



UNTERRICHTSMODUL MOBILE KOMMUNIKATION

MOBILE KOMMUNIKATION

ARBEITSBLATT UND LEHRERINFORMATION

Fachinhalte:

- Teilnehmerzahlen und Endgeräte in der mobilen Kommunikation
- Elektromagnetische Wellen, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitung, Bedeutung von Antennen
- Frequenzspektrum und technische Nutzung
- Übertragungsverfahren
- Verschiedene Standards der Mobilkommunikation

MOBILE KOMMUNIKATION

VORAUSSETZUNGEN

Die Schülerinnen und Schüler sind vertraut mit Endgeräten der mobilen Kommunikation wie Tablet oder Smartphone. Sie sind in der Lage, eine Internetrecherche am PC durchzuführen und haben Zugang zu einem Tablet oder Smartphone. Zum Verständnis der EM-Wellen haben die SuS die mathematische Beschreibung von elektrischer und magnetischer Feldstärke kennengelernt und sind mit der Vorstellung von Feldern vertraut. Ein einfacher Taschenrechner ist für die Bearbeitung der Aufgaben nützlich. Weiterführende Informationen zum Thema mobile Kommunikation finden Sie hier: www.bfs.de/DE/themen/emf/emf_node.html

HINWEISE ZUM STUNDENABLAUF

GESAMTZEIT: 90 MINUTEN

PHASE	INHALT	ZEIT
1. Einstieg ins Thema und Motivation	<p>Zeigen Sie als Einstieg den SuS die vier Diagramme. Lassen Sie die SuS analysieren, was jeweils dargestellt ist. Erarbeiten Sie gemeinsam:</p> <ul style="list-style-type: none"> in welchem Jahr erstmals mehr Haushalte ein Mobil- als ein Festnetztelefon hatten. Fragen Sie die SuS, wie sie die Entwicklung der Smartphone-Nutzung einschätzen und wie viel Prozent der Bevölkerung im Jahr 2017 ein Smartphone nutzten. Diskutieren Sie, in welchen Altersgruppen das Smartphone am stärksten genutzt wird und welche Anwendungen die häufigsten sind. Optional: Im Anschluss diskutieren Sie in der Klasse, was die Vor- und Nachteile von Mobilkommunikation sind. 	10 Min.
2. Aufgabenstellung und Diskussionsphase 1 zur Mobilfunkkommunikation	<p>Lassen Sie die SuS Vermutungen anstellen, wie ein Emoji in der WhatsApp-Nachricht zu einem Freund in einer anderen Stadt übertragen wird. Halten Sie die Vorschläge mit einer Skizze an der Tafel fest. Anschließend lösen die SuS Aufgabe 1 in Partnerarbeit. Besprechen Sie die Ergebnisse, indem Sie die Skizze an der Tafel mit den Begriffen ergänzen.</p> <p>Lenken Sie nun die Aufmerksamkeit auf die Funkverbindung in der Zeichnung. Fragen Sie die SuS, was denn eigentlich „Funk“ bedeutet. Lassen Sie dazu die SuS in der Statuszeile des Smartphones nach dem Feldstärkesymbol suchen und die Bedeutung erklären. Klären Sie Aufgabe 2 im Klassengespräch.</p>	20 Min.
3. Aufgabenstellung und Diskussionsphase zu elektromagnetischen Wellen	<p>Vertiefen Sie das Thema „Funk“ mit der Aufgabe 3. Dazu bearbeiten Zweierteams Aufgabe 3.1. Optional: Zur Veranschaulichung der EM-Wellen und als Hilfe für Aufgabe 3.1 präsentieren Sie ein Video vor der Klasse. Den Link zum Video finden Sie hier: www.youtube.com/watch?v=Ue3EfnzfMa8</p> <p>Lassen Sie die SuS nun selbstständig in Zweierteams die Aufgabe 3.2 recherchieren. Vergleichen Sie im Klassengespräch die Ergebnisse.</p>	25 Min.

MOBILE KOMMUNIKATION

HINWEISE ZUM STUNDENABLAUF

PHASE	INHALT	ZEIT
4. Diskussion von Datenaufbereitung, Datenvolumen, Übertragungsraten und Mobilfunkstandards	Lassen Sie die SuS jetzt Aufgabe 4 in Zweiterteams erarbeiten. Besprechen und ergänzen Sie die Ergebnisse im Klassengespräch. In Einzelarbeit lernen die SuS typische Datenmengen, Übertragungsdauern und Mobilfunkstandards einzuschätzen. Vergleichen Sie die Ergebnisse und fragen Sie die SuS nach ihren Erfahrungen mit der Übertragung von Fotos in verschiedenen Netzen.	30 Min.
5. Praxis	Optional: Eine Quelle zur Veranschaulichung des Up- und Downloads von Daten über eine Mobilfunkverbindung finden Sie hier: www.tarife.at/wissen/mobile-daten Starten Sie einen geführten Versuch einer Netztest-App, hierbei fallen keine Kosten an. Alternative: Präsentation der Quelle für alle SuS und gemeinsames Untersuchen, welcher Funknetzstandard am eigenen Standort zur Verfügung steht. Den Link zur Netzabdeckungskarte finden Sie hier: www.breitbandmessung.de/kartenansicht-funkloch	5 Min.

BINNENDIFFERENZIERUNG

- ▶ Die Basisaufgabe ist von allen Schülerinnen und Schülern zu lösen.
- ▶ Die Bonusaufgabe ist optional, sie dient als Reserve oder Ergänzung für leistungsstärkere Lernende.

HAUSAUFGABE:

Untersuche bei dir zu Hause die Wirkung elektromagnetischer Wellen bei Geräten wie Mikrowelle und Smartphone.

- ▶ Nutze für die Mikrowelle eine digitale Küchenwaage als Messinstrument und lege sie eingeschaltet direkt neben die Mikrowelle in Betrieb. Erwärme dazu z. B. ein Glas Wasser. Beachte die Anzeige der Waage.
- ▶ Untersuche die Abstrahlung deines Smartphones. Lege es dazu direkt neben ein eingeschaltetes Radio und verschicke dann eine Nachricht. Was hörst du?

MOBILE KOMMUNIKATION

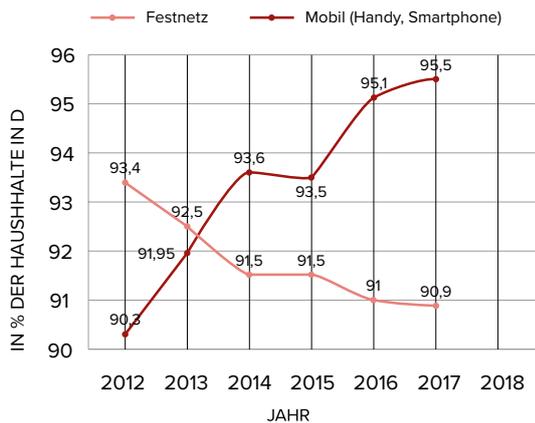
Mobile Kommunikation umgibt uns mittlerweile in allen Lebensbereichen. Sie ermöglicht es uns, jederzeit und überall Nachrichten mit anderen Menschen auszutauschen. Dabei bedeutet Nachricht längst nicht mehr bloßes Telefonieren, sondern meint Datenaustausch jeder Art, wie Texte, Bilder und Videos. Außerdem ermöglicht die Mobilkommunikation den Nutzern zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort einen schnellen Internetzugang. Darüber hinaus wird auch die mobile Vernetzung der Endgeräte untereinander immer wichtiger. So zum Beispiel auch die mobile Nutzung von Druckern oder das Bezahlen mit dem Smartphone an der Supermarktkasse.

► Basisaufgabe ► Bonusaufgabe

EINSTIEG

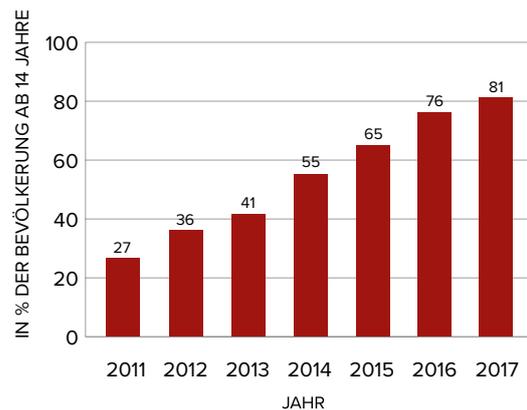
Statistische Daten zur Nutzung von Mobilfunk

VERBREITUNG VON FESTNETZTELEFON GEGEN HANDYS UND SMARTPHONES



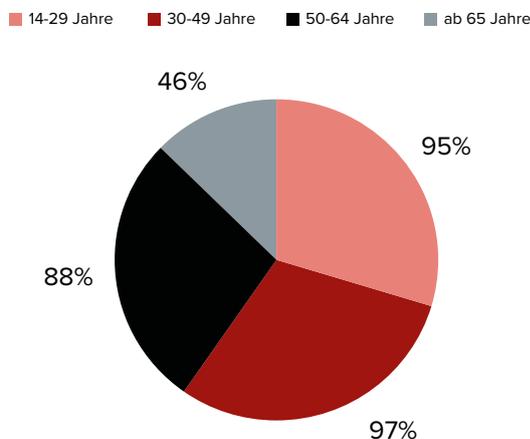
Quelle: Statistisches Bundesamt

SMARTPHONE-NUTZUNG IN DEUTSCHLAND



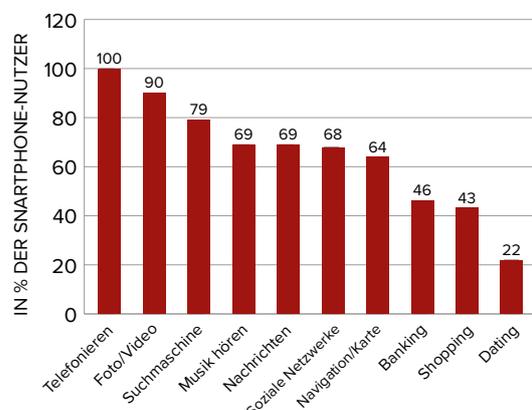
Quelle: Bitkom

SMARTPHONE-NUTZUNG IN D NACH ALTERSGRUPPEN IN % DER BEVÖLKERUNG AB 14 JAHREN



Quelle: Bitkom

SMARTPHONE-NUTZUNG NACH DIENSTEN

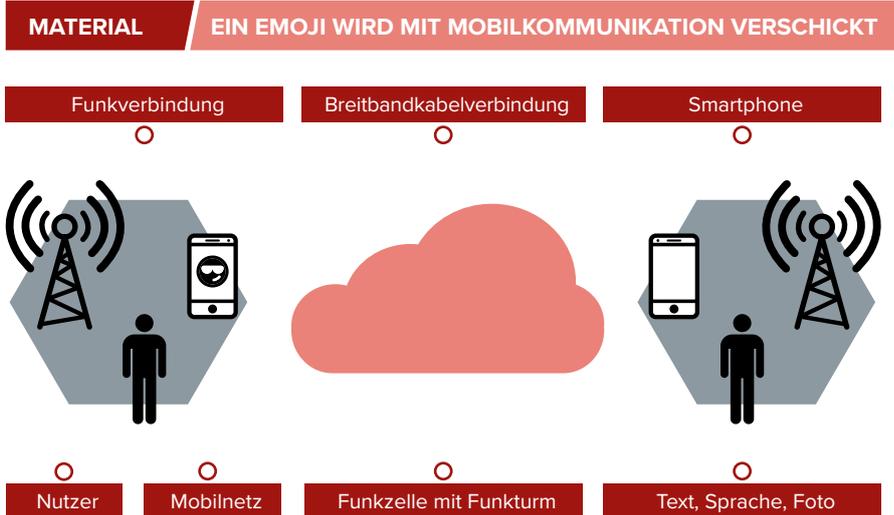


Quelle: Bitkom

AUFGABEN

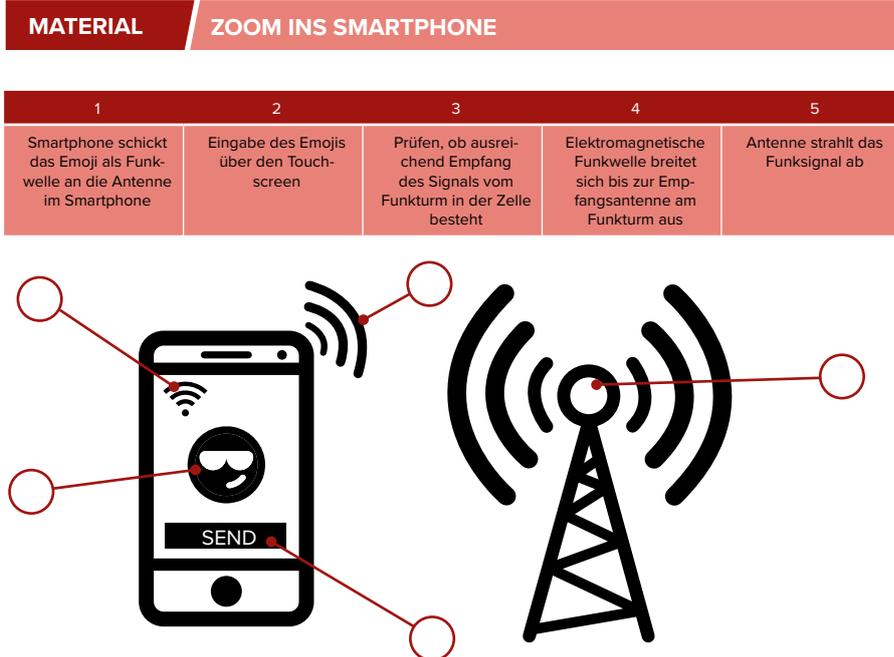
1. EIN EMOJI WIRD MIT MOBILKOMMUNIKATION VERSCHICKT

- ▶ Schau dir die Illustration genau an. Welche einzelnen Elemente sind dargestellt? Verbinde die passenden Begriffe mit den Elementen.
- ▶ Markiere in der Grafik den Weg des Emojis von einem mobilen Nutzer zum anderen, von der Eingabe auf dem Smartphone bis zum Empfänger. Zeichne dazu Verbindungslinien zwischen allen beteiligten Elementen ein.



2. ZOOM INS SMARTPHONE

- ▶ In der Tabelle sind einzelne technische Schritte mit Ziffern bezeichnet, die zum Verschicken des Emojis per Funk notwendig sind. Vergleiche die Aktivitäten mit den Symbolen in der Illustration und ordne die Ziffern passend zu. Trage die Ziffern in die Grafik ein.



3. ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN (EM-WELLEN)

3.1 GRUNDLAGEN ZU ELEKTROMAGNETISCHEN WELLEN

- Lies dir den Infotext zu elektromagnetischen Wellen (EM-Wellen) durch. Ergänze die Beschriftungen der Grafik der elektromagnetischen Welle mit den passenden Informationen aus dem Text.

MATERIAL

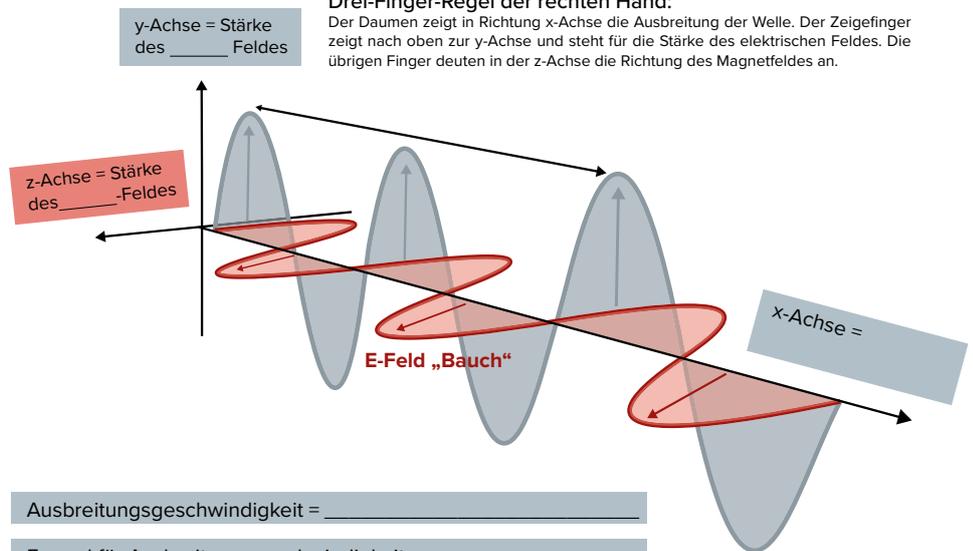
GRUNDLAGEN ZU ELEKTROMAGNETISCHEN WELLEN

EM-Wellen:

Eine EM-Welle besteht aus elektrischen und magnetischen Feldern, die miteinander verknüpft sind. Sie stehen immer senkrecht zueinander und senkrecht zur Fortbewegungsrichtung der Welle. Die Welle breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit c [Einheit m/s], $c = 300\,000\text{ km/s}$, geradlinig aus, auch im luftleeren Raum. Den räumlichen Abstand zwischen zwei „Stärkebäuchen“ der Felder nennt man Wellenlänge, abgekürzt λ (griech., sprich: „lambda“). Sie wird in der Einheit Meter [m] angegeben. Die Felder verändern sich in ihrer Stärke zeitlich und schwingen zwischen dem positiven und negativen „Stärkebauch“ hin und her. Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde nennt man Frequenz mit der Einheit [1/s] oder Hertz [Hz]. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist mit der Frequenz f und der Wellenlänge durch die Formel $c = \lambda \cdot f$ verknüpft.

Drei-Finger-Regel der rechten Hand:

Der Daumen zeigt in Richtung x-Achse die Ausbreitung der Welle. Der Zeigefinger zeigt nach oben zur y-Achse und steht für die Stärke des elektrischen Feldes. Die übrigen Finger deuten in der z-Achse die Richtung des Magnetfeldes an.



3.2 DAS FREQUENZSPEKTRUM

- Eine Quelle zur Recherche findest du hier: www.spitta.de/shop/fileadmin/pdf/extract_files/Roentgenstrahlung_ZFA-Praxisleitfaden_Roentgen_Spitta_Verlag.pdf
- Frequenzen im Bereich der Röntgenstrahlung sind ionisierend, d. h. sie verändern die Materie- und Zelleigenschaften. Sie sind daher gefährlich für den Menschen.
 - Ordne den EM-Wellen in der Tabelle eine Einschätzung der Gefährlichkeit zu: „ungefährlich“ oder „gefährlich“
- Die Dämpfung der Energie einer EM-Welle wächst bei hohen Frequenzen sehr stark an. Je höher also die Fre-

MATERIAL

DAS FREQUENZSPEKTRUM

Spektrum	Niederfrequenz	Hochfrequenz			Ionisierende Strahlung	
Beispielanwendung	Technischer Wechselstrom, Elektrogeräte	Radio, UKW, TV	Mobilfunk	Mikrowelle	Röntgenstrahlung	
Frequenz		300 kHz 300 MHz	900 MHz, 1800 MHz	2,54 GHz	Petahertz-Bereich (10^{14} Hz, 10^{15} Hz)	10^{17} Hz Exahertz
Wellenlänge	600 km	1 km– 1 m			900–200 nm (Nanometer)	1 Nanometer

quenz ist, desto geringer die Reichweite der Welle.

- Ordne den EM-Wellen in der Tabelle eine Reichweite mit „groß“, „mittel“, „klein“ oder „sehr klein“ zu.

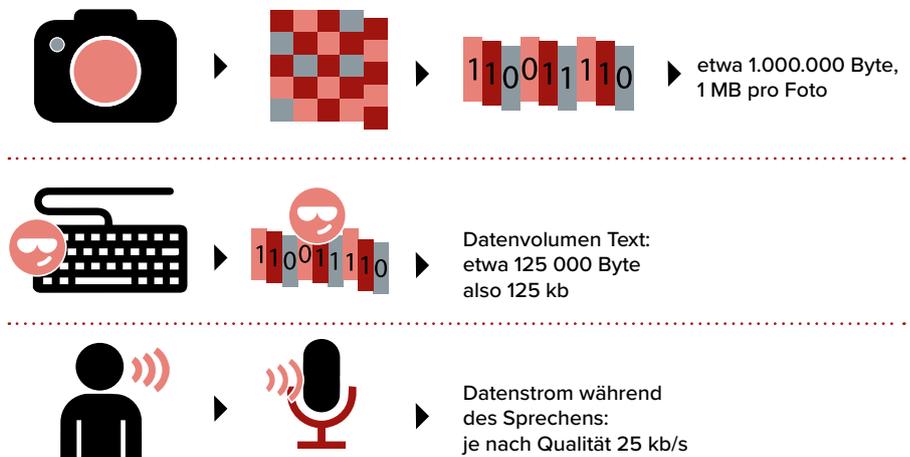
4. DATENÜBERTRAGUNG IN VERSCHIEDENEN MOBILFUNKSTANDARDS

4.1 NACHRICHTENTYPEN UND DATENMENGEN

Die Illustration zeigt verschiedene Nachrichtenarten und typische Datenmengen.

- ▶ Analysiere die Darstellung genau und ergänze aus deiner Erfahrung in der Tabelle, für welche Nachrichten die Geschwindigkeit der Datenübertragung eine Rolle spielt. Begründe dies.
- ▶ Trage die allgemeine Formel zur Berechnung der Dauer einer Datenübertragung ein.

MATERIAL NACHRICHTENTYPEN UND DATENMENGEN



$$\text{Datenrate in kb/s} = \frac{\text{Datenmenge in kb}}{\text{Zeiteinheit in s}}$$

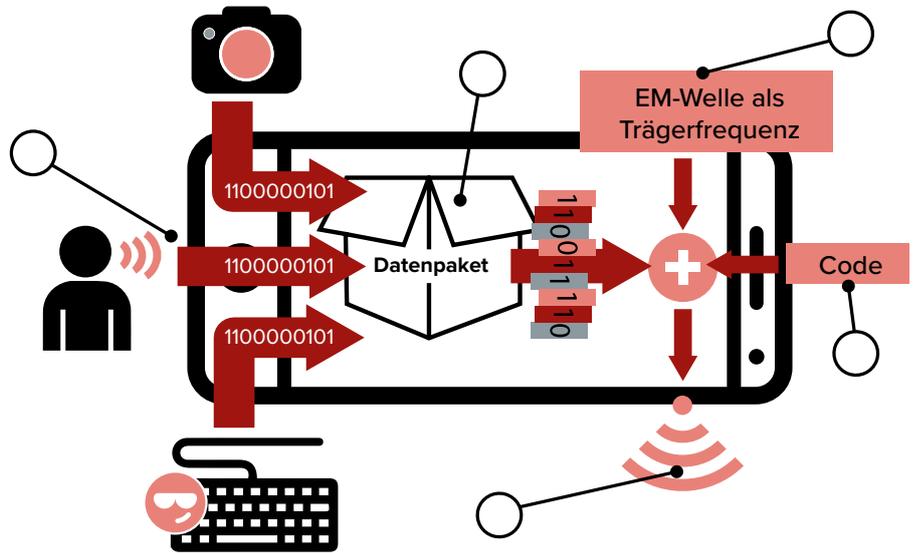
$$\text{Übertragungsdauer in s} = \frac{\text{Datenmenge in kb}}{\text{Zeiteinheit in s}}$$

Foto	
Text	
Sprache	
Formel zur Übertragungsdauer	

4.2 DATENÜBERTRAGUNG MIT DEM SMARTPHONE

- ▶ Zur Übertragung des Emojis mit einer EM-Welle zur Antenne in der Funkzelle wird die Nachricht im Smartphone aufbereitet. Die Grafik zeigt vereinfacht die fünf Schritte der Informationsverarbeitung. Ordne den Kreisen in der Grafik jeweils einen Buchstaben und seinen Arbeitsschritt zu.
- ▶ In der unteren Übersicht sind die verschiedenen Mobilfunkstandards und ihre wesentlichen Übertragungseigenschaften aufgeführt. Berechne für die Übertragung eines Fotos von 1 MB Datenvolumen zu jedem Standard die benötigte Übertragungszeit. Nutze dazu die Formel von Aufgabe 4.1. Trage das jeweilige Ergebnis in die Tabelle ein.

MATERIAL DATENÜBERTRAGUNG MIT DEM SMARTPHONE



E	D	A	B	C
Bündelung von Daten zu Paketen, Hinzufügen der Empfänger-Adresse zu jedem Paket.	Ein Code zur Kennzeichnung des Nutzers wird zu den Datenpaketen und der Trägerfrequenz hinzugefügt und weist damit den Sendekanal zu.	Die EM-Welle wird, mit allen Inhaltsdaten und Adressinformationen, von der Antenne abgestrahlt.	Die Daten-Adress-Pakete werden mit einer EM-Welle als Träger der Daten mit hoher Frequenz (z. B. 900 MHz) passend zum aktuellen Funkstandard verknüpft.	Digitalisieren heißt, dass der analoge, stufenlose Verlauf eines Signals in einen Strom aus gerasterten Einzelwerten umgewandelt wird.

	GSM	GPRS	E	3G	H	LTE
Standard	GSM oder „G“	GPRS, „2G“	EDGE, „E“	UMTS (IMT-2000), „3G“	HSDPA, H, 3,5G, 3G+	LTE, 4G
Frequenz	900 MHz, 1800 MHz	900 MHz, 1800 MHz	900 MHz, 1800 MHz	2100 MHz	2100 MHz	2100 MHz, 2600 MHz
Dienste	Telefonie, Daten	Paketdaten	Paketdaten	Audio-/Video-telefonie, Internet	Daten	Audio, Video, Internet
Übertragung, Speed	14,4 bis max. 55,7 kb/s	171,2 kb/s	220 kb/s	376 kb/s	3,6Mb/s bis 14,4 Mb/s	100 Mb/s
Verfügbar	seit 1990 überall	seit 1995	seit 2008 überall	seit 2002, seit 2008 verbreitet	2006	2010
Übertragungsdauer für Foto von 1 MB Größe						

HINWEISE UND LÖSUNGEN ZU DEN AUFGABEN

LÖSUNGEN ZU DEN EINSTIEGSFRAGEN

- ▶ 2014 hatten mehr Haushalte (93,6 Prozent) ein Mobiltelefon als ein Festnetztelefon (91,5 Prozent).
- ▶ Die Smartphone-Nutzung steigt von Jahr zu Jahr. Allerdings ist eine leichte Abflachung des Anstiegs zu sehen. 2017 nutzten 81 Prozent der Bevölkerung ab 14 Jahren ein Smartphone.
- ▶ Die Gruppe der 30- bis 49-Jährigen nutzt mit einem Prozentsatz von 97 Prozent das Smartphone am stärksten.
- ▶ Neben der Telefonie sind die Kameranutzung und die Info-dienste durch Suchmaschinen die am häufigsten genutzten Dienste im Internet.

VORTEILE DER MOBILEN KOMMUNIKATION (BEISPIELE):

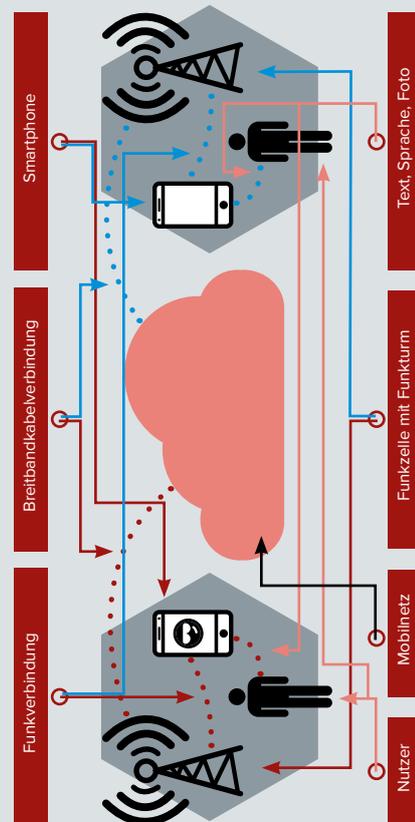
- ▶ Überall verfügbar, auch in Notsituationen
- ▶ Sozialer Austausch und Wertschätzung in allen Lebenslagen
- ▶ Handhabung des täglichen Lebens wird erleichtert durch Recherche von Infos

NACHTEILE DER MOBILEN KOMMUNIKATION (BEISPIELE):

- ▶ Direkter Kontakt zu Umwelt und Mitmenschen geht verloren
- ▶ Ständige Möglichkeit der Überwachung und Erreichbarkeit

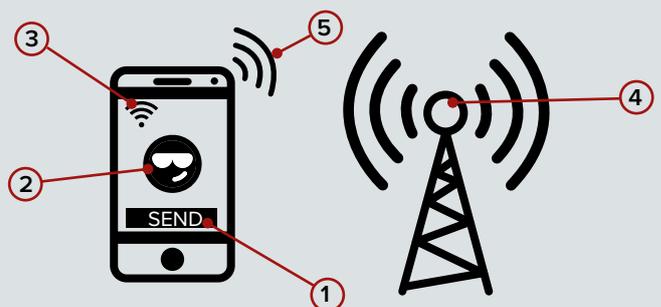
AUFGABE 1: EIN EMOJI WIRD MIT MOBILER KOMMUNIKATION VERSCHICKT

Lösungsvorschlag:



AUFGABE 2: INFORMATIONSAUFBEREITUNG IM SMARTPHONE ZUM SENDEN

Lösung:



AUFGABE 3: ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN (EM-WELLEN)

AUFGABE 3.1: GRUNDLAGEN ZU ELEKTRO-MAGNETISCHEN WELLEN

Lösung:

- ▶ y-Achse = Stärke des elektrischen Feldes
- ▶ z-Achse = Stärke des Magnetfeldes
- ▶ x-Achse = Ausbreitung der Welle
- ▶ Ausbreitungsgeschwindigkeit = 300.000 km/s
- ▶ Formel für Ausbreitungsgeschwindigkeit: $c = \lambda \cdot f$

3.2: DAS FREQUENZSPEKTRUM

Lösungsvorschlag:

Spektrum	Niederfrequenz	Hochfrequenz			Ionisierende Strahlung	
Beispielanwendung	Technischer Wechselstrom, Elektrogeräte	Radio, UKW, TV	Mobilfunk	Mikrowelle	Licht mit Infrarot und Ultraviolett	Röntgenstrahlung
Frequenz	50 Hz	300 kHz 300 MHz	900 MHz, 1800 MHz	2,54 GHz	Petahertzbereich (10 ¹⁴ Hz, 10 ¹⁵ Hz)	10 ¹⁷ Hz Exahertz
Wellenlänge	600 km	1 km– 1 m	30 cm, 6 cm	11 cm	900–200 nm (Nanometer)	1 Nanometer

AUFGABE 4: DATENÜBERTRAGUNG IN VERSCHIEDENEN MOBILFUNKSTANDARDS

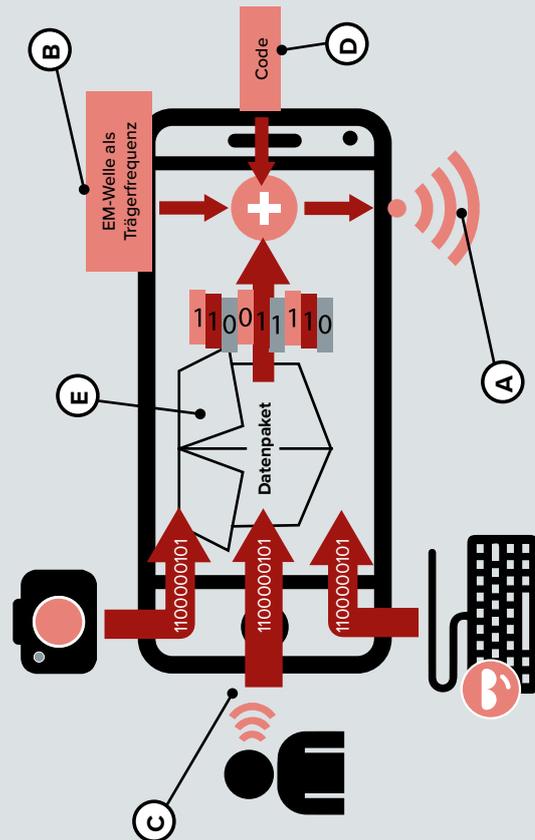
AUFGABE 4.1: NACHRICHTENTYPEN UND DATENMENGEN

Lösungsvorschlag:

Foto	Zeitkritisch, da sich das Bild bei geringer Übertragungsgeschwindigkeit nur langsam aufbaut
Text	Wenig zeitkritisch, da kleine Datenmenge
Sprache	Zeitkritisch, da Verzögerungen sofort hörbar sind
Formel zur Übertragungsdauer	Datenmenge in kb, Datenrate in kb/s

AUFGABE 4.2: DATENÜBERTRAGUNG MIT DEM SMARTPHONE

Lösung:



Lösungsvorschlag:

	GSM	GPRS	E	3G	H	LTE
Standard	GSM oder „G“	GPRS, „2G“	EDGE, „E“	UMTS (MT2000), „3G“	HSDPA, H, 3.5G, 3G+	LTE, 4G
Frequenz	900 MHz, 1800 MHz	900 MHz, 1800 MHz	900 MHz, 1800 MHz	2100 MHz	2100 MHz	2100 MHz, 2600 MHz
Dienste	Telefonie, Daten	Paketdaten	Paketdaten	Audio-/Video-telefonie, Internet	Daten	Audio, Video, Internet
Übertragung, Speed	14,4 bis max. 55,7 kb/s	171,2 kb/s	220 kb/s	376 kb/s	3,6 Mb/s bis 14,4 Mb/s	100 Mb/s
Verfügbar	seit 1990 überall	seit 1995	seit 2008 überall	seit 2002, seit 2008 verbreitet	seit 2006	seit 2010
Übertragungsdauer für Foto von 1 MB Größe	max. 70 s	5,8 s	4,5 s	2,66 s	max. 0,3 s	0,01 s