



Wie funktioniert Mobilkommunikation?

Unterrichtsmaterialien zum Thema
Das Handy sicher und verantwortungsvoll nutzen

Wie funktioniert
Mobilkommunikation?

Das Handy im Alltag

Handykosten

Gesundheit und Umwelt

Sicherheit bei Notfällen

Handyquote

Was man mit
dem Handy alles
machen kann

Glossar

Kapitel I

Wie funktioniert Mobilkommunikation?

Lernziele

- » Ein Grundverständnis über die Mobilfunktechnologie erhalten
- » Die Funktion von elektromagnetischen Wellen und das elektromagnetische Spektrum kennen lernen
- » Bescheid wissen, wie ein Gespräch zwischen Handys zustande kommt
- » Fachbegriffe wie z.B. GSM, UMTS und HSDPA verstehen

Inhalt

1.1	Einführung	S. 2
1.2	Elektromagnetische Wellen – die Grundlagen der Mobilkommunikation	S. 2
1.3	Funktionsweise des Mobilfunknetzes	S. 4
1.4	GSM, UMTS, HSDPA & Co – Orientierung im Abkürzungsdschungel	S. 6
1.5	Weiterführende Links	S. 8
1.6	Übungen	S. 9

1.1 Einführung

In diesem Kapitel lernst du die technischen Grundlagen des Mobilfunks kennen, vor allem was es mit den elektromagnetischen Wellen auf sich hat und wie überhaupt eine Verbindung zwischen zwei Handys zustande kommt.¹⁾ Außerdem erfährst du die wichtigsten Unterschiede zwischen **GSM** und **UMTS** und mit welchen Technologien die Übertragung von Daten über das Handynetz beschleunigt wird.

Verschiedene Geschwindigkeiten

Sabine und Melanie haben gerade ihre neuen Handys mit Kamera in Betrieb genommen. Sie sind begeistert über ihre ersten Handyvideos und testen auch gleich das Verschicken per **MMS**. Zu ihrer Überraschung dauert das Abschicken aber unterschiedlich lange, obwohl die Videos der beiden ungefähr die gleiche Größe haben. Da erinnert sich Melanie an den Verkäufer, der meinte, dass ihr **UMTS**-Handy besonders schnell Daten übertragen kann. Sabine wirft gleich einen Blick in die Bedienungsanleitung von ihrem Gerät und tatsächlich, ihr Handy funktioniert nur im langsameren **GSM**-Netz. „Egal“, meint Sabine, „so oft werde ich wohl eh keine Videos verschicken und **SMS**en ist sowieso günstiger.“

1.2 Elektromagnetische Wellen – die Grundlagen der Mobilkommunikation

Die Mobilfunktechnologie beruht auf der Übertragung von Sprache, Bildern, Musik, Daten und anderen Informationen durch Funkwellen. Auch Rundfunk, Fernsehen, Schnurlostelefone oder Wireless LAN (**WLAN**) Netzwerke nutzen Funkwellen zur Übertragung von Informationen. Funkwellen entstehen, wenn man einen Sender mit einer Antenne verbindet. Funkwellen, die auch elektromagnetische Wellen heißen, werden von der Antenne gesendet und breiten sich sehr schnell, wie Licht, im Raum aus. Licht ist übrigens auch eine elektromagnetische Welle. Um elektromagnetische Wellen wie zum Beispiel ein Radiosignal wieder empfangen zu können, braucht man einen entsprechenden Empfänger.

Was sind elektromagnetische Wellen?

Elektromagnetische Wellen, die einen Raum durchqueren, kann man sich vorstellen wie Wasserwellen: Auch elektromagnetische Wellen sind gekennzeichnet von der Höhe der Wellenberge (die Amplitude) und dem Abstand zwischen zwei Wellenbergen (die Wellenlänge). Statt der Wellenlänge wird auch oft die Frequenz (Anzahl der Schwingungen pro Sekunde) angegeben. Die Wellenlänge elektromagnetischer Wellen wird als Längenmaß (Meter, m) und die Frequenz in Schwingungen pro Sekunde (Hertz, Hz) angegeben. Ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde (s).

Die Frequenz hängt mit der Wellenlänge zusammen: Je größer die Wellenlänge ist, desto kleiner ist die Frequenz. Umgekehrt gilt: Je kleiner die Wellenlänge ist, desto größer ist die Frequenz. Die Gesamtheit aller elektromagnetischen Wellen wird als elektromagnetisches Spektrum bezeichnet (Abbildung 1.1).

1) In den Abschnitten „1.2 Elektromagnetische Wellen – die Grundlagen der Mobilkommunikation“ und „1.3 Funktionsweise des Mobilfunknetzes“ sind teilweise Inhalte aus dem Unterrichtsmaterial Mobilfunk (Kapitel 3) vom deutschen Bundesamt für Strahlenschutz übernommen (<http://www.bfs.de/bfs/druck/Unterricht>).

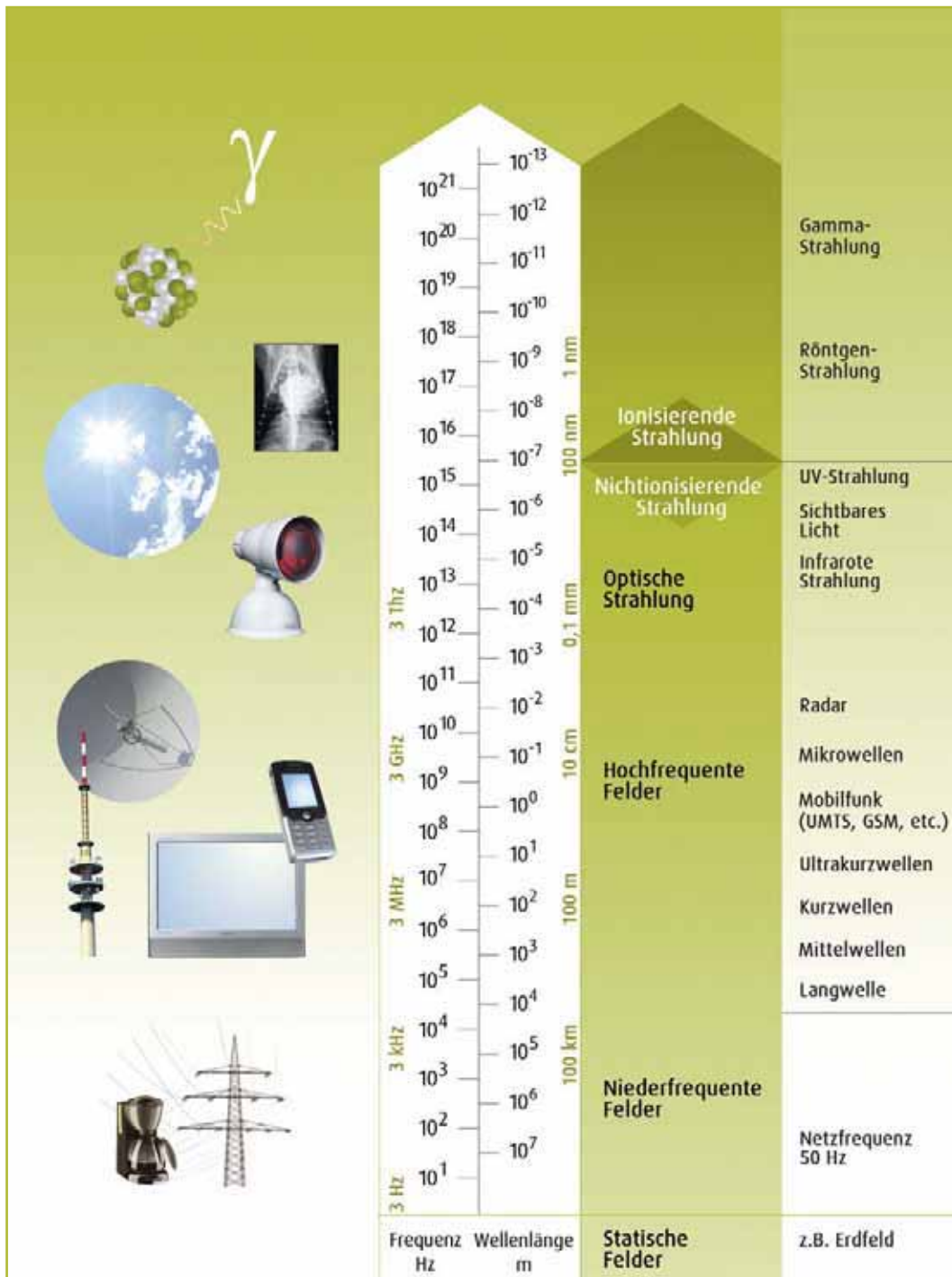


Abb. 1.1: Das elektromagnetische Spektrum: Frequenzbereiche und technische Anwendungen²⁾

Im elektromagnetischen Spektrum wird zwischen dem ionisierenden (über 300 Gigahertz) und dem nicht ionisierenden Bereich (0-300 Gigahertz) unterschieden. Die Frequenzbereiche des Mobilfunks liegen im nicht ionisierenden Bereich, über den niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (wie z.B. der Haushaltsgeräte und Stromleitungen) und den statischen Feldern. Im ionisierenden Bereich, also bei Frequenzen über 300 Gigahertz, kann es zu Zellschäden kommen. Ionisierend bedeutet: Die Strahlung ist so energiereich, dass sie in der Lage ist, Atome oder Moleküle in einen elektrisch geladenen Zustand zu versetzen. Zum ionisierenden Bereich zählen die Röntgenstrahlung und die radioaktive Strahlung.

2) Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, Deutschland: Unterrichtsmaterial Mobilfunk (S. 55), <http://www.bfs.de/bfs/druck/Unterricht>

Elektromagnetische Wellen und Mobilfunk

Das Ausbreitungsverhalten von elektromagnetischen Wellen ist stark abhängig von der Frequenz. Umso höher die Frequenz, desto geringer ist die Reichweite. Beim Mobilfunk sind die verwendeten Frequenzen viel höher als z.B. beim Rundfunk. Es ist daher von hochfrequenten Funkwellen die Rede. Während ein Radiosender, der tiefere Frequenzen benutzt, unter Umständen sogar rund um die Welt senden kann, hat eine Mobilfunkanlage wegen der höheren Frequenz nur eine geringe Reichweite – im städtischen Gebiet ca. 300 bis 500 Meter. Informationen lassen sich mit elektromagnetischen Wellen übertragen, indem die Frequenz oder die Amplitude der elektromagnetischen Welle im Rhythmus der Sprache verändert wird. Dieser Vorgang heißt **Modulation**. Derartige elektromagnetische Wellen werden auch kurz als „Funk-signal“ bezeichnet.

1.3 Funktionsweise des Mobilfunknetzes

Wie kommt nun ein Gespräch zwischen zwei Handys zustande? Beim Telefonieren treten die Geräte niemals direkt miteinander in Verbindung. Auch dann nicht, wenn sie sich unmittelbar nebeneinander befinden. Vielmehr kommunizieren Handys mittels Funkwellen über ihre Antennen mit einer Funkstation, der so genannten Mobilfunkanlage.

Funkzellen

Damit von jedem Ort aus mit dem Handy telefoniert werden kann, werden in regelmäßigen Abständen Mobilfunkanlagen (auch Basisstationen bezeichnet) errichtet. Diese Anlagen „leuchten“ ein bestimmtes Gebiet mit Funkwellen aus (Funkzelle). Die Funkzellen haben eine Struktur ähnlich wie jener von Bienenwaben (Abbildung 1.2). Die Größe der Funkzellen ist dabei abhängig von der Geländebeschaffenheit, der Bebauung und davon, wie viele Menschen in der Funkzelle telefonieren wollen.

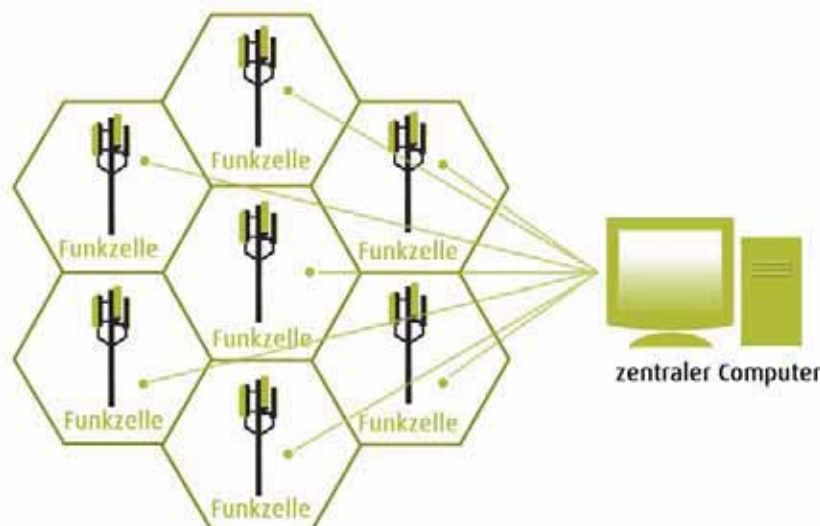


Abb. 1.2: Mehrere Funkzellen ergeben ein Mobilfunknetz³⁾

3) Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, Deutschland: Unterrichtsmaterial Mobilfunk (S. 57), <http://www.bfs.de/bfs/druck/Unterricht>

Der Durchmesser einer Funkzelle beträgt ungefähr 2 bis 3 Kilometer auf dem Land und 300 bis 500 Meter in der dicht besiedelten Stadt. In Bürogebäuden sind die Funkzellen oft nur ca. 50 Meter groß, da sehr viele Menschen gleichzeitig telefonieren. Die Sende- und Empfangsbereiche der Mobilfunkanlagen müssen sich leicht überlappen, damit es zu keinen Gesprächsabbrüchen kommt. In Österreich gibt es derzeit ungefähr 18.000 Mobilfunkanlagen.⁴⁾



Senderkataster.at

Wenn du nachschauen möchtest, wo zum Beispiel in der Nähe deines Wohnortes Mobilfunkanlagen in Betrieb sind, hilft dir die Website <http://www.senderkataster.at>.

So funktioniert ein Telefonat von Handy zu Handy

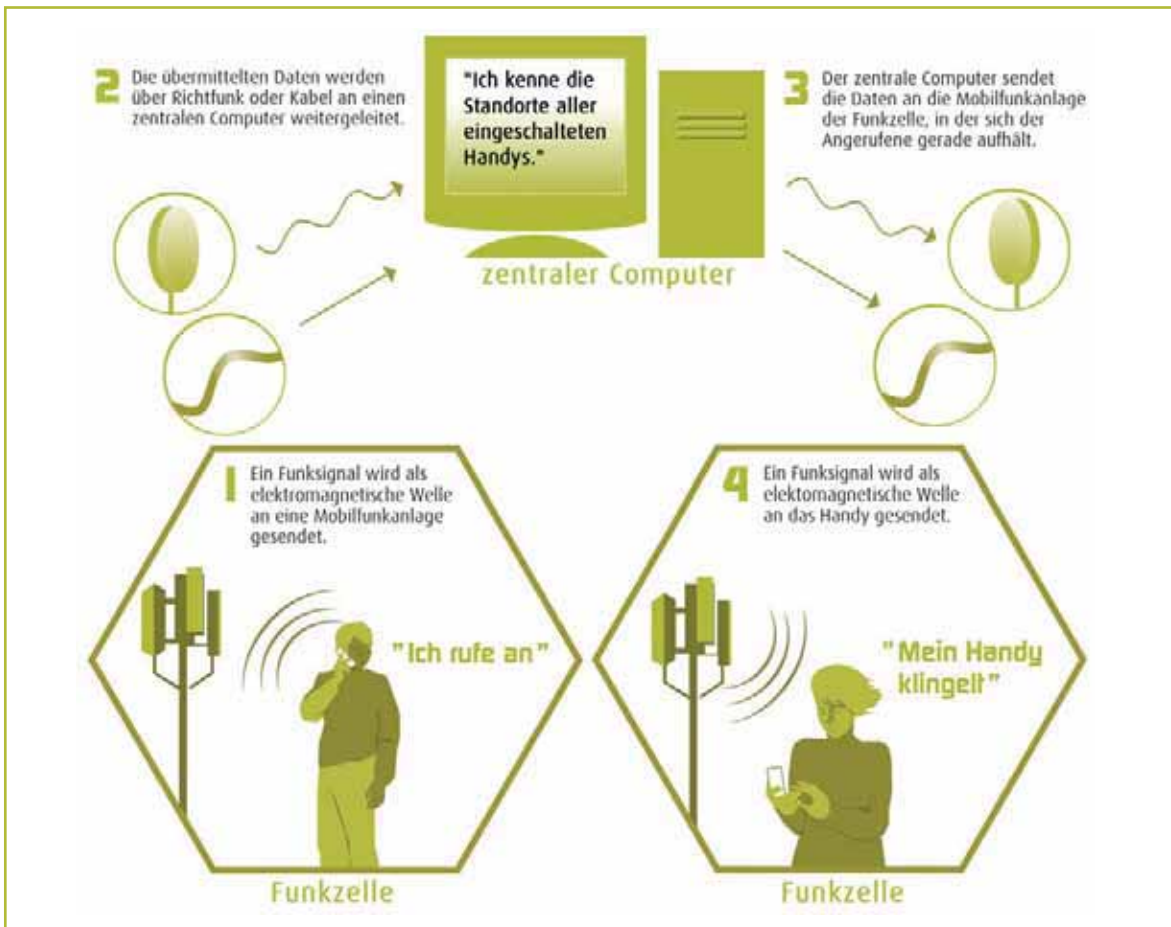


Abb. 1.3: So funktioniert ein Telefonat von Handy zu Handy⁵⁾

4) Quelle: Senderkataster Österreich, <http://www.senderkataster.at>, Stand: April 2007

5) Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, Deutschland: Mobilfunk: Wie funktioniert das eigentlich? (S. 4 und 5), http://www.bfs.de/elektro/papiere/broschuere_mobilfunk.pdf

Von der Mobilfunkanlage aus wird das Gespräch zu einer Vermittlungsstelle per Kabel oder Funk übertragen. Von dort aus gelangt es zu einem zentralen Computer, der den Standort jedes eingeschalteten Handys kennt. Dieser Computer kann das Gespräch zur Mobilfunkanlage in der Funkzelle des Empfängers durchstellen. Er berechnet auch die Gebühren. Damit der Computer immer weiß, wo sich alle Handys befinden, senden diese in regelmäßigen Abständen ein Ortungssignal an die nächstliegende Mobilfunkanlage.

1.4 GSM, UMTS, HSDPA & Co – Orientierung im Abkürzungsdschungel⁶⁾

GSM-Mobilfunk

GSM ist die Abkürzung für „Global System for Mobile Communications“, einem internationalen Standard für den digitalen Mobilfunk. Es ist der erste Standard der so genannten zweiten Generation („2G“) als Nachfolger der analogen Systeme der ersten Generation. Derzeit ist GSM der weltweit am meisten verbreitete Mobilfunk-Standard.

Beim GSM-System werden die Gespräche und Daten mehrerer zugleich aktiver BenutzerInnen in kleine Datenpakete geteilt und nacheinander transportiert. Pro Sendekanal können bis zu acht Gespräche übertragen werden (Abbildung 1.4). GSM verwendet Frequenzen um 900 MHz und um 1.800 MHz.⁷⁾

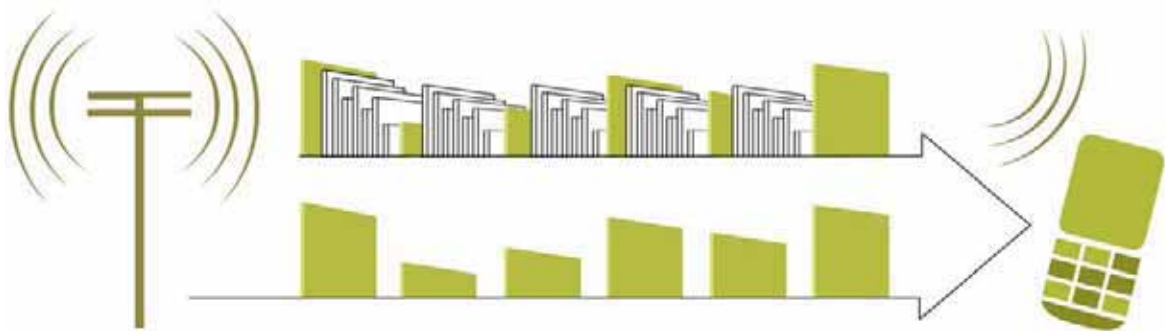


Abb. 1.4: GSM: Jedes Gespräch wird in kleine Datenpakete zerlegt

Neue Technologien im GSM-Mobilfunknetz: GPRS und EDGE

Um die **Datenübertragungsraten** zu steigern, wurde der GSM-Standard um **GPRS** und **EDGE** erweitert. GPRS steht für „General Packet Radio Service“. Auch nach dem GPRS-Standard werden Informationen nicht als Ganzes, sondern in einzelnen Datenpaketen übertragen. Durch GPRS können die limitierten Funkkanäle besser ausgenutzt werden.

Je nach Handy werden Datenübertragungsraten von bis zu 64.000 Zeichen pro Sekunde (64 kBit/s) erreicht. Herkömmliche GSM-Mobiltelefone erreichen lediglich 9.600 Zeichen pro Sekunde (9,6 kBit/s). EDGE („Enhanced Data Rates for GSM Evolution“) wiederum ist eine Technologie, die die Datengeschwindigkeit in GSM-Mobilfunknetzen ca. 23-mal erhöht. Damit wird in GSM/EDGE-Netzen eine maximale Datenübertragungsrate von 210.000 Zeichen pro Sekunde (210 kBit/s) erreicht.

⁶⁾ Abbildungen und einige Erklärungen in Kapitel 1.4 stammen teilweise aus dem Folder „Mobilfunk und UMTS“ der mobilkom austria, <http://www.mobilkom.austria.at/technologie>

⁷⁾ Die Frequenz gibt die Schwingungen, in diesem Fall von Funkwellen, pro Sekunde an. Die Einheit dafür ist Hertz (Hz). 1 Megahertz (MHz) ist die Bezeichnung für 1 Million Schwingungen pro Sekunde.

UMTS-Mobilfunk

UMTS ist ein technischer Standard, der das schnelle Senden und Empfangen von großen Datenmengen ermöglicht. Das Kürzel steht für „Universal Mobile Telecommunications System“. UMTS wird auch häufig als Mobilfunk der 3. Generation (3G) bezeichnet, nach dem analogen Mobilfunk (1. Generation) und GSM (2. Generation).

Der größte Vorteil von UMTS ist die höhere Datenübertragungsrate von max. 1,4 Millionen Zeichen pro Sekunde (1,4 MBit/s) beim Upload und 7,2 Millionen Zeichen pro Sekunde (7,2 MBit/s) beim Download. Voraussetzung dafür ist allerdings ein Ausbau des UMTS-Netzes mit der HSDPA- und HSUPA-Technologie. Damit werden Anwendungen wie Videotelefonie, Internet surfen etc. erst möglich. Dazu kommt, dass die höheren Datenübertragungsraten bei geringeren Sendeleistungen des Handys und der Mobilfunkanlage möglich sind. Bei UMTS verwenden die Handys immer die geringst mögliche Sendeleistung für ein störungsfreies Gespräch. UMTS-Handys regeln die Sendeleistung innerhalb einer Sekunde 1.500-mal. GSM-Handys tun dies im gleichen Zeitraum nur 2-mal.

UMTS weist im Gegensatz zu GSM jedem Gespräch einen eigenen Code zu (Abbildung 1.5). Die Mobilfunkanlage kennt alle Codes und kann daher jedes Gespräch richtig zuordnen. So erhält jedes Handy seinen Teil der gesamt nutzbaren Kapazität. UMTS verwendet Frequenzen um die 2.000 MHz.

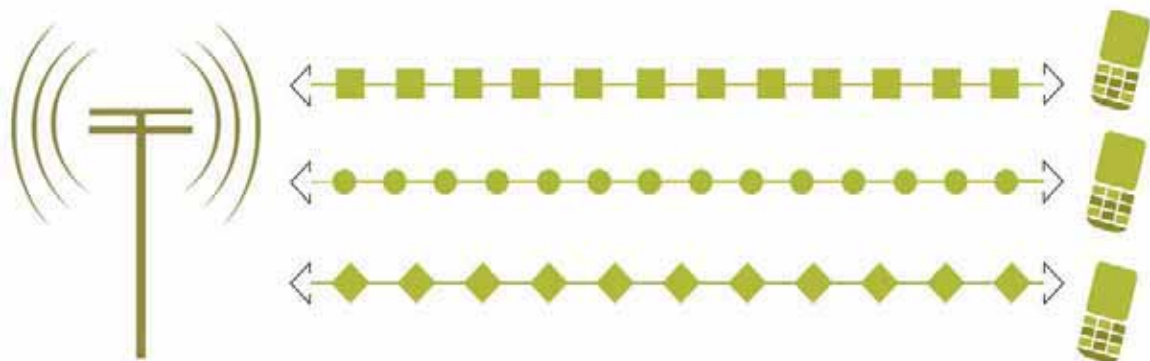


Abb. 1.5: UMTS: Die Signale der Handys werden codiert

Schon seit dem Jahr 2000 heißt es, dass UMTS den Standard GSM bald ablösen wird. Diese Entwicklung verlief jedoch bis jetzt weniger rasant als erwartet. In Österreich bieten die Mobilfunkbetreiber A1, T-Mobile, ONE und 3 UMTS-Netze an.

Neue Technologien im UMTS-Mobilfunknetz: HSDPA und HSUPA

Bei UMTS-Mobilfunkanlagen wird die HSDPA- und HSUPA-Technologie verwendet, um die Effizienz der Mobilfunkanlagen zu erhöhen. HSDPA ist die Abkürzung für „High Speed Downlink Packet Access“, HSUPA die Abkürzung für „High Speed Uplink Packet Access“. Als gemeinsame Bezeichnung wird oft HSPA verwendet. Die neue Technologie macht Downloadraten bis 7,2 MBit/s und Uploadraten bis 1,4 MBit/s möglich. Mit HSDPA und HSUPA werden also der Datenempfang und der Datenversand beschleunigt.

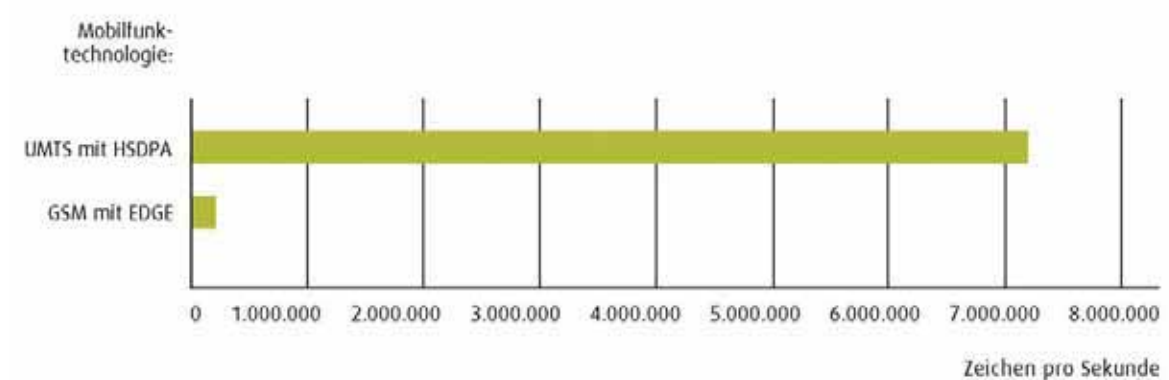


Abb. 1.6: Maximale Datenübertragungsgeschwindigkeiten bei UMTS und GSM

1.5 Weiterführende Links

Handywissen.at-Informationsportal mit häufigen Fragen und Antworten zur Funktionsweise des Mobilfunks:

<http://www.handywissen.at>

Das deutsche Bundesamt für Strahlenschutz mit vielen Grundlageninformationen zum Thema elektromagnetische Felder:

<http://www.bfs.de/elektro>

Technische Informationen des Informationszentrum Mobilfunk:

<http://www.izmf.de/html/de/36431.html>

Senderkataster: Übersicht der Mobilfunksendeanlagen in Österreich:

<http://www.senderkataster.at>

Rundfunk- und Telekom Regulierungs-GmbH: Frequenzvergabe in Österreich:

http://www.rtr.at/web.nsf/deutsch/Telekommunikation_Frequenzvergabe

Informationen zu aktueller Mobilfunktechnologie und Folder „Mobilfunk & UMTS“ von mobilkom austria:

<http://www.mobilkom.at/technologie>

1.6 Übungen

Übung 1: Grundlagen Mobilkommunikation

Lernziele

- » Ein Grundverständnis über die Mobilfunktechnologie erhalten
- » Die Funktion von elektromagnetischen Wellen und das elektromagnetische Spektrum kennen lernen
- » Bescheid wissen, wie ein Gespräch zwischen Handys zustande kommt
- » Fachbegriffe wie z.B. GSM, UMTS und HSDPA verstehen

Lernaktivität 1: Richtig oder falsch? (Einzelarbeit)

SchülerInnen beurteilen mit Hilfe ihrer Aufzeichnungen oder des Textes in Kapitel 1 „Wie funktioniert Mobilkommunikation?“, ob die Aussagen der Sätze in **Arbeitsblatt 1 Seite 10** richtig oder falsch sind. Bei den falschen Sätzen sollen die SchülerInnen die richtigen Aussagen ergänzen.

Auf dem **Lösungsblatt 1 Seite 11** sind die richtigen Ergebnisse dargestellt.

Lernaktivität 2: Kreuzworträtsel (Einzelarbeit)

SchülerInnen verwenden ihre Aufzeichnungen oder den Text in Kapitel 1 „Wie funktioniert Mobilkommunikation?“, um das Kreuzworträtsel in **Arbeitsblatt 2 Seite 12** auszufüllen.

Auf dem **Lösungsblatt 2 Seite 13** sind die richtigen Ergebnisse dargestellt.

Arbeitsblatt 1: Richtig oder falsch?

Arbeitsauftrag:

Lies die folgenden Sätze und beurteile, ob die Aussagen richtig oder falsch sind. Schreibe ein großes R oder F in das entsprechende Kästchen. Bei den falschen Sätzen ergänze die richtige Aussage.

- „Frequenz“ gibt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde an.
.....
- Je höher die Frequenz ist, desto größer ist die Länge der elektromagnetischen Welle.
.....
- Funksignale sind elektromagnetische Wellen.
.....
- Beim Telefonieren treten die Handys direkt miteinander in Verbindung.
.....
- Die Standorte von Mobilfunkseideanlagen kann man in Österreich auf der Website www.senderkataster.at finden.
.....
- Der größte Vorteil von UMTS gegenüber GSM ist, dass Daten schneller übertragen werden können.
.....
- Elektromagnetische Wellen mit einer bestimmten Frequenz treten als sichtbares Licht in Erscheinung.
.....
- Mit der HSDPA-Technologie lassen sich Daten im GSM-Netz schneller übertragen.
.....
- Je größer die Anzahl der HandynutzerInnen ist, desto größer sind die Funkzellen in einem Handynetz.
.....

Lösungsblatt I: Richtig oder falsch?

R „Frequenz“ gibt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde an.

.....

F Je höher die Frequenz ist, desto größer ist die Länge der elektromagnetischen Welle.

* **desto kleiner**

.....

R Funksignale sind elektromagnetische Wellen.

.....

F Beim Telefonieren treten die Handys direkt miteinander in Verbindung.

* **Handys kommunizieren immer über eine Mobilfunkanlage, auch wenn sie sich unmittelbar nebeneinander befinden**

.....

R Die Standorte von Mobilfunksendeanlagen kann man in Österreich auf der Website www.senderkataster.at finden.

.....

R Der größte Vorteil von UMTS gegenüber GSM ist, dass Daten schneller übertragen werden können.

.....

R Elektromagnetische Wellen mit einer bestimmten Frequenz treten als sichtbares Licht in Erscheinung.

.....

F Mit der HSDPA-Technologie lassen sich Daten im GSM-Netz schneller übertragen.

* **im UMTS-Netz**

.....

F Je größer die Anzahl der HandynutzerInnen ist, desto größer sind die Funkzellen in einem Handynetz.

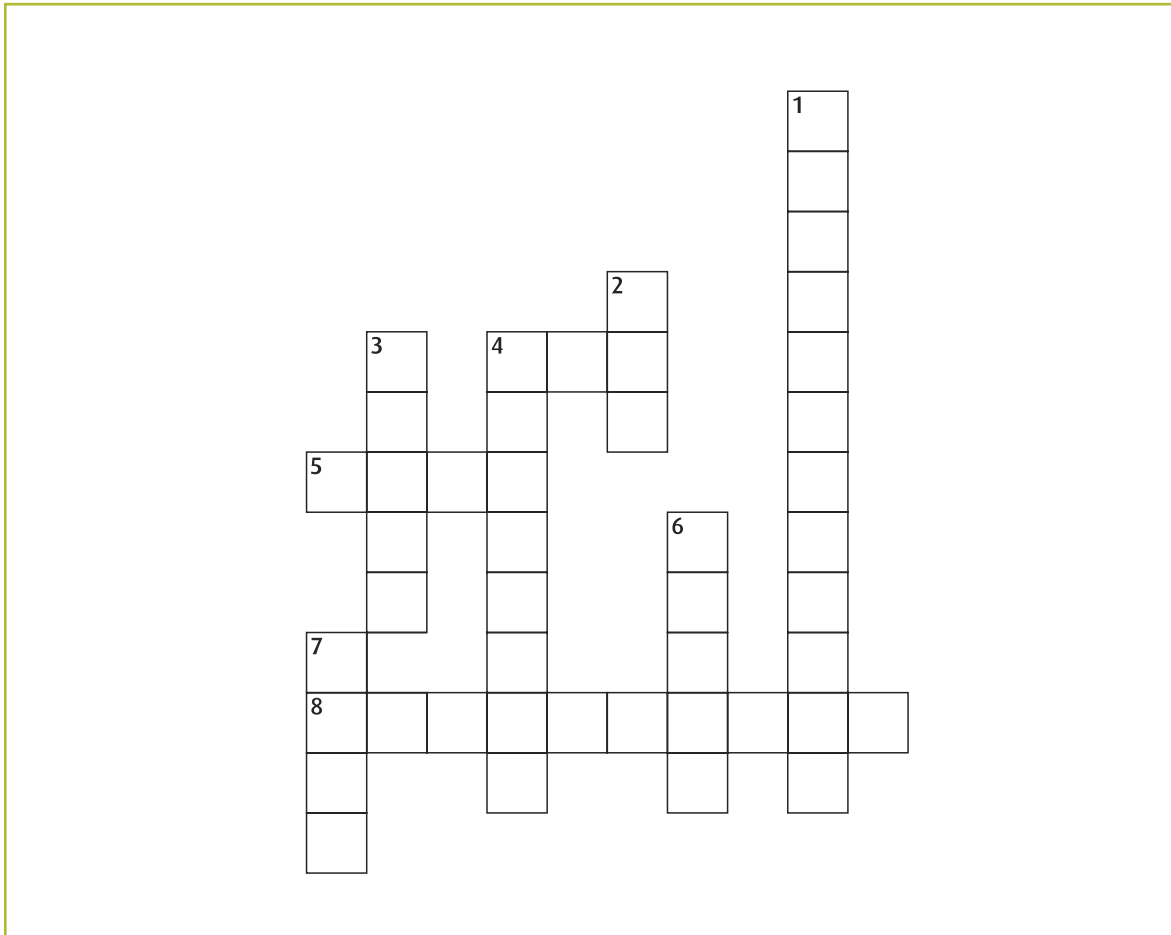
* **desto kleiner**

.....

Arbeitsblatt 2: Kreuzworträtsel

Arbeitsauftrag:

Füll das Kreuzworträtsel mit Hilfe der unten stehenden Lösungshinweise aus.



Senkrecht:

1. Andere Bezeichnung für Mobilfunksendeanlage
2. Kürzel für den ersten digitalen Mobilfunk-Standard, der aktuell auch am weitesten verbreitet ist
3. Technologie zur Beschleunigung der Datenübertragung in UMTS-Netzen (Download)
4. Gesamtheit aller elektromagnetischen Wellen
6. Einheit für Frequenz
7. Kürzel für Mobilfunk-Standard der dritten Generation

Waagrecht:

4. Textnachricht
5. Technologie, die die Datenübertragungsgeschwindigkeit in GSM-Netzen ca. 23mal erhöht
8. Bezeichnung für Vorgang, bei dem die Frequenz oder die Amplitude der elektromagnetischen Welle im Rhythmus der Sprache verändert wird

