

# Auswirkungen der drahtlosen 5G Kommunikation auf die menschliche Gesundheit

## ZUSAMMENFASSUNG

Die als 5G bezeichnete fünfte Generation der Telekommunikationstechnologien ist ein grundlegendes Element zur Verwirklichung einer europäischen Gigabit-Gesellschaft bis 2025.

Das Ziel, alle städtischen Gebiete, Schienenstrecken und Hauptverkehrsstraßen mit ununterbrochener drahtloser Kommunikation der fünften Generation zu versorgen, kann nur durch den Aufbau eines sehr dichten Netzes von Antennen und Sendern erreicht werden. Somit wird die Anzahl der Basisstationen und anderer Geräte mit höherfrequenten Signalen deutlich zunehmen.

Vor dem Hintergrund, dass höhere Frequenzen und Milliarden zusätzlicher Verbindungen wissenschaftlichen Untersuchungen zufolge eine Dauerexposition der gesamten Bevölkerung einschließlich der Kinder bedeuten, wirft dies die Frage auf, ob negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu erwarten sind. Zwar geht die Forschung allgemein davon aus, dass solche Funkwellen keine Gefahr für die Bevölkerung darstellen, jedoch fehlen bislang Untersuchungen zu der Dauereinwirkung, die sich aus der Einführung von 5G ergeben würde. Dementsprechend ist ein Teil der Wissenschaftsgemeinde der Ansicht, dass die möglichen negativen biologischen Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern (EMF) und 5G weiter erforscht werden müssen, insbesondere was die Häufigkeit des Auftretens einiger schwerer Krankheiten beim Menschen anbelangt. Eine weitere Überlegung geht dahin, dass Forscher aus verschiedenen Disziplinen, insbesondere aus Medizin und Physik oder Ingenieurwissenschaften, zusammengebracht werden sollten, um die Auswirkungen von 5G weiterführend zu untersuchen.

Die aktuellen Bestimmungen der EU zur Exposition gegenüber drahtlosen Signalen, die Empfehlung des Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz), sind mittlerweile 20 Jahre alt und sind daher nicht auf die spezifischen technischen Merkmale von 5G anwendbar.



### In diesem Briefing

- Unterschiede zwischen 5G und aktuellen Technologien
- Rechtliche Regulierung von elektromagnetischen Feldern und 5G-Exposition
- Europäisches Parlament
- Forschung zu den Auswirkungen von EMF und 5G auf die menschliche Gesundheit
- Standpunkte der Interessenträger
- Wie geht es weiter mit 5G?

## Allgemeiner Kontext

Im Rahmen der [EU-Strategie für den digitalen Binnenmarkt](#) stellte die Europäische Kommission im Jahr 2016 in ihrer Mitteilung [Konnektivität für einen wettbewerbsfähigen digitalen Binnenmarkt – Hin zu einer europäischen Gigabit-Gesellschaft](#) neue politische Maßnahmen vor. Ziel der Kommission ist es, die Digitalisierung der EU voranzutreiben und durch den Aufbau von Netzen mit deutlich höherer Kapazität deren Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, wobei [5G](#) als Baustein zur Verwirklichung einer „Gigabit-Gesellschaft“ bis 2025 dienen soll. Seine Hauptmerkmale würden das [Internet der Dinge](#) ermöglichen, bei dem über Milliarden von Verbindungen Informationen zwischen Geräten ausgetauscht werden.<sup>1</sup> Für 2025 hat die Kommission die folgenden Konnektivitätsziele festgelegt:

- Schulen, Hochschulen, Forschungszentren, Krankenhäuser, wichtige Anbieter öffentlicher Dienstleistungen und stark digitalisierte Unternehmen sollten Zugang zu Empfangs-/Sendegeschwindigkeiten von einem Gigabit an Daten pro Sekunde haben;
- Haushalte in städtischen und ländlichen Gebieten sollten Zugang zu einer Verbindung mit einer Empfangsgeschwindigkeit von mindestens 100 Megabit pro Sekunde haben;
- städtische Gebiete, wichtige Straßen und Schienenstrecken sollten mit einer durchgängigen 5G-Konnektivität versorgt werden.

In dem Dokument [5G für Europa: ein Aktionsplan](#) werden Maßnahmen vorgestellt, mit denen durch eine Partnerschaft zwischen der Kommission, den Mitgliedstaaten und der Industrie die zügige und koordinierte Einführung von 5G-Netzen in Europa erreicht werden soll. Diese Initiative betrifft alle privaten und öffentlichen Interessenträger in allen EU-Mitgliedstaaten.

Das Konnektivitätsziel wurde mit der Verabschiedung des [Kodex für die elektronische Kommunikation](#) (EKEK) Ende 2018 in einer Richtlinie festgelegt, nach der die EU-Mitgliedstaaten die Nutzung der neuen 5G-Frequenzbänder bei [700 MHz, 3,5 GHz und 26 GHz](#)<sup>2</sup> genehmigen und bis [Ende 2020](#)<sup>3</sup> in Übereinstimmung mit dem EKEK neu organisieren müssen. Diese Entscheidung ermöglicht die Einführung von 5G-Diensten in der Union.

Nach Angaben der [europäischen 5G-Beobachtungsstelle](#) waren in der Europäischen Union bis Ende September 2019 mit der Unterstützung der Europäischen Kommission 165 Erprobungen durchgeführt worden und hatten 11 Mitgliedstaaten bereits ihre [nationalen 5G-Aktionspläne](#) veröffentlicht.

## Herausforderungen und Chancen durch 5G

### Vorteile

Da mit 5G viel größere Datenmengen schneller übertragen werden können und sich die Reaktionszeiten verkürzen, wird es die unmittelbare Konnektivität zu Milliarden von Geräten, das Internet der Dinge und eine umfassende Vernetzung der EU-Bevölkerung ermöglichen. Darüber hinaus werden für die digitale Wirtschaft [Millionen von neuen Arbeitsplätzen und zusätzliche Gewinne in Milliardenhöhe](#) erwartet.

Der Zugang zur fünften Generation der Drahtloskommunikation und ihrer Vorteile, wie das Empfangen und Senden extrem hoher Datenmengen von einem Gigabit pro Sekunde, könnte beispielsweise für die militärische und medizinische Forschung vorteilhaft sein. Allerdings werden das Militär, Krankenhäuser, die Polizei und Banken vor allem aus Sicherheitsgründen zumindest für ihre wichtigsten Kommunikationsinhalte auch weiterhin drahtgebundene Verbindungen nutzen. Drahtgebundene Netzwerke bieten im Allgemeinen eine höhere Internetgeschwindigkeit und gelten als sicherer. Dies liegt darin begründet, dass ein drahtgebundenes Netzwerk nur über eine physische Kabelverbindung zugänglich ist, während bei drahtlosen Netzwerken das Signal auch außerhalb der physischen Räumlichkeiten gesendet werden kann. Drahtgebundene Verbindungen bieten mehr Kontrolle als Funk oder WLAN, da die entsprechenden Strukturen bereits innerhalb ihrer physischen Standorte einen Schutz für Server und interne IT-Einrichtungen bieten und dabei

nahezu 100 % der Bandbreite nutzen, sodass die Reaktionszeiten zusätzlich reduziert werden. Auch das trägt zu mehr Sicherheit bei.

## Nachteile

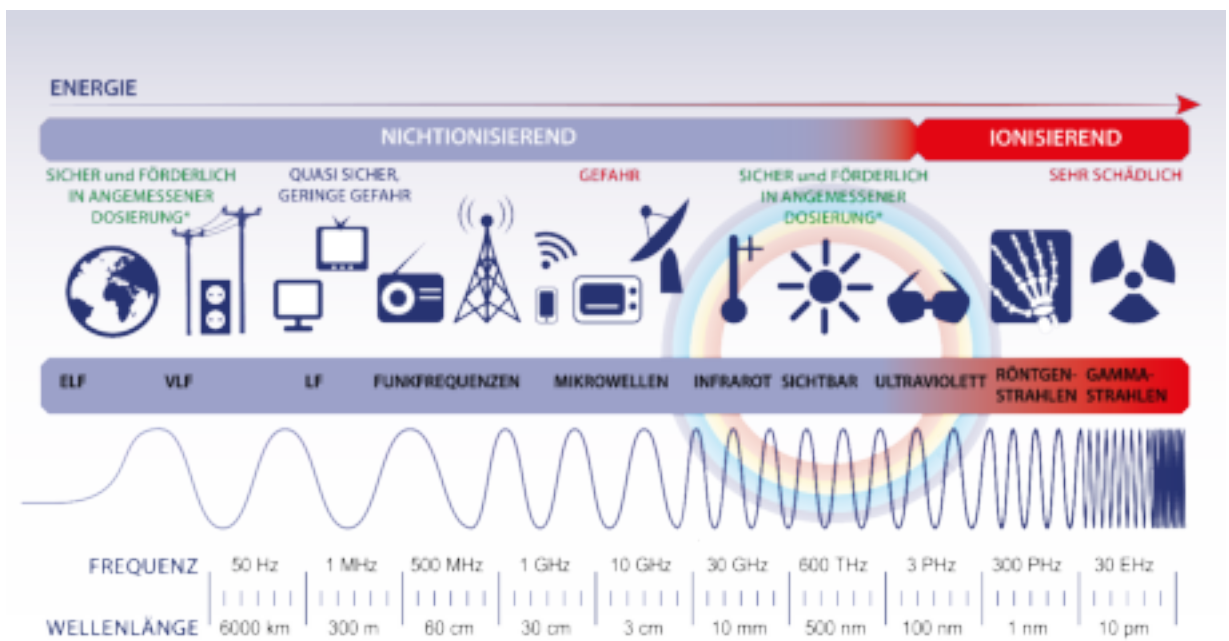
Da das 5G-Netz komplexer ist und eine höhere Dichte an Basisstationen erfordert,<sup>4</sup> um die geplante Kapazität liefern zu können, werden [deutlich höhere Einführungskosten](#) anfallen als bei früheren Mobilfunktechnologien. Nach Schätzungen der [Europäischen Kommission](#) werden sich die Kosten für das Erreichen der Zielvorgaben, einschließlich der 5G-Abdeckung in allen städtischen Gebieten, bis 2025 auf rund 500 Mrd. EUR belaufen.

Die Fragen, was 5G eigentlich ist, wofür es gebraucht wird, ob es Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt hat, ob es sicher ist, ob es ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis bietet oder ob jemand bereit sein wird, dafür zu bezahlen, sind nach wie vor nicht beantwortet.<sup>5</sup> Manchen Experten zufolge<sup>6</sup> wäre die Glasfasertechnik eine sicherere und schnellere Alternative. Diese ist jedoch drahtgebunden.

## Unterschiede zwischen 5G und aktuellen Technologien

Durch den Einsatz von Millimeterwellen und höheren Frequenzen als bei früheren Technologien wird für 5G ein viel umfangreicheres Netz an Antennen und anderen Sendergeräten benötigt. Elektromagnetische Felder ([EMF](#)) sind unsichtbare Energiebereiche,<sup>7</sup> die in Hertz (Hz) gemessen werden. Größere Wellenlängen mit niedrigerer Frequenz sind energetisch betrachtet weniger leistungsfähig, während kürzere Wellenlängen bei höheren Frequenzen mehr Leistung bieten. Abhängig von der Frequenz werden EMF in zwei Kategorien unterteilt: ionisierende und nichtionisierende Strahlung (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1 – Elektromagnetisches Spektrum



Quelle: Polina Kudelkina/Shutterstock.com.

Zur ionisierenden Strahlung (mittlere bis hohe Frequenz) zählen ultraviolette Strahlung, Röntgenstrahlung und Gammastrahlung. Die Energie aus ionisierender Strahlung kann [menschliche Zellen schädigen und Krebs verursachen](#). Nichtionisierende Strahlung weist niedrigere Frequenzen und größere Wellenlängen auf. Viele Experten sind der Meinung, dass nichtionisierende Strahlung ausschließlich thermische Wirkungen ([Gewebeerwärmung](#)) hat und dass bei hohen

Expositionsniveaus temperaturempfindliche biologische Prozesse und Strukturen, darunter Organismen wie der Mensch, beeinträchtigt werden können.

Mikrowellen- und Millimeterwellenstrahlung sind nichtionisierend. Millimeterwellen haben Wellenlängen von etwa 10 bis 1 Millimeter. Dieses Spektrum ist sehr wirksam und weist eine große Bandbreite auf, ist jedoch sehr anfällig für externe Faktoren und kann durch Wände, Bäume oder sogar Regen gestört werden.

Bei 5G werden zusätzlich zu den Mikrowellen, die bisher bei der 2G-, 3G- und 4G-Technologie verwendet wurden, erstmals auch Millimeterwellen eingesetzt. Aufgrund der begrenzten Reichweite müssen zum Aufbau der 5G-Netze Zellanennen in sehr kurzen Abständen zueinander installiert werden, was eine Dauorexposition der Bevölkerung gegenüber Millimeterwellenstrahlung zum Ergebnis haben wird. Darüber hinaus erfordert 5G den Einsatz neuer Technologien, darunter Aktivantennen, die [Beamforming](#) und massives MIMO (Multiple Input Multiple Output)<sup>8</sup> ermöglichen. Angesichts höherer Frequenzen und verkürzter Reichweiten werden die Basisstationen in einem Gebiet dichter aufgestellt, um eine vollständige Abdeckung sicherzustellen und „Not-Spots“ zu vermeiden. Die Reichweiten können auf 20-150 Meter beschränkt sein, woraus sich sehr kleine Abdeckungsbereiche pro „Mikrozelle“ ergeben.<sup>9</sup> Bei einem Zellenradius von 20 Metern müssten pro Quadratkilometer etwa 800 Basisstationen (bzw. „drahtlose Zugangspunkte mit geringer Reichweite“, wie die im EKEK verwendete Bezeichnung lautet) installiert werden. Dies stellt einen Unterschied zur 3G- und 4G-Technologie dar, bei der Großzellen (auch Makrozellen genannt) genutzt werden, die eine Reichweite von 2 bis 15 Kilometern haben und somit größere Gebiete abdecken, allerdings weniger gleichzeitige Nutzer zulassen, da sie über weniger Einzelkanäle verfügen.<sup>10</sup>

Außerdem werden bei 5G höhere Frequenzen<sup>11</sup> und eine größere Bandbreite als in den bisherigen G-Netzen verwendet, wodurch die Nutzer drahtlose Daten schneller übertragen können.

## Rechtliche Regulierung von elektromagnetischen Feldern und 5G-Exposition

### Europäische Union

Die Hauptverantwortung für den Schutz der Bevölkerung vor den potenziell schädlichen Auswirkungen von EMF liegt gemäß [Artikel 168 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union](#) bei den Regierungen der EU-Mitgliedstaaten. Im Jahr 1996 richtete die Weltgesundheitsorganisation (WHO) das [Internationale EMF-Projekt](#) ein, mit dem die wissenschaftlichen Nachweise für mögliche gesundheitliche Auswirkungen von EMF im Frequenzbereich von 0 bis 300 GHz bewertet werden sollten. Sie arbeitete eine „Modellgesetzgebung“ aus, mit der ein rechtlicher Rahmen für die Einführung von Schutzmaßnahmen gegen nichtionisierende Strahlung vorgegeben wird.

Die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung ([ICNIRP](#)), eine von der WHO formell anerkannte regierungsunabhängige Organisation, gibt [Leitlinien](#) zur Begrenzung der Exposition gegenüber elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (EMF) heraus, die in regelmäßigen Abständen überarbeitet werden. In der EU wurden diese Leitlinien in der **Empfehlung des Rates 1999/519/EG** vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz) übernommen.

Die Empfehlung des Rates stellt den gemeinsamen Schutzrahmen dar, in dem die EU-Mitgliedstaaten Orientierungshilfen finden und frequenzabhängige Basisgrenzwerte und Referenzwerte festgelegt sind. Folgende physikalische Größen werden zur Angabe der Basisgrenzwerte bei elektromagnetischen Feldern herangezogen:

- Zwischen 0 und 1 Hz werden Basisgrenzwerte für [magnetische Flussdichten](#) für statische Magnetfelder (0 Hz) und Stromdichten für zeitlich veränderliche Felder<sup>12</sup> bis 1 Hz eingeführt, um den Auswirkungen auf das kardiovaskuläre und das Zentralnervensystem vorzubeugen.
- Zwischen 1 Hz und 10 MHz werden Basisgrenzwerte für die Stromdichte<sup>13</sup> eingeführt, um den Auswirkungen auf die Funktionen des Nervensystems vorzubeugen.
- Zwischen 100 kHz und 10 GHz werden Basisgrenzwerte für die [spezifische Absorptionsrate \(SAR\)](#) eingeführt, um die Wärmebelastung des ganzen Körpers und eine übermäßige lokale Gewebeerwärmung zu vermeiden. Im Bereich von 100 kHz bis 10 MHz werden Grenzwerte für die Stromdichte und für die spezifische Absorptionsrate eingeführt.
- Zwischen 10 GHz und 300 GHz werden Basisgrenzwerte für die Leistungsdichte eingeführt, um eine Erwärmung des Gewebes an oder nahe der Körperoberfläche zu vermeiden.

Obwohl diese Expositionsgrenzwerte für die EU-Mitgliedstaaten nicht verbindlich sind, haben einige Mitgliedstaaten noch strengere Grenzwerte als die oben empfohlenen festgelegt.

Die Empfehlung regt die Mitgliedstaaten dazu an, einen gemeinsamen Schutzrahmen zu schaffen, die Öffentlichkeit über die gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder aufzuklären und die auf nationaler Ebene angewandten Messverfahren zu harmonisieren. Der Rat empfiehlt der Europäischen Kommission, die möglichen gesundheitsschädlichen Auswirkungen weiterhin zu verfolgen.

Die **Europäische Umweltagentur** (EUA) mahnt im Zusammenhang mit der EMF-Exposition seit Langem zur [Vorsicht](#). In der Vergangenheit habe es Verstöße gegen das Vorsorgeprinzip gegeben, die zu oft irreversiblen Schäden für die menschliche Gesundheit und die Umwelt geführt hätten. Geeignete und verhältnismäßige Vorsorgemaßnahmen, die jetzt ergriffen werden, um plausible und potenziell ernste Gesundheitsbedrohungen durch EMF zu vermeiden, dürften aus zukünftiger Sicht als vernünftig und sinnvoll angesehen werden. Die EUA ruft die EU-Mitgliedstaaten auf, mehr dafür zu tun, dass die Bürger über die Risiken der EMF-Exposition, insbesondere bei Kindern, aufgeklärt werden.

In seiner [Entschließung vom 2. April 2009](#) forderte das Europäische Parlament die Kommission nachdrücklich auf, die wissenschaftliche Grundlage für die in der Empfehlung 1999/519/EG angegebenen EMF-Grenzwerte und deren Angemessenheit zu überprüfen und einen Bericht darüber vorzulegen. Auch der Wissenschaftliche Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ wurde vom Europäischen Parlament aufgefordert, eine Überprüfung der EMF-Grenzwerte durchzuführen. Mit Verweis auf Studien, in denen schädliche Auswirkungen schon bei geringster elektromagnetischer Strahlung festgestellt wurden, forderte das Europäische Parlament, die biologischen Wirkungen zu berücksichtigen, weiter aktive Forschung zu betreiben und auf deren Grundlage Lösungen zu entwickeln, mit denen das Pulsieren der zur Übertragung verwendeten Frequenzen verhindert oder verringert wird. Ferner schlug das Parlament vor, dass die Kommission in Abstimmung mit Sachverständigen aus den Mitgliedstaaten und den betroffenen Industrien einen Leitfaden über die verfügbaren technischen Optionen zur Verminderung der Exposition gegenüber EMF erarbeiten sollte.

Der **Wissenschaftliche Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“** ([SCENIHR](#)) der Kommission ist mit der Aufgabe betraut, die [Risiken elektromagnetischer Felder](#) zu bewerten, und überprüft regelmäßig die verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse, um festzustellen, ob sie die in der Empfehlung 1999/519/EG des Rates vorgeschlagenen Expositionsgrenzwerte noch untermauern. Der letzten [Stellungnahme](#) des SCENIHR vom Januar 2015 zufolge gibt es keine Belege dafür, dass EMF-Strahlung die kognitiven Funktionen des Menschen beeinträchtigt oder zu einer Zunahme der Krebsfälle bei Erwachsenen und Kindern beiträgt. Allerdings wies die [International EMF Alliance](#) (IEMFA) darauf hin, dass bei vielen Mitgliedern des SCENIHR ein Interessenkonflikt bestanden haben könnte, weil sie berufliche Beziehungen zu verschiedenen [Telekommunikationsunternehmen](#) hatten oder von diesen finanziert wurden.

In der Folge schätzte der Wissenschaftliche Ausschuss „Gesundheitsrisiken, Umweltrisiken und neu auftretende Risiken“ ([SCHEER](#)), der den ehemaligen Wissenschaftlichen Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ (SCENIHR) ersetzte, in einer [Erklärung](#) vom Dezember 2018 die mit 5G einhergehenden Risiken vorläufig als hoch ein. Auch das Ausmaß, die Dringlichkeit und die Wechselwirkungen (mit Ökosystemen und Arten) einer möglichen Gefährdung wurden von SCHEER als hoch bewertet. Nach seiner Einschätzung könnte eine 5G-Umgebung biologische Folgen haben, da nicht genug Fakten vorlägen, auf deren Grundlage zweckmäßige Expositionsleitlinien für die 5G-Technologie entwickelt werden könnten.

## Europarat

In seiner [Entschließung 1815 \(2011\)](#) weist der Europarat auf die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der sehr niederfrequenten elektromagnetischen Felder in der Umgebung von Hochspannungsleitungen und elektrischen Geräten hin, die Gegenstand laufender Forschungsarbeiten und öffentlicher Diskussionen sind. Es sei anzunehmen, dass einige nichtionisierende Frequenzen mehr oder weniger potenziell schädliche, nicht thermische, biologische Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen haben, selbst wenn das Expositionsniveau unter den offiziellen Schwellenwerten liege. Jugendliche und Kinder seien besonders gefährdet und es könnten extrem hohe menschliche und wirtschaftliche Kosten entstehen, wenn Frühwarnungen vernachlässigt werden. Bezüglich der möglichen Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen elektromagnetischer Felder werden klare Parallelen zu anderen aktuellen Themen gezogen: die Zulassung von Medikamenten, Chemikalien, Pestiziden, Schwermetallen oder genetisch veränderten Organismen. In der Entschließung wird betont, dass die Unabhängigkeit und Glaubwürdigkeit der herangezogenen wissenschaftlichen Fachkompetenz entscheidend für eine transparente und ausgewogene Bewertung möglicher negativer Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt sei. Die Entschließung enthält folgende Empfehlungen:

- Ergreifen aller angemessenen Maßnahmen, um die Exposition gegenüber EMF (insbesondere durch Mobiltelefone) zu verringern und insbesondere Kinder und Jugendliche zu schützen, bei denen das Risiko, Kopftumoren zu entwickeln, anscheinend am größten ist;
- Überprüfen der wissenschaftlichen Grundlage für die derzeitigen Vorgaben bezüglich der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern, die von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung festgelegt wurden, da diese ernsthaften Einschränkungen unterliegen;
- Aufklärung und Sensibilisierungskampagnen über die Risiken potenziell schädlicher biologischer Langzeitwirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit, die sich insbesondere an Kinder, Jugendliche und junge Menschen im reproduktiven Alter richten;
- Bevorzugung drahtgebundener Internetverbindungen (für Kinder im Allgemeinen und insbesondere in Schulen) und strenge Regulierung der Nutzung von Mobiltelefonen durch Schulkinder auf dem Schulgelände;
- Aufstockung der öffentlichen Finanzierung unabhängiger Forschung zur Bewertung von Gesundheitsrisiken.

## Europäisches Parlament

In seiner [Entschließung](#) vom 2. April 2009 zu der Gesundheitsproblematik in Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern forderte das Europäische Parlament die Kommission nachdrücklich auf, die wissenschaftliche Grundlage für die in der Empfehlung 1999/519/EG angegebenen EMF-Grenzwerte und deren Angemessenheit zu überprüfen und einen Bericht darüber vorzulegen. Auch der Wissenschaftliche Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ wurde vom Europäischen Parlament aufgefordert, eine Überprüfung der EMF-Grenzwerte durchzuführen.

## Forschung zu den Auswirkungen von EMF und 5G auf die menschliche Gesundheit

Die Menge an wissenschaftlicher Literatur über die Auswirkungen der Exposition gegenüber EMF und insbesondere gegenüber 5G nimmt schnell zu. Manche Forschungsarbeiten legen mögliche Gesundheitsrisiken nahe, andere hingegen nicht.

Die WHO<sup>14</sup> bzw. das Internationale Krebsforschungszentrum (International Agency for Research on Cancer, IARC) hat hochfrequente EMF im Jahr 2011 als [möglicherweise krebserregend für den Menschen](#) eingestuft. Vor Kurzem hat das IARC in seinem Überprüfungszeitplan für die nächsten fünf Jahre (2020–2024) EMF-Strahlung als Priorität festgelegt.

Ein Teil der Wissenschaftsgemeinde – hauptsächlich Ärzte und Medizinwissenschaftler – vertritt den

### Ethik in der Forschung

Im [Europäischen Verhaltenskodex für Integrität in der Forschung](#) (zuletzt überarbeitet im Jahr 2017) werden Grundsätze für Integrität in der Forschung sowie Kriterien für eine verantwortungsvolle Forschungspraxis festgelegt und erläutert, wie Verstöße gegen die Integrität in der Forschung verhindert werden können.

In dem Kodex sind folgende Grundsätze niedergelegt:

- **Zuverlässigkeit** durch Qualitätssicherung in der Forschung hinsichtlich Planung, Methodik, analytischen Verfahren und Ressourceneinsatz;
- **Ehrlichkeit** durch die Entwicklung, Durchführung und Überprüfung von Forschung sowie transparente, faire, umfassende und unvoreingenommene Berichterstattung und Kommunikation darüber;
- **Respekt** gegenüber Kollegen, Forschungsteilnehmern, Gesellschaft, Ökosystemen, kulturellem Erbe und der Umwelt;
- **Verantwortlichkeit** für die Forschung von der Idee bis zur Veröffentlichung, für ihre Verwaltung und Organisation, für Schulung, Betreuung und Mentoring sowie für ihre weitergehenden Auswirkungen.

Standpunkt, dass die Exposition gegenüber EMF schädliche Auswirkungen hat und dass diese mit der Einführung von 5G zunehmen werden. Ein entsprechender **5G-Appell** wurde 2015 bei den [Vereinten Nationen](#) und 2017 bei der [Europäischen Union](#) eingereicht und bis heute von immer mehr Wissenschaftlern unterzeichnet (mit Stand 18. Dezember 2019 waren es 268 Fachleute aus Wissenschaft und Medizin). Die Unterzeichner weisen darauf hin, dass sich mit der immer umfassenderen Nutzung drahtloser Technologien, insbesondere nach der Einführung von 5G, niemand einer dauerhaften Exposition gegenüber EMF-Strahlung entziehen könne, da eine enorme Anzahl von 5G-Sendern mit geschätzten 10 bis 20 Milliarden Verbindungen (zu selbstfahrenden Autos und Bussen, Überwachungskameras, Haushaltsgeräten usw.) installiert werde. Zahlreiche wissenschaftliche Publikationen würden die Auswirkungen der EMF-Exposition darstellen, darunter ein erhöhtes Krebsrisiko, genetische Schäden, Lern- und Gedächtnisdefizite, neurologische Störungen usw. Die schädlichen Auswirkungen betreffen nicht nur den Menschen, sondern auch die Umwelt.

In dem Appell wird ein Moratorium beim Ausbau der fünften Generation für Telekommunikation empfohlen, bis potenzielle Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt vollständig durch industrieunabhängige Wissenschaftler erforscht wurden. Die EU wird nachdrücklich aufgefordert, der Entschließung 1815 (2011) des Europarates zu folgen und eine unabhängige Arbeitsgruppe mit einer Neubewertung zu beauftragen.

In diesem Zusammenhang halten es einige Wissenschaftler für notwendig, neue Expositionsgrenzwerte festzulegen, die den neuen Merkmalen der Exposition Rechnung tragen. Diese Grenzwerte sollten nicht auf der energiebezogenen spezifischen Absorptionsrate, sondern auf den [biologischen Auswirkungen der EMF-Strahlung](#) basieren.

Nichtionisierende Strahlung, zu der auch die Strahlung von Mobiltelefonen und 5G gehört, wird aufgrund ihrer niedrigen Energiemenge im Allgemeinen als harmlos betrachtet. Einige der oben genannten Wissenschaftler weisen jedoch darauf hin, dass es im besonderen Fall von 5G nicht um

die Energiemenge, sondern um die Zahl der Impulse geht,<sup>15</sup> d. h. um die Frequenz, der die gesamte Bevölkerung aufgrund des dichten Antennennetzes und der geschätzten Milliarden gleichzeitiger Verbindungen ausgesetzt sein wird. Bei der 5G-Technologie werden sehr hohe Pulsationsniveaus verwendet, um sehr große Datenmengen pro Sekunde übertragen zu können. Der Grundgedanke von 5G besteht darin, höhere Frequenzen einzusetzen, mit denen diese hohen Pulsationsniveaus erzeugt werden können. Studien zeigen, dass gepulste EMF in den meisten Fällen biologisch aktiver und daher gefährlicher sind als nicht gepulste EMF. Jedes einzelne drahtlose Kommunikationsgerät kommuniziert zumindest teilweise über Pulsationen, und je intelligenter das Gerät ist, desto mehr Pulsationen sendet es aus. In der Folge kann bei 5G-Wellen trotz ihrer schwachen Energieleistung die konstante anormale Impulsstrahlung Auswirkungen haben. Zusammen mit der Art und Dauer der Exposition scheinen Eigenschaften des 5G-Signals wie das Pulsieren [die biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen der Exposition zu erhöhen](#), einschließlich der DNA-Schäden, die als Ursache für Krebs angesehen werden. DNA-Schäden werden auch mit einer Abnahme der Reproduktionsfähigkeit und neurodegenerativen Erkrankungen in Verbindung gebracht.

Auch ein im Jahr 2018 veröffentlichter [Überblick](#) über aktuellere Peer-Review-Artikel zu den biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen hochfrequenter EMF einschließlich 5G bestätigt die vorliegenden Erkenntnisse über die Auswirkungen von Millimeterwellen. In dem Überblick wird der Schluss gezogen, dass immer mehr Belege zu den biologischen Eigenschaften hochfrequenter EMF vorliegen und – auch wenn einige von ihnen vorläufig oder umstritten sind – auf mehrdimensionale Wechselwirkungen zwischen hochfrequenten EMF und biologischen Systemen sowie auf mögliche onkologische und nichtonkologische (hauptsächlich reproduktive, metabolische, neurologische und mikrobiologische) Wirkungen hindeuten. Aus dem Bericht geht auch hervor, dass die große und zunehmende Dichte drahtloser Geräte und Antennen besonders besorgniserregend ist. Vor diesem Hintergrund wird festgestellt, dass – obwohl die biologischen Auswirkungen von 5G-Kommunikationssystemen noch sehr wenig untersucht sind – bereits ein internationaler Aktionsplan für den Ausbau von 5G-Netzen umgesetzt wird, der mit einer Zunahme der Geräte und der Dichte an Mikrozellen sowie dem zukünftigen Einsatz von Millimeterwellen einhergeht. Dabei gebe es Hinweise darauf, dass Millimeterwellen die Hauttemperatur erhöhen, die Zellproliferation anregen sowie Entzündungs- und Stoffwechselprozesse fördern können. Es seien weitere Studien notwendig, um die unabhängige Erforschung der gesundheitlichen Auswirkungen von hochfrequenten EMF im Allgemeinen und von Millimeterwellen im Besonderen zu verbessern.<sup>16</sup>

Weitaus weniger Forschungsergebnisse gibt es zu den Auswirkungen von 5G-Technologien auf Mensch und Umwelt, so das Ergebnis einer weiteren [Durchsicht von Studien](#), die 2018 veröffentlicht wurde. Darin wird argumentiert, dass angesichts der bereits vorhandenen komplexen Mischung niedrigerer Frequenzen die zu erwartende höherfrequente 5G-Strahlung zusätzliche schädliche Auswirkungen auf die physische und psychische Gesundheit der Bevölkerung haben würde. Speziell für Millimeterwellen werden die Ergebnisse von Studien analysiert, in denen Auswirkungen auf Haut, Augen und Immunsystem sowie bakterielle Antibiotikaresistenzen festgestellt werden. Es werde schwierig sein, die Wirkungen hochfrequenter EMF epidemiologisch zuzuordnen, da keine nicht exponierte Kontrollgruppe verfügbar sei. Aus diesem Grund wird in der Studie zur Vorsicht beim Einsatz dieser neuen Technologie gemahnt. Zwar würden Physiker und Ingenieure versichern, dass Wärme die einzige schädigende Einflussgröße sei, aber Medizinwissenschaftler hätten darauf hingewiesen, dass noch andere Mechanismen die Zellfunktionen durch die nicht thermische Einwirkung von Hochfrequenzen stören könnten.

Bei einer [Durchsicht wissenschaftlicher Artikel](#) aus dem Jahr 2016 wurden Versuchsdaten zur oxidativen Wirkung von Hochfrequenzstrahlung niedriger Intensität in lebenden Zellen behandelt. Man gelangte zu dem Ergebnis, dass bei 100 derzeit verfügbaren Peer-Review-Studien zu diesem Thema (18 *In-vitro*-Studien, 73 tierexperimentelle Studien, 3 pflanzen- und 6 humanexperimentelle Studien) in 93 Studien bestätigt wurde, dass Hochfrequenzstrahlung oxidative Wirkungen auf biologische Systeme hat. Konkret fielen 54 von 58 Untersuchungen an Ratten sowie 4 der 6 Untersuchungen an Menschen positiv aus. Darüber hinaus waren 17 der 18 *In-vitro*-Studien



positiv. In jeweils zwei davon wurden menschliche Spermien und menschliche Blutzellen behandelt. Den Autoren zufolge gibt die Analyse moderner Daten über die biologischen Auswirkungen von Hochfrequenzstrahlung niedriger Intensität zu der eindeutigen Schlussfolgerung Anlass, dass dieser physikalische Einflussfaktor ein starker oxidativer Stressor für lebende Zellen ist.

In einer tierexperimentellen [Studie](#) aus dem Jahr 2018 wurde gezeigt, dass die von WLAN-Netzwerken ausgesendete elektromagnetische Strahlung bei Ratten zu Hyperglykämie, erhöhtem oxidativen Stress und einer Beeinträchtigung der Insulinsekretion auf den Langerhans-Inseln führen kann. Eine Methode zur Erzeugung von Diabetes (die langfristig zu Nierenschwäche führen kann) bei Laborratten besteht darin, sie – teils nur kurzzeitig – einer Frequenz von 2,4 GHz auszusetzen.

In einem 2019 veröffentlichten Bericht des [Wissenschaftlichen Rates für elektromagnetische Felder der schwedischen Strahlenschutzbehörde](#) wird auf zwei große tierexperimentelle Studien eingegangen: die [im Rahmen des US National Toxicology Program \(NTP\) durchgeführte Studie](#) und die italienische Studie von [Falcioni et al.](#), in denen jeweils der Zusammenhang zwischen Funkwellenexposition und [Schwannomen](#) des Herzens bei männlichen Ratten analysiert wird.<sup>17</sup> In dem Bericht wird der Schluss gezogen, dass gewisse Abweichungen zwischen den Ergebnissen der beiden Studien bestehen und kein neuer kausaler Zusammenhang zwischen der Einwirkung von EMF und Gesundheitsrisiken bestätigt wurde. Er enthält die Empfehlung, weitere Forschung zu betreiben, die sich insbesondere mit den langfristigen Auswirkungen befasst, vor allem da die gesamte Bevölkerung dauerhaft exponiert sein werde. Weitere Forschungsarbeiten sollten sich mit den möglichen Zusammenhängen zwischen Funkwellenexposition und oxidativem Stress sowie zwischen schwachen niederfrequenten Magnetfeldern und Leukämie bei Kindern befassen, die in epidemiologischen Studien festgestellt wurden.

Die Reaktion der Wissenschaftsgemeinde auf diesen Bericht ist Gegenstand des kürzlich erschienenen [Kommentars](#) zu der genannten NTP-Studie, in der die Daten zu hochfrequenter Mobilfunkstrahlung untersucht wurden. In dem Kommentar wird der Nutzwert dieser Studie für die Bewertung der Gesundheitsrisiken für den Menschen hinterfragt. Sie enthalte unbegründete Kritik, die darauf abziele, die Erkenntnisse über gesundheitsschädliche Auswirkungen zu bagatellisieren. Dem Autor zufolge sollte mit der NTP-Studie die Hypothese untersucht werden, dass Mobilfunkstrahlung bei nicht thermischen Expositionsstärken nicht gesundheitsschädlich ist, und eine Datengrundlage zur Bewertung der Gesundheitsrisiken geliefert werden, die sich aus festgestellten toxischen oder karzinogenen Wirkungen ergeben, da über die langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen der Exposition gegenüber Mobilfunkstrahlung nur wenig bekannt war. Hinsichtlich der Ergebnisse der NTP-Studie spricht sich der Autor unter anderem für die Verwendung tierexperimenteller Studien aus, um mit der Umsetzung von Strategien zum Schutz der öffentlichen Gesundheit nicht länger warten zu müssen, bis genügend Daten zu Krebs beim Menschen verfügbar sind. Die im Rahmen der NTP-Studie angewendete Expositionsintensität im Gehirn von Ratten sei mit der potenziellen Exposition des Menschen durch Mobiltelefone vergleichbar.

Andererseits heißt es in einer von der Deutschen Telekom finanzierten, 2019 veröffentlichten [Durchsicht](#) von 94 Artikeln, dass die verfügbaren Studien keine angemessenen und ausreichenden Informationen für eine aussagekräftige Sicherheitsbewertung oder für die Frage nach den nicht thermischen Wirkungen liefern würden. Es bestehe Forschungsbedarf hinsichtlich der lokalen Wärmeentwicklung auf kleinen Flächen, z.B. Haut oder Auge, und hinsichtlich der Umweltauswirkungen. Es sei keine gleichbleibende Beziehung zwischen Leistungsdichte, Expositionsdauer oder Frequenz und den Expositionswirkungen feststellbar.

Einer anderen [Durchsicht von Studien aus dem Jahr 2019](#) zufolge ist die tägliche EMF-Exposition seit 2012 trotz der zunehmenden Nutzung drahtloser Kommunikationsgeräte nicht merklich angestiegen. Es bleibt jedoch ungewiss, wie gut diese Studien zur täglichen Exposition die von der Bevölkerung absorbierte Dosis an hochfrequenter EMF-Strahlung wiedergeben. In der besagten Studie wird auf die dringende Notwendigkeit hingewiesen, die Dosis an hochfrequenter EMF-Strahlung, die die Bevölkerung durch ihre eigenen Kommunikationsgeräte absorbiert, besser zu quantifizieren.

## Standpunkte der Interessenträger

In Anbetracht der enormen geschätzten Investitionen muss die Mobilfunkindustrie die Regierungen von den wirtschaftlichen und sozialen Vorteilen der 5G-Netze überzeugen und breit angelegte Marketingkampagnen durchführen. Der bereits zitierten eingehenden Analyse des Europäischen Parlaments zufolge käme es der Branche entgegen, wenn die politischen Entscheidungsträger glaubten, dass es zwischen den Nationen einen Wettlauf um die früheste Einführung von 5G-Diensten gebe.<sup>18</sup>

Die Telekommunikationsindustrie in der EU bleibt bei ihrer Aussage, dass die Belege für Schäden durch EMF-Expositionen nicht schlüssig seien. Die öffentlich-private Partnerschaft für eine 5G-Infrastruktur ([5G-PPP](#)), eine gemeinsame Initiative der Europäischen Kommission und der europäischen Informations- und Telekommunikationsindustrie (IKT) (IKT-Hersteller, Telekommunikationsbetreiber, Dienstleistungsanbieter, KMU und Forschungseinrichtungen), unterstützt Forschungs- und Innovationsvorhaben zum Ausbau von 5G-Netzen, die den internationalen Normen und Vorschriften entsprechen, und entwickelt Systeme, die unterhalb der gesundheitlich unbedenklichen Grenzwerte für elektromagnetische Emissionen betrieben werden können.<sup>19</sup> Sie beschäftigt sich jedoch nicht mit den biologischen Auswirkungen der 5G-Strahlung.

Dennoch hält es die [IEMFA](#) für erforderlich, die tatsächliche potenzielle Exposition gegenüber 5G zu messen und die Sicherheitsgrenzwerte für diese Art der Exposition zu aktualisieren. Die Allianz fordert in diesem Zusammenhang mehr Forschung und wissenschaftlichen Konsens. Nach ihrer Ansicht sollten Wissenschaftler mit langjähriger Erfahrung in der Erforschung der gesundheitlichen Auswirkungen von EMF in den SCENIHR aufgenommen werden, wie es bereits im Jahr 2015 in der [Beschwerde der IEMFA](#)<sup>20</sup> gefordert worden war.

## Wie geht es weiter mit 5G?

Was die Wirtschaft in Europa dringend braucht, sind Erholung und eine Spitzenposition bei der Einführung digitaler Technologien sowie anhaltendes Wachstum. Allerdings ist es auch notwendig, die möglichen negativen Begleiterscheinungen zu berücksichtigen. Bezüglich der wirtschaftlichen Aspekte von 5G liegen auf dem Weg zur Verwirklichung einer „Gigabit-Gesellschaft“ viele Herausforderungen. So hat die Industrie beispielsweise Bedenken, ob die Pläne für die kommerzielle Einführung von 5G angesichts der technischen Komplexität und der notwendigen Investitionen im Jahr 2020 umgesetzt werden können.

Andere Bedenken beziehen sich darauf, ob eine ausreichende Nachfrage nach 5G erzeugt werden kann, oder auf Aspekte der Unbedenklichkeit und Gesundheit, Sicherheit und Umweltverträglichkeit.<sup>21</sup> Diese Bedenken erfordern die Sensibilisierung und einen Konsens einer breiteren Öffentlichkeit, was jedoch angesichts der womöglich schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit und der unvermeidlichen Dauerexposition der Bevölkerung in einer 5G-Umgebung in doppelter Hinsicht kritisch ist. Die aktuelle wissenschaftliche Literatur zeigt, dass dauerhaft einwirkende drahtlose Strahlung wahrscheinlich biologische Auswirkungen hat, was für die speziellen Merkmale von 5G in besonderer Weise zutrifft: die Kombination aus Millimeterwellen, einer höheren Frequenz, der Anzahl der Sender und der Anzahl der Verbindungen. Verschiedene Studien deuten darauf hin, dass 5G die Gesundheit von Menschen, Pflanzen, Tieren, Insekten und Mikroben beeinträchtigen würde – und dass bei 5G ein vorsichtiger Ansatz angebracht wäre, da es sich um eine nicht getestete Technologie handelt. In der [Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte der Vereinten Nationen](#), der [Schlussakte von Helsinki](#) und anderen internationalen Verträgen wird anerkannt, dass im Vorfeld von Maßnahmen, die die menschliche Gesundheit beeinträchtigen könnten, die Zustimmung nach Inkenntnissetzung ein wesentliches, grundlegendes Menschenrecht ist, das noch brisanter wird, wenn es um die Exposition von Kindern und Jugendlichen geht.

In einiger Hinsicht existieren in der Wissenschaft unterschiedliche Auffassungen, was die möglichen negativen Auswirkungen von EMF-Exposition und 5G anbelangt. Da Experten selten über komplementäres Wissen in Physik oder Ingenieurwesen und Medizin verfügen, könnte eine umfassendere wissenschaftliche Fachkompetenz dadurch erzielt werden, dass Forschungsteams mit Expertise in allen relevanten Disziplinen gebildet werden. Von einigen Experten wurde die Glasfasertechnologie als sichere Alternative zu 5G vorgeschlagen, da das Signal dabei auf die Faser beschränkt bleibt. Ihre Leistungsfähigkeit ist deutlich höher als die von 5G. Glasfaser- und Drahtlostechnologie unterscheiden sich grundlegend voneinander. Die Investitionen in Glasfasertechnologien lassen sich im Nachhinein auf höhere Geschwindigkeiten aufrüsten, während bei drahtlosen Technologien das gesamte System umgebaut werden muss.

Einer [Studie](#) zufolge, die sich mit dem Stand bei der Einführung von 5G in Europa, den USA und Asien befasst und die 2019 im Auftrag des Europäischen Parlaments erarbeitet wurde, ist langfristige angelegte Technologieforschung unerlässlich. Ein wesentliches Problem seien die ungewöhnlichen Ausbreitungsphänomene, insbesondere die Steuerung und Messung hochfrequenter EMF-Exposition in Verbindung mit MIMO (Multiple Input Multiple Output) und den von Handgeräten und Basisstationen verwendeten Millimeterwellenfrequenzen. Ausgehend vom derzeitigen Wissensstand (auf der Grundlage früherer Generationen der Mobilfunktechnik) stelle die Technologie sowohl für Zulieferer als auch für Normungsorganisationen, die Spezifikationen in künftige 5G-Normen aufnehmen müssen, eine Herausforderung dar. Der Studie zufolge besteht das Hauptproblem vermutlich darin, dass es derzeit nicht möglich ist, 5G-Emissionen in der realen Welt genau zu simulieren oder zu messen.

Um die potenziellen Mechanismen der möglichen gesundheitlichen Auswirkungen von EMF besser zu verstehen und das Ausmaß der Exposition der Bevölkerung zu bestimmen, wurde 2014 das Projekt [GERoNiMO](#) (Generalised EMF Research using Novel Methods) ins Leben gerufen, das aus dem siebten Forschungsrahmenprogramm der EU finanziert wurde und sich mit einschlägigen Fragen zu EMF und Gesundheit befasste. Im Rahmen dieses Projekts wurde ein integrierter Ansatz vorgeschlagen, bei dem epidemiologische Studien, Verfahren zur Expositionsbewertung, mechanistische und Tiermodelle sowie Expertennetzwerke, die nach Möglichkeit neue Methoden anwenden, zum Einsatz kommen sollten. Das Projekt endete im Jahr 2018.

Die Europäische Kommission hat bisher noch keine Studien zu den potenziellen Gesundheitsrisiken der 5G-Technologie durchgeführt.<sup>22</sup>

## WICHTIGSTE BIBLIOGRAFISCHE ANGABEN

[5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia](#), Fachabteilung Wirtschaft, Wissenschaft und Lebensqualität, Generaldirektion Interne Politikbereiche, Europäisches Parlament, Juni 2019.

Di Ciaula A., [Towards 5G communication systems: Are there health implications?](#), *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Bd. 221, Ausg. 3, S. 367–375, April 2018.

Negreiro M., [Towards a European gigabit society Connectivity targets and 5G](#), EPRS, Europäisches Parlament, Juni 2017.

Russel C., [5G wireless telecommunications expansion: Public health and environmental implications](#), *Environmental Research*, Bd. 165, S. 484–495, 2018.

Simko M. und Mattsson M.-O., [5G Wireless Communication and Health Effects – A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz](#), *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), September 2019.

Scholz N., [Mobile phones and health: Where do we stand?](#), EPRS, Europäisches Parlament, März 2019.

## ENDNOTEN

<sup>1</sup> Nach Schätzungen aus der Industrie wird die 5G-Kapazität 40-mal höher sein als die der aktuellen 4G-Technologie. Siehe M. Negreiro, [Towards a European gigabit society Connectivity targets and 5G](#), EPRS, Juni 2017.

- <sup>2</sup> Ein Megahertz (MHz) entspricht einer Million Zyklen pro Sekunde, ein Gigahertz (GHz) einer Milliarde Zyklen pro Sekunde. Um Daten mit höherer Geschwindigkeit übertragen zu können, wird bei jeder neuen Generation der Telekommunikation die Frequenz der verwendeten Funkwellen erhöht.
- <sup>3</sup> Siehe die [Agenda für die Einführung von 5G](#).
- <sup>4</sup> Abgesehen von den Kosten für die Erteilung von Frequenzlizenzen wird ein großer Teil der Kosten dadurch verursacht, dass mit der Einführung der [Mikrozellen](#), die für die Übertragung von Signalen in viel höheren Frequenzbändern erforderlich sind, deutlich dichtere Netze aufgebaut werden müssen.
- <sup>5</sup> Siehe [5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia](#), Europäisches Parlament, Juni 2019.
- <sup>6</sup> [Fiber is safer, faster, more reliable, and far more cyber secure and energy efficient than wireless](#). R. M. Powell. Ähnliche Fachmeinungen vertreten u. a. [T. Schoechele](#) und [P. Héroux](#).
- <sup>7</sup> Auch als Wellen oder Strahlung bezeichnet.
- <sup>8</sup> Was die Messung der Strahlenexposition zusätzlich erschweren würde.
- <sup>9</sup> In der Regel gilt: Je größer die Wellenlänge, desto weiter breitet sich die Welle aus. Die höherfrequenten 5G-Wellen mit ihren Wellenlängen im Millimeterbereich breiten sich nur wenige hundert Meter aus.
- <sup>10</sup> Siehe [5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia](#), Europäisches Parlament, Juni 2019.
- <sup>11</sup> Die Funkfrequenz umfasst ein Kontinuum des elektromagnetischen Spektrums von etwa 3 kHz bis 300 GHz. Die Wellenlängen von Funkfrequenzen variieren zwischen Hunderten von Metern und Bruchteilen von Zentimetern. Die derzeit in der digitalen Kommunikation verwendeten Frequenzen weisen kürzere Wellenlängen auf und erlauben eine schnellere Datenübertragung. Dies ermöglicht die gleichzeitige Übertragung größerer Datenmengen.
- <sup>12</sup> Zeitlich veränderlich bedeutet, dass sich das Magnetfeld mit zunehmender Zeit (t) verändert.
- <sup>13</sup> Die Ladungsmenge pro Zeiteinheit, die durch eine Flächeneinheit eines gewählten Querschnitts fließt.
- <sup>14</sup> Der WHO zufolge gehören EMF aller Frequenzen zu den am weitesten verbreiteten und am schnellsten wachsenden Umwelteinflüssen. Die Exposition der gesamten Bevölkerung gegenüber EMF wird mit dem technologischen Fortschritt weiter zunehmen.
- <sup>15</sup> Ein elektromagnetischer Impuls ist ein kurzer Ausstoß elektromagnetischer Energie. Er kann künstlich erzeugt werden oder als abgestrahltes, elektrisches oder magnetisches Feld oder als leitender elektrischer Strom auftreten.
- <sup>16</sup> Millimeterwellen, die bei der 5G-Technologie zum Einsatz kommen, werden von der menschlichen Haut meist bis zu einer Tiefe von wenigen Millimetern und in den Oberflächenschichten der Hornhaut absorbiert. Kurzzeitige Exposition kann [nachteilige physiologische Auswirkungen auf das periphere Nervensystem](#), das Immunsystem und das Herz-Kreislauf-System haben.
- <sup>17</sup> Weiterführende Informationen über die beiden Studien finden Sie im EPRS-Briefing zum Thema [Mobiltelefone und Gesundheit](#), März 2019.
- <sup>18</sup> Siehe [5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia](#), Europäisches Parlament, Juni 2019.
- <sup>19</sup> Entsprechend den Grenzwerten, die in der Empfehlung 1999/519/EG des Rates angegeben sind.
- <sup>20</sup> In einem im Jahr 2011 übergebenen [offenen Brief](#) an das für Gesundheit und Verbraucherpolitik zuständige Kommissionsmitglied äußerten die Vertreter des öffentlichen Interesses ihre Besorgnis über den Mangel an Transparenz und Pluralismus bei der [Bewertung der Belege für die Gesundheitsrisiken nichtionisierender EMF-Strahlung durch SCENIHR](#) und andere für Risikobewertungen zuständige EU-Ausschüsse (siehe [EPRS-Briefing](#), März 2019).
- <sup>21</sup> Siehe EPRS-Briefing [Towards a European gigabit society: Connectivity targets and 5G](#), Juni 2017.
- <sup>22</sup> Siehe die Antwort der Kommission auf die parlamentarische Anfrage [E-005128/2018\(ASW\)](#). Siehe auch [MEP: Commission 'irresponsible' on 5G health risks](#), Euractiv, 12. Dezember 2019.

## HAFTUNGSAUSSCHLUSS UND URHEBERRECHTSSCHUTZ

Dieses Dokument wurde für die Mitglieder und Bediensteten des Europäischen Parlaments erarbeitet und soll ihnen als Hintergrundmaterial für ihre parlamentarische Arbeit dienen. Die Verantwortung für den Inhalt dieses Dokuments liegt ausschließlich bei dessen Verfasser/n. Die darin vertretenen Auffassungen entsprechen nicht unbedingt dem offiziellen Standpunkt des Europäischen Parlaments.

Nachdruck und Übersetzung – außer zu kommerziellen Zwecken – mit Quellenangabe gestattet, sofern das Europäische Parlament vorab unterrichtet und ihm ein Exemplar übermittelt wird.

© Europäische Union, 2020.

Bildnachweise: © PopTika / Shutterstock.com.

[ep@ep.europa.eu](mailto:ep@ep.europa.eu) (Kontakt)

<http://www.eprs.ep.parl.union.eu> (Intranet)

<http://www.europarl.europa.eu/thinktank/de/home.html> (Internet)

<http://epthinktank.eu> (Blog)

