



Mobilfunk und Gesundheit

Fakten und Informationen zu
Technik, Forschung und Sicherheit.



Connecting
your world.

VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser,



Abdurazak Mudesir
Geschäftsführer Technologie,
Telekom Deutschland GmbH

für viele Menschen ist es selbstverständlich geworden, überall mobil zu telefonieren und ständig online verbunden zu sein. Die Möglichkeiten, die uns die Digitalisierung bietet, entwickeln sich ständig weiter und verändern unseren Alltag.

Um unseren Kundinnen und 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. Im Jahr 2024 versorgen wir 98% der Haushalte mit 5G. Bis Ende des Jahres 2025 werden wir 99 % der Haushalte 5G anbieten können.

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 Fachgremien, 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 über 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 und 2023 haben wir die freiwilligen Vereinbarungen mit den kommunalen Spitzenverbänden und der Bundesregierung fortgeschrieben und 2024 das aktuelle Gutachten zur freiwilligen Selbstverpflichtung dem Bundesumweltministerium übergeben.

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

Ihr Abdurazak Mudesir

UNSER STANDPUNKT

Die Einhaltung geltender Sicherheitsstandards und Grenzwerte gewährleistet eine sichere Nutzung des Mobilfunks. Diese Standards basieren auf aktuellen Erkenntnissen unabhängiger nationaler und internationaler Expertinnen und 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, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) 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 die

Informationen zu Mobilfunk und Gesundheit. So können Kundinnen und Kunden beim Kauf eines Handys oder Smartphones den SAR-Wert in ihre Kaufentscheidung einbeziehen. Wir ergänzen dieses Angebot durch Broschüren, Online-Angebote und eine Info-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.

ORIENTIERUNG AN WISSENSCHAFTLICHEN FAKTEN

In den letzten Jahrzehnten wurde die Wirkung elektromagnetischer Felder intensiv untersucht. Die Mobilfunk-Standards und die Übertragungstechniken werden ständig weiterentwickelt. Auch die Methoden und Möglichkeiten der Wissenschaft werden immer weiter verbessert. 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 Studien zu 5G und zu neuen Antennen in höheren Frequenzbereichen.

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



Dort, wo sich viele Handy-Nutzerinnen und -Nutzer befinden, ist eine entsprechend große Zahl von Basisstationen erforderlich. Kleine Funkzellen (Dachstandorte) 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 der Daten zwischen den Basisstationen sowie zwischen Basisstation und Festnetz erfolgt in der Regel über Glasfaserkabel und 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 Nutzungsintensität unterschiedlich groß. Ihr Durchmesser beträgt in den Städten zwischen 200 Metern und ca. 3 Kilometern. In ländlichen Gebieten ist er in der Regel zwischen 3 und 6 Kilometern groß. Da die meisten Menschen innerhalb von Städten und Gemeinden telefonieren, sind dort besonders viele Stationen errichtet worden.

Erklärvideos zur Funktionsweise des Mobilfunknetzes finden Sie auf dem YouTube-Kanal des Informationszentrums Mobilfunk unter <https://www.youtube.com/channel/UCNTgyZ2VlvloMffNa7iKL5A>

Insgesamt nutzen die Mobilfunk-Netzbetreiber Ende 2023 rund 89.000 Mobilfunkstandorte mit mehreren Antennen. Die Deutsche Telekom nutzt aktuell ca. 36.000 Mobilfunkstandorte. Damit ermöglicht sie ihren Kundinnen und Kunden eine hervorragende Mobilfunkversorgung, wie unabhängige Netztests bestätigen.
(Quelle: Bundesnetzagentur, Jahresbericht Telekommunikation 2023; Deutsche Telekom)

HANDYS REGELN IHRE SENDELEISTUNG AUTOMATISCH

Im Mobilfunk passen die mobilen 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

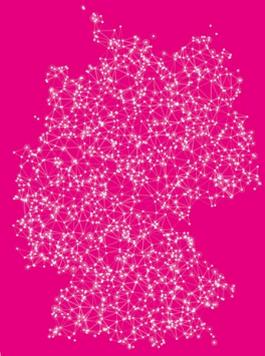
Sender	Sendeleistung
Basisstation GSM	bis 16 Watt
Basisstation UMTS*	bis 20 Watt
Basisstation LTE	bis 40 Watt
Basisstation 5G**	60 - 80 Watt
Handys	bis 2 Watt
WLAN 2,4 GHz	bis 0,1 Watt EIRP
WLAN 5 GHz	bis 1 Watt EIRP
WLAN 6 GHz	bis 0,2 Watt EIRP
Rundfunk- und Fernsehsender	bis 500.000 Watt

* Wurde am 30. Juni 2021 abgeschaltet.
** Berücksichtigt den statistischen Anteil des Beamforming und des TDD (Time Division Duplex). Bei der zeitversetzten Duplex-Übertragung wird für den Uplink und den Downlink die gleiche Frequenz benutzt.



KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 2



Was sind elektromagnetische Felder?

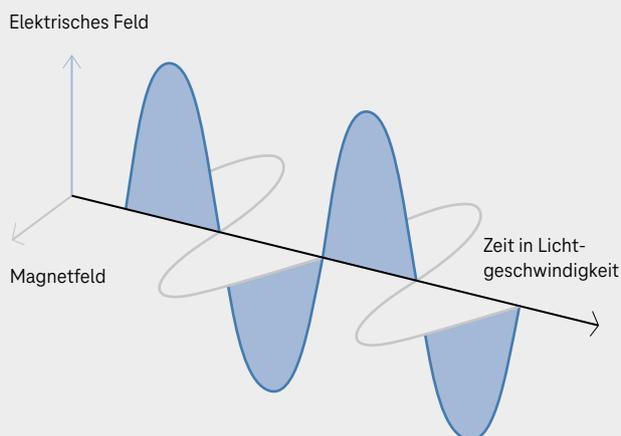
ELEKTROMAGNETISCHE FELDER – DIE BASIS DES MOBILFUNKS

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)

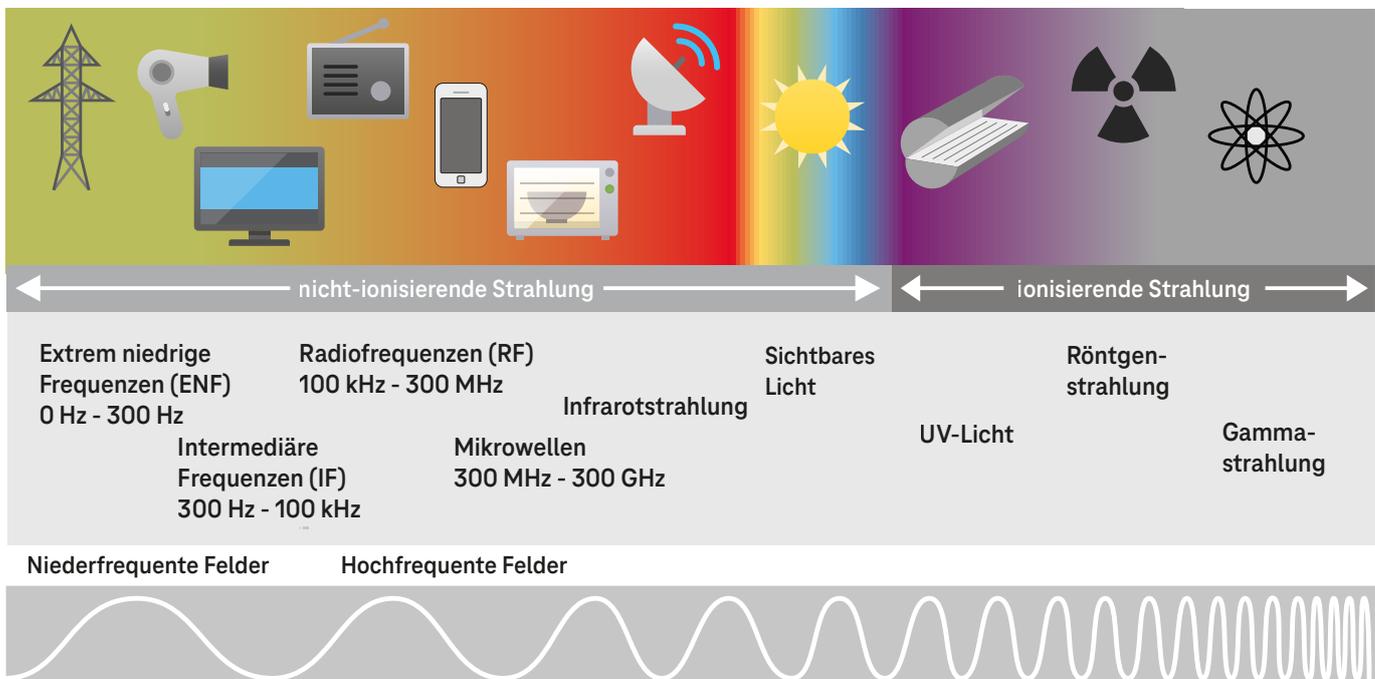
FUNKWELLEN – INFORMATIONSTRÄGER FÜR RADIO, FERNSEHEN UND MOBILFUNK

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** (1 GHz = 1.000.000.000 Hz) angegeben.

Alle elektromagnetischen Felder unterhalb der Frequenz des UV-Lichts 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.

DAS ELEKTROMAGNETISCHE SPEKTRUM



Hochfrequente elektromagnetische Felder sind unverzichtbares Trägermedium des Mobilfunks.

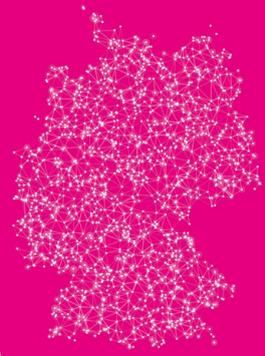
Die elektromagnetischen Felder, die Handys und Basisstationen aussenden, besitzen einige typische Eigenschaften:

- 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 dämpfen 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.

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 Mobilfunk-Generationen.

DER GSM-STANDARD (2G)

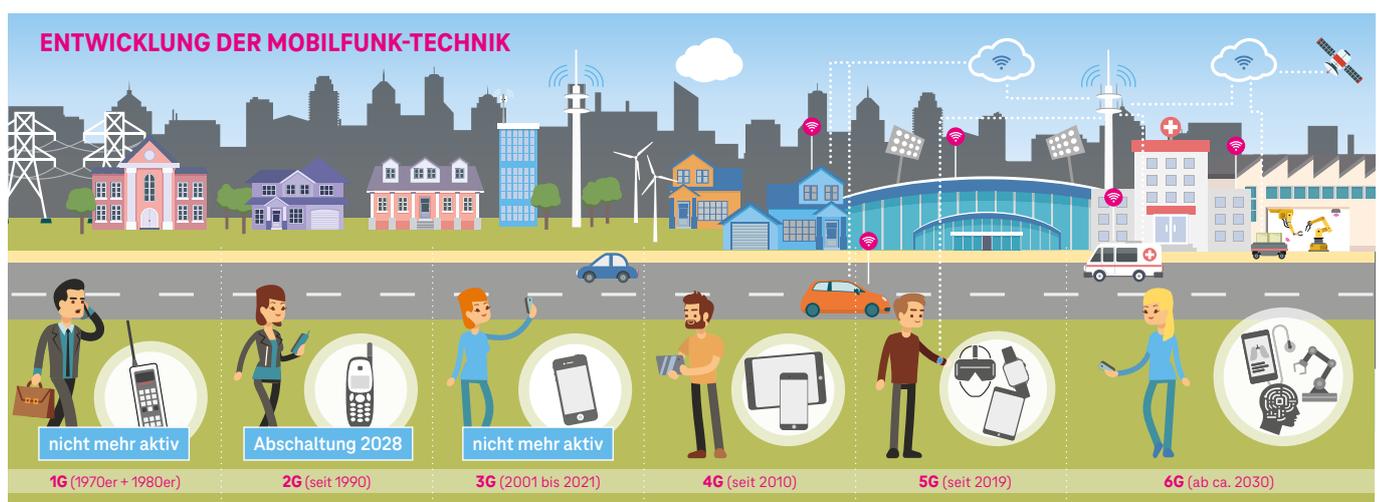
GSM (Global System for Mobile Communication) ist die Netztechnik, die es in den 1990er-Jahren erstmals ermöglichte, auch über Ländergrenzen hinweg mobil zu telefonieren. Die Struktur der Signale und der Ablauf des Datenaustausches in den GSM-Netzen sind weltweit im GSM-Standard festgelegt. GSM verwendet ein digitales Übertragungsverfahren. Digitale Verfahren bieten eine bessere Sprachqualität, sind weniger stör anfällig und eignen sich besonders für die Datenübertragung. Das 2G-Netz hat eine Bevölkerungsabdeckung von mehr als 99 Prozent. Die Telekom hat angekündigt, das 2G-Netz im Jahr 2028 abzuschalten und die freiwerdenden Frequenzen zukünftig für 4G und 5G zu nutzen, um besonders in ländlichen Bereichen das Netz durch schnellere Datenübertragung zu verbessern.

DER UMTS-STANDARD (3G)

Die Deutsche Telekom hat am 30. Juni 2021 ihr UMTS-Netz abgeschaltet. Die frei gewordenen Frequenzen setzt die Telekom nun für die wesentlich leistungsfähigeren Technologien 4G und 5G ein. So haben Nutzerinnen und Nutzer mehr Kapazität und mehr Geschwindigkeit beim mobilen Surfen.

WEITERE INFOS ZU:

LTE (4G) >>> SIEHE SEITE 10
5G >>> SIEHE SEITE 12



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

STÄNDIGE WEITERENTWICKLUNG DES NETZES

5G ist die aktuelle Generation im Mobilfunk. Sie schafft die Grundlage für innovative digitale Anwendungen, beispielsweise zur besseren Versorgung in medizinischen Notfällen oder zur Vernetzung von Maschinen in der Industrie sowie 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-Mobilfunk-Stationen in den Regelbetrieb gehen. Seither baut sie das 5G-Netz kontinuierlich aus. Im Jahr 2024 versorgt die Telekom 98 % der Bevölkerung in Deutschland mit 5G. Damit ist 5G im Netz der Telekom Normalität.

Auf dem schnellen 3,6-Gigahertz-Band ist 5G zu Jahresende 2024 bundesweit über 12.840 Antennen verfügbar. Die Telekom hat außerdem alle 5G-Sendestandorte auch mit 5G-Standalone (5G-SA) aufgerüstet. Sie sind parallel sowohl an das bereits bestehende Kernnetz sowie an das neue 5G-SA Kernnetz angebunden. Spezielle Tarife nutzen bereits 5G-SA. Diese Technologie bildet die nächste Stufe von 5G. Sie ermöglicht eine minimale Reaktionszeit von unter 10 Millisekunden und Innovationen wie Network Slicing.

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

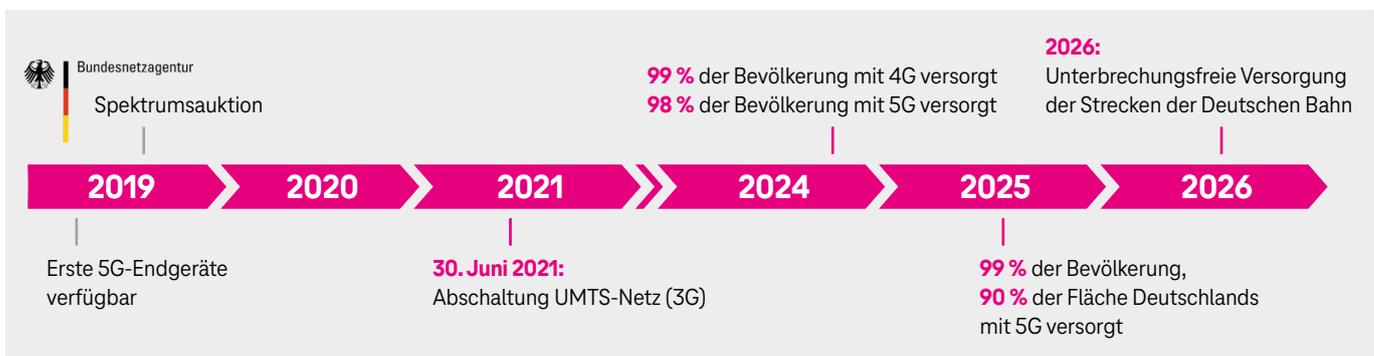
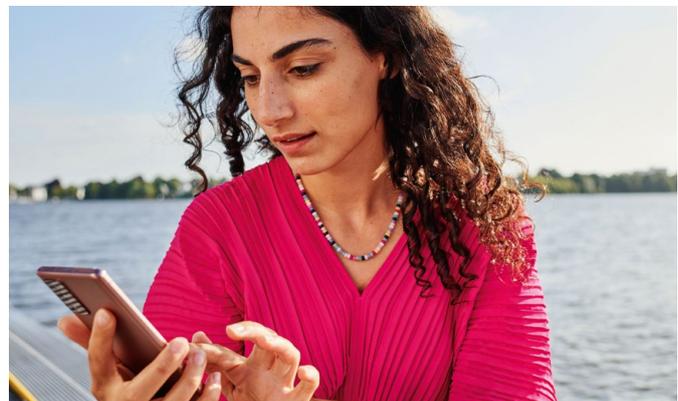
Auch entlang der Bahnstrecken sollen die Qualität und die Leistungsfähigkeit des Mobilfunks weiter steigen. Ziel ist es, dass Fahrgäste bis 2026 auf allen Strecken ohne Unterbrechung im Netz der Telekom telefonieren und surfen können.

STRATEGIEN GEGEN „WEISSE“ UND „GRAUE“ FLECKEN

Im Zusammenhang mit dem Ausbau von 5G und 4G wird auch intensiv an der Beseitigung von „grauen und weißen Flecken“ gearbeitet. Im Gegensatz zu den „weißen Flecken“, in denen überhaupt keine Mobilfunkversorgung vorhanden ist, bezeichnet der Begriff „graue Flecken“ Regionen, in denen nicht alle Netzbetreiber LTE oder 5G anbieten können. Die Telekom hat mit den anderen Netzbetreibern entsprechende Vereinbarungen zu verschiedenen Formen des Network Sharing getroffen.

Häufig hat so eine Situation wirtschaftliche Hintergründe – es handelt sich in der Regel um dünn besiedelte Gebiete oder Verkehrswege, wo es für die Netzbetreiber schwierig ist, Ausbaumaßnahmen über die dort stattfindende Nutzung zu refinanzieren. Aus technischer Sicht gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, wie in solchen Arealen doch noch eine Erweiterung der Versorgung ermöglicht werden kann. Die rechtlichen Rahmenbedingungen und Verpflichtungen werden dabei vom zuständigen Regulierer vorgegeben, hierzulande also von der Bundesnetzagentur und gegebenenfalls dem Bundeskartellamt.

Das Zugangsnetz dient der Funkanbindung der einzelnen Mobilfunkkunden an das in mehreren Hierarchieebenen strukturierte Kernnetz. Wichtig ist, dass nur das Zugangsnetz beim Network Sharing geteilt wird, das Kernnetz aber getrennt bleibt. Daher erscheint auf dem Smartphone jeweils der Netzwerkcode des Kernnetz-Betreibers – unabhängig von eventuellen Sharing-Modellen sieht also jede Kundin und jeder Kunde immer die Netzwerk-Kennung ihres bzw. seines Anbieters.



KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 4



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

Der mobile Datenverkehr nimmt stetig zu, das Datenvolumen wächst.

HÖHERE ÜBERTRAGUNGSRATE, GRÖßERES DATENVOLUMEN

Seit 2013 hat sich das Volumen der übertragenen Daten in Deutschland um das 34-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. Mit der erstmaligen Nutzung der Mehrantennen-Technik (engl. Multiple Input Multiple Output, MIMO) erlaubt dieser Standard eine deutlich höhere Übertragungsrate. Die Mehrantennen-Systeme ermöglichen die Nutzung mehrerer Sende- und Empfangsantennen und erlauben dabei eine Aufteilung des Datenstroms.

DER LTE-STANDARD (4G)

Den Kern der LTE-Technologie bildet ein verbessertes Übertragungsverfahren, das den verfügbaren Frequenzbereich besonders effizient nutzt. Außerdem verwendet LTE durchgängig das Internet-Protokoll (IP). So wird die Anforderung erfüllt, für alle Dienste eine gemeinsame Übertragungsgrundlage oder „Sprache“ zu nutzen. Die Daten können einfacher und schneller transportiert werden.

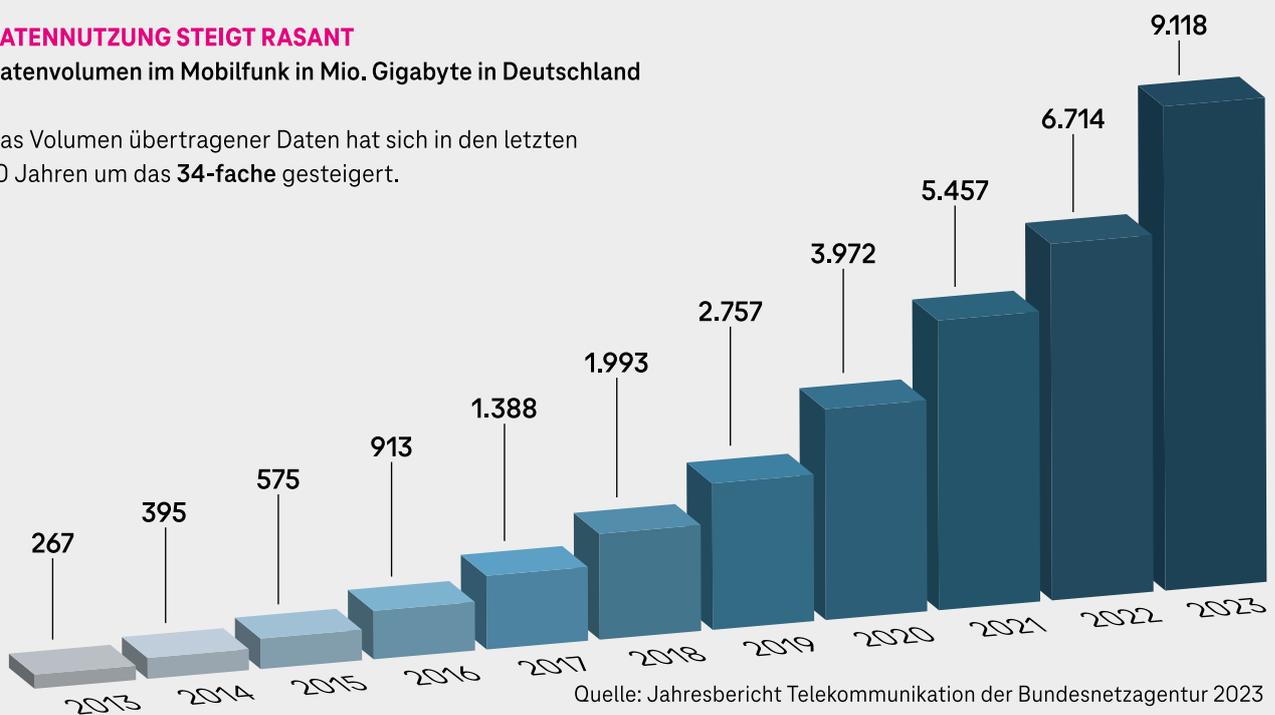
LTE-FUNKÜBERTRAGUNGSVERFAHREN

LTE nutzt ein anderes Funkübertragungsverfahren als GSM und UMTS. So kann innerhalb von nur einer Millisekunde sehr schnell

DATENNUTZUNG STEIGT RASANT

Datenvolumen im Mobilfunk in Mio. Gigabyte in Deutschland

Das Volumen übertragener Daten hat sich in den letzten 10 Jahren um das **34-fache** gesteigert.



und flexibel auf veränderte Nutzungsanforderungen reagiert werden. Dadurch steigt die Übertragungskapazität. LTE behält bewährte technische Eigenschaften bei. Es werden überwiegend vorhandene Standorte genutzt.

LTE – ZENTRALER BAUSTEIN DER BREITBANDSTRATEGIE

Mit Datenraten wie bei DSL wurde LTE 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.



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

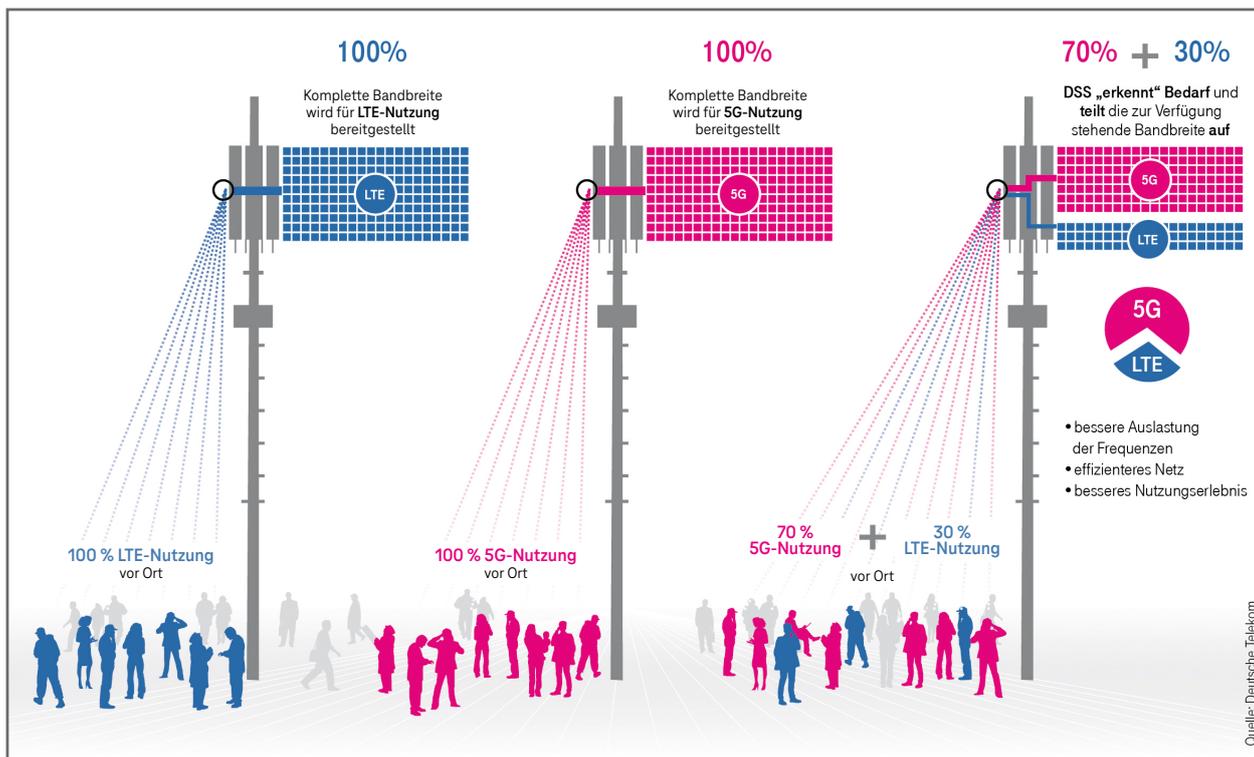
Die Telekom baut ihr Mobilfunknetz sowohl bedarfsgerecht als auch in hoher Qualität aus. Regelmäßig wird das Mobilfunknetz der Telekom in Netztests für seine sehr gute Qualität ausgezeichnet. Ziel ist es, möglichst vielen Menschen Zugang zum schnellen Internet zu eröffnen.

LTE UND 5G AUF DEMSELBEN FREQUENZBEREICH

Das Dynamic Spectrum Sharing (kurz DSS) ermöglicht erstmals die parallele Nutzung von 5G und LTE im gleichen Frequenzband. Diese Technologie, die die Telekom seit 2020 in ihrem Mobilfunknetz einsetzt, ermittelt den Bedarf für 5G und LTE in Echtzeit, je nach Anforderung der Nutzerinnen und Nutzer. Abhängig davon, welches Endgerät und welcher Vertrag genutzt wird, passt sich das Netz an die Anforderungen und entsprechende Übertragungsqualität an. Durch das Dynamic Spectrum Sharing wird innerhalb von Millisekunden entschieden, welcher Mobilfunkstandard genutzt wird. Die knappen vorhandenen Frequenzen werden so besser ausgelastet und das Netz in der Summe wesentlich effizienter. Dies führt bei Mobilfunk-Anwenderinnen und -Anwendern zu einem noch besseren Nutzungserlebnis.

Die durch die Abschaltung von UMTS (siehe Seite 8) freigegebenen Frequenzen werden für das Dynamic Spectrum Sharing eingesetzt.

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



KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA TECHNIK 5



Was ist 5G?

Viele Anwendungen, 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 ist. 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 Personen 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

Aus technischer Sicht unterscheidet man 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 Datendurchsatz 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.

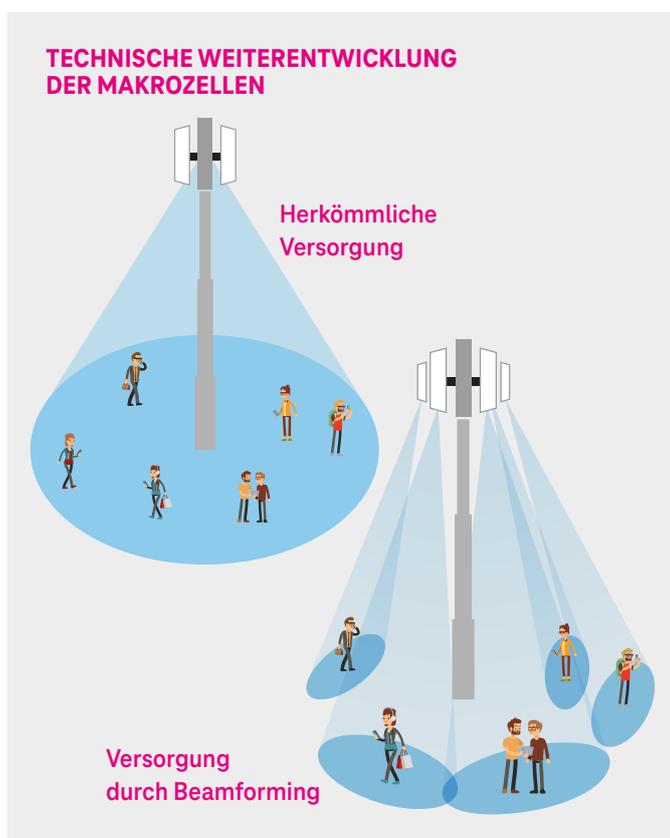
5G FÜR KOMMUNIKATION ZWISCHEN MASCHINEN (M2M)

Die Vernetzung von Märkten, Branchen, Industrien und der Gesellschaft wird sich weiter verändern. Neben der Verbindung von Menschen geht es auch um die Vernetzung von Dingen und Maschinen. 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. Fachkreise rechnen 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.

Mehr Informationen über 5G finden Sie unter:
<https://www.telekom.de/unterwegs/was-ist-5g>

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 bis zu 1 Millisekunde 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 (**m**assive **M**ultiple **I**nput **M**ultiple **O**utput/**m**MIMO) zum Einsatz. Die Leistung der 5G-Netze kann mit diesen großen Mehrantennensystemen nochmals deutlich gesteigert werden. Die Netzwerke sowie die Nutzerinnen und Nutzer profitieren von höheren Datenraten und einer verbesserten Zuverlässigkeit. Die Technologie baut aktuell auf 4G auf und kann in bestehende Netze eingebunden werden. Standorte mit 32 x 32 bzw. 64 x 64 Sende- und Empfangseinheiten sind bereits in Betrieb.

KONTAKT

Deutsche Telekom Technik GmbH • EMVU, Nachhaltigkeit und Kommunen • emvu@telekom.de • Stand: 01/2025

SMALL CELLS

Kleinzellen – auch Small Cells genannt – werden vor allem dazu verwendet, die Kapazität des Mobilfunknetzes in räumlich begrenzten Bereichen bis zu 200 Metern zu erhöhen und ergänzen damit die Mobilfunkversorgung. Small Cells können die bestehenden Dachstandorte und Antennenträger nicht ersetzen.

Small Cells kommen meist an Orten mit hohem Publikumsverkehr zum Einsatz. Dies können stark frequentierte Orte, wie Bahnhöfe, Einkaufszentren oder Bürogemeinden und Werksgebiete sein.

Weil Small Cells nur kleine Bereiche versorgen und somit näher an den Nutzerinnen und Nutzern sind, kann ihre Sendeleistung optimal geregelt werden. In der Regel arbeiten Small Cells mit einer niedrigen Sendeleistung von weniger als 10 Watt EIRP. Die EIRP (equivalent isotropic radiated power) ist keine real vorkommende Leistung, sondern eine Rechengröße, um die Richtwirkung einer Antenne auszudrücken. Entsprechend den gesetzlichen Vorgaben benötigen Kleinzellen-Standorte mit kleiner 10 Watt Sendeleistung keine Standortbescheinigung der Bundesnetzagentur (BNetzA). Wegen ihrer geringen Sendeleistung gilt ein vereinfachtes Verfahren. Dieses sieht vor, dass die Standorte vor Inbetriebnahme der BNetzA angezeigt werden.

Die kommunalen Spitzenverbände und die Mobilfunknetzbetreiber haben sich beim Ausbau von Kleinzellen-Standorten 2020 auf ein Beteiligungsverfahren zwischen Kommunen und Unternehmen verständigt. Die Telekom stimmt ihre Kleinzellen-Standorte gemäß diesen Vorgaben mit der jeweiligen Kommune ab. Mehr Informationen dazu unter:

<https://www.informationszentrum-mobilfunk.de/2021/01/15/mobilfunkvereinbarung-regelt-jetzt-auch-kleinzellenausbau/>

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 Anwender, da sie mit hohen Fertigungszahlen bei gleichzeitig großem Preis- und Qualitätsdruck konfrontiert sind und sich Wettbewerbsvorteile von einer Vernetzung mit einem 5G-Campusnetz versprechen.

VARIABLE AUSRICHTUNG AUF DIE ENDGERÄTE (BEAMFORMING)

Eine weitere technische Möglichkeit 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 der Nutzerinnen und Nutzer 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. Insgesamt findet eine geringere Streuung der Sendeleistung und zugleich eine geringere Immission bei Anwenderinnen und Anwendern statt, die gerade keinen Datenverkehr im Netz der Telekom erzeugen. Das trägt nicht zuletzt auch zur Effizienzsteigerung bei. Standorte mit Beamforming sind bei der Deutschen Telekom seit 2019 in Betrieb.

NACHHALTIGKEITSASPEKTE VON 5G

5G als Mobilfunkstandard bietet nicht nur hohe Datenübertragungsraten, sondern ist auch wesentlich energieeffizienter als seine Vorgänger. Eine Untersuchung der Universität Zürich und der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) aus 2020 kam zu dem Ergebnis, dass „das 5G-Netz im Jahr 2030 pro transportierter Einheit Daten rund 85 Prozent weniger Emissionen als das heutige Mobilfunknetz verursachen“ wird. Indirekte Einsparungen durch neue Nutzungsmöglichkeiten wie intelligente Stromnetze kommen noch zusätzlich hinzu. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-80918.html>

Auch das Umweltbundesamt kam in einer Studie zum Video-Streaming zum Ergebnis, dass große Datenmengen wie Videos per Mobilfunk mit 5G deutlich energieeffizienter übertragen werden als mit den vorhergehenden Generationen wie 3G oder 4G: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/video-streaming-art-der-daten-uebertragung>

Durch 5G kann es Mobilfunkbetreibern wie der Deutschen Telekom also gelingen, den Stromverbrauch und damit CO₂-Emissionen zu reduzieren, auch wenn die Mengen an übertragenen Daten stark ansteigen werden. Darüber hinaus betreibt die Telekom seit 2020 das „Grüne Netz“. Das bedeutet, dass der gesamte Strombedarf der Telekom Deutschland zu 100 % aus erneuerbaren Energien gedeckt wird. Dabei handelt es sich nicht nur um den Energieverbrauch des gesamten Netzes, sondern auch um jeglichen sonstigen Strombedarf des Unternehmens.

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 Fachkommissionen 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): „Wissenschaftlich diskutiert werden nach wie vor mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge nicht-thermischer Wirkungen unterhalb der Grenzwerte. Gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge nicht-thermischer Wirkungen im Bereich niedriger Intensitäten hochfrequenter Felder konnten allerdings bisher wissenschaftlich nicht belegt werden.“ https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-nachgewiesen/hff-nachgewiesen_node.html

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 ist sowohl für Mobilfunk-Nutzerinnen und -Nutzer wie auch für Anwohnerinnen und Anwohner von Basisstationen 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 44.500 wissenschaftliche Arbeiten und weitere relevante Veröffentlichungen (wie z. B. Gesetze, Empfehlungen und Richtlinien) erfasst. Davon befassen sich über 16.000 Studien ausschließlich mit Wirkungen hochfrequenter Felder, wie sie der Mobilfunk verwendet. www.emf-portal.de

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat in einer Stellungnahme von 2006 zur Sicherheit von Basisstationen folgende Feststellung getroffen: „Considering the very low exposure levels and research results collected to date, there is no convincing scientific evidence that the weak RF signals from base stations and wireless networks cause adverse health effects.“ <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/radiation-and-health/non-ionizing/wireless>

FORSCHUNG BESTÄTIGT GRENZWERTE

Basierend auf dieser umfassenden Wissensbasis bewerten verschiedene anerkannte Fachgremien kontinuierlich die Forschung zu Mobilfunk und Gesundheit. Übereinstimmend kommen alle diese Gremien 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>

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) bestätigte im Juni 2022 mit Hinweis auf das Mobilfunk-Forschungsprogramm die Grenzwerte ebenfalls: „Die Ergebnisse des DMF (Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms) 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>

Diese Bewertung deckt sich mit den aktuellen Stellungnahmen der Fachgremien für Strahlenschutz in Deutschland. In der Stellungnahme von März 2022 sieht die Strahlenschutzkommission keinen Änderungsbedarf bezüglich der Grenzwerte der Frequenzen bis 7 GHz [FR1]:

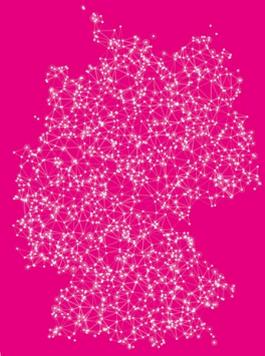
„Auf Basis des aktuellen Standes der Forschung bezüglich biologischer Wirkungen von Hochfrequenzimmissionen für die Frequenzbereiche im FR1 die derzeit für 2G, 3G und 4G und zukünftig vermehrt auch für den 5G-Mobilfunk verwendet werden, kann gefolgert werden, dass derzeit keine belastbaren Hinweise für gesundheitliche Risiken bei Expositionen von Personen unterhalb der in Deutschland gültigen Grenzwertvorgaben für Sendeanlagen und Endgeräte vorliegen.“

„Es besteht hierbei eine grundsätzliche Übereinstimmung mit den Schlussfolgerungen anderer internationaler Expertengremien, die in den letzten etwa zehn Jahren vergleichbare Bewertungen durchgeführt haben.“

https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2021/2021-12-10_Stgn_5G_Mobilfunk.html

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?

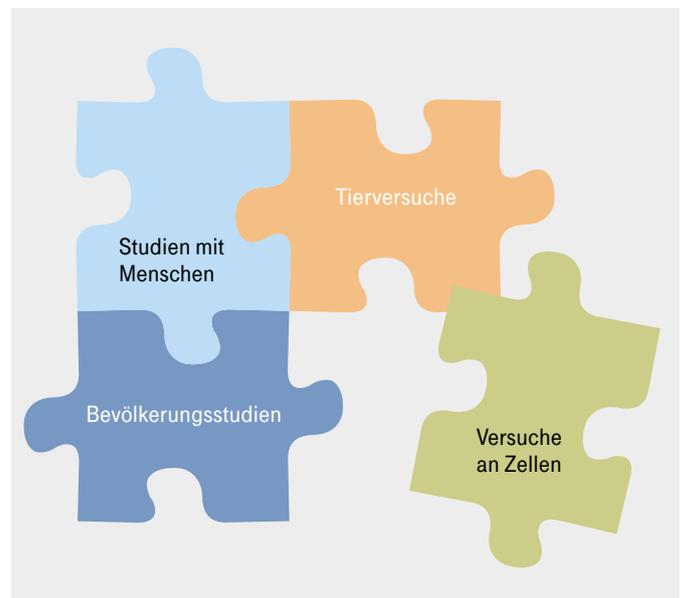
VIELFÄLTIGE FORSCHUNGSMETHODEN

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 IN FACHKREISEN

Weil sich auch Fachleute einmal irren und sich Fehler einschleichen können, funktioniert die wissenschaftliche Bewertung von Studien so, dass eine weitere Gruppe von Fachleuten eine Begutachtung und Überprüfung vornimmt. Etliche Staaten haben anerkannte Fachleute 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.“

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

Die Präsidentin des BfS, Inge Paulini, sagt: „Die neuen Studien sind die bisher umfassendsten Analysen zu drei von zehn zentralen Fragestellungen der WHO zu elektromagnetischen Feldern. Die Frage, ob Handynutzung bei Menschen das Risiko erhöht, an Krebs am Kopf zu erkranken oder unter kognitivem Leistungsabfall zu leiden, kann jetzt mit hoher Wahrscheinlichkeit mit Nein beantwortet werden.“

<https://www.bfs.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BfS/DE/2024/1015-who-studie-handynutzung.html>



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>

Zu Jahresbeginn 2022 wurden die Ergebnisse der internationalen MOBI-Kids-Studie veröffentlicht. Die MOBI-Kids-Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen Hirntumoren und der Nutzung von drahtlosen Telefonen bei Kindern und Jugendlichen in einer gemeinsamen Auswertung von Daten aus 14 Ländern. Mit fast 900 Kindern und Jugendlichen mit Hirntumoren und 1.900 Kindern und Jugendlichen ohne Hirntumorerkrankung handelt es sich um die bisher größte Studie zu Mobiltelefonnutzung und Hirntumoren in dieser Altersgruppe.

Das Bundesamt für Strahlenschutz stellt dazu fest: Die Ergebnisse der MOBI-Kids-Studie sprechen dafür, dass die Benutzung von Mobiltelefonen bzw. schnurlosen Telefonen das Risiko für Hirntumoren bei (Kindern und) Jugendlichen nicht erhöht.

<https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/berichte/berichte-mobilfunk/mobi-kids.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>

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 umfassenden Risikobewertung elektromagnetischer Felder aus dem Jahr 2015.

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

Die Neubewertung durch SCHEER (Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks) von 2022 bestätigt die Bewertungen von SCENIHR.

https://health.ec.europa.eu/index_de

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>

„Zum Teil ist das sehr belastend und die Symptome sind real. Wissenschaftliche Studien konnten bis heute aber einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Vorhandensein der Felder nicht nachweisen.“

<https://www.bfs.de/SharedDocs/Videos/BfS/DE/emf-stimmen-von-der-strasse-elektrosensibilitaet.html>

„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.“

https://www.bfs.de/DE/themen/emf/mobilfunk/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert_node.html

KONTAKT

Gehirnfunktionen, Herz-Kreislauf-Funktionen und Schlafverhalten:

„Einige Menschen schreiben Symptome wie Kopfweg, 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

„Die Vermutung, dass hochfrequente elektromagnetische Felder von Mobilfunkanlagen negative gesundheitliche Auswirkungen wie Schlafstörungen, Kopfschmerzen oder Krebserkrankungen haben könnten, sorgt dennoch immer wieder für Schlagzeilen. Bisher konnte nicht nachgewiesen werden, dass die Strahlung einer Mobilfunkanlage die Gesundheit beeinträchtigt.“

https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/emf/stko-mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile&v=11

Forschungsstand bezüglich 5G

Aus technischer und wissenschaftlicher Sicht sind die Unterschiede zwischen 4G und 5G recht klein. Die aktuell im 5G-Ausbau verwendeten Frequenzen liegen im bereits heute genutzten Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Auch die Art der Informationskodierung (Modulationsform) ist schon lange im Einsatz (WLAN, 4G). Die heutigen Forschungserkenntnisse haben also auch für 5G weitgehend Gültigkeit.

Laut Bundesamt für Strahlenschutz (BFS) sind die vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zu den Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den Menschen auch für den 5G-Standard grundsätzlich anwendbar.

Denn: Aus strahlenbiologischer Sicht sind für biologische Wirkungen die Intensität, die Frequenz und – möglicherweise – die Signal- bzw. Modulationsform der Strahlung relevant. Intensität und Frequenz werden von den Grenzwerten limitiert und sind auch für 5G bindend. Die Signalform ist fast identisch mit derjenigen von 4G und von WLAN, welche schon viele Jahre im Einsatz sind. Was zusätzlich zählt: 5G reduziert die Exposition der Menschen, weil der Standard effizienter ist. Dieselbe Datenmenge, die übermittelt werden soll, erfordert mit 5G eine wesentlich kürzere Expositionsdauer als mit 2G, 3G oder 4G. Weiterer Forschungsbedarf zeichnet sich u. a. für zukünftige 5G-Frequenzen im zweistelligen GHz-Bereich ab.

<https://www.bfs.de/DE/themen/emf/mobilfunk/basiswissen/5g/5g.html>

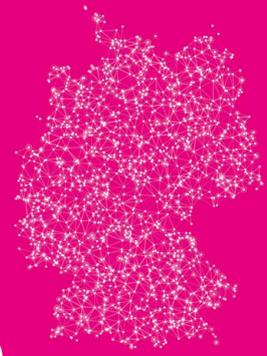


WIE ERFOLGT DIE PRÜFUNG VON STUDIEN?

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 Forschungsgruppen 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 Mobilfunkunternehmen unterstützten das Forschungsprogramm mit 8,5 Millionen Euro. www.emf-forschungsprogramm.de

Die Ergebnisse wurden 2008 veröffentlicht. Das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm sowie ergänzende Folgestudien konnten Kenntnislücken zu tatsächlichen Expositionen und möglichen Gesundheitsrisiken der Mobilfunktechnologie schließen und haben somit zu einer deutlichen Verringerung der zu Beginn des Programms vorliegenden wissenschaftlichen

Unsicherheiten geführt. Es wurden weder frühere Hinweise auf gesundheitsrelevante Wirkungen hochfrequenter Felder bestätigt, noch neue Hinweise gefunden.

<https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/forschung/mobilfunk/dmf.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 Mobilfunkunternehmen 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 weiteres Forschungsprogramm ins Leben gerufen, um Lösungen zur verständlichen Vermittlung von Informationen zu Mobilfunk und Gesundheit zu erarbeiten. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) leitete dieses Programm fachlich und administrativ. Die Mobilfunkunternehmen beteiligten sich auch hier finanziell mit der Hälfte des Budgets.

* Ab Dezember 2021: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)

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 wurde im Oktober 2021 in Cottbus feierlich eröffnet. Es 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. Weitere Informationen über die Aufgaben des Kompetenzzentrum EMF unter https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/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 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-Nutzerinnen und -Nutzern über 20 bis 30 Jahre hinweg beobachtet. Im Auftrag der WHO wird untersucht, ob Handynutzung zu einem verstärkten Auftreten von Krankheiten führt. Die Mobilfunkunternehmen unterstützen diese Bevölkerungsstudie durch die Bereitstellung objektiver Angaben zur Mobilfunk-Nutzung der Studienteilnehmenden. <https://www.ukcosmos.org/>

MOBI-KIDS

Die MOBI-Kids-Studie ist die weltweit größte Studie zu Mobiltelefonnutzung und Hirntumoren bei Kindern und Jugendlichen. Insgesamt wurden Daten aus 14 Ländern von fast 900 Kindern und Jugendlichen mit Hirntumoren und 1.900 Kindern und Jugendlichen ohne Hirntumoren ausgewertet. Insgesamt liefert die Studie keinen Beleg für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und Hirntumoren bei Kindern und Jugendlichen. Die Gesamtergebnisse sind Ende 2021 veröffentlicht worden: <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/berichte/berichte-mobilfunk/mobi-kids.html>

ORIENTIERUNG AN WISSENSCHAFTLICHEN FAKTEN

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 Expertinnen und Experten den regelmäßigen Austausch über den aktuellen Kenntnisstand mit wissenschaftlichen Institutionen und Forschenden. Zum anderen fördert die Deutsche Telekom Forschungsprojekte, um die Klärung offener wissenschaftlicher Fragen zum Thema Mobilfunk und Gesundheit voranzutreiben.

Aktuell arbeitet die Deutsche Telekom Technik mit dem Institut für Hochfrequenztechnik der RWTH Aachen an wissenschaftlichen Studien zu 5G und Antennen im höheren Frequenzbereich.



KONTAKT

AKTUELLE FORSCHUNGEN AUF EUROPÄISCHER EBENE

Mit dem Forschungsrahmenprogramm Horizon ermöglicht die EU eines der größten Förderprogramme für Forschung und Innovation weltweit. Folgende Projekte, die durch Horizon 2021 gefördert werden, erforschen über fünf Jahre verschiedene gesundheitsrelevante Aspekte von elektromagnetischen Feldern und bilden einen gemeinsamen Forschungsschwerpunkt (European Research Cluster on EMF and Health – CLUE-H), in dem über 70 Forschungsorganisationen aus Europa aktiv sind.



ETAIN (Exposure to Electromagnetic Fields and Planetary Health)

Das Forschungskonsortium wird von der Universität Utrecht, Niederlande koordiniert und wird untersuchen, ob es Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf die Gesundheit von Menschen und die Biodiversität gibt.

<https://www.etaiproject.eu/the-project>



GOLIAT (5G Exposure, Causal effects, and Risk perception through Citizen Engagement)

Schwerpunkt des Projekts, das von ISG Global aus Spanien koordiniert wird, ist es, die Exposition durch EMF zu quantifizieren und u.a. durch die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern geeignete Strategien zur Risikokommunikation zu entwickeln.

<http://www.projectgoliat.eu/>



NextGEM (Next Generation Integrated Sensing and Analytical System for Monitoring and Assessing Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure and Health)

Die Forschungen sollen die Wissensbasis zur EMF Exposition in verschiedenen Bereichen (Wohnumgebung, öffentliche und arbeitsplatzspezifische Umgebungen) erweitern. Das Ziel des Projekts ist es, gesunde Lebens- und Arbeitsbedingungen basierend auf einem sicheren EMF-Schutzkonzept zu ermöglichen. Die Projektkoordination hat die Stiftung für Forschung und Technologie (FORTH - Foundation for Research and Technology Hellas) aus Griechenland übernommen.

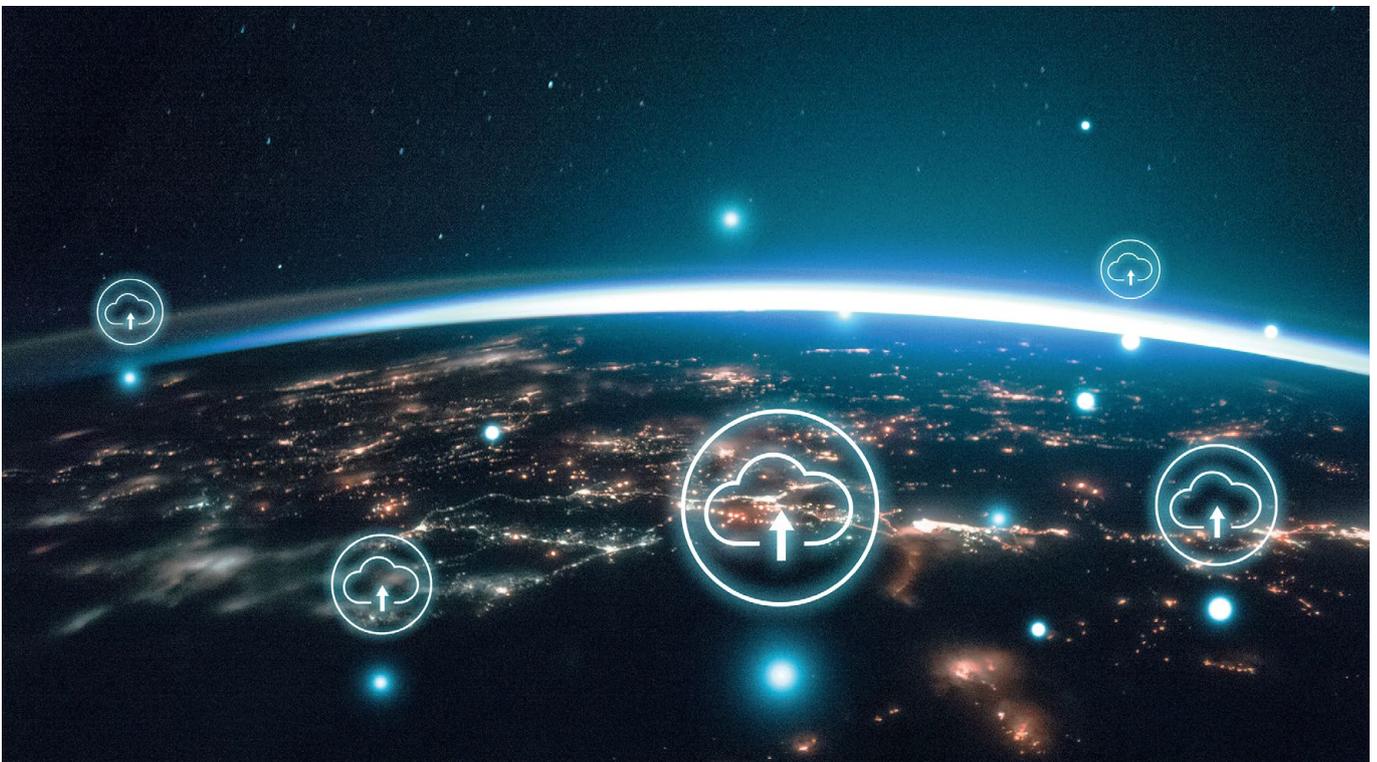
<https://www.nextgem.eu/>



SEAWave (Scientific-Based Exposure and Risk Assessment of Radiofrequency and mm-Wave Systems from Children to Elderly - 5G and Beyond)

Das Forschungsprojekt wird eine aktuelle wissenschaftliche Basis für eine umfassende Risikoeinschätzung von möglichen Gesundheitsrisiken durch 5G erarbeiten und die Grundlage für eine effektive Risikokommunikation für alle Bevölkerungsgruppen (von Kindern bis zu Seniorinnen und Senioren) bereitstellen. Das Forschungskonsortium koordiniert die Aristoteles-Universität Thessaloniki in Griechenland.

<https://seawave-project.eu/>



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.bmuv.de/gesetz/26-verordnung-zur-durchfuehrung-des-bundes-immissionsschutzgesetzes>). 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 hierzu kommen vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), 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
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 (2100 MHz)	61 V/m	10,0 W/m ²
LTE (2600 MHz)	61 V/m	10,0 W/m ²
5G (2100 MHz)	61 V/m	10,0 W/m ²
5G (3,4 – 3,7 GHz)	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. Die 5G-Frequenzen im Bereich von 24,5 bis 27,5 GHz werden nicht für den flächendeckenden Ausbau eingesetzt.

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 bauen aktuell öffentliche 5G-Netze auf.

Weitere Infos:

<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/start.html>

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 Hauptsende- richtung. 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 Fachleute der ICNIRP Themen für weitere Forschung vor.

Die durch öffentliche Gelder geförderte ICNIRP besteht aus einer Hauptkommission und verschiedenen Fachgruppen. Die Mitglieder – unabhängige Wissenschaftlerinnen und 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, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) in allen Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierenden und nicht-ionisierenden Strahlen. Zu Letzteren zählen auch die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks (siehe Faktenblatt zum Thema Technik 2).

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 (BMUV) 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 Dezember 2021 die in Deutschland geltenden Grenzwerte erneut bestätigt.

„Die in Deutschland geltenden Grenzwerte für Hochfrequenzmissionen sowie die Vorgaben zur Produktsicherheit sind in ihrer Schutzfunktion ausreichend. Diese Feststellung basiert auf den aktuellen Erkenntnissen der Forschung. Internationale Expertengremien, die in den letzten etwa zehn Jahren vergleichbare Bewertungen durchgeführt haben, kamen übereinstimmend zu ähnlichen Schlussfolgerungen.“

https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2021/2021-12-10_Stgn_5G_Mobilfunk.htm

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 (BMUV) überprüft das Bfs fortlaufend die Grenzwerte für den Mobilfunk. Ebenso koordinierte das Bfs im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMUV) 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 Fachgremien 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/
2018/2019/2020/2021/ 2022/2023/2024



Europäische Union
Wissenschaftliches Gremium
SCHEER 2022
SCENIHR 2007/2009/2015



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



Deutschland
Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK)
2001/2008/2011/2022
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.

<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/start.html>

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 Mobilfunkunternehmen 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.

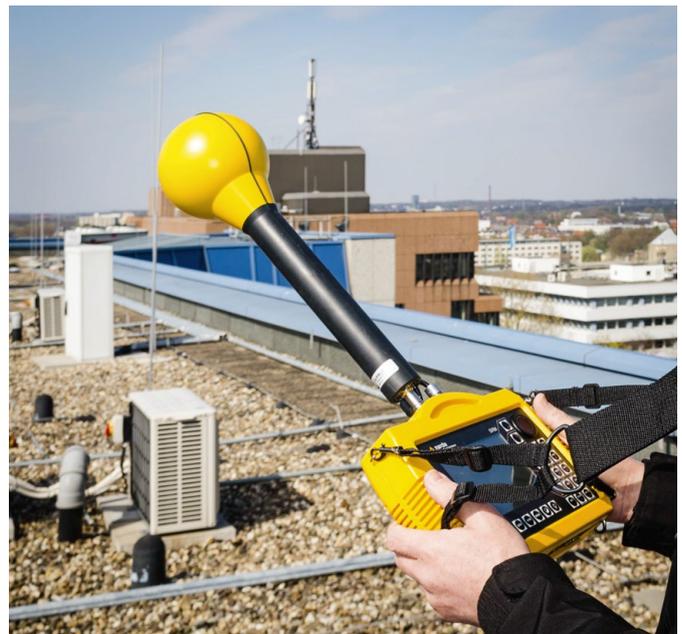


Durch Eingabe von Postleitzahl und Straße kann der Nutzer für jeden Standort Angaben zu Sicherheitsabständen, Montagehöhen der Antennen sowie zur Hauptsenderichtung abrufen.

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, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) 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.

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 Herstellerfirmen 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 auch die SAR-Werte älterer Endgeräte abgerufen werden:

<https://www.informationszentrum-mobilfunk.de/2018/11/12/was-sagt-der-sar-wert-aus/?highlight=sar>

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 Kopfes 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.

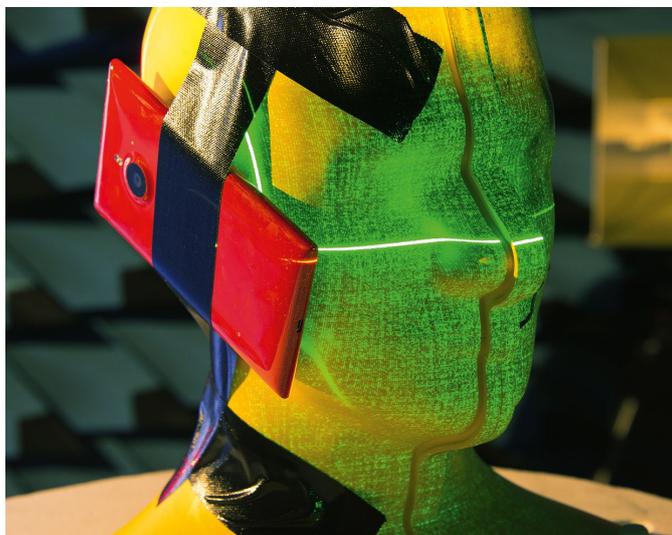


Bild: Peter Fenyvensi

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.

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 **funktstoerungen@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:** Personen mit Herzschrittmacher 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. Trägerinnen und Träger anderer elektronischer Implantate (z. B. Insulinpumpen) oder von Hörgeräten sollten sich bei ihrer Ärztin oder 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 sollte man bei Mobilfunk-Nutzung in Krankenhäusern und ärztlichen Behandlungsräumen auf Benutzungshinweise achten und seine Geräte nach Möglichkeit ausschalten.

KONTAKT

FAKTEN ZUM THEMA DIALOG



Telekom im Dialog

Die Mobilfunktechnik gehört zur Kerninfrastruktur in Deutschland. Inzwischen ist es weitgehender gesellschaftlicher und politischer Konsens, dass eine qualitativ hochwertige Mobilfunkversorgung Daseinsvorsorge und Grundlage für den Fortschritt in unserem Land ist.

Dabei ist das Vertrauen der Bevölkerung in die Sicherheit des Mobilfunks ein wichtiges Kapital. Deshalb sucht die Deutsche Telekom den Dialog mit interessierten Bürgerinnen und Bürgern und bezieht die Kommunen beim Ausbau der Mobilfunknetze seit über zwei Jahrzehnten mit ein. Zudem informiert sie umfassend über alle Fragen zu Mobilfunk und Gesundheit.

Um dieses Vorgehen zu fördern, haben die Mobilfunknetzbetreiber mehrere Vereinbarungen gegenüber der Politik und den Kommunalverbänden auf Bundesebene abgegeben. Diese Zusagen sind freiwilliger Natur und bilden einen untergesetzlichen Rahmen beim Ausbau der Mobilfunknetze und der zugesagten Kommunikationsmaßnahmen.

FREIWILLIGE SELBSTVERPFLICHTUNG

Gemeinsam mit den anderen Mobilfunkunternehmen hat die Deutsche Telekom erstmalig Ende 2001 eine freiwillige Selbstverpflichtung gegenüber der Bundesregierung abgegeben, die in den Jahren 2008, 2012 und 2020 ergänzt wurde.

Auf diese Vereinbarungen aufbauend, gaben die Unternehmen im Juni 2023 eine neue Selbstverpflichtung der Mobilfunkbranche ab. In dieser machen die Mobilfunknetzbetreiber erneut Zusagen hinsichtlich Informations-, Kommunikations- und Gesundheitsschutzmaßnahmen beim Ausbau der Mobilfunknetze.

Die neue Selbstverpflichtung löst die vorherigen Vereinbarungen ab, hat eine Laufzeit von fünf Jahren und kann sich jeweils stillschweigend um ein Jahr verlängern. Zudem werden die Zusagen durch externe Gutachter im zweijährigen Turnus überprüft, die Berichte werden seitens der Bundesregierung veröffentlicht.



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

Die Selbstverpflichtung der Mobilfunkbranche enthält folgende Kernelemente:

- Die Unternehmen bekennen sich zu einer wissenschaftsbasierten Grenzwertfestlegung auf Basis der Empfehlungen der internationalen Strahlenschutzkommission (ICNIRP) und der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK). Beide Gremien haben erst im Jahr 2020 bzw. 2021 das in Deutschland geltende Schutzkonzept inhaltlich bestätigt.
- Durch die Abgabe der Selbstverpflichtung vereinheitlichen Unternehmen ihre Regeln beim Aufbau von Kleinzellen. Die Vorgaben beziehen sich auf Sendeanlagen im gesamten In- und Outdoor-Bereich mit einer Leistung von kleiner 10 Watt EIRP.
- Die Einbindung der Kommunen beim Netzausbau erfolgt weiterhin auf Basis der Vereinbarungen mit den kommunalen Spitzenverbänden (siehe unten). Zudem führen die Unternehmen die mit den Verbänden bereits eingerichtete Clearingstelle fort. Die Stelle soll bei etwaigen Streitfragen rund um den kommunalen Beteiligungsprozess zwischen der betroffenen Kommune und dem einzelnen Unternehmen eine konsensuale Lösung suchen.
- Für einen konfliktminimierenden Netzausbau sagen die Unternehmen zudem ein Portfolio von gemeinsamen Maßnahmen zu, dies sind unter anderem:
 - Das betreibereigene Onlineportal Informationszentrum Mobilfunk www.informationszentrum-mobilfunk.de wird für die Dauer der Selbstverpflichtung durch die Unternehmen inhaltlich fortgeführt und finanziert.
 - Die Unternehmen unterstützen künftig das SAR-Portal des Bundesamtes für Strahlenschutz und werden künftig hierauf verstärkt referenzieren. Die Deutsche Telekom wird darüber hinaus für ihr Produktportfolio die SAR-Angaben weiterhin auf ihrer Internetseite www.telekom.de/sar-werte veröffentlichen.
 - Dem Transparenzgedanken folgend, werden die Mobilfunknetzbetreiber die Datenlieferung für die öffentliche und geschlossene EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (BNetzA) fortsetzen.
 - Zudem werden die Unternehmen ihre unternehmenseigene Kommunikation um das Thema Mobilfunk und Gesundheit fortführen.

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

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.

Im Juni 2020 wurde die Vereinbarung für Makrostandorte, dies sind klassische Dachstandorte bzw. freistehende Antennenträger, angepasst. Ende 2020 wurde das Dokument um den Annex Kleinzellen ergänzt. In diesem wird das Abstimmungsverfahren zwischen Kommune und Netzbetreiber beim Aus- und Aufbau der Kleinzellennetze beschrieben.

Die wichtigsten Inhalte sind:

- Die Netzbetreiber informieren die Kommunen frühzeitig und binden sie so in den Planungsprozess für neue Mobilfunkstandorte ein. Im Rahmen eines kooperativen und konstruktiven Dialogs streben Kommunen und Unternehmen eine möglichst einvernehmliche Lösung an. Dabei werden die Interessen beider Seiten möglichst weitgehend berücksichtigt.
- Der Meinungsaustausch ermöglicht es den Kommunen, eigene Standortvorschläge einzubringen. Die Netzbetreiber prüfen diese Vorschläge ergebnisoffen und vorrangig. Bei funktechnischer 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.
- Der Gesetzgeber erkennt den guten, konfliktvermeidenden Abstimmungsprozess zwischen Kommunen und Mobilfunkunternehmen an. Deshalb hat er 2013 die Beteiligung der Kommunen auf Basis der Vereinbarung gesetzlich verankert, siehe § 7a, 26. Bundesimmissionsschutzverordnung.

KONTAKT

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 2020 unter:

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

ZENTRALE ANSPRECHSTELLE BEI KONFLIKTEN

Zur Lösung möglicher Konflikte haben sich die kommunalen Spitzenverbände und die Mobilfunkunternehmen auf ein Clearingverfahren verständigt. Sie 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 die zentrale Ansprechstelle 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 sowie mit Bürgerinnen und Bürgern. 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 Info-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 Fachleute aufgebaut. Sie kennen sich mit den lokalen Gegebenheiten aus und stehen mit Kommunen sowie mit Bürgerinnen und Bürgern in ständigem Austausch.

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 Jahresgutachten 2021 bescheinigt, dass bescheinigt, dass der Mobilfunk-Ausbau größtenteils konfliktfrei verlaufe. Hierfür wurden deutschlandweit über 1.700 Kommunen befragt, von denen 90 Prozent angaben, keine oder nur einen geringen Anteil konfliktthafter Entscheidungsfälle gehabt zu haben.

<https://difu.de/publikationen/2022/mobilfunkgutachten-2021>

Das Gutachten zu den Jahren 2022 und 2023 wurde im November 2024 an das Bundesumweltministerium übergeben.

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.

BMUV: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.
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 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 mobile Endgeräte ihre Sendeleistung automatisch an die jeweiligen Übertragungsverhältnisse an.

EEG: Elektroenzephalogramm. Methode zur Messung von Hirnströmen.

Einstrahlfestigkeit: 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 (Einstrahlfestigkeit) 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.

EIRP: Die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (equivalent isotropically radiated power EIRP) ist eine Rechengröße, welche im Bereich der Antennentechnik die in eine Sendeantenne eingespeiste Leistung – mit deren Antennengewinn multipliziert – ausdrückt.

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.

Graue Flecken: Als graue Flecken werden Regionen bezeichnet, in denen nicht alle Netzbetreiber LTE oder 5G anbieten.

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.

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).

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.

KONTAKT

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-Unternehmen 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.

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, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) 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. Das UMTS-Netz wurde 2021 abgeschaltet.

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 nicht durch Mobilfunk versorgt sind. Diese Gebiete liegen meist im ländlichen Raum, ihr Ausbau wird gemeinsam mit den anderen Netzbetreibern 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 Forschungsgruppen 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 Zeitschlitz – 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**

STAATLICHE 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

www.emf-forschungsprogramm.de

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)

Bürgerservice

11055 Berlin

Tel.: 0228 99-305-0

<https://www.bmu.de/buergerservice/ueberblick-buergerservice>

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

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 Digitales und Verkehr (BMDV)

Invalidenstrasse 44

10115 Berlin

Tel: 030 18300-0

E-Mail Bürgerservice: buengerinfo@bmdv.bund.de

www.bmdv.bund.de

KONTAKT

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (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:
https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/opinions/index_en.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, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) in allen Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierenden und nicht-ionisierenden Strahlen. Publikationen der SSK zum Mobilfunk, verschiedene Empfehlungen und Stellungnahmen zu EMF unter:
https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/2021/2021-12-10_Stgn_5G_Mobilfunk.html;jsessionid=837251D5B3820580F7D2EB699582050F.2_cid391?nn=2829038

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

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
<https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/emf/stellungnahmen/mobi-kids.html>

Stiftung Risiko-Dialog
 Zweierstrasse 25
 CH – 8004 Zürich
 Tel.: +41 (0)58 255 25 70
 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)

E-Mail: office@fmk.at

www.fmk.at

Deutsche Telekom

Informationen zu Mobilfunk und Gesundheit

E-Mail: emvu@telekom.de

www.telekom.com/mobilfunk-und-gesundheit

IMPRESSUM UND BILDQUELLEN

Deutsche Telekom Technik GmbH

EMVU, Nachhaltigkeit und Kommunen

Postfach 10 00 04

64276 Darmstadt

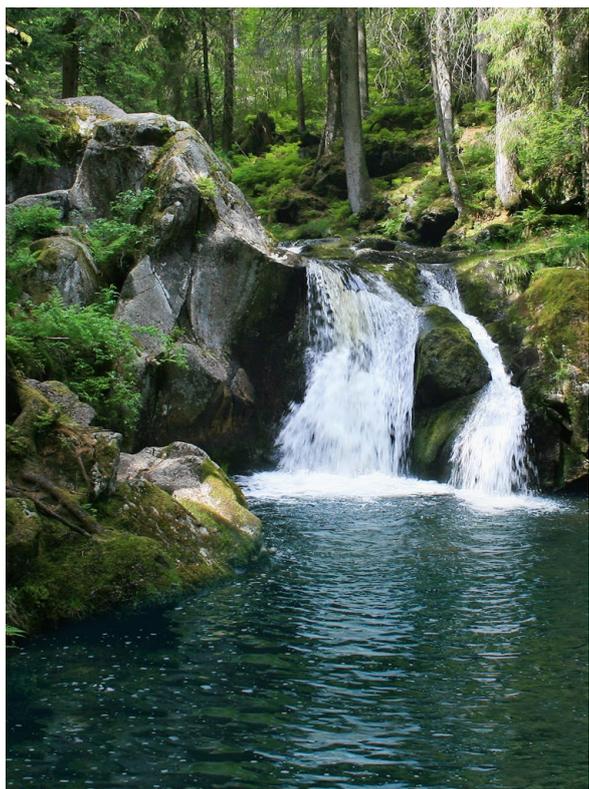
emvu@telekom.de

www.telekom.com/mobilfunk-und-gesundheit

Redaktion: EMVU, Nachhaltigkeit und Kommunen,
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, freepik.com, pexels.com, Zemdega | iStockphoto; Wolfgang Reiher | Peter Fenyvesi | ZMF; DesignRitter | photocase.com | R. Cimpeanu, RedOrange GmbH



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. 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 Rücknahmesystem der Deutschen Telekom wurde mit dem staatlichen Umweltzeichen Blauer Engel ausgezeichnet. Dies bestätigt die Bedeutung der Handyrücknahme für Umweltschutz und Nachhaltigkeit.



www.blauer-engel.de/uz209