

# Mobilfunk und LTE

Einfach A1.



# A1 LTE. Das Datennetz der Zukunft.

**Mobiles Breitband der nächsten Generation.** Die Anzahl der A1 Kunden, die mobiles Breitband nutzen, steigt durch Smartphones und Datensticks laufend an. Dazu kommt, dass Multimedia-Anwendungen immer mehr Bandbreite brauchen. Wir gehen davon aus, dass die Wachstumskurve weiter stark nach oben gehen wird.

Die 4. Mobilfunkgeneration, im Fachjargon LTE (Long Term Evolution) genannt, wird in den nächsten Jahren die Kommunikation revolutionieren. LTE ermöglicht es A1, noch schnellere Breitbanddienste anzubieten.

Mit Datenübertragungsraten von bis zu 150 Mbit/s eignet sich diese Technologie besonders für die Bereitstellung von Datendiensten mit hoher Geschwindigkeit. Dazu zählen komplexe Online-Anwendungen, Videokonferenzen in HD-Qualität, aber auch Internet am Handy.

A1 evaluiert die Rahmenbedingungen der neuen Mobilfunkgeneration bereits seit 2008. Nach umfangreichen Tests wurde mit dem Ausbau bereits 2010 begonnen. Parallel dazu wird auch das HSPA+ Netz weiter ausgebaut.

**Hannes Ametsreiter**  
Generaldirektor A1 Telekom Austria AG

## Inhalt

Neue Herausforderungen für bewährte Technologien.	4
Mit LTE auf der Überholspur.	6
LTE-Immissionen und Grenzwerte.	8
Mobilfunk unter der Lupe.	9
Schneller. Kürzer. Weniger.	12
Mobilfunk und Gesundheit.	14
Was viele Menschen wissen wollen.	15



# Neue Herausforderungen für bewährte Technologien.

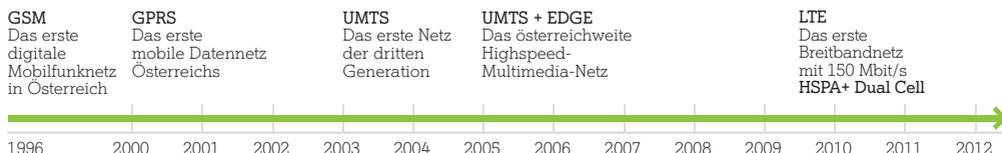
## Datenhighways ausbauen.

Wir alle nutzen Tag für Tag ganz selbstverständlich moderne Mobilfunktechnologien. Längst geht es nicht nur um Telefonie allein. In Zeiten von Smartphones und Tablet-Computern ermöglicht Mobilfunk viele neue Anwendungen für mobiles Internet.

Durch den stetig wachsenden Internetverkehr mit immer mehr Smartphones ist der Ausbau bestehender Mobilfunkanlagen wichtig. Nur so ist jederzeit eine stabile Datenübertragung zu gewährleisten.

Um die bestmögliche Übertragung zu ermöglichen, müssen neue Anlagen dort errichtet werden, wo sich die Kunden befinden. So wird die Sendeleistung reduziert, die Akkudauer verlängert und die Immissionen bleiben niedrig.

Die LTE-Technologie stellt (nach B-, C-, D-, GSM- und UMTS-Netzen) die neueste Generation des Mobilfunks dar und ermöglicht eine noch effizientere Nutzung des Frequenzspektrums, in dem der Mobilfunk übertragen wird.



Entwicklungsschritte im A1 Mobilfunkdatennetz

Durch die Kombination moderner Mobilfunktechnologien mit einem leistungsfähigen Festnetz bietet das LTE-Mobilfunknetz ideale Ausgangsbedingungen, um den ständig steigenden Datenverkehr zu bewältigen. Es ermöglicht Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 150 Mbit/s und deutlich kürzere Zugriffszeiten bei Datenanforderungen. Dadurch sind höhere Surfgeschwindigkeiten im mobilen Internet möglich.

## Wozu wurde die LTE-Technologie entwickelt?

Die rasante Zunahme des Datenverkehrs verlangt nach schnelleren Mobilfunknetzen.

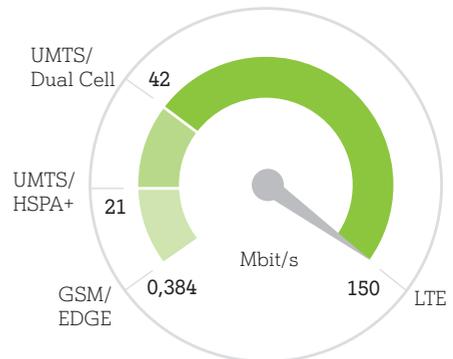
Ob wir im Kaffeehaus im Internet surfen oder zu Hause ein Handygespräch führen – wo immer wir uns befinden, werden durch die intensive Mobilfunknutzung immer mehr Daten in immer kürzerer Zeit übertragen. Dadurch wird auch eine effizientere Nutzung der Mobilfunkfrequenzen zunehmend wichtiger. LTE ist dafür ideal, da es neuere und bessere Übertragungstechnologien einsetzt.

So können zeitgleich sehr viel mehr Daten übermittelt werden als bisher.

Volumen in Terabyte



Verbrauchtes Up- und Downloadvolumen am Mobilfunk-Endkundenmarkt in Terabyte;  
Quelle: RTR Telekom Monitor 01/2013



Schneller surfen mit LTE

# Mit LTE auf der Überholspur.

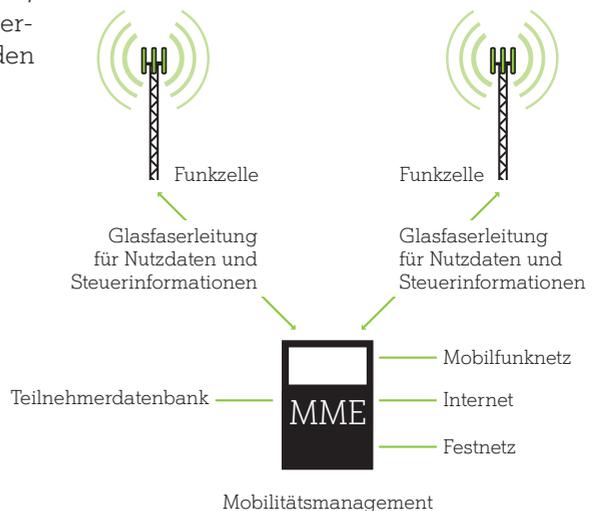
## So funktioniert das LTE-Mobilfunknetz.

Immer wenn Sie mobil im Internet surfen, wird zuerst Ihr Gerät im Mobilfunknetz über die zentrale Mobilitätsmanagement-Einheit (MME) eingebucht. Dabei wird Ihr Standort im Mobilfunknetz überprüft, damit das Gespräch oder die Daten den richtigen Empfänger erreichen.

Als Nächstes wird die Funkverbindung getestet, damit das Gespräch oder die Internetdaten möglichst schnell übertragen werden können. Während eine Verbindung besteht, sendet das LTE-Endgerät regelmäßig Informationen über die Empfangsqualität an die Basisstation zurück. Dort entscheidet sich dann, welches Modulationsverfahren, welche Codierung und welches Übertragungsverfahren verwendet werden sollen.

Hierbei gilt: Je besser der Empfang zwischen Mobilfunkanlage und LTE-Endgerät, desto geringer ist die dafür notwendige Sendeleistung. Ein besserer Empfang ermöglicht auch eine schnellere Datenübertragung.

Die Mobilitätsmanagement-Einheit MME dient auch zur Übertragung von Daten zu den Mobilfunkanlagen. Damit die großen Datenmengen möglichst rasch weitergeleitet werden können, erfolgt dieser Vorgang über Glasfaserleitungen oder, wenn das nicht möglich ist, über Richtfunk. Die MME organisiert alle Verbindungen zu anderen Mobilfunknetzen, dem Festnetz oder dem Internet.



## LTE-Ausbau im Mobilfunknetz.

Die LTE-Technologie ermöglicht neue Anwendungen durch höhere Datenübertragungsraten. Anwendungen, die große Datenmengen übertragen, können dadurch auch auf dem Smartphone genutzt werden. Dafür muss aber auch das Mobilfunknetz entsprechend angepasst werden.

Für den Ausbau des LTE-Netzes werden vorrangig bestehende Mobilfunkanlagen adaptiert. Je nach Notwendigkeit werden vorhandene Antennen ausgetauscht oder neue montiert.

## LTE für Stadt und Land.

Bei LTE-Mobilfunkanlagen können unterschiedliche Frequenzen zur Anwendung kommen. Dadurch wird schnelles Internetsurfen in der Stadt und auf dem

Land möglich. Reichweiten zwischen 300 m in der Stadt und bis zu 10 km auf dem Land machen Highspeed-Internet in ganz Österreich möglich.

### LTE in der Stadt



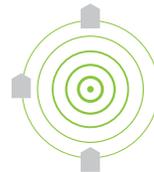
### LTE auf dem Land



#### LTE 2.600 MHz

Ideal für Geschwindigkeit und Kapazität

Zellradius bis zu 300 m



#### LTE 800 MHz

Ideal zur maximalen Flächenabdeckung

Outdoor  
Zellradius bis zu 10 km

# LTE-Immissionen und Grenzwerte.

## WHO-Grenzwerte für LTE.

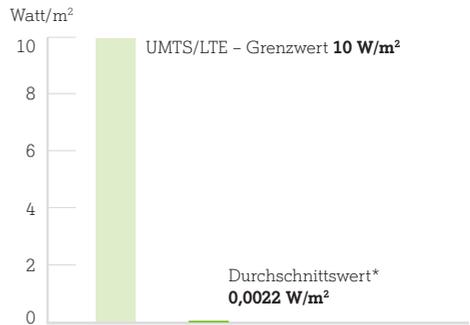
Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen reicht vom sichtbaren Sonnenlicht über den Infrarotbereich (Wärmewirkung) bis hin zum niederfrequenten Strom. Einen Teil dieses Spektrums bilden die Funkwellen von Mobilfunkanlagen und Handys.

Diese können berechnet oder 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.

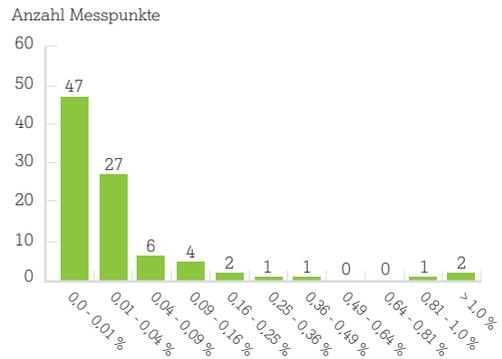
Um Immissionen beurteilen zu können, werden die Ergebnisse einer Messung oder Berechnung mit diesen Grenzwerten verglichen.

„Der Regelbetrieb des neuen Mobilfunkstandards LTE führt an gemeinsam mit GSM und/oder UMTS genutzten Standorten zu einem Anstieg der Mobilfunk-Gesamtimmissionen auf sehr niedrigem Niveau.“ Messbericht zur bundesweiten Messreihe des IZMF (Informationszentrum Mobilfunk) vom Jänner 2013 in Deutschland.

Grenzwerte der WHO in der ÖVE/ÖNORM E 8850	
Bei 800 MHz (LTE)	4 Watt/m <sup>2</sup>
Bei 900 MHz (GSM)	4,5 Watt/m <sup>2</sup>
Bei 1.800 MHz (GSM)	9 Watt/m <sup>2</sup>
Über 2.000 MHz (UMTS, LTE)	10 Watt/m <sup>2</sup>



Ergebnis der Messreihe des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie für die UMTS-Frequenzbereiche

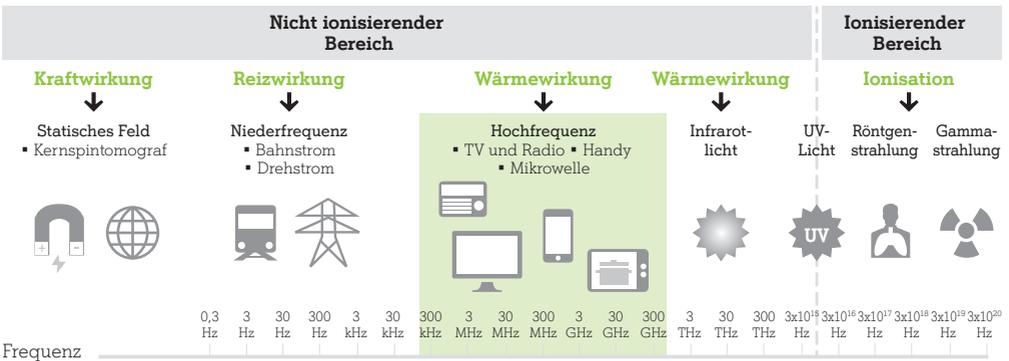


Eine bundesweite LTE-Messung des IZMF in Deutschland ergibt: Bei allen Messpunkten liegen die Messwerte weit unter dem WHO-Grenzwert von 10 W/m<sup>2</sup>

# Mobilfunk unter der Lupe.

## Biologische Wirkung von Funkwellen.

Die Sonne erzeugt starke elektromagnetische Felder. Wir spüren deren Wirkung in Form von Wärme. Das UV-Licht markiert im gesamten Frequenzspektrum den Bereich zwischen dem nicht ionisierenden und den ionisierenden Bereich. Die Wirkung elektromagnetischer Felder ist also abhängig von der Frequenz. Im Bereich des Mobilfunks kommt es durch Funkwellen lediglich zu einer Wärmewirkung. Diese wird durch Grenzwerte der Weltgesundheitsorganisation limitiert, welche in Österreich sowohl für Mobilfunkanlagen wie auch für Handys verbindlich eingehalten werden müssen.



## Grenzwerte für Handys.

Für Mobiltelefone müssen eine Reihe von Sicherheitsrichtlinien und der SAR-Grenzwert (spezifische Absorptionsrate) eingehalten werden. Der SAR-Wert stellt sicher, dass die durch Funkwellen im Kopfbereich verursachte Wärmewirkung nicht mehr als 0,1 Grad Celsius beträgt.

Biologische Wirkungen und Grenzwerte im Mobilfunk		
SAR*	Wärmeeffekt	Grenzwert
4 W/kg	weniger als +1°C	Wirkschwelle
0,4 W/kg	gering	Arbeitsmedizin
0,08 W/kg	nicht messbar	Bevölkerung

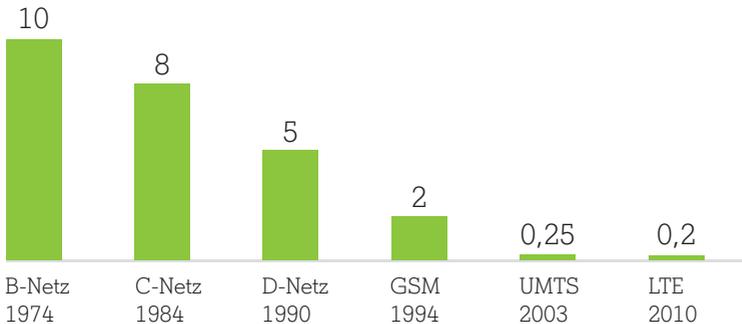
**Faktor 10** (zwischen 4 W/kg und 0,4 W/kg)  
**Faktor 5** (zwischen 0,4 W/kg und 0,08 W/kg)

\* SAR: spezifische Absorptionsrate. Quelle: eigene Darstellung.

## Die Sendeleistungen von LTE.

Auf dem Gebiet des Mobilfunks gab es in den letzten Jahren eine rasante Weiterentwicklung. Moderne LTE-Endgeräte verfügen über eine erheblich reduzierte Sendeleistung, wie beispielsweise der Vergleich mit einem B-Netz-Handy aus den 1970er-Jahren zeigt.

Sendeleistung in Watt



So haben sich die maximalen Sendeleistungen von Handys verändert

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 übertragen, wird die Sendeleistung moderner Handys und Datensticks heute vollautomatisch überprüft und permanent geregelt.

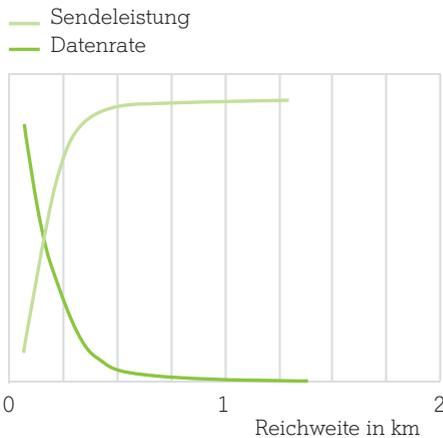
## Weniger Sendeleistung. Besserer Empfang.

Das Immissionsaufkommen von Handys und Datensticks hängt von zwei Faktoren ab: von der Qualität des Empfangs und von der übertragenen Datenmenge. Besteht eine gute Mobilfunkversorgung zwischen Handy und Mobilfunkanlage, muss ein Handy sozusagen nur „flüstern“, um von der Mobilfunkanlage „gehört“, also empfangen zu werden. Je besser der Empfang, umso geringer die Sendeleistung des Handys.

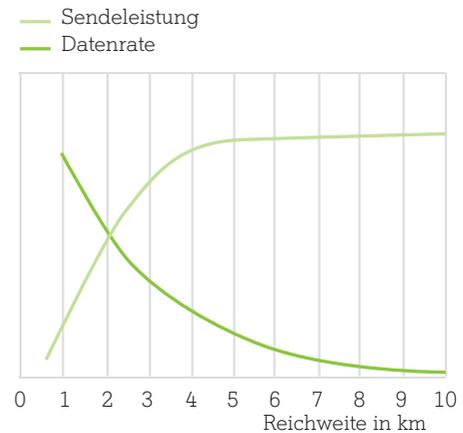
Die grundlegende Voraussetzung für eine gute Mobilfunkversorgung stellt eine Basisstation in der Nähe des Handynutzers dar. Befindet sich dieser in der näheren Umgebung einer solchen Station, so weist sein Handy nur sehr geringe Sendeleistungen – und damit Immissionen – auf.

Davon abgesehen unterliegen die Immissionen von Mobiltelefonen strengen gesetzlichen Beschränkungen. Für Handys gilt ein SAR-Grenzwert von 2 Watt pro Kilogramm Körpergewicht. So wird sichergestellt, dass man rund um die Uhr ohne gesundheitliche Auswirkungen telefonieren kann. Diesen Grenzwert müssen entsprechend der Norm EN 62311 alle Handys einhalten.

Je größer die Entfernung zur Mobilfunkanlage, umso langsamer die Datenübertragung bei LTE-2.600-MHz-Mobilfunk. Bei LTE-800-MHz-Mobilfunkanlagen sind die Reichweiten durch die niedrigere Sendefrequenz größer.



Sendeleistung, Datentransferrate und Reichweite einer LTE-2.600-MHz-Mobilfunkanlage



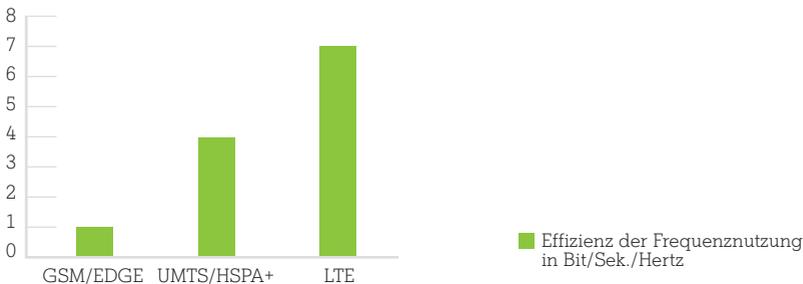
Sendeleistung, Datentransferrate und Reichweite einer LTE-800-MHz-Mobilfunkanlage

# Schneller. Kürzer. Weniger.

## Die Vorteile der LTE-Technik im Überblick:

- Downlink-Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 150 Mbit/s
- Latenzzeiten (Reaktionszeit auf Datenanforderung) werden um den Faktor 2–3 reduziert
- Bessere Frequenznutzung durch effizientere Technik (Übertragungsverfahren MIMO = Multiple Input/Multiple Output)
- IP-basiert
- Geringere Sendeleistung beim Handy notwendig

Durch die Vorteile der LTE-Technik verbessert sich die spektrale Effizienz im Vergleich zu den bisherigen Mobilfunktechnologien. Damit ist es möglich, mehr Daten effizienter zu übertragen und die vorhandenen Frequenzen besser zu nutzen. Die spektrale Effizienz eines Funksignals ist das Verhältnis zwischen Datenübertragungsrate und der Bandbreite des Signals.



## Mobilfunktechnologien im Vergleich (spektrale Effizienz).

Die spektrale Effizienz 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.

## Der neue Mobilfunkstandard LTE.

Durch eine bessere Frequenznutzung werden bei LTE mehr Daten und Gespräche über die Mobilfunkfrequenzen übertragen. Beispielsweise wird mit den LTE-Modulations-techniken und MIMO die Leistungsfähigkeit der Datenübertragung weiter verbessert.

### LTE-Modulationsverfahren.

Modulationsverfahren werden eingesetzt, um Daten in elektronische Signale umzuwandeln. Diese können dann per Funkwellen oder Kabel übertragen werden. Bei der LTE-Technologie werden drei verschiedene Modulationsverfahren zur Datenübertragung verwendet.

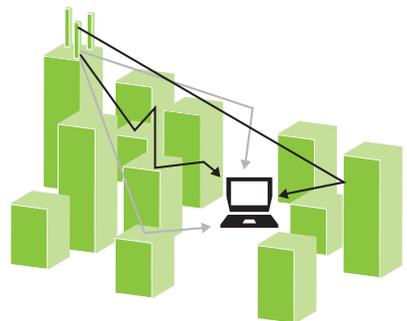


### Datenübertragungsraten.

Das Modulationsverfahren wird abhängig von der Entfernung zum Handy und der Empfangsqualität gewählt. Hier gilt: je näher, desto besser. Das Handy misst permanent die Empfangsqualität und meldet diese an die Basisstation zurück. Diesen Daten entsprechend wird das Modulationsverfahren gewählt. Meist wird mit steigender Entfernung die Qualität des Empfangs abnehmen. LTE verwendet das bestmögliche Modulationsverfahren, um die schnellstmögliche Verbindung zu gewährleisten.

### Mehr Daten schneller übertragen – die LTE-Übertragungstechnik MIMO.

Das Prinzip von MIMO (Multiple Input/Multiple Output) wird bereits bei erprobten Technologien wie WLAN und WiMAX verwendet. Dort setzt man mehrere Antennen ein, um mehr Daten schneller zu übertragen. Durch die Verwendung von mehreren Antennen erreicht man bei der Datenübertragung eine bessere Sende- und Empfangsleistung, eine höhere Verbindungsqualität und damit höhere Übertragungsraten.



Schnellere Datenübertragung durch MIMO

# Mobilfunk und Gesundheit.

## 50-fache Sicherheit.

Elektromagnetische Wellen (Funkwellen) werden schon seit über 100 Jahren zur Übertragung von Daten genutzt. Wie bei neuen Technologien üblich, wurde in dieser Zeit auch viel über deren mögliche Auswirkungen auf den Menschen geforscht. Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Funkwellen konnten jedoch bisher, selbst durch eine intensive Forschung, seit es Handys gibt, nicht nachgewiesen werden.

Um den Schutz Ihrer Gesundheit zu gewährleisten, gelten in Österreich die Grenzwerte der Weltgesundheitsorganisation WHO. Diese Immissionsgrenzwerte weisen einen 50-fachen Sicherheitsfaktor auf und schützen dadurch alle Bevölkerungsgruppen – auch alte Menschen und Kinder.

Viele schon in der Vergangenheit durchgeführte Immissionsmessungen ergeben, dass die Grenzwerte in der Regel sogar weit unterschritten werden. So zeigen aktuelle Immissionsmessungen des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie durchschnittliche Immissionswerte von gerade einmal  $0,0022 \text{ W/m}^2$  für den UMTS-Mobilfunkbereich an.

Diese Messwerte liegen durchschnittlich um den Faktor 4.500 unter den gesetzlich festgelegten Grenzwerten.

Immer mehr Österreicher telefonieren und surfen mobil mit dem Handy oder Smartphone – ob zu Hause oder im Freien. Moderne Übertragungstechnologien wie LTE tragen erheblich dazu bei, dass die Immissionen durch eine bessere Übertragung minimiert werden. Die effizientere LTE-Technologie benötigt bei der Datenübertragung weniger Sendeleistung als eine vergleichbare Übertragung im GSM-Mobilfunknetz.

Wie hoch die eingesetzte Sendeleistung und die damit verbundene Immission beim Handy und der Mobilfunkanlage letztlich sind, hängt jedoch immer von der Intensität der Handynutzung durch den Kunden ab.

# Was viele Menschen wissen wollen.

## Warum wurde LTE entwickelt?

Durch die intensivierte Mobilfunknutzung ist es notwendig, dafür zu sorgen, dass immer mehr Daten in immer kürzerer Zeit übermittelt werden. Mit LTE können zeitgleich sehr viel mehr Daten übertragen werden als bisher. Für noch schnelleres Surfen, höhere Download-Geschwindigkeiten und Social-Media-Anwendungen in Echtzeit.

## Was brauche ich für den LTE-Empfang?

Für das Surfen im LTE-Netz ist ein LTE-Datenstick oder ein LTE-Smartphone notwendig. LTE wird auch als 4G-Technologie bezeichnet. Viele Datensticks und Smartphones haben deshalb den Aufdruck 4G. Wenn am Display eines Smartphones 4G aufscheint, können Daten mit bis zu 150 Mbit/s übertragen werden.

## Senden LTE-Datensticks und Smartphones stärker?

Nein! LTE verwendet effizientere Übertragungstechnologien als GSM und UMTS. Mit LTE können deshalb bis zu 1.300 Menschen gleichzeitig im Internet surfen. Dabei sind auch die maximalen Sendeleistungen geringer als bei allen

anderen Mobilfunktechnologien. Ein GSM-Handy hat bis zu 2 Watt Sendeleistung – ein modernes LTE-Smartphone nur noch 0,25 Watt.

## Ist LTE sicher?

Um den Schutz Ihrer Gesundheit zu gewährleisten, gelten in Österreich die Grenzwerte der Weltgesundheitsorganisation WHO. Diese Immissionsgrenzwerte schützen alle Bevölkerungsgruppen, also auch alte Menschen und Kinder. Außerdem prüfen wir jedes Handy, jedes Smartphone und jeden Datenstick auf die Einhaltung der SAR-Grenzwerte.

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

Die SAR (spezifische Absorptionsrate) gibt an, wie viel 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.

## **Fragen beantwortet Ihnen gerne das EMF-Team:**

E-Mail: [emf@A1.net](mailto:emf@A1.net)

Tel.: 050 664-0

## **Weitere Informationen finden Sie unter:**

[A1.net/gesundheit](http://A1.net/gesundheit)

[A1.net](http://A1.net)

3rd Generation Partnership Project:

[www.3gpp.org](http://www.3gpp.org)

Weltgesundheitsorganisation:

[www.who.int/peh-emf/en/](http://www.who.int/peh-emf/en/)

International Commission on Non-Ionizing Radiation

Protection:

[www.icnirp.de](http://www.icnirp.de)

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und

Technologie:

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

Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH:

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

Kataster aller Rundfunk- und Mobilfunkanlagen in

Österreich:

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

Forum Mobilkommunikation:

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

Leitfaden Senderbau:

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

Mobilfunk Messreihe:

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

EMF-Portal des Forschungszentrums für

Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (FEMU):

[www.emf-portal.de](http://www.emf-portal.de)

## **Impressum**

Herausgeber: A1 Telekom Austria AG

Lassallestraße 9, 1020 Wien

A1.net

November 2013, © A1 Telekom Austria AG