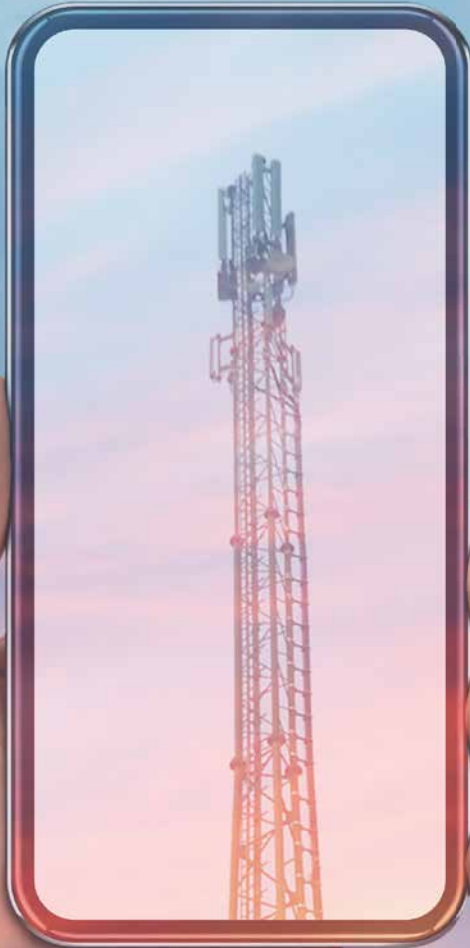




# Darauf kann Österreich bauen.

Wir planen die mobile Zukunft von morgen.



# Inhalt

Mobilfunk und Technik .....	3
Grundlagen mobiler Kommunikation.....	4
Mobilfunkanlagen .....	5
Wie wir den Empfang optimieren. ....	9
Geschichte des Mobilfunks .....	11
5G New Radio: Der neue Standard im Mobilfunk .....	18
Gesundheitsschutz .....	22
Was viele Menschen wissen wollen.....	25
Impressum .....	27

# Mobilfunk und Technik

Der Großteil der in Österreich lebenden Menschen nutzt regelmäßig mobile Endgeräte und deren Anwendungen. Und es werden täglich mehr. Jeder will immer und überall erreichbar bzw. online sein. Aber können wir uns in dieser Informationsflut auch immer noch orientieren und haben wir noch genügend Zeit für jene Dinge, die uns wirklich wichtig sind?

Als Mobilfunkunternehmen ist es uns ein Anliegen, dass die Technik den Menschen Zeit schenkt und nicht kostet. Bei jeder neuen technischen Entwicklung steht für uns nicht nur der Fortschritt im Fokus, für uns zählen vielmehr die Vorteile, welche die neuen Möglichkeiten den Menschen bringen.

Deshalb sehen wir es als unsere Aufgabe, mit Verantwortung eine positive Zukunft mitzugestalten, in der mobile Kommunikation unser Leben einfacher macht, statt einfach nur schneller.

A1 war, ist und wird immer Mobilfunkpionier und Technologieführer sein. Aus diesem Grund investieren wir bereits heute in das Netz der Zukunft.

Mit der kommenden Mobilfunkgeneration 5G New Radio werden wir mit hohen Datenübertragungs-Geschwindigkeiten innovative Datendienste und Anwendungen in völlig neuer Qualität für Sie möglich machen. Seien Sie gespannt!

In dieser Broschüre erfahren Sie, wie Mobilfunktechnologie grundsätzlich funktioniert und welche Vorteile sie Ihnen bringt.

Sollten Sie Fragen zum Thema Mobilfunk und Technik haben, hilft Ihnen gerne das EMF-Team von A1 weiter: [emf@a1.at](mailto:emf@a1.at)

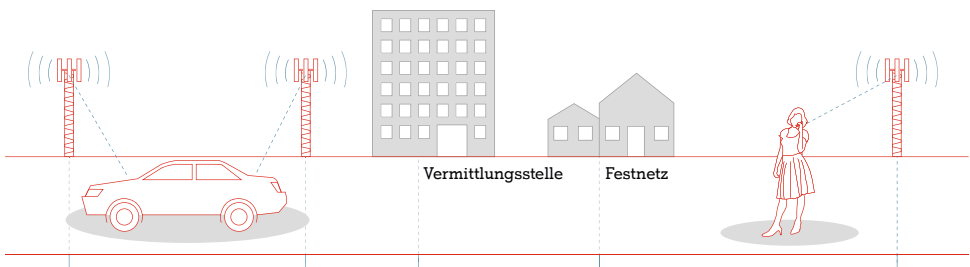
Ihr A1 EMF-Team

# Grundlagen mobiler Kommunikation

Die Kommunikation zwischen Handys und Mobilfunkanlagen ist sehr komplex, besonders dann, wenn man sich bewegt und ein Gespräch von einer zur nächsten Mobilfunkanlage „weitergegeben“ werden muss.

Wo immer wir mit unserem Handy telefonieren oder Daten übertragen, sendet es Signale an die Antennen der nächstgelegenen Mobilfunkanlage. Wenn wir uns bei einem Telefonat mit dem Auto fortbewegen, verlassen wir immer wieder den Empfangsbereich einer Mobilfunkanlage und müssen mit unserem Gespräch an die nächste Anlage weitergeleitet werden. Die Organisation zwischen den Mobilfunkanlagen ist eine technisch aufwendige Leistung für die Mobilfunk-Vermittlungsstelle.

Wenn wir zum Festnetz oder mit einem Teilnehmer aus einem anderen Mobilfunknetz telefonieren, springt die Vermittlungsstelle ein. Sie ermöglicht auch die Verbindung zwischen mehreren Teilnehmern. Um rasch eine Verbindung aufbauen zu können, werden die Informationen über den momentanen Standort aller aktiven Handys in der Vermittlungsstelle gespeichert.



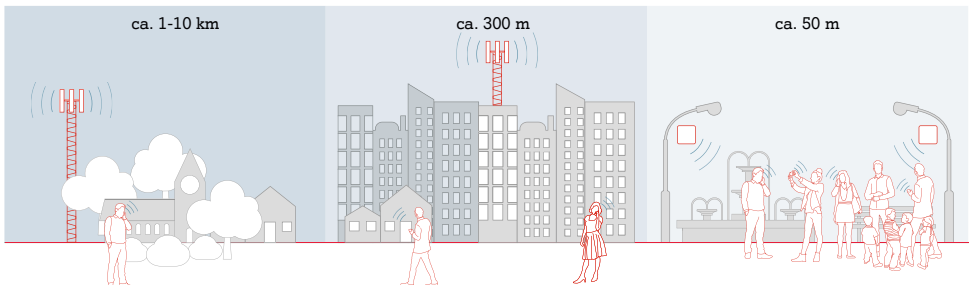
# Mobilfunkanlagen

Wie viele Mobilfunkanlagen man benötigt, ist davon abhängig, wie viele Mobilfunkgeräte versorgt werden müssen. In Ballungsbereichen sind es mehr, in schwächer besiedelten Gebieten entsprechend weniger. Welche Anforderungen sie erfüllen müssen, ist gesetzlich geregelt.

Der Standort einer Mobilfunkanlage ist besonders wichtig. Denn je umsichtiger dieser gewählt wird, desto besser kann das Gebiet mit Mobilfunk versorgt werden. Bei der Planung stehen deshalb einige Punkte im Vordergrund:

Mobilfunkanlagen müssen dort stehen, wo telefoniert wird und Daten übertragen werden. Sie werden so geplant, dass die bestmögliche Versorgungsqualität zur Verfügung gestellt wird. Natürlich müssen bei der Standortwahl die Bebauung, die Anzahl der potenziellen Nutzer und die Geländebeschaffenheit des Versorgungsgebietes berücksichtigt werden.

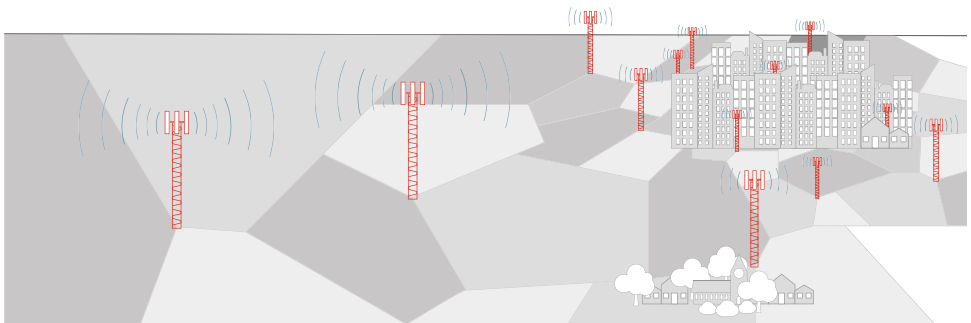
Nicht nur die geografische Reichweite von Mobilfunkanlagen ist begrenzt, auch die Menge an gleichzeitig übertragbaren Gesprächen und Daten hat ein Limit. Es gibt unterschiedliche Anwendungsszenarien für Mobilfunkversorgung mit jeweils unterschiedlichen Reichweiten. Für Gebäudeversorgungen beträgt die



Reichweite rund 50 Meter, im verbauten Gebiet durchschnittlich 300 Meter und in ländlichen Regionen kann ein Versorgungsbereich bis zu 10 Kilometer betragen.

Das bedeutet: Je mehr telefoniert wird bzw. mobile Datendienste genutzt werden, desto mehr Anlagen sind nötig. Deshalb sind in Ballungszentren mehr Mobilfunkanlagen erforderlich als auf dem Land.

Handys regeln ihre Sendeleistung ebenfalls automatisch. Sie senden nur so stark wie unbedingt notwendig. Je besser die Verbindung zwischen Handy und Mobilfunkanlage ist, desto weniger Sendeleistung ist notwendig. Mobilfunkanlagen außerhalb von Ortschaften zu bauen, zum Beispiel in den umliegenden Wäldern, erhöht aufgrund der Distanz die Immissionen der Handys und auch der Anlage selbst. Die Folge: Mehr Immissionen als bei einer Mobilfunkanlage im Ort.



Mobilfunkzellen

## Ausbau des Mobilfunknetzes

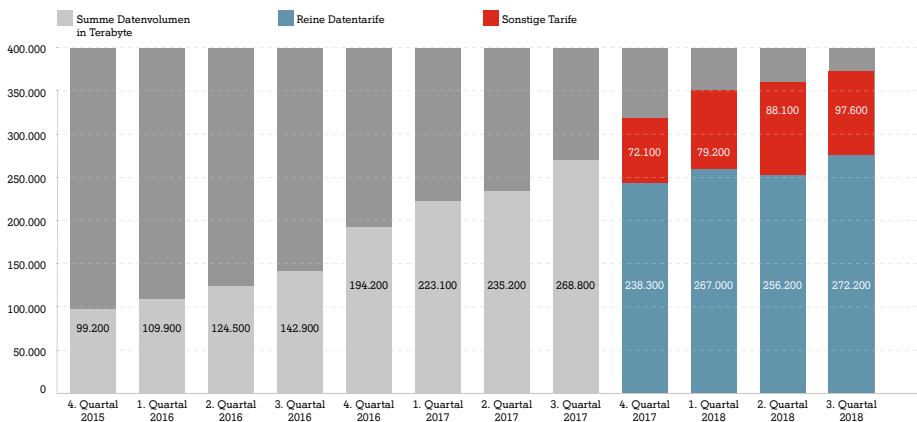
Neue Technologien im Mobilfunk ermöglichen höhere Datenübertragungsraten. Viele Kunden wünschen sich einen einfachen und mobilen Internetzugang, weswegen immer häufiger Net Cubes als flexible Ergänzung oder als Alternative zu Festnetz-Internet verwendet werden. Diese Geräte vereinen LTE-Modem mit

WLAN-Router und bieten mobilen Internetzugang (für Smartphones, Laptops, Tablets) überall dort, wo 4G/LTE Mobilfunkempfang besteht. Dafür muss aber auch das Mobilfunknetz entsprechend erweitert oder angepasst werden, vorrangig werden bestehende Mobilfunkanlagen adaptiert. Je nach Notwendigkeit werden vorhandene Antennen ausgetauscht oder neue montiert.

## Warum werden es immer mehr Mobilfunkanlagen?

Der Bedarf an mobilem Internetvolumen steigt von Jahr zu Jahr und verdeutlicht die Notwendigkeit entsprechender Infrastruktur und der Weiterentwicklung von Mobilfunkstandards. In ganz Österreich kann mittlerweile bequem und mobil im Internet gesurft werden. Das führt zu einem rasanten Anstieg des Datenverkehrs.

Im Jahresbericht 2018 der österreichischen Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR)\* heißt es: „Nachdem es im vorangegangenen 2. Quartal 2018 erstmals seit Beginn der Messreihe sogar einen Rückgang beim genutzten mobilen Datenvolumen zu verzeichnen gab, stieg das Datenvolumen im 3. Quartal dagegen wieder kräftig an und kletterte auf 369.800 Terabyte. Das ist ein sattes Plus von 7,4 %.“



\* [www.rtr.at/de/inf/telekom-monitor-q32018](http://www.rtr.at/de/inf/telekom-monitor-q32018)

Mehr Datenverkehr bei geringerer Sendeleistung – die neuen Mobilfunktechnologien machen es möglich. Aufgrund der niedrigeren Sendeleistung moderner Smartphones und stets effizienterer Technologie wird immer weniger Sendeleistung für die gleichen Datenmengen benötigt. Das bedeutet aber auch geringere Immissionen. Wichtig ist dabei eine sorgfältige und exakte Planung des Mobilfunknetzes.



**Immissionen** bezeichnen Funkwellen in der Umgebung und können gemessen oder berechnet werden. Mehr erfahren Sie im Abschnitt „Immissionen und Grenzwerte“ auf Seite 24.

## Mobilfunk – rechtliche Rahmenbedingungen

Funkanlagen erfordern eine Bewilligung, bevor sie in Betrieb gehen. Grundsätzlich umfasst die Erteilung der Konzession durch die Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR GmbH) bzw. die Erlangung einer Allgemein-genehmigung nach dem Telekommunikationsgesetz (TKG) 2003 auch die Befugnis zum Betrieb der erforderlichen Anlagen im Rahmen der geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen und anzuwendenden Normen. Auf Grundlage der Konzession erfolgt die Bewilligung zur Inbetriebnahme der Sendestationen durch die Fernmeldebüros. Dabei handelt es sich um eine Bewilligung, die standortunabhängig alle Funkanlagen umfasst.

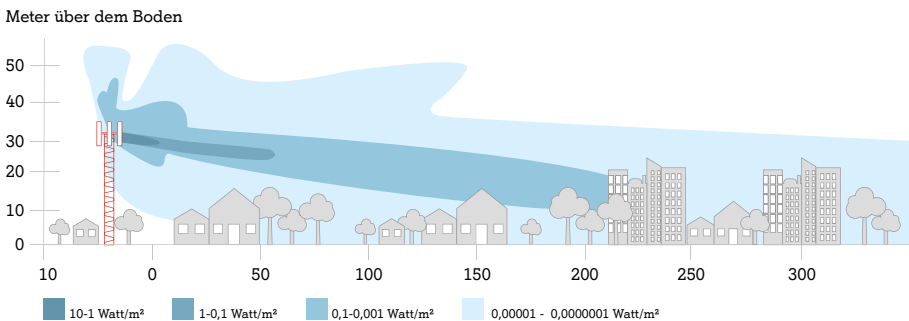
Eine individuelle Genehmigung jeder einzelnen Antenne erfolgt nicht. Dies ist möglich, da die Sendebedingungen und Schutzabstände zur Sendeantenne generell definiert sind und im Nachhinein kontrolliert werden. Bei Autos ist das ähnlich, die einzelnen Modelle sind generell typengenehmigt und werden nicht vor der Zulassung individuell und einzeln überprüft.

Baurechtliche Genehmigungen (für Fundamente, Masten usw.) richten sich nach den Vorschriften der Länder. Das betrifft zum Beispiel den Naturschutz und das Baurecht.

# Wie wir den Empfang optimieren

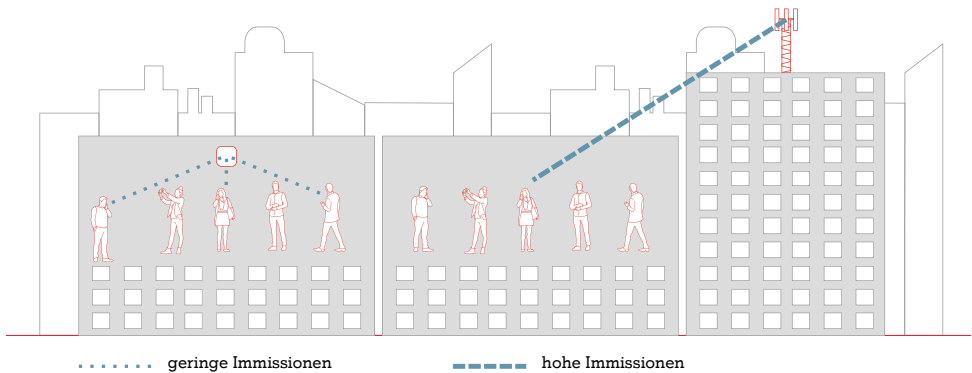
Mobilfunkanlagen brauchen in stark frequentierten Bereichen Unterstützung. „Smart Cells“ bewähren sich da gleich doppelt. Einerseits sorgen sie für besseren Empfang in Ballungsräumen und innerhalb von Gebäuden, andererseits sorgen sie dafür, dass Handys weniger Energie verbrauchen.

Mobilfunkanlagen sind so ausgelegt, dass die ausgesendeten Funkwellen möglichst weit reichen und empfangbar sind – wie bei einem Leuchtturm, dessen Licht in die Ferne gerichtet und weithin sichtbar sein muss. In unmittelbarer Nähe unter dem Leuchtturm kommt allerdings weniger Licht an. Ähnlich ist es mit Funkwellen einer Mobilfunkanlage direkt unterhalb der Antenne. Dort kann es sein, dass man am Handy ein schwächeres Signal empfängt als beispielsweise in 100 m Entfernung.



Ausbreitungsverhalten von Funkwellen

Moderne Gebäude sind oft aus stark dämmenden Materialien gebaut und die Fenster mehrfach verglast, was die Funkversorgung beeinträchtigt. Die Folge ist ein sehr schlechter Empfang im Inneren des Gebäudes. In solchen Fällen hilft eine Gebäudeversorgung. In großen Bauwerken wie Büros oder Kaufhäusern können mehrere Antennen innerhalb des Gebäudes installiert werden, um bessere Empfangsbedingungen herzustellen. Somit besteht ein guter Empfang und die einzelnen Handys reduzieren ihre Sendeleistung auf ein Minimum.



Das Prinzip der Gebäudeversorgung kommt auch in dicht besiedelten Gebieten zum Einsatz: Mehrere kleine Antennen (mit geringerer Reichweite) werden zusätzlich zu den großen Mobilfunkanlagen installiert, um den Bedarf an stark frequentierten Plätzen abzudecken. Diese sogenannten „Small Cells“ werden als wichtiger Bestandteil für die nächste Mobilfunkgeneration „5G New Radio“ gesehen.

# Geschichte des Mobilfunks

Elektromagnetische Wellen haben seit ihrer Entdeckung das tägliche Leben der Gesellschaft massiv verändert. Erst setzte man sie unidirektional ein - beim Radio. Bald dienten sie der direkten Kommunikation zwischen Menschen, wobei die Nutzungsmöglichkeiten noch lange nicht ausgeschöpft sind. Die Zukunft liegt im IoT, bei dem Maschinen selbstständig untereinander kommunizieren.

Wir alle nutzen Tag für Tag ganz selbstverständlich moderne Mobilfunktechnologien, wenn auch der Anteil der Telefonie immer geringer wird. In Zeiten von Smartphones und Tablets werden datenintensive Anwendungen für mobiles Internet immer häufiger genutzt.

Der rasant zunehmende Datenverkehr verlangt ständig nach schnelleren Mobilfunknetzen. Ob wir im Kaffeehaus im Internet surfen oder zu Hause ein Handygespräch führen - überall, wo wir sind, werden immer mehr Daten in immer kürzerer Zeit parallel übertragen. Das macht eine effizientere Nutzung der



**1888**

Entdeckung  
elektromagnetischer  
Wellen



**1924**

Beginn Radio  
(Ö)



**1955**

Beginn  
Fernsehsender  
(Ö)



**1974**

Beginn  
Mobilfunk  
(Ö)



**1985**

C-Netz

Mobilfunkfrequenzen zunehmend wichtiger. Mit den neuesten Mobilfunkgenerationen wie LTE und 5G New Radio ist man für die Zukunft gerüstet.

## Geschichte der Funkwellen in Österreich

Im Jahre 1888 entdeckte Heinrich Hertz die Existenz der elektromagnetischen Wellen. Wenige Jahre später wurden zum ersten Mal Informationen drahtlos übermittelt: der Startschuss für die drahtlose Kommunikation. Das Potenzial der Nutzung elektromagnetischer Wellen wurde schnell erkannt, insbesondere das Militär war sehr interessiert. 1924 wurde der erste österreichische Radiosender im Heeresministerium in Wien in Betrieb genommen und 1955 die erste Fernseh-sendung in Österreich ausgestrahlt. Während in den USA das erste Mobilfunk-netz schon 1946 in Betrieb ging, dauerte es in Österreich noch 3 Jahrzehnte, bis schließlich der öffentlich bewegliche Landfunk (B-Netz) eingeführt wird.

Das erste Mobilfunknetz, das „B-Netz“, wurde in Österreich 1974 in Betrieb genommen. Dieses analoge Mobilfunksystem hatte bereits Selbstwählverbindungen, jedoch musste man die geografische Rufzone des Gesprächspartners kennen, um im Mobilnetz verbunden zu werden. Als dieses mit seinen 1.770 Teilnehmern an seine Kapazitätsgrenzen stieß, wurde 1985 das zellulare C-Netz eingeführt. Nun waren eine einheitliche landesweite Vorwahl und die Möglichkeit des unterbrechungsfreien Wechsels von einer Funkstation zur nächsten möglich. 1990 startete das D-Netz, die letzte analoge Mobilfunkgeneration vor dem GSM-Netz.

Das digitale GSM-Netz startete 1993 in Österreich und wurde ursprünglich E-Netz genannt. Es ist der erste Standard der zweiten Generation (2G) und als Nachfolger der analogen Systeme der weltweit am meisten verbreitete Mobilfunk-Standard. Mit der Einführung eines zusätzlichen Modulationsverfahrens (EDGE) konnte die Datenübertragungsrate des 2G-Netzes 12 Jahre nach dessen Inbetriebnahme noch weiter verbessert werden.

2002 startete Mobilkom Austria (A1) schließlich das erste nationale UMTS-Netz Europas, das Mobilfunknetz der dritten Generation (3G). Nun waren deutlich höhere Datenraten möglich, um den Bedarf der Bevölkerung an Internetnutzung zu decken. Auch UMTS profitierte von nachträglichen Erweiterungen, um die Leistungsfähigkeit des Netzes zu verbessern. Mit neuen Übertragungsverfahren (HSDPA/HSUPA) profitieren seit 2007 alle A1 Kunden von schnelleren Empfangs- und Send-Datenraten.

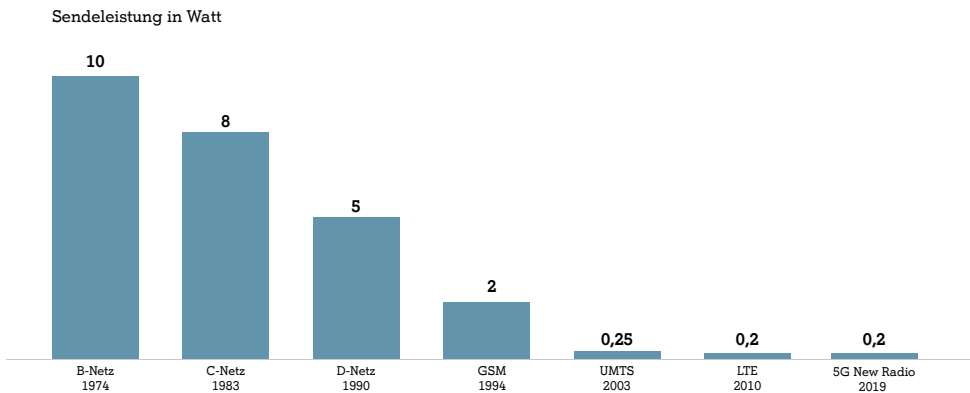
Das LTE-Netz stellt die Mobilfunktechnik der vierten Generation (4G) dar. In Österreich fand der Einzug von LTE ab 2010 statt. Die dafür nötigen Frequenzbänder wurden 2010 bzw. 2013 versteigert und der Ausbau vorangetrieben. In Österreich können 99 % der Haushalte auf das schnelle Internet per LTE zugreifen. Die aktuell schnellste Mobilfunk-Technologie ist LTE-Advanced, eine Erweiterung von LTE, welche abermals durch technische Verbesserungen die Übertragungsraten steigern konnte.

Mit 5G New Radio steht bereits die nächste Mobilfunkgeneration in den Startlöchern. Während Österreich mit der Einführung des ersten analogen Mobilfunknetzes 1974 im internationalen Schnitt noch etwas hinterherhinkte, soll laut BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) jetzt eine 5G-Vorreiterrolle in Europa eingenommen werden. Laut Zeitplan der vom Bundesministerium veröffentlichten 5G-Strategie soll eine Verfügbarkeit in den Landeshauptstädten bis spätestens 2020 und österreichweit bis 2025 realisiert sein.

## Die maximale Sendeleistung geht zurück

Auf dem Gebiet des Mobilfunks gab es in den letzten Jahren eine rasante

Weiterentwicklung. Moderne Endgeräte verfügen über eine erheblich reduzierte Sendeleistung, wie beispielsweise der Vergleich mit einem B-Netz-Handy aus den 1970er-Jahren zeigt. Mit der Weiterentwicklung der Mobilfunktechnologien gehen jedoch nicht nur eine bessere Handlichkeit und längere Akkulaufzeiten einher, sondern auch geringere Immissionen. Während die Handys der ersten Generation sämtliche Informationen noch analog ohne eine Regelung der Sendeleistung übertrugen, wird die Sendeleistung moderner Handys vollautomatisch überprüft und permanent geregelt.



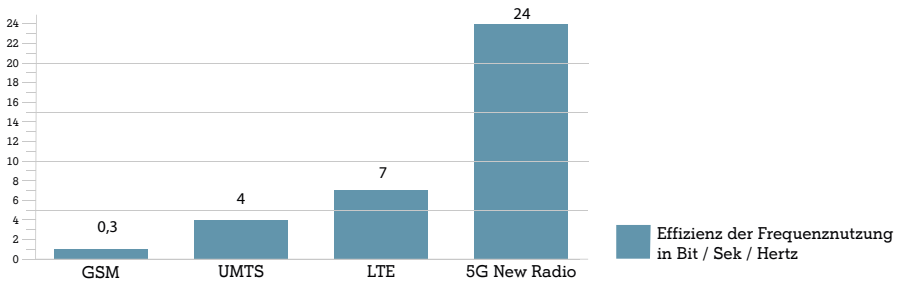
So verändert sich die maximale Sendeleistung von Handys

## Spektrale Effizienz

Durch die Vorteile von neuerer Technik verbessert sich die effiziente Ausnutzung des verfügbaren Frequenzspektrums im Vergleich zu den bisherigen Mobilfunktechnologien. Somit können Daten effizienter übertragen und mehr Nutzer gleichzeitig mit Mobilfunk versorgt werden.

Die spektrale Effizienz eines Funksignals ist das Verhältnis zwischen Datenübertragungsrate und der Bandbreite des Signals. Sie wird in bit/s/Hz beschrieben und gibt an, wie viel Zeichen pro Sekunde verglichen mit der gleichen Bandbreite (Frequenzbereich) übertragen werden können. Mit diesem rechnerischen Wert

können unterschiedliche Übertragungstechnologien miteinander verglichen werden.



Spektrale Effizienz – die unterschiedlichen Mobilfunktechnologien im Vergleich

## Neue Technologien treiben die Entwicklung des Mobilfunks voran

Mobilfunk entwickelt sich stets weiter. Ständig werden Technologien optimiert und neue Methoden entwickelt, wie Narrow Band IoT, MIMO und Beamforming. Damit werden Effizienz, Geschwindigkeit und Sicherheit gesteigert und gleichzeitig wird der Grundstein für die nächste Mobilfunkgeneration gelegt.

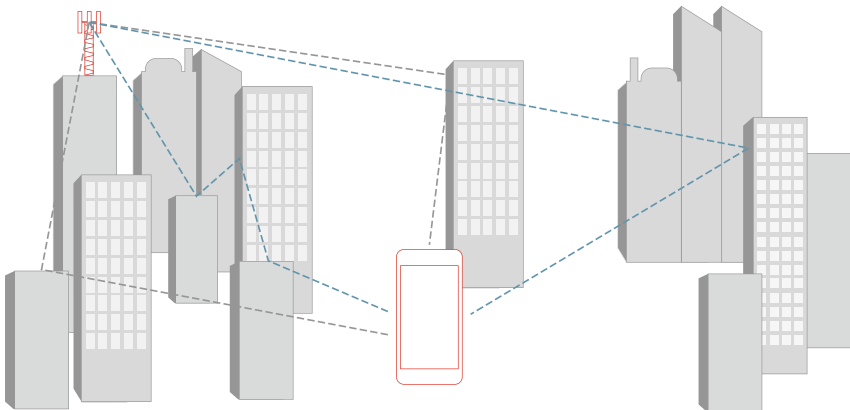
### Narrow Band IoT

Narrow Band IoT (NB-IoT) ist ein schmalbandiges Maschinen-Sensoren-Netz, welches Maschinen effizient mit bereits etablierter Mobilfunk-Infrastruktur verbindet. Dieses Netz verwendet Funkwellen, die einen besonders großen Bereich abdecken und kann so Signale von weit entfernten Sensoren empfangen und Befehle senden. Bei NB-IoT steht neben der Reichweite nicht die Geschwindigkeit der Datenübertragung im Vordergrund, sondern Faktoren wie einfache Wartung, erhöhte Gebäudedurchdringung, kurze Latenzzeiten und geringere Modulkosten. Mit NB-IoT ist die Verbindung einer Vielzahl an Geräten und Sensoren mit bestehenden Funkmasten möglich, die vorher technisch oder kommerziell nicht realisierbar war. Wie es der Name dieser Technologie vermuten lässt, ist der

Beweggrund hinter NB-IoT die Realisierung des Internet of Things (IoT). So kann man die NB-IoT-Technologie als Erweiterung der Mobilfunkwelt sehen, welche schon jetzt eine Vielzahl an Maschinen verknüpft, bis diese Aufgabe in einigen Jahren von der neuen Mobilfunkgeneration 5G New Radio übernommen wird.

## MIMO

Mit der Übertragungstechnik MIMO (Multiple Input/Multiple Output) werden größere Datenmengen schneller übertragen. Diese bei WLAN erprobte Technologie wird beim Mobilfunk seit LTE angewandt. Das Prinzip von MIMO ist eine Mehrantennentechnik sowohl bei der Mobilfunkanlage als auch beim Smartphone. Durch die parallele Übertragung von Daten mit mehreren Antennen auf derselben Frequenz und zur selben Zeit wird eine bessere Sende- und Empfangsleistung erreicht. Das Smartphone kann die unterschiedlichen Datenströme, die zum Beispiel aufgrund von Reflexionen aus unterschiedlichen Richtungen kommen, wieder zusammensetzen. Beim Mobilfunkstandard 5G New Radio ist eine Weiterentwicklung dieser Technik, das sogenannte „massive MIMO“, vorgesehen. Hierbei wird die Anzahl aktiver Antennenelemente massiv gesteigert. Somit kann die spektrale Effizienz nochmals stark optimiert werden.

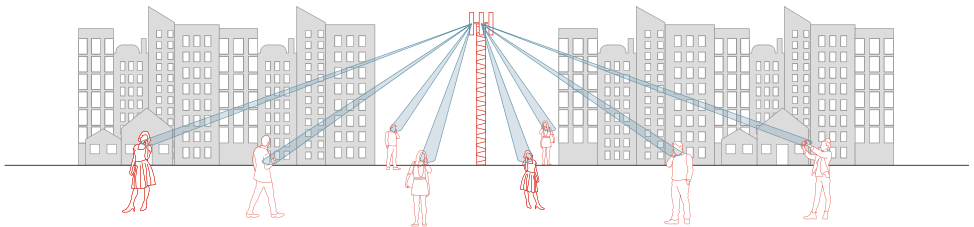


Schnellere Datenübertragung durch MIMO

Damit sich diese vielen Antennen bei gleichen Frequenzen jedoch nicht gegenseitig stören (Interferenzen), kommt eine weitere Funktion zum Einsatz – das „Beamforming“.

## Beamforming

Beamforming ermöglicht das gezielte Versorgen von Teilnehmergeräten mit smarten Antennen. Bei herkömmlichen Antennen wird ein Funksignal sehr breit ausgesendet und verliert mit steigender Entfernung von der Antenne schnell an Signalstärke. Mittels Beamforming wird die Senderichtung geschmälert und aktiv auf den Empfänger gerichtet. Somit bleibt die Signalstärke besser erhalten und es muss in Folge weniger stark gesendet werden. Beamforming kann bereits bei 4G verwendet werden und wird für 5G als eine der Schlüsseltechnologien gesehen. Zusammen mit „massive MIMO“ können einzelne Datenpakete koordiniert versendet werden, um Interferenzen zu minimieren, die verfügbare Frequenz effizient zu nutzen und die Reichweite des Signals zu erhöhen.

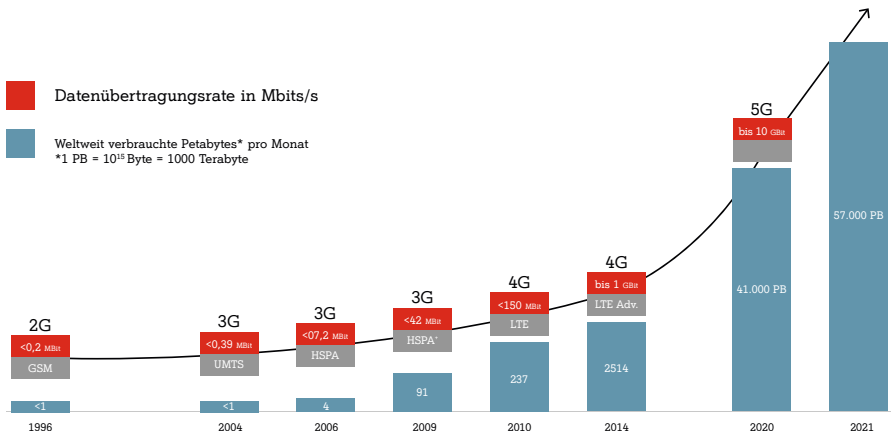


Der Mobilfunk der 5. Generation (5G) ist eine Entwicklung aus vielen aktuell existierenden und erprobten Technologien und wird sich fließend in die bestehende Technik einfügen. Die bestehenden Netztechnologien werden parallel weiter existieren und betrieben werden, damit Mobilfunkkunden ihre schon vorhandenen Geräte weiterhin einsetzen können.

# 5G New Radio: Der neue Standard im Mobilfunk

5G eröffnet viele Möglichkeiten, die zum einen wenig Bandbreite benötigen und so weniger Energie verbrauchen, und zum anderen eine hundertfach höhere Datenrate bereitstellen und so wesentlich effizienter und zielgerichteter eingesetzt werden können. Mit 5G entsteht eine smarte Technologie, die den Beinamen „smart“ wahrlich verdient.

Die Anforderungen an das Mobilfunknetz werden von Jahr zu Jahr mehr. Die mobile Internetnutzung mit schnellen Übertragungsraten ist heutzutage bereits eine Selbstverständlichkeit geworden und der jährliche Datenverbrauch nimmt



immense Ausmaße an. In Zukunft werden, zusätzlich zu den Menschen, auch sehr viele Geräte auf das Mobilfunknetz zugreifen. Im „Internet der Dinge“ wird 5G New Radio unzähligen Maschinen und Anwendungen den Datenaustausch untereinander mit großen Bandbreiten und kürzere Reaktionszeiten ermöglichen. Um dies zu erreichen, erfordert es den Ausbau des aktuellen Mobilfunknetzes, neue Sendefrequenzen und Investitionen in technologische Voraussetzungen.



### Vorteile von 5G New Radio im Überblick

- vielfach höhere Datenrate als heutige LTE-Netze (1-10 Gbit/s)
- rund 1000-fach höhere Kapazität
- weltweit 100 Mrd. Mobilfunkgeräte gleichzeitig ansprechbar
- extrem niedrige Latenzzeiten -> Ping von unter 1 Millisekunde
- 1/1000 Energieverbrauch pro übertragenem Bit
- 90% geringerer Stromverbrauch je Mobildienst

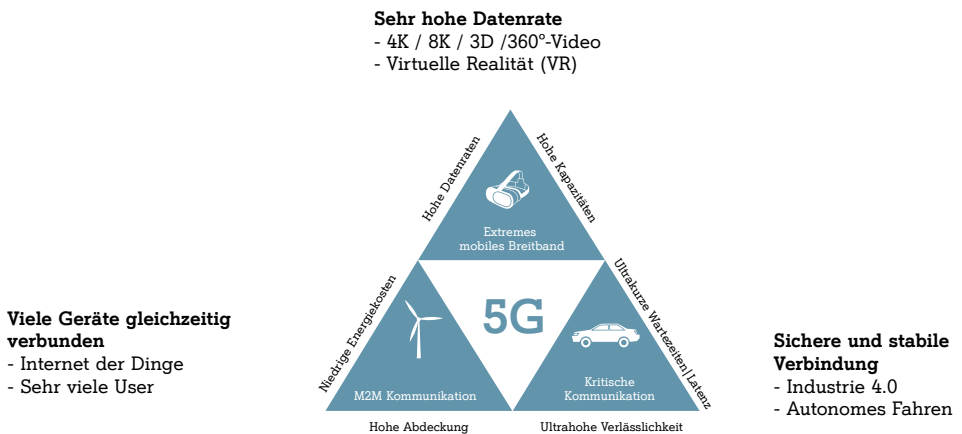
5G New Radio (5G NR) wurde entwickelt, um die Leistung, Flexibilität, Skalierbarkeit und Effizienz aktueller Mobilfunknetze erheblich zu verbessern und das vorhandene Frequenzspektrum so effizient wie möglich zu nutzen.

## Die wichtigsten Eigenschaften von 5G New Radio

Bei 5G sind ungeahnte Bandbreiten möglich. Da die neue Technologie Daten effizienter übermittelt, als es bisherige Mobilfunkgenerationen können, erhöht sich die Kapazität des gesamten mobilen Netzwerks maßgeblich. Dies ist notwendig, um den wachsenden Anforderungen der Mobilfunknutzer gerecht zu werden.

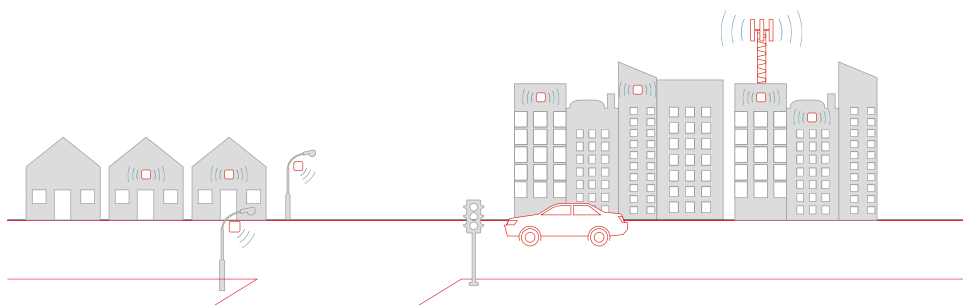
Die Latenzzeit beschreibt die Reaktionszeit eines Netzes und wird auch als „Ping“ bezeichnet. Während aktuelle LTE-Netze bereits mit einer Latenz von kleiner als 40 ms reagieren können, soll die Latenzzeit bei 5G New Radio weniger als 1 ms betragen und das Netz zudem mit höherer Zuverlässigkeit punkten. Diese Eigenschaften sind entscheidend für Anwendungsfälle wie „Autonomes Fahren“ oder für Chirurgen, die via Telemedizin aus der Ferne operieren.

Eine der bevorstehenden Revolutionierungen des Internets wird im Bereich der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) erwartet. Das sogenannte Internet der Dinge (IoT) besteht aus Maschinen oder Geräten, welche mit Sensoren ausgestattet sind und untereinander kommunizieren. Auch hier bietet 5G New Radio einen entscheidenden Vorteil. Während hohe Frequenzen für eine hohe Datenübertragung (bei geringerer Reichweite) sorgen, können umgekehrt niedrigere Frequenzen für das energiesparende Senden kleiner Datenpakete über große Distanzen verwendet werden. So kann beispielsweise in einer „Smart City“ eine vernetzte Straßenlaterne Parkplatzsituationen überwachen oder ein Mistkübel über seinen Füllstand informieren.



## Small Cells

Small Cells werden eine wesentliche Rolle bei der Versorgung der nächsten Mobilfunkgeneration 5G New Radio spielen. Dabei handelt es sich um sehr kompakte Sendestationen (vergleichbar mit der Größe moderner WLAN-Router), welche mit geringer Sendeleistung einen Versorgungsradius von zehn bis wenige 100 Meter haben. Diese kleinen Sendeanlagen können bei stark frequentierten Plätzen und in Ballungsräumen eingesetzt werden, um die Kapazität und Netzabdeckung eines bestehenden Netzes zu verbessern.



Mobilfunkanlagen für Flächendeckung, Small Cells für stark frequentierte Plätze und Ballungsräume

## Network Slicing

Mit 5G New Radio kann der individuelle Bedarf von Nutzern und Anwendungen bezüglich Datenraten, Geschwindigkeit und Kapazität flexibel abgedeckt werden. So kann man mit dieser Technologie kleine Teile des Mobilfunknetzes für spezielle Anwendungsfälle, wie zum Beispiel auf Betriebsgeländen oder auf Flughäfen, zur Verfügung stellen. Es kann somit auch als eigenes Netz mit besonderen Eigenschaften zugesicherte Datenkapazitäten und Reaktionszeiten garantieren, wenn beispielsweise das öffentliche Netz gerade überlastet ist.

## Ist die neue Technologie sicher?

In Österreich sind die internationalen Grenzwertempfehlungen der EU, WHO und ICNIRP in der OVE Richtlinie RL 23-1 umgesetzt, die verbindlich anzuwenden ist. Diese Richtlinie umfasst die Frequenzen von 0 Hz bis 300 GHz – also auch jene, die für 5G New Radio genutzt werden sollen. Diese Grenzwerte beinhalten einen 50-fachen Sicherheitsfaktor, um den Schutz der Allgemeinbevölkerung inklusive besonderer Personengruppen wie Kinder, Schwangere, ältere oder kranke Personen umfassend zu gewährleisten.

# Gesundheitsschutz

Zum Schutz der Gesundheit gelten in Österreich die Grenzwerte der WHO. Als Mobilfunkanbieter ist A1 natürlich für die Einhaltung dieser Grenzwerte verantwortlich. Die biologische Wirkung von elektromagnetischen Wellen wird ständig überprüft und so gering gehalten, dass keinerlei gesundheitliche Wirkung zu erwarten ist.

## Was sind elektromagnetische Wellen?

Elektromagnetische Wellen sind allgegenwärtig. Das Spektrum reicht vom niederfrequenten Strom über Radio, Fernsehen und diverse Funkanwendungen, über den Infrarotbereich (Wärmewirkung) und das sichtbare Sonnenlicht bis



Als **Wellenlänge** bezeichnet man den **Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden „Wellenbergen“**.

Die **Frequenz**, die in Hertz (Hz) gemessen wird, gibt an, wie viele Zyklen die Welle in einer Sekunde vollendet.

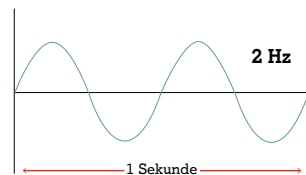
$$1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$$

Weitere häufig verwendete Einheiten sind:

$$1 \text{ Kilohertz (kHz)} = 1.000 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ Megahertz (MHz)} = 1.000.000 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ Gigahertz (GHz)} = 1.000.000.000 \text{ Hz}$$



2 Schwingungen in einer Sekunde - 2 Hz

hin zu radioaktiven Strahlen. Je nach Wellenlänge haben sie unterschiedliche Wirkungen und Einsatzbereiche. Einen Teil dieses Spektrums bilden die Funkwellen von Mobilfunkanlagen und Handys.

## Immissionen und Grenzwerte

Funkwellen werden seit über 100 Jahren verwendet, ebenso lange wird schon an möglichen Risiken für die Gesundheit von Menschen geforscht. Die Weltgesundheitsorganisation WHO befasst sich laufend mit allen Themen, welche die Gesundheit der Menschen weltweit betreffen, also auch mit der Thematik, ob elektromagnetische Felder ein gesundheitliches Risiko darstellen. Im Falle von Mobilfunk gibt es von der WHO klare Empfehlungen, inwiefern die Intensität (Leistung) begrenzt sein muss.

Ein biologisch wirksamer Effekt von elektromagnetischen Wellen tritt erst dann auf, wenn die Erwärmung so intensiv ist, dass sie vom Körper nicht mehr ausgeglichen werden kann. Die Erwärmung, die durch Funkwellen im Körper erzeugt wird, ist gesundheitlich unbedenklich. Sie ist wesentlich geringer als zum Beispiel bei einem Sonnenbad oder sportlichen Aktivitäten. Die Stärke von Funkwellen kann berechnet und gemessen werden. Ermittelt werden dabei die Immissionen, also die Funkwellen an einem bestimmten Ort. Abhängig vom jeweiligen Frequenzbereich gelten unterschiedliche Grenzwerte, die eingehalten werden müssen.

### Grenzwerte der WHO in der OVE Richtlinie R23-1:2017

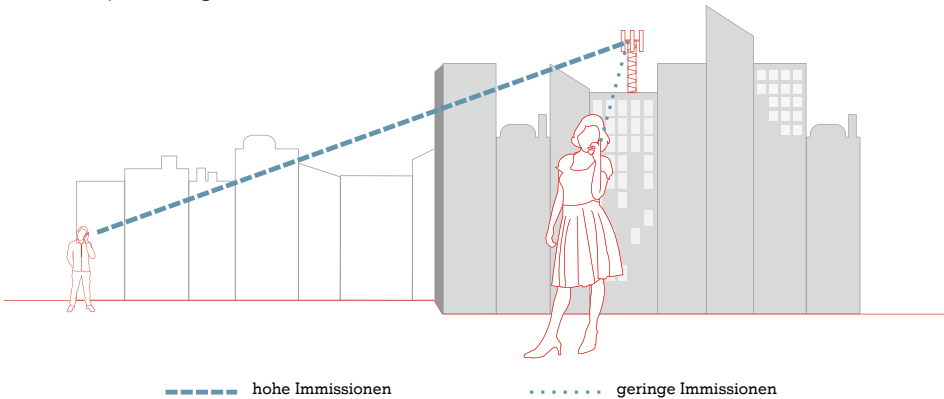
bei 800 MHz	4 Watt/m <sup>2</sup>	bei 1800 MHz	9 Watt/m <sup>2</sup>
bei 900 MHz	4,5 Watt/m <sup>2</sup>	über 2000 MHz	10 Watt/m <sup>2</sup>

Um die Einhaltung der Grenzwerte zu überprüfen, hat das FMK (Forum Mobilkommunikation) seit 2007 mehrere österreichweite Mobilfunk-Messreihen

durchgeführt. Die Ergebnisse der aktuellen Mobilfunkmessreihe aus 2017/2018 zeigen, dass an allen Messpunkten die geltenden Grenzwerte nicht nur eingehalten, sondern auch erheblich unterschritten wurden. Damit reiht sich auch diese österreichische Messreihe in ähnliche Ergebnisse zahlreicher Messungen im In- und Ausland ein.

## Weniger Immissionen bei gut gebautem Netz

Von einer guten Mobilfunk-Infrastruktur profitieren in erster Linie die Mobilfunknutzer. Ein flächendeckender und gut geplanter Ausbau des Mobilfunknetzes ist notwendig, um alle Funkzellen mit der jeweils nötigen Kapazität versorgen zu können. Eine gute Netzabdeckung ermöglicht Kunden den besten Empfang. Dies sorgt für bestmögliche Sprachqualität und Datenübertragungsraten. Außerdem werden aufgrund der automatisch regulierten Sendeleistung von Mobilfunkstation und Handy Immissionen insgesamt verringert und zugleich der Handy-Akku geschont.



**Fazit:** Jede erzwungene Änderungsmaßnahme an einem gut geplanten Netz führt zu:

- einer Erhöhung der notwendigen Immissionen,
- einer Verminderung der Datenrate und eventuell auch zu Gesprächsabbrüchen und somit in Summe zu einer schlechteren Mobilfunkversorgung.

# Was viele Menschen wissen wollen

## ? Warum werden noch immer Mobilfunkanlagen errichtet?

! Mobilfunknetze werden immer stärker durch unsere Kunden genutzt und das zu übertragende Datenvolumen steigt stetig an. Dadurch werden aber auch moderne Mobilfunknetze, die auf einem besseren technischen Prinzip basieren, notwendig, weil sie effizienter bei der Übermittlung von Daten sind. Dies erfordert jedoch, dass neue Mobilfunkanlagen gebaut oder neue Antennen an bestehenden Anlagen montiert werden.

## ? Warum stehen Mobilfunkanlagen in besiedelten Gebieten?

! Mobilfunkantennen werden dort benötigt, wo sich die Handynutzer hauptsächlich aufhalten. Je besser das Mobilfunknetz ausgebaut ist, desto besser ist die Verbindung, desto schneller werden Daten übertragen und umso geringer sind die Immissionen der Handys und der Mobilfunkanlagen.

## ? Senden neue Mobilfunktechnologien stärker?

! Nein, im Gegenteil! Mit 0,2 Watt ist die maximale Sendeleistung eines Handys bei LTE-Empfang weit geringer als im älteren GSM-Netz mit 1–2 Watt. Je moderner Endgerät und verfügbares Netz sind, desto geringer ist die Sendeleistung.

## ? Wofür brauchen wir überhaupt neue Mobilfunktechnologien?

! Der stetig steigende Bedarf an Datenanwendungen erfordert auch entsprechende, leistungsstarke und stabile Mobilfunknetze. Frühere Technologien könnten schon lange nicht mehr die derzeitigen Datenmengen übertragen.

## ? Gibt es bei den neuen Mobilfunktechnologien wie 5G gesundheitliche Beeinträchtigungen?

! Funkwellen werden seit über 100 Jahren zur Übertragung von Daten genutzt. In dieser Zeit wurde auch viel über die möglichen Auswirkungen auf den Menschen geforscht. Gesundheitliche Beeinträchtigungen konnten jedoch bisher nicht nachgewiesen werden. Das Grenzwertkonzept der WHO, welches auch in Österreich 1:1 übernommen wurde, umfasst den Frequenzbereich von 0-300 GHz. Damit sind sämtliche Mobilfunktechnologien - auch zukünftige - abgedeckt.

## ? Was sagt der SAR-Wert eines Handys oder Smartphones aus?

! Die SAR (spezifische Absorptionsrate) gibt an, wieviel von der vom Endgerät ausgesendeten Energie vom Körper absorbiert, also aufgenommen wird. Die SAR eines Geräts wird immer bei maximaler Sendeleistung gemessen und darf einen Grenzwert von 2 Watt pro Kilogramm Körpergewicht nicht überschreiten.

## ? Brauche ich ein neues Handy, um die Vorteile der 5G Technologie nutzen zu können?

! Ja, denn 5G verwendet neue und effizientere Übertragungstechnologien. Außerdem werden auch neue Frequenzbereiche genutzt werden.

## Impressum

Fragen beantwortet Ihnen gerne das EMF-Team

E-Mail: [emf@a1.at](mailto:emf@a1.at)

Tel: 050 664-0

Weitere Informationen unter [A1.net/gesundheit](http://A1.net/gesundheit)

Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie:

[www.bmvit.gv.at/telekommunikation/index.html](http://www.bmvit.gv.at/telekommunikation/index.html)

Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH:

[www.rtr.at/de/tk/TKStartseite](http://www.rtr.at/de/tk/TKStartseite)

Kataster aller Rundfunk- und Mobilfunkanlagen in Österreich:

[www.senderkataster.at](http://www.senderkataster.at)

Forum Mobilkommunikation:

[www.fmk.at](http://www.fmk.at)

### Herausgeber

A1 Telekom Austria AG

Lassallestraße 9, 1020 Wien

2019 © A1 Telekom Austria AG

**A1.net**