



Verständlich erklärt:

Was Sie über Mobilfunk

und 5G wissen sollten



Die  
Bundesregierung



# Impressum und Kontaktinfos

---

Mehr Informationen unter  
[www.deutschland-spricht-ueber-5g.de](http://www.deutschland-spricht-ueber-5g.de)

**Herausgeber:**  
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur  
Invalidenstraße 44  
D-10115 Berlin

**Ansprechpartner für die Dialoginitiative:**  
Dialogbüro Deutschland spricht über 5G  
E-Mail: [dialogbuero@deutschland-spricht-ueber-5g.de](mailto:dialogbuero@deutschland-spricht-ueber-5g.de)  
Telefon: 0800 4207-210

Folgen Sie unseren Kanälen auf Facebook, YouTube, Instagram und Twitter.

**Stand:** Juli 2021

**Satz/Layout:** Scholz & Friends Berlin GmbH

**Bildnachweis:** S. 1, 3, 6, 8, 9 (unten): Getty Images, S. 9 (oben): Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, S. 11: Christian Hüller, S. 14: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, S. 15 (links): Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, S. 15 (Mitte): Schweizerisches Tropen- und Public-Health-Institut, S. 15 (rechts): Bundesamt für Strahlenschutz

**Druck:** Druckerei Vogl GmbH & Co. KG



[www.blauer-engel.de/uz195](http://www.blauer-engel.de/uz195)



## Wir wollen reden. Über Mobilfunk und den Weg in Deutschlands digitale Zukunft.

---

Am 12. Juni 2019 begann ein neues Kapitel im deutschen Mobilfunk. Die Bundesnetzagentur schloss die Auktion für die 5G-Frequenzen. Die Mobilfunknetzbetreiber konnten planen und starteten kurz darauf den Ausbau. Damit kamen Fragen bei den Bürgerinnen und Bürgern auf: Was bringt uns 5G? Wer kümmert sich um die Sicherheit? Und wann bekommt meine Region endlich guten Empfang? Um über diese Fragen zu sprechen, hat die Bundesregierung die Dialoginitiative „Deutschland spricht über 5G“ gegründet.

### **Gutes Netz wird selbstverständlich.**

Die Initiative ist eine Maßnahme aus der Mobilfunkstrategie der Bundesregierung vom November 2019. Federführend ist das Bundesverkehrsministerium. Beteiligt sind zudem viele Ministerien und Behörden der Bundesregierung, die mit dem Mobilfunkausbau zu tun haben: das Bundeswirtschaftsministerium und die Bundesnetzagentur sowie das Bundesumweltministerium und das Bundesamt für Strahlenschutz. Hinter dieser Broschüre und allen anderen Veröffentlichungen steht die Kompetenz dieser Fachbehörden.

Zu den wichtigsten Fragen gehört: Wann gibt es lückenloses Netz in meiner Region? Ziel der Bundesregierung ist eine flächendeckende Versorgung mit Mobilfunk. Nur so können alle in gleicher Weise von der Digitalisierung profitieren. Die Mobilfunknetzbetreiber haben klare Auflagen erhalten. Sind sie erfüllt, werden immer noch einige Funklöcher übrig bleiben. Deshalb hat der Bund ein Förderprogramm beschlossen: Die neue Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft (MIG) kümmert sich mit diesen Fördermitteln zusätzlich um bis zu 5.000 neue Mobilfunkstandorte. Funklöcher sind dann Vergangenheit.

### **Stellen Sie uns Ihre Fragen.**

Im Internet informieren wir mit einem Informationsportal sowie einem Magazin. Über unsere Dialogplattform können Sie Fragen stellen oder mitdiskutieren. Wir sind auch per Telefon erreichbar, in den sozialen Medien sowie bei Veranstaltungen vor Ort. Alles gebündelt finden Sie auf unserer Seite:

[www.deutschland-spricht-ueber-5g.de](http://www.deutschland-spricht-ueber-5g.de)

# Flächendeckende Versorgung: Funklöcher werden bald verschwinden.

**Zügige Verfahren, mehr Transparenz und vor allem ein besserer Empfang – das sind die Ziele der Mobilfunkstrategie. Sie ebnet den Weg für den schnellen Ausbau.**

Parallel zum Aufbau der 5G-Netze verbessert sich auch die 4G-Versorgung im Land zusehends. Das alte 3G-Netz verschwindet nach und nach, um Platz für Neues zu machen.

**Die Mobilfunkstrategie hat den Rahmen geschaffen für**

- **den staatlich geförderten Aufbau von Mobilfunkmasten in unterversorgten Regionen,**
- **Förderprogramme für Forschung und regionale Modellprojekte,**
- **schnellere Baugenehmigungen für Mobilfunkmasten bei gleich hohen Standards,**
- **einen offenen Dialog mit Bürgerinnen und Bürgern über den Mobilfunkausbau.**

**5G wird vielerorts nachgerüstet.**

Jetzt sind die Netzbetreiber am Zug. Planung und Aufbau liegen grundsätzlich in ihrer Verantwortung. Sie wählen die Standorte für Mobilfunkmasten auf Basis ihrer Funknetz- und Versorgungsplanung. Wo gebaut wird, entscheiden die örtliche Topographie und die Nachfrage nach Telefon- und Datenverbindungen. Gleichzeitig verpflichten sich die Netzbetreiber bereits seit 2001, den Netzaufbau eng mit den Kommunen abzustimmen. Für 5G entsteht übrigens keine komplett neue Infrastruktur. vielerorts kann die 5G-Technik an bereits bestehenden 4G-Standorten oder auf öffentlichen Infrastrukturen nachgerüstet werden.

Die Bundesnetzagentur hat strenge Versorgungsaufgaben festgelegt. So ist sichergestellt, dass Menschen in allen Teilen Deutschlands ein gutes Netz haben. Die Netzbetreiber berichten ihren Fortschritt an die Bundesnetzagentur. So kann die Behörde überwachen, ob die Auflagen erfüllt sind. Ist das nicht der Fall, drohen den Betreibern Buß- und Zwangsgelder.

## Was die Netzbetreiber liefern müssen:

Bis Ende 2022 braucht es Mobilfunk mit mindestens 100 Mbit/s Download-Geschwindigkeit für

- **98 Prozent der Haushalte je Bundesland,**
- **Bahntrassen mit mehr als 2.000 Fahrgästen pro Tag,**
- **alle Autobahnen und außerdem Bundesstraßen, die Metropolregionen und Oberzentren anbinden.**



Für die genannten Straßen kommt die Pflicht hinzu, Netz mit kurzen Verzögerungszeiten (Latenz) anzubieten. Bis Ende 2024 kommen weitere Auflagen hinzu, die dann alle Bahntrassen, Bundesstraßen, Landes- und Staatsstraßen sowie die Schifffahrt betreffen.

**Noch mehr „weiße Flecken“ verschwinden.**

Einige Orte werden auch weiterhin nicht von den Netzbetreibern bedient. Für diese „weißen Flecken“ lautet die Lösung: Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft (MIG). Sie wird bis zu 5.000 neue Mobilfunkstandorte in den schlecht versorgten Gebieten schaffen. Sobald diese aktiv sind, wären 99,95 Prozent der deutschen Haushalte und 97,5 Prozent der Bundesfläche mit 4G versorgt. Parallel schreitet der Glasfaserausbau voran. Die Infrastruktur unter der Erde ist wichtig für Handynutzerinnen und Handynutzer. Denn die Mobilfunkantennen brauchen schnelle Glasfaseranschlüsse, um Daten zügig weiterleiten oder empfangen zu können.

**Welcher Netzbetreiber versorgt welche Region? Die Deutschlandkarte des Mobilfunkmonitorings zeigt es an: [www.breitband-monitor.de/mobilfunkmonitoring](http://www.breitband-monitor.de/mobilfunkmonitoring)**

# Wie Mobilfunk funktioniert. Und was 5G Neues bringt.

**Ein Mobilfunknetz besteht im Wesentlichen aus drei Elementen:**

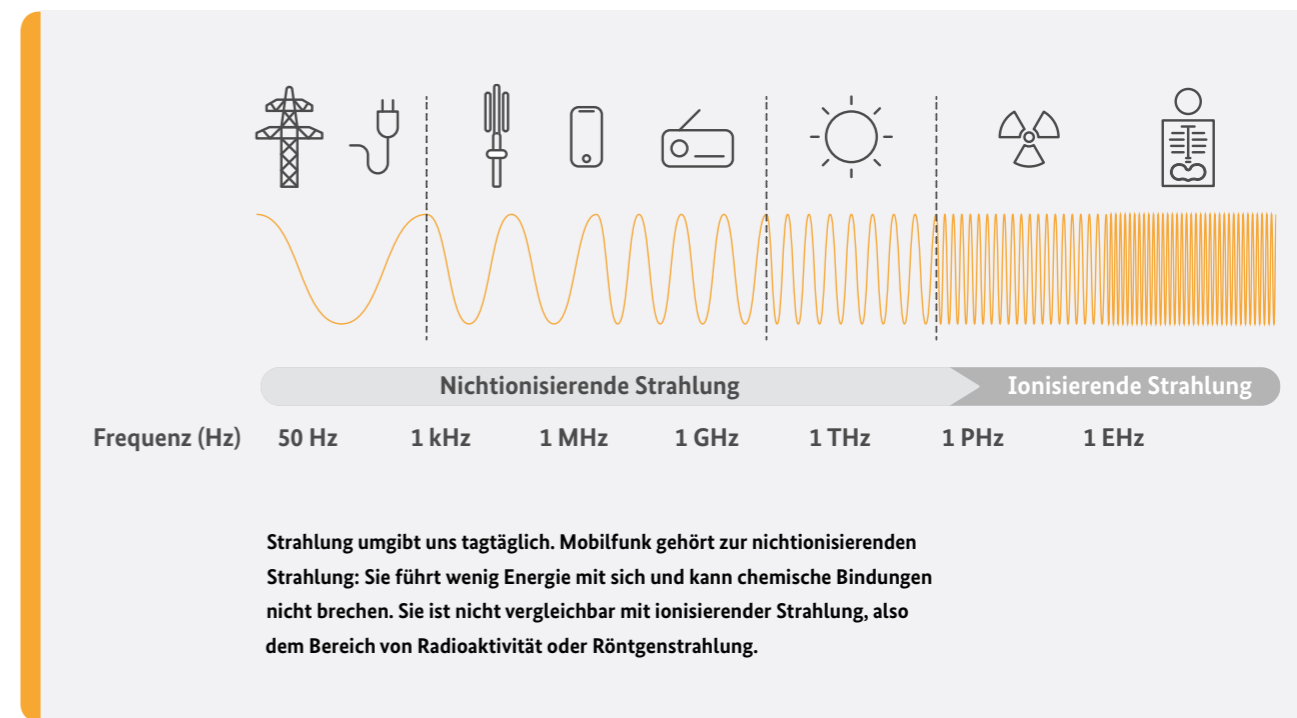
- **dem Kernnetz, also der grundlegenden IT-Infrastruktur des jeweiligen Netzbetreibers,**
- **dem Transportnetz als Verbindung zwischen Kernnetz und den Basisstationen (zum Beispiel Funkmasten, siehe Seite 6) und**
- **den Endgeräten der Nutzerinnen und Nutzer.**

Zwischen Endgeräten und Basisstationen übertragen elektromagnetische Wellen die Daten. Ihre Schwingungen pro Sekunde definieren die Frequenz, angegeben in der Einheit Hertz (Hz). Alle Funksysteme nutzen bestimmte Frequenzen – auch WLAN, Radios oder Garagentoröffner. Der Mobilfunk nutzte bisher Frequenzen zwischen 800 Megahertz und 2,6 Gigahertz (GHz). Mit 5G kommen höhere Frequenzen im Bereich 3,4 bis 3,8 GHz dazu. Seit dem Jahr 2021 können zum Beispiel Unternehmen und Hochschulen auch Frequenzen zwischen 24,25 und 27,5 GHz beantragen, im sogenannten 26-Gigahertz-Bereich. Diese noch höheren Frequenzen haben eine geringere

Reichweite. Aber: Mit den höheren Frequenzen steht mehr Frequenzraum für große Datenmengen zur Verfügung. Wichtige Neuerungen von 5G gehen über die Frequenz hinaus. Denn 5G bietet

- **geringere Latenz, also weniger Zeit zwischen Senden und Empfangen,**
- **mehr Flexibilität: Ein 5G-Netz kann sich in mehrere „virtuelle“ Netze aufteilen, die jeweils auf bestimmte Anforderungen optimiert sind (Network Slicing),**
- **breitere Frequenzbänder, die mehr Daten übertragen können,**
- **aktive Mehrantennensysteme, bei denen Antennengruppen für das Senden und Empfangen gemeinsam oder parallel genutzt werden,**
- **gezielte Versorgung: dank Beamforming richten Antennen ihre Felder auf Nutzerinnen und Nutzer aus (siehe folgende Doppelseite).**

Wichtig zu wissen: 5G entwickelt sich gerade erst. Nicht alle Funktionen sind schon überall nutzbar.



# So funktioniert ein Funkmast.

## Basisstationen bilden Funkzellen.

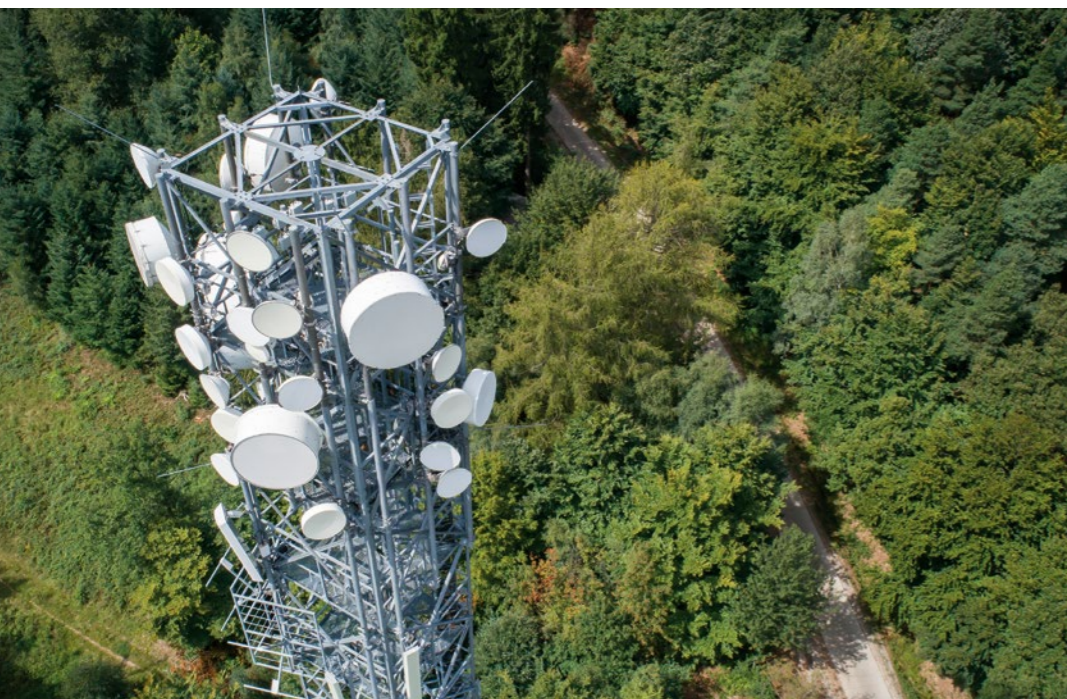
Basisstationen versorgen das ganze Land mit Mobilfunk. Die Netzbetreiber errichten Stationen auf Masten oder auf Dächern. Meist nennen wir alle Arten von Basisstationen schlicht Funkmast. Jede Basisstation versorgt ein bestimmtes Gebiet – eine Funkzelle. Sie kann nur eine begrenzte Anzahl von Nutzerinnen und Nutzern aufnehmen. Deshalb bauen die Betreiber in Städten viele kleine Zellen auf, deren Leistungen relativ gering sind. Nur so stören sich die benachbarten Funkzellen nicht gegenseitig.

Die Strahlungsleistung von Funkmasten ist zwar viel höher als die eines Mobiltelefons, aber unser persönlicher Abstand zum Funkmast ist auch viel größer. Nur wenige Meter vom Funkmast befinden wir uns weit unterhalb der Grenzwerte. Der weitaus größere Anteil an Strahlung erreicht uns vom eigenen Handy. Aber auch dessen Sendeleistung ist unbedenklich. Je näher Handy und Funkmast zueinander sind, desto weniger Sendeleistung benötigt das Handy. Ein dichtes Netz von Mobilfunkstandorten führt deshalb in der Regel zu einer geringeren Exposition der Handynutzer.

## Innovationen verbessern das Netz.

**Small Cells** oder Kleinzellen ergänzen zunehmend die Funkzellen der Basisstationen. Sie sind kompakt und stören das Stadtbild nicht. Die kleinen Antennen können etwa an Ampeln montiert werden. Kleinzellen kommen dort zum Einsatz, wo die Nachfrage von Nutzerinnen und Nutzern auf kleinem Raum besonders hoch ist: in Fußgängerzonen und Sportstadien etwa oder an Bahnhöfen. Die Sendeleistung der Kleinzellen ist gering, denn sie versorgen nur ihre nähere Umgebung von wenigen Metern bis zu zwei Kilometern.

**Beamforming** ist eine neue, aktive Antennentechnologie. Eine 5G-Sendeantenne mit dieser Technik richtet die Funkwelle (Beam) gezielter auf Endgeräte, zum Beispiel Handys, aus (siehe Abbildung rechts). So können mehrere Geräte gleichzeitig Daten herunterladen, ohne sich gegenseitig einzuschränken. Bisher verwendete passive Antennen senden gleichmäßig Signale – sie orientieren sich also nicht flexibel an der tatsächlichen Nutzung. Beim Beamforming wird der „Beam“ so angepasst, dass eine optimale Verbindung zustande kommt.



Auf dem Land tragen Masten und Betontürme die Antennen für Mobilfunk. In Städten funken sie meist von Gebäuden.

# Für Mobilfunknetze gelten klare Regeln. Wie kommen sie zustande?

Auch wenn wir manchmal ein „warmes Ohr“ vom Telefonieren bekommen – Auslöser ist nicht die Funkverbindung des Handys. Grund hierfür kann ein warmer Akku sein oder das lange Abdecken des Ohrs während eines Telefonats. Die hochfrequenten elektromagnetischen Felder (EMF) hingegen sind streng reguliert. EMF können zwar das Gewebe erwärmen, aber dank der Grenzwerte längst nicht so, dass wir warme Ohren bekommen.

Die in Deutschland gültigen Grenzwerte beruhen auf Empfehlungen der „Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung“ (ICNIRP) und der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK). Die ICNIRP ist ein internationales Gremium. Ihre Mitglieder sind unabhängige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Die SSK-Mitglieder sind unabhängig, ehrenamtlich tätig und durch das Bundesumweltministerium berufen.

Zu einer Überschreitung der Grenzwerte kann es nicht kommen. In Deutschland werden die Grenzwerte an öffentlich zugänglichen Orten in der Regel sogar nur zu einem niedrigen Prozentsatz ausgeschöpft. Das zeigen Messungen des Bundesamtes für Strahlenschutz und das EMF-Monitoring der Bundesnetzagentur. Auch mit dem weiteren Mobilfunkausbau wird sich das sehr wahrscheinlich kaum ändern. Der weitaus größere Anteil an Strahlung erreicht uns vom eigenen Handy. Aber auch dessen Sendeleistung ist unbedenklich. Je näher Handy und Funkmast zueinander sind, desto weniger Sendeleistung benötigt das Handy. Ein dichtes Netz von Mobilfunkstandorten führt deshalb in der Regel zu einer geringeren Exposition der Handynutzer.

## Zwei Zahlen sind besonders relevant:

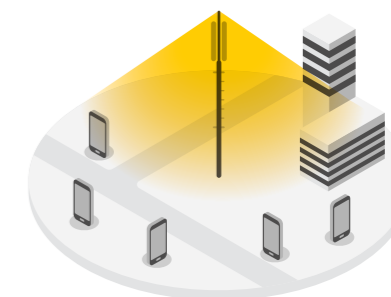
**61 Volt pro Meter** lautet der Grenzwert für Mobilfunksendeanlagen ab 2 GHz. Festgelegt ist das in der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV). Basisstationen benötigen eine Standortbescheinigung von der Bundesnetzagentur, in der Sicherheitsabstände festgelegt sind (Kasten rechts). Durch Beamforming (Grafik rechts) versorgen neue 5G-Antennen Endgeräte gezielt und reduzieren „Streustrahlung“ für die Umgebung.

**2 Watt pro Kilogramm** lautet der Grenzwert für die Spezifische Absorptionsrate (SAR) von mobilen Endgeräten. Denn hochfrequente elektromagnetische Felder erwärmen das Körpergewebe durch Aufnahme (Absorption) ihrer Energie. Der über die Produktsicherheit geregelte SAR-Wert legt fest, dass der menschliche Kopf und Rumpf lokal maximal 2 Watt Leistung pro Kilogramm Körpergewicht aufnehmen sollen. Dadurch werden gesundheitliche Wirkungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgeschlossen.

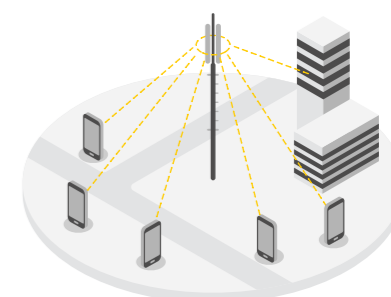
## Standortverfahren schafft Sicherheit

Bevor eine Basisstation in Betrieb geht, prüft die Bundesnetzagentur ihre Sicherheit. Sie ermittelt rechnerisch oder mit Messungen vor Ort, ob die Anlage alle vorgeschriebenen Sicherheitsabstände einhält. Dieses sogenannte Standortverfahren gibt es seit dem Jahr 1992. Mit jeder Weiterentwicklung im Mobilfunk entwickelt die Bundesnetzagentur ihr Verfahren weiter.

Der Betreiber erhält nach erfolgreichem Verfahren eine Standortbescheinigung. Will er seine Anlage verändern, braucht er eine neue Bescheinigung. Die Bundesnetzagentur überprüft, ob die Vorgaben aus der Standortbescheinigung eingehalten werden. Hierzu schauen sich Fachleute unangekündigt die Anlagen vor Ort an. Alle Funkanlagen und Auflagen ihrer Standortbescheinigungen zeigt die Behörde transparent auf ihrer Deutschlandkarte unter <http://emf.bundesnetzagentur.de/>



Herkömmliche Antennentechnologie (2G, 3G, 4G)



Weiterentwickelte Antennentechnologie 5G-Beamforming

## Bessere Technologie, weniger Energie: Mobilfunk wird immer effizienter.



Egal ob 4G oder 5G: Funkmasten sind keine Gefahr für Tiere.

Über 5G werden wir künftig immer mehr Daten übertragen. Durch den technischen Fortschritt wird die Übertragung der Daten immer effizienter. Untersuchungen des Umweltbundesamtes zeigen: 5G verbraucht 3-mal weniger Energie als 4G und sogar 20-mal weniger als 3G, um die gleiche Menge an Daten zu übertragen.

Ein Beispiel: Wer eine Stunde lang Online-Videos in einer HD-Qualität über das 5G-Netz schaut, verursacht Treibhausgas, die 5 Gramm CO<sub>2</sub> entsprechen. Über 4G sind es 13 Gramm und über 3G sogar 90 Gramm CO<sub>2</sub> pro Stunde. Dies ermittelte das Forschungsprojekt Green Cloud-Computing. Es betrachtet den Energieverbrauch in Rechenzentren und in den Mobilfunknetzen.

Infrastruktur, Systemtechnik und Datenverarbeitung werden mit wachsendem Datenverkehr dennoch zu immer größeren Stromschluckern. Die Bundesregierung unterstützt deshalb kluge Konzepte, die helfen, Energie zu sparen: Der Mobilfunksektor kann zum Beispiel seinen Energieverbrauch senken, indem Betreiber stromsparende Technologie einsetzen und bestimmte Infrastruktur miteinander teilen. Auch Rechenzentren könnten energieeffizienter arbeiten. Ihre Abwärme kann etwa Wohngebieten in der Umgebung als Energiequelle dienen.

### Technik und Tiere? Passen zusammen.

Verträgt sich der Mobilfunkausbau mit Tieren und Pflanzen? Einen schädlichen Einfluss elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf Tiere und Pflanzen konnte die Forschung nicht nachweisen. Irreführende Berichte in sozialen Medien sorgen dennoch immer wieder für Unsicherheit. Hier lohnt sich ein Blick auf die Fakten.

**Beispiel Insekten:** Ein wissenschaftlicher Beleg für schädliche Einflüsse der elektromagnetischen Felder auf die Artenvielfalt fehlt bisher. Der Rückgang der Insektenpopulationen begann in verschiedenen Regionen Europas schon Anfang der 1990er Jahre – auch in Naturschutzgebieten ohne Funkmasten. Eine schädliche Wirkung beispielsweise auf Honigbienen konnte ebenso keine Studie nachweisen. Das Bundesamt für Strahlenschutz hat eine Übersicht von Untersuchungen zu Honigbienen erstellt und schließt aus ihnen: „Elektromagnetische Felder von Basisstationen spielen beim Bienensterben keine Rolle.“

**Beispiel Bäume:** Die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks schaden ihnen nach aktuellem Stand der Wissenschaft nicht. Wassermangel und Klimaerwärmung stressen unsere Wälder, jedoch nicht die Funkmasten am Waldesrand.

## 5G im Einsatz: In Kaiserslautern bringt ein Lieferwagen schnelles Netz.

Firmen und Forschende können sich eigene 5G-Netze einrichten. Professor Hans Schotten hat die komplette Technik dafür in einen Lieferwagen gepackt. Kleine Betriebe und Bauern bekommen so ein mobiles Campusnetz auf Zeit.

Der silbergraue Transporter wirkt wie ein Ü-Wagen für eine Fernscheidung: Kabel verbinden Computerbauteile, auf dem Dach zeigt sich eine Antenne. Doch hier ist nicht das Fernsehen unterwegs. Das Fahrzeug der Technischen Universität Kaiserslautern transportiert ein modernes Mobilfunknetz.

Mit 5G bekommen Unternehmen und Hochschulen erstmals die Chance, sich ein völlig eigenständiges Mobilfunknetz auf ihrem Campus einzurichten. Ein Team um Prof. Hans Schotten hat diese Idee – im wahrsten Sinne des Wortes – auf die Straße gebracht. Das 5G-Netz auf Rädern kann zu kleinen und mittelständischen Firmen fahren, die es einfach mal testen wollen. Schotten sieht ein wichtiges und permanentes Einsatzgebiet in der Landwirtschaft: Ein festes Campusnetz für jedes Feld ergibt keinen Sinn. Sinnvoller ist es, das Campusnetz für die Aussaat und in der Erntezeit tageweise am Feldrand zu parken.

Für Agrarbetriebe, die schon heute kleine Technikwunder auf die Felder schicken, wäre es der nächste Entwicklungsschritt. Schotten stellt sich das so vor: „Ein Landwirt kontrolliert über unser Campusnetz einen Schwarm von autonomen Erntefahrzeugen, die er nach Bedarf per Joystick steuert.“ Über das leistungsstarke Netz melden ihm die Maschinen Ernteerträge live aufs Display und senden auch ein Live-Kamerabild. Der Landwirt behält alles im Blick – an zehn Orten gleichzeitig. Das verspricht Effizienz und Entlastung, denn schon heute fehlen der Landwirtschaft Fachkräfte. „Wir machen 5G nicht zum Selbstzweck“, sagt Schotten, „sondern um der Gesellschaft zu helfen.“

Den zukunftsweisenden Versuch macht das 5G-Innovationsprogramm möglich. Damit fördert das Bundesverkehrsministerium unter anderem sechs Forschungsprojekte, unter ihnen Kaiserslautern. Auch Wolfsburg/Braunschweig ist dabei. Eines der Projekte hier: eine ferngesteuerte Rettungsdrohne für Einsatzkräfte. Sie soll bis zu 20 Kilometer über Land zum Einsatzort fliegen. Aus der Luft wird die Drohne dann über das öffentliche 5G-Netz Livebilder von mehreren Kameras parallel in die Leitstelle übertragen. Die Profis dort können Unterstützung schicken – falls der Unfall schlimmer als gedacht ist oder der Waldbrand größer als befürchtet.



Prof. Dr. Hans Schotten tüftelt schon seit Jahren an 5G-Innovationen. Mit seinem Team entwickelt er Ideen, die Technologie, Mobilität und neues Arbeiten verbinden.



Transportable 5G-Netze bringen schnelles Internet aufs Feld. Landwirtinnen und Landwirte können dann Maschinen fernsteuern.

### 5G hilft an weiteren Orten

**Projekt SGKC:** Automatisierte Shuttlebusse fahren durch Oberfranken. Sie sollen eine 5G-Anbindung erhalten, um große Datenmengen zu senden. Die Auswertung der Daten wird das autonome Fahren voranbringen.

**Projekt ALADIN:** Im Süden Brandenburgs soll 5G Waldbrände bekämpfen. Wissenschaft, Wirtschaft und Feuerwehr testen unbemannte Geräte wie etwa Drohnen, die Einsatzkräfte bei der Brandortung unterstützen.

## Unsere Gesundheit ist gut geschützt.

Damit ein Handy Daten übertragen kann, verwendet es hochfrequente elektromagnetische Felder (EMF). Die im Mobilfunk genutzte Strahlung hat eine wissenschaftlich belegte Wirkung auf unseren Körper: Sie erwärmt unser Gewebe. Eine ähnliche, oft stärkere thermische Wirkung hat die Wärmestrahlung der Sonne. Beeinflusst Mobilfunk also über Wärme unsere Gesundheit? Nein, alle Expertengremien kommen auf Basis zahlreicher Forschungen zu dem Schluss: Die Grenzwerte halten die thermische Wirkung sehr gering, für Erwachsene wie auch für Kinder.

### 5G ist neu und dennoch bekannt.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben hunderte Studien zum Mobilfunk durchgeführt. Auch wenn es 5G erst seit Kurzem gibt, bleiben ältere Forschungsergebnisse gültig – denn 5G funkt zunächst im oder nahe beim Frequenzbereich von 4G. Dementsprechend gut erforscht sind die Wirkungen. Mobilfunk wird noch höhere Frequenzbänder nutzen. Diese 26-Gigahertz-Netze entstehen sehr wahrscheinlich nicht flächendeckend. Um die Datenlage weiter zu verbessern, laufen auch hierzu Forschungen.

Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Tinnitus: Solche Krankheitssymptome führen einige Menschen auf Funkmasten oder Handys zurück. Sie sprechen von „Elektrosensibilität“ oder „elektromagnetischer Hypersensibilität“ (EHS). Wissenschaftliche Studien zeigen jedoch seit den 1980er Jahren: Menschen können elektromagnetische Felder nicht wahrnehmen.



### Strahlung ist nicht spürbar.

Keine Studie konnte Einflüsse auf den Schlaf nachweisen. Teilweise schliefen Menschen schlechter, sobald ein neuer Funkmast in der Nähe ihres Wohnhauses stand. Sie schliefen jedoch auch schlechter, wenn die Antennen noch gar nicht eingeschaltet waren. Angst vor Strahlung hielt die Menschen wach und nicht die elektromagnetischen Felder selbst. Die Wissenschaft spricht hier vom Nocebo-Effekt, ähnlich zum Placebo-Effekt. Von einem Placebo fühlen sich Menschen geheilt, durch ein Nocebo krank gemacht. In beiden Fällen fehlt ein ursächlicher Wirkmechanismus.

Handys oder Funkmasten beeinflussen nicht unser Erbgut. Elektromagnetische Felder gehören zur nicht-ionisierenden Strahlung und haben nicht genügend Energie, um die chemischen Bindungen zum Beispiel der DNA des Menschen zu brechen. Auch bei höheren Frequenzen im Gigahertz-Bereich bleibt das so. Elektromagnetische Wellen mit höherer Frequenz dringen sogar weniger tief in das Körpergewebe ein, sodass direkte Wirkungen auf innere Organe ausgeschlossen sind.

### Klick-Tipp

Wer auf Strahlenschutz achten will, sollte beim eigenen Handy anfangen. Auch wenn Funkmasten mehr ins Auge fallen – Mobiltelefone stehen für den größeren Teil der alltäglichen Strahlung. Das Bundesamt für Strahlenschutz zeigt die SAR-Werte zahlreicher Modelle im Internet unter [www.bfs.de/sar](http://www.bfs.de/sar)



Prof. Dr. Gerhard Hindricks will mit seinen Patientinnen und Patienten in Verbindung bleiben: Vernetzte Geräte könnten ihren Zustand von überall via 5G in die Klinik übermitteln.

## 5G im Einsatz: In Leipzig profitieren Krankenhauspatienten vom schnellen Mobilfunk.

**Das Leipziger Park-Klinikum testet ein eigenes 5G-Netz. So können Ärztinnen und Ärzte aus der Ferne medizinische Geräte kontrollieren. Dies verbessert die Behandlung und ebnet den Weg für Telemedizin – damit auch Menschen auf dem Land optimal versorgt sind.**

Das Krankenhaus und das benachbarte Herzzentrum bekommen ihr eigenes 5G-Mobilfunknetz. Mit 5G haben Unternehmen oder auch Kliniken erstmals die Chance, lokale Netze zu betreiben. Das sogenannte Campusnetz ist dann abgestimmt auf ihre Bedürfnisse und abgetrennt von öffentlichen Netzen. Herzzentrum-Direktor Gerhard Hindricks sagt: „Diese Technologie wird uns erlauben, in der Medizin alles anders zu machen. 5G ist eine Schlüsseltechnologie, um Medizin neu zu denken.“

Wozu braucht ein Krankenhaus ein eigenes Mobilfunknetz? Christoph Thümmeler, Chefarzt der Geriatrie, erläutert das anhand einer Spritzenpumpe. Solche Geräte sorgen für einen dauerhaften Fluss von Injektionen oder Infusionen. Der Wirkstoff fließt über einen Zugang ins Blut des Patienten. Thümmeler will im Park-Klinikum zunächst solche Spritzenpumpen mit dem 5G-Netz verbinden. Denn so könnten die Geräte von sich aus Fehler melden, sagt er: „Es kommt immer wieder vor, dass man eine Spritzenpumpe anschließt, nach einer Stunde wiederkommt und sieht:

Es ist gar nichts geflossen, weil ein Knick im Schlauch ist.“

Das ist nur der erste Schritt. Um Medizingeräte zu vernetzen, reicht oft auch WLAN. Thümmeler denkt jedoch schon weit über die Klinik hinaus: „Je mehr wir virtualisieren, desto unabhängiger werden wir vom Raum Krankenhaus. So kann ich irgendwann Patienten betreuen, die gar nicht in meiner Nähe sind.“ Sein Kollege Hindricks glaubt, dass Patientinnen und Patienten in der Zukunft nicht mehr durchgängig in die Spezialklinik kommen müssen. Sie könnten in einem Krankenhaus ihres Wohnortes liegen oder gleich dort, wo sie sich am wohlsten fühlen: im eigenen Zuhause.

### 5G ist auch im Notfall nützlich

**Projekt 5GMedCamp:** Menschen mit künstlichen Herzpumpen sollen sicherer leben. Die Berliner Charité will ihre Vitaldaten deshalb via 5G empfangen – so gelingt Nachsorge rund um die Uhr.

**Projekt Health5G:** Berliner Forschende wollen Rettungswagen mit dem Internet vernetzen. Über 5G könnten Notfallretter Daten und Bilder an Spezialisten in der Klinik schicken. Menschen in Not sind so früher versorgt.

# Stimmt das? Mobilfunkmythen und was hinter ihnen steckt.

„Eine Studie mit Mäusen hat gezeigt: Handystrahlung verursacht Tumore.“

Keine Studie hat bisher einen solchen Nachweis erbracht. Viele Kritikerinnen und Kritiker beziehen sich auf das US-amerikanische National Toxicology Program (NTP): Es hat Nagetiere sehr intensiv und langfristig elektromagnetischen Feldern über den in Deutschland geltenden Grenzwerten ausgesetzt. Die Krebsrate bei männlichen Ratten stieg, dafür lebten gerade männliche Ratten im Durchschnitt länger. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) sieht hierin keine Aussagekraft für die reale Nutzung von Mobilfunk. Die Tiere wurden im Labor viel stärker bestrahlt. Die Grenzwerte verhindern eine solche Exposition in der Praxis.

„Es braucht ein bundesweites 5G-Moratorium, bis eine Technikfolgenabschätzung vorliegt.“

Eine Technikfolgenabschätzung ist keine TÜV-Prüfung. Sie dient nicht dazu, alle Zweifel auszuräumen, sondern betrachtet Chancen und Risiken einer Technik. Forschung kann generell für keine Technik eine komplette Unbedenklichkeit garantieren. Nie können alle möglichen Situationen, Zustände und Kombinationen getestet werden. Forderungen nach einem 5G-Ausbau-stopp blenden die Erkenntnisse der Wissenschaft aus. Studien beschäftigen sich seit Jahrzehnten mit dem Mobilfunk und kommen in der Mehrzahl zu dem Ergebnis, dass unterhalb der Grenzwerte keine gesundheitsgefährdenden Wirkungen zu erwarten sind.

„Wenn Männer ihr Handy in der Hosentasche tragen, werden sie unfruchtbar.“

Es gibt keinen Nachweis, dass Handystrahlung Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit hat. Zu diesem Schluss kommen unter anderen die Weltgesundheitsorganisation und die deutsche Strahlenschutzkommission. Strahlung hat eine thermische Wirkung – sie erhöht die Temperatur im Körpergewebe. Die gültigen Grenzwerte sorgen dafür, dass die Erwärmung minimal ausfällt. Erfahrungen aus der Praxis zeigen: Wenn ein Mobiltelefon aus der Hosentasche sendet, bleibt die Belastung der Hoden weit unter den Grenzwerten.

„Die Politik sollte sich mal entscheiden: entweder Glasfaser oder neue Funkmasten.“

Deutschland soll zur Gigabit-Gesellschaft werden, mit schnellem Internet zu Hause und unterwegs. Glasfaser- und Mobilfunkausbau sind dabei keine Gegensätze, sondern laufen Hand in Hand. 5G-Basisstationen müssen an das Glasfasernetz angebunden sein, um Daten schnell weiterzuleiten. Jeder Meter Glasfaser, der für einen Festnetzanschluss verlegt wird, kann auch den Mobilfunkausbau voranbringen. Das Breitbandförderprogramm des Bundes sorgt für mehr Glasfaser insbesondere im ländlichen Raum – und fördert damit zugleich 5G. Mehr Informationen zum Breitbandförderprogramm unter [www.gigabitbuero.de](http://www.gigabitbuero.de)

„5G ist Technik für die Konzerne. Bürgerinnen und Bürger brauchen das nicht.“

5G steht für die fünfte Generation des Mobilfunks. Schon der Name zeigt: 5G ist eine Weiterentwicklung und keine andere Technik. Es stimmt, dass die Wirtschaft von vielen Neuerungen profitiert. 5G ermöglicht Unternehmen, lokale Netze aufzubauen, sogenannte Campusnetze. Eine eigene Frequenz können aber auch kleine Betriebe oder Universitäten beantragen. Weitere Entwicklungen zum Vorteil aller Menschen sind auf dem Weg: Der Datenverkehr wächst, und mit der Nachfrage wächst auch die Infrastruktur. In ländlichen Regionen macht sich Mobilfunk nützlich: 5G kann Rettungswagen während der Fahrt mit der Klinik vernetzen. Auch autonom fahrende Rufbusse können mit 5G Realität werden.

# 5G im Einsatz: In Hamburg erleichtert ein eigenes Netz die Triebwerksreparaturen.

**Lufthansa Technik betreibt in Hamburg ein 5G-Netz. Technikerinnen und Techniker machen damit Triebwerke von Flugzeugen wieder flott. Während Mechanikerinnen und Mechaniker vor Ort die Technik inspizieren, schauen Fachleute vom anderen Ende der Welt per Online-Liveübertragung zu.**

Helge Arand steckt seinen Kopf tief in das Triebwerk eines Airbus A340. Der Lufthansa-Mitarbeiter hält ein Smartphone in der Hand und will es genau wissen. Akribisch filmt Arand Details. Er steht in der Hamburger Werkshalle 411 von Lufthansa Technik. Gebrauchte Triebwerke kommen hier zur Überholung hinein und nach etwa zwei Monaten runderneuert wieder raus. Lufthansa Technik ist ein führender Dienstleister für Fluggesellschaften aus aller Welt. Was Arand mit seinem Smartphone aufnimmt, erreicht Ingenieure auf anderen Kontinenten. Dank eigenem 5G-Netz in der Lufthansa-Halle überträgt er die Bilder live, gestochen scharf und ohne Ruckler.

Fluggesellschaften schicken ihre Triebwerke nach Hamburg. Lange Zeit schickten sie auch die eigenen Fachkräfte hinterher. Früher entschieden die Mitarbeitenden des Kunden bei persönlichen Besuchen, welche Teile ausgetauscht werden müssen. Heute passiert dies per Videokonferenz. „Wir übertragen hier Bilder in so hoher Qualität, dass unsere Kunden selbst kleine Kratzer auf Triebwerksteilen erkennen können“, berichtet Mona Stünckel. Sie ist die Innovationschefin der Triebwerksinstandhaltung. Auch schon vor 5G probierten Technikerinnen und Techniker die Videokonferenzen über WLAN aus. Doch die Verbindung brach gelegentlich ab oder ganz zusammen. Das WLAN besteht aus mehreren kleinen Funkzellen. Beim Gang durch die Werkshalle springt das Smartphone von Zelle zu Zelle. Das öffentliche Mobilfunknetz ist innerhalb der Halle zu schwach.

Wie sieht das eigene 5G-Netz aus? IT-Spezialist Claudius Noack von Lufthansa Industry Solutions zeigt zwei kleine weiße Kästen, montiert an Betonpfeilern. Die Kästen enthalten die 5G-Funktechnik und -Antennen. Sie sind etwa so groß wie ein WLAN-Router für zu Hause. Doch Noack durfte die Kästen nicht so einfach kaufen und montieren: Wer ein eigenes 5G-Netz, auch Campusnetz genannt, betreibt, braucht eigene Mobilfunkfrequenzen. Diese Frequenzen im Bereich 3,7 bis 3,8 Gigahertz (GHz) hat die Bundesnetzagentur zugeteilt. Die Lufthansa ist damit auf dem eigenen Grundstück ihr eigener Netzbetreiber. Im Handydisplay steht „LH Technik“ neben dem Verbindungssymbol.



Vorarbeiter Helge Arand und Projektleiterin Wiebke Hubert stehen bei der „Virtual Table Inspection“: Sie inspizieren und filmen Triebwerksteile – Kunden können dann Reparaturen direkt im Videochat beauftragen.

## 5G hilft auch anderen Betrieben

**Projekt Landnetz:** Nahe Dresden funkt 5G übers Feld. Landwirte können sich dank Augmented Reality („erweiterte Realität“) Bedienungsanleitungen digital auf ihre komplexen Maschinen projizieren lassen.

**Projekt BalticFuturePort:** Im Hafen von Lübeck sollen Warenströme über ein lokales 5G-Netz abgewickelt werden. Ferngesteuerte Portalkräne sollen Güter von automatisiert fahrenden Trailern aufnehmen.

# Das sagen die Expertinnen und Experten.

Die Beiträge und Interviews mit den Expertinnen und Experten finden Sie online in unserem Magazin.



Warum gibt es so viele Mobilfunkstudien und trotzdem so viele Widersprüche?

„Beim Thema Mobilfunk untersuchen viele Forschergruppen viele unterschiedliche Wirkungen, teilweise ohne eine klare Hypothese zu haben. Manche nehmen, salopp gesagt, eine Maus, legen ein Handy daneben und schauen mal, ob etwas passiert. Das erscheint mir manchmal etwas wahllos.“

Dr. Sarah Drießen leitet das EMF-Portal am Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit der RWTH Aachen.

Wieso können mehr Mobilfunkmasten die Strahlenbelastung reduzieren?

„Handys sind extrem dynamisch. Abhängig von der Netzverfügbarkeit kann sich die Strahlung um den Faktor 100.000 unterscheiden – je schlechter das Netz, desto stärker die Exposition. Jemand, der ohne Antenne in der Nähe für eine Minute telefoniert, ist stärker belastet als jemand, der sein Handy ein ganzes Jahr lang bei optimalen Bedingungen am Körper trägt. Ich persönlich bin froh über die Mobilfunkantenne in meiner Nachbarschaft, weil ich im besseren Netz weniger durch Strahlung belastet bin.“

Prof. Dr. Martin Rössli ist Umweltepidemiologe am Schweizerischen Tropen- und Public-Health-Institut.

Wie beurteilt das Bundesamt für Strahlenschutz, was ungesund für uns ist?

„Am BfS berücksichtigen wir die gesamte Studienlage. So können wir sagen: Mobilfunk wirkt sich nach dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand nicht negativ auf die Gesundheit aus, solange die Grenzwerte eingehalten werden. Zu 5G fängt die Forschung nicht bei null an. Tatsächlich liegen die Frequenzen für den 5G-Mobilfunk, der gerade ausgebaut wird, ja im selben Bereich wie die von 3G oder 4G.“

Dr. Gunde Ziegelberger ist Biologin und Leiterin des Kompetenzzentrums Elektromagnetische Felder beim Bundesamt für Strahlenschutz.



Hier finden Sie ausführliche Informationen

Informationsportal, Magazin und Dialogplattform

**[www.deutschland-spricht-ueber-5g.de](http://www.deutschland-spricht-ueber-5g.de)**

Folgen Sie unseren Kanälen auf Facebook, YouTube,  
Instagram und Twitter.

Alle Informationen über elektromagnetische Felder

**[www.bfs.de/DE/themen/emf](http://www.bfs.de/DE/themen/emf)**

Karte aller Mobilfunkstandorte

**[www.emf.bundesnetzagentur.de](http://www.emf.bundesnetzagentur.de)**

