



Hauptteil

Aufbau der Unterrichtseinheit	Materialien
<p>Das elektromagnetische Feld</p> <p>Anhand des Arbeitsblattes setzen sich die SchülerInnen mit der Entstehung eines elektromagnetischen Feldes und den wesentlichen Eigenschaften elektromagnetischer Wellen auseinander.</p> <p>Gemeinsam wird anhand der Overheadfolie 2 das elektromagnetische Spektrum besprochen.</p> <p>Abschließend können die Ergebnisse der Einstiegsübung auf Basis des neu erworbenen Wissens nochmals überprüft werden.</p> <p>Funktionsweise des Mobilfunks</p> <p>Anhand des Arbeitsblattes 5 erarbeiten sich die SchülerInnen Wissen rund um die Funktionsweise von Mobilfunk.</p> <p><i>Tipp: Übung zur Anzahl von Sendemasten</i></p> <p>Geben Sie Ihren SchülerInnen die Aufgabe, auf www.senderkataster.at die Standorte der Mobilfunk- und Rundfunkstationen</p> <ul style="list-style-type: none">● in der Umgebung ihrer Wohnadresse.● in der Umgebung ihrer Schuladresse.● in 1010 Wien (~17.000 EinwohnerInnen, Bevölkerungsdichte: 5.888 EinwohnerInnen/km²).● in 1160 Wien (~5.900 EinwohnerInnen, Bevölkerungsdichte: 10.927 EinwohnerInnen/km²).● in 2512 Oeynhausen (~1.230 EinwohnerInnen, Bevölkerungsdichte: 641 EinwohnerInnen/km²). <p>zu suchen.</p> <p>Auf Basis des Ergebnisses wird die Frage diskutiert, warum in manchen Gegenden ein dichteres Netz an Mobilfunkstationen besteht als in anderen.</p> <p>Auswirkung der Handystrahlung auf den Körper</p> <p>Führen Sie vor Bearbeitung des Arbeitsblattes ein kurzes Brainstorming mit den SchülerInnen durch. Das Thema: Welchen Sorgen/Befürchtungen im Zusammenhang mit der Auswirkung elektromagnetischer Felder auf den menschlichen Körper sind die SchülerInnen bereits begegnet.</p> <p>Das Ergebnis wird geordnet und analysiert:</p> <ul style="list-style-type: none">● Welche Ängste erscheinen den SchülerInnen nachvollziehbar, welche nicht?● Kennen die SchülerInnen Argumente, die diese Ängste stützen bzw. diese entkräften?● Haben die SchülerInnen schon einmal darüber nachgedacht, ob bzw. in welcher Weise das Handy ihrer Gesundheit schaden könnte? <p>Nach Bearbeitung des Arbeitsblattes wird das Brainstormingergebnis nochmals gemeinsam analysiert.</p>	<p>Das elektromagnetische Feld/Spektrum</p> <p>Arbeitsblatt 4, Seite 20-21 Overheadfolie 2, Seite 22</p> <p>Wellen?</p> <p>Arbeitsblatt 2, Seite 13</p> <p>Hallo? Hört mich jemand?</p> <p>Arbeitsblatt 5, Seite 23-25 Overheadfolie 3, Seite 26-35</p> <p>Strahlend & gesund?</p> <p>Arbeitsblatt 6, Seite 33-34</p>



Aufbau der Unterrichtseinheit	Materialien
<p><i>Tipp: Vertiefung SAR-Wert</i></p> <p>Geben Sie Ihren SchülerInnen nach Bearbeitung des Arbeitsblattes die Aufgabe, die SAR-Werte der Handys ihrer Familie zu erheben. Zu erfassen sind Handymodell, Produktionsjahr und SAR-Wert.</p> <p>Die Ergebnisse werden in der Klasse verglichen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wie hoch liegt der durchschnittliche SAR-Wert der erfassten Handys?• Variieren die Werte stark?• Variieren die Werte je nach Produktionsjahr bzw. Handymodell?• Gibt es einen SAR-Wert-Bereich, in dem sich der Großteil der Handys bewegt? <p>Abschließend kann diskutiert werden, ob die SchülerInnen es sinnvoll finden, bei der Kaufentscheidung den SAR-Wert eines Handys zu berücksichtigen.</p>	

Arbeitsblatt 4: Elektromagnetische Wellen

Overheadfolie 2: Das elektromagnetische Spektrum

Zusatzinformation

Ionisierende Strahlen haben einen Frequenzbereich über 300 Gigahertz. Damit verfügen sie über so viel Strahlungsenergie, um Atome in unserem Körper in einen elektrisch geladenen Zustand zu versetzen oder Moleküle zu spalten. Das kann zu Zellschäden führen.

Nicht ionisierende Strahlen haben einen Frequenzbereich von 0 bis 300 Gigahertz. Sie verfügen damit über zu wenig Strahlungsenergie, um die Atome in unserem Körper in einen elektrisch geladenen Zustand zu versetzen oder die Moleküle zu spalten. Was sie allerdings bewirken: Sie versetzen Atome und Moleküle in Schwingungen. Diese Bewegung führt zu Reibung, die Reibung wird in Wärme umgewandelt.

Das elektromagnetische Spektrum umfasst die Gesamtheit aller elektromagnetischen Wellen.

Quellen elektromagnetischer Felder im Niederfrequenzbereich (0-100 kHz):

- Geräte mit hohen Anschlussleistungen (Elektroherd, Durchlauferhitzer, ...)
- Hochspannungsleitungen
- Erdkabel
- Trafostationen
- Oberleitungen für Züge
- Umspannwerke

Quellen elektromagnetischer Felder im Hochfrequenzbereich (100 kHz - 300 GHz):

- Schnurlostelefon
- Rundfunk- und Fernsehsender
- Mobiltelefon & Mobilfunkbasisstationen
- Mikrowellenherd
- Radaranlagen



Auflistung nach Frequenzzunahme:

Langwelle → Mittelwelle → Kurz- und Ultrakurzwellen (Radio) → Fernsehen → Mobilfunk → Bluetooth → Wireless LAN → Mikrowellenherd, Satellitenschüsseln, Richtfunk & Radar

Beim Mobilfunk sind elektromagnetische Wellen (Funkwellen) notwendig, um Daten ohne Kabel vom Absender zur Basisstation und schlussendlich zum Empfänger zu übertragen.

Wellenlänge bzw. Frequenz von Mobilfunkwellen sind vom Handynetz abhängig.

GSM-Handys senden in Frequenzen um 900 MHz oder 1.800 MHz, UMTS-Handys senden um 2.100 MHz.

An die Funkwellen schließt der Bereich der optischen Strahlung an:

- Infrarotstrahlung (bis 400 THz): nehmen wir als Wärmestrahlung wahr.
- Sichtbares Licht (bis 800 THz): ist der einzige Teil des elektromagnetischen Spektrums, der für das menschliche Auge sichtbar ist; umfasst alle Farben von Blau (400 nm) bis Rot (700 nm), Blau enthält mehr Energie als Rot.

Ionisierende Strahlung

- Ultraviolette Strahlung (bis 30 PHz): energiereichster, aber unsichtbarer Teil der optischen Strahlung; kann Sonnenbrand, Allergien und Hautkrebs verursachen
- Röntgenstrahlen: hochfrequente Strahlung, entsteht durch Elektronenprozesse außerhalb des Atomkerns (Elektronen ändern ihre Bahn und geben dabei Energie ab; schnelle Elektronen werden abrupt abgebremst), kann Materien zum Teil durchdringen, menschliches Gewebe sogar ungehindert → Einsatz in der medizinischen Diagnostik.

Linksammlung:

- www.iap.uni-bonn.de/P2K/waves_particles/index.html: Darstellung bzw. Erklärung elektromagnetischer Wellen der UNI Bonn, die mit interaktiven Elementen für die Lernenden versehen ist
- www.greenfacts.org/de/glossar/def/elektromagnetisches-spektrum.htm
- www.weltderphysik.de/gebiete/atome/elektromagnetisches-spektrum
- www.circuitdesign.de/products/tech_info/guide2.asp
- www.elektronik-kompodium.de/sites/grd/0510081.htm

Arbeitsblatt 5: Hallo? Hört mich jemand?

Overheadfolie 3: Mobilfunk unter der Lupe

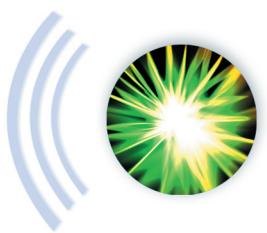
Alle Grafiken auf Arbeitsblatt 5 und Overheadfolie 3 stammen von der Broschüre „Mobilfunk unter der Lupe“, die im Jänner 2010 vom Forum Mobilkommunikation (FMK) erstellt worden ist. Diese steht auf http://messwerte.fmk.at/media/pdf/fmk_fibel_2010.pdf zum kostenlosen Download zur Verfügung.

Zusatzinformation

Jedes Mobilfunknetz besteht aus aneinander angrenzenden **Funkzellen**. Eine Funkzelle ist ein Bereich, in dem sich jeweils eine Sende- und Empfangsstation befindet, eine sogenannte Mobilfunkbasisstation. Die Größe einer Funkzelle ist abhängig von der Anzahl der erwarteten TeilnehmerInnen, dem Bebauungsgrad, der Landschaft und der eingesetzten Mobilfunktechnologie. UMTS-Anlagen haben eine geringere Reichweite als GSM-Anlagen.

In dicht besiedeltem Gebiet beträgt der Durchmesser einer Funkzelle zwischen 300 und 500 Meter, auf dem Land können dies auch zwei bis drei Kilometer sein. Damit bestehende Gespräche nicht abgebrochen werden, wenn man einen Funkzelle verlässt, müssen sich die Funkzellen leicht überlappen.

Die Standorte neuer Mobilfunkantennen werden nach technischen Kriterien ausgewählt (Sende- und Empfangsbedingungen, Topografie, Bebauung, Auslastung bestehender Mobilfunkstationen). Durch Inbetriebnahme neuer Mobilfunkstationen nimmt die Sendeleistung der einzelnen Mobilfunkstation ab, weil die Reichweite reduziert werden kann.



Würden Mobilfunkstationen an den Ortsrand verlagert, müssten sie mit mehr Energie senden, um ihre Funkzelle zu versorgen – aufgrund der erhöhten Sendeleistung würden die Immissionen auch innerhalb des Ortsgebietes steigen.

Elektromagnetische **Funkwellen** sind das Transportmittel für die Informationen, die man weitergeben möchte – von gesprochenen Worten über Text bis hin zu Bildern und Videos. All diese Informationen werden in Codes umgewandelt und mittels hochfrequenter Funkwellen mit Lichtgeschwindigkeit zur Basisstation übertragen. Eine übergeordnete Funkvermittlungsstelle, die via Richtfunk oder Kabelverbindung mit den einzelnen Basisstationen verbunden ist, koordiniert die gesamten **Verbindungsabläufe** und leitet die Gespräche an den Empfänger bzw. die Basisstation der Funkzelle, in der sich der Empfänger befindet, weiter.

Jedes eingeschaltete Handy nimmt regelmäßig Kontakt zur Basisstation auf, um seinen Standort bekannt zu geben.

Treffen Funkwellen auf ein **Hindernis**, so werden sie je nach der Beschaffenheit des Hindernisses und nach dem Einfallswinkel gespiegelt, absorbiert oder gebeugt.

Das verändert die Strahlungsstärke und damit auch die Qualität der Gesprächsverbindung. Funkwellen können zwar zum Beispiel Mauern durchdringen, ein Teil der Energie wird allerdings von der Mauer aufgenommen, die Strahlungsstärke der Welle nimmt ab, der Empfang wird schlechter.

Linktipps:

- www.izmf.de: Webseite des Informationszentrum Mobilfunk e.V., eines gemeinnützigen Vereins, der 2001 von den deutschen Mobilfunk-Netzbetreibern gegründet wurde, um BürgerInnen, Medien und Institutionen eine unternehmensunabhängige Anlaufstelle bei Fragen zum Thema Mobilfunk zu bieten.
- www.senderkataster.at: Webseite, die über Standorte der Mobilfunk- und Rundfunkstationen informiert und auch zahlreiche fachliche Informationen zum Thema bietet; die Webseite wird vom Forum Mobilkommunikation in Kooperation mit dem BMVIT und der Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH betrieben.

Arbeitsblatt 6: Strahlend & gesund?

Lösung

SIM-Karten, Funkwellen, Radio, elektromagnetischen, thermischen, Strahlungsenergie, niedriger, weniger, kg Körpergewicht, Mobilfunkanlagen, pro m², WHO, ICNIRP, nicht-thermischen, Organismus

Zusatzinformation

Telefonieren wir, so wirken hochfrequente elektromagnetische Funkwellen auf unseren Körper ein, der die Energie dieser Felder aufnimmt. Ein Großteil der elektromagnetischen Felder wird bereits in der Haut absorbiert. Die Funkwellen bewirken, dass sich die Atome im Körper in Bewegung setzen, durch die Reibung entsteht Energie, die in Wärme umgewandelt wird.

Der SAR-Wert (Spezifische Absorptionsrate) gibt an, wie viel Energie eines elektromagnetischen Feldes vom Körper aufgenommen wird. Diese Menge wird in Watt pro Kilogramm Körpergewicht ausgedrückt. Der SAR-Wert eines Mobiltelefons wird immer für die maximale Sendeleistung angegeben. In der Praxis bei gut ausgebauter Infrastruktur kommt das Handy mit deutlich geringerer Sendeleistung und daher auch deutlich niedrigerem SAR-Wert aus. Die automatische Sendeleistungsregelung regelt das Handy immer auf die geringst notwendige Sendeleistung zurück.

Die Sendeleistung ist abhängig vom Übertragungsverfahren. Die maximale Sendeleistung eines UMTS-Handys liegt mit 0,25 Watt um das 8-Fache niedriger jene eines GSM-Handys

Der SAR-Wert eines Mobiltelefons wird in der Gerätebeschreibung angeführt.



In Österreich liegt der SAR-Grenzwert für Mobiltelefone bei 2 Watt/kg. Das entspricht den Empfehlungen der WHO (Weltgesundheitsorganisation) und der ICNIRP (Internationale Kommission zum Schutz vor nicht ionisierender Strahlung). Der Grenzwert ist ein Teilkörpergrenzwert, das heißt, er bezieht sich auf die örtliche Temperaturerhöhung im Bereich des Kopfes. Er enthält einen 50-fachen Sicherheitsfaktor, sodass auch empfindliche Bevölkerungsgruppen adäquat geschützt werden.

Eine Ausnahme bilden Menschen mit Herzschrittmachern älterer Bauart, die für elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen empfänglich sind. Hier werden 20cm Sicherheitsabstand zwischen Mobiltelefon und Herzschrittmacher empfohlen. Hörgeräte sind gegen elektromagnetische Felder abgeschirmt.

Handys unterliegen zahlreichen gesetzlichen Vorgaben, unter anderem auch solchen, die sicherstellen, dass weder elektronische Geräte in Flugzeugen noch in Krankenhäusern davon gestört werden können. Das Verbot von Handys in vielen Krankenhäusern und in Flugzeugen ist eine Sicherheitsmaßnahme gegen defekte oder nicht der Norm entsprechende Geräte.

In Europa dürfen nur Handys verkauft werden, deren SAR-Wert unter dem Grenzwert liegt.

Auch für die Mobilfunkbasisstationen gelten Grenzwerte, die die Sicherheit der Menschen in deren Umgebung gewährleisten sollen.

Der maximale Immissionsgrenzwert liegt für UMTS bei 10 Watt/m², für GSM-1800 MHz bei 9 Watt/m² und für GSM-900 MHz bei 4,5 W/m².

Nachdem die Mobilfunkantennen die Funkwellen bündeln und zum überwiegenden Teil in eine Hauptrichtung senden, sind die elektromagnetischen Felder über, neben und unter der Hauptsenderichtung sehr gering. Bei der Planung eines Funknetzes wird darauf geachtet, dass die Hauptsenderichtung möglichst über Dächer hinweggeht, sodass eine möglichst effiziente Leistung bei möglichst wenig Immissionsverlusten möglich ist. Elektromagnetische Felder nehmen mit dem Quadrat der Entfernung ab. Betragen die Immissionen in die Hauptsenderichtung bei einem Abstand von 2 Metern zur Antenne noch 10 W/m², so sind dies bei 4 Metern Abstand nur noch 2,5 W/m², bei 8 Metern 0,625 W/m² usw.

Unter der Schirmherrschaft des BMVIT führte TÜV Austria 2009 im Auftrag des Forum Mobilkommunikation eine österreichweite Messreihe zur Erfassung aller elektromagnetischen Felder durch moderne Funkanwendungen, wie Mobilkommunikation, Radio und Fernsehen durch.

Der Grenzwert für Mobilfunk-Immissionen für GSM-900 MHz (4,5 Watt/m²) wurde bei allen 255 Messpunkten in 106 Gemeinden deutlich unterschritten. Der höchste gemessene Wert betrug 0,004 Watt, das sind 0,09% des erlaubten Grenzwertes.

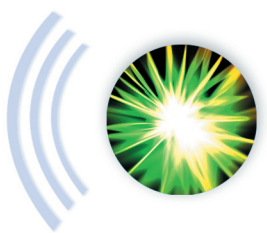
Die Detailergebnisse stehen unter <http://messwerte.fmk.at> zum kostenlosen Download zur Verfügung.

Der Schwankungsbereich der Körpertemperatur liegt bei +/- 0,8 °C.

Wenn jemand trotzdem besorgt ist, kann er durch verschiedene Maßnahmen die eigenen Immissionen reduzieren:

- Freisprecheinrichtung verwenden.
- Möglichst nur bei gutem Empfang telefonieren.
- GSM-Handys geben beim Verbindungsaufbau am meisten Strahlung ab. Ein GSM-Handy daher erst ans Ohr nehmen, wenn die GesprächspartnerIn abhebt.
- In der Bedienungsanleitung gegenchecken, wo die Antenne des Handys sitzt und diese beim Telefonieren nicht mit der Hand abdecken.
- Für kurze Mitteilungen nicht telefonieren, sondern eine SMS schicken.
- Beim Handy-Kauf auch auf den SAR-Wert achten. Achtung allerdings: Die Strahlenbelastung ist nicht nur vom SAR-Wert eines Handys, sondern vor allem von der Verbindungsqualität abhängig.

Angebliche Strahlenschutzprodukte, wie zum Beispiel Aufkleber fürs Handy, haben keine Strahlen reduzierende Wirkung und können, wenn sie die Sendeleistung des Handys dämpfen (z.B. durch Abschirmung der Antenne) die Handystrahlung sogar erhöhen.



Linktipps zu aktuellen Forschungsergebnissen:

- www.bmvit.gv.at/telekommunikation/funk/mobiltelefonie/index.html: Webseite des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)
- www.cost.eu/domains_actions/bmbs/Actions/BM0704: englischsprachige Webseite der European Cooperation in Science and Technology, Neue europäische Aktion COST BM0704
- www.emf-forschungsprogramm.de: Webseite des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (DMF)
- www.emf-portal.de: Projekt der femu-Arbeitsgruppe des Instituts für Hygiene und Umwelt des Universitätsklinikums der RWTH Aachen, informiert über die Wirkungen elektromagnetischer Felder auf den Menschen und auf biologische Systeme
- www.greenfacts.org/en/digests/radiation-electromagnetic-fields.htm: englischsprachige Webseite von Greenfacts, einer Non-Profit-Organisation, die es sich zum Ziel gemacht aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse rund um Gesundheit & Umwelt für Laien aufzubereiten.
- www.icnirp.org: Website der ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) – der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung; diese Kommission setzt sich aus unabhängigen wissenschaftlichen ExpertInnen zusammen.
- www.ssk.de: Webseite der Deutschen Strahlenschutzkommission (SSK), der Beratungsinstanz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in allen Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierenden und nicht-ionisierenden Strahlen
- www.wbf.or.at: Webseite des Wissenschaftlichen Beirat Funk; dieses unabhängige Experten-Gremium wurde 2004 auf Initiative renommierter österreichischer Wissenschaftler unterschiedlicher technischer und medizinischer Fachbereiche mit Unterstützung des BMVIT gegründet; zu den Aufgaben des WBF zählen unabhängige, objektive Information zum Thema Mobilfunk und Gesundheit, die Unterstützung von Expertisen sowie die Beratung politischer Entscheidungsträger.
- www.who.int/peh-emf/en: englischsprachige Website des EMF-Projektes (EMF=Electromagnetic fields) der Weltgesundheitsorganisation