

**Weiterentwicklung der Bildungsstandards in der Sekundarstufe I  
in den Naturwissenschaften**

# Illustrierende Lernaufgabe für das Fach Physik

## Kurzbeschreibung

---

### Mobilfunk

Diese Aufgabe wurde von Fachexpertinnen und Fachexperten der Länder, überwiegend Lehrkräften, entwickelt. Die Aufgabenentwicklungsgruppe wurde von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Fachdidaktik Physik beraten. Das Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen hat den Prozess koordiniert.

### Zusammenfassung:

Im Rahmen dieser Lernaufgabe untersuchen die Lernenden vorgegebene Quellen unterschiedlicher Qualität zum Thema „Mobilfunk“. Dabei unterscheiden sie zwischen fachsprachlichen und alltagssprachlichen Texten und bewerten diese hinsichtlich ihrer Korrektheit sowie ihrer Relevanz als Informationsquelle für das Erstellen eines Erklärvideos zum Thema.

<b>Kompetenzbereiche und relevante Standards</b>	<p><b>Kommunikationskompetenz</b></p> <p><i>Die Lernenden ...</i></p> <p>K 1.1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus.</p> <p><b>K 1.3 prüfen Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt.</b></p> <p><b>K 1.4 differenzieren zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen.</b></p>
<b>Basiskonzepte</b>	Modelle und Vorhersagen, Ursache und Wirkung
<b>konkrete Inhalte</b>	Elektromagnetisches Spektrum (Mobilfunkstrahlung)
<b>Materialien</b>	<p>M 1 – Elektromagnetische Strahlung</p> <p>M 2 – Die Entwicklung des Mobilfunks</p> <p>M 3 – Gefahren durch Mobilfunkstrahlung</p> <p>M 4 – Fakten über Mobilfunk</p>
<b>Abschluss</b>	Mittlerer Schulabschluss (MSA)



# 1 Aufgabe

---

Du sollst für den Physikunterricht ein Erklärvideo zum Thema „Mobilfunk: Historische Entwicklung und gesundheitliche Auswirkungen“ vorbereiten. Dafür stehen dir vier Texte (Material 1 bis 4) zur Verfügung, die bei einer Recherche im Internet gefunden wurden. Lies dir zunächst die Aufgabenstellungen durch und untersuche anschließend die vorgegebenen Texte im Hinblick auf die verschiedenen Teilaufgaben.

## Teilaufgabe 1: Sprachstil

- 1.1 Entscheide bei allen Texten, ob sie alltagssprachlich oder fachsprachlich geschrieben sind. Begründe deine Entscheidung anhand von Textmerkmalen (z. B. Sprachstil, Fachausdrücke, Quellenangaben, ...).
- 1.2 Beschreibe mit Hilfe geeigneter Zitate aus den Materialtexten Vor- und Nachteile von alltagssprachlichen und fachsprachlichen Formulierungen bei Texten mit physikalischem Themenbezug.

## Teilaufgabe 2: Korrektheit und Relevanz

- 2.1 Entscheide begründet bei allen Texten, ob die wesentlichen Informationen fachlich korrekt sind. Recherchiere gegebenenfalls fragliche Punkte in Schulbüchern, im Internet oder in anderen geeigneten Quellen.
- 2.2 Entscheide begründet, ob die Texte für dein Erklärvideo relevant und als Informationsquelle geeignet sind sowie ob die Texte als Quellen für das Video ausreichen.

## 2 Material für Lernende

### Material 1

## Elektromagnetische Strahlung

Die moderne Welt ist ohne elektromagnetische Strahlung nicht vorstellbar. Von der Röntgenuntersuchung bis hin zur Informationsübertragung bei Radio oder Mobilfunk ist sie die physikalische Grundlage hinter den Anwendungen. Doch was ist diese Strahlung, die Smartphones, Fernseher usw. funktionieren lässt? Und welche Eigenschaften hat sie?

Bei elektromagnetischer Strahlung handelt es sich um eine Energieausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit im Raum. Eine korrekte Beschreibung ist nur quantenphysikalisch möglich, jedoch kann man sie situationsabhängig oft auch mit dem sehr viel einfacheren Wellen- oder Teilchenmodell beschreiben. Entsprechend spricht man einerseits von Radiowellen, Mikrowellen oder Mobilfunkwellen und andererseits von Photonen, Gammateilchen oder Röntgenteilchen und meint doch jedes Mal elektromagnetische Strahlung. Welches Modell besser geeignet ist, hängt vom Spektralbereich der Strahlung und vom Phänomen, das man beschreiben möchte, ab. Auf diese zwei Punkte wird im Folgenden näher eingegangen.

## Elektromagnetisches Spektrum

Unter elektromagnetischem Spektrum versteht man die Aufgliederung der elektromagnetischen Strahlung nach ihren Energien und Wellenlängen. Da beide Größen indirekt proportional sind, kann man die Aufteilung sowohl anhand der Energien als auch anhand der Wellenlängen vornehmen. Teilweise wird die Einteilung der Strahlung auch aufgrund der Strahlungsfrequenz vorgenommen, was ebenfalls gleichwertig ist.

Da die Grenzen zwischen den Spektralbereichen nicht einheitlich definiert sind, findet man unterschiedliche Werte. Die abgebildete Tabelle gibt einen Überblick über die Spektralbereiche, Grenzenergien und -wellenlängen sowie relevante Anwendungen.

Spektralbereich	$E_{\max}$ in J	$\lambda_{\min}$ in m	Anwendungen
Niederfrequenz	$10^{-29}$	$10^4$	Analoge Tonübertragung (Telefon, Lautsprecher)
Radiowellen	$10^{-25}$	1	Hörfunk, Radar
Mikrowellen	$10^{-22}$	$10^{-3}$	Mobilfunk, GPS, WLAN
Infrarot	$2,5 \cdot 10^{-19}$	$7,8 \cdot 10^{-7}$	Wärmestrahlung, Fernbedienungen
Sichtbares Licht	$5,1 \cdot 10^{-19}$	$3,9 \cdot 10^{-7}$	Sonne, Beleuchtung, Glasfaser
UV-Licht	$10^{-17}$	$10^{-8}$	Schwarzlicht, Banknotenprüfung, Solarium
Röntgenstrahlung	$10^{-14}$	$10^{-11}$	Röntgenuntersuchungen, Strukturanalysen
Gammastrahlung	---	---	Strahlentherapie

Zur Beschreibung der oberen Spektralbereiche ist häufig das Wellenmodell besser geeignet, wohingegen Röntgen- und Gammastrahlung meistens mit dem Teilchenmodell treffender beschrieben werden. Letztlich hängt die Wahl aber vom untersuchten Phänomen ab.

## Wellenmodell

Elektromagnetische Strahlung zeigt typische Eigenschaften, wie man sie von Wellen kennt, weshalb man auch lange davon ausging, dass es sich um Wellenstrahlung handelt. Entsprechend verwendet man neben der Energie auch die Wellenlänge als charakterisierende Größe des Spektrums (siehe Tabelle). Folgende Eigenschaften der Strahlung lassen sich gut mit Hilfe des Wellenmodells beschreiben:

**Reflexion:** Trifft die Strahlung auf eine geeignete Oberfläche (z. B. Metallplatte), so wird sie gemäß des Reflexionsgesetzes (Einfallswinkel = Ausfallswinkel) reflektiert und in den Raum zurückgestrahlt. Ein Beispiel hierfür ist Licht, das an einem Spiegel oder einer Glasscheibe reflektiert wird.

**Brechung:** Geht die Strahlung von einem Medium in ein Medium mit abweichender Lichtgeschwindigkeit über, so ändert sich die Ausbreitungsrichtung gemäß des Snellius'schen Brechungsgesetzes. Ein Beispiel hierfür ist ein Laserstrahl beim Übergang in Glas oder Plexiglas.

**Beugung:** Trifft die Strahlung auf ein Hindernis, so erfolgt die Ausbreitung anschließend auch im Schattenraum des Hindernisses.

**Interferenz:** Wenn Strahlung aufeinandertrifft, so kommt es zur Überlagerung gemäß des Superpositionsprinzips. Es bilden sich Stellen mit konstruktiver Überlagerung (Verstärkung) und destruktiver Überlagerung (Abschwächung). Die dabei entstehenden Muster nennt man Interferenzmuster.

**Polarisation:** Je nach Konstellation von Ausbreitungsrichtung zu den Schwingungsrichtungen des elektrischen und magnetischen Feldes unterscheidet man zwischen linearer (vertikaler oder horizontaler), zirkularer (drehender) sowie elliptischer (Mischung aus den vorherigen) Polarisation.

## Teilchenmodell

Detektiert man elektromagnetische Strahlung mit sehr geringer Intensität, fällt allerdings auf, dass es sich bei der Strahlung keineswegs um kontinuierliche Wellen handelt, sondern die Energie immer nur in einzelnen Portionen nachgewiesen werden kann. Dieses Phänomen wurde bereits vor über 100 Jahren beim Photoeffekt beobachtet und konnte schließlich von Albert Einstein mit Hilfe einer Teilchenüberlegung (Lichtquantenhypothese) erklärt werden. So lässt sich beispielweise die schädigende Wirkung von hochenergetischer Strahlung mit Hilfe des Teilchenmodells gut erklären: Ist die Energie eines Photons zu gering, um ein Atom zu ionisieren, so kann kein Schaden entstehen. Erst ab Energien im UV-Bereich und darüber hinaus findet eine Ionisierung statt, die biologisches Gewebe schädigen kann. Aus diesem Grund erfordern die hochenergetischen Strahlungen auch besondere Sicherheits- und Schutzmaßnahmen.

## Material 2

### Die Entwicklung des Mobilfunks

Telegrafie und Telefonie gab es bereits im 19. Jahrhundert. Zu dieser Zeit war die Nutzung jedoch nur ortsgebunden möglich, was sich in den letzten 100 Jahren entscheidend geändert hat.

Die ersten Versuche, dem Telefon das Laufen beizubringen, gab es bereits im 20. Jahrhundert. Züge wurden mit Telegrafen und Telefonen ausgestattet, mussten aber zunächst noch anhalten, um Nachrichten übermitteln oder Gespräche führen zu können, da sie noch auf Kabel angewiesen waren. Eine Firma, die im 1. Weltkrieg militärische Funkgeräte herstellte, ermöglichte es den Reichen und Schönen in den 20er Jahren, erstmals während der Fahrt zu telefonieren. Mit Hilfe einer Antenne auf dem Zugdach konnten die Reisenden zwischen Berlin und Hamburg auch unterwegs ihre Lieben mittels Zugpostfunk anrufen. Zumindest wenn diese ebenfalls ein Telefon hatten.

Als in Deutschland der 2. Weltkrieg die Weiterentwicklung unterbrach, gelang es den Amerikanern Mitte der 40er Jahre ein Autotelefon zu entwickeln und auch tatsächlich erfolgreich zu benutzen. Von nun an rollte der Siegeszug des Autotelefons und breitete sich in immer mehr Ländern und immer weiter aus. Während die oft als langsam bezeichneten Schweizer bereits Ende der 40er Jahre zahlreiche Autos mit modifizierten Polizeifunkgeräten ausgestattet hatten, gab es erst ab 1958 das deutsche A-Netz. Dieses konnte aber immerhin mit 80% Netzabdeckung punkten, worüber sich auch heute noch manche Gebiete freuen würden.

Auf das A-Netz folgte logischerweise das B-Netz, welches zwar immer noch für Autotelefone konzipiert war, aber zumindest auf die Dame vom Amt verzichten konnte. Dabei hatte die Firma Motorola zu dieser Zeit bereits das erste tragbare Telefon entwickelt, mit dem der damalige Entwickler zuallererst gleich mal seine Konkurrenten von den Bell Laboratories anrief.

Für handliche Mobiltelefone war aber erst beim auf das C-Netz folgenden digitalen D-Netz (wie kreativ) der Weg geebnet. Durch die geringere notwendige Sendeleistung und die damit verbundenen kleineren Batterien war es endlich möglich, tatsächlich tragbare Geräte zu bauen. Das Handy, ein Ausdruck, der nur im deutschsprachigen Raum anzutreffen ist, verbreitete sich nun rasant. Und mit der weitläufigen Verbreitung der Handys nahm auch die technische Entwicklung weiter Fahrt auf.

Die Geräte wurden immer kleiner und konnten immer mehr. Neben Telefonaten und Textnachrichten waren bald auch Fotografieren und das Anhören kleiner Musikstücke (gerne auch als besonders auffälliger/nerviger Klingelton) möglich. Mit der Verbesserung der Datenübertragungstechnik von GSM zu UMTS kam Anfang des 21. Jahrhunderts schließlich das Internet aufs Handy. Wirklich durchsetzen konnte es sich aber erst dank eines Apfels: Das erste iPhone ermöglichte 2007 mit einem größeren Bildschirm und Touch-Bedienung als erstes Handy eine sinnvolle Nutzung des Internets.

Von nun an wurden noch mehr Funktionen hinzugefügt, die Datenraten durch 3G, LTE und 5G weiter erhöht und die Bildschirme immer größer. Die gar nicht mehr so handlichen Handys bekamen aufgrund der Vielzahl an Möglichkeiten den Namen Smartphone und befinden sich heute in jeder Hand- oder Hosentasche: Statistisch gibt es sogar zwei Mobilfunknummern pro Person in Deutschland.

Quellenangaben:

- ◆ Wikipedia-Autoren. (2003, 08. April). *Mobiltelefon*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Mobiltelefon>
- ◆ Wikipedia-Autoren. (2015, 12. Juni). *Zugpostfunk*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Zugpostfunk>

### Material 3

## Gefahren durch Mobilfunkstrahlung

Mit der zunehmenden Netzabdeckung der Mobilfunkstrahlung und den immer größeren Datenraten steigt die Gesundheitsgefahr für Menschen an. So warnte die Weltgesundheitsorganisation WHO bereits 2004 sowie 2011 vor einem Krebsrisiko durch die Handy-Nutzung (Schrader, 2011). Auch wenn zahlreiche weitere Studien die Gefahren aufzeigen, ist in der Gesellschaft und der Politik noch kein Umdenken zu beobachten.

Dabei kann man manche Probleme auch selbst und ohne Studien wahrnehmen: Telefoniert man einige Zeit, spürt man schnell einen deutlichen Temperaturanstieg des Ohres. Bei längeren Gesprächen kann man teilweise sogar Schmerzen wahrnehmen, was immer ein deutliches Alarmsignal des Körpers ist.

Durch die sehr energiereiche Strahlung in der Nähe des Kopfes besteht außerdem nachweislich die Gefahr, dass die Blut-Hirn-Schranke das zentrale Nervensystem nicht mehr vor dem Eindringen von Krankheitserregern aus dem Blutkreislauf schützt. Dies wurde seit 2003 durch mehrere Arbeiten namhafter Forschungsgruppen um Nittby (Nittby et al., 2008), Eberhardt (Eberhardt et al., 2008) und Salford (Salford et al., 2003) wiederholt belegt.

Da die Smartphones aber auch außerhalb von Telefonaten Strahlung aufnehmen und abgeben, besteht diese thermische Gefahr dauerhaft. Insbesondere Männer, die das Smartphone oft in ihrer Hosentasche und damit in der Nähe ihrer Fortpflanzungsorgane tragen, schädigen damit ihre Spermien. Eine israelische Forschungsarbeit (Zilbericht et al., 2015) hat 2015 nachgewiesen, dass ähnliche Konsequenzen beobachtet werden können wie bei Rauchern und die Fruchtbarkeit deutlich abnimmt. Es lässt sich bereits erahnen, welche schwerwiegenden Auswirkungen die gefährliche Strahlung bei erfolgreicher Befruchtung für das zukünftige Kind haben wird.

Aber auch die Nutzer selbst sind der schädigenden Wirkung ihres Erbgutes durch die Strahlung ausgesetzt. Die von der EU geförderte REFLEX-Studie zeigte zwischen 2000 und 2004, dass bei Chromosomen durch Mobilfunkstrahlung Einzel- und Doppelstrangbrüche auftreten. Die Forscher konnten bereits bei einem SAR-Wert von 0,3 W/kg, einem Bruchteil des gesetzlichen Grenzwertes, einen drastischen Anstieg von Strangbrüchen nachweisen (Adlkofer, 2004).

Entsprechend ist die eingangs erwähnte Warnung der WHO bzw. der ihr untergeordneten IARC (Internationale Agentur für Krebsforschung) kaum verwunderlich. Besonders stark nimmt laut Hardell (2007) und Lean (2007) die Zahl der Akustikusneurinome zu. Ein naheliegender Zusammenhang angesichts der Handyposition beim Telefonieren, wenn besonders starke Strahlung genutzt wird. Bedenkt man außerdem, dass die Anzahl der Smartphones und Funkmasten sowie die Datenübertragungsraten der Mobilfunkstrahlung in den letzten Jahrzehnten weiter signifikant zugenommen hat, lässt sich bereits jetzt absehen, dass in etlichen Jahren sehr viele Krankheitsfälle behandelt werden müssen. Letztlich wiederholen sich die Fehler, die bereits beim Rauchen gemacht wurden.

## Quellenangaben:

- ◆ Adlkofer, F. (2004, 2. Dezember). *Ergebnisse aus dem REFLEX-Projekt: Vortrag beim 7. Workshop "Elektromagnetische Felder in der Umwelt"*. <https://www.aerzte-und-mobilfunk.eu/wp-content/uploads/2014/08/reflexvortragdeutsch.pdf>
- ◆ Eberhardt, J. L., Persson, B., Brun, A., Salford, L. & Malmgren, L. (2008). Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Electromagnetic biology and medicine* 27(3), S. 215-229. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18821198/>
- ◆ Hardell, L. (2007). Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years. *Occupational and environmental medicine*, 64(9), S. 626-632. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2092574/>
- ◆ Lean, G. (2007, 07. Oktober). Public health: The hidden menace of mobile phones. *Independent*. <https://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/health-news/public-health-the-hidden-menace-of-mobile-phones-5328557.html>
- ◆ Nittby, H. et al. (2008). Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier. *Electromagnetic biology and medicine* 27(2), S. 103-126. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18568929/>
- ◆ Salford, L. G. et al. (2003). Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environmental health perspectives* 111(7), S. 881-A408. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12782486/>
- ◆ Schrader, C. (2011, 01. Juni). Weltgesundheitsorganisation: Krebsrisiko bei intensiver Handy-Nutzung. *Süddeutsche Zeitung*. <http://www.sueddeutsche.de/wissen/studie-der-weltgesundheitsorganisation-verdaechtige-handy-strahlung-1.1103987>
- ◆ Zilbericht, A., Megnazi, Z. W., Sheinfeld, Y. & Grach, B. (2015, 18. Juni). Habits of cell phone usage and sperm quality: Does it warrant attention? *Reproductive BioMedicine Online*. [https://www.researchgate.net/publication/279460475\\_Habits\\_of\\_cell\\_phone\\_usage\\_and\\_sperm\\_quality\\_-\\_Does\\_it\\_warrant\\_attention](https://www.researchgate.net/publication/279460475_Habits_of_cell_phone_usage_and_sperm_quality_-_Does_it_warrant_attention)

## Material 4

### Fakten über Mobilfunk

Das Smartphone ist für viele Menschen mittlerweile unverzichtbarer Bestandteil ihres Lebens. Die zehn verrücktesten Fakten zu Handys lesen Sie hier:

- ◆ In Deutschland gibt es ungefähr doppelt so viele SIM-Karten wie Menschen.
- ◆ Weltweit gibt es mehr Handys als Zahnbürsten.
- ◆ Der häufigste Grund für ein defektes Smartphone ist der Sturz in die Toilette.
- ◆ Auf den Bildschirmen von Smartphones befinden sich mehr Bakterien als auf Toiletten.
- ◆ Laut einer Umfrage würden 90% der Deutschen eher auf Sex verzichten als auf ihr Handy.
- ◆ In allen Smartphones, die in Deutschland im Umlauf sind, ist mehr Gold verbaut als der Goldbestand der deutschen Bundesbank.
- ◆ In Europa wurden 5G Sendemasten zerstört, weil es Menschen gab, die sie für die Coronapandemie verantwortlich gemacht haben.
- ◆ 5G Sendemasten strahlen mit ca. 20 bis 50 Watt nur einen Bruchteil der Strahlungsmenge ab wie Radiosender, die mehr als das 1000-fache erreichen.
- ◆ Handynutzung am Steuer ist eine der häufigsten Todesursachen im Straßenverkehr.
- ◆ Das übertragene Datenvolumen im Mobilfunk übersteigt die Datenmenge bei kabelgebundenen Anschlüssen um das 10-fache.

Quellenangaben:

- ◆ ETH Zürich. (o. D.). *Technik – Basisstationsantennen*. <https://www.emf.ethz.ch/de/emf-info/themen/technik/basisstationsantennen/sendestaerke-von-basisstationen>
- ◆ FOCUS Online. (2014, 11. Dezember). *Handy und Mobilfunk: 10 Fakten über Smartphones, die Sie noch nicht kannten*. [https://www.focus.de/digital/handy/handy-und-mobilfunk-10-fakten-ueber-smartphones-die-sie-noch-nicht-kannten\\_id\\_4337957.html](https://www.focus.de/digital/handy/handy-und-mobilfunk-10-fakten-ueber-smartphones-die-sie-noch-nicht-kannten_id_4337957.html)
- ◆ Wertgarantie. (o. D.). *Ratgeber Smartphone: 20 Fun Facts über Smartphones*. <https://www.wertgarantie.de/ratgeber/elektronik/smartphone/tipps-tricks/20-fun-facts-ueber-smartphones-wer-hats-gewusst>

### 3 Weiterführendes Material

Um den Realitätsbezug zu erhöhen, können die Texte gegebenenfalls gestalterisch passend erarbeitet werden. Ein entsprechender Vorschlag ist folgend dargestellt: Das Material stellt die Ergebnisse eine Suchanfrage dar, auf der die Texte via Link und QR-Code verlinkt sind. Die Darstellung erfolgt innerhalb des IQB-Testcenters und stellt eine beispielhafte Website dar, welche einen reinen abbildenden Charakter ohne Verlinkungen aufweist. Die jeweiligen Seiten sind passend zu Inhalt und Sprachgebrauch gestaltet.

▼
▶ Physik einfach erklärt
S Mobilfunk und Strahlu...
▶ Betrifft: Gesundheit

SUCHE

🔍

Alle
Bilder
Videos
News
Maps
Orte
Mehr...

Ungefähr 12 000 Ergebnisse

Elektromagnetische Strahlung

<http://www.wikieule.de/>

... **Strahlung**, die Smartphones, Fernseher usw. funktionieren lässt. ... Mikrowellen, **Mobilfunk**, GPS, WLAN ... schädigende Wirkung von hochenergetischer **Strahlung** ...

Die Entwicklung des Mobilfunks

<http://www.mobiltelefon-online.de/>

... handliche **Mobiltelefone** war aber erst beim auf das C-Netz folgenden digitalen D-Netz ... ...sogar zwei **Mobilfunk**-nummern pro Person ...

Gefahren durch Mobilfunkstrahlung

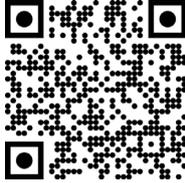
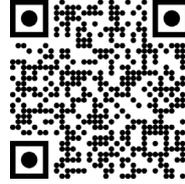
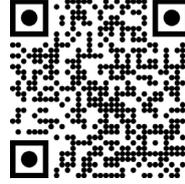
<http://www.well.ness/.de>

... **Mobilfunkstrahlung** und den immer größeren Datenraten steigt die **Gesundheitsgefahr** ... durch **Mobilfunkstrahlung** Einzel- und Doppelstrangbrüche auftreten.

Fakten über Mobilfunk

<http://www.bilde.dich/>

... Bruchteil der **Strahlungsmenge** ab wie Radiosender. ... eine der häufigsten **Todesursachen** ... **Mobilfunk** übersteigt die Datenmenge um das 10-fache.

## 4 Hinweise zur Durchführung

---

### Zielsetzung

Die Lernenden erhalten im Kontext eines zu erstellenden Erklärvideos zum Thema „Mobilfunk: Historische Entwicklung und gesundheitliche Auswirkungen“ die vier in den Materialien gegebenen Texte und untersuchen sie zunächst im Hinblick auf den Sprachstil (Teilaufgabe 1.1). Davon ausgehend reflektieren sie die Bedeutung sowie Vor- und Nachteile von Fachsprache in Texten mit physikalischem Themenbezug (Teilaufgabe 1.2). Anschließend werden die gleichen Texte bezüglich inhaltlicher Korrektheit (Teilaufgabe 2.1) und thematischer Relevanz für das Erklärvideo (Teilaufgabe 2.2) beurteilt.

### Organisationsform

Die Aufgabe ist für die Bearbeitung in Kleingruppen konzipiert. Ideal erscheint eine Gruppenstärke von drei Personen pro Gruppe, da hier erfahrungsgemäß die Arbeitshaltung am besten ist. Durch die Absprachen zwischen den Gruppenmitgliedern wird außerdem der Austausch zu Fachinhalten gefördert. Je nach Klassensituation sind aber auch andere Gruppengrößen oder Einzelarbeit genauso denkbar. In Abhängigkeit von der Leistungstärke der Klasse bzw. einzelner Lerngruppen können Material bzw. Aufgabenstellung ebenfalls angepasst werden.

### Differenzierungsmöglichkeiten

Es ist möglich, die Textlänge oder die Anzahl der Texte für leistungsschwächere Lerngruppen zu reduzieren. Da die Texte gezielt so gestaltet sind, dass verschiedene Kombinationen aus Sprachstil und Korrektheit/Relevanz vorliegen (siehe Übersichtstabelle), ist das Streichen eines ganzen Textes allerdings wenig empfehlenswert und sollte nur in Ausnahmefällen vorgenommen werden.

	<b>Text 1</b> (Material 1)	<b>Text 2</b> (Material 2)	<b>Text 3</b> (Material 3)	<b>Text 4</b> (Material 4)
<b>Fachsprache</b>	Ja	Nein	Ja	Nein
<b>Inhaltliche Korrektheit</b>	Ja	Ja	Nein	Teilweise
<b>Thematische Relevanz</b>	Nein	Ja	Nein, da nicht korrekt	Teilweise

Der Kompetenzerwerb in den gewünschten Bereichen K 1.3 und K 1.4 ist aber auch mit Hilfe von einzelnen Texten möglich und benötigt nicht zwingend alle vier Texte. Sinnvoller erscheint es trotzdem, gegebenenfalls die Texte in ihrer Länge zu kürzen. So kann man sich bei Text 1 (Material 1) entweder auf das Spektrum oder die verschiedenen Modelle konzentrieren. Die Texte 2 und 3 kann man kürzen, indem man einzelne Zeitbereiche (Material 2) oder einzelne Gesundheitsgefahren und Studien (Material 3) weglässt. Bei Text 4 (Material 4) ist es besonders einfach, einzelne Fakten wegzulassen, um einen kürzeren Text zu erhalten. Hier muss man allerdings beachten, dass nicht alle Fakten stimmen bzw. falsch sind. Dadurch kann es durch die Streichung zu Veränderungen der Lösungen in der zweiten Aufgabenhälfte kommen. Da die Texte im Großen und Ganzen ihren Stil und ihren physikalischen Wahrheitsgehalt

beibehalten, sind Streichungen ansonsten unproblematisch. Da ein kürzerer Text zwar leichter und schneller zu lesen ist als ein langer Text, aber gleichzeitig aufgrund der reduzierten Informationen auch schwieriger einzuordnen ist, sollte man beachten, dass die Aufgabe durch Textkürzungen nicht zwingend leichter zu bearbeiten ist.

### Mögliche Abwandlung der Aufgabenstellung

Die Teilaufgaben 1 und 2 lassen sich prinzipiell auch unabhängig voneinander bearbeiten. Nachdem sie sich allerdings auf die gleichen Materialien beziehen, ist es in der Regel sinnvoll, Synergieeffekte zu nutzen und dabei eine alltagsnahe Verknüpfung der Kompetenzbereiche anzubahnen. Für geübte, leistungsstarke Klassen kann die Aufgabenstellung auch abgewandelt werden, indem die beiden Teilaufgaben gebündelt und zusammengefasst werden. Man sollte dabei aber beachten, dass die beiden Kompetenzbereiche K 1.3 und K 1.4 trotzdem in angemessener Form berücksichtigt werden. Da bei einer gleichzeitigen Betrachtung von Sprachstil und Korrektheit/Relevanz der Sprachstil in der Regel in den Hintergrund rückt, sind die beiden Teile in dieser Aufgabe bewusst voneinander getrennt. Langfristig und im Sinne des vernetzenden Handelns ist es allerdings durchaus erstrebenswert, dass die Lernenden einen Text gleichzeitig unter verschiedenen Gesichtspunkten analysieren können. Hierzu könnte man beispielsweise zur weiteren Vertiefung Texte von einer künstlichen Intelligenz verfassen lassen und diese untersuchen.

### Gestaltungsoptionen

Um den Realitätsbezug zu erhöhen, kann man gegebenenfalls die Texte gestalterisch passend aufwerten. Ein entsprechender Vorschlag ist bei den weiterführenden Materialien dargestellt: Das Material stellt die Ergebnisse einer Suchanfrage dar, auf der die Texte via Link und QR-Code verlinkt sind. Die Darstellung erfolgt innerhalb des IQB-Testcenters und stellt eine beispielhafte Website dar, welche einen reinen abbildenden Charakter ohne Verlinkungen aufweist. Die jeweiligen Seiten sind passend zu Inhalt und Sprachgebrauch gestaltet:

Text 1: Da es sich beim ersten Text um eine fachsprachliche Behandlung der elektromagnetischen Strahlung handelt, bietet sich die Gestaltung als Wissensseite in Anlehnung an ein Schulbuch, eine populärwissenschaftliche Publikation oder eine Online-Enzyklopädie an.

Text 2: Diese „Website“ stellt hingegen die Entwicklung des Mobilfunks in unterhaltsamer Art und Weise dar, wie man sie auf Technikseiten im Internet finden kann.

Text 3: Der auf den ersten Blick sehr wissenschaftlich erscheinende Text ist typisch für Wissenschaftsleugnende oder esoterische Internetseiten.

Text 4: Die „Website“ orientiert sich an kommerziellen Homepages, die möglichst hohe Klickzahlen generieren wollen. Entsprechend wird die Internetseite einer Boulevardzeitung oder eines Online-Magazins nachgebildet.

Da man die Inhalte im Allgemeinen nicht losgelöst von ihrer Aufmachung und Präsentation betrachtet, haben die gestalterischen Mittel allerdings einen direkten Einfluss auf die Aufgabenstellung. Dies kann für zukünftige Anwendungsfälle hilfreich sein, sollte aber beim Erlernen die inhaltlichen Überlegungen nicht überdecken. Deshalb wird für die Bearbeitung dieser Aufgabe empfohlen, auf die gestalterischen Elemente vorerst zu verzichten und alle Texte in einer ähnlichen Aufmachung zu verwenden. Eine Thematisierung des Layouts bzw. der Präsentationsform sollte jedoch nach Möglichkeit im Anschluss erfolgen.

### Mögliche Fortführung der Aufgabenstellung

Aus Motivationsgründen oder zur thematischen Abrundung bietet es sich zweifellos an, anknüpfend an die Aufgabe die Erklärvideos tatsächlich erstellen zu lassen. Alle Lernenden könnten anschließend jeweils zwei oder drei Videos zugeteilt bekommen, um sie zu betrachten und mit Hilfe eines Kommentars zu bewerten. Da dafür allerdings weitere zeitaufwändige Arbeitsschritte notwendig sind, wird der Fokus schnell in Richtung Recherche und Gestaltung des Videos verschoben. Somit wird der Schwerpunkt auf andere Kommunikationskompetenzen gelegt, die in dieser Aufgabe nicht im Mittelpunkt stehen sollen, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

### Allgemeine Hinweise

Allgemein ist eine Änderung der Texte nur mit Bedacht vorzunehmen. Prinzipiell ist es sicherlich wünschenswert, Originaltexte aus Internet, Büchern oder von künstlichen Intelligenzen zu untersuchen. Dabei ergibt sich allerdings in der Regel das Problem, dass sie nicht für die Aufgabenstellung verfasst wurden. Somit ist es oft schwierig, die verschiedenen Fälle bezüglich Sprachstils und Korrektheit abzubilden, wodurch man Gefahr läuft, mehrfach ähnliche Texte zu betrachten. Für den Kompetenzerwerb ist aber die Unterscheidung zwischen Alltags- und Fachsprache (K 1.4) sowie die Identifizierung von korrekten und relevanten Quellen in Abgrenzung von nicht hilfreichen Texten (K 1.3) essenziell. Folglich sollte man die vorgeschlagenen Texte nur dann ersetzen, wenn auch die neuen Materialien das Spektrum in ähnlicher Weise widerspiegeln (siehe Übersichtstabelle). Insbesondere ist im Sinne der hier illustrierten Kompetenzbereiche dringend davon abzuraten, auf vorgegebene Quellen zu verzichten und die Lernenden eigenständig suchen zu lassen. Dies würde den Schwerpunkt zu sehr in den Bereich K 1.1 verschieben. Außerdem treffen die Lernenden bei der Recherche automatisch eine Vorauswahl, die zwar langfristig wünschenswert, zur expliziten Behandlung von K 1.3 und K 1.4 hingegen nicht geeignet ist.

### Hinweis zum Datenschutz

In dieser Lernaufgabe können zur Unterstützung der Lehr- und Lernprozesse Bild- und Tonaufnahmen erstellt werden. Bei der Erstellung, Verarbeitung und Weitergabe von Bild- und Tonaufnahmen von Lernenden muss die Wahrung von Datenschutz und Persönlichkeitsrechten berücksichtigt werden. Rechtliche Voraussetzungen wie die DSGVO und die Schuldatenschutzverordnungen der Länder gilt es zu erfüllen.

## 5 Lösungshinweise und Bezug zu den Standards

Es werden folgende Abkürzungen verwendet:

- ◆ S – Standards der Sachkompetenz,
- ◆ E – Standards der Erkenntnisgewinnungskompetenz,
- ◆ K – Standards der Kommunikationskompetenz,
- ◆ B – Standards der Bewertungskompetenz.

1.1	Entscheide bei allen Texten, ob sie alltagssprachlich oder fachsprachlich geschrieben sind. Begründe deine Entscheidung anhand von Textmerkmalen (z. B. Sprachstil, Fachausdrücke, Quellenangaben, ...).	S	E	K 1.4	B
-----	--	---	---	----------	---

Zur Unterscheidung zwischen alltagssprachlichen und fachsprachlichen Beschreibungen können verschiedene Merkmale herangezogen werden. Mögliche Kriterien für einen fachsprachlichen Text sind:

- ◆ korrekte Verwendung von etablierten Fachbegriffen, Symbolen und standardisierten Einheiten,
- ◆ vollständige Quellenangaben und ordnungsgemäßes Zitieren,
- ◆ sachliche, bildungssprachliche Formulierungen ohne Emotionen und mit wenig Adjektiven oder Stilmitteln,
- ◆ klare, übersichtliche Aufmachung.

Hierbei gilt zu beachten, dass es zur korrekten Verwendung von Fachbegriffen nicht ausreicht, wenn die Fachbegriffe erwähnt werden (teilweise Material 3). Wichtig ist, dass die Fachbegriffe stimmig in den Text eingebettet sind und der Fachbegriff gegebenenfalls sogar erklärt ist (Material 1). Außerdem handelt es sich bei der angegebenen Liste keineswegs um verpflichtende Eigenschaften. Der Text in Material 1 zeigt, dass beispielsweise auch ohne Quellenangaben ein Fach-/Sachtext vorliegen kann. Somit muss der Text immer als Ganzes und das Zusammenspiel verschiedener Kriterien betrachtet werden. Eine Festlegung aufgrund eines einzelnen Anhaltspunkts ist nicht ausreichend. Demzufolge gibt es auch Fälle, bei denen Indizien für alltags- wie auch fachsprachliche Beschreibungen vorliegen und die Entscheidung im Rahmen eines Ermessensspielraums getroffen werden muss. Zumal es neben der physikalischen Fachsprache auch andere Fachbereiche mit eigenständigen, abweichenden Fachbegriffen gibt (z. B. Ingenieurwissenschaften). Die hier vorliegenden Texte sind allerdings so formuliert, dass eine Festlegung in den meisten Fällen eindeutig erfolgen kann.

### Lösungsbeispiel:

Text 1: Es handelt sich eindeutig um eine fachsprachliche Beschreibung von elektromagnetischer Strahlung. Man erkennt es an der Vielzahl korrekt verwendeter Fachbegriffe, die größtenteils (z. B. konstruktive/destruktive Interferenz, Wellen-/Teilchenmodell, ...) näher erklärt werden.

Text 2: Es handelt sich um eine alltagssprachliche Beschreibung der Entwicklung des Mobilfunks. Die verwendeten Fachbegriffe sind in der Regel nicht physikalisch (z. B. Mobilfunknetze/-standards). Außerdem werden viele umgangssprachliche sowie bildliche Formulierungen verwendet, was ebenfalls gegen einen Fachtext spricht.

Text 3: Es handelt sich um eine fachsprachliche Beschreibung von möglichen Gesundheitsgefahren durch Mobilfunkstrahlung. Einer Vielzahl an Fachbegriffen und umfangreichen Quellenangaben stehen teilweise falsch verwendete Fachbegriffe und fehlerhafte Aussagen (vgl. Teilaufgabe 2.1) gegenüber. Insgesamt handelt es sich sprachlich aber um einen Sachtext.

Text 4: Es handelt sich eindeutig um eine Alltagssprachliche Aufzählung von Informationen zum Mobilfunk. Sprache und Inhalt sind wenig sachlich und wirken sensationsgetrieben. Außerdem wird praktisch vollständig auf Fachsprache verzichtet.

1.2	Beschreibe mit Hilfe geeigneter Zitate aus den Materialtexten Vor- und Nachteile von alltagssprachlichen und fachsprachlichen Formulierungen bei Texten mit physikalischem Themenbezug.	S	E	K 1.4	B
-----	---	---	---	----------	---

Um besser zwischen Alltags- und Fachsprache unterscheiden zu können, ist es hilfreich, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Sprachstile zu kennen. Diese sollen hier bewusst gemacht werden, um die Bedeutung und den Nutzen von Fachsprache besser verstehen zu können. Die folgende Tabelle nennt Beispiele für die Vorteile und Nachteile mit passenden Begriffen und Formulierungen aus den Materialtexten. Sie ist aber keinesfalls abschließend, sodass die Lernenden auch weitere, abweichenden Lösungen haben können.

### Lösungsbeispiel:

	Vorteil	Nachteil
Fachsprache	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Kurz und prägnant (z. B. Material 1: „indirekt proportional“, „Superpositionsprinzip“, „konstruktive/destruktive Interferenz“, ...)</li> <li>◆ Klar definierte Begriffe (z. B. Material 1: „Energie“, „Wellenlänge“, ...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Nur mit entsprechendem Fachwissen verständlich (z. B. Material 1: „Snelius'sches Brechungsgesetz“, Material 2: Mobilfunkstandards (GSM, UMTS, G3, LTE, 5G), Material 3: „Akustikusneurinome“, „Einzel- und Doppelstrangbrüche“, ...)</li> </ul>
Alltagssprache	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ allgemeinverständlich (z. B. Material 1: „Mischung aus den vorherigen Polarisationen“ als Erklärung der elliptischen Polarisation, Material 2: „Durch die geringere notwendige Sendeleistung und die damit verbundenen kleineren Batterien war es endlich möglich, tatsächlich tragbare Geräte zu bauen.“, ...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ uneinheitliche und unklare Begriffsbedeutungen (z. B. Material 2: „Amerikaner“, Material 4: „Strahlungsmenge“, ...)</li> <li>◆ teilweise Umschreibungen nötig (z. B. Material 1: „diese Strahlung, die Smartphones, Fernseher usw. funktionieren lässt“, „Mischung aus den vorherigen Polarisationen“ als Erklärung der elliptischen Polarisation, ...)</li> </ul>

2.1	Entscheide begründet bei allen Texten, ob die wesentlichen Informationen fachlich korrekt sind. Recherchiere gegebenenfalls fragliche Punkte in Schulbüchern, im Internet oder in anderen geeigneten Quellen.	S	E	K 1.1 1.3	B
-----	---	---	---	-----------------	---

In Abhängigkeit vom Vorwissen der Lernenden sind unterschiedlich umfangreiche Recherchearbeiten nötig. Da sich die Texte teilweise stützen oder widerlegen, kann man mit einer

geschickten Vorgehensweise Arbeit sparen. Außerdem müssen nicht alle Informationen der Texte untersucht werden. Die Überprüfung sollte aber so umfangreich sein, dass die Entscheidung nachvollziehbar begründet ist.

Sind elektromagnetisches Spektrum sowie Modelle und Eigenschaften der elektromagnetischen Strahlung bekannt, so sind für Text 1 keine weiteren Recherchen notwendig.

Die drei anderen Texte orientieren sich weniger am klassischen Schulstoff und werden in der Regel ohne Recherche nicht sicher beurteilt werden können. Am schwierigsten sind Text 2 und 3 einzuschätzen, da hier viele Informationen geprüft werden müssen, die nicht allgemein bekannt sind und im Falle von Text 3 außerdem Quellen angegeben sind, die falsche Aussagen untermauern. Somit illustriert Text 3 das angestrebte Niveau und eignet sich nicht als Einstieg in die Überprüfung von Quellen.

Bei näherer Untersuchung der Quellen von Text 3 stellt sich allerdings schnell heraus, dass die aufgezählten Studien überwiegend ca. 20 Jahre alt sind und die Mehrzahl der Institutionen und Forschungsgruppen den Textaussagen klar widersprechen. Die Quellenangaben erleichtern die Überprüfung, wodurch den Lernenden der Wert eines Quellenverzeichnisses bewusst wird.

Zur Einschätzung von Text 4 bietet es sich aus zeitlichen Gründen an, dass man die auffallendsten „Fakten“ recherchiert. Da hier wahre Aussagen mit falschen und kaum überprüfbar Aussagen vermischt sind, ist der Zeitaufwand zur Überprüfung aller Informationen unangemessen hoch. Besonders leicht lassen sich die Inhalte überprüfen, die quantifiziert oder in Statistiken erhoben werden können. Betrachtet man beispielsweise die Goldmenge der deutschen Bundesbank wird schnell klar, dass in den Handys bei weitem nicht so viel Gold lagern kann. Dies bestätigt auch eine kurze Internetrecherche.

Anknüpfend an die vorherige Teilaufgabe und damit die Lernenden in Zukunft nicht alle Informationen recherchieren müssen, ist es möglich einen Kriterienkatalog aufzustellen, mit dem man die Glaubwürdigkeit von Quellen schnell überprüfen kann. Bewährt haben sich neben sprachlichen Aspekten (Rechtschreib-, Grammatikfehler, fehlerhafte Verwendung von Fachbegriffen, ...) insbesondere vollständig mögliche und korrekte Quellenangaben. Bei hochwertigen, glaubwürdigen Veröffentlichungen sind in der Regel Autoren und Erscheinungsdatum sowie weitere bibliografische Informationen auffindbar. Da es sich hierbei aber immer nur um Hilfen zur Orientierung handeln kann, sollte dies keinesfalls im Mittelpunkt der Teilaufgabe stehen.

**Lösungsbeispiel:**

Text 1: Eine Überprüfung mit dem Schulbuch zeigt, dass die Informationen korrekt sind.

Text 2: Eine ausführliche Recherche im Internet zeigt keine nennenswerten, inhaltlichen Fehler, sodass die Informationen korrekt sind.

Text 3: Eine Untersuchung der genannten Quellen und eine Recherche auf seriösen Seiten (z. B. Bundesamt für Strahlenschutz) zeigt, dass die Aussagen einseitig, umstritten, falsch und größtenteils widerlegt sind. Es wurden gezielt Einzelstudien zitiert, die vom wissenschaftlichen Konsens abweichen und in Wiederholungs- und Folgestudien nicht bestätigt werden konnten.

Mobilfunkstrahlung ist in einem Energie- und Wellenlängenbereich des elektromagnetischen Spektrums, der zu keiner Ionisation oder direkten Schädigung von Zellen ausreicht. Dazu müssen Energien aus dem UV-Bereich oder darüber vorliegen (vgl. Material 1). Einzig die thermische Wirkung auf Menschen gilt als gesichert. Angesichts der vorgegebenen Grenzwerte für Mobilfunkstrahlung ist die mögliche Leistungsaufnahme allerdings auf wenige Watt pro Kilogramm begrenzt. Dies entspricht in etwa normaler Muskelaktivität und führt aufgrund biologischer Kühlmechanismen zu einem Temperaturanstieg von maximal 1°C. Körperliche Schädigungen konnten im Tierexperiment aber erst bei langfristigen Temperaturerhöhungen von deutlich über 1 C beobachtet werden (vgl. BfS, 2023a).

Im Folgenden werden die einzelnen Absätze genauer diskutiert. Dies dient zur Information der Lehrkräfte und ist deutlich über dem erwartbaren Niveau der Bearbeitung durch Lernende, die lediglich eine weniger detaillierte Gesamtbeurteilung vornehmen sollen.

**Absatz 1: falsche/unvollständige Darstellung**

Die im Text angesprochene Warnung der WHO ist hier verfälschend wiedergegeben. Es handelt sich lediglich um eine Einstufung in die Gruppe 2B „möglicherweise krebserregend“. In dieser Gruppe werden fast 300 Substanzen gelistet, bei denen eine krebserregende Wirkung anhand von Studienergebnissen nicht völlig ausgeschlossen werden kann und weiter untersucht werden muss. Die Einstufung basiert auf Ergebnissen der REFLEX-Studie (siehe Absatz 5) sowie tierexperimentellen Studien, bei denen in vier von insgesamt 37 Untersuchungen gesundheitliche Schädigungen beobachtet wurden. Folgestudien wie z. B. das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramms konnten keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei Menschen nachweisen. Da Kleintiere, wie sie in Tierstudien verwendet werden, eine Körpergröße im Bereich der Wellenlänge von Mobilfunkstrahlung besitzen, ist es möglich, dass sie durch Resonanzeffekte besonders viel Leistung aufnehmen. Dadurch ist eine Übertragung der Ergebnisse von Tierstudien auf den menschlichen Körper im Energiebereich von Mobilfunkstrahlung problematisch und kann zu Fehleinschätzungen führen (BfS, 2023b).

**Absatz 2: fehlende Kausalität**

Wie zuvor bereits beschrieben, ist die Leistungsaufnahme des menschlichen Gewebes bei Einhaltung der Grenzwerte für Mobilfunkstrahlung so gering, dass der Temperaturanstieg begrenzt ist. Da durch die Abschirmung des Ohres allerdings der Energieaustausch mit der Umgebung beschränkt ist und das Ohr durch die Hand sowie die elektrischen Geräte (z. B. warmer Akku) teilweise sogar noch zusätzlich erwärmt wird, kann es zu den im Absatz genannten Beobachtungen kommen. Langfristige (mehr als 15 Jahre) gesundheitliche Auswirkungen sind nach aktuellem Stand weder ausgeschlossen noch belegt. Mobilfunkstrahlung ist aber keinesfalls die alleinige Ursache.

**Absatz 3: einseitige Darstellung**

Im elektromagnetischen Spektrum gehört Mobilfunkstrahlung in den Bereich der Mikrowellenstrahlung (vgl. Material 1) und ist damit nicht besonders energiereich. Durch die Formulierung

„sehr energiereich“ wird ein gewisses Gefahrenpotential angedeutet, dass aus physikalischer Sicht nicht gerechtfertigt ist. Betrachtet man außerdem die vollständige Autorenliste der zitierten Arbeiten, stellt man fest, dass diese weitestgehend übereinstimmen. Es handelt sich also keineswegs um mehrere Forschungsgruppen, die unabhängig voneinander gearbeitet haben, wie es im Text impliziert wird. Stattdessen werden mehrere Veröffentlichungen der gleichen Gruppe zitiert und so der Eindruck vermittelt, die Aussagen wären wissenschaftlicher Konsens. Aufgrund der genannten Veröffentlichungen wurden mehrere Experimente zur Überprüfung durchgeführt. So konnte beispielsweise im Jahr 2008 in einer Doktorarbeit an der LMU München kein Einfluss auf die Blut-Hirn-Schranke nachgewiesen werden (vgl. Hettenbach, 2008). Zum gleichen Ergebnis kamen drei Forschungsgruppen, die im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprojekts Auswirkungen auf die Blut-Hirn-Schranke untersuchten (vgl. Strahlenschutzkommission, 2011).

#### Absatz 4: teilweise falsche Kausalität

Durch die Verknüpfung der Absätze wird suggeriert, dass die Blut-Hirn-Schranke aufgrund der Temperaturerhöhung beeinflusst wird. Wie im vorherigen Absatz beschrieben, wird in der deutlichen Mehrheit der Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet kein Einfluss auf die Blut-Hirn-Schranke beobachtet. Ein kausaler Zusammenhang zur thermischen Wirkung ist somit auch nicht gegeben.

Anders ist dies bei der Spermienproduktion. Hier gilt es als gesichert, dass höhere Temperaturen im Bereich der Hoden die Anzahl der Spermien reduziert. Laut Bundesamt für Strahlenschutz ist bei eingehaltenen Grenzwerten die thermische Wirkung durch absorbierte Mobilfunkstrahlung aber zu gering. Einzig durch die zusätzliche Abwärme der Geräte ist eine entsprechend starke Temperaturerhöhung denkbar, was allerdings nicht belegt ist. Gesichert ist aber, dass die Spermienanzahl nur Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit einer Befruchtung hat und nicht wie im Text beschrieben auf die Gesundheit des ungeborenen Kindes. Dies wird im Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm auch in Tierversuchen bestätigt (vgl. BfS, 2022a).

#### Absatz 5: fehlerhafte/widerlegte Forschungsarbeit

Zur REFLEX-Studie haben sowohl das Bundesamt für Strahlenschutz als auch die Medizinische Universität Wien sowie renommierte Medien im Nachgang kritische Betrachtungen veröffentlicht, die auf das fehlerhafte Vorgehen näher eingehen. Im umfangreichen Forschungsprojekt wurde der Einfluss von Mobilfunkstrahlung auf menschliche Zellen durch zwölf Forschungsgruppen untersucht (vgl. BfS, 2006). Dabei wurde von einer Forschungsgruppe der Medizinischen Universität Wien der im Text genannte Zusammenhang zwischen Strahlung und Zellschädigung vermeldet. In der Folge wurden Vorgehen und Ergebnisse der Gruppe näher untersucht und es wurden Fälschungsvorwürfe laut, die in verschiedenen Gerichtsprozessen verhandelt wurden. Demnach handelt es sich zwar um keine absichtliche Fälschung, aber aufgrund von methodischen Schwächen zumindest um eine fehlerhafte Forschungsarbeit (vgl. Rat für Wissenschaftsethik der Medizinischen Universität Wien. (2008). Da die Ergebnisse von anderen Forschungsteams nicht reproduziert werden konnten, gelten die entsprechenden Teile der REFLEX-Studie mittlerweile als widerlegt (vgl. Dworschak, 2008).

#### Absatz 6: unklare Studienlage und Vereinfachung

Bei der erwähnten Arbeit von Lennart Hardell handelt es sich um eine Metastudie aus dem Jahre 2007, die elf Forschungen aus verschiedenen Ländern zusammenfasst. Der im INDEPENDENT erschienene Artikel von Geoffrey Lean hat genau diese Studie zum Thema und ist kein zusätzlicher Beleg. In der Metastudie werden Personen betrachtet, die mehr als zehn Jahre ein Mobiltelefon nutzten. Dabei wurde eine Zunahme von Gliomen (Hirntumore von Gliazellen) und Akustikusneurinomen (Tumore des Hör- und Gleichgewichtsnervs) festgestellt.

Eine Studie untersuchte daraufhin 2012, ob die Anzahl der Erkrankungen tatsächlich aufgrund der Verbreitung von Mobiltelefonen zunahm, konnte dies jedoch nicht bestätigen (vgl. Little, 2021). Die INTERPHONE-Studie konnte ebenfalls bei vier Tumorarten (u. a. Gliom und Akustikusneurinom) keinen Einfluss durch Mobilfunkstrahlung finden, weswegen beispielsweise das Bundesamt für Strahlenschutz zu weiteren Studien rät (BfS, 2022b). Es zeigt sich, dass die Datenlage zur Beurteilung eines erhöhten Krebsrisikos nach wie vor problematisch ist. Da noch kein konkreter Wirkmechanismus gefunden wurde und Krebserkrankungen mit großer Verzögerung nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auftreten, ist die Feststellung eines eindeutigen Zusammenhangs weiterhin eine Herausforderung. Dies wird im Text aber nicht dargelegt, sondern nur die gewünschte Perspektive aufgegriffen.

Außerdem ist eine Zunahme der Mobilfunkstrahlung aufgrund von mehr Smartphones, Funkmasten und höheren Datenübertragungsraten nicht zwingend gegeben. Hier spielen die genauen Übertragungsstandards, die verwendeten Sendefrequenzen und insbesondere die Strahlungsleistungen eine wesentliche Rolle, auf die nicht weiter eingegangen wird. Mit dieser Vereinfachung wird die Gefahr unnötig aufgebauscht.

Text 4: Mehrere Informationen (z. B. Goldmenge, Sexverzicht, Sendeleistung, Datenmengen, ...) sind falsch, weswegen die Aussagen insgesamt nicht vertrauenswürdig sind.

Im Detail:

- ◆ Richtig: In Deutschland gibt es ungefähr doppelt so viele SIM-Karten wie Menschen (vgl. Statista, 2024).
- ◆ Richtig: Weltweit gibt es mehr Handys als Zahnbürsten (vgl. WELT, 2022).
- ◆ Falsch: Der häufigste Grund für ein defektes Smartphone ist der Sturz in die Toilette (vgl. Frederik, 2018).
- ◆ Richtig: Auf den Bildschirmen von Smartphones befinden sich mehr Bakterien als auf Toiletten (vgl. Bartens, 2016).
- ◆ Falsch: Laut einer Umfrage würden 90 % der Deutschen eher auf Sex verzichten als auf ihr Handy (vgl. Noo, 2018).
- ◆ Falsch: In allen Smartphones, die in Deutschland im Umlauf sind, ist mehr Gold verbaut als der Goldbestand der deutschen Bundesbank.  
Goldbestand deutsche Bundesbank: 3359 Tonnen (vgl. Beermann, 2022)  
Gold in Smartphones (ausrangiert): 3,57 Tonnen (vgl. der Spiegel, 2023)
- ◆ Richtig: In Europa wurden 5G Sendemasten zerstört, weil es Menschen gab, die sie für die Corona-Pandemie verantwortlich gemacht haben (vgl. Lohmann, 2020).
- ◆ Falsch: 5G Sendemasten strahlen mit ca. 20 bis 50 Watt nur einen Bruchteil der Strahlungsmenge ab wie Radiosender, die mehr als das 1000-fache erreichen (vgl. ETH Zürich, o. D.).
- ◆ Richtig: Handynutzung am Steuer ist eine der häufigsten Todesursachen im Straßenverkehr (vgl. Haberland, 2008).
- ◆ Falsch: Das übertragene Datenvolumen im Mobilfunk übersteigt die Datenmenge bei kabelgebundenen Anschlüssen um das 10-fache.  
Gesamtmenge 2021: 121 Milliarden GB  
Mobilfunk 2021: 6,7 Milliarden GB (vgl. RnD, 2023).

2.2	Entscheide begründet, ob die Texte für dein Erklärvideo relevant und als Informationsquelle geeignet sind sowie ob die Texte als Quellen für das Video ausreichen.	S	E	K 1.3	B
-----	--	---	---	----------	---

Die Entscheidung, ob die Texte für das Erklärvideo geeignet sind, hängt teilweise von der genauen Schwerpunktsetzung und dem vorhandenen Vorwissen der Klasse ab.

Text 1 ist nur dann im größeren Umfang relevant, wenn man den Schwerpunkt auf die physikalischen Eigenschaften der Mobilfunkstrahlung legt und im vorhergehenden Unterricht die zugehörigen Inhalte nicht behandelt wurden, was in der Regel nicht der Fall sein wird. Wenn die entsprechenden Inhalte im Unterricht jedoch noch nicht ausführlich behandelt wurden, ist der Text als Hintergrundinformation geeignet. Aufgrund des fehlenden Vorwissens wird die Aufgabe dadurch allerdings deutlich umfangreicher sowie zeitaufwändiger und würde K 1.1 stärker in den Fokus rücken. Dies ist nicht im Sinne der Aufgabenstellung.

Text 2 ist zweifellos der relevanteste der vorgegebenen Texte. Durch die kurze und verständliche Behandlung der historischen Entwicklung bekommt man einen guten Überblick über die Vergangenheit des Mobilfunks. Informationen, die zumindest einen Teil des zu erstellenden Erklärvideos sehr gut abdecken und damit gewinnbringend eingesetzt werden können. Obwohl der Text sehr gut zur Themenstellung des Erklärvideos passt, sollte zur Absicherung eine weitere Quelle gesucht werden, die die Inhalte bestätigt. Dies ist insbesondere deshalb ratsam, weil der Text offensichtlich kein wissenschaftlicher Artikel ist (vgl. Teilaufgabe 1.1).

Text 3 erweckt zwar mit vielen Fachbegriffen und den umfangreichen Quellenangaben einen seriösen Eindruck, eine Überprüfung der Inhalte zeigt jedoch, dass hier nicht die wissenschaftliche Mehrheit zur Sprache kommt (vgl. Teilaufgabe 2.1). Folglich ist dieser Text trotz des starken Bezugs zum Thema des Erklärvideos völlig ungeeignet.

Text 4 bietet einige interessante und bemerkenswerte Fakten, die man gegebenenfalls als Einstieg in das Erklärvideo nutzen könnte. Da aber auch hier eine Vielzahl der Informationen einer inhaltlichen Überprüfung nicht standhalten, ist auch dieser Text als Quelle letztlich ungeeignet.

Aus der vorherigen Ausführung wird deutlich, dass die sprachliche Gestaltung für die Nutzbarkeit nur ein Anhaltspunkt ist, aber im Gegensatz zu den inhaltlichen Aspekten klar zurückstehen muss. Eine Häufung an inhaltlichen Fehlern, wie sie in den Texten 3 und 4 vorkommen, sind ein Ausschlusskriterium für eine Quelle. Dies ist eine der wesentlichen Erkenntnisse dieser Aufgabe und eine Basis für die Kompetenz K 1.3.

Darüber hinaus können die Lernenden im Gruppengespräch oder beim Vergleich der Lösungen mit anderen Gruppen erkennen, dass es durchaus Quellen gibt, über deren Nutzen man geteilter Meinung sein kann. Neben Text 1, dessen Zweckmäßigkeit von Vorwissen und Schwerpunktsetzung abhängt, kann man auch über den Nutzen der zutreffenden Informationen aus Text 4 diskutieren. Aufgrund der zweifelhaften Qualität der Quelle und der damit verbundenen Überprüfung ist es aber sicherlich sinnvoller, gleich eine alternative, zuverlässigere Quelle zu verwenden. Folglich sind weitere Quellen für ein zielführendes Erklärvideo unumgänglich.

**Lösungsbeispiel:**

Text 3 und 4 sind für das Erklärvideo nicht relevant, da die Inhalte umstritten, falsch oder nicht belegbar sind (vgl. Teilaufgabe 2.1). Text 1 ist als Hintergrundinformation zu elektromagnetischer Strahlung hilfreich, bietet aber nur wenig konkrete Informationen zum Mobilfunk. Mit Abstand am besten ist Text 2 geeignet, da er keine nennenswerten Fehler aufweist und viele Informationen zur historischen Entwicklung des Mobilfunks gegeben werden. Da er aber die gesundheitlichen Auswirkungen nicht thematisiert, ist er nur für einen Teil des Erklärvideos hilfreich.

Folglich sind es zu wenig zielführende Informationen, um das Erklärvideo erstellen zu können. Deshalb sind weitere Recherchen und zusätzliche Quellen notwendig.

## 6 Quellenangaben

---

- ◆ Material 1: Copyright Text: IQB e. V. (2024). *Elektromagnetische Strahlung*. Lizenz: Creative Commons (CC BY). Volltext unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>
- ◆ Material 2: In Anlehnung an:
  - ◆ Wikipedia-Autoren. (2003, 8. April). *Mobiltelefon*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Mobiltelefon>
  - ◆ Wikipedia-Autoren. (2015, 12. Juni). *Zugpostfunk*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Zugpostfunk>
- ◆ Material 3:
  - ◆ Adlkofer, F. (2004, 2. Dezember). *Ergebnisse aus dem REFLEX-Projekt: Vortrag beim 7. Workshop "Elektromagnetische Felder in der Umwelt"*. <https://www.aerzte-und-mobilfunk.eu/wp-content/uploads/2014/08/reflexvortragdeutsch.pdf>
  - ◆ Eberhardt, J. L., Persson, B., Brun, A., Salford, L. & Malmgren, L. (2008). Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Electromagnetic biology and medicine* 27(3), S. 215-229. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18821198/>
  - ◆ Hardell, L. (2007). Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years. *Occupational and environmental medicine*, 64(9), S. 626-632. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2092574/>
  - ◆ Lean, G. (2007, 07. Oktober). Public health: The hidden menace of mobile phones. *Independent*. <https://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/health-news/public-health-the-hidden-menace-of-mobile-phones-5328557.html>
  - ◆ Nittby, H. et al. (2008). Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier. *Electromagnetic biology and medicine* 27(2), S. 103-126. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18568929/>
  - ◆ Salford, L. G. et al. (2003). Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environmental health perspectives* 111(7), S. 881-A408. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12782486/>
  - ◆ Schrader, C. (2011, 1. Juni). Weltgesundheitsorganisation: Krebsrisiko bei intensiver Handy-Nutzung. *Süddeutsche Zeitung*. <http://www.sueddeutsche.de/wissen/studie-der-weltgesundheitsorganisation-verdaechtige-handy-strahlung-1.1103987>
  - ◆ Zilbericht, A., Megnazi, Z. W., Sheinfeld, Y. & Grach, B. (2015, 18. Juni). Habits of cell phone usage and sperm quality: Does it warrant attention? *Reproductive BioMedicine Online*. [https://www.researchgate.net/publication/279460475\\_Habits\\_of\\_cell\\_phone\\_usage\\_and\\_sperm\\_quality\\_-\\_Does\\_it\\_warrant\\_attention](https://www.researchgate.net/publication/279460475_Habits_of_cell_phone_usage_and_sperm_quality_-_Does_it_warrant_attention)
- ◆ Material 4:
  - ◆ ETH Zürich. (o. D.). *Technik – Basisstationsantennen*. <https://www.emf.ethz.ch/de/emf-info/themen/technik/basisstationsantennen/sendestaerke-von-basisstationen>
  - ◆ FOCUS Online (2014, 11. Dezember). *Handy und Mobilfunk: 10 Fakten über Smartphones, die Sie noch nicht kannten*. [https://www.focus.de/digital/handy/handy-und-mobilfunk-10-fakten-ueber-smartphones-die-sie-noch-nicht-kannten\\_id\\_4337957.html](https://www.focus.de/digital/handy/handy-und-mobilfunk-10-fakten-ueber-smartphones-die-sie-noch-nicht-kannten_id_4337957.html)

- ◆ Wertgarantie. (o. D.). *Ratgeber Smartphone: 20 Fun Facts über Smartphones*. <https://www.wertgarantie.de/ratgeber/elektronik/smartphone/tipps-tricks/20-fun-facts-ueber-smartphones-wer-hats-gewusst>
- ◆ Bartens, W. (2016, 27. Dezember). Wie Japan Smartphones keimfrei bekommen will. *Süddeutsche Zeitung*. <https://www.sueddeutsche.de/panorama/japan-wisch-und-weg-1.3309777>
- ◆ Beermann, J. (2022, 21. September). Das Gold der Deutschen. *Bundesbank*. <https://www.bundesbank.de/de/presse/reden/das-gold-der-deutschen-897330>
- ◆ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). (2006) *Stellungnahme zum Abschlussbericht des REFLEX Forschungsverbundes*. [https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201004211595/1/BfS\\_2006\\_Stellungnahme\\_Abschlussbericht\\_des\\_REFLEX\\_Forschungsverbundes.pdf](https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201004211595/1/BfS_2006_Stellungnahme_Abschlussbericht_des_REFLEX_Forschungsverbundes.pdf)
- ◆ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) (2022a, 28. Januar). *Beeinflusst die Handynutzung die männliche Fruchtbarkeit?* <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/berichte/berichte-mobilfunk/maennl-fruchtbarkeit.html>
- ◆ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). (2022b, 08. Dezember). *INTERPHONE-Studie findet kein erhöhtes Tumorrisiko durch Handynutzung – BfS rät weiterhin zur Vorsorge*. <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/berichte/berichte-mobilfunk/interphone.html>
- ◆ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). (2023a, 05. November). *Biologische Wirkungen hochfrequenter Felder durch Energieabsorption und Erwärmung*. <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-nachgewiesen/hff-nachgewiesen.html>
- ◆ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). (2023b, 05. November). *Einstufung hochfrequenter elektromagnetischer Felder durch die IARC*. <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/iarc/iarc.html>
- ◆ Der SPIEGEL. (2023, 16. Januar). *So viel Gold steckt in Deutschlands ungenutzten Handys*. <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/smartphone-und-handy-als-rohstoffquelle-wie-viel-gold-in-alten-geraeten-steckt-a-aa671510-6241-471d-9c05-fb16d97d08e7>
- ◆ Dworschak, M. (2008, 26. Mai). *Beim Tricksen ertappt*. SPIEGEL Wissenschaft. <https://www.spiegel.de/spiegel/a-555365.html>
- ◆ ETH Zürich. (o. D.). *Technik – Basisstationsantennen*. <https://www.emf.ethz.ch/de/emf-info/themen/technik/basisstationsantennen/sendestaerke-von-basisstationen>
- ◆ Frederik (2018, 6. März). *Die 3 häufigsten Smartphone Defekte*. kaputt.de. <https://blog.kaputt.de/die-3-haeufigsten-smartphone-defekte/>
- ◆ Haberland, M. (2017, 15. September). Der Tod tippt mit: Smartphone am Steuer ist Unfallursache Nummer Eins. *FOCUS Online*. [https://www.focus.de/auto/experten/haberland/ablenkung-am-steuer-smartphone-am-steuer-ist-unfall-ursache-nummer-eins\\_id\\_7598701.html](https://www.focus.de/auto/experten/haberland/ablenkung-am-steuer-smartphone-am-steuer-ist-unfall-ursache-nummer-eins_id_7598701.html)
- ◆ Hettenbach, N. (2008). *Einfluss chronischer elektromagnetischer Befeldung mit Mobilfunkstrahlen (GSM und UMTS) auf die Integrität der Blut-Hirn-Schranke von Ratten*. [https://e-doc.ub.uni-muenchen.de/8419/1/Hettenbach\\_Nina.pdf](https://e-doc.ub.uni-muenchen.de/8419/1/Hettenbach_Nina.pdf)

- ◆ Little M. P. et al. (2021, 03. Januar). Mobile phone use and glioma risk: comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States. *BMJ*. <https://www.bmj.com/content/344/bmj.e1147.long>
- ◆ Lohmann, S. (2020, 07. Juni). Großbritannien: Verschwörungsmythos – 5G-Netz schuld am Coronavirus? *Das Erste*. <https://www.daserste.de/information/politik-weltgeschehen/weltspiegel/grossbritannien-172.html>
- ◆ Noo. (2015, 08. Oktober). *Lieber Smartphone statt Sex!* Blick. <https://www.blick.ch/wirtschaft/so-handy-suechtig-sind-wir-lieber-smartphone-statt-sex-id3733323.html>
- ◆ Rat für Wissenschaftsethik der Medizinischen Universität Wien. (2008, 13. November). *Endbericht des Rates für Wissenschaftsethik der Medizinischen Universität Wien betreffend Publikationen über erbgutschädigende Wirkungen von Mobilfunkstrahlungen (Causa Alexander Lerchl gegen Elisabeth Diem/Kratochvil et al.)*. [https://izgmf.de/endbericht\\_wien.pdf](https://izgmf.de/endbericht_wien.pdf)
- ◆ Redaktionsnetzwerk Deutschland (RnD). (2023, 20. Mai). *Bundesnetzagentur: Datenverbrauch steigt weiter steil an*. <https://www.rnd.de/wirtschaft/datenverbrauch-steigt-weiter-an-275-gigabyte-pro-kopf-im-monat-MNUUPRVEXROTTJOQGYZQSNLQG4.html>
- ◆ Statista. (2024). *Anzahl der Mobilfunkanschlüsse (SIM-Karten) in Deutschland nach Mobilfunknetzbetreiber in den Jahren 1999 bis 2022*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/3618/umfrage/entwicklung-der-anzahl-von-sim-karten-in-deutschland-auf-jahresbasis/>
- ◆ Strahlenschutzkommission. (2011, 30. September). *Biologische Auswirkungen des Mobilfunks - Gesamtschau - Stellungnahme der Strahlenschutzkommission*. [https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2011/Mobilfunk\\_Gesamtschau.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2011/Mobilfunk_Gesamtschau.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- ◆ WELT. (2012, 23. Mai). *Weltweit gibt es mehr Handys als Zahnbürsten*. [https://www.welt.de/newsticker/dpa\\_nt/infoline\\_nt/computer\\_nt/article106368159/Die-Welt-zaeht-mehr-Handys-als-Zahnbursten.html](https://www.welt.de/newsticker/dpa_nt/infoline_nt/computer_nt/article106368159/Die-Welt-zaeht-mehr-Handys-als-Zahnbursten.html)