

Mobilfunk & Technik

*Was hinter dem
Anruf steckt*

Inhalt

Mobilfunk im Alltag	3
Technische Grundlagen	4
Elektromagnetische Wellen	4
Frequenz	4
Spektrum elektromagnetischer Wellen	5
Die Sendeanlage („Basisstation“)	7
Funktion des Mobilfunknetzes	8
Kleine Zellen	8
Wie Mobilfunkantennen arbeiten	8
Wo steht der Mast	9
Mast und Handy brauchen einander	9
Das Handy im Netz	10
Ein Mobilfunknetz „lebt“	10
Senderkataster – alle Basisstationen Österreichs	11
Personenschutz: Grenzwerte	11
Arbeiten in der Nähe von Mobilfunkantennen	11
Messungen und Messwerte	12
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	13
Mobilfunktechnologien im Überblick	14
Analoger Mobilfunk	14
Digitaler Mobilfunk	14
A-, B-, C-, D-Netz	15
GSM („2G“)	15
GPRS	16
EDGE	16
UMTS („3G“)	16
HSPA	17
LTE („4G“)	17
Vergleich Datenraten UMTS und LTE	18

Mobilfunk im Alltag

Mehr als die Hälfte der Österreicher besitzt bereits ein Smartphone und die Tendenz ist weiterhin steigend. Nicht nur die Verbreitung steigt, sondern auch die Anwendungsmöglichkeiten mit dem Handy nehmen zu. Während Mobiltelefone bis vor wenigen Jahren nur zum Telefonieren und Schreiben von SMS genutzt wurden, ist es heute selbstverständlich, das Gerät zum Surfen im Internet, zum Musik hören, zum Chatten oder auch zum Einkaufen und bargeldlosen Bezahlen zu verwenden. Aber Handys, Smartphones und Tablets werden heute nicht nur zur Unterhaltung verwendet – sie sind ein unentbehrliches Werkzeug in unserem modernen Alltag geworden. Onlinebanking, Behördenwege oder Herzmonitoring sind nur einige der vielen Anwendungen moderner Smartphones im Mobilfunknetz.

Die dahinterstehende Mobilfunktechnologie hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert und an den steigenden Bedarf angepasst. Die Broschüre erklärt, wie die Technik funktioniert, wie sich die Übertragungstechniken entwickelt haben und wie die Zukunft des Mobilfunks aussehen kann.



Technische Grundlagen

Elektromagnetische Wellen

Elektromagnetische Wellen kommen sowohl natürlich als auch technisch erzeugt vor. In der Natur entstehen sie beispielsweise bei einem Gewitter. Sonne und Sterne geben elektromagnetische Wellen in Form von Licht ab. Technisch erzeugte Felder gehen z. B. von elektronischen Geräten wie Fernsehern und Computern aus.

Funkwellen sind für den Menschen nicht sichtbar. Mit geeigneten Geräten lässt sich die Intensität dieser elektromagnetischen Felder messen. Die technische Einheit zur Beschreibung der „Stärke“ eines elektromagnetischen Feldes ist die Leistungsflussdichte, die in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) angegeben wird. Sie gibt an, wie stark die Leistung ist, die auf eine bestimmte Fläche auftrifft.

Frequenz

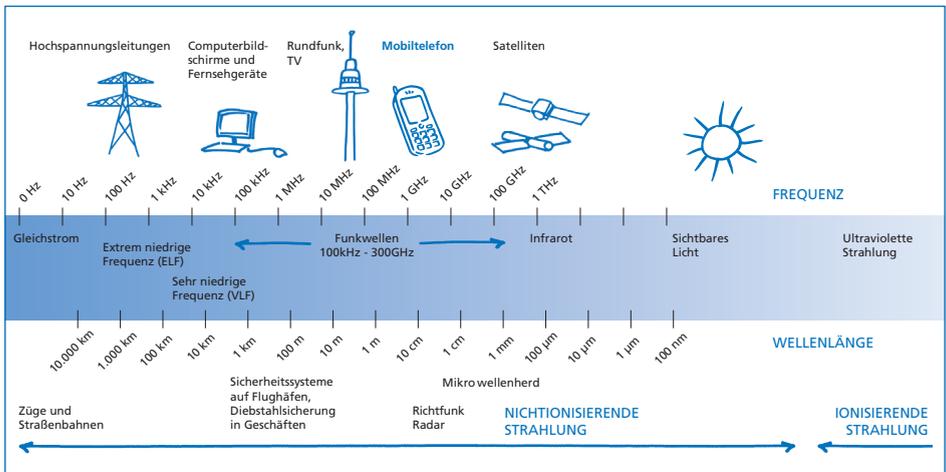
Die Frequenz gibt an, wie schnell bei einem periodischen Vorgang die Wiederholungen aufeinanderfolgen. Die Einheit für die Frequenz ist Hertz (Hz) – 1 Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde.

Für die Übertragung von Handygesprächen oder Daten zwischen Sendeanlage und Handy werden elektromagnetische Wellen genutzt. Von den nationalen Aufsichtsbehörden werden dazu bestimmte Frequenzbereiche dem Mobilfunk zur Nutzung zugewiesen.



Spektrum elektromagnetischer Wellen

Das elektromagnetische Spektrum wird grob in zwei Bereiche unterteilt: die nicht ionisierende und ionisierende Strahlung. Im nicht ionisierenden Bereich findet man den niederfrequenten Bereich mit elektrischen und magnetischen Feldern im Frequenzbereich zwischen 0 Hertz und 10 Kilohertz (z. B. von Stromleitungen und elektrischen Geräten) und den hochfrequenten Bereich mit elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 10 Kilohertz bis 300 Gigahertz (z. B. Radio, TV und Mobilfunk).



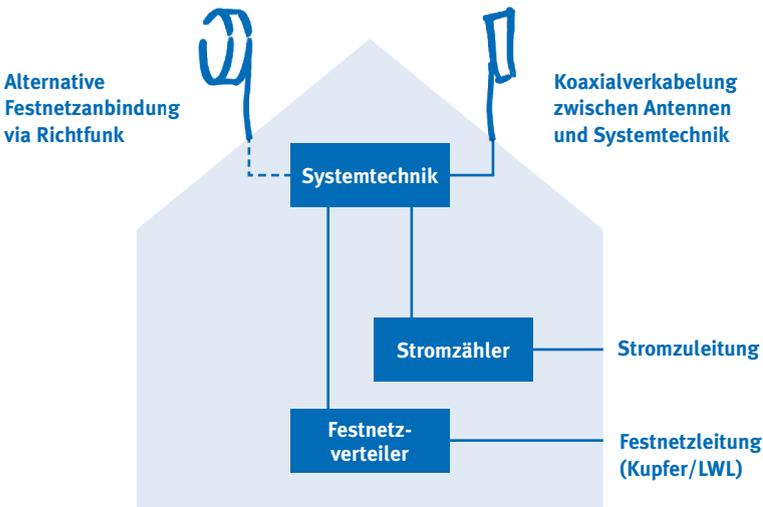
Für jede Funkanwendung bzw. jeden Funkdienst kommt ein anderer Frequenzbereich zum Einsatz. In dieser Tabelle sind die wichtigsten Funkdienste aufgelistet:

Funkanwendung /-dienst	Technologie	Frequenzbereich
Radio	UKW	100 MHz
Behördenfunk	TETRA	400 MHz
Privater Sprechfunk	PMR	446 MHz
Fernsehen (digital)	DVB-T	600 MHz
Mobilfunk	LTE	800 MHz
Mobilfunk	GSM	900 MHz
Mobilfunk	GSM, LTE	1800 MHz
Mobilfunk	UMTS	2100 MHz
Private Funknetze	WLAN	2400 MHz
Mobilfunk	LTE	2600 MHz

Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und ultraviolette Strahlung liegen in einem noch höheren Frequenzbereich. Im Frequenzspektrum ab „10hoch15“ Hz (= 1 000 000 000 000 000 Hertz = 1 Petahertz) spricht man von ionisierender Strahlung (z. B. Röntgenstrahlung). Diese ist aufgrund ihrer hohen Quantenenergie – im Gegensatz zu elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks – in der Lage, molekulare oder atomare Strukturen zu verändern.

Die Sendeanlage („Basisstation“)

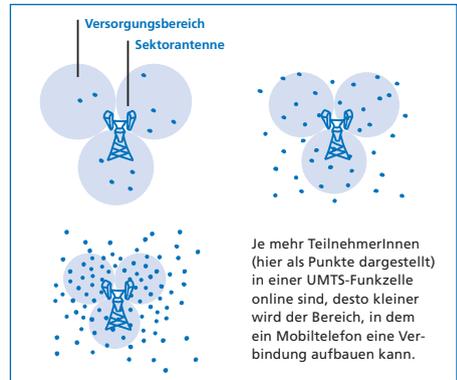
Eine Basisstation besteht im Prinzip aus Mobilfunkantennen, dem Tragwerk für die Antennen sowie der Sendeeinheit mit Schalt- und Steuerungselementen („Systemtechnik“), die über ein Kabel mit den Antennen verbunden sind. Zu ihrem Betrieb benötigt die Sendeanlage eine Stromversorgung und eine Verbindung zum Rechenzentrum des Netzbetreibers über das Festnetz oder Richtfunk.



Funktion des Mobilfunknetzes

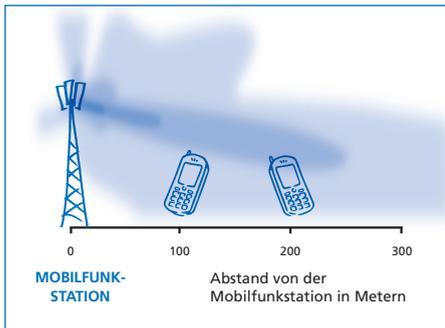
Kleine Zellen

Das Mobilfunknetz ist in viele kleine Funkzellen unterteilt. Man kann sich das Mobilfunknetz bildlich als Wabenstruktur vorstellen. Jede dieser Funkzellen wird über eine Basisstation „versorgt“. Die Größe der Funkzelle und die Zahl der Basisstationen sind abhängig von der Nutzeranzahl, der Verbauung, der Geländebeschaffenheit und der angeforderten Datenrate. Mehr Nutzer und Daten erfordern ein dichteres Mobilfunknetz, d. h. mehr Basisstationen.



Wie Mobilfunkantennen arbeiten

Mobilfunkantennen geben die verfügbare Sendeleistung in eine bestimmte Richtung ab, vergleichbar mit dem Lichtkegel bei einem Leuchtturm oder einer Taschenlampe. Die Immissionen nehmen mit dem Quadrat der Entfernung ab. Das bedeutet, schon wenige Meter Abstand zur Antenne genügen, um die gültigen Grenzwerte um ein Vielfaches zu unterschreiten. Am Rand des „Sendekegels“ sind die Immissionen noch viel schwächer und an der Rückseite der Antenne sind sie kaum mehr vorhanden. Die Senderichtungen der Antennen werden daher genau geplant, um das gewünschte Gebiet zu versorgen.



Wo steht der Mast?

Der Ort, an dem eine neue Sendeanlage errichtet werden soll, wird anhand einer Vielzahl technischer und rechtlicher Kriterien ausgewählt. Dabei spielen die Verbauung der umliegenden Flächen, die Geländebeschaffenheit, die Montagehöhe der Antennen, die Senderichtungen der Antennen, die Sendeleistung und die Anzahl der Handys im Empfangsgebiet der neuen Anlage eine entscheidende Rolle.

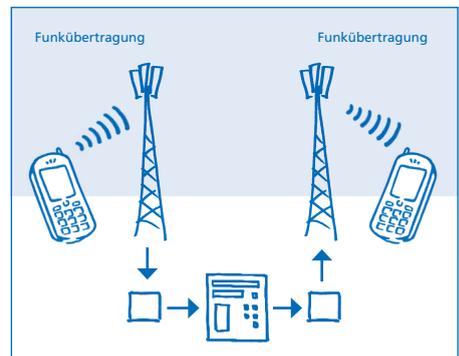
Nicht nur die Sendeanlage muss zum Handy senden, sondern auch das Handy zur Sendeanlage. Je geringer die Distanz und je kleiner die „Störungen“ („Hindernisse“ wie Wände, Bäume etc.) zwischen den beiden sind, desto besser sind die Übertragungsqualität und Übertragungsgeschwindigkeit sowie die Stabilität der Verbindung. Je besser die Verbindungsqualität zwischen Sendeanlage und Handy ist, desto geringer ist auch die erforderliche Sendeleistung. Handy und Sendeanlage senden immer nur mit der geringsten benötigten Sendeleistung. Dies bedeutet auch eine längere Akkulaufzeit des Handys.

Der optimale Standort für eine Sendeanlage ist somit dort, wo sich Menschen aufhalten und mobil telefonieren bzw. das mobile Internet nutzen. Ein gut geplantes Mobilfunknetz benötigt daher bei einer geringen Entfernung zwischen Handynutzer und Sendeanlage niedrige Sendeleistungen und somit insgesamt weniger Immissionen.

Je dichter das Mobilfunknetz gebaut wird, umso kleiner ist auch das Versorgungsgebiet einer einzelnen Sendeanlage. Mehr Sendeanlagen sind etwa dann erforderlich, wenn eine größere Anzahl von Teilnehmern im gleichen Umkreis gleichzeitig Mobilfunk nutzen wollen.

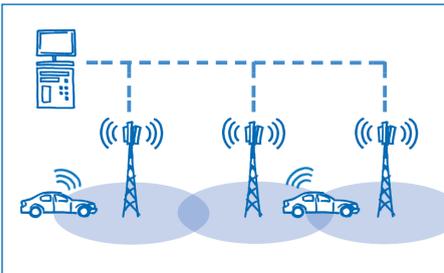
Mast und Handy brauchen einander

Handys kommunizieren nicht direkt miteinander, sondern über mehr als 20.000 Basisstationen in ganz Österreich. Beim Telefonieren mit dem Handy wird eine Funkverbindung zur nächstgelegenen Basisstation aufgebaut. Anschließend überträgt die Basisstation das Gespräch an das Rechenzentrum des Mobilfunkbetreibers und verbindet von dort mit der gewählten Rufnummer. Der Zentralrechner vermittelt das Gespräch an die Basisstation, in deren Reichweite sich das angerufene Handy befindet. Die Basisstation sendet in der Folge das Signal per Funk an dieses Handy weiter.



Das Handy im Netz

Das Handy empfängt die Funksignale der umliegenden Basisstationen und wählt daraus automatisch die stärkste aus, um die beste verfügbare Sprach- bzw. Datenqualität sicherzustellen. Bei dieser Basisstation bleibt das Handy eingebucht, bis eine andere „beste“ Basisstation erreicht wird. Dies geschieht, wenn sich der Nutzer von einem Ort zum anderen bewegt (Fachausdruck dafür: „Hand-over“). Sowohl Basisstation als auch Handy überprüfen permanent ihre Verbindung und regeln die Sendeleistungen auf das benötigte Mindestmaß herunter. Dadurch wird der Strombedarf reduziert und die Akkulaufzeit des Handys verlängert. Auch die elektromagnetischen Felder werden auf diese Weise sehr gering gehalten.



Handys ohne aktive Datenverbindung senden im Ruhemodus in regelmäßigen Abständen (je nach Betreiber zwischen 3 und 9 Stunden) ein sehr kurzes Statussignal als „Lebenszeichen“ an den Zentralrechner des Netzes. Wenn sich das Handy

zu lange nicht im Netz meldet, wird es vom Zentralrechner automatisch abgemeldet. Smartphones senden auch, wenn installierte Apps aktualisiert werden („Update“), und verbrauchen so Datenvolumen.

Ein Mobilfunknetz „lebt“

Mobilfunknetze werden laufend an neue Technologien und Services angepasst. Social-Media-Anwendungen am Smartphone sind beispielsweise ein solches Service, das immer mehr Menschen nutzen. Damit solche Anwendungen nicht hinter den Erwartungen der Mobilfunkkunden bleiben, wird das Mobilfunknetz ständig optimiert und den Kundenwünschen angepasst.

2012 wurde nach dem flächendeckenden GSM- und UMTS-Ausbau mit dem Ausbau der 4. Mobilfunk-Generation (LTE = Long Term Evolution) begonnen. Im Fokus steht mit LTE die schnellere, noch effizientere Übertragung von Daten, wie sie von modernen Smartphones und Apps gefordert wird. Nähere Informationen zu LTE finden Sie im Kapitel „Mobilfunktechnologien“.



Senderkataster – alle Basisstationen Österreichs

Eine Übersicht über die Standorte von Basisstationen in Österreich bietet der „Senderkataster“ auf der Website des FMK (www.fmk.at). Er informiert auch über Sendeleistungen von Basisstationen und Rundfunkanlagen (in Kategorien von 1–4) und bietet auch die Möglichkeit, direkt Detailinformationen zu einer bestimmten Basisstation anzufordern.

Personenschutz: Grenzwerte

Zum Schutz der Gesundheit sind in Österreich die Personenschutzgrenzwerte der ÖVE/ÖNORM E8850 verbindlich anzuwenden. Der integrierte 50-fache Sicherheitsfaktor in diesen Grenzwerten bedeutet dabei auch ausreichend Sicherheit für alte Menschen, Kranke, Schwangere und Kinder. Die Grenzwerte basieren auf den internationalen Grenzwertempfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO sowie der EU-Ratsempfehlung 1999/519/EG (Exposition der Bevölkerung gegenüber EMF), die auf einem wissenschaftlich gesicherten Kenntnisstand beruhen.

Arbeiten in der Nähe von Mobilfunkantennen

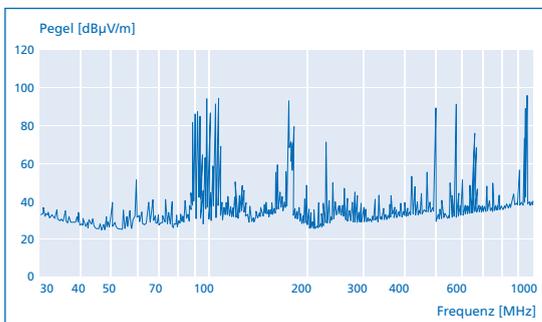
Sind Arbeiten auf einem Dach, auf dem eine Mobilfunkantenne steht, zu verrichten, gelten für die Arbeiter andere Personenschutzgrenzwerte als für die Allgemeinbevölkerung (berufliche Exposition!). Wenn die Arbeiten direkt vor der Antenne (z. B. bei Fassadenarbeiten) geplant sind, ist es ratsam, sich davor mit dem betreffenden Mobilfunkbetreiber in Verbindung zu setzen und allfällige notwendige Maßnahmen direkt abzuklären. Die entsprechenden Kontaktdaten finden Sie auf der letzten Seite.

Messungen und Messwerte

Die Messungen von Funkanwendungen wie GSM oder UMTS und LTE sind sehr komplex und werden in Österreich laut ÖNORM EN 50492 durchgeführt. Für die Expositionserfassung von LTE sind speziell entwickelte Messgeräte und Messverfahren notwendig, um Fehlmessungen oder Fehlinterpretationen der Messergebnisse zu vermeiden. Es bedarf aufwändigen Messequipments und der entsprechenden Befähigung und Erfahrung, um normgerechte Messungen durchzuführen und die Messwerte auch richtig zu interpretieren.

Vorsicht ist in jedem Fall geboten, wenn – meist nicht normgerechte – Messungen zum Zweck des Verkaufs von „Abschirmmaßnahmen“ durchgeführt werden. In den meisten Fällen werden fragwürdige Grenzwertssysteme zur Untermauerung herangezogen. Auch sind die Messinstrumente in den meisten Fällen minderwertig oder für das Messen von hochfrequenten, elektromagnetischen Feldern ungeeignet. Leider werden solche Praktiken vereinzelt auch bei sogenannten „Baubiologen“ beobachtet.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen breitbandigen und frequenzselektiven Messungen. Breitbandige Messungen geben nur einen Überblick über die gesamten Immissionen (also z. B. die „Gesamtstärke“ von Radio, Fernsehen, Mobilfunk etc. als Summe) in einem Ergebniswert mit beschränkter Aussagekraft. Zur Bestimmung der Immissionen eines einzelnen Funkdienstes (z. B. GSM) ist es notwendig, eine aufwändige frequenzselektive Messung durchzuführen.



Um valide und vergleichbare Messergebnisse zu erhalten, die mit den in Österreich geltenden Grenzwerten vergleichbar sind, ist es notwendig, sich an ein akkreditiertes Institut zu wenden, welches auch über das entsprechende Know-how und Equipment für die Messungen von Funkimmissionen verfügt. Selbstverständlich führen auch Österreichs Mobilfunkbetreiber Messungen nach den anerkannten, oben beschriebenen Standards durch.

Akkreditierte Messinstitute in Österreich sind:

TÜV Österreich: www.tuev.at

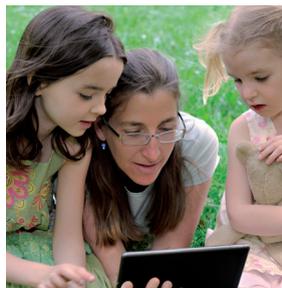
Seibersdorf Labor GmbH: www.seibersdorf-laboratories.at

TGM – Versuchsanstalt für Elektrotechnik und Elektronik: www.tgm.ac.at

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Technische Geräte dürfen einander nicht beeinflussen. Entsprechende europäische Normen gewährleisten eine einwandfreie Funktion auch gegenüber elektromagnetischen Einflüssen. Haushaltsgeräte wie zum Beispiel Fernseher, SAT-Receiver, HiFi-Anlagen, Radio, Radiowecker und Computer müssen den EU-Normen entsprechen, damit sie auch in der Nähe von Mobilfunkanlagen und Handys einwandfrei funktionieren.

In Krankenhäusern ist die Nutzung von Mobiltelefonen heute vor allem verboten, um Patienten Ruhe zur Erholung zu garantieren.



Mobilfunktechnologien im Überblick

Analoger Mobilfunk

Die analoge Übertragung eines Telefonats lässt sich mit der Aufzeichnung von Sprach- oder Musikfrequenzen auf eine Schallplatte vergleichen. Diese Frequenzen im Bereich zwischen circa 100 bis 12.000 Hz werden dann auf viel höheren, elektromagnetischen Frequenzen – im analogen Sprechfunk etwa auf 160 MHz – quasi „aufgetragen“ und an den Empfänger übertragen, der das Signal über den Lautsprecher wieder auf hörbare Frequenzen umsetzt. Diese Übertragungsart ist jedoch ungeeignet, um Datensignale zu übertragen. Auch ist in der analogen Technik auf ein und demselben Frequenzkanal nur eine einzige Verbindung möglich.

Digitaler Mobilfunk

In der digitalen Technik wird die Sprache, Musik etc. nicht direkt wie bei analoger Übertragung gesendet, sondern zuerst in kleine, digitale Datenpakete, die nur aus Nullen und Einsen bestehen (daher das Wort „Digital“) umgewandelt. Die Mobilfunkstation speist die Datenpakete in das Telekommunikationsnetz, aus dem heraus die Datenpakete (etwa bei einem Telefonat) an den zweiten Gesprächsteilnehmer gesendet – und vom Handy wieder in hörbare Sprache am Lautsprecher umgewandelt werden. Dieser Vorgang ist natürlich unvorstellbar schnell. Der Vorteil ist, dass man auf diese Weise viele Verbindungen gleichzeitig auf einem einzigen Frequenzkanal herstellen kann. Deshalb ist die digitale Technik um ein vielfaches effizienter als die analoge und schon seit mehreren Jahrzehnten Standard beim Mobilfunk.



A-, B-, C-, D-Netz

Die Mobilfunkära in Österreich begann 1974. Der „Öffentlich bewegliche Landfunkdienst“ (B-Netz) wird in Betrieb genommen. 1982 wird der Grundstein des heutigen Mobilfunks gelegt. Die Groupe Special Mobile (früher der Begriff für die Abkürzung GSM) wird mit dem Ziel, Spezifikationen für ein europaweites Mobilkommunikationsnetz festzulegen, gegründet. 1984 wird das analoge C-Netz in Betrieb genommen.

Das A-Netz hatte in Österreich keine Bedeutung. In Deutschland hingegen ging das A-Netz 1957 on air. Die Gespräche wurden damals von „Vermittlungsdamen“ handvermittelt. Eine wichtige Kundengruppe waren Hebammen, die über ein Autotelefon verfügten, das dreimal soviel kostete, wie der VW-Käfer, mit dem die Hebammen unterwegs waren.

GSM („2G“)

GSM steht für „Global System for Mobile Communications“ und ist Standard für volldigitale Mobilfunknetze. Dieser wird hauptsächlich für Telefonie, aber auch für Datenübertragung und SMS genutzt.

GSM arbeitet mit sogenannten Zeitschlitzten – jeweils 8 sind wie an einer Perlenkette aneinandergereiht und wiederholen sich. Somit können auf einem Sendekanal mehrere Verbindungen übertragen werden (bei analogen Techniken benötigte jeder Teilnehmer einen eigenen Kanal). Unbelegte Schlitzte von Sendekanälen bleiben leer und reduzieren so die Sendeleistung. Pro Antenne können jeweils ein Basiskanal (BCCH) und mehrere „traffic channels“ aufgelegt werden, wobei die aufgelegte Anzahl der Kanäle von der Teilnehmeranzahl, die die Sendeanlagen versorgen soll, abhängig ist. Im städtischen Gebiet liegen üblicherweise mehr Kanäle an der Antenne als im ländlichen Raum.

GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) bezeichnet den paketorientierten Dienst zur Datenübertragung in GSM-Netzen. Paketorientiert bedeutet, dass die Daten beim Sender in einzelne Pakete umgewandelt und übertragen werden. Beim Empfänger werden die Daten wieder zusammengesetzt. GPRS eignet sich für die Darstellung von Internetseiten am Handy, E-Mails abrufen und Versenden von MMS. Multimediale Anwendungen sind via GPRS kaum nutzbar, da die Datenübertragungsrate zu niedrig ist.

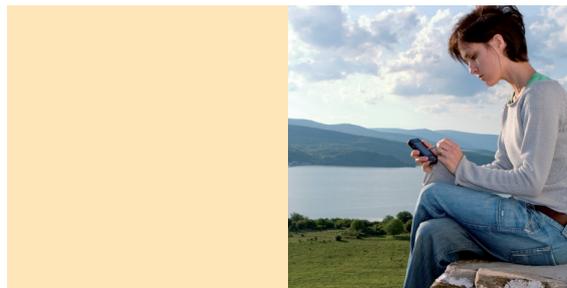
EDGE

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) ist eine (Software-)Technik, die die Datenübertragungsrate in GSM-Mobilfunknetzen erhöht. Oft wird EDGE auch als Zwischenschritt zu UMTS gesehen

UMTS („3G“)

Mit UMTS sind erstmals Multimedia-Anwendungen am Handy mit sehr guter Übertragungsgeschwindigkeit möglich. Das Universal Mobile Telecommunications System (sog. „3G“) gibt es in Österreich seit 2002. Dieser Standard der dritten Generation macht deutlich höhere Datenübertragungsraten (bis zu 21 Mbit/s) möglich.

Im Gegensatz zu dem Zeitschlitzverfahren bei GSM weist UMTS jedem Gespräch einen eigenen Code zu. Die Sendeanlage kennt alle Codes und kann daher jedes Gespräch richtig zuordnen. So erhält jedes Gespräch bzw. jede Datenanwendung den jeweils benötigten Anteil an der gesamten nutzbaren Kapazität der Sendeanlage.





Ein wesentlicher Vorteil der UMTS-Technologie ist, dass mit weniger Sendeleistung mehr Verbindungen abgewickelt und größere Datenmengen übertragen werden können – das bedeutet insgesamt weniger elektromagnetische Immissionen. Wie GSM-Handys senden auch UMTS-Handys immer mit der geringstmöglichen Sendeleistung.

Mit UMTS können Anwendungen wie Videotelefonie, lebenswichtige telemedizinische Anwendungen sowie Fernsehen und Navigation genutzt werden.

HSPA

High Speed Packet Access (HSPA) ist eine Weiterentwicklung des Mobilfunkstandards UMTS. Damit sind Datenübertragungsraten bis zu 42 Mbit/s möglich. HSPA ist gegliedert in HSDPA zur Erhöhung der Datenübertragungsrate des Downloads (von der Basisstation zum Handy) und in HSUPA für den Upload (vom Handy zur Basisstation).

LTE („4G“)

Mit der 4. Mobilfunkgeneration „Long Term Evolution“ (LTE, „Langfristige Entwicklung“) können heute Daten 10.000-mal schneller übertragen werden als noch vor 10 Jahren. Die zugeteilten Funkfrequenzen werden wesentlich effizienter genutzt, was bedeutet, dass die Daten schneller und wirtschaftlicher übertragen werden.

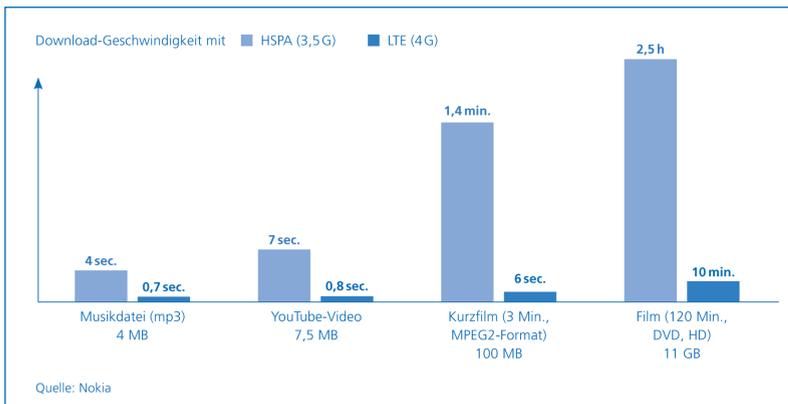
Die neue Generation des Mobilfunks vereint die Neuentwicklungen und Elemente aus GSM und UMTS. Darüber hinaus nutzt LTE mit OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) ein Vielträgerverfahren, in dem es den gesamten Datenstrom innerhalb des verfügbaren Frequenzbereichs auf eine Vielzahl von Trägern aufteilt. Diese einzelnen Träger werden wiederum auf herkömmliche Weise moduliert. OFDM wird beispielsweise auch bei WLAN verwendet.

Seit 2007 hat sich die Anzahl der mobilen Breitbandanschlüsse in Österreich mehr als verdoppelt. Das Datenvolumen verzweifacht sich derzeit jährlich nicht zuletzt durch die steigende Verbreitung von Smartphones, Tablets und Notebooks, die Daten mobil abrufen. LTE wurde entwickelt, um diese steigenden Ansprüche an die Datenübertragung abdecken zu können, und wird seit 2012 in Österreich ausgebaut.

Die LTE-Technologie ermöglicht Anwendungen wie Videokonferenzen in HD-Qualität, Mobile E-Health-Anwendungen wie beispielsweise die Übertragung von Bildern aus dem Rettungsauto in die Notaufnahme oder die Kontrolle von Herzschrittmachern über Mobilfunk. Das Abrufen von großen Datenmengen aus „Clouds“ (virtuelle Speicherplätze, auf die ortsunabhängig zugegriffen werden kann) sowie moderne Anwendungen für die Verwaltung (e-Government) und das tägliche Leben (Smart cities, e-mobility etc.) gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Vergleich Datenraten UMTS und LTE

Anhand der folgenden Darstellung der Datenraten der Mobilfunk-Technologien wird deutlich, was LTE jetzt und in Zukunft im Bereich der Datenübertragung möglich macht.





Kontaktdaten der Betreiber

Bei Arbeiten in der Nähe von Sendelegeren wenden Sie sich bitte an den Betreiber.

A1: 050 664-0

T-Mobile: (0800) 676 900

Drei: 05 0660 8888, nach abgehoben: 121



Forum Mobilkommunikation – FMK
Mariahilfer Straße 37–39, 1060 Wien
T: (01) 588 39 14, E: office@fmk.at
www.fmk.at



Ein Netzwerkpartner des
Fachverbandes der Elektro-
und Elektronikindustrie

