watt EIRP) keine Standortbescheinigung. Sie werden jedoch der Bundesnetzagentur angezeigt.

Basisstation und mobiles Endgerät passen ihre Sendeleistung automatisch an die jeweiligen Übertragungsverhältnisse und aktuelle Auslastung in der Mobilfunk-Zelle an. Bei Small Cells ist die Verbindung aufgrund der Nähe zwischen Endgerät und Sendeanlage besonders gut; dies spart Akkukapazität und reduziert die elektromagnetischen Felder bei der Nutzung. Die geltenden gesetzlichen Grenzwerte werden bei den kleinen Sendeanlagen zuverlässig eingehalten. Somit ist die sichere Nutzung der Small Cells-Sendetechnik gegeben.

SMALL CELLS ERGÄNZEN DAS BASISNETZ BEDARFSGERECHT



Hauswand



Telestation



ÖPNV-Haltestelle



Stadtmöbel



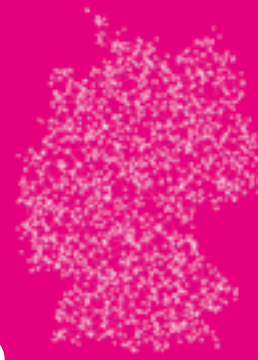
Ampel



Straßenlaterne

KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA FORSCHUNG 1



Wie elektromagnetische Felder wirken

Der Mobilfunk nutzt elektromagnetische Felder, um Informationen zu übertragen. Doch wie wirken elektromagnetische Felder auf den Menschen? Welche Effekte gibt es? Welche Auswirkungen haben sie auf die Gesundheit?

THERMISCHE WIRKUNGEN

Die elektromagnetischen Felder, die der Mobilfunk nutzt, dringen kaum in den Körper ein. Die einzige wissenschaftlich nachgewiesene Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf Lebewesen ist ihre Wärmewirkung. Befindet sich ein Mensch in einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld, entsteht mit zunehmender Stärke des Feldes in seinem Körper Wärme. Die Energie hochfrequenter elektromagnetischer Felder wird im menschlichen Körper in Wärme umgewandelt, deshalb wird in diesem Zusammenhang auch von thermischen Effekten elektromagnetischer Felder gesprochen.

Die physikalische Grundlage dieser thermischen Wirkung ist bekannt und unstrittig. Die Medizin nutzt diesen Sachverhalt für Heilzwecke. Schäden durch eine zu starke Erwärmung treten erst dann auf, wenn die Dosierung eine bestimmte Höhe überschreitet. Mit der Entfernung von der Quelle nimmt die Wärmewirkung rasch ab. Die geltenden Grenzwerte stellen sicher, dass die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks so schwach sind, dass keine gesundheitsbeeinträchtigenden Temperaturerhöhungen des Gewebes verursacht werden können.

KEINE EFFEKTE UNTERHALB DER GRENZWERTE

Im Fokus der aktuellen Forschung zu Mobilfunk und Gesundheit stehen biologische Wirkungen sehr schwacher, energiearmer elektromagnetischer Felder unterhalb der geltenden Grenzwerte. Es wird zum Beispiel untersucht, ob die schwachen elektromagnetischen Felder unterhalb der Grenzwerte Veränderungen des Zellstoffwechsels und der Hirnströme oder Befindlichkeitsstörungen hervorrufen könnten. Da aufgrund der schwachen elektromagnetischen Felder eine Temperaturerhöhung im Körper nicht messbar ist bzw. sehr niedrig bleibt, wird von „nichtthermischen Wirkungen“ gesprochen.

Die Existenz und gesundheitliche Relevanz dieser nichtthermischen Wirkungen wird in der Wissenschaft kontrovers diskutiert. Verschiedene Expertengremien kommen, basierend auf dem aktuellen Forschungsstand, zum Schluss, dass es trotz umfangreicher Forschungsarbeiten keine belastbaren Hinweise für gesundheitsrelevante nichtthermische Wirkungen gibt.

Dies bestätigt auch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): „Strittig sind nach wie vor mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge so genannter nichtthermischer Wirkungen. Gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge nichtthermischer Wirkungen im Bereich niedriger Intensitäten hochfrequenter Felder konnten allerdings bisher wissenschaftlich nicht belegt werden.“ https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert_node.html (Stand April 2019)

Zum Schutz der Menschen vor gesundheitlichen Gefahren durch hochfrequente elektromagnetische Felder wurden Grenzwerte festgelegt. Sie berücksichtigen den aktuellen Forschungsstand zu allen wissenschaftlich untersuchten Wirkungen. Der Gesundheitsschutz für alle Mobilfunk-Nutzer und Anwohner von Basisstationen ist zuverlässig sichergestellt.



Messung von elektromagnetischen Feldern am Kopf.





Grenzwerte enthalten eine zusätzliche Sicherheitsmarge. Sie stellt sicher, dass auch besonders empfindliche Menschen zuverlässig geschützt sind.

DIE WIRKUNG ELEKTROMAGNETISCHER FELDER IST GUT ERFORSCHT

Die Wirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen ist in den letzten Jahrzehnten gründlich erforscht worden. Eine umfassende Übersicht über die deutsche und internationale Forschung bietet das EMF-Portal der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. In dessen Datenbank sind bereits über 30.800 wissenschaftliche Arbeiten und weitere relevante Veröffentlichungen (wie z. B. Gesetze, Empfehlungen und Richtlinien) erfasst. Davon befassen sich rund 6.000 Studien ausschließlich mit Wirkungen hochfrequenter Felder, wie sie der Mobilfunk verwendet. www.emf-portal.de

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) zieht zu dem Umfang an Forschungsaktivitäten folgendes Fazit: „Auf dem Gebiet biologischer Effekte und medizinischer Anwendungen nicht-ionisierender Strahlung sind während der vergangenen 30 Jahre rund 25.000 Artikel veröffentlicht worden. Auch wenn manche Leute das Gefühl haben, es müsste mehr Forschung betrieben werden, sind die wissenschaftlichen Kenntnisse auf diesem Gebiet heute umfangreicher als die über die meisten Chemikalien. Quelle: <http://www.who.int/peh-emf/about/en/whatareemf-german.pdf>

2014 hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) die Sicherheit bestätigt: „In den letzten zwei Jahrzehnten wurde eine große Zahl von Studien zur Bewertung möglicher gesundheitlicher Wirkungen von Mobiltelefonen durchgeführt. Bis heute konnten keine negativen Gesundheitseffekte durch die Nutzung von Mobiltelefonen festgestellt werden.“ Faktenblatt 193, Oktober 2014: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/FS193_German_Aug2015.pdf?ua=1

FORSCHUNG BESTÄTIGT GRENZWERTE

Basierend auf dieser umfassenden Wissensbasis bewerten verschiedene anerkannte Expertengremien kontinuierlich die Forschung zu Mobilfunk und Gesundheit. Übereinstimmend kommen alle Fachgremien bis heute zum Schluss, dass die Grenzwerte die sichere Anwendung und Nutzung der Mobilfunk-Technologie für alle gewährleisten.

2020 hat die Internationale Strahlenschutzkommission (ICNIRP) das Schutzkonzept für elektromagnetische Felder, wie sie beim Einsatz der Mobilfunktechnik vorkommen, erneut bestätigt. Nach Aussagen der ICNIRP gewährleisten die Grenzwerte den umfassenden Schutz von Mensch und Umwelt. Diese Aussage gilt auch für die durch 5G genutzten Frequenzbereiche, da auch hier die hohen Sicherheitsstands – wie für die bisherigen Netze – gelten. Somit ist der sichere Betrieb der Mobilfunktechnik in Deutschland gegeben.

<https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>

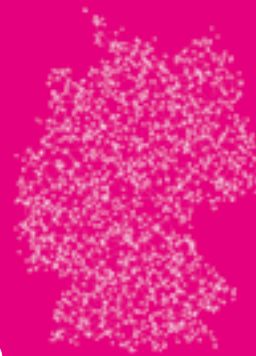
Diese Bewertung deckt sich mit den aktuellen Stellungnahmen der Fachgremien für Strahlenschutz in Deutschland. So hält die Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) basierend auf allen verfügbaren Forschungsergebnissen zu Mobilfunk und Gesundheit fest: „... In Übereinstimmung mit anderen internationalen Gremien (ICNIRP 2009, WHO 2011) kann festgestellt werden, dass die den bestehenden Grenzwerten zugrundeliegenden Schutzkonzepte nicht in Frage gestellt sind.“

http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2011/2011_10.pdf%3F_blob%3DpublicationFile

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) bestätigte in Januar 2017 mit Hinweis auf das Mobilfunk-Forschungsprogramm die Grenzwerte ebenfalls: „Die wissenschaftlichen Studien konnten keine Beweise dafür erbringen, dass Mobilfunk-Felder schädlich sind, wenn die Grenzwerte eingehalten werden.“ https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/emf/broschue-re-mobilfunk.pdf?_blob=publicationFile&v=6

KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA FORSCHUNG 2



Wie die Wissenschaft vorgeht

Welche Untersuchungsmethoden gibt es? Wodurch zeichnen sich solide wissenschaftliche Untersuchungen aus? Wie funktionieren die Überprüfung und die Risikobewertung?

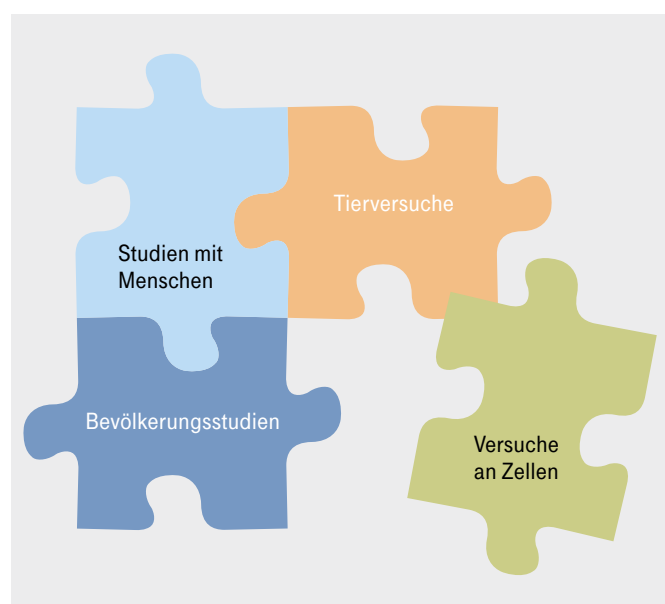
VIELFÄLTIGE FORSCHUNGSMETHODEN

Um mögliche gesundheitliche Effekte von Mobilfunk-Feldern zu untersuchen, nutzt die Forschung verschiedene Methoden. Diese tragen zur Bewertung des wissenschaftlichen Gesamtbildes bei.

- In Untersuchungen am Menschen lassen sich unmittelbare Effekte erforschen. Zum Beispiel Wirkungen auf das Konzentrationsvermögen, die Reaktionszeit oder das Schlafverhalten.
- Tierversuche eignen sich für alle Fragestellungen, bei denen Untersuchungen am Menschen aus ethischen, aber auch praktischen Gründen nicht möglich sind. Zum Beispiel kann ein möglicher Einfluss auf die Krebsentwicklung oder Embryonalentwicklung erforscht werden. Die Ergebnisse lassen sich aber nicht direkt auf den Menschen übertragen.
- In Bevölkerungsstudien – in der Fachsprache: epidemiologische Studien – wird die Verbreitung von Krankheiten in der Bevölkerung untersucht und es werden Zusammenhänge mit deren mögliche Ursachen erforscht.
- Untersuchungen an Zellen und Geweben helfen Wirkungsmechanismen zu entdecken. Die Ergebnisse lassen sich jedoch nicht direkt auf den Menschen übertragen.

KRITISCHER AUSTAUSCH UNTER EXPERTEN

Weil sich auch ein Experte einmal irren kann und sich Fehler einschleichen können, funktioniert die wissenschaftliche Bewertung von Studien so, dass eine weitere Gruppe von Experten eine Begutachtung und Überprüfung vornimmt. Etliche Staaten haben anerkannte Experten in interdisziplinären Ausschüssen und Gremien eingesetzt, um zu einer gemeinsamen Bewertung aller vorhandenen wissenschaftlichen Arbeiten über die Wirkungen elektromagnetischer Felder zu kommen. Das geschieht zum Beispiel in der Deutschen und internationalen Strahlenschutzkommission (SSK) und der ICNIRP,



der Internationalen Kommission für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung. Fachgremien wie diese prüfen und bewerten den wissenschaftlichen Forschungsstand unabhängig vom Einfluss betroffener Interessengruppen und beziehen dabei kritische Positionen mit ein. Nur so kann mit Sicherheit beurteilt werden, ob die Schutzkonzepte und Sicherheitsstandards für den Mobilfunk ausreichend sind.

ZENTRALE FORSCHUNGSTHEMEN

Zahlreiche Fachgremien haben zu verschiedenen Forschungsschwerpunkten, basierend auf dem aktuellen Wissensstand, Stellung genommen. Die Ergebnisse werden in Übersichtsarbeiten und Berichten veröffentlicht. Kernaussagen zu ausgewählten Themen sind auf der nächsten Seite zusammengefasst:



Krebs und Hirntumore:

„Epidemiologische Studien zur Handy-Nutzung bei Erwachsenen konnten bei einer Nutzungsdauer von weniger als 10 Jahren kein erhöhtes Risiko für Hirntumoren, Akustikusneurinome (gutartiger Tumor des Hörnervs) oder Augentumoren finden.“ Bundesamt für Strahlenschutz, April 2017, <http://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert.html>

Der wissenschaftliche Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ der Europäischen Kommission SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) bewertet mögliche Gesundheitseffekte durch elektromagnetische Felder so: „Einige Studien deuten einen Zusammenhang an von elektromagnetischen Feldern, die durch Mobiltelefone entstehen, und einem erhöhten Krebsrisiko des Hörnervs und mit Gehirntumoren. Andere Studien bestätigen diesen Zusammenhang jedoch nicht, und insbesondere ein Ergebnis regt zur Vorsicht bei der Deutung dieses Zusammenhangs an: Die Häufigkeit der entsprechenden Tumore hat sich seit der Einführung der Mobiltelefone nicht erhöht.“

https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/docs/citizens_emf_de.pdf, SCENIHR 03/2015

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) – ein Institut der Weltgesundheitsorganisation (WHO) – hat hochfrequente elektromagnetische Felder in Gruppe „2B“ – die schwächste Bewertungsstufe – eingestuft. Nach Aussage des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) heißt das, dass es begrenzte Hinweise – aber keinen Nachweis – für eine krebs-erregende Wirkung der Felder auf den Menschen gibt. Zudem können die Ergebnisse durch experimentelle Befunde nur unzureichend gestützt werden. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/index.php>, <http://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/iarc/iarc.html>

Gesundheitliche Auswirkungen von Basisstationen:

„Der Verdacht, dass hochfrequente elektromagnetische Felder von Mobilfunk-Basisstationen negative gesundheitliche Wirkungen, wie zum Beispiel Krebserkrankungen, haben können, sorgt immer wieder für Schlagzeilen (...). In sorgfältig durchgeführten Studien wurde bisher kein Zusammenhang beobachtet.“

<https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/berichte/berichte-mobilfunk/krebs-basisstationen.html>, BfS 12/2016

**Befindlichkeitsstörungen/
Elektromagnetische Hypersensitivität (EHS):**

„Als Fazit der zahlreichen bisher durchgeführten Studien ergibt sich, dass ein ursächlicher Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und den Beschwerden elektrosensibler Personen mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Diese Einschätzung wird auch von der WHO geteilt. In ihrem Fact sheet Nr. 296 vom Dezember 2005 stellt sie fest, dass es keine wissenschaftliche Basis gibt, um die Symptome der Elektrosensiblen mit der Einwirkung von elektromagnetischen Feldern in Verbindung zu bringen. Zu einem ähnlichen Fazit kommt auch das SCENIHR in der aktuellsten umfassenden

Risikobewertung elektromagnetischer Felder aus dem Jahr 2015.“ <http://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert.html>, BfS 04/2017. Auch die Internationale Strahlenschutzkommission (ICNIRP) sieht in ihren Richtlinien 2020 keinen wissenschaftlich nachweisbaren Zusammenhang zwischen Beschwerden und dem tatsächlichen Vorhandensein von elektromagnetischen Feldern.

<https://www.icnirp.org/en/rf-faq/index.html>

Gehirnfunktionen, Herz-Kreislauf-Funktionen und Schlafverhalten:

„Einige Menschen schreiben Symptome wie Kopfschmerz, Schlafstörungen und Müdigkeit einer Exposition durch EMF zu. Obwohl ihre Gesundheitsbedenken zulässig sind, gibt es zurzeit keine eindeutigen wissenschaftlichen Beweise, dass diese Symptome von einer Exposition durch EMF verursacht werden.“

https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/docs/citizens_emf_de.pdf, SCENIHR 03/2015

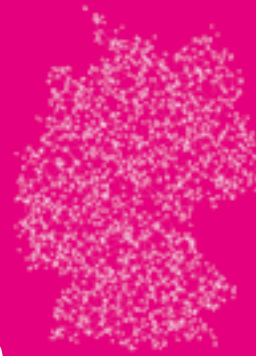
„Manche Menschen berichten von Kopfschmerzen und Schlafstörungen und geben dafür den elektromagnetischen Wellen des Mobilfunks die Schuld. Die Wissenschaft hat aber bis heute keinen Nachweis für gesundheitliche Schäden durch Mobilfunk-Felder gefunden.“ https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/emf/broschuere-mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile&v=6, BfS 01/2017

WIE ERFOLGT DIE PRÜFUNG VON STUDIEN?

Die Antwort auf die Frage, ob elektromagnetische Felder möglicherweise eine negative Wirkung haben, können nur wissenschaftliche Studien geben. Diese werden auf ihre methodische Qualität hin geprüft; außerdem wird begutachtet, ob die verwendeten Untersuchungsverfahren angemessen sind und den strengen Maßstäben der Wissenschaft genügen.

- Sollte ein Effekt festgestellt werden, ist zu prüfen, ob der gefundene Effekt auch tatsächlich auf eine bestimmte Ursache zurückzuführen ist, oder andere Einflussfaktoren infrage kommen könnten. Es muss geklärt werden, ob ein festgestellter Effekt eine gesundheitlich relevante Wirkung hat und ob an Zellen oder Tieren gewonnene Befunde auf den Menschen übertragbar sind.
- Ein zentrales Bewertungskriterium ist der wissenschaftliche Nachweis: Ein Effekt gilt erst dann als nachgewiesen, wenn verschiedene wissenschaftliche Forschergruppen wiederholt diesen Effekt zeigen konnten. Zufallsergebnisse können dadurch ausgeschlossen werden.
- Dieses aufwändige Verfahren ist entscheidend für eine fundierte Risikobewertung. Die Einordnung jeder Studie und ihrer Ergebnisse in Bezug auf das wissenschaftliche Gesamtbild wird von Fachgremien wie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) oder den Internationalen und Deutschen Strahlenschutzkommissionen (ICNIRP und SSK) vorgenommen. Diese Gremien sichten kontinuierlich alle wissenschaftlichen Studien und bewerten diese im Kontext des wissenschaftlichen Gesamtbilds.

FAKTEN ZUM THEMA FORSCHUNG 3



Was heute erforscht wird

Gibt es in Deutschland Forschung zu Mobilfunk und Gesundheit? Mit welchen Themen befassen sich aktuelle Studien? Wie arbeitet die Deutsche Telekom mit der Wissenschaft zusammen?

WARUM GIBT ES WEITERE STUDIEN?

Die Wirkung der Mobilfunktechnik auf Mensch und Umwelt ist gut erforscht; dennoch ist es sinnvoll, die Entwicklung der Technik kontinuierlich durch wissenschaftliche Studien zu begleiten. Gründe für weitere Forschungsaktivitäten liegen unter anderem in der Tatsache, dass es zu den Grundsätzen der Wissenschaft gehört, vorliegende Erkenntnisse im Licht neuer Entwicklungen immer wieder zu überprüfen.

So kann weitere Forschung sinnvoll sein, weil sich Mobilfunktechnik und Untersuchungsmethoden weiterentwickeln oder weil neue Erkenntnisse zu neuen Fragestellungen führen.

FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN IN DEUTSCHLAND

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) hat unter der Projektleitung des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) in Deutschland seit 2002 zahlreiche Forschungsvorhaben umgesetzt.

Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF) 2002–2008:

Unter der Leitung des BfS wurden mit einem Gesamtbudget von 17 Millionen Euro über 50 Studien zur Wirkung von Mobilfunk-Feldern gefördert. Die Mobilfunknetz-Betreiber unterstützten das Forschungsprogramm mit 8,5 Millionen Euro.

www.emf-forschungsprogramm.de

Seit Juni 2008 liegen die Ergebnisse vor. Sie zeigen, dass weder frühere Hinweise auf gesundheitsrelevante Wirkungen hochfrequenter Felder bestätigt, noch neue Hinweise gefunden werden konnten. Das BfS zieht daraus den Schluss: „Die Ergebnisse des DMF haben die Kenntnislücken deutlich verringert und somit die Datenbasis für die Risikobewertung verbessert.“

Die Ergebnisse geben nach sorgfältiger Prüfung insgesamt keinen Anlass, die Schutzwirkung der bestehenden Grenzwerte in Zweifel zu ziehen“. BfS-Broschüre: Forschung für sicheres Telefonieren, Stand 2013, http://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/dmf/dmf_node.html

Forschung im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesumweltministeriums (BMU) 2009–2011:

Neben dem Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogramm (DMF) koordinierte das BfS im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesumweltministeriums (BMU) weitere Forschungsarbeiten zu elektromagnetischen Feldern. Die Mobilfunknetz-Betreiber unterstützten auch diese Projekte mit der Hälfte des Gesamtbudgets. Die Ergebnisse aus den hier geförderten Studien haben ebenfalls zur Schließung von Wissenslücken und somit zur Absicherung der in Deutschland geltenden Grenzwerte beigetragen.

Forschung zur Verbesserung der Informationen über Mobilfunk und Gesundheit 2012–2014:

Eine wichtige Herausforderung im Umgang mit neuen Technologien und Forschungsergebnissen stellt die klare und verständliche Kommunikation des aktuellen Forschungsstands zu Mobilfunk und Gesundheit und den technischen Grundlagen dar. Aus wissenschaftlicher Sicht gilt es auch zu erforschen, wie Besorgnis entsteht und welche Rolle individuelle Gefühle dabei spielen. Das Bundesumweltministerium (BMU) hat deshalb ein neues Forschungsprogramm ins Leben gerufen, um Lösungen zur verständlichen Vermittlung von Informationen zu Mobilfunk und Gesundheit zu erarbeiten. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) leitet dieses Programm fachlich und administrativ. Die Mobilfunknetz-Betreiber beteiligten sich auch hier finanziell mit der Hälfte des Budgets.



Aufbau des Kompetenzzentrums „Elektromagnetische Felder“ (ab 2020):

Im Februar 2020 hat das Bundesumweltministerium (BMU) den Startschuss für das neue **Kompetenzzentrum Elektromagnetische Felder** gegeben. Das Kompetenzzentrum ist Teil des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS). Es bündelt die Expertise des BfS zu statischen und niederfrequenten elektrischen und magnetischen sowie zu hochfrequenten elektromagnetischen Feldern und wird die Forschung und Kommunikation auf diesem Gebiet intensivieren. Das Kompetenzzentrum wird u. a. vorhandene Forschungsergebnisse erfassen und bewerten sowie neue Forschungsprojekte initiieren.

Im Bereich „Mobilfunk“ werden folgende Themen näher betrachtet: mögliche Langzeitwirkung intensiver Handynutzung, Wirkung von Millimeterwellen (über 20 GHz), neue Antennentypen und Kleinzellen, komplexe Expositionsszenarien.

https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/das-kompetenzzentrum/das-kompetenzzentrum_node.html

FORSCHUNG AUF INTERNATIONALER EBENE

Neben den Forschungsaktivitäten in Deutschland wurden in den letzten 20 Jahren in zahlreichen Staaten auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene verschiedene Forschungsprogramme und Studien durchgeführt. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse haben maßgeblich zur Schließung der Wissenslücken beigetragen. Beispiele sind hier die in 13 Ländern durchgeführte INTERPHONE-Studie, das EMF-Projekt der Weltgesundheitsorganisation (WHO), nationale Forschungsprogramme in der Schweiz, Großbritannien oder den Niederlanden sowie wissenschaftliche Untersuchungen im Rahmen der EU-Forschungsrahmenprojekte.

Nach heutigem wissenschaftlichen Erkenntnisstand sind gemäß dem Urteil der WHO (Faktenblatt 193, 2014) die geltenden Grenzwerte für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung ausreichend. Derzeit noch laufende Langzeituntersuchungen wie COSMOS oder MOBIKIDS werden dazu beitragen, die noch offenen Fragen zu klären.

- Die COSMOS-Studie ist eine Bevölkerungsstudie, die in sechs europäischen Ländern (Großbritannien, Dänemark, Schweden, Finnland, Niederlande und Frankreich) den Gesundheitszustand von rund 250.000 Mobilfunk-Nutzern über 20 bis 30 Jahre hinweg beobachtet. Im Auftrag der WHO wird untersucht, ob Handynutzung zu einem verstärkten Auftreten von Krankheiten führt. Die Mobilfunk-Betreiber unterstützen diese Bevölkerungsstudie durch die Bereitstellung objektiver Angaben zur Mobilfunk-Nutzung der Studienteilnehmer. <https://www.ukcosmos.org/>

- MOBIKIDS ist eine internationale Bevölkerungsstudie, die in 16 Ländern mögliche Zusammenhänge zwischen Handy-Nutzung und dem Auftreten von Hirntumoren bei jungen Menschen (10 bis 14 Jahre) untersucht. Aus Deutschland nimmt eine Forschergruppe der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München daran teil. Finanziert wird MOBIKIDS durch das 7. Rahmenprogramm der EU. Die Deutsche Telekom unterstützt diese Studie durch die Bereitstellung objektiver Angaben zur Mobilfunk-Nutzung der Studienteilnehmer. <https://cordis.europa.eu/project/id/226873/reporting>

ZUSAMMENARBEIT MIT DER WISSENSCHAFT

Für die Deutsche Telekom ist die aktive Auseinandersetzung mit der wissenschaftlichen Forschung zu Mobilfunk und Gesundheit eine zentrale Begleitmaßnahme zur Weiterentwicklung der Mobilfunk-Technik. Das Wissenschaftsengagement der Deutschen Telekom betrifft zwei Bereiche: Zum einen suchen unsere Experten den regelmäßigen Austausch über den aktuellen Kenntnisstand mit wissenschaftlichen Institutionen und Forschern. Zum anderen fördert die Deutsche Telekom direkt und indirekt Forschungsprojekte, um die Klärung offener wissenschaftlicher Fragen zum Thema Mobilfunk und Gesundheit voranzutreiben. Bei unseren Aktivitäten in Forschung und Wissenschaft orientieren wir uns an festgelegten Leitlinien: Zielgerichtete Forschungsförderung, fachliche Exzellenz, Transparenz, Objektivität und Verständlichkeit.

Aktuell arbeitet die Deutsche Telekom Technik mit dem Institut für Hochfrequenztechnik der RWTH Aachen an wissenschaftlichen Messungen der elektromagnetischen Felder der neuen 5G-Antennen.



KONTAKT

LEITLINIEN ZUR EMF FORSCHUNGSFÖRDERUNG



Die Deutsche Telekom setzt sich aktiv mit der Forschung zu Mobilfunk und Gesundheit auseinander und betrachtet dies als eine wichtige Maßnahme zur Weiterentwicklung der Mobilfunk-Technik. Dies betrifft zwei Bereiche: Zum einen suchen unsere Experten den regelmäßigen Austausch zum Stand der Forschung mit wissenschaftlichen Institutionen und Forschern. Zum anderen fördert die Deutsche Telekom Forschungsprojekte, um die Klärung offener wissenschaftlicher Fragen zum Thema Mobilfunk und Gesundheit voranzutreiben.

Das Engagement eines Unternehmens in Forschung und Wissenschaft kann insbesondere bei gesellschaftlich kontrovers diskutierten Themen kritisch gewertet werden. Deshalb orientieren wir uns an den Empfehlungen der WHO und haben zusätzlich eigene Leitlinien entwickelt, nach denen wir unsere Aktivitäten in Forschung und Wissenschaft ausrichten. Diese Leitlinien sind: Zielgerichtete Forschungsförderung, fachliche Exzellenz, Transparenz, Objektivität und Verständlichkeit.

Leitlinien

1. ZIELGERICHTETE FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Die Wissenschaft stellt bereits umfassendes Wissen zur Thematik Mobilfunk und Gesundheit zur Verfügung. Anerkannte internationale Fachgremien haben die Gültigkeit der Grenzwerte und somit die sichere Anwendung der Mobilfunk-Technik mehrfach bestätigt. Aus Sicht der Deutschen Telekom ist weitere Forschung sinnvoll – unter anderem weil sich die Mobilfunk-Technologie rasch weiterentwickelt und auch die Methoden der Wissenschaft sich verändern. Wir fördern deshalb zielgerichtete Forschung, die sich an der Forschungsagenda der WHO orientiert.

2. FACHLICHE EXZELLENZ

Wir fördern Forschungsprojekte, die sich fachlicher Exzellenz verpflichtet haben und als solche anerkannt sind. Denn nur wenn technische, methodische und ethische Wissenschaftsstandards eingehalten werden, lassen sich belastbare und aussagekräftige Erkenntnisse gewinnen.

3. TRANSPARENZ

Alle Berichte und Ergebnisse zu Forschungsprojekten, die von der Deutschen Telekom direkt oder indirekt beauftragt werden, sind öffentlich zugänglich und stehen für den weiteren wissenschaftlichen Diskurs zur Verfügung.

4. OBJEKTIVITÄT

Die Deutsche Telekom bewertet grundsätzlich keine wissenschaftlichen Ergebnisse oder Studien selbst, sondern stützt sich auf die Fachurteile anerkannter Gremien. Dadurch stellen wir sicher, dass die Interpretation und Bewertung aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse oder Studien unabhängig von spezifischen Interessen oder Werten und unvoreingenommen nach wissenschaftlichen Kriterien erfolgen.

5. VERSTÄNDLICHKEIT

Eine grundlegende Voraussetzung für eine sachliche und konstruktive Auseinandersetzung mit dem Thema Mobilfunk und Gesundheit stellt der offene Zugang zu klaren und fachlich korrekten Informationen dar. Es ist uns deshalb ein wichtiges Anliegen, dass verständliche Informationen für Bürger und Verbraucher zur Verfügung stehen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die eigene Meinungsbildung.



FAKTEN ZUM THEMA SICHERHEIT 1



Wie Grenzwerte die Gesundheit schützen

Welche Rolle spielen Grenzwerte für die sichere Nutzung des Mobilfunks?
Wie kommen sie zustande? Wer überwacht die Einhaltung?

GESUNDHEITSSCHUTZ DURCH GRENZWERTE

Grenzwerte dienen dem Schutz der Gesundheit. Sie basieren auf aktuellen Forschungsergebnissen und geben die Grenze erlaubter Belastungen an, die nicht überschritten werden darf. In der Praxis gibt es Grenzwerte z. B. für Stoffe im Trinkwasser, für die Lärmbelastung bzw. für den Ozon- sowie Feinstaubgehalt der Luft. Auch für den Mobilfunk gibt es Grenzwerte, die sich auf gesicherte wissenschaftliche Befunde stützen. Ihre Einhaltung stellt sicher, dass von den elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks keine gesundheitlichen Risiken für die Menschen ausgehen. In Deutschland sind die Grenzwerte gesetzlich verankert und in der 26. Verordnung zum Bundes-

immissionsschutzgesetz (26. BImSchV) festgeschrieben, die seit dem 1. Januar 1997 in Kraft ist. 2013 wurden die Grenzwerte im Rahmen der Novellierung der 26. BImSchV erneut bestätigt (<https://www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/strahlenschutz/nieder-und-hochfrequenz/hochfrequente-felder/>). Für Handys und Smartphones muss in Deutschland und in Europa der SAR-Grenzwert gemäß der europäischen Norm EN 50360 eingehalten werden. Die Einhaltung der Grenzwerte gewährleistet die sichere Nutzung und Anwendung des Mobilfunks. Ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor bei der Grenzwertberechnung stellt sicher, dass auch besonders empfindliche Menschen wie Schwangere, Kinder, Kranke oder ältere Menschen verlässlich geschützt sind.

DIE GRENZWERTE BASIEREN AUF EINEM BREITEN WISSENSCHAFTLICHEN KONSENS



FESTLEGUNG DER GRENZWERTE

In Deutschland werden die Grenzwerte für den Mobilfunk per Verordnung durch den Bundestag und mit Zustimmung durch den Bundesrat festgelegt. Die Vorlagen kommen vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), das sich dabei auf die Empfehlungen nationaler und internationaler Expertengremien stützt. Zu diesen Gremien zählen zum Beispiel die Weltgesundheitsorganisation (WHO), die Internationale Strahlenschutzkommission (ICNIRP), die Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) sowie das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS).

BIOLOGISCHE WIRKUNGSSCHWELLEN UND BASISGRENZWERTE

Was ist eine Wirkungsschwelle? Stellen Sie sich vor, Sie öffnen eine Tür. Physikalisch gesehen üben Sie dabei eine Kraft auf die Türklinke aus. Aber erst wenn Sie genug Kraft anwenden, bewegt sich die Klinke nach unten. Genau das ist die Wirkungsschwelle. Solange sie nicht erreicht ist, passiert nichts – ganz gleich, wie lange sie auf die Türklinke drücken.

Beim Mobilfunk gibt die Wirkungsschwelle die Höhe der Feldstärke an, ab der mit biologischen Wirkungen zu rechnen ist. Da hochfrequente elektromagnetische Felder im Körper in Wärme umgewandelt werden, bezieht sich die Wirkungsschwelle hauptsächlich auf die Erwärmung. Auf Grundlage der Wirkungsschwelle hat die Internationale Strahlenschutzkommission (ICNIRP) „Basisgrenzwerte“ für die Bevölkerung festgelegt. Diese liegen um das 50-fache unterhalb der Wirkungsschwelle. Nach Aussage der ICNIRP sind durch diesen zusätzlichen Sicherheitsfaktor auch empfindliche Menschen wie Schwangere, Kinder, Kranke oder ältere Menschen zuverlässig geschützt.

SAR – MASSSTAB FÜR VOM KÖRPER AUFGENOMMENE ELEKTROMAGNETISCHE FELDER

Sowohl Wirkungsschwellen als auch Basisgrenzwerte werden als spezifische Absorptionsraten (SAR) in Watt pro Kilogramm (Körpergewicht) angegeben. Der SAR-Wert ist ein Maß für die im Körper aufgenommenen elektromagnetischen Felder. In der Praxis unterscheidet man Teilkörper- und Ganzkörper-Absorption – je nachdem, ob die elektromagnetischen Felder vom ganzen Körper oder nur im Kopfbereich aufgenommen werden. Dafür gelten unterschiedliche Grenzwerte.

- Ganzkörperwert 0,08 Watt/kg
- Teilkörperwert (für den Kopf- und Rumpfbereich) 2 Watt/kg
- Teilkörperwert (für Arme und Beine) 4 Watt/kg

GRENZWERTE FÜR BASISSTATIONEN

Basisgrenzwerte beziehungsweise SAR-Werte zu messen, ist sehr aufwendig. Deshalb hat die Forschung abgeleitete Grenzwerte – sogenannte Referenzwerte – vorgeschlagen, die sich einfacher messen lassen. Diese abgeleiteten Grenzwerte gelten für das elektrische und magnetische Feld außerhalb des Körpers im freien Raum. Sie gewährleisten, dass die SAR-Basisgrenzwerte innerhalb des Körpers unter keinen Umständen überschritten werden. Die Grenzwerte werden in elektrischer Feldstärke oder in Leistungsflussdichte angegeben.

Weil sich die Absorptionseigenschaft des Körpers mit der Frequenz ändert, sind die abgeleiteten Grenzwerte frequenzabhängig. Deshalb ergeben sich unterschiedliche Grenzwertangaben für verschiedene Frequenzbereiche, die im Mobilfunk genutzt werden.

Netz	Elektrische Feldstärke	Leistungsflussdichte
GSM (900 MHz)	41 V/m	4,6 W/m ²
GSM (1800 MHz)	58 V/m	9,0 W/m ²
UMTS (2100 MHz)	61 V/m	10,0 W/m ²
LTE (800 MHz)	38 V/m	3,9 W/m ²
LTE (900 MHz)	41 V/m	4,6 W/m ²
LTE (1800 MHz)	58 V/m	9,0 W/m ²
LTE (2600 MHz)	61 V/m	10,0 W/m ²
5G (3,4 – 3,7 GHz) Öffentliche Mobilfunknetze	61 V/m	10,0 W/m ²
5G (3,7 – 3,8 GHz) Campusnetze	61 V/m	10,0 W/m ²
5G (24,25 – 27,5 GHz)	61 V/m	10,0 W/m ²

Die abgeleiteten Grenzwerte sind frequenzabhängig.

Hinweis zu den 5G-Frequenzen: Über 2 GHz beträgt die elektrische Feldstärke 61 V/m und die Leistungsflussdichte 10 W/m². Alle bereits für den Mobilfunk der dritten und vierten Generation (zum Beispiel UMTS, LTE) verfügbaren Frequenzbereiche zwischen 700 MHz und 2,6 GHz können grundsätzlich auch für 5G genutzt werden.

Weitere Infos:

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/20190904_5G_Zuteilung.html

Die Bundesnetzagentur hat 2019 die 5G-Frequenzen für die öffentlichen Mobilfunknetze versteigert. Folgende Unternehmen haben erfolgreich an der Auktion teilgenommen: Drillisch Netz AG, Telefónica Germany GmbH & Co. OHG, Telekom Deutschland GmbH und Vodafone GmbH. Diese Unternehmen können nun öffentliche 5G-Netze aufbauen.

KONTAKT

CAMPUSNETZE

Campusnetze sind Funknetze, die auf einem begrenzten Gebiet, wie zum Beispiel einem Firmengelände, einer Universität, einem Flughafen oder in einer Fabrikhalle, aufgebaut und genutzt werden. Sie ermöglichen die räumlich begrenzte Nutzung eines nicht-öffentlichen Mobilfunknetzes. Unternehmen oder Institutionen können ein privates Netz aufbauen, das nur den Firmensystemen und ausgewählten Nutzern zur Verfügung steht. Die Unternehmen können diese Campusnetze entweder selbst oder durch ein Telekommunikationsunternehmen betreiben lassen. Industrieunternehmen können freie 5G-Lizenzen bei der Bundesnetzagentur erwerben. Die Frequenzen im Bereich von 3.700 bis 3.800 MHz werden gegen eine Gebühr und zeitlich befristet von der Bundesnetzagentur zur Verfügung gestellt. Die Frequenzen können insbesondere für Industrie 4.0-Anwendungen, aber auch in der Land- und Forstwirtschaft eingesetzt werden. Die Vergabe der Frequenzen für lokale Anwendungen soll die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft fördern.

Bereits heute existieren Campusnetze auf Basis von LTE oder WLAN. Steigt in einem Unternehmen jedoch die Zahl der vernetzten Maschinen und Anwendungen, sind leistungsstärkere Mobilfunknetze notwendig. Insbesondere die Automobil- und Zulieferindustrie sind erste Nutzer, da sie mit hohen Fertigungszahlen bei gleichzeitig großem Preis- und Qualitätsdruck konfrontiert sind und sich Wettbewerbsvorteile von einer Vernetzung mit einem 5G-Campusnetz versprechen.

SICHERHEITSABSTÄNDE

Sicherheit durch Abstand – darum geht es beim Mobilfunk. In der Praxis werden aus den Grenzwerten Sicherheitsbereiche abgeleitet. Schon in wenigen Metern Entfernung von einer Sende- und Empfangsantenne können sich Menschen ohne Bedenken dauerhaft aufhalten. Der notwendige Sicherheitsabstand hängt jeweils von der Sendeleistung der Basisstation sowie von den verwendeten Antennen und der Sendefrequenz ab. Die Bundesnetzagentur berechnet für jede einzelne Anlage den konkreten Sicherheitsabstand. Die Einhaltung dieses Sicherheitsabstands gewährleistet den zuverlässigen Schutz der Bevölkerung – insbesondere in der unmittelbaren Umgebung von Basisstationen.

Die Antennen einer Basisstation senden hauptsächlich in eine Richtung. Der in der Standortbescheinigung angegebene Sicherheitsabstand gilt für diese waagerechte Hauptsenderichtung. Zwar senden die Mobilfunk-Antennen auch nach unten, jedoch mit erheblich geringerer Leistung. Daher ist der Sicherheitsabstand senkrecht zur Antenne deutlich geringer. Die berechneten Sicherheitsabstände enthalten zusätzliche Sicherheitsreserven, denn sie orientieren sich an Extrembedingungen („worst case“), die unter regulären Betriebsbedingungen in der

Praxis nicht vorkommen. Beispielsweise basiert die Berechnung des Sicherheitsabstands auf der größtmöglichen Sendeleistung und einer vollständigen Auslastung der Antennen.

GRENZWERTE WERDEN NATIONAL FESTGELEGT

Wie in Deutschland gibt es weltweit in vielen Staaten verbindliche Regelungen für die erlaubte Höhe hochfrequenter elektromagnetischer Felder, die auch der Mobilfunk nutzt. Dabei orientieren sich die zulässigen Grenzwerte überwiegend an den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission.

Den Grenzwertempfehlungen der ICNIRP hat sich auch die Europäische Union im Rahmen der „EU-Ratsempfehlung 1999/519/EG“ von 1999 angeschlossen. Die meisten Staaten der Europäischen Union sind der EU-Ratsempfehlung bei der Festlegung der national gültigen Grenzwerte für den Mobilfunk gefolgt. Auch außerhalb Europas werden die ICNIRP-Empfehlungen in vielen Staaten bei der Grenzwertsetzung berücksichtigt.

Staaten, die sich gegen die Grenzwertempfehlungen der ICNIRP entschieden haben, begründen dies meist mit dem Wunsch nach erhöhter Vorsorge. Derartige Vorsorgegrenzwerte gibt es unter anderem in Italien, Belgien, der Schweiz, Liechtenstein, Luxemburg und in Russland. Die Höhe dieser Grenzwerte ist politisch festgelegt.

Weitere Informationen unter: <https://www.gsma.com/publicpolicy/european-emf-and-antenna-siting-policy>

GRENZWERTE - EINFACH ERKLÄRT

Um die wissenschaftlichen Grundlagen und die Einhaltung der Grenzwerte für den Mobilfunk einfach verständlich zu machen, sind auf der Website www.telekom.com/mobilfunk-und-gesundheit einige Erklärvideos zu finden.



FAKTEN ZUM THEMA SICHERHEIT 2



Wie Fachgremien den Mobilfunk bewerten

Welche Rolle spielen Fachgremien bei der Überprüfung der Grenzwerte?

Welche Gremien gibt es national und international?

FACHGREMIEN IN SACHEN GESUNDHEITSSCHUTZ

Basierend auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen legen anerkannte Fachgremien Grenzwerte fest und überprüfen fortlaufend, ob diese angemessen sind. Ihr Fazit ist: Der Mobilfunk ist bei Einhaltung der geltenden Grenzwerte für alle – Kranke, Schwangere, Kinder und ältere Menschen – gesundheitlich unbedenklich.

DIE INTERNATIONALE STRAHLENSCHUTZ-KOMMISSION (ICNIRP)

ICNIRP steht für „Internationale Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierenden Strahlen (Englisch: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Die ICNIRP ist ein von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) anerkanntes unabhängiges Expertengremium. Die Aufgabe der ICNIRP ist es, Grenzwertempfehlungen zu entwickeln und Fachinformationen zu verbreiten. Dafür wertet die ICNIRP kontinuierlich alle neuen wissenschaftlichen Studien aus und prüft, ob die geltenden Grenzwertempfehlungen noch angemessen sind. Darüber hinaus schlagen die Experten der ICNIRP Themen für weitere Forschung vor.

Die durch öffentliche Gelder geförderte ICNIRP besteht aus einer Hauptkommission und verschiedenen Expertengruppen. Die Mitglieder – unabhängige Wissenschaftler, die an Universitäten oder Forschungseinrichtungen tätig sind – werden nach einem geregelten und transparenten Prozess aufgrund ihrer wissenschaftlichen Kompetenz ausgewählt. Alle Mitglieder sind auf der ICNIRP-Internetseite vorgestellt. Das Sekretariat der Geschäftsstelle ist organisatorisch dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) angegliedert. <http://www.icnirp.org/>

Die Grenzwertempfehlungen der ICNIRP für den Mobilfunk stammen aus dem Jahr 1998. 2011 und 2020 hat die ICNIRP sie nach Auswertung der aktuellen Forschungsergebnisse erneut bestätigt. Die ICNIRP betont, dass überzeugende Argumente für die Existenz eines nichtthermischen Wirkmechanismus fehlen. <https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>

DIE DEUTSCHE STRAHLENSCHUTZKOMMISSION (SSK)

Die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) berät das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) in allen Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierenden und nicht-ionisierenden Strahlen. Zu Letzteren zählen auch die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks (siehe Faktenblatt Technik).

Die Aufgaben der SSK umfassen das Entwickeln naturwissenschaftlicher und technischer Empfehlungen sowie Stellungnahmen rund um den Strahlenschutz. Dazu gehören das Bewerten der wissenschaftlichen Datenlage, Festlegen der Grenzwertempfehlungen und Schutzmaßnahmen, Auswerten internationaler Grenzwertempfehlungen sowie das Entwickeln und wissenschaftliche Begleiten von Forschungsprogrammen.

Die Mitglieder werden durch das Bundesumweltministerium (BMU) aufgrund ihrer fachlichen Kompetenz in den Fachgebieten Strahlenbiologie, Strahlenrisiko und nicht-ionisierende Strahlung berufen. Die Mitgliedschaft ist ein persönliches Ehrenamt. Die Kommission ist unabhängig. Die Geschäftsstelle ist organisatorisch dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) angegliedert. www.ssk.de



Die SSK hat im September 2011 die in Deutschland geltenden Grenzwerte erneut bestätigt. Basierend auf allen verfügbaren Forschungsergebnissen zu Mobilfunk und Gesundheit erklärt die SSK: „In Übereinstimmung mit anderen internationalen Gremien (ICNIRP 2009, WHO 2011) kann festgestellt werden, dass die den bestehenden Grenzwerten zugrundeliegenden Schutzkonzepte nicht in Frage gestellt sind.“

http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2011/2011_10.pdf%3F__blob%3DpublicationFile

DAS BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ (BFS)

Aufgabe des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) ist es, das Risiko neuer Technologien im Hinblick auf den Strahlenschutz zu bewerten. Zu diesem Zweck schreibt das BfS Forschungsvorhaben aus, begleitet sie fachlich, wertet die Ergebnisse aus und veröffentlicht sie.

Die Frage nach möglichen gesundheitlichen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder ist einer der Arbeitsschwerpunkte des BfS. Im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU) überprüft das BfS fortlaufend die Grenzwerte für den Mobilfunk. Ebenso koordinierte das BfS im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU) das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF) zwischen 2002 und 2008 sowie nachfolgende Forschungsprojekte (vgl. Faktenblatt Forschung).

http://www.bfs.de/DE/themen/emf/emf_node.html

In der Stellungnahme von 2013 gibt das BfS Entwarnung für den Mobilfunk und bestätigt das in Deutschland gültige Sicherheitskonzept: „Die Ergebnisse des DMF (Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm) haben die Kenntnislücken deutlich verringert und somit die Datenbasis für die Risikobewertung verbessert. Die Ergebnisse geben nach sorgfältiger Prüfung insgesamt keinen Anlass, die Schutzwirkung der bestehenden Grenzwerte in Zweifel zu ziehen.“

Im Jahr 2019 hat das BfS aktuelle Bewertungen zu den wichtigsten Forschungsthemen veröffentlicht und sich wie folgt geäußert: Die Ergebnisse des DMF sowie weiterer aktueller nationaler und internationaler Studien konnten gesundheitsrelevante Wirkungen unterhalb der Grenzwerte nicht bestätigen.

<https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert.html>

BREITER WISSENSCHAFTLICHER KONSENS

Die Grenzwerte stützen sich auf einen breiten internationalen wissenschaftlichen Konsens. Übereinstimmend bestätigen verschiedene Expertengremien und nationale Behörden weltweit die Grenzwerte und damit die sichere Nutzung des Mobilfunks.

NATIONALE UND INTERNATIONALE BEWERTUNGEN

Weltweit bestätigen internationale Expertengremien und Behörden die Sicherheit von Mensch und Umwelt durch die Einhaltung der Grenzwerte. Basis hierfür sind die Grenzwertempfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICNIRP). 2020 veröffentlichte die ICNIRP ihre aktuellsten Empfehlungen.



**Internationale Strahlenschutzkommission
ICNIRP**
1998/2009/2011/2018/2020



Norwegen
Norwegische Gesundheitsbehörde
2009/2012



Weltgesundheitsorganisation (WHO)
2006/2011



Schweden
Expertenrat (SSI)
2007/2009/2011/2012/2013/2014/
2015/2016/2018/2019



Europäische Union
SCENIHR: Wissenschaftliches
Gremium der Europäischen Union
2007/2009/2015



Frankreich
Französische Behörde für Gesundheitsschutz,
Ernährung und Arbeitsschutz (ANSES)
2009/2013/2016/2018



Deutschland
Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK)
2001/2008/2011
Deutsches Mobilfunk-Forschungsprogramm (DMF)
2008/2012/2013
Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
2008/2011/2019



Großbritannien
AGNIR/HPA: Britische Gesundheitsbehörde
2000/2012
MTHR: Britisches Forschungsprogramm
2007/2014

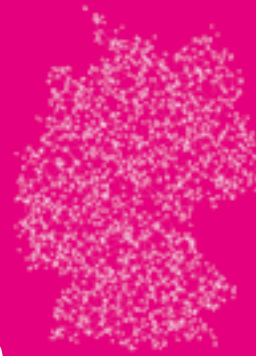


Niederlande
Niederländischer Gesundheitsrat
2005/2007/2008/2011/2013/2014/2016

... und weitere Staaten

KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA SICHERHEIT 3



Wie Grenzwerte kontrolliert werden

Grenzwerte für den Mobilfunk stellen den Gesundheitsschutz sicher. Ihre Einhaltung wird in der Praxis laufend überprüft. Wie sehen das Genehmigungsverfahren und die Überprüfung aus?

GENEHMIGUNGSVERFAHREN FÜR BASISSTATIONEN

Das deutsche Genehmigungsverfahren für den Mobilfunk ist weltweit eine der umfassendsten Methoden zum Schutz vor elektromagnetischen Feldern. Die für Genehmigung und Kontrolle zuständige Behörde ist die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA). Die Bundesnetzagentur bewertet jede Mobilfunk-Basisstation bis ins Detail. Nach der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV) ermittelt die Bundesnetzagentur die Sicherheitsabstände um jede Sendeanlage herum. Außerhalb dieser Bereiche sind die Grenzwerte eingehalten, und Menschen können sich ohne Bedenken dauerhaft dort aufhalten.

Sofern die entsprechenden Voraussetzungen erfüllt sind, genehmigt die Bundesnetzagentur durch die Standortbescheinigung die Mobilfunk-Basisstation. Auch nach Erteilung der Standortbescheinigung kontrolliert die Bundesnetzagentur die Einhaltung der Vorschriften und Grenzwerte – stichprobenartig und unangemeldet – während des Betriebs.

www.bundesnetzagentur.de

TRANSPARENTE GENEHMIGUNG UND REGELMÄSSIGE KONTROLLE

Jede neue Basisstation und jede Änderung an einer Sendeanlage müssen bei der Bundesnetzagentur beantragt und von ihr genehmigt werden. Vor Aufnahme des Sendebetriebs durchläuft jede Mobilfunk-Basisstation mehrere Stufen des Standortgenehmigungsverfahrens. Dadurch wird die Einhaltung der Grenzwerte an jedem Mobilfunk-Standort zuverlässig sichergestellt.

Die Deutsche Telekom plant und reicht alle für die Sicherheitsbetrachtung notwendigen Planungsdaten (z. B. Antennenart, Senderichtung, Antennenhöhe, Sendefrequenz) zur Prüfung an die Bundesnetzagentur weiter.

Basierend auf diesen Unterlagen berechnet die Bundesnetzagentur, ab welchem Abstand der gesetzlich festgelegte Grenzwert unterschritten wird. Sie geht dabei von der größtmöglichen Sendeleistung und der maximalen Zahl von Funkkanälen aus und ermittelt die Summe aller elektromagnetischen Felder vor Ort. So werden zusätzlich zu den Funkfeldern der neuen Anlage auch alle bereits vorhandenen Felder, zum Beispiel der benachbarten Mobilfunk-, Fernseh- und Rundfunksender, in die Berechnung einbezogen.

Die Bundesnetzagentur prüft, ob der berechnete Sicherheitsabstand auch tatsächlich eingehalten werden kann und ob der Sicherheitsbereich für die Öffentlichkeit unzugänglich ist. Wenn all diese Bedingungen erfüllt sind, erteilt sie die Standortbescheinigung, die den anlagenspezifischen Sicherheitsabstand angibt. Danach dürfen die Anlage installiert und der Sendebetrieb aufgenommen werden.

Spätestens 14 Tage vor Aufnahme des Sendebetriebs ist die Anlage der zuständigen Immissionsschutzbehörde der Region (Gewerbeaufsichts- oder Umweltamt) schriftlich anzuzeigen. Für jede technische Änderung, die Auswirkungen auf den Sicherheitsabstand hat, muss eine neue Bescheinigung beantragt werden. Während des Betriebs überprüft die Bundesnetzagentur in unregelmäßigen Abständen und ohne Vorankündigung, ob die Anlage und ihr Betrieb den Angaben in der Bescheinigung entsprechen.



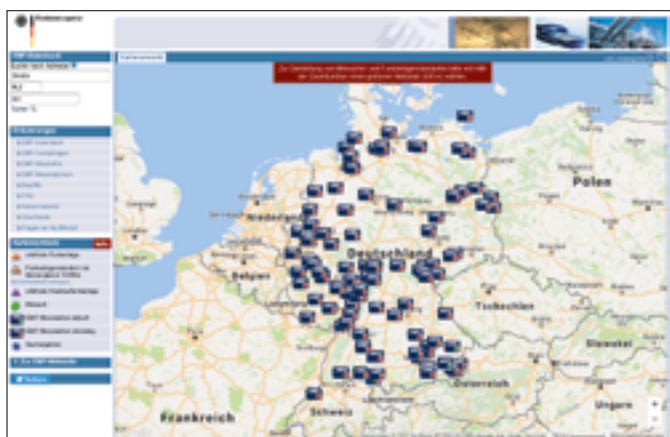
DIE EMF-DATENBANK DER BUNDESNETZAGENTUR

Die EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur stellt die zentrale Informationsquelle für alle dar, die sich selbst ein Bild machen wollen über die tatsächlich an einem Ort erzeugten elektromagnetischen Felder. In dieser mit Unterstützung der Mobilfunk-Betreiber erstellten Datenbank sind alle genehmigungspflichtigen Mobilfunk-Anlagen mit den einzuhaltenden Sicherheitsabständen sowie Angaben zu den tatsächlich vor Ort gemessenen elektromagnetischen Feldern zu finden. Die Datenbank wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert.

Die Werte zu den elektromagnetischen Feldern stammen aus zwei Messprogrammen der Bundesnetzagentur: Zum einen misst die Bundesnetzagentur regelmäßig im Rahmen von Messreihen in ganz Deutschland die elektromagnetischen Felder in öffentlich zugänglichen Bereichen. Zum anderen setzt die Bundesnetzagentur ein Monitoring-System ein, das an ausgewählten Orten mittels automatischer Messstationen kontinuierlich die elektromagnetischen Felder erfasst. Die von dem Messsystem stündlich aufgezeichneten Messdaten werden an einen Server der Bundesnetzagentur übertragen, ausgewertet und veröffentlicht.

<http://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/>

Für Kommunen stellt die Bundesnetzagentur darüber hinaus weitere Informationen zur Verfügung. Dieser Service steht nach vorheriger Registrierung Gemeinden, Landkreisen, kreisfreien Städten und Regierungsbezirken offen. Ebenso können Städte und Gemeinden im Bedarfsfall Messungen bei der Bundesnetzagentur anfordern.



Durch Eingabe von Postleitzahl und Straße kann der Nutzer für jeden Standort Angaben zu Sicherheitsabständen, Montagehöhen der Antennen sowie zur Hauptsenderichtung abrufen.

UMFANGREICHE MESSPROGRAMME

In Deutschland sind in den letzten Jahren zahlreiche Messprogramme durchgeführt oder zur fortlaufenden Überwachung eingerichtet worden. So führten der TÜV Nord und die Technische Hochschule Ilmenau im Auftrag des Informationszentrums Mobilfunk umfangreiche Messreihen in Nordrhein-Westfalen, Hessen, Niedersachsen, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt durch. Alle Messprogramme kommen zum selben Ergebnis: Die Mobilfunk-Felder in öffentlich zugänglichen Bereichen und in Wohnungen liegen weit unter den Grenzwerten. Der gesetzlich zulässige Rahmen wird nur zu einem Bruchteil ausgeschöpft.

Zum LTE-Standard liegen ebenfalls Untersuchungen vor: Das Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST) führte LTE-Messreihen mit Unterstützung der Landesumweltministerien der Bundesländer sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) durch. So wurde die Auswahl der Standorte mit den Landesumweltministerien abgestimmt. Auftraggeber dieser Messreihe war das Informationszentrum Mobilfunk.

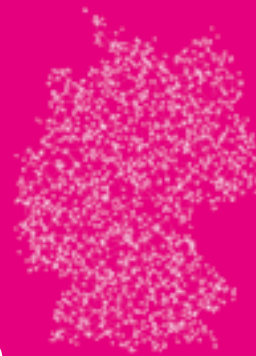


Messungen geben Auskunft über die in der Praxis auftretenden elektromagnetischen Felder.

Das Fazit der LTE-Messreihen: Die gültigen Grenzwerte werden an sämtlichen Messpunkten deutlich unterschritten – selbst unter Extrembedingungen (z. B. Maximalauslastung) und zusätzlicher Berücksichtigung von GSM- und UMTS-Mobilfunk-Anlagen. Alle Ergebnisse dieser Messreihen sowie Hintergrundinformationen sind veröffentlicht und online verfügbar: <http://informationszentrum-mobilfunk.de/mediathek>

KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA SICHERHEIT 4



Was der SAR-Wert für Handys bedeutet

Auch für Handys und Smartphones gelten Grenzwerte, welche die Gesundheit schützen. Der SAR-Wert spielt dabei eine wichtige Rolle.

DER GRENZWERT FÜR HANDYS UND SMARTPHONES

Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICNIRP) und die Weltgesundheitsorganisation (WHO) haben, basierend auf dem aktuellen Stand der Forschung, einen SAR-Wert von zwei Watt pro Kilogramm als Grenzwert für Handys und Smartphones festgelegt (2 W/kg, gemittelt auf 10 Gramm). Durch einen hohen (50-fachen) Sicherheitsfaktor wird sichergestellt, dass auch besonders empfindliche Menschen (wie kranke oder ältere Menschen, Kinder und Schwangere) zuverlässig geschützt sind.

Alle Handys und Smartphones sind so konstruiert, dass sie den festgelegten SAR-Grenzwert von 2 W/kg nicht nur einhalten, sondern deutlich unterschreiten. Der Grenzwert muss auch bei maximaler Sendeleistung der mobilen Geräte eingehalten werden.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) bestätigte 2014 erneut die Sicherheit der Handynutzung: „Eine große Anzahl von Studien wurde in den letzten beiden Jahrzehnten durchgeführt, um zu überprüfen, ob Mobiltelefone ein mögliches Gesundheitsrisiko darstellen. Bis heute konnten keine negativen Gesundheitseffekte durch Mobiltelefon-Nutzung festgestellt werden.“ (Faktenblatt 193, Oktober 2014: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>)

DER SAR-WERT

SAR steht für „spezifische Absorptionsrate“. Diese ist ein Maß für die im Kopf aufgenommenen elektromagnetischen Felder, die während des Telefonierens bzw. der Datenübertragung vom

Handy oder Smartphone ausgesendet werden. Der SAR-Wert wird in Watt pro Kilogramm (Körpergewicht) angegeben (W/kg). Der SAR-Wert eines Handys oder Smartphones gibt an, welchen Anteil an elektromagnetischen Feldern der Kopf während des Telefonierens mit diesem Gerät maximal aufnehmen kann.

Alle Hersteller prüfen ihre Handys und Smartphones auf die Einhaltung des Grenzwertes und geben die gemessenen maximalen Werte in den Gebrauchsanweisungen als „SAR-Wert“ an.

SICHERE NUTZUNG UNTERHALB DER GRENZWERTE

Bei allen SAR-Werten unterhalb des Grenzwertes ist die sichere Nutzung des Handys oder Smartphones gewährleistet. Alle von der Telekom vertriebenen mobilen Endgeräte halten die festgelegten Grenzwerte ein. Unterschiedlich hohe SAR-Werte bedeuten keine Unterschiede in der Sicherheit, sofern sie unterhalb des Grenzwertes liegen. Nach dem Fachurteil der internationalen Strahlenschutzkommission (ICNIRP) gilt dies für alle Nutzergruppen, also auch für besonders empfindliche Menschen.

Einige Menschen fühlen sich dennoch bei einem geringeren SAR-Wert wohler und beziehen den SAR-Wert als Auswahlkriterium beim Kauf eines Handys oder Smartphones mit ein. Deshalb geben alle Hersteller die SAR-Werte in den Gebrauchsanweisungen ihrer Geräte an. Die Telekom informiert in den Telekom Shops und im Onlineshop sowie unter www.telekom.de/SAR-Werte über die SAR-Werte der aktuellen Handys, Smartphones und Tablets. Zusätzlich können auf dem Portal [Informationszentrum-Mobilfunk.de](http://www.informationszentrum-mobilfunk.de) auch die SAR-Werte älterer Endgeräte abgerufen werden:

<https://www.informationszentrum-mobilfunk.de/wirtschaft-gesellschaft/mobile-technologie/telemedizin/gesundheit/sar-werte-von-handys>



DAS MESSVERFAHREN

Das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) hat das SAR-Messverfahren im Jahr 2001 standardisiert. Die CE-Kennzeichnung der Handys und Smartphones bestätigt die Einhaltung des Grenzwertes.

Das Messsystem besteht aus einer Kunststoffschale in Form eines Kopfes. Sie enthält eine spezielle Flüssigkeit, welche die elektromagnetischen Eigenschaften des Kopfgewebes simuliert. An das „Ohr“ dieses Schalenkopfes wird das zu prüfende Handy oder Smartphone gehalten, das mit maximaler Leistung sendet. Eine Messsonde untersucht die Verteilung der SAR in der Flüssigkeit des Kopfs und ermittelt den maximalen SAR-Wert. Für andere Nutzungspositionen, etwa am Körper getragene Handys oder Smartphones, existieren entsprechende Messverfahren. Die von der Telekom veröffentlichten SAR-Werte entsprechen den nach der EU-Norm gemessenen Maximalwerten.

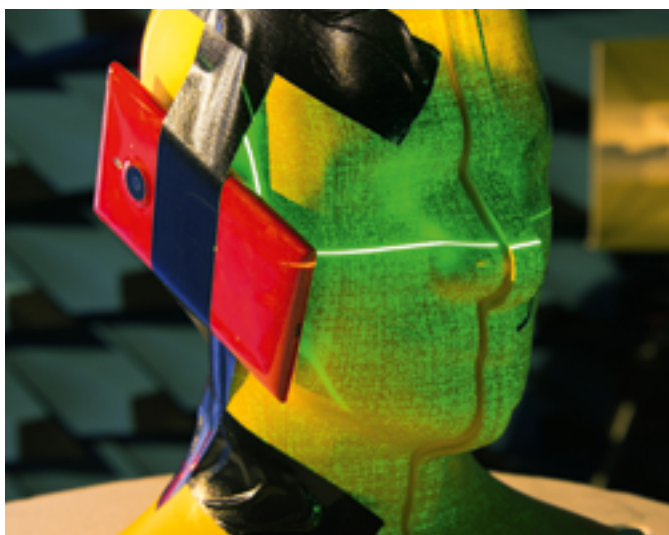


Bild: Peter Fenyvensi

SICHERHEIT BEI JEDER NUTZUNGSART

Mit der Weiterentwicklung der Handys oder Smartphones hat sich auch das Nutzerverhalten verändert. Ergänzend zum üblichen Telefonieren am Kopf tragen Nutzer das Handy oder Smartphone vermehrt auch am Körper und nutzen Kopfhörer. Um die Einhaltung der Grenzwerte unter allen Bedingungen, auch in solchen körpernahen Positionen (englischer Fachbegriff: Body-Worn Position), zu gewährleisten, haben die Hersteller, falls notwendig, spezifische Sicherheitsabstände zwischen Körper und mobilem Endgerät angegeben. Um die sichere Nutzung der Handys und Smartphones zu garantieren, empfiehlt die Deutsche Telekom, alle Sicherheitshinweise in den Bedienungsanleitungen der Hersteller zu beachten.

KONTAKT

Deutsche Telekom Technik GmbH • EMVU, Umwelt und Nachhaltigkeit • emvu@telekom.de • Stand: 12/2020

WECHSELWIRKUNG MIT TECHNISCHEN GERÄTEN

Elektronische Geräte wie Fernseher, Radios, Handys oder Smartphones können sich gegenseitig beeinflussen und dadurch Störungen verursachen. Die meisten der zu beobachtenden Störungen sind allerdings kaum wahrnehmbar und beeinträchtigen auch nicht die Funktion. Ein Beispiel wäre hier das Brummen im Radiolautsprecher, wenn in unmittelbarer Nähe per Handy oder Smartphone telefoniert wird. Um solche Störungen zu verhindern, müssen elektrische und elektronische Geräte die den EMV-Richtlinien der Europäischen Union und dem deutschen EMV-Gesetz entsprechenden Anforderungen erfüllen. Die von der Telekom vertriebenen Handys und Smartphones entsprechen ebenso wie die eingesetzte Mobilfunk-Technik den gesetzlichen und normativen Auflagen zu Störaussendungen und Störfestigkeit. Treten bei Fernsehern, Radios, Fernbedienungen oder anderen Geräten dennoch Störungen durch Mobilfunk-Einrichtungen auf, hilft der Verbraucherservice der Bundesnetzagentur unter der Rufnummer **04821 895555** oder via E-Mail unter funkstoerungen@bnetza.de.

WECHSELWIRKUNG MIT MEDIZINISCHEN GERÄTEN

Wechselwirkungen sind auch mit sensiblen lebenserhaltenden medizinischen Geräten, die unter Umständen nicht den modernen Störfestigkeitsanforderungen genügen, möglich. Deshalb sollten bei medizinischen Implantaten, aber auch in Krankenhäusern entsprechende Sicherheitshinweise befolgt werden. Dies betrifft vor allem den Gebrauch von Handys und Smartphones. Von den Aussendungen der Mobilfunk-Basisstationen sind dagegen wegen der großen Abstände keinerlei Störungen zu befürchten.

- **Implantate:** Träger eines Herzschrittmachers sollten einen Sicherheitsabstand von 20 Zentimetern zwischen Brustbereich und Handy oder Smartphone einhalten, damit Störungen sicher ausgeschlossen werden können. Dies ist allerdings nur eine zusätzliche Vorsichtsmaßnahme, da die Mehrzahl der heute eingesetzten Herzschrittmacher gegenüber Handys und Smartphones störfest ist. Träger anderer elektronischer Implantate (z. B. Insulinpumpen) oder von Hörgeräten sollten sich bei ihrem Arzt über die Störfestigkeit dieser Geräte informieren.
- **Klinische Geräte und Handynutzung in Krankenhäusern:** Störungen von Medizingeräten durch Handys und Smartphones können nicht völlig ausgeschlossen werden. Daher ist ihr Gebrauch in den Operationssälen und Intensivstationen der Krankenhäuser meist untersagt oder eingeschränkt. Ein generelles Verbot der Mobilfunk-Nutzung in Krankenhäusern ist nach aktuellen Studien nicht notwendig, da schon bei einem Abstand von drei Metern keine Störungen zu erwarten sind. In jedem Fall aber sollten Mobilfunk-Nutzer in Krankenhäusern und ärztlichen Behandlungsräumen auf Benutzungshinweise achten und ihre Geräte nach Möglichkeit ausschalten.

FAKTEN ZUM THEMA DIALOG



Telekom im Dialog

Das Vertrauen der Bevölkerung in die Sicherheit des Mobilfunks ist ein wichtiges Kapital. Deshalb sucht die Deutsche Telekom den Dialog mit interessierten Bürgern und bezieht die Kommunen beim Ausbau der Mobilfunknetze mit ein. Sie informiert zudem umfassend über alle Fragen zu Mobilfunk und Gesundheit.

FREIWILLIGE SELBSTVERPFLICHTUNG

Gemeinsam mit den anderen Netzbetreibern ist die Deutsche Telekom im Dezember 2001 eine freiwillige Selbstverpflichtung gegenüber der Bundesregierung – Maßnahmen zur Verbesserung von Sicherheit und Verbraucher-, Umwelt- und Gesundheitsschutz, Information sowie vertrauensbildende Maßnahmen beim Ausbau der Mobilfunknetze – eingegangen. Ihre Einhaltung wird alle zwei Jahre durch ein unabhängiges Gutachten überprüft. Ziel der Vereinbarung ist es, den Verbraucher- und Gesundheitsschutz beim Ausbau der Mobilfunknetze in Deutschland weiter verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, haben die Netzbetreiber folgende Aktivitäten umgesetzt:

- Verbesserte Kommunikation und Einbezug der Kommunen bei der Standortfindung: Die Mobilfunkvereinbarung mit den Kommunalen Spitzenverbänden wurde im Rahmen der Selbstverpflichtung bestätigt und weitere Informationspflichten wurden zugesagt. Dazu gehört die Sicherstellung der Beteiligung der Kommunen bei der Standortwahl neuer Mobilfunk-Anlagen (siehe Mobilfunk-Vereinbarung auf der nächsten Seite).
- Verbesserte Verbraucherinformation zu Handys und Smartphones: Die Deutsche Telekom stellt den Verbrauchern die Herstellerangaben zu den SAR-Werten unter anderem im Internet zur Verfügung: www.telekom.de/sar-werte
- Finanzielle Unterstützung der Forschung: Die Netzbetreiber haben Projekte des Bundesumweltministeriums seit 2002 unterstützt. So förderten sie das Deutsche Mobilfunkforschungsprogramm mit 8,5 Millionen Euro. Für weiterführende Projekte zwischen 2008 und 2014 wurden weitere 1,6 Million Euro zur Verfügung gestellt.



Beim Aufbau der Mobilfunknetze setzt die Telekom auf Zusammenarbeit und einen konstruktiven Dialog mit allen Beteiligten.

- Transparenz bzgl. tatsächliche EMF-Emissionen: Die Netzbetreiber haben sich am Aufbau der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur sowie finanziell mit 1,5 Millionen Euro an der Umsetzung eines automatischen Monitoringsystems beteiligt.

Im Juni 2008 haben die deutschen Netzbetreiber die Fortschreibung der freiwilligen Selbstverpflichtung unterzeichnet und damit auch ihr zukünftiges Engagement im Dialog mit Kommunen und Bürgern bestätigt. Ende 2011, anlässlich des 10. Jahrestags der freiwilligen Selbstverpflichtung, sicherte die Deutsche Telekom, wie auch die übrigen deutschen Mobilfunk-Betreiber, der deutschen Bundesregierung die Fortsetzung der Selbstverpflichtung zu.

Im Februar 2020 wurde die freiwillige Selbstverpflichtung um das Thema Kleinzellen ergänzt. In dem Annex bekennen sich die Netzbetreiber erneut zu ihrer Selbstverpflichtung und machen Zusagen hinsichtlich des Ausbaus der Mobilfunknetze mittels kleiner Sendeanlagen.

<https://www.informationszentrum-mobilfunk.de/artikel/selbstverpflichtung-der-mobilfunknetzbetreiber-zu-kleinzellen>



DIE MOBILFUNKVEREINBARUNG

Im Juli 2001 einigten sich die kommunalen Spitzenverbände – Deutscher Städtetag, Deutscher Landkreistag und Deutscher Städte- und Gemeindebund – mit den Netzbetreibern erstmals auf ein Mitspracherecht der Kommunen beim Ausbau der Mobilfunknetze. Diese sogenannte Mobilfunkvereinbarung stellt den Informationsfluss zwischen Kommune und Betreiber sicher und gewährleistet eine direkte Beteiligung der Städte und Gemeinden am Netzausbau. Das Dokument wurde im Juni 2020 aktualisiert und fortgeschrieben, um so den neuen Anforderungen an den Infrastrukturausbau gerecht zu werden.

Ihre wichtigsten Inhalte:

- Die Mobilfunk-Betreiber informieren die Kommunen frühzeitig und binden sie so in den Planungsprozess für neue Mobilfunk-Standorte ein. Im Rahmen eines kooperativen und konstruktiven Dialogs streben Kommunen und Mobilfunkbetreiber eine möglichst einvernehmliche Lösung an. Dabei werden die Interessen beider Seiten möglichst weitgehend berücksichtigt.
- Der Meinungs-austausch ermöglicht es den Kommunen, eigene Standortvorschläge einzubringen. Die Netzbetreiber prüfen diese Vorschläge ergebnisoffen und vorrangig. Bei funkttechnischer Eignung und zumutbaren wirtschaftlichen Bedingungen setzen sie die vorgeschlagenen Standorte um. Zudem verständigte man sich bei der Erweiterung von Bestandsstandorten auf ein Informations- und Kommunikationsverfahren.
- Darüber hinaus können sich die Städte und Gemeinden über das EMF-Datenportal für Kommunen über die Inbetrieb- und Außerbetriebnahme von Mobilfunkstandorten informieren. Das Portal wird von der Bundesnetzagentur betrieben und bietet den Kommunen die Möglichkeit, die aktuelle Standortbescheinigung für einzelne Mobilfunkstandorte herunterzuladen. Dies geschieht zusätzlich zur gesetzlichen Anzeigepflicht.

Der Gesetzgeber erkennt den guten, konfliktvermeidenden Abstimmungsprozess zwischen Kommunen und Netzbetreibern an. Deshalb hat er 2013 die Beteiligung der Kommunen auf Basis der Vereinbarung gesetzlich verankert, siehe § 7a, 26. Bundesimmissionsschutzverordnung. Bezüglich der Umsetzung der Norm verweisen Bund und Länder auf die bewährte Praxis zwischen Kommunen und Unternehmen gemäß der Mobilfunkvereinbarung.

Weitere Informationen zur Neufassung der Vereinbarung zum Informationsaustausch im Juni 2020 unter:

<https://www.informationszentrum-mobilfunk.de/artikel/neufassung-der-vereinbarung-zum-informationsaustausch-beim-netzausbau>

KONTAKT

Deutsche Telekom Technik GmbH ▪ EMVU, Umwelt und Nachhaltigkeit ▪ emvu@telekom.de ▪ Stand: 12/2020

ZENTRALER ANSPRECHPARTNER BEI KONFLIKTEN

Zur Lösung möglicher Konflikte haben die Mobilfunkbetreiber einen zentralen Ansprechpartner für Kommunen benannt. Er berät darüber, ob die nach der Mobilfunkvereinbarung vorgesehene Zusammenarbeit zwischen Kommunen und Netzbetreiber eingehalten wurde, vermittelt im Fall von Konflikten und schlägt Lösungen vor. So können Kommunen z. B. über ein Kontaktformular auf den Internetseiten der Telekom eine Nachricht an den zentralen Ansprechpartner für Kommunen schicken. Sie erhalten dann schnell und unkompliziert Antwort. <https://www.telekom.com/de/kontaktformulare/kontakt-clearingstelle>

OFFENER AUSTAUSCH, FUNDIERTE INFORMATION

Die Deutsche Telekom sucht den Austausch mit Kommunen, Bürgern und Kritikern. Fairness im Umgang mit kritischen Argumenten und die Bereitschaft, die eigene Position immer wieder zu hinterfragen, sind für uns die Voraussetzung dafür, bei unterschiedlichen Standpunkten erfolgreich Kompromisse zu erreichen.

Der Informationsbedarf zum Thema Mobilfunk und Gesundheit ist nach wie vor groß. Deshalb stellt die Telekom umfangreiche Informationen zur Verfügung und unternimmt alles, um offene Fragen zur Mobilfunktechnik schnell und fundiert zu klären. So informieren wir in Broschüren, Faktenblättern und auf unserer Website detailliert zu allen Fragen rund um das Thema Mobilfunk und Gesundheit.

www.telekom.com/mobilfunk-und-gesundheit

Interessierte Bürgerinnen und Bürger können ihre Fragen auch direkt an uns richten:

- Für Fachthemen haben wir eine Experten-Hotline eingerichtet: Telefon **0800 - 0852606**
- Bürgerinnen und Bürger können sich auch über diese E-Mail-Adresse an uns wenden: emvu@telekom.de
- Für Anfragen zu Mobilfunk-Anlagen vor Ort haben wir ein Netzwerk regionaler Ansprechpartner aufgebaut. Unsere Fachleute kennen sich mit den lokalen Gegebenheiten aus und stehen in ständigem Austausch mit Bürgern und Kommunen.

Ferner überprüfen wir regelmäßig, inwieweit wir die zugesagten Maßnahmen einhalten. Unabhängige Gutachter evaluieren unser Engagement und ziehen Bilanz. Die Ergebnisse der Jahresgutachten kommunizieren wir offen und transparent. Das aktuelle Jahresgutachten 2019 (veröffentlicht 2020) bescheinigt der Telekom eine hohe Qualität der Verbraucherinformation zu Mobilfunk und Gesundheit sowie eine positive Bilanz im Dialog mit den Kommunen.

<https://www.bmu.de/download/jahresgutachten-zur-umsetzung-der-zusagen-der-selbstverpflichtung-der-mobilfunkbetreiber/>

GLOSSAR UND INFORMATIONSQUELLEN

5G: Steht für fünfte Mobilfunk-Generation. Mit dem 5G-Mobilfunkstandard lassen sich große Datenmengen zuverlässig übertragen – mit bis zu 20 Gigabit pro Sekunde und Antwortzeiten unter einer Millisekunde.

Athermische Effekte: Mögliche Effekte elektromagnetischer Felder, die keine oder eine nicht messbare Erhöhung der Körpertemperatur bewirken. Ihre Existenz wird in der Wissenschaft kontrovers diskutiert und allgemein als nicht gesichert angesehen.

Abgeleiteter Grenzwert: Weil Basisgrenzwerte oft nur schwer zu messen und zu kontrollieren sind, werden daraus Grenzwerte für die „verursachenden Größen“ abgeleitet. Diese abgeleiteten Grenzwerte gelten für das elektrische und magnetische Feld außerhalb des Körpers im freien Raum. Sie gewährleisten, dass die SAR-Basisgrenzwerte innerhalb des Körpers unter keinen Umständen überschritten werden.

Basisgrenzwert: Gibt den maximal zulässigen Wert an, mit dem elektromagnetische Felder auf den Menschen einwirken dürfen. Der Basisgrenzwert wird in der „Spezifischen Absorptionsrate“ (SAR) ausgedrückt. Da er in der Praxis nur schwer messbar ist, werden abgeleitete Grenzwerte bevorzugt. Um auch den Schutz besonders sensibler Menschen zu berücksichtigen, sind im Basisgrenzwert Sicherheitszuschläge enthalten.

Basisstation: Sende- und Empfangsanlage für den Mobilfunk, die ein begrenztes Gebiet (Funkzelle) versorgt.

BfS: Bundesamt für Strahlenschutz.

BEMFV: Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder.

BImSchV: Bundesimmissionsschutzverordnung.

BMU: Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.
Kurzform: Bundesumweltministerium.

Bundesnetzagentur: Die „Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen“, abgekürzt

BNetzA, reguliert als Bundesoberbehörde unter anderem Post und Telekommunikation. Ihre Aufgabe ist es, durch Liberalisierung und Deregulierung die weitere Entwicklung etwa des Telekommunikationsmarktes zu fördern. Außerdem ist sie zuständig für Standortgenehmigungsverfahren beim Ausbau des Mobilfunknetzes.

DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications. Ein Telefonstandard für die schnurlose Kommunikation, der vor allem im Heimbereich eine hohe Akzeptanz genießt. Das System besteht aus einer Basisstation und einem oder mehreren Mobilteilen. Sendeleistung und Reichweite sind begrenzt: Im Gebäude werden 30 bis 50 Meter, im Freien bis zu 300 Meter erreicht.

Digitale Dividende: Der Frequenzbereich von 790 bis 862 MHz ist durch die Digitalisierung des Rundfunks bzw. Fernsehens und durch die Freigabe des Militärfunks frei geworden und wird daher „Digitale Dividende“ genannt. Dieser Frequenzbereich eignet sich besonders gut zur mobilen Breitbandversorgung in ländlichen Gebieten. Die Funksignale breiten sich im niedrigen Frequenzbereich besser aus, sodass eine einzelne Basisstation ein größeres Gebiet versorgen kann. Dadurch sind weniger Basisstationen in der Fläche notwendig, ein wirtschaftlicher Ausbau ist möglich.

Digitale Netze: Im Gegensatz zur analogen Übermittlung übertragen sie Informationen (Sprache, Bilder, Töne) digitalisiert, also in Form von Nullen und Einsen. Dazu gehören z. B. die D- und E-Netze des Mobilfunks oder auch DSL-Anschlüsse im Festnetz.

DMF: Deutsches Mobilfunk-Forschungsprogramm (www.emf-forschungsprogramm.de)

Downlink: Bezeichnet die Funkverbindung von der Basisstation hin zum mobilen Endgerät (z. B. Handy oder Smartphone).

DSL: Digital Subscriber Line. Oberbegriff für eine Übertragungstechnik für den Breitbandanschluss, die schnelles Surfen und schnelle Datentransfers im Internet über das vorhandene Telefonnetz ermöglicht.

DSS: Dynamic Spectrum Sharing. Diese Technologie ermöglicht die dynamische Nutzung des Spektrums für LTE und 5G über eine Mobilfunkantenne. Zwei Mobilfunkstandards können parallel in einem Frequenzband betrieben werden.



Dynamische Regelung der Sendeleistung: Im Mobilfunk passen Basisstationen und mobile Endgeräte ihre Sendeleistung automatisch an die jeweiligen Übertragungsverhältnisse an.

EDGE: Enhanced Data for GSM Evolution. Technische Weiterentwicklung des GSM-Standards, um die Datenrate in GSM-Mobilfunknetzen zu erhöhen.

EEG: Elektroenzephalogramm. Methode zur Messung von Hirnströmen.

Einstrahlungsfestigkeit: Elektrische Geräte werden so konstruiert, dass außerhalb bestimmter gesetzlich vorgeschriebener Abstände keine Störung durch andere Geräte auftritt. Für medizinische Geräte ist nach Norm DIN-EN 60601-1-2 eine elektromagnetische Verträglichkeit (Einstrahlungsfestigkeit) von 3 V/m vorgesehen, für lebenserhaltende Medizingeräte von 10 V/m. Der empfohlene Abstand zwischen einem Handy und einem nicht lebenserhaltenden Gerät beträgt mindestens drei Meter.

EMF: Elektromagnetische Felder.

Emission: Im Bereich des Mobilfunks wird unter Emission die Aussendung von Funkwellen bzw. elektromagnetischen Feldern verstanden.

EMV-Gesetz: Deutsches EMV-Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit (Störfestigkeit) von technischen Geräten vom 18.09.1998.

EMV-Richtlinien: EU-Richtlinien zur elektromagnetischen Verträglichkeit technischer Geräte 89/336/EWG vom 03.05.1989.

EMVU: Elektromagnetische Umweltverträglichkeit. Analysiert und bewertet die Einflüsse elektromagnetischer Felder auf die Umwelt und den Menschen.

Exposition: Das (beabsichtigte oder unbeabsichtigte) Ausgesetztsein eines Organismus oder seiner Teilstrukturen gegenüber externen Einflüssen (im Mobilfunk: elektromagnetischen Feldern).

Feldstärke: Maß für die Stärke des elektromagnetischen Feldes, wird in Volt pro Meter (elektrisches Feld) und in Ampere pro Meter (magnetisches Feld) gemessen.

FEMU-Datenbank: EMF-Datenbank des deutschen Forschungszentrums für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (FEMU) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen.

Freiwillige Selbstverpflichtung: Selbstverpflichtung der Netzbetreiber von 2001 gegenüber der Bundesregierung zur Umsetzung verschiedener Maßnahmen zur Verbesserung von Sicherheit sowie Verbraucher-, Umwelt- und Gesundheitsschutz.

Frequenz: Maß für die zeitliche Veränderung elektromagnetischer Felder, wird in Schwingung pro Sekunde (Hz) gemessen.

Frequenzspektrum: Die zur Verfügung stehende Frequenzbandbreite, die zur Übertragung von Daten genutzt wird. Im Allgemeinen gilt: Je größer das genutzte Spektrum, desto höher die erreichbare Datenrate, wenn die gleichen Übertragungstechnologien und -parameter verwendet werden.

Funkzelle: Jede Basisstation versorgt nur ein eng begrenztes Gebiet, die Funkzelle. Die aneinandergrenzenden Funkzellen bilden eine flächendeckende Netzstruktur.

Gepulste Signalform: Wird im D- und E-Netz verwendet. Hierbei werden die Sprach- und Datensignale in zeitlich gestaffelten Intervallen – den Zeitschlitzten – übertragen. Eine gepulste Welle wird in einem bestimmten Rhythmus an- und abgeschaltet.

GPRS: General Packet Radio Service. Mobilfunk-Technik, die vorhandene GSM-Netze effizienter nutzt und so eine deutlich schnellere Datenübertragung ermöglicht. Dabei wird die Datenübertragung automatisch an das Datenvolumen und das Datenaufkommen angepasst.

Grenzwert: Im Zusammenhang mit Mobilfunk und Gesundheit ein gesetzlich vorgeschriebener Wert, unterhalb dessen nach heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen keine gesundheitsrelevanten Effekte für den Menschen auftreten. Grenzwerte dienen dem Schutz der Gesundheit. Im Mobilfunk gibt es Basisgrenzwerte und abgeleitete Grenzwerte.

GSM: Global System for Mobile Communication. Internationaler Standard für den digitalen Mobilfunk, der es ermöglicht, über Ländergrenzen hinweg mobil zu telefonieren. Die Sendefrequenzen liegen bei 900 MHz und 1800 MHz.

HSDPA: High Speed Downlink Packet Access. Mobilfunk-Technik, welche die Übertragungsrate im UMTS-Netz steigert. Diese Weiterentwicklung von UMTS ermöglicht die Datenübertragung im Downlink mit einer realistischen Datenrate von bis zu 21,6 MBit/s.

HSPA+: Die Weiterentwicklung des HSDPA/HSPA-Standards ermöglicht Datenraten von bis zu 42,2 MBit/s im Downlink.

HSUPA: High Speed Uplink Packet Access erhöht die Übertragungsrate beim Uplink im UMTS-Netz und ermöglicht kürzere Latenzzeiten (Verzögerungszeiten).

Hotspot: Öffentlich zugängliche WLAN-Anlage für den drahtlosen Internetzugang. Hotspots gibt es zum Beispiel an Flughäfen und Bahnhöfen, in Hotels etc.

IARC: Internationale Agentur für Krebsforschung, ein Institut der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

KONTAKT

ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Internationale Kommission für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung).

Immission: Die Einwirkung von Faktoren, wie z. B. Lärm oder elektromagnetischen Feldern, auf den Organismus.

Ionisierend: Strahlen nennt man ionisierend, wenn sie eine Schädigung des Zellmaterials durch Ionisation hervorrufen können. Dabei werden Elektronen aus dem Molekülverband der Zelle entfernt und so die Zelle geschädigt. Physikalisch können nur elektromagnetische Felder mit Wellenlängen, kürzer als das UV-Licht, ionisierend wirken.

Ionisation: Prozess, bei dem aus einem Atom oder Molekül ein oder mehrere Elektronen entfernt werden. Ionisation kann durch sehr hohe Temperaturen, elektrische Felder, Strahlung und chemische Reaktionen verursacht werden.

Leistungsflussdichte: Maß für die Intensität des elektromagnetischen Feldes, wird in Watt pro Quadratmeter gemessen.

LTE: Long Term Evolution. Mobilfunk-Standard der vierten Generation und Weiterentwicklung von UMTS. LTE ermöglicht Datenübertragungsraten von bis zu 300 MBit/s im Downlink.

Modulation: Vorgang bei der Signalübertragung, mit der Informationen (z. B. Musik, Sprache, Daten) als Nutzsignal eine hochfrequente Trägerfrequenz verändern.

MIMO: Multiple-Input Multiple-Output ist eine Mehrfachantennentechnik, die bei LTE eingesetzt wird. Damit können die Datenrate sowie die Versorgungsqualität erhöht werden.

Network Slicing: Mit Network Slicing lassen sich auf einer gemeinsamen physischen Netzwerkinfrastruktur verschiedene virtuelle Netzwerke bereitstellen.

NGMN: Next Generation Mobile Networks ist ein Konsortium, in dem sich verschiedene Mobilfunk-Betreiber und -Ausrüster zusammengeschlossen haben, um die Entwicklung der nächsten Mobilfunk-Generationen voranzutreiben – beispielsweise LTE und 5G.

Nicht-ionisierende Strahlung: Umfasst alle Felder des elektromagnetischen Spektrums, die nicht genügend Energie besitzen, um eine Ionisation zu verursachen. Dies sind z. B. Radiowellen, Mikrowellen, Infrarotstrahlen und sichtbares Licht.

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing. Funkübertragungsverfahren, welches – z. B. bei LTE – das Frequenzspektrum in schmalbandige Unterkanäle aufteilt und darauf die Daten parallel überträgt. Damit können der Funkkanal optimal an die Signalausbreitungsbedingungen angepasst und die Übertragungskapazität gesteigert werden.

KONTAKT

Deutsche Telekom Technik GmbH • EMVU, Umwelt und Nachhaltigkeit • emvu@telekom.de • Stand: 12/2020

SAR: Spezifische Absorptionsrate. Diese ist ein Maß für die im Körper aufgenommene Energie elektromagnetischer Felder. Sie wird in Watt pro Kilogramm Körpergewicht ausgedrückt.

Small Cells: Kleinzellig aufgebautes Netz, das mit kleinen Sendern für zusätzliche Netzkapazität an Orten mit großem Bedarf sorgt.

SSK: Deutsche Strahlenschutzkommission; berät das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) in allen Fragen des Strahlenschutzes.

Standortbescheinigung: Genehmigung der Bundesnetzagentur für die Errichtung einer Basisstation. Das Verfahren ist in der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV) geregelt.

Störfestigkeit: Maß für die Beeinflussung eines Systems durch elektromagnetische Felder (siehe auch Einstrahlungsfestigkeit).

TDD: „Time Division Duplex“. Bei der zeitversetzten Duplex-Übertragung werden für den Uplink und den Downlink die gleiche Frequenz benutzt.

Thermische Effekte: Effekte elektromagnetischer Felder, die eine Temperaturerhöhung im Körper bewirken.

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System, Mobilfunkstandard der dritten Generation. Mit UMTS können höhere Datenübertragungsraten als im GSM-Netz erreicht werden. Sprache, Texte, Daten, Musik und Videos lassen sich mit UMTS versenden und empfangen.

Uplink: Ist die Funkverbindung vom mobilen Endgerät (z. B. Handy oder Smartphone) zur Basisstation.

Verbändevereinbarung: Vereinbarung der kommunalen Spitzenverbände – Deutscher Städtetag, Deutscher Landkreistag und Deutscher Städte- und Gemeindebund – mit den Netzbetreibern aus dem Jahr 2001, das die Mitsprache der Kommunen beim Ausbau der Mobilfunknetze regelt.

Weißer Flecken: Als „weiße Flecken“ werden Gebiete (z. B. Städte und Gemeinden) bezeichnet, welche die Bundesländer gegenüber der Bundesnetzagentur als nicht ausreichend – weder durch Festnetz noch durch Mobilfunk – mit Breitband-Internet versorgt benannt haben. Diese Gebiete liegen meist im ländlichen Raum, ihr Ausbau wird im Telekom Projekt „Mehr Breitband für Deutschland“ vorangetrieben.

WLAN: Wireless Local Area Network ist ein Funkstandard für die drahtlose Datenübertragung in einem kleinräumigen lokalen Funknetz. Zu einem WLAN gehört zum einen ein Zugangspunkt, der WLAN-Router. Er stellt die Verbindung mit dem Internet her. Zum anderen wird ein WLAN-fähiges Gerät, z. B. ein Laptop mit WLAN-Adapter oder Smartphone, benötigt.

WHO: World Health Organization/Weltgesundheitsorganisation.

Wissenschaftlicher Nachweis: Ein Effekt gilt erst dann als wissenschaftlich nachgewiesen, wenn er in mehreren Experimenten durch verschiedene voneinander unabhängige Forschergruppen wiederholt und bestätigt werden konnte. Die SSK spricht vom wissenschaftlichen Nachweis, „wenn wissenschaftliche Studien voneinander unabhängiger Forschungsgruppen diesen Zusammenhang reproduzierbar zeigen und das wissenschaftliche Gesamtbild das Vorliegen eines kausalen Zusammenhangs stützt“.

Zeitschlitz: Fest zugeordneter Zeitabschnitt innerhalb eines Übertragungsrahmens. Im GSM-Netz werden Sprach- und Datensignale als Datenpakete in regelmäßigen Zeitabständen – den sogenannten Zeitschlitzten – gesendet.

Masse und Definitionen

Die Frequenz gibt an, wie oft eine elektromagnetische Welle pro Sekunde hin- und herschwingt. Sie wird in Hertz (Hz) gemessen:

1 Hz entspricht 1 Schwingung pro Sekunde

1 MHz entspricht 1 Million Hertz

1 GHz entspricht 1.000 Millionen Hertz

Feldstärke ist ein Maß für die Stärke des elektromagnetischen Feldes. Sie wird in Volt pro Meter (elektrisches Feld) und Ampere pro Meter (magnetisches Feld) gemessen:

V/m Die Stärke eines elektrischen Feldes wird in Volt pro Meter angegeben.

A/m Die Stärke eines magnetischen Feldes wird in Ampere pro Meter angegeben.

Die Intensität eines elektromagnetischen Feldes lässt sich durch die Leistungsflussdichte beschreiben. Sie entspricht dem Produkt aus der elektrischen und der magnetischen Feldstärke und wird in Watt pro Quadratmeter oder in Milliwatt pro Quadratcentimeter angegeben:

$$1 \text{ W/m}^2 = 0,1 \text{ mW/cm}^2$$

Die „Spezifische Absorptionsrate“ (SAR) ist ein Maß für die Energie der vom Körper aufgenommenen elektromagnetischen Felder. Sie wird in Watt pro Kilogramm Körpergewicht ausgedrückt: **W/kg**

OFFIZIELLE INSTITUTIONEN

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Tel.: 01888 333 1130

Fax: 01888 333 1150

E-Mail: ePost@bfs.de

www.bfs.de/DE/themen/emf/emf_node.html

Kompetenzzentrum Elektromagnetische Felder

https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/kompetenzzentrum_node.html

Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm (DFM)

www.emf-forschungsprogramm.de

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

Arbeitsgruppe Presse, Öffentlichkeitsarbeit, Neue Medien

Stresemannstraße 128 –130

10117 Berlin

Tel.: 030 18 305-0

Fax: 030 18 305-2044

E-Mail: service@bmub.bund.de

www.bmu.de

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA)

(Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, Reg TP)

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

Tel.: 0228 14-0

Fax: 0228 14-8872

www.bundesnetzagentur.de

Die EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur und die Ergebnisse der EMVU-Messaktionen können im Internet abgerufen werden unter:

<http://emf3.bundesnetzagentur.de/karte.html>

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Invalidenstrasse 44

10115 Berlin

Tel: 030 18300-0

E-Mail: buergerinfo@bmwi-bund.de

www.bmvi.de

KONTAKT

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Scharnhorststr. 34–37
11019 Berlin
Tel.: 030 18 615 0
Fax: 030 18 615 7010
E-Mail: kontakt@bmwi.bund.de
www.bmwi.de

Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP)

Bundesamt für Strahlenschutz / Institut für Strahlenhygiene
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim
Tel.: 089 31603 2156
Fax: 089 31603 2155
E-Mail: info@icnirp.org
www.icnirp.org

SCENIHR: Wissenschaftlicher Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ der EU

SCENIHR ist ein unabhängiger wissenschaftliches Beratungsgremium der Europäischen Union:
http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/index_de.htm

EMF-Informationen der EU unter:

https://ec.europa.eu/health/archive/ph_determinants/environment/emf/brochure_en.pdf

Strahlenschutzkommission (SSK)

Geschäftsstelle beim Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 12 06 29
53048 Bonn
Fax: 0228 676–459
www.ssk.de

Die SSK berät das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) in allen Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierenden und nicht-ionisierenden Strahlen. Publikationen der SSK zum Mobilfunk, verschiedene Empfehlungen und Stellungnahmen zu EMF unter:

www.ssk.de/DE/Beratungsergebnisse/Elektromagnetische-Felder/elektromagnetischefelder_node.html

Weltgesundheitsorganisation (WHO) (EMF-Projekt)

Radiation and Environmental Health
Department of Public Health and Environment
World Health Organization
20 Avenue Appia
CH-1211 Geneva 27, Switzerland
Tel.: +41 22791–1111
Fax: +41 22791–4123
www.who.int/

Die Weltgesundheitsorganisation führt das EMF-Forschungsprojekt durch und stellt umfassendes Informationsmaterial zur Verfügung:

https://www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab_1

Electromagnetic fields and public health: mobile telephones and their base stations (WHO Fact Sheet 193, Oktober 2014)
www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/

www.who.int/peh-emf/publications/facts/FS193_German_Aug2015.pdf?ua=1

FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN**Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (FEMU) an der RWTH Aachen**

Pauwelstraße 20
52074 Aachen
Tel.: 0241 87007
Fax: 0241 8082636
E-Mail: info@femu.rwth.aachen.de
www.femu.rwth-aachen.de

Einen Überblick über den aktuellen Wissensstand zu den biologischen Wirkungen von EMF bietet FEMU in Form einer Datenbank unter: www.emf-portal.de

FORSCHUNG AUF INTERNATIONALER EBENE

COSMOS Studie
www.ukcosmos.org/

MOBIKIDS Studie
www.crealradiation.com

Stiftung Risiko Dialog
Technoparkstrasse 2
CH- 8406 Winterthur
Tel.: +41 (0)52 551 10 01
Fax: +41 (0)52 551 10 09
E-Mail: info@risiko-dialog.ch
www.risiko-dialog.ch/



WEITERE INFORMATIONSQUELLEN

Informationszentrum Mobilfunk

E-Mail: info@informationszentrum-mobilfunk.de

www.informationszentrum-mobilfunk.de

Forum Mobilkommunikation (FMK)

Mariahilfer Straße 37 - 39

A-1060 Wien

Tel.: +43 (01) 588 39 - 14 DW

Fax: +43 (01) 586 69 71

E-Mail: office@fmk.at

www.fmk.at

Deutschland spricht über 5G

Dialogkampagne der Bundesregierung

www.deutschland-spricht-ueber-5g.de/

Deutsche Telekom

Informationen zu Mobilfunk und Gesundheit

Videolink

www.telekom.com/mobilfunk-und-gesundheit

IMPRESSUM UND BILDQUELLEN

Deutsche Telekom Technik GmbH

EMVU, Umwelt und Nachhaltigkeit

Postfach 10 00 04

64276 Darmstadt

emvu@telekom.de

www.telekom.com/mobilfunk-und-gesundheit

Redaktion: EMVU, Umwelt und Nachhaltigkeit,
Deutsche Telekom Technik GmbH

Gestaltung: RedOrange GmbH

Fotos: Adobe Stock | DASY5 near-field scanner for RF design: Schmid & Partner Engineering AG, Zurich, Schweiz
Schweiz | Deutsche Funkturm GmbH (Titelmotiv) | Deutsche Telekom AG; F. Aumüller, F. Fischer, P. Hiltmann, T. Lammeyer, Powermind | digitalstock.com; apops, Kurhan, fotolia.com; digitalskillet, Zemdega | iStockphoto; Wolfgang Reiher | Peter Fenyvesi | ZMF; DesignRitter | photocase.com | R. Cimpeanu, RedOrange GmbH



Diese Broschüre ist gedruckt auf 100 % Recyclingpapier, zertifiziert mit dem Blauen Engel (RAL-UZ 14a).



Wir verwerten Ihr gebrauchtes Handy: Sicher, kostenlos und nachhaltig

Die Deutsche Telekom unterstützt Sie beim Recycling oder bei der nachhaltigen Weiternutzung von gebrauchten Handys und Smartphones. Geben Sie dafür alte Handys einfach in unseren Telekom Shops ab, senden Sie uns diese kostenlos zu oder registrieren Sie sich im Handysammelcenter. So stellen Sie sicher, dass Schadstoffe umweltfreundlich entsorgt, Wertstoffe wie Edelmetalle recycelt und noch funktionsfähige Geräte zur Weiterverwendung weitergeleitet werden. Mit den Erlösen aus der Vermarktung und dem Recycling werden Projekte im Natur- und Umweltschutz sowie soziale Projekte der Kooperationspartner des Handysammelcenters unterstützt. Nähere Informationen zu den Projekten der Kooperationspartner unter www.handysammelcenter.de

Übrigens: Das gemeinsame Rücknahmesystem für Mobiltelefone von Deutscher Telekom & Teqcycle wurde mit dem staatlichen Umweltzeichen Blauer Engel ausgezeichnet. Dies bestätigt die Bedeutung der Handyrücknahme für Umweltschutz und Nachhaltigkeit.



www.blauer-engel.de/uz209