

# INFOBAUKASTEN MOBILFUNK 3/4 MOBILFUNK UND GESUNDHEIT



## BISHER IN DIESER REIHE ERSCHIENEN

<b>No. 156</b>	Infobaukasten Mobilfunk: Infrastruktur und Technik (2/4)	10/2020
<b>No. 156</b>	Infobaukasten Mobilfunk: Dialog und Kommunikation (1/4)	9/2020
<b>No. 155</b>	Insektenschutz in den Kommunen	9/2020
<b>No. 154</b>	Deutsche und Türkische Integrationskonzepte in Kommunen – Integration als gesamtgesellschaftlicher Auftrag	8/2020
<b>No. 153</b>	Kommunen gestalten Ernährung – Neue Handlungsfelder nachhaltiger Stadtentwicklung	1/2020
<b>No. 152</b>	Einsatz von Gasbussen im ÖPNV – Ein Beitrag zum Klimaschutz und zur Luftreinhaltung	9/2019
<b>No. 151</b>	EU-Beihilfenrecht in der kommunalen Praxis	6/2019
<b>No. 150</b>	Vielfalt leben – Anregungen und Praxisbeispiele für das Älterwerden und Teilhaben im Quartier	3/2019
<b>No. 149</b>	Wasser in der Stadt – Planungsinstrumente, Risikomanagementsysteme und Entwicklungskonzepte aus der BMBF-Fördermaßnahme ReWaM	1/2019
<b>No. 148</b>	Mobilfunk – Gestern-Heute-Morgen	6/2018
<b>No. 147</b>	Bezahlbaren Wohnraum schaffen – Kommunale Instrumente der Baulandmobilisierung	3/2018
<b>No. 146</b>	Genossenschaften und Kommunen – Erfolgreiche Partnerschaften	1/2018
<b>No. 145</b>	Elektromobilität bei kommunalen Nutzfahrzeugen – Einsatzfelder, Anwendungsbeispiele und vergaberechtliche Anforderungen	11/2017
<b>No. 144</b>	Auslaufende Konzessionsverträge – Ein Leitfaden für die kommunale Praxis – 3. Auflage	10/2017
<b>No. 143</b>	Kommunale Beleuchtung – wirtschaftliche, technische und rechtliche Rahmenbedingungen	9/2017
<b>No. 142</b>	Perspektiven des Breitbandausbaus – Ziele, Strategie, Technik	6/2017
<b>No. 141</b>	Veranstaltungen sicher machen – Kultur und Freizeit vor Ort schützen	6/2017
<b>No. 140</b>	WIR schaffen das! KOMMUNEN gestalten Integration – Rahmenbedingungen verbessern, Überforderung vermeiden, Bilanz 2016 und Ausblick 2017 der deutschen Städte und Gemeinden	1/2017
<b>No. 139</b>	Wasser, Abwasser, Energie – Übergreifende Lösungen und Modellvorhaben zur Integration der Infrastrukturen	1/2016
<b>No. 138</b>	Bundeswehr und Kommunen	11/2016
<b>No. 137</b>	Förderung des Radverkehrs in Städten und Gemeinden – Neuauflage 2016	6/2016
<b>No. 136</b>	Deutschland umbauen: Reformen umsetzen, Integration gestalten – Bilanz 2015 und Ausblick 2016 der deutschen Städte und Gemeinden	1-2/2016
<b>No. 135</b>	Kommunale Entwicklungszusammenarbeit	12/2015
<b>No. 134</b>	Szenario-Management für Städte und Gemeinden – Leitfaden und Anwendungsbeispiele	11-12/2015
<b>No. 133</b>	Starkregen und Hitzewellen: Die Stadt im Klimawandel fordert die kommunale Wasserwirtschaft heraus	11-12/2015

Diese und frühere Dokumentationen stehen im Internet unter [www.dstgb.de](http://www.dstgb.de) > Publikationen zum Download zur Verfügung.

## INHALT

<b>VORWORT</b>	<b>4</b>
<b>1. Elektromagnetische Felder</b>	<b>6</b>
Das elektromagnetische Spektrum	6 – 7
Elektromagnetische Felder des Mobilfunks	7
<b>2. Wie wird geforscht und bewertet?</b>	<b>8</b>
Versuche mit Zellkulturen (In-vitro-Studien)	9
Versuche an lebenden Organismen (In-vivo-Studien)	9
Humanstudien	10
<i>Experimentelle Studien</i>	10
<i>Epidemiologische Studien</i>	10
Wie wird der wissenschaftliche Kenntnisstand bewertet?	10 – 11
<b>3. Stand der Forschung zu öffentlich diskutierten Gesundheitsrisiken</b>	<b>12</b>
Krebs	13
Fortpflanzung, Schwangerschaft und Entwicklung	14
Elektromagnetische Hypersensitivität	14 – 15
Kognitive Leistungen	15
Hirnströme und Schlaf	15
Blut-Hirn-Schranke	16
Oxidativer Stress	16
<b>4. Einordnung des neuen Mobilfunkstandards 5G in den Gesundheitskontext</b>	<b>17</b>
<b>5. Bewertungen nationaler und internationaler Expertengremien</b>	<b>18</b>
ICNIRP (Internationale Strahlenschutzkommission)	18 – 19
WHO (Weltgesundheitsorganisation)	19
IARC (Internationale Agentur für Krebsforschung)	19 – 20
SCENIHR (Wissenschaftliches Komitee über sich abzeichnende und neue Gesundheitsrisiken)	20
SSK (Strahlenschutzkommission)	20 – 21
<b>6. Grenzwerte</b>	<b>22</b>
Die Grundlagen der Grenzwerte	23
Das Grenzwertkonzept	23 – 24
26. Verordnung zum Bundes-Immissionschutzgesetz	24 – 25
Sicherheit von mobilen Endgeräten	25 – 26
Warum gibt es unterschiedliche Grenzwerte in Europa?	27
<b>7. Stichworte im Faktencheck</b>	<b>28</b>
Die NTP-Studie	29
Die Ramazzini-Studie	30
IARC-Bewertung von Krebsrisiken	31
5G und Corona	32
Das Bienensterben	32
Das Insektensterben	33
5G Wissenschaftsappell	33
<b>Endnoten</b>	<b>34 – 35</b>
<b>Glossar</b>	<b>36 – 38</b>
<b>Weiterführende Informationsquellen</b>	<b>39</b>
<b>Impressum – Fotonachweis</b>	<b>41</b>



INTERNATIONALE UND NATIONALE FACHGREMIEN BETONEN FAST DURCHWEG, DASS AUF BASIS DES HEUTIGEN WISSENSSTANDES BEI EINHALTUNG DER GRENZWERTE KEINE GESUNDHEITSGEFAHREN VON MOBILFUNKFELDERN AUSGEHEN.

## VORWORT

Die Frage, ob elektromagnetische Felder des Mobilfunks die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können, wird seit vielen Jahren diskutiert. Internationale und nationale Fachgremien betonen fast durchweg, dass auf Basis des heutigen Wissensstandes bei Einhaltung der Grenzwerte keine Gesundheitsgefahren von Mobilfunkfeldern ausgehen, weder von solchen der Basisstationen noch von solchen der Endgeräte (Handys). Dennoch hält sich die Sorge vor möglichen Risiken in Teilen der Bevölkerung und hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten sowohl die Öffentlichkeit als auch die Wissenschaft immer wieder intensiv beschäftigt. Der weitere Ausbau der mobilen Infrastruktur sorgt in jüngster Zeit für erneuten Diskussionsstoff.

Wie wirken sich elektromagnetische Felder auf die Gesundheit aus? Welche gesicherten Erkenntnisse gibt es? Was ist noch nicht abschließend klar? Mit dieser Broschüre wollen wir einen Überblick zu den Themen elektromagnetische Felder, Forschung, Stand des Wissens zu Wirkungen von Mobilfunkstrahlung auf die Gesundheit sowie Grenzwerte liefern.



## Für Deutschland geltende Grenzwerte für Mobilfunkstationen

Frequenz	elektrische Feldstärke in V/m	Leistungsflussdichte in W/m <sup>2</sup>
700 MHz	36	3,5
800 MHz	38	3,9
900 MHz	41	4,6
1.800 MHz	58	9,0
2.600 MHz	61	10,0
3,4 – 3,7 GHz	61	10,0

## 1. ELEKTROMAGNETISCHE FELDER

Alle Funkdienste nutzen zur Informationsübermittlung elektromagnetische Felder. Die Felder werden technisch erzeugt und via Antennen abgestrahlt bzw. empfangen. Die Reichweite von Funkstrahlung hängt von der Frequenz und der Sendeleistung ab. Diese zwei Parameter sind auch für die biologische Wirkung entscheidend. Je höher die Frequenz, desto weniger gut durchdringt Mobilfunkstrahlung unser Gewebe, je stärker die Leistung, desto mehr Energie nimmt der Körper auf. Die im Mobilfunk eingesetzten elektromagnetischen Felder sind hinsichtlich Frequenz und Leistung vom Gesetzgeber so reguliert, dass keine technischen Störungen anderer Geräte und keine gesundheitlichen Probleme auftreten können.

Elektromagnetische Felder, wie sie der Mobilfunk nutzt, setzen sich aus elektrischen und magnetischen Feldern zusammen. Diese entstehen, wenn sich elektrische Ströme und Spannungen verändern und von Antennen abgestrahlt werden. Die Abstrahlung muss man sich als eine elektromagnetische Welle, die sich im Raum ausbreitet, vorstellen. Sie transportiert Energie und ist der Träger der zu übermittelnden Informationen.

Es gibt elektromagnetische Strahlung, die natürlichen Ursprungs ist, etwa das Sonnenlicht. Andere wird von technischen Geräten und Anlagen produziert, etwa bei Funkanwendungen. Generell gilt: Überall dort, wo Strom fließt, gibt es elektromagnetische Felder. Alle unsere elektrischen Haushaltsgeräte – z.B. der Elektroherd oder der Rasierapparat – produzieren, wenn sie eingeschaltet sind, elektromagnetische Felder. Was die Felder von Haushaltsgeräten von denjenigen von Handys unterscheidet, ist (neben einigen anderen Merkmalen) v.a. die Frequenz.

### Das elektromagnetische Spektrum

Die elektromagnetischen Felder können physikalisch nach ihrer Frequenz unterschieden werden. Die Frequenz gibt an, wie viele Male pro Sekunde eine Welle schwingt. Ist das einmal der Fall, beträgt die Frequenz 1 Hz. Ist das 1.000 Mal der Fall, handelt es sich um eine Welle von 1.000 Hz. Ordnet man alle Frequenzen von 0 Hz aufsteigend an, erhält man das elektromagnetische Spektrum. Es ist nach oben nahezu offen. Die Nutzung des Spektrums durch technische Anwendungen ist international und national detailliert geregelt. Häufig unterscheidet man (wenige) große Bereiche. So bezeichnet man etwa alle Frequenzen unterhalb einiger 1.000 Hz als niederfrequent (die Stromversorgung mit ihren 50 Hz zählt dazu). Alles was darüber liegt, nennt man hochfrequent, manchmal spricht man auch von Hochfrequenzstrahlung. Alle Funkanwendungen finden sich hier. Die obere

Grenze dieses Bereichs liegt bei einigen 100 Milliarden Hertz (gemäß internationaler Definition: 300 Milliarden Hertz oder 300 GHz). Darüber beginnt die optische Strahlung (Infrarot, sichtbares Licht, UV). Die Grenzen zwischen niederfrequent, hochfrequent und optisch sind physikalisch gesehen fließend.

Eine andere wichtige Einteilung des elektromagnetischen Spektrums ist diejenige in nicht-ionisierende und in ionisierende Strahlung. Damit ist gemeint, dass es Strahlung gibt, die so viel Energie besitzt, dass sie Moleküle chemisch verändern kann, indem sie ein Elektron aus einem Atomverbund herauszuschlagen vermag. (Diesen Vorgang nennt man Ionisierung). Handelt es sich dabei um Moleküle in Zellen, ist das gesundheitlich gefährlich.<sup>1</sup> Der Übergang von nicht-ionisierend zu ionisierend beginnt beim sichtbaren Licht. Das Ionisierungspotenzial der energiereichen UV-Strahlung ist bereits beträchtlich. Noch größer ist es im Bereich der Röntgenstrahlung und der Gammastrahlung. Je größer das Ionisierungspotenzial, desto gefährlicher ist das für Organismen. Funkanwendungen liegen viele Größenordnungen unterhalb der für eine Ionisierung nötigen Strahlungsenergie.

### Elektromagnetische Felder des Mobilfunks

Der Mobilfunk nutzt wie alle Funkanwendungen hochfrequente elektromagnetische Felder zur Übertragung von Sprache und Daten. Wie alle Wellen breiten sich auch Funkwellen im freien Raum mit Lichtgeschwindigkeit aus.

Mit zunehmender Distanz von der Quelle (z.B. einer Basisstationsantenne) werden die Signale schnell schwächer. Deshalb braucht es ein ganzes Netz von Sendeanlagen, um ein großes Gebiet mit einem ausreichend starken Signal versorgen zu können.

Der Mobilfunk nutzt recht unterschiedliche Frequenzen zur Informationsübertragung. Gegenwärtig sind es mehrere (national und international festgelegte) „Frequenzfenster“, die – ganz grob gesprochen – im Bereich zwischen 700 MHz und 4 GHz liegen. Mobilfunkfelder zeichnen sich aber nicht nur durch ihre Frequenz aus, sondern auch durch die Art, wie sie die zu übertragende Information kodieren und der Welle gewissermaßen „mitgeben“. Je nach Technologiestandard – 2G, 3G, 4G, 5G – ist diese sog. Modulationsform etwas anders. Ein Merkmal des technologischen Wandels und Fortschritts ist, dass immer mehr Informationen pro Sekunde übertragen werden können. Ob sich die zunehmend komplexen Signalformen in ihrer biologischen Wirkung unterscheiden, ist nicht abschließend geklärt. Hingegen ist bekannt, dass die Feldstärke (die Intensität eines Feldes) bedeutsam ist. Je höher die Feldstärke, desto relevanter ist es in biologischer Hinsicht. Mehr dazu in Kapitel 6.



## 2. WIE WIRD GEFORSCHT UND BEWERTET?



Die Forschung über biologische und gesundheitliche Wirkungen von Mobilfunkstrahlung ist seit 20 Jahren intensiv in Gang. Es gibt Versuche im Labor mit Zellen und Tieren, um mögliche Effekte der Strahlung nachzuweisen und zu verstehen. Auch Laborstudien mit Menschen – z.B. zur Wahrnehmung von Feldern oder zum Schlafverhalten – werden durchgeführt und medizinische Daten, die aus Befragungen oder Statistiken stammen, werden in sog. epidemiologischen Studien ausgewertet. Bei einer Gesamtbeurteilung der Sachlage werden alle diese Forschungsstränge berücksichtigt, wobei der Epidemiologie im Allgemeinen das größte Gewicht beigemessen wird, denn diese Daten beziehen sich auf die „reale“ Situation, nicht auf Laborbedingungen.

Das Thema Mobilfunk und Gesundheit hat in den vergangenen Jahren in der Wissenschaft an Bedeutung gewonnen. Vor allem die Frage, ob schwache elektromagnetische Felder einen negativen Einfluss auf die Gesundheit haben könnten, wird von der Forschung untersucht. Das Wissen über diese Frage, speziell im Zusammenhang mit dem Mobilfunk, ist heute viel umfassender als noch vor 20 Jahren. Der wesentliche Grund ist, dass neue Daten in der Folge häufig zu gezielteren Fragestellungen, verbesserten Studiendesigns und robusteren Erkenntnissen führen.

Die Fülle an Forschungsergebnissen wird periodisch zusammengefasst, um ein Gesamtbild über den Stand des Wissens

zu erhalten. Diese Arbeit wird in der Regel von Expertengremien vorgenommen, häufig im Auftrag einer nationalen Behörde oder einer internationalen Organisation wie der WHO (Weltgesundheitsorganisation der UNO) oder der EU. In Deutschland existiert zudem die Internet-Informationenplattform EMF-Portal der RWTH Aachen. Sie sammelt alle publizierten Studien und pflegt sie in eine Datenbank ein, die jede und jeder nutzen kann. Zudem fasst das Forschungsteam die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Studien thematisch zusammen. Das EMF-Portal hat einen Bestand von ca. 35.000 Publikationen und 7.000 Zusammenfassungen einzelner wissenschaftlicher Arbeiten zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder.<sup>2</sup> Politische Entscheidungsträger können jederzeit Einsicht in die bestehenden wissenschaftlichen Daten nehmen, um sachgerechte gesetzliche Rahmenbedingungen vorzuschlagen bzw. festzulegen.

Die heute verfügbaren Erkenntnisse kommen im Wesentlichen aus drei verschiedenen Forschungsansätzen: erstens aus In-vitro-Untersuchungen, das sind Zellstudien im Reagenzglas, zweitens aus In-vivo-Untersuchungen, das sind Studien an lebenden Organismen (Tierstudien), drittens aus Humanstudien, das sind Untersuchungen über und mit Menschen (epidemiologische Arbeiten und Laborexperimente). Humanstudien und Tierstudien bedürfen fast immer ethischer Prüfungen und behördlicher Einwilligungen, um durchgeführt werden zu können.

### Versuche mit Zellkulturen (In-vitro-Studien)

Als *in vitro* (lateinisch ‚im Glas‘) bezeichnet man biologische Studien, die außerhalb eines lebenden Organismus stattfinden, insbesondere im Reagenzglas oder in einer Petrischale. In-vitro-Versuche bieten den Vorteil des gezielten, überschaubaren und kontrollierbaren Experimentierens. Mit solchen Studien ist es am ehesten möglich, Wirkmechanismen schwacher hochfrequenter Felder (mit „schwach“ meint man Felder, deren Feldstärke – meist weit – unterhalb der Grenzwerte liegt) zu erkennen. Das Bundesamt für Strahlenschutz äußert sich zum Thema Wirkmechanismen wie folgt: „Wissenschaftlich diskutiert werden nach wie vor mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge nicht-thermischer Wirkungen unterhalb der Grenzwerte. Gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge nicht-thermischer Wirkungen im Bereich niedriger Intensitäten hochfrequenter Felder konnten allerdings bisher wissenschaftlich nicht belegt werden.“<sup>3</sup> Würde ein Wirkmechanismus durch In-vitro-Studien nachgewiesen, bedürfte es weiterer Abklärungen, um dessen Relevanz im lebenden Organismus zu verstehen.



### Versuche an lebenden Organismen (In-vivo-Studien)

Tierversuche – meist handelt es sich um Experimente mit Mäusen oder Ratten – werden eingesetzt, um die Wirkung (oder einen vermuteten Wirkmechanismus) von Strahlung auf den lebenden Organismus zu studieren. Gibt es überhaupt einen für den Organismus relevanten Effekt? Ab welcher Dosis? Sind es Kurzzeit- oder Langzeiteffekte? Solche und ähnliche Fragen können am Tiermodell beobachtet werden. Daraus lassen sich mögliche Risiken für den Menschen ableiten. Allerdings ist die Übertragung von Ergebnissen aus Tierversuchen auf den Menschen nie einfach. Gerade im Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung ist große Vorsicht geboten, weil Laborratten die Strahlung – bedingt durch ihre Körpergröße – vollkommen anders absorbieren als der Mensch. Diese sog. dosimetrischen Aspekte kommen zu den artspezifischen Unterschieden noch hinzu.





## Humanstudien

### Experimentelle Studien

Tests mit Menschen unter kontrollierten Laborbedingungen sind gut geeignet, um mögliche Kurzzeiteffekte zu untersuchen, beispielsweise ob schwache elektromagnetische Felder zuverlässig wahrgenommen werden können oder ob sie auf die Kognition (Denkleistung), auf das Schlafverhalten oder auf Hirnströme einen Einfluss ausüben – und, falls es solche Effekte gibt, ab welcher Dosis sie beobachtet werden. Solche Informationen können für die Festlegung von Grenzwerten relevant sein. Schwieriger sind experimentelle Studien zum Nachweis von möglichen Langzeitwirkungen, weil man Menschen kaum länger als einige Stunden kontrollierten Bedingungen aussetzen kann. Bei schlecht oder nicht kontrollierten Bedingungen ist es meist schwierig oder gar unmöglich, die Wirkung eines interessierenden Faktors (hier: ein elektromagnetisches Feld) nachzuweisen, weil der Einfluss der vielen anderen Umweltfaktoren unbekannt ist.

### Epidemiologische Studien

Die Epidemiologie untersucht die Verbreitung von Krankheiten in der Gesellschaft. Dabei interessieren auch die (möglichen) Ursachen und Folgen. Grundlage für epidemiologische Aussagen sind Statistiken. Die Daten können aus amtlichen Erhebungen stammen oder gezielt über Befragungen gesammelt werden. Es gibt unterschiedliche Studienansätze, die ihre Vor- und Nachteile haben. Robuste epidemiologische Daten sind die beste Grundlage für politische Entscheidungen, z. B. über Grenzwerte oder über Maßnahmen zur Eindämmung einer Krankheit.

Im Zusammenhang mit Mobilfunkstrahlung interessiert die Epidemiologen v. a. ein mögliches Langzeitrisiko, wegen des mobilen Telefonierens an einem Hirntumor zu erkranken. Dazu werden Daten zur Telefonnutzung und zu Hirntumorerkrankungen zusammengeführt. Das klingt einfach. Die Ableitung von robusten Aussagen ist jedoch sehr anspruchsvoll. So ist insbesondere die Exposition (die Strahlendosis) meist nur ungenau erfasst und Störfaktoren können oft nicht ausreichend gut berücksichtigt werden. Sodann reichen die Datensätze in vielen Fällen nicht so weit zurück, um zuverlässige Aussagen über Langzeitwirkungen zu machen, oder die untersuchten Krankheiten sind so selten (was bei einigen Hirntumorarten der Fall ist), dass zu wenige Fälle für eine klare Aussage vorliegen. Zuletzt sei noch darauf hingewiesen, dass epidemiologische Studien statistische Zusammenhänge zeigen, nicht aber Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge belegen. Für „wasserdichte“ Erkenntnisse müssen daher in-vitro, in-vivo und epidemiologische Daten gemeinsam interpretiert werden.

## Wie wird der wissenschaftliche Kenntnisstand bewertet?

Wir haben gesehen, dass es unzählig viele Studien zu biologischen und gesundheitlichen Fragen rund um den Mobilfunk gibt. Wie kann dieses heterogene Wissen sinnvoll zusammengefasst werden, um zu beurteilen, ob Mobilfunkstrahlung für den Menschen ein Risiko darstellt? In der Wissenschaft gibt es dazu einige Regeln, die eine solche sachliche Synthese sicherstellen sollen.

Zum einen muss die Bedeutung eines Befundes gewichtet werden. Grundsätzlich werden Ergebnisse aus Humanstudien stärker gewichtet als Ergebnisse aus Tierstudien oder aus Zellversuchen. Das kann so weit reichen, dass Daten aus überzeugenden Humanstudien ausreichen, um ein Risiko anzunehmen, auch wenn bestätigende Daten aus Tier- und Zellexperimenten fehlen.

Sodann wird die Robustheit der Daten berücksichtigt. Je mehr Arbeiten – idealerweise von verschiedenen Arbeitsgruppen – zu einem Effekt vorliegen, desto besser kann beurteilt werden, ob es den Effekt tatsächlich gibt oder ob er allein ein Zufallsergebnis ist. Ist ein Effekt nicht durch mindestens zwei unabhängig voneinander durchgeführte Studien von hoher wissenschaftlicher Qualität belegt worden, wird er in aller Regel nicht als erwiesen angesehen. Robuste wissenschaftliche Aussagen basieren meist auf vielen, einen Effekt belegenden Studien.

Eine dritte, oben bereits angesprochene Regel bezieht sich auf die wissenschaftliche Qualität. Studien von ungenügender Qualität sollten nicht berücksichtigt werden. Leider gibt es immer wieder solche Arbeiten. Im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern wurden in einer Analyse In-vitro-Studien hinsichtlich der Qualität der durchgeführten Experimente und der erhaltenen Befunde untersucht.<sup>4</sup> Insgesamt zeigte von etwa 500 Experimenten knapp ein Viertel einen biologischen Effekt aufgrund der Bestrahlung der Zellen. Dabei wurde festgestellt, dass es sich bei diesen Experimenten vorwiegend um solche von schlechter Qualität handelte. Von den Arbeiten, welche alle wissenschaftlichen Qualitätsanforderungen erfüllten, konnte keine einen Effekt nachweisen. Zum gleichen Ergebnis kam auch die neueste Arbeit, welche die Studienqualität berücksichtigt.<sup>5</sup>



Für die gesundheitliche Risikobeurteilung ist es schließlich wichtig, die Belastungen, denen Menschen im Alltag oder am Arbeitsplatz ausgesetzt sind oder sein können, mit einzukalkulieren. Wenn ein Effekt erst ab einer gewissen Dosis eintritt und diese Dosis im Alltag oder am Arbeitsplatz gar nicht vorkommt, dann ist der Befund gesundheitspolitisch wenig relevant. Trotz des wissenschaftlichen Nachweises einer Wirkung ist im Alltag kein gesundheitliches Risiko vorhanden.

Diese Regeln werden im Allgemeinen von Fachleuten, die den Stand des Wissens bewerten, eingesetzt, um möglichst objektive und sachgerechte Aussagen machen zu können. Die Bewertung von Studien zu ganzen Wissensgebieten werden in der Regel von Expertengruppen, die meist von nationalen oder internationalen Institutionen einberufen sind (manchmal konstituieren sie sich auch selber) durchgeführt. Wichtige Beispiele im Bereich der elektromagnetischen Felder sind die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK), die Expertengruppe der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die internationale Strahlenschutzkommission (ICNIRP).

Die Bewertung von Forschungsergebnissen durch Gremien und Ausschüsse mit einem Kollektiv an Wissenschaftlern stellt sicher, dass einzelne Fehlbeurteilungen erkannt und mögliche unterschiedliche Einschätzungen sachlich diskutiert und – idealerweise – beigelegt werden können. Weil die Gruppierungen immer aus Fachleuten aus allen relevanten Spezialgebieten zusammengesetzt sind, ist gewährleistet, dass Detaildiskussionen inhaltlich kompetent und up-to-date geführt werden.

## INFO

Fachgremien entscheiden unter Einbeziehung aller wissenschaftlichen Positionen und Argumente und unabhängig von externen Interessen. So ist weitgehend sichergestellt, dass der Wissensstand kritisch und datengestützt beurteilt wird. Die Bewertungen einiger wichtiger Gremien (WHO, IARC, SCENIHR, ICNIRP und SSK) sind in Kapitel 5 zusammenfassend dargestellt.





### 3. STAND DER FORSCHUNG ZU ÖFFENTLICH DISKUTierten GESUNDHEITSRISIKEN

Der Stand der Forschung wird regelmäßig von Expertengremien, die meist mit international anerkannten Fachleuten aus allen relevanten Forschungsgebieten besetzt sind, beurteilt. Die Auswahl und Bewertung der Daten folgt dabei definierten wissenschaftlichen Standards. Die meisten Gremien kommen zu demselben Schluss: Aus den vorliegenden Forschungsergebnissen können keine gesundheitlichen Risiken von Mobilfunkstrahlung, welche die geltenden Grenzwerte einhält, belegt werden. Das gilt mit sehr hoher Sicherheit für akute Wirkungen. Für endgültige Aussagen zu möglichen langfristigen, chronischen Wirkungen ist die Datenlage noch zu dünn. Es gibt aber kaum überzeugende wissenschaftliche Hinweise auf solche Wirkungen, was gesundheitspolitisch erfreulich ist.

Ganz generell lässt sich sagen, dass die allermeisten Expertengremien übereinstimmend zum Schluss kommen, dass bei Einhaltung der Grenzwerte eine sichere Nutzung der Mobilfunktechnologie gewährleistet ist. Unterhalb der Grenzwerte gibt es keine wissenschaftlich nachgewiesenen gesundheitlichen Schäden. Dennoch ist – wie fast überall im Leben – nicht alles und jedes bis ins Detail abgeklärt. Deshalb existiert weiterer Forschungsbedarf, vor allem hinsichtlich möglicher Langzeiteffekte. Auch die Frage, ob Kinder empfindlicher auf Mobilfunkfelder reagieren als Erwachsene, ist noch nicht abschließend geklärt.

Nicht kontrovers ist im Hochfrequenzbereich die thermische Wirkung bzw. deren gesundheitliche Risiken.<sup>6</sup> Daran orientiert sich die Grenzwertsetzung. Die Energie von hochfrequenten Feldern wird vom Gewebe absorbiert und in Wärme umgesetzt. Das kann den Organismus gesundheitlich belasten oder, bei extremer Erwärmung, schädigen. Die Grenzwerte sind so festgelegt, dass die absorbierte Energie in jedem Fall gesundheitlich unproblematisch ist.

Teilweise kontrovers diskutiert wird in Teilen der Fachöffentlichkeit und generell in der Bevölkerung die Frage, ob hochfrequente Felder unterhalb der thermisch definierten Grenzwerte die Gesundheit beeinträchtigen könnten. Dabei wird angenommen, dass es gesundheitlich relevante Effekte gibt, die nicht auf Erwärmung zurückzuführen sind. Diese Effekte werden häufig als athermisch oder nicht-thermisch bezeichnet.

Unabhängig von der Terminologie geht es hier ganz generell um vermutete oder denkbare Wirkungen schwacher Strahlung unterhalb der geltenden Grenzwerte.<sup>7</sup>

Am stärksten interessiert sich die Wissenschaft dabei für das Krebsrisiko, Einbußen des allgemeinen Wohlbefindens, Hirnströme, den Schlaf, das Blutbild, kognitive Leistungen, Hormone und die Blut-Hirn-Schranke. Eine kommentierte Zusammenstellung von in jüngerer Zeit veröffentlichten

Publikationen zu diesen und weiteren Themen findet sich zum Beispiel in einer Publikation von 2019 der Forschungsgemeinschaft Strom und Mobilkommunikation (FSM) an der ETH Zürich.<sup>8</sup>

Im Folgenden listen wir den Wissensstand zu ausgewählten, in der Öffentlichkeit häufig diskutierten gesundheitlichen Fragen im Zusammenhang mit Mobilfunk.

#### Krebs

Das vielleicht am meisten interessierende Thema in der Forschung zu möglichen gesundheitlichen Risiken von elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks ist ihr Bezug zu Krebserkrankungen. Der Begriff Krebs bezeichnet die unkontrollierte Vermehrung und das wuchernde Wachstum von Zellen, das heißt eine bösartige Gewebeerneuerung (maligne Neoplasie) bzw. einen malignen (bösartigen) Tumor. Die allermeisten Studien im Zusammenhang mit Mobilfunk untersuchten dabei Hirntumore, denn während eines Telefonats ist in erster Linie der Kopf durch die Felder der Antenne des Handys oder der Basisstation exponiert. Es ist deshalb naheliegend, dass das Forschungsinteresse Krebserkrankungen im Kopf- und Nackenbereich gilt.

Unstrittig ist, dass weder hochfrequente noch niederfrequente Felder stark genug sind, um Atome und Moleküle direkt zu verändern (zu ionisieren) und damit Gewebe so zu schädigen, dass Krebs entstehen kann. Dazu bedarf es sehr energiereicher Strahlung wie der UV-, Röntgen- oder Gammastrahlung. Untersucht wird allerdings, ob es indirekte Effekte gibt, welche das Krebsrisiko erhöhen könnten, etwa indem körpereigene Reparaturmechanismen, die dafür sorgen, dass Zellen auf dem Krebspfad eliminiert werden, gestört werden. Klare Belege dafür gibt es nicht.<sup>9</sup>

Die jüngeren epidemiologischen Studien und die zusammenfassenden Analysen der veröffentlichten Daten (sog. Metaanalysen) geben heute ein insgesamt entwarnendes Bild.<sup>10</sup> Daten, die Hinweise auf eine mögliche Risikoerhöhung zeigen, sind u.a. erklärbar mit der massiv besseren Krebsdiagnostik verglichen mit der Situation vor Einführung der Mobilfunktechnologie (heute kann Krebs dank der bildgebenden Verfahren von Magnetresonanz- und Computertomographie in einem früheren Stadium und auch häufiger erkannt werden).

Dieses Gesamtbild entspricht im Wesentlichen den Resultaten der im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms durchgeführten Forschungsvorhaben, die sich der Frage nach Krebserkrankungen im Zusammenhang mit Mobilfunk widmen.<sup>11</sup>

Über einen möglichen Zusammenhang zwischen Krebsrisiko und der Exposition gegenüber Feldern von Basisstationsantennen liegen ebenfalls Studien vor. Das bevölkerungsbezogene Krebsregister Bayern untersuchte 2005 die Frage, ob sich die Häufigkeit von Krebsneuerkrankungen in Gemeinden mit Mobilfunkbasisstation von der Erkrankungsrate in Gemeinden ohne Sender unterscheidet (Mayer 2006).<sup>12</sup> Über 177.000 Einwohner aus 48 bayerischen Gemeinden wurden in der Analyse berücksichtigt. Die Krebsneuerkrankungsrate in Gemeinden mit Mobilfunkbasisstationen war nicht erhöht. Das Erkrankungsalter war ebenfalls nicht unterschiedlich zwischen Gemeinden mit und ohne Sender.

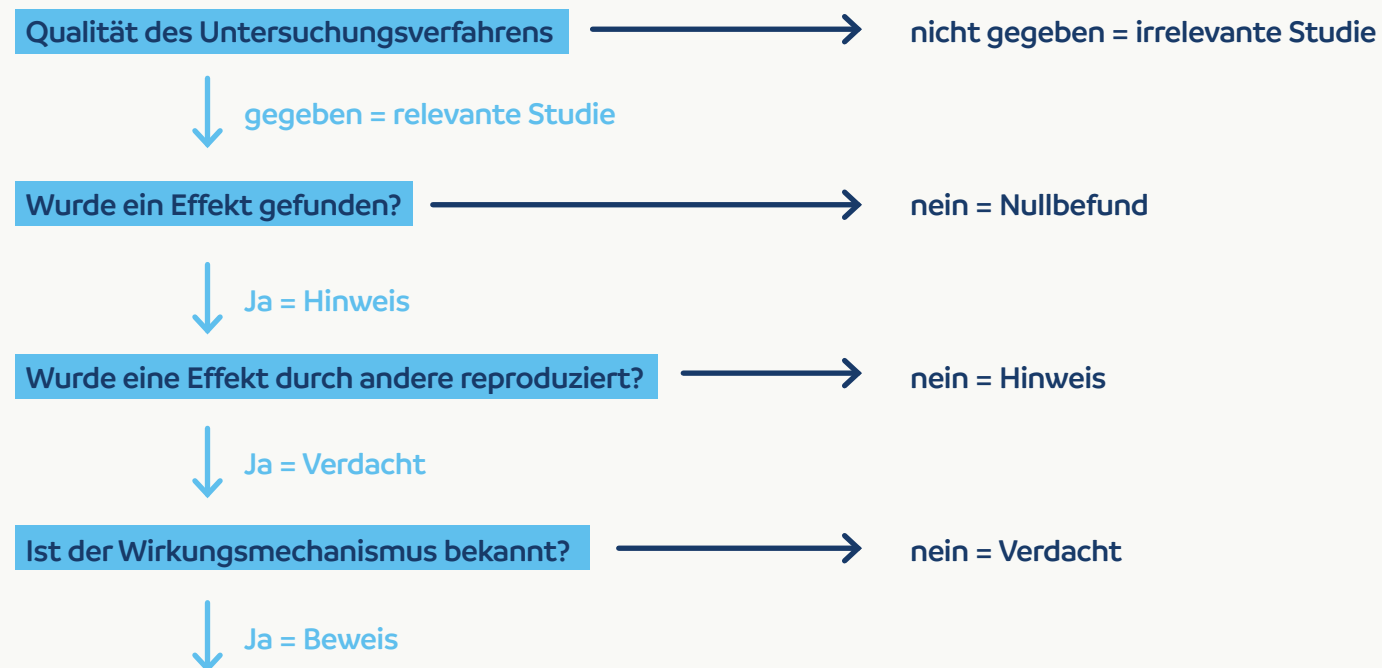
#### Fazit

Aus den heute verfügbaren Studien zum Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern von Basisstationen und Mobiltelefonen und der Häufigkeit von Krebserkrankungen, lässt sich keine Risikoerhöhung überzeugend belegen. Zu diesem Urteil kommen u.a. auch die WHO und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS).





## Evidenznachweis nach BfS



### Fortpflanzung, Schwangerschaft und Entwicklung

Es liegen keine klaren Hinweise vor, dass Mobilfunkstrahlung die Fruchtbarkeit negativ beeinflussen würde. Die Studienlage ist jedoch nicht befriedigend. Ein abschließendes Urteil kann nicht gegeben werden, weil zu wenige Humanstudien von guter Qualität, insbesondere was die Expositionsabschätzung anbetrifft, vorliegen. Gleiches gilt für die Embryonalentwicklung. Hierzu gibt es primär Tierstudien. Diese liefern in der Mehrzahl keine Evidenzen für negative Wirkungen auf die Entwicklung.<sup>13</sup>

Das BfS beschreibt den Sachverhalt wie folgt: „Das menschliche Fruchtbarmen häufig und zunehmend beeinträchtigt ist und dies mit der modernen Lebensweise zu tun hat, ist bekannt. Handys und die davon ausgehenden elektromagnetischen Felder werden in diesem Zusammenhang seit etwa 20 Jahren intensiv untersucht. In einigen Studien zeigt sich, dass die Fruchtbarkeit von intensiven Handynutzern vermindert ist – der ursächliche Zusammenhang mit Feldern ist aber nicht nachgewiesen. Vielmehr scheint die Lebensweise insgesamt die Ursache zu sein. Die Exposition der Hoden ist auch dann, wenn beim Telefonieren das Handy in der Hosentasche getragen wird, so gering, dass keine gesundheitsrelevanten thermischen Wirkungen zu erwarten sind.“ Das BfS verfolgt das Thema Fruchtbarkeit regelmäßig und veröffentlicht den aktuellen Kenntnisstand im Internet.<sup>14</sup>

Eine umfassende Literaturübersicht wurde 2014 erstellt. Da das Thema wissenschaftlich nicht abschließend geklärt ist, lässt das BfS aktuell am Fraunhofer Institut für Toxikologie und experimentelle Medizin (ITEM), Hannover, ein systematisches Review erstellen.

### Elektromagnetische Hypersensitivität

Als Elektromagnetische Hypersensitivität (EHS) bezeichnet man unspezifische Symptome – dazu gehören u.a. Kopfschmerzen, Schlafprobleme, Unwohlsein und Konzentrationsstörungen – deren Ursache Betroffene in der Mobilfunkstrahlung und/oder anderen elektromagnetischen Feldern sehen.<sup>15</sup> Ein kausaler Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und solchen Beschwerden kann wissenschaftlich nicht belegt werden.

Da mit hoher Wahrscheinlichkeit ein ursächlicher Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und den Beschwerden elektrosensibler Personen ausgeschlossen werden kann und die wirklichen Ursachen des Leidens medizinisch nicht bekannt sind, spielt die subjektive Überzeugung, dass die Symptome durch die Strahlung verursacht werden, eine große Rolle.<sup>16</sup> In der Forschung wird auch darauf hingewiesen, dass der sog. Nocebo-Effekt für die Beschwerden verantwortlich sein kann. Der Effekt ist das Gegenteil des bekannten Placebo-Effekts: Bei diesem führt die Hoffnung auf eine Heilung (meist im Zusammenhang mit der Einnahme eines Medikaments) zu einer Linderung der Symptome, auch wenn das Medikament keine Wirkstoffe enthält. Beim Nocebo-Effekt bewirkt die Sorge über eine negative Wirkung (auch wenn es diese nicht gibt), dass die Person Symptome entwickeln kann oder bestehende Symptome sich verstärken und/oder zu chronischen Einbußen des Wohlbefindens führen.

Eine aktuelle Übersicht zum Thema EHS gibt der wissenschaftliche Bericht der französischen Behörde ANSES.<sup>17</sup> Von der WHO wird elektromagnetische Hypersensitivität in der aktuellen internationalen Krankheitsklassifikation (ICD-10-GM-2020) nicht als medizinisches Krankheitsbild geführt.

Bei Beschwerden von elektrosensiblen Personen können Ärzte medizinische (Differential)-Diagnostik anwenden. Zur vertieften Abklärung der Beschwerden können insbesondere Ärzte mit umweltmedizinischer Spezialisierung oder auch umweltmedizinische Ambulatorien (z. B. an den Unikliniken) aufgesucht werden.

### Kognitive Leistungen

Eine Reihe jüngerer Studien hat die Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf das Denkvermögen (sog. kognitive Funktionen) untersucht. Mehrere Arbeiten kommen zum Schluss, dass die Felder physiologisch messbare Effekte haben können. Eine erst jüngst erschienene Arbeit hat eine gesundheitlich negative Wirkung protokolliert.<sup>18</sup> Der Befund stützt sich allerdings auf wenige Personen und ist unbestätigt. Bei den meisten Arbeiten, die sich mit Mobiltelefonen als Strahlungsquelle beschäftigt haben, konnte kein ursächlicher Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und der Beeinflussung der kognitiven Leistung nachgewiesen werden. Dass die Telefon- bzw. Bildschirmnutzung unser Denken und Verhalten beeinflusst, ist bekannt. Daten dazu finden sich etwa in einer kürzlich veröffentlichten großen Studie.<sup>19</sup>

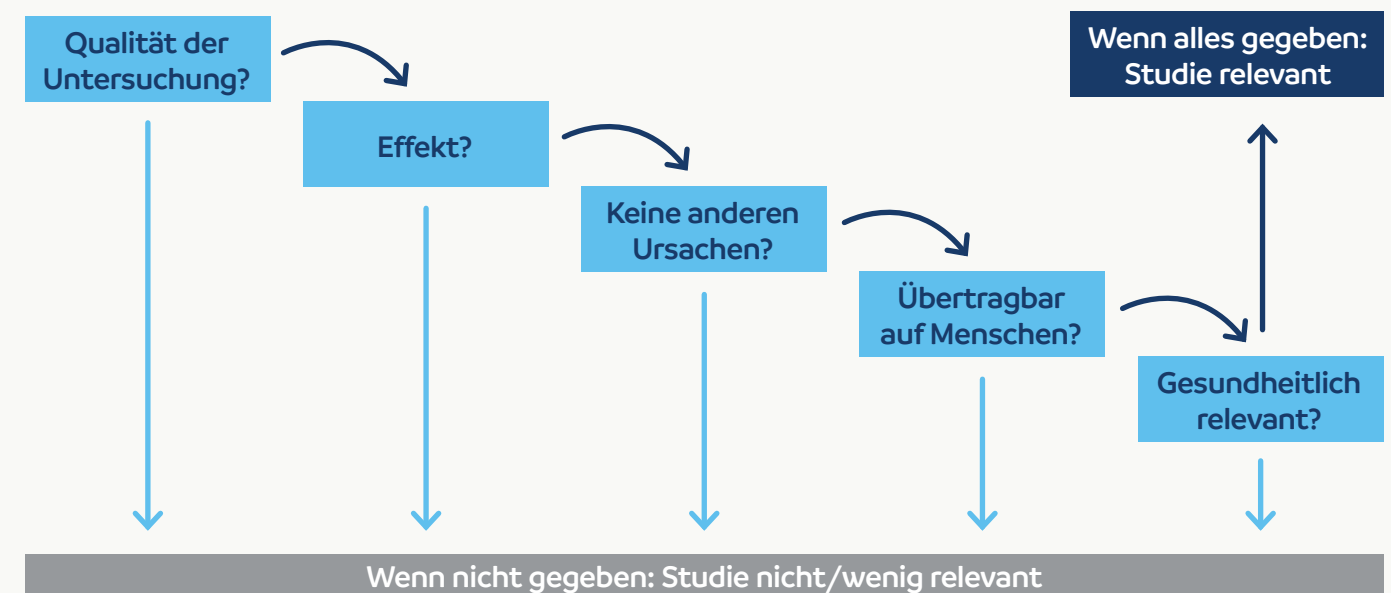
### Hirnströme und Schlaf

Mit der Elektroenzephalographie (EEG) können die elektrischen Aktivitäten der Hirnrinde (Cortex) aufgezeichnet werden. Es ist naheliegend, mit Hilfe des EEG mögliche Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf das Gehirn zu studieren. Weil das EEG während des Schlafs typische Muster zeigt, die recht gut reproduzierbar sind, kommt das EEG auch bei Schlafstudien im Labor sehr häufig zum Einsatz. Mit ihm können objektive Schlafparameter erfasst werden, in Ergänzung zur subjektiven Schlafempfindung, welche Probanden z. B. nach dem Aufwachen festhalten.



Mehrere Studien zeigen eine Beeinflussung des EEG durch Mobilfunkstrahlung. Es ist einer der wenigen, vergleichsweise gut – aber nicht abschließend – belegten Wirkungen von Mobilfunkstrahlung auf den Menschen. Es handelt sich dabei um einen physiologischen Effekt. Eine allfällige gesundheitliche Bedeutung ist nicht bekannt. Es wurden weder negative Symptome, noch Einbußen des Wohlbefindens oder eine verminderte Schlafqualität festgestellt. Insgesamt gesehen sind die Studien, die sich dem Schlafverhalten widmen, entwarnend: Objektive Schlafparameter werden durch Mobilfunk- oder WLAN-Strahlung kaum beeinflusst und die subjektive Schlafqualität zeigt in der überwiegenden Mehrheit der Arbeiten ebenfalls keine Veränderungen. In einigen Studien konnten Schlafprobleme auf die Mobiltelefonnutzung zurückgeführt werden (lange Gerätenutzung, Blaulichtexposition).<sup>20</sup>

## Relevanz von wissenschaftlichen Studien zur Bewertung von Gesundheitseffekten





### Blut-Hirn-Schranke

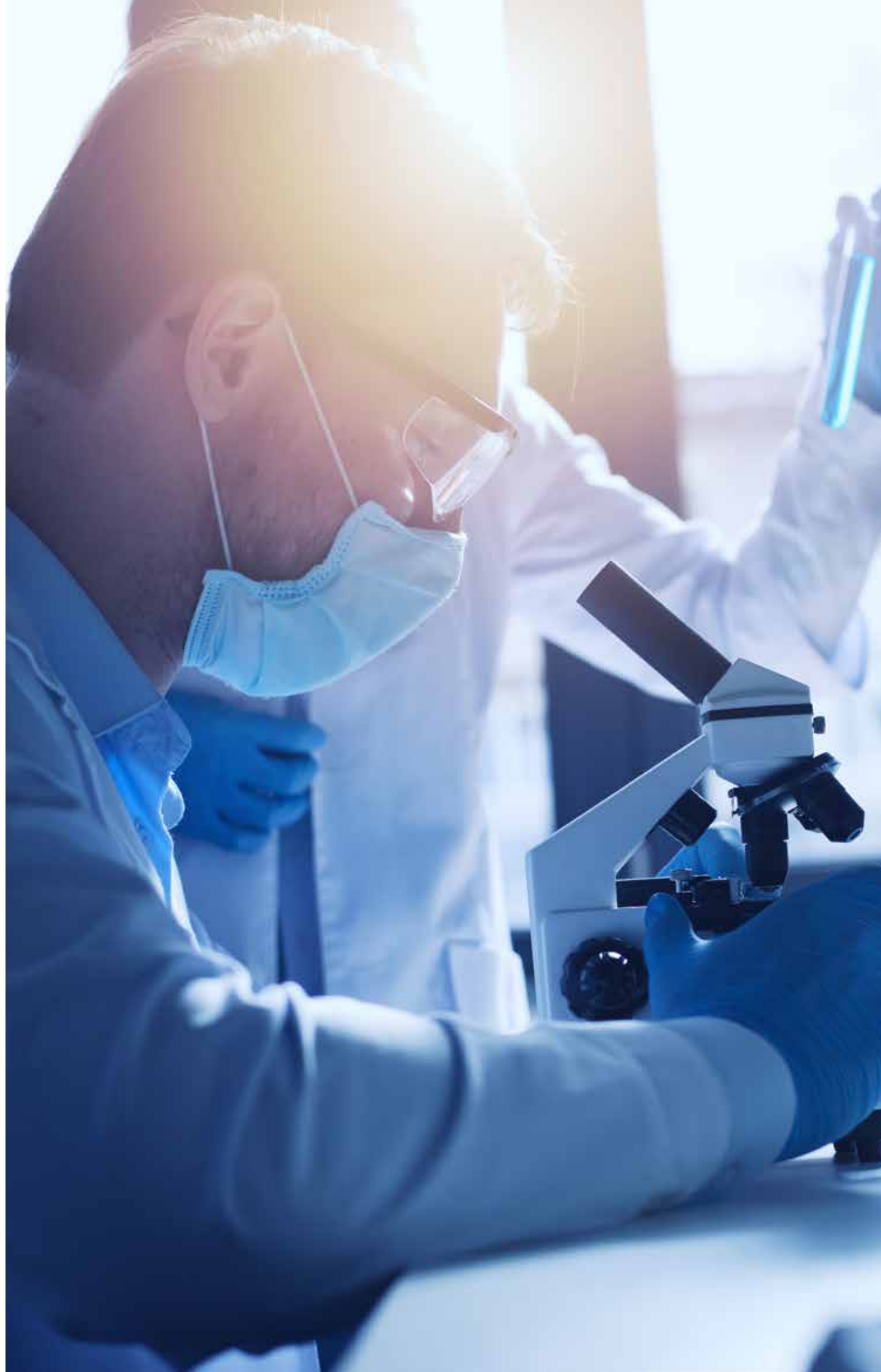
Die Blut-Hirn-Schranke ist ein Gewebe, das als Membran dient, um den Stoffwechsel zwischen dem Blutsystem und dem zerebralen Nervengewebe zu regulieren. Insbesondere verhindert es den Übertritt von Krankheitserregern und toxischen Stoffen aus dem Blut ins Gehirn. Falls diese wichtige Schranke durch Mobilfunkstrahlung verändert würde, hätte das gravierende gesundheitliche Folgen. Deshalb wurden Studien, v.a. Tierstudien, zu diesem Thema durchgeführt. Die Resultate geben Entwarnung.<sup>21</sup> Es ist höchst unwahrscheinlich, dass Mobilfunkstrahlung einen Effekt auf die Blut-Hirn-Schranke hat.

### Oxidativer Stress

In den letzten Jahren wurde in den Medien vermehrt über den sog. oxidativen Stress berichtet. Dabei werden unter anderem Arzneimittel, eine unausgewogene Ernährung, ein ungesunder Lebensstil (Stress, Bewegungsmangel, Rauchen, Alkohol), Krankheiten, schädliche Umwelteinflüsse (Herbizide, Schwermetalle, Ozon), UV-A- und UV-B-Strahlung sowie Mobilfunk als mögliche Ursachen benannt.

Dem liegt die Annahme zugrunde, dass der oxidative Stress die Zellen so verändert, dass mehr Stoffe mit oxidativer Wirkung – insbesondere sog. ROS (reaktive Sauerstoffspezies) – produziert werden als ohne diesen Einfluss. Bekannt ist, dass zu viel (oder zu wenig) ROS gesundheitlich nachteilig sein kann. Allerdings ist es so, dass zellinterne Reparaturmechanismen oxidative Schäden recht effizient beheben.

Das BfS fasst hinsichtlich der elektromagnetischen Felder den Wissensstand wie folgt zusammen: „Zellstress oder oxidativer Stress wird seit vielen Jahren als möglicher Wirkmechanismus elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder postuliert. Ein wissenschaftlicher Nachweis hierfür liegt aber nicht vor, da die Ergebnisse aus wissenschaftlichen Studien in Bezug auf ihre Qualität und Aussagekraft sehr inkonsistent sind.“<sup>22</sup> Eine zuverlässige Interpretation, ob und wie relevant die Befunde für die menschliche Gesundheit sind, ist gegenwärtig nicht möglich, da keine entsprechenden Wirkungsketten bekannt sind. Hier besteht Forschungsbedarf.<sup>23</sup> Um eine Beurteilung der Relevanz von oxidativem Stress aus strahlenschutztechnischer Sicht vorzunehmen, hat das BfS eine detaillierte Aufarbeitung und Bewertung der wissenschaftlichen Literatur beauftragt.<sup>24</sup>



## 4. EINORDNUNG DES NEUEN MOBILFUNKSTANDARDS 5G IN DEN GESUNDHEITSKONTEXT

Die Diskussion um mögliche gesundheitliche Risiken von 5G wird in der Öffentlichkeit und insbesondere in den sozialen Medien intensiv und kontrovers geführt. Aus technischer und wissenschaftlicher Sicht sind jedoch die Unterschiede zwischen 4G und 5G recht klein. Die Strahlungsleistungen unterscheiden sich kaum und werden durch die bestehenden Grenzwerte geregelt. Die aktuell im kommerziellen 5G-Ausbau verwendeten Frequenzen liegen im bereits heute genutzten Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Auch die Art der Informationskodierung (Modulationsform) ist schon lange im Einsatz (WLAN, 4G). Die heutigen Forschungserkenntnisse haben also auch für 5G weitgehend Gültigkeit. Ein Forschungsbedarf zeichnet sich jedoch für zukünftige 5G-Frequenzen im zweistelligen GHz-Bereich ab. Da ist die heutige Datenlage noch dünn.

Laut Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) sind die vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zu den Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den Menschen auch für den 5G-Standard grundsätzlich anwendbar.<sup>25</sup> Denn: Aus strahlenbiologischer Sicht sind für biologische Wirkungen die Intensität, die Frequenz und – möglicherweise – die Signal- bzw. Modulationsform der Strahlung relevant. Intensität und Frequenz werden von den Grenzwerten limitiert und sind auch für 5G bindend. Die Signalform ist fast identisch mit derjenigen von 4G und von WLAN, welche schon viele Jahre im Einsatz sind. Was zusätzlich zählt: 5G reduziert die Exposition der Menschen, weil der Standard effizienter ist. Dieselbe Datenmenge, die übermittelt werden soll, erfordert mit 5G eine wesentlich kürzere Expositionsdauer als mit 2G, 3G oder 4G.<sup>26</sup>

Die in den vorstehenden Kapiteln referierten Forschungserkenntnisse können daher zu einem großen Teil auf den 5G-Standard übertragen werden. Nach Aussage des BfS sind durch den heutigen Betrieb der 5G-Mobilfunktechnik bei Einhaltung der Grenzwerte keine gesundheitsrelevanten Wirkungen auf den Menschen zu erwarten.<sup>27</sup>

Für die Versorgung kleinerer Areale können unter 5G optional auch höhere Frequenzen ab 20 Gigahertz mit gleichzeitig sehr geringer Reichweite eingesetzt werden. In Bezug auf diese (zukünftige) Nutzung im Zentimeter- und Millimeterwellenbereich liegen allerdings weniger Untersuchungsergebnisse vor als in den heute genutzten Frequenzbereichen. Zwar erwartet das BfS in diesem Frequenzbereich nach aktuellem wissenschaftlichem Kenntnisstand keine negativen Effekte, dennoch sind die biologischen Wirkungen elektromagnetischer Felder bei diesen Wellenlängen vergleichsweise weniger gut untersucht. Hier gibt es noch entsprechenden Forschungsbedarf. In verschiedenen Studien lässt deshalb das BfS mögliche Auswirkungen zukünftiger 5G-Expositionen auf die Bevölkerung untersuchen.<sup>28</sup>



## 5. BEWERTUNGEN NATIONALER UND INTERNATIONALER EXPERTENGREMIEN

Auf internationaler Ebene und in den meisten Ländern existieren Expertengremien, welche die aktuelle Forschung beobachten und die Wissensfortschritte einschätzen und bewerten: Gibt es überzeugende neue Daten? Machen diese bislang unsichere Resultate robuster? Müssen bestehende Einschätzungen korrigiert werden? Die wichtigsten Fachkommissionen, die solche Fragen im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern beantworten, wurden einberufen von der WHO, der Internationalen Krebsforschungsagentur IARC, der Europäischen Kommission und der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung ICNIRP. Auf nationaler Ebene ist die Strahlenschutzkommission SSK eingesetzt. Alle diese Gremien kommen zur fast identischen Gesamteinschätzung: Mobilfunkstrahlung wie wir ihr im Alltag ausgesetzt sind, ist mit großer Sicherheit kein gesundheitliches Risiko.

Zahlreiche renommierte Gremien wie die Weltgesundheitsorganisation WHO, die Internationale Strahlenschutzkommission (ICNIRP), die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) und weitere mit dem Strahlenschutz befasste Organisationen sichten und bewerten regelmäßig die verfügbaren wissenschaftlichen Daten aus der Mobilfunkforschung.

Dabei werden primär Ergebnisse, die in Zeitschriften mit einem Peer-Review-System veröffentlicht werden, berücksichtigt. Diese Ergebnisse werden generell als zuverlässiger erachtet als solche, die in Zeitschriften ohne wissenschaftliche Vorprüfung publiziert sind. Ferner wird bei qualitativ guten Literaturbewertungen auch geschaut, ob eine gefundene Wirkung von anderen Forschergruppen bestätigt werden konnte und ob die Wirkung von gesundheitlicher Bedeutung ist.

Wir referieren im Folgenden in aller Kürze die Gesamteinschätzungen von fünf wichtigen Kommissionen zum Stand des Wissens über gesundheitliche Wirkungen von Mobilfunkstrahlung. Die teilweise enorm detaillierten Darstellungen können in den Originalberichten nachgelesen werden.

### ICNIRP (Internationale Strahlenschutzkommission)

Die ICNIRP ist eine internationale Vereinigung von WissenschaftlerInnen, die sich um den Schutz der Menschen vor gesundheitlichen Risiken elektromagnetischer Felder kümmern. Sie beurteilt regelmäßig den Stand der Forschung und formuliert Grenzwertempfehlungen. In ihrer aktuellsten Empfehlung (März 2020) hat sie die bislang geltenden

Grenzwerte bestätigt. Die neue Empfehlung deckt auch höhere Frequenzen ab, u. a. die Frequenzbänder, die zukünftig für 5G-Mobilfunk verwendet werden sollen. Mehr unter: <https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>

Im Rahmen einer 7-jährigen Evaluation wurde das geltende Schutzkonzept für Hochfrequenzfelder (100 kHz bis 300 GHz) überprüft. Das Expertengremium der ICNIRP hat hierzu die verfügbare wissenschaftliche Literatur gesichtet, auf mehreren Fachworkshops mit internationalen Experten diskutiert sowie eine öffentliche Online-Konsultation durchgeführt.<sup>29</sup> Mit der Ergebnis-Veröffentlichung in der renommierten Fachzeitschrift Health Physics wurde der Gesamtprozess abgeschlossen.<sup>30</sup> Aus Sicht der ICNIRP sind unterhalb der empfohlenen Grenzwerte keine gesundheitlich negativen Wirkungen wissenschaftlich belegt. Teilweise wurden physiologische Effekte beobachtet. Es sind jedoch keine gesundheitlichen Wirkungen dieser Effekte bekannt.

Die ICNIRP-Empfehlungen fließen u. a. auch ein in die Arbeit der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Internationalen Fernmeldeunion (ITU), der Europäischen Union (EU) und vieler nationaler Institutionen. Bisher folgten die deutschen Grenzwerte den Empfehlungen der ICNIRP.

### WHO (Weltgesundheitsorganisation)

Die WHO veröffentlicht seit vielen Jahren Monografien zu Umweltrisiken („Environmental Health Criteria Monographs“). Zu solchen Risiken zählt die UNO-Organisation auch elektromagnetische Felder. Hochfrequente Felder hat die WHO zuletzt 1993 beurteilt. Die Neuevaluation ist schon lange in Arbeit und überfällig. Ein ausführliches Arbeitsdokument wurde in eine öffentliche Konsultation gegeben.<sup>31</sup> Zu wichtigen Themen veröffentlicht die WHO auch Faktenblätter, so etwa im Oktober 2014 das „Factsheet 193“ zu Mobiltelefonen (WHO 2014b).

Die WHO betont, dass die relevante Wechselwirkung von Hochfrequenzfeldern mit dem menschlichen Körper auf der Energieabsorption beruht. Die Absorption erfolgt hauptsächlich in der Haut und den oberflächennahen Geweben. Dabei ist die Temperaturerhöhung, etwa im Gehirn, bei Einhaltung der Grenzwerte gering und gesundheitlich unproblematisch. Auch ist die WHO der Auffassung, dass Mobilfunkfelder auf das EEG, kognitive Funktionen, Schlaf, Puls oder Blutdruck keine gesundheitlich negativen Effekte ausüben.

Hinsichtlich Elektrosensibilität (EHS) gibt es laut WHO aus der Forschung keine Hinweise auf eine kausale Beziehung zwischen Exposition und Symptomen. Langzeiteffekte, die im Zusammenhang mit Mobilfunk diskutiert werden, drehen sich vorrangig um ein mögliches Krebsrisiko, insbesondere um Hirntumore im Zusammenhang mit der Nutzung von Mobiltelefonen. Weder die Ergebnisse aus Tierversuchen noch die Resultate der INTERPHONE-Studie deuten auf ein

erhöhtes Risiko hin. Eine Ausnahme sind die Daten zu Vieltelefonierern. Diese zeigen eine erhöhte Gliomhäufigkeit, sind aber statistisch nicht robust, weil sie auf teilweise sehr geringen Fallzahlen beruhen.

Hier verweist die WHO auch auf die IARC (siehe unten), die im Jahr 2011 aufgrund der unsicheren Daten zu den Vieltelefonierern hochfrequente elektromagnetische Felder als „möglicherweise krebserregend“ (Gruppe 2B) eingestuft hat.

### IARC (Internationale Agentur für Krebsforschung)

Die zur Weltgesundheitsorganisation gehörende IARC beurteilt u. a. chemische, biologische und physikalische Einwirkungen auf den Menschen hinsichtlich ihres Krebspotenzials. In regelmäßigen Abständen publiziert sie Monografien zum Stand des Wissens über bekannte oder in Verdacht stehende kanzerogene (Synonym: karzinogene) Agenzien. Das Ziel dieser Monografien ist, die untersuchten „Stoffe“ hinsichtlich der Krebsgefahr für den Menschen wissenschaftlich zu klassifizieren.

Alle Einstufungen der IARC betreffen das Potenzial, also das grundsätzlich mögliche Risiko (im englischen „hazard“ genannt). Das reale Risiko hängt dagegen von der Dosis ab, die u. a. durch technische Anwendungen und/oder durch gesetzliche Vorgaben wie Grenzwerte limitiert ist oder werden kann. Die Klassifikation der IARC ist weltweit anerkannt und begründet oft nationale oder internationale politische Maßnahmen.

#### Die Systematik umfasst fünf Stufen:

- 1 = karzinogen
- 2A = wahrscheinlich karzinogen
- 2B = möglicherweise karzinogen
- 3 = nicht eingestuft
- 4 = wahrscheinlich nicht karzinogen

Im Jahr 2011 hat die IARC hochfrequente elektromagnetische Felder der Gruppe 2B („möglicherweise krebserregend“) zugeordnet (IARC 2011b). Dabei bezog sich die Einschätzung auf die Strahlung von Mobiltelefonen, nicht von Basisstationen. Handys exponieren den Menschen auch bei Einhaltung der Grenzwerte stärker als die Mobilfunkbasisstationen.



Die Bewertung der IARC kam zum inhaltlichen Schluss, dass es keinen Nachweis für ein erhöhtes Tumorrisiko durch hochfrequente EMF gibt. Allerdings kann mit den vorliegenden Daten eine Verbindung zwischen Handynutzung und Krebsentwicklung nicht definitiv ausgeschlossen werden. Aufgrund dieser Unsicherheit wurde die Einstufung in die Gruppe 2B vorgenommen. Dies bedeutet in den Worten des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), dass es begrenzte Hinweise, aber keinen Nachweis für eine krebserregende Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den Menschen gibt. Neuere Metaanalysen von epidemiologischen Studien stützen diese Sicht und sind tendenziell entwarnend (siehe Abschnitt „Krebs“ weiter oben). Auch in den offiziellen altersstandardisierten Krebsstatistiken zeigt sich kein Anstieg der Fälle, was zu erwarten wäre, wenn die Strahlung tatsächlich ein Risikofaktor wäre.

Aufgrund des großen öffentlichen Interesses an der Mobilfunkthematik und der recht vielen Studien, die in den letzten 10 Jahren publiziert worden sind (und die Wissenslage verbesserten), will die IARC ihre Risikobeurteilung aktualisieren. Ein Ergebnis ist allerdings nicht vor 2024 zu erwarten.

#### **SCENIHR (Wissenschaftliches Komitee über sich abzeichnende und neue Gesundheitsrisiken)**

Das EU-Beratungsgremium SCENIHR (heute nennt sich das Gremium SCHEER - Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks) hat mehrfach zu möglichen

Einflüssen elektromagnetischer Felder auf die menschliche Gesundheit Stellung genommen (SCENIHR 2009, 2015a, 2015b). In ihrer Stellungnahme vom März 2015 bestätigt SCENIHR die frühere Einschätzung, dass auf Basis der aktuellen wissenschaftlichen Forschungsergebnisse keine gesundheitsschädigende Wirkung von EMF unterhalb der Grenzwerte bekannt ist. Das gilt für fast alle in der Forschung untersuchten Wirkungen, insbesondere auch für EHS (Electromagnetic Hypersensitivity). Einzig bei EEG-Studien finden sich mehrfach Hinweise auf einen physiologischen Effekt und bei Krebsstudien im Zusammenhang mit Mobiltelefonen (siehe oben). Betreffend Krebs sei die Sachlage aber unsicher und viele Studien würden den Zusammenhang nicht bestätigen. Dabei stellt SCENIHR fest: „Die Häufigkeit der entsprechenden Tumore hat sich seit der Einführung der Mobiltelefone nicht erhöht.“<sup>32</sup>

#### **SSK (Strahlenschutzkommission)**

Die Strahlenschutzkommission ist ein Beratungsgremium des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Neben radioaktiver Strahlung kümmert sie sich auch um Expositionen gegenüber elektromagnetischen Feldern. Die SSK hatte im Jahr 2011 eine Gesamtbewertung der Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogramms (DMF) veröffentlicht. Sie stellt darin fest: „Die Ergebnisse des DMF zeigen, dass die ursprünglichen Befürchtungen über gesundheitliche Risiken (des Mobilfunks, Anm. d. R.) nicht bestätigt werden konnten.

Es haben sich durch die Forschungsergebnisse des DMF auch keine neuen Hinweise auf bisher noch nicht bedachte gesundheitliche Auswirkungen ergeben. In Übereinstimmung mit anderen internationalen Gremien (ICNIRP 2009, WHO 2011) kann festgestellt werden, dass die den bestehenden Grenzwerten zugrunde liegenden Schutzkonzepte nicht in Frage gestellt sind.“<sup>33</sup>

Die durchgeführten Forschungsprojekte konnten jedoch nicht alle Fragen zu möglichen biologisch-medizinischen Wirkungen schwacher Mobilfunkstrahlung endgültig klären. Die SSK fordert deshalb weitere Forschung, insbesondere hypothesengeleitete Ansätze.

Die SSK sieht keine hinreichende Evidenz für die Kanzerogenität von Mobilfunkfeldern und kommt damit zu einer anderen Bewertung als die IARC, welche von „möglicherweise kanzerogen“ spricht. In Bezug auf andere Effekte sind die Einschätzungen der SSK ähnlich denjenigen von SCENIHR oder ICNIRP: Es gibt keine verlässlichen Belege für gesundheitliche Risiken, auch nicht hinsichtlich des Wohlbefindens (EHS). Bestehenden unsicheren oder kontroversen Befunden – etwa betreffend neurodegenerativer Erkrankungen – sollte mit weiterer Forschung nachgegangen werden. Hinsichtlich möglicher Risiken von 5G hat die SSK eine Beurteilung in Aussicht gestellt.

## **Stichwort „Wissenschaftliche Bewertungskategorien“**

### **Hinweis**

Für die Einordnung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes im Hinblick auf mögliche gesundheitliche Risiken werden folgende Definitionen verwendet: Ein wissenschaftlicher Hinweis liegt vor, wenn Ergebnisse einen Zusammenhang zwischen einer Gesundheitsbeeinträchtigung und dem Einwirken elektromagnetischer Felder zeigen, diese aber nicht durch unabhängige Untersuchungen anderer Forschergruppen reproduziert wurden und keine nachprüfbar physikalisch/biologische Erklärung für einen entsprechenden Zusammenhang existiert.

### **Verdacht**

Von einem wissenschaftlich begründeten Verdacht auf eine Gesundheitsbeeinträchtigung wird ausgegangen, wenn die Ergebnisse mehrerer wissenschaftlicher Untersuchungen einen solchen Zusammenhang reproduzierbar zeigen, es aber keine wissenschaftlich fundierte Erklärung gibt, die das Vorliegen eines ursächlichen Zusammenhanges ausreichend begründet.

### **Beweis**

Ein wissenschaftlicher Beweis für einen Zusammenhang zwischen einer Gesundheitsbeeinträchtigung und einer Exposition durch elektromagnetische Felder liegt vor, wenn mehrere unabhängige Forschergruppen in wissenschaftlichen Studien diesen Zusammenhang reproduzierbar zeigen konnten und ein physikalisch/biologischer Mechanismus für das Vorliegen eines kausalen Zusammenhangs spricht.

Quelle: Broschüre zum Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit







## 6. GRENZWERTE

Wenn ein Stoff oder eine Emission oberhalb einer medizinisch und wissenschaftlich bekannten Dosis gesundheitlich schädlich ist, werden Grenzwerte für den Stoff definiert, welche dafür sorgen, dass Menschen dieser Dosis nicht ausgesetzt sein können. Die bei elektromagnetischen Feldern medizinisch und wissenschaftlich bekannte Gefährdung ist die Erwärmung des Körpers bzw. von Gewebe. Bei (massiven) Übererwärmungen können gesundheitliche Schäden auftreten. Die Grenzwerte verhindern das zuverlässig. Die bei uns gültigen Grenzwerte gelten mit meist nur leichten Abweichungen auch in den meisten anderen Ländern der Welt. Nur vorstellbare, aber wissenschaftlich nicht belegte Wirkungen im sog. nicht-thermischen Bereich werden bei der Grenzwertsetzung nicht berücksichtigt.

Um zu garantieren, dass von elektromagnetischen Feldern von Antennenanlagen, Handys, Smartphones oder Tablet-Computern keine Gefahren ausgehen, hat der Gesetzgeber verbindliche Grenzwerte für den Schutz der Gesundheit festgelegt. Die Grenzwerte basieren auf dem aktuellen Forschungsstand.

Grenzwerte werden dabei nicht willkürlich festgelegt, sondern auf der Grundlage belegter gesundheitlicher Effekte ermittelt. Sie sind so festgelegt, dass keine gesundheitlich bedeutsamen Belastungen auftreten können. Die relevanten Schwellenwerte beziehen sich dabei auf die sensiblen Bevölkerungsgruppen wie Senioren oder Kinder. Beim Mobilfunk wird als Beurteilungsmaßstab möglicher Gefährdung die vom Körper absorbierte Energie der einstrahlenden Funkfelder genommen. Sie ist die einzige wissenschaftlich anerkannte und belegte Wirkung mit gesundheitlicher Relevanz. Andere Wirkungen werden diskutiert, sind aber nicht robust belegt oder die gesundheitliche Bedeutung ist nicht gegeben, etwa wenn es sich um rein physiologische Effekte handelt.

### Die Grundlagen der Grenzwerte

Das physikalische Maß für vom Gewebe absorbierte Energie ist die sog. Spezifische Absorptionsrate SAR. Sie wird in Watt pro Kilogramm Gewebe angegeben. In welchem Ausmaß der Körper hochfrequente Feldenergie aufnimmt, hängt von sehr vielen Faktoren ab und ist nicht einfach zu ermitteln. Neben der Leistung der Strahlung sind Gewebeparameter (v. a. die elektrische Leitfähigkeit) sowie geometrische Verhältnisse (Körpergröße im Vergleich zur Wellenlänge der Strahlung oder Körperposition im Vergleich zum Einfallswinkel der Strahlung) entscheidend.

Die SAR ist nicht für alle Frequenzen (gleichermaßen) relevant. Für die heute im Mobilfunk eingesetzten Wellenlängen ist sie jedoch – salopp gesprochen – das Maß aller Dinge. Für sehr hohe Frequenzen oberhalb von einigen GHz verliert sie an Bedeutung, denn die Wellenlängen sind dann so kurz, dass die Energie fast ausschließlich in der Haut absorbiert wird und nicht mehr in tieferliegenden Körpergeweben. Um oberflächliche Übererwärmungen oder gar Hauterwärmung abzuwenden, wird anstelle der SAR die Strahlungsdichte (definiert als Leistungsflussdichte in Watt pro Fläche, häufig  $m^2$ ) als Maßstab genommen.

### Das Grenzwertkonzept

Die von der ICNIRP empfohlenen und von der EU adoptierten Grenzwerte für Hochfrequenzstrahlung haben zum Ziel, die Erwärmung der Körpergewebe durch Funkstrahlung un-

terhalb gesundheitlich problematischer Grenzen zu halten. Die wissenschaftliche Basis, um das sicherzustellen, ist komplex: Das Grenzwertkonzept berücksichtigt sowohl langfristige Expositionen (ein Radiosender etwa strahlt ohne Unterbrechung dauernd) als auch sehr kurzfristige (beispielsweise Radarimpulse wie bei der Geschwindigkeitsmessung von Fahrzeugen). Sodann wird auch zwischen lokaler und Ganzkörperexposition unterschieden. Eine Sendeanlage wie eine Basisstation bestrahlt den ganzen Körper, ein Mobiltelefon dagegen primär die Körperteile, die nahe beim Gerät liegen – wenn man mit dem Gerät am Ohr telefoniert also die Hand, die das Gerät hält und den Kopf. Sodann wird auch die Sensitivität unterschiedlicher Gewebe und Körperteile berücksichtigt. Für das Gehirn gelten restriktivere Limite als beispielsweise für die Muskelgewebe der Extremitäten.

All das basiert auf wissenschaftlichen und medizinischen Daten und Erkenntnissen. Dort, wo die verfügbaren Daten noch nicht absolut robust sind, werden Werte genommen, die den größtmöglichen Schutz gewährleisten. Dazu kommen noch Sicherheitsfaktoren, um in jedem Fall auf der „schützenden“ Seite zu sein (siehe unten).

Ohne auf die Details der Begründungen einzugehen (siehe dazu die Originalpublikation der ICNIRP<sup>34</sup>), seien an dieser Stelle die für das Schutzkonzept zentralen Größen hinsichtlich der Strahlung von Basisstationen und Mobiltelefonen kurz erklärt.

### Grenzwertfestlegung für den Mobilfunk (Frequenzbereich 700 MHz - 3,7 GHz)\*

	Nachgewiesener Effekt	Festlegung der maximal zulässigen Wirkschwelle	Ermittlung der dafür benötigten absorbierten Leistung	Basisgrenzwert (Sicherheitsfaktor 50 bzw. 10)	Referenzwert
<b>Basisstation</b>	Ganzkörpererwärmung	1°C	4 W/kg	0,8 W/kg	E-Feld: 36 – 61 V/m
<b>Handy</b>	Teilkörpererwärmung	2°C	20 W/kg	2 W/kg	keine Referenzwerte

\* vereinfachte Darstellung



Für Basisstationen ist die Gesamtkörpererwärmung bei Exposition über einen längeren Zeitraum die relevante Größe. Die vom Körper absorbierte Energie der Mobilfunkstrahlung soll die Körperkerntemperatur nicht um mehr als 1°C erhöhen können. Weil der Körper erst nach einer gewissen Zeit sein Temperaturgleichgewicht erreicht, sind 30 Minuten Einstrahlungszeit definiert worden. Diese Werte basieren auf medizinischen Erkenntnissen. Die maximal zulässige Energieabsorption (SAR), welche die Temperaturerhöhung unter dem festgelegten Ziel von einem Grad hält, kann man recht zuverlässig bestimmen. Der relevante Wert beträgt 4 W/kg. Weil das Ziel von maximal 1°C nicht überschritten werden soll, wird ein Sicherheitsfaktor von 50 verwendet, um die allgemeine Bevölkerung sicher zu schützen (für Berufstätige ist er weniger restriktiv). Daraus resultiert ein finaler Wert von 0,08 W/kg. (4 W/kg dividiert durch 50). Dieser Wert ist der sog. Basisgrenzwert für die Bevölkerung.

Weil Basisgrenzwerte nicht einfach zu ermitteln sind – man kann im Körperinnern keine Messungen durchführen – wird berechnet, wie stark ein von außen einstrahlendes Feld maximal sein darf, um diese körperinterne Energieabsorption zu bewirken. Dabei werden „worst-case“ Annahmen getroffen, etwa was die Körpergröße oder den Einfallwinkel der elektromagnetischen Felder anbetrifft, um sicherzustellen, dass auch im ungünstigsten Fall der Basisgrenzwert von 0,08 W/kg eingehalten ist. Die so ermittelte externe Feldstärke wird Referenzwert genannt. Ihre physikalische Dimension ist Volt pro Meter (V/m). Der Referenzwert ist faktisch das, was wir politisch und im Alltag als „Grenzwert“ bezeichnen. Weil die Effizienz der Energieabsorption im Körper mit der Wellenlänge variiert, gibt es nicht einen einzigen Referenzwert, sondern je nach Frequenz ist die maximal erlaubte Feldstärke leicht anders (die thermische Wirkung der entsprechenden Felder im Körperinnern bleibt dabei dieselbe).

Für Mobiltelefone wird die lokale Exposition bei langzeitiger Nutzung so limitiert, dass keine gesundheitlichen Gefahren durch Übererwärmung von v. a. oberflächennahen Geweben und der Haut entstehen können. Das Vorgehen entspricht vom Prinzip her dem oben erwähnten. Der Basisgrenzwert bezieht sich allerdings nicht auf die Körperkerntemperatur, sondern auf die maximale lokale Erwärmung (definiert als 10g des am stärksten bestrahlten Gewebes). Die relevante Temperaturerhöhung hier beträgt 2°C für den Kopf, die dafür nötige Energieabsorption (bei lokaler Exposition über 6 Minuten gemittelt) 20 W/kg. Der Sicherheitsfaktor bemisst sich auf 10. Somit beläuft sich der Basisgrenzwert auf 2 W/kg. Gerätehersteller müssen mit aufwändigen und standardisierten Messungen sicherstellen, dass die SAR von 2 W/kg nicht überschritten wird.



## 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz

Zum Schutz der Bevölkerung vor möglichen Gefahren durch elektromagnetische Felder hat der Gesetzgeber in Deutschland Grenzwerte festgelegt. Diese sind in der 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) gesetzlich verankert worden. Die 26. BImSchV ist 1997 in Kraft getreten und wurde im August 2013 novelliert. Deutschland schuf als erstes EU-Land rechtlich verbindliche Regelungen zur Begrenzung elektromagnetischer Felder. In der 26. BImSchV sind neben den Grenzwerten für den Frequenzbereich des Mobilfunks auch Grenzwerte für elektrische und magnetische Feldstärken in der Umgebung von Stromversorgungs- und Bahnstromanlagen festgeschrieben.

Bei der Festlegung der in Deutschland gültigen Grenzwerte ist der Gesetzgeber den wissenschaftlichen Empfehlungen der ICNIRP gefolgt (siehe oben) und beruft sich zusätzlich auf die Einschätzung der Strahlenschutzkommission des Bundes (SSK) sowie des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS).

Gemäß der 26. BImSchV sind die Mobilfunknetzbetreiber in Deutschland gesetzlich verpflichtet, die Grenzwerte an allen Orten, die zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, einzuhalten. Das gilt zum Beispiel für Wohnhäuser, aber auch für Schulen, Kindergärten, Spielplätze oder Krankenhäuser.

Konkret bedeutet dies: Die Betreiber haben sämtliche technischen Angaben zu einer Antennenanlage sowie alle relevanten geographischen Daten zur Bausubstanz und deren Nutzung im Umfeld der geplanten Anlage den Behörden (die Bundesnetzagentur BNetzA) einzureichen. Die Bundesnetzagentur prüft, ob die Anlage hinsichtlich Strahlung gesetzeskonform ist, das heißt, dass an Orten, die zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die Grenzwerte eingehalten sind. Die Anlage wird nur dann für den Betrieb zugelassen und mit einer Standortbescheinigung versehen, wenn das gewährleistet ist.

Für die Umsetzung bestimmt die BNetzA sogenannte Sicherheitsbereiche, innerhalb derer der Grenzwert eingehalten ist. Bei der Berechnung der Sicherheitsbereiche werden auch umliegende Funkanlagen mitberücksichtigt. Außerhalb dieser Sicherheitsbereiche ist daher stets garantiert, dass die Stärke der elektromagnetischen Felder immer unterhalb des Grenzwertes liegt, weshalb für Personen ein dauerhafter Aufenthalt in diesem Bereich unbedenklich ist.

Die Bundesnetzagentur prüft in unregelmäßigen Abständen, ob eine Anlage in Übereinstimmung mit der Standortbescheinigung betrieben wird und ob die geltenden Grenzwerte eingehalten sind. Darüber hinaus führt die Bundesnetzagentur ergänzend zum Standortverfahren Immissionsmessungen durch. Mit diesen Messungen werden an öffentlichen Wegen und Plätzen die Feldstärken des gesamten Funkspektrums erfasst und in Bezug zu den gesetzlichen Personenschutzgrenzwerten gesetzt (kommuniziert wird der Grad der Grenzwertausschöpfung in %).

Die Ergebnisse aller Messungen samt Ortskoordinaten und Sicherheitsabständen der Mobilfunksendeanlagen sind in einer Standortdatenbank für die Öffentlichkeit frei zugänglich (vgl. <https://emf3.bundesnetzagentur.de/>). Die Daten zeigen, dass fast alle Anlagen, auch in den Städten, im zeitlichen Mittel die Grenzwerte nicht einmal zu 1% ausschöpfen. Die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch Basisstationsantennen liegt damit viele Größenordnungen unterhalb der für gesundheitliche Effekte nötigen Schwelle.

## Sicherheit von mobilen Endgeräten

Für jedes Mobiltelefon, Smartphone oder Tablet muss die SAR (siehe oben) bestimmt werden. Verbraucher können mit Hilfe des SAR-Wertes vor dem Kauf Endgeräte vergleichen. Wer ein Endgerät mit geringem SAR-Wert möchte, erhält so eine Hilfe für die Kaufentscheidung. Man beachte: Der SAR-Wert gibt an, wieviel Strahlungsenergie eines Mobiltelefons, das bei maximaler Leistung sendet, vom Kopf absorbiert wird, wenn man das Gerät am Ohr hält. Im Alltagsbetrieb senden Geräte meist nicht mit voller Leistung, so dass die Belastungen wegen der automatischen Leistungsregelung deutlich tiefer sind, als der SAR-Wert nahelegt.

Die Leistungsregelung der Handys erhöht auch die Lebensdauer der Batterie, denn das Gerät sendet dann immer nur so stark, wie für eine technisch stabile Verbindung zur Basisstation nötig ist. Wie stark das Mobiltelefon senden muss, wird ihm von der Basisstation mitgeteilt: Wenn das vom Handy kommende Signal zu schwach ist, „ordnet“ die Basisstation eine Leistungserhöhung an, wenn das Signal über dem definierten Minimum liegt, wird die Sendeleistung gedrosselt. Auf diese Art wird der Nutzer nur so stark bestrahlt, wie unbedingt nötig. Sodann sendet das Mobiltelefon weniger stark, wenn eine Basisstation in der Nähe steht. Weil in stark besiedelten Gebieten das Antennennetz dichter ist als im ländlichen Raum, sind die durchschnittlichen Distanzen zwischen Handy und Basisstation kürzer, so dass in Städten die Mobiltelefone generell mit weniger Leistung senden als auf dem Land.







## PERSÖNLICHE MASSNAHMEN ZUR SENKUNG DER EXPOSITION:

- MIT 4G/5G TELEFONIEREN
- HEADSET/FREISPRECHMODUS VERWENDEN
- BEI SCHLECHTEM EMPFANG VORZUGSWEISE ORTE MIT GUTEM EMPFANG FÜR LÄNGERE TELEFONATE AUFSUCHEN

Der Grenzwert für Handys beträgt wie oben erwähnt 2 Watt pro Kilogramm. Er entspricht den Empfehlungen von ICNIRP und – darauf basierend – WHO. Mobile Endgeräte, die in Deutschland und europaweit verkauft werden, müssen diesen SAR-Grenzwert einhalten und werden vor der Inverkehrsetzung darauf geprüft.

Die CE-Kennzeichnung gewährleistet, dass neu gekaufte Geräte den Sicherheitsstandards der Europäischen Union genügen. Seit 1996 muss jedes neue Gerät diese Kennzeichnung tragen. Damit Handys mit dem CE-Logo gekennzeichnet werden, muss u. a. der SAR-Grenzwert eingehalten sein. Dieser ist so definiert, dass er vor allen wissenschaftlich belegten gesundheitlichen Risiken schützt. Auch wenn das Gerät längere Zeit mit voller Leistung senden sollte, ist der Schutz gewährleistet.

Wer trotzdem besorgt ist, kann durch einfache Maßnahmen die persönliche Exposition tief halten: mit 4G und 5G telefonieren (diese Standards sind sehr viel effizienter als 2G), ein Headset verwenden oder den Freisprechmodus (dann ist die Antenne nicht direkt am Kopf), bei schlechtem Empfang nicht telefonieren (bei gutem Empfang sendet das Handy mit gedrosselter Leistung).

### Warum gibt es teilweise unterschiedliche Grenzwerte in Europa?

Wie in Deutschland gibt es in vielen Staaten verbindliche Regelungen für die maximal zulässigen Feldstärken von Sendeantennen. Dabei orientieren sich sehr viele Länder an den Empfehlungen der internationalen Strahlenschutzkommission (ICNIRP). Auch die Europäische Union hat sich im Rahmen der EU-Ratsempfehlung 1999/519/EG von 1999 den ICNIRP-Werten angeschlossen und die meisten Mitgliedsstaaten sind der EU-Ratsempfehlung gefolgt. Auch außerhalb der EU und Europas sind die ICNIRP-Empfehlungen von vielen Ländern in nationales Recht umgesetzt worden.

Weshalb gibt es trotzdem noch Differenzen, auch innerhalb von Europa, hinsichtlich der Grenzwerte? Die Mitgliedsländer der EU sind zwar an Empfehlungen und Richtlinien des Europäischen Parlaments und des Rates gebunden und müssen diese mittels Verwaltungsvorschriften und Gesetzen in nationales Recht umsetzen. Sie können aber über diese

Mindestanforderungen hinaus strikere nationale Grenzwerte festlegen. Abweichende Grenzwerte gibt es unter anderem in Italien, Belgien, der Schweiz und Liechtenstein, in Luxemburg sowie in Russland. Meist werden restriktivere Grenzwerte als Vorsorgemaßnahmen verordnet. Sie sind in der Regel nicht flächendeckend und allgemein gültig, sondern beziehen sich auf definierte Situationen bzw. Orte oder beinhalten zusätzlich noch eine abweichende Immissionsbetrachtung. Die Anlagengrenzwerte in der Schweiz beispielsweise gelten nur für Orte mit „empfindlicher Nutzung“ (etwa Wohnungen, Schulen, Spitäler etc.) und berücksichtigen auch nur die Immissionen von einem einzelnen Mobilfunkstandort. Die reale Immissionssituation unterscheidet sich daher kaum von der in Deutschland. Es wird daher in der Mobilfunkdiskussion unterschiedlich bewertet, ob diese abweichenden Grenzwertfestsetzungen eher politische oder medizinische Gründe haben.



## 7. STICHWORTE IM FAKTENCHECK



In den vorangegangenen Kapiteln wurde der wissenschaftliche Erkenntnisstand zu verschiedenen Themenfeldern dargestellt. Die öffentliche Diskussion jedoch unterscheidet kaum zwischen wissenschaftlichen Studien und subjektiven Erfahrungsberichten.

In Diskussionen um gesundheitliche Auswirkungen des Mobilfunks werden manchmal einzelne Studien oder über das Internet verbreitete Meldungen zitiert, die sich bei objektiver Überprüfung als falsch oder wenig verlässlich herausstellen. Vor diesem Hintergrund haben wir im Folgenden einige weit verbreitete Meldungen dieser Art zusammengestellt. Da sich die öffentliche Aufmerksamkeit schnell verändern kann, ist

dies nur eine Momentaufnahme, die auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Sie ist als Service für kommunale Entscheider gedacht, um einen Überblick über einige kursierende Fake-News und umstrittene Studieninterpretationen zu geben. Eine vertiefte Auseinandersetzung, insbesondere der umstrittenen Studien, ist an dieser Stelle nicht möglich und sinnvoll. Stattdessen wird auf entsprechende Expertenberichte verwiesen, in denen die Details nachgelesen werden können.

Weitere Überprüfungen von Schlagzeilen gibt es aktuell und anlassbezogen bei den diversen Faktencheckorganisationen.<sup>35</sup>

## DIE NTP-STUDIE

Im Rahmen des US-National-Toxicology-Program (NTP) wurden Labornager Mobilfunkfeldern ausgesetzt. Die Feldstärken lagen teilweise deutlich über den für Menschen geltenden Grenzwerten. Das Interesse lag auf dem Krebsrisiko. Die Forscher verglichen dazu die bestrahlten Tiere mit gleichartig gehaltenen unbestrahlten Artgenossen (sog. Kontrollen).

Die Studie zeigte eine expositionsbedingte Erhöhung von Herz- und Hirntumoren sowie Erkrankungen des Nebennierenmarks bei männlichen Ratten.

### Kritiker argumentieren sinngemäß:


Die NTP-Studie belegt, dass elektromagnetische Felder, wie sie beim Mobilfunk eingesetzt werden, zu Krebserkrankungen führen können.

### Fakten

Nach Einschätzung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) liefert die Studie keine aussagekräftigen Belege, dass Handystrahlung das Krebsrisiko beim Menschen erhöht. Auch bezogen auf die Tierbefunde selber weicht die Einschätzung des BfS von derjenigen der Autoren ab. Die Arbeit zeige einige methodische Schwächen, die Resultate seien teilweise inkonsistent und die Fallzahlen sehr gering, so dass Zufallseffekte nicht ausgeschlossen werden können. Ein weiterer auffälliger Befund ist, dass die zur Kontrolle eingesetzten

Tiere früher starben als die bestrahlten Tiere. Das führt automatisch zu höheren Risikoschätzern (Krebs ist primär eine Alterserkrankung). Eine Reihe weiterer Punkte, die es bei der Interpretation zu berücksichtigen gilt, werden vom BfS gelistet. Auch andere wissenschaftliche Stellungnahmen kommen zu einer ähnlich zurückhaltenden Bewertung der Studie.

Das BfS geht deshalb davon aus, dass bei Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte keine gesundheitlich negativen Auswirkungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgehen.

 Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS):

<https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/stellungnahmen/emf/ntp-studie/dossier-ntp-studie.html>

Weitere Stellungnahmen:

<https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIR-Pnote2018.pdf>

[https://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3\\_angebot/wissensvermittlung/komment\\_in\\_fobl\\_broch/NTP\\_Reports\\_Kurzkommentar.pdf](https://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3_angebot/wissensvermittlung/komment_in_fobl_broch/NTP_Reports_Kurzkommentar.pdf)





## DIE RAMAZZINI-STUDIE

Das italienische Forschungsinstitut Ramazzini hat über einen längeren Zeitraum Ratten mit elektromagnetischen Feldern, wie sie typischerweise von Mobilfunkbasisstationsantennen stammen, exponiert und dann die Tiere mit unbestrahlten Artgenossen verglichen. Das Interesse der Forscher lag wie bei der NTP-Studie bei Krebserkrankungen.

Von über 40 untersuchten Geweben und anderen für Krebs relevanten Faktoren (etwa die Überlebensrate), wurde ein (einziges) statistisch signifikantes Ergebnis gefunden. Es betraf dieselbe Tumorart, die auch in der NTP-Studie auffällig war, nämlich Schwannome des Herzens.

### Kritiker argumentieren sinngemäß:

Die Ramazzini-Studie wird als Beleg aufgeführt, dass elektromagnetische Felder, wie sie von Mobilfunkbasisstationen eingesetzt werden, zu Krebserkrankungen führen.

### Fakten

Aus wissenschaftlicher Sicht spielen bei der Beurteilung von Forschungsergebnissen die methodischen Stärken und Schwächen einer Studie eine zentrale Rolle. Verschiedene Organisationen (siehe links weiter unten) haben auf problematische Punkte in der Ramazzini-Studie hingewiesen, die zur Vorsicht bei der Interpretation der Ergebnisse mahnen.

Zwei Limitationen seien an dieser Stelle erwähnt. Zum einen ist wichtig zu wissen, dass die Aussagekraft der Daten aus einem Vergleich zwischen nicht-exponierten mit exponierten Tieren hervorgeht. Gibt es deutlich mehr erkrankte

Tiere unter Exposition als ohne Exposition, ist das ein starker Hinweis auf einen Effekt. Typischerweise erkranken auch einige wenige Tiere in der Gruppe ohne Exposition spontan an Krebs. Wie viele das im Durchschnitt sind, weiß man aufgrund vergangener Experimente. Nun sind in der Ramazzini-Studie (vermutlich aus Zufall) keine Tiere in der Kontrollgruppe an der (einzigen) Tumorart erkrankt, die statistisch signifikante Ergebnisse zeigte. Bei keinen Erkrankungen in der Kontrollgruppe werden schon ganz wenige Erkrankungen in der Expositionsgruppe statistisch signifikant.

Zum anderen sind die Erkrankungszahlen in den Expositionsgruppen insgesamt gering und kaum auffällig. Bei den erwähnten Schwannomen, auf welche sich die Diskussion der Studie konzentriert, liegen sie im Bereich der natürlichen Variabilität, wie man sie in den historischen Kontrollen sieht. Das BfS schlussfolgert aus diesen und weiteren Gründen, dass bei Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte keine negativen gesundheitlichen Auswirkungen für den Menschen zu befürchten sind.

### Hintergrundmaterial:

<https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/stellungnahmen/emf/langzeitstudie-ratten-ramazzini.html>

<https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIR-Pnote2018.pdf>

[https://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3\\_angebot/wissensvermittlung/komment\\_infobl\\_broch/Neue\\_Tierstudien.pdf](https://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3_angebot/wissensvermittlung/komment_infobl_broch/Neue_Tierstudien.pdf)

## IARC-BEWERTUNG VON KREBSRISIKEN



Die IARC (International Agency for Research on Cancer) ist eine Unterorganisation der WHO (Weltgesundheitsorganisation), die sich der Erforschung, Bewertung und Prävention von Krebsrisiken widmet. In regelmäßigen Abständen publiziert sie Monografien zum Stand des Wissens über kanzerogene oder potenziell kanzerogene Agenzien. Das Ziel der Monografien ist, die untersuchten Agenzien hinsichtlich der Krebsgefahr für den Menschen wissenschaftlich zu klassifizieren.

Die Klassifikation der IARC ist weltweit anerkannt, begründet oft nationale oder internationale politische Maßnahmen und umfasst **fünf Stufen**:

- 1** = karzinogen
- 2A** = wahrscheinlich karzinogen
- 2B** = möglicherweise karzinogen
- 3** = nicht eingestuft
- 4** = wahrscheinlich nicht karzinogen

Im Sommer 2011 stufte die IARC, basierend auf epidemiologischen Daten zur Handynutzung, hochfrequente elektromagnetische Strahlung als möglicherweise karzinogen (Stufe 2B) ein.


### Kritiker argumentieren sinngemäß:

Mobilfunkkritiker sehen in der IARC-Bewertung einen Beleg dafür, dass Mobilfunkfelder Krebs verursachen oder das Wachstum bestehender Krebserkrankungen fördern.

Die IARC-Bewertung basiert auf Daten zur Handynutzung. Studien zu Mobilfunkbasisstationen oder zu Radio- und TV-Sendern gaben keine Hinweise auf ein erhöhtes Krebsrisiko. Die Studiendaten, welche die IARC nutzte, zeigten meist kleine Fallzahlen, die statistisch unsicher sind und waren auch, über alles gesehen, inkonsistent und widersprüchlich. Aus diesen Gründen konnte ein mögliches Risiko weder nachgewiesen noch ausgeschlossen werden. Die einzig mögliche Einteilung war deshalb die Kategorie 2B.

Es ist in der öffentlichen Kommunikation nicht einfach, die Worte „möglicherweise“ und „wahrscheinlich“ so zu verwenden, dass sie im Sinne der IARC sachlich korrekt verstanden werden. Diese sprachliche Unsicherheit kann in der öffentlichen Diskussion zu sehr unterschiedlichen Einschätzungen führen.

Wichtig ist auch, den heutigen Stand des Wissens zu berücksichtigen, wenn über die vor 10 Jahren vorgenommene Klassifizierung der IARC gesprochen wird. Wie in den vorstehenden Kapiteln erwähnt, zeigt die Datenlage unter Berücksichtigung der neuen Studien und Statistiken eher in Richtung „Entwarnung“. Auch in den offiziellen altersstandardisierten Krebsstatistiken zeigt sich kein Anstieg der Fälle, was zu erwarten wäre, wenn die Strahlung tatsächlich ein Risikofaktor wäre. Das sind aus gesundheitlicher Sicht gute Neuigkeiten.

 Mehr Informationen dazu beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS):

<https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/iarc/iarc.html>





## 5G UND CORONA

Im Netz kursieren Behauptungen, 5G sei für die Entstehung oder die Verbreitung der Corona-Pandemie verantwortlich.

### Kritiker argumentieren sinngemäß:

Einige Menschen glauben an einen Zusammenhang zwischen der Pandemie und der Mobilfunkstrahlung. Nicht ein Virus, sondern die 5G-Technik sei verantwortlich für die Pandemie.



### Fakten

Das Bundesamt für Strahlenschutz weist Berichte über einen Zusammenhang zwischen der Verbreitung des Corona-Virus und der neuen Mobilfunkgeneration 5G zurück. Es gebe keinen wissenschaftlichen Hinweis darauf, dass Mobilfunkstrahlung eine Wirkung auf die Ausbreitung von Viren haben könnte, dies gelte auch für 5G.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) weist eine Reihe von Corona-Mythen strikt zurück: Corona-Viren werden nicht über 5G-Sendeanlagen verbreitet. Pfeffer und Bleichmittel sind als Gegenmittel gegen die Corona-Viren nutzlos und gefährlich.

Die International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection e.V. (ICNIRP) weist die Behauptungen zurück, dass elektromagnetische Felder, die von 5G-Geräten erzeugt werden, COVID-19 verursachen können.

Die Europäische Kommission bezieht auf einer Faktencheckseite klar Stellung: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Coronavirus und der 5G-Technologie.



**BfS:** <https://www.bfs.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/Bfs/DE/2020/0420-mobilfunk-corona.html>

**WHO:** <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>

**ICNIRP:** <https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/covid-19.html>

**EU:** [https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/health/coronavirus-response/fighting-disinformation\\_en](https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/health/coronavirus-response/fighting-disinformation_en)



## DAS BIENENSTERBEN

In den sozialen Medien kursiert ein Video, das in Sierra Madre in den USA aufgenommen wurde. Das Video zeigt zwei Sendemasten und tote Bienen auf der Straße dazwischen. Der Mann, der filmt, sagt: „Es tötet Bienen.“ und betitelt sein Video auf Youtube „Bees dying under 5G poles“.



### Kritiker argumentieren sinngemäß:

Das Video wird als Beweis genommen, dass Bienen wegen den elektromagnetischen Feldern von 5G Antennen verenden.



### Fakten

Auf Nachfrage des Bayerischen Rundfunks sagt die Stadt Sierra Madre, dass es keine 5G Antennen in ihrem Stadtgebiet gebe. Generell kann noch angemerkt werden, dass Bienenpopulationen in Städten, wo es mehr Mobilfunkantennen gibt als auf dem Lande, zunehmen, weil die Biodiversität oft größer ist als auf landwirtschaftlich genutzten und agrochemie-belasteten Flächen.

Die Faktencheck-Organisation Correctiv hat Informationen zum angeblichen Bienensterben zusammengefasst: [Virales Video aus Kalifornien: Nein, diese Bienen sind nicht wegen 5G-Strahlung gestorben. \(correctiv.org\)](https://www.correctiv.org)



Mehr zum Thema auch unter:

<https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/telekommunikation-bienensterben-durch-5g-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-200422-99-793468>

## DAS INSEKTENSTERBEN

Eine Veröffentlichung<sup>36</sup>, die von mobilfunkkritischen Kreisen gerne verbreitet wird, behauptet, die wissenschaftliche Datenlage zeige, dass elektromagnetische Felder einen ernstzunehmenden Einfluss auf die Vitalität der Insektenpopulationen haben könnten.



### Kritiker argumentieren sinngemäß:

Ein Review beweise, dass der Mobilfunk das Insektensterben mitverursache oder mitverursachen könnte.



### Fakten

Bei der erwähnten Studie zu elektromagnetischen Feldern und Insekten handelt es sich um eine klassische Literaturarbeit. Weil die Datenlage extrem heterogen ist – verschiedene Insektenarten, verschiedene Frequenzen, verschiedene Studienansätze – sind Schlussfolgerungen in diesem Feld grundsätzlich schwierig. Hinzu kommt die Tatsache, dass viele Arbeiten eine schlechte Qualität aufweisen und die Ergebnisse kaum Aussagekraft haben.<sup>37</sup>

Das BfS bezeichnet vor diesem Hintergrund die Schlussfolgerung des Autors als „nicht zutreffend“. Die Review belege keine negativen Einflüsse von elektromagnetischen Feldern, hier insbesondere des Mobilfunks, auf Insekten. Es sei aber auch klar, dass in diesem Feld Forschungsbedarf herrsche, denn qualitativ gute Studien – eine Voraussetzung für robuste Aussagen – seien kaum vorhanden. Das gilt auch hinsichtlich zukünftiger Frequenzen im Millimeterwellenbereich.



<https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/stellungnahmen/emf/insektensterben-5g.html>

[https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/emf-umwelt/emf-umwelt\\_node.html](https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/emf-umwelt/emf-umwelt_node.html)

## 5G WISSENSCHAFTSAPPELL

Bereits 2017 richteten über 200 mobilfunkkritische Personen einen Appell an die Europäische Union.

In ihm warnen die Unterzeichnenden aus 40 Ländern vor den gesundheitlichen Auswirkungen des neuen Mobilfunkstandards 5G. Sie fordern u.a. ein 5G-Moratorium bis potenzielle Risiken durch industrieunabhängige Wissenschaftler erforscht sind.



### Kritiker argumentieren sinngemäß:

Eine große Anzahl publizierter wissenschaftlicher Studien belege ausreichend klar, dass Mobilfunkfelder die Gesundheit schädigen.



### Fakten

Unter den Unterzeichnenden des Appells finden sich nur wenige Wissenschaftler, die aktiv Forschung auf dem Gebiet EMF betreiben und publizieren. Die große Mehrheit der aufgeführten Personen sind keine Fachexperten, sondern Akademiker aller Art, inklusive praktizierende Ärzte. Der Titel des Appells „Scientists warn of potential serious health effects of 5G“ ist deshalb irreführend.

Wie in den vorstehenden Kapiteln ausführlich dargestellt, wurde die wissenschaftliche Sachlage von mehreren Gremien, die aus Fachleuten zusammengesetzt sind, untersucht und bewertet. Die Einschätzungen dieser Gremien und Institutionen decken sich nicht mit der Meinung der Unterzeichner des Appells.



Die Europäische Union hat auf entsprechende Anfragen aus dem Parlament reagiert und festgehalten, dass es nach Durchsicht der wissenschaftlichen Literatur keine Evidenzen gäbe, um die geltenden Grenzwerte zu revidieren. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2018-003975-ASW\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2018-003975-ASW_EN.html)



# ENDNOTEN

## Seite 6/7

<sup>1</sup><https://www.bfs.de/DE/themen/emf/einfuehrung/einfuehrung.html>

## Seite 8/9

<sup>2</sup><https://www.emf-portal.org/de>

<sup>3</sup><https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-nachgewiesen/hff-nachgewiesen.html>

## Seite 10/11

<sup>4</sup>Simko M., Remondini D., Zeni O., Scarfi M.R. (2016): Quality matters: systematic analysis of endpoints related to «cellular life» in vitro data of radiofrequency electromagnetic field exposure. *Int J Environ Res Public Health* 13(7), E701.

<sup>5</sup>Vijayalaxmi, Prihoda T.J. (2019): Comprehensive review of quality of publications and meta-analysis of genetic damage in mammalian cells exposed tonon-ionizing radiofrequency fields. *RadiationResearch*, 191( 1): 20–30.

## Seite 12/13

<sup>6</sup><https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-nachgewiesen/hff-nachgewiesen.html>

<sup>7</sup><https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-nachgewiesen/hff-nachgewiesen.html>

<sup>8</sup><https://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/Haupttext.pdf>

<sup>9</sup><https://www.krebsinformationsdienst.de/vorbeugung/risiken/krebs-durch-handys-mobilfunk-elektromog.php>

<sup>10</sup>Röösli M. et al. (2019): Brain and Salivary Gland tumors and mobile phone use: Evaluating the evi-dence from Various Epidemiological Study Designs. *Annual Review of Public Health*, 40: 221– 238

<sup>11</sup>[http://www.emf-forschungsprogramm.de/abschlussphase/DMF\\_AB.pdf](http://www.emf-forschungsprogramm.de/abschlussphase/DMF_AB.pdf)

<sup>12</sup><https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/berichte/berichte-mobilfunk/krebs-basisstationen.html>

## Seite 14/15

<sup>13</sup>Siehe etwa: ANSES (2016a). Exposition aux radiofréquences et santé des enfants. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Maisons-Alfort.

<sup>14</sup><https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaftsforschung/stellungnahmen/emf/maennliche-fruchtbarkeit/dossier-maennliche-fruchtbarkeit.html>

<sup>15</sup>Das Phänomen „Elektrosensibilität“ wird wissenschaftlich auch als „idiopathische Umweltintoleranz gegenüber elektromagnetischen Feldern“ (IEI-EMF) bezeichnet. [https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert\\_node.html](https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert_node.html)

<sup>16</sup>[https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert\\_node.html](https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert_node.html)

<sup>17</sup>ANSES (2018). Hypersensibilité électromagnétique ou intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

<sup>18</sup>Foerster M., Thielens A., Joseph W., Eeftens M., Röösli M. (2018): A prospective cohort study of adolescents' memory performance and individual brain dose of microwave radiation from wireless communication. *Environ Health Perspect.* 126(7), 077007: 1–13.

<sup>19</sup>Cabré-Riera A, Marroun HE, Muetzel R, van Wel L, Liorni I, Thielens A, Birks LE, Pierotti L, Huss A, Joseph W, Wiart J, Capstick M, Hillegers M, Vermeulen R, Cardis E, Vrijheid M, White T, Röösli M, Tiemeier H, Guxens M (2020): Estimated whole-brain and lobe-specific radiofrequency electromagnetic fields doses and brain volumes in preadolescents. *Environ Int.* 2020 Sep;142:105808. Epub 2020 Jun 15

<sup>20</sup>Für eine Übersicht der wichtigsten Studien mit EEG-Daten: <https://www.emf.ethz.ch/index.php?id=408&L=0>.

Für eine Übersicht der wichtigsten Studien zu Schlaf: <https://www.emf.ethz.ch/index.php?id=410&L=0>

## Seite 16/17

<sup>21</sup>Siehe dazu etwa: <https://www.emf.ethz.ch/index.php?id=413&L=0>

<sup>22</sup>[https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/forschung/mobilfunk/mobilfunk\\_node.html](https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/forschung/mobilfunk/mobilfunk_node.html)

<sup>23</sup>SSM (2018). Recent Research on EMF and Health Risk - Twelfth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. Swedish Radiation Safety Authority, Stockholm.

<sup>24</sup>BfS - Forschung: Mobilfunk - 9. Bewertende Literaturstudie zum Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf oxidative Prozesse bei Menschen sowie in Tier- und Laborstudien (Inkl. 5G)

<sup>25</sup><https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/mobilfunk/basiswissen/5g.html>

<sup>26</sup>Gemäss Messungen der französischen Agentur ANFR (Agence Nationale des Frequences) ist die Feldstärke bei 5G durchschnittlich 2-3 mal schwächer als bei 4G. ANFR (2019): Evaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques 5G. Maisons-Alfort.

<sup>27</sup>BfS - Was ist Mobilfunk? - 5G

<sup>28</sup><https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/forschung/mobilfunk/millimeterwellen.html>

## Seite 18/19

<sup>29</sup>ICNIRP (2018): Draft – ICNIRP Guidelines: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (100kHz to 300 GHz): Appendix B: Health Risk Assessment Literature. ICNIRP

<sup>30</sup>ICNIRP (2020): Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Physics*, 118(5):483-524

<sup>31</sup>WHO (2014): Radiofrequency fields; Public consultation document. WHO, Geneva

## Seite 20/21

<sup>32</sup>[https://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scenihp/docs/scenihp\\_o\\_022.pdf](https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihp/docs/scenihp_o_022.pdf)

[https://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scenihp/docs/scenihp\\_q\\_017.pdf](https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihp/docs/scenihp_q_017.pdf)

[https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/scientific\\_committees/emerginghttps://ec.europa.eu/health/sites/default/files/scientific\\_committees/docs/citizens\\_emf\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/scientific_committees/emerginghttps://ec.europa.eu/health/sites/default/files/scientific_committees/docs/citizens_emf_en.pdf)

<sup>33</sup>Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm (ssk.de)

## Seite 22/23

<sup>34</sup>Für einen detaillierten Kommentar: [https://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3\\_angebot/wissensvermittlung/komment\\_infobl\\_broch/Erlaeuterungen\\_ICNIRP2020.pdf](https://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3_angebot/wissensvermittlung/komment_infobl_broch/Erlaeuterungen_ICNIRP2020.pdf)

## Seite 28/29

<sup>35</sup><https://www.informationszentrum-mobilfunk.de/artikel/faktencheck-verschwoerungstheorien-rund-um-5g>

## Seite 32/33

<sup>36</sup>Thill, A. (2020): Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Insekten. *Umwelt, Medizin, Gesellschaft*; Sonderbeilage in Ausgabe 3-2020.

<sup>37</sup>Vanbergen, A.J., Potts, S.G., Vian, A., Malkemper, E.A., Young, J., Tscheulin, T. (2019): Risk to pollinators from anthropogenic electro-magnetic radiation (EMR): Evidence and knowledge gaps. *Science of The Total Environment*, 695, 133833.



# GLOSSAR

## 5G

Neueste Mobilfunktechnologie der fünften Generation. Nach der im Juni 2019 beendeten Frequenzversteigerung wird das 5G-Mobilfunknetz derzeit bei Frequenzen zwischen 700 MHz und 3,7 GHz aufgebaut. Geplant ist auch eine Nutzung im Millimeterwellenbereich (26 bis 100 GHz).

## Athermische Effekte

Unter athermischen Effekten versteht man biologische Wirkungen sehr schwacher hochfrequenter elektromagnetischer Felder, die nicht mit einem Wärmeeffekt verbunden sind. Es gibt keine wissenschaftlichen Beweise, dass athermische Effekte im Hochfrequenzbereich gesundheitlich relevant sind.

## BfS (Bundesamt für Strahlenschutz)

Das Bundesamt für Strahlenschutz ist eine Behörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Im Zusammenhang mit der Bewertung des Mobilfunks erfüllt das BfS drei wichtige Aufgaben: die Beratung der Bundesregierung, die Information der Öffentlichkeit und die Initiierung von Forschung.

## Bundes-Immissionsschutzverordnung (26. BImSchV)

Die 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung (26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – 26. BImSchV) beinhaltet Regelungen zum Schutz und zur Vorsorge vor möglichen Gesundheitsrisiken durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Sie ist 1997 als eine der ersten gesetzlich verankerten Regelungen der Grenzwerte für elektromagnetische Felder in Kraft getreten und wurde im August 2013 novelliert.

## Bundesnetzagentur (BNetzA)

Die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA) ist eine selbstständige Behörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Für den Bereich Mobilfunk ist die BNetzA neben vielen anderen Regulierungsaufgaben auch für die Genehmigung des Betriebs von ortsfesten Sendeanlagen mit einer Sendeleistung von mehr als 10 Watt verantwortlich. Auf Basis der „Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV)“ erteilt sie eine sogenannte Standortbescheinigung. Erst wenn diese vorliegt, darf eine Mobilfunksendeanlage in Betrieb genommen werden. Regelmäßige Kontrollmessungen der BNetzA auf Grundlage der 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung (26. BImSchV) garantieren die Einhaltung der vorgeschriebenen Personenschutzwerte.

## Exposition

Ausmaß, in dem eine Person der Einwirkung von Umweltfaktoren, z. B. elektromagnetischen Feldern, ausgesetzt ist.

## EMVU (elektromagnetische Verträglichkeit mit der Umwelt)

Unter der elektromagnetischen Verträglichkeit mit der Umwelt (EMVU) versteht man die Verträglichkeit elektromagnetischer Felder mit allen in der Umwelt vorkommenden Lebewesen (Makro- und Mikroorganismen, Menschen, Tieren und Pflanzen). Dabei sind sowohl thermische als auch athermische Einwirkungen von elektromagnetischen Feldern auf biologische Systeme von Bedeutung.

## Grenzwerte

In Deutschland orientieren sich die Grenzwerte an den 1998 verabschiedeten Richtlinien der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP). Sie liegen etwa 50-fach unter den Wirkungsschwellen für schädliche thermische Effekte.

Die Empfehlungen der ICNIRP erfolgen auf Basis regelmäßiger Sichtung und Bewertung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes durch nationale und internationale Expertengremien. Die Grenzwerte für Hochfrequenzanlagen sind in Deutschland in einer entsprechenden Verordnung innerhalb des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) verankert. Für Europa hat der Rat der Europäischen Union im Juli 1999 eine Empfehlung (1999/519/EG) zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 bis 300 Gigahertz) ausgesprochen. Auch sie basiert auf den Empfehlung der ICNIRP.

## GSM (Global System for Mobile Communications)

GSM (Global System for Mobile Communications) ist ein Standard für voll-digitale Mobilfunknetze, der hauptsächlich für Telefonie und SMS (Short Message Service) sowie in begrenztem Ausmaß auch zur Datenübertragung genutzt wird. Als Nachfolger der analogen Systeme der ersten Mobilfunkgeneration (in Deutschland: A-, B- und C-Netz) markierte GSM den Wechsel zur digitalen zweiten Mobilfunkgeneration (2G).

## IARC (International Agency for Research on Cancer)

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) gehört zur Weltgesundheitsorganisation (WHO). Diese Einrichtung koordiniert und betreibt Forschung zu den Ursachen und der Genese von Krebs und entwickelt wissenschaftliche Strategien zur Krebsbekämpfung.

Die IARC ist an epidemiologischer Forschung und Laborversuchen beteiligt und verbreitet wissenschaftliche Informationen durch Veröffentlichungen, Tagungen, Kurse und Forschungsstipendien. Zu den wichtigsten Publikationen der IARC zählen die Monografien über Krebsrisiken und die Einstufung des krebserregenden Potenzials bestimmter Stoffe in eine von insgesamt fünf Kategorien (von „krebserregend für den Menschen“ bis „wahrscheinlich nicht krebserregend für den Menschen“).

## ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)

Die ICNIRP wurde im Jahr 1992 von der IRPA (International Radiation Protection Association) als unabhängige internationale Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung gegründet. Ihre Arbeit wird von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Europäischen Union (EU) anerkannt. Die Hauptaufgaben der ICNIRP bestehen in der kontinuierlichen Analyse und gesundheitlichen Bewertung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes auf allen Gebieten, die für den Strahlenschutz relevant sind. Dabei werden auch mögliche Effekte der Immissionen des Mobilfunks berücksichtigt. Diese Analysen, verbunden mit Empfehlungen, werden regelmäßig veröffentlicht. Ziel ist eine weltweite Harmonisierung der Verfahren und Vorgehensweisen zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung.

## Ionisierende Strahlung

Zur ionisierenden Strahlung zählen sowohl elektromagnetische Strahlen wie Röntgen- und Gammastrahlung als auch Teilchenstrahlung, z. B. Alpha-, Beta- und Neutronenstrahlung. Ionisierende Strahlung ist dadurch charakterisiert, dass sie genügend Energie besitzt, um Elektronen aus Atomen und Molekülen zu entfernen (Ionisation). Durchdringt sie eine Zelle oder einen Organismus, gibt die ionisierende Strahlung Energie ab. Diese ist hoch genug, um Zellbestandteile bzw. Moleküle zu schädigen. Umgangssprachlich wird die ionisierende Strahlung häufig auch als radioaktive Strahlung bezeichnet.

## LTE (Long Term Evolution)

Die LTE-Technologie (Long Term Evolution) ist eine Weiterentwicklung des UMTS-Standards der 3. Mobilfunkgeneration (3G). LTE bietet deutlich höhere Übertragungsgeschwindigkeiten (ca. 100 Mbit/s) als UMTS. Der LTE-Standard wird der vierten Mobilfunkgeneration (4G) zugeordnet.

## Nicht-ionisierende Strahlung

Nicht-ionisierende Strahlung ist elektromagnetische Strahlung, die nicht genügend Energie aufweist, um Elektronen aus der äußeren Schale von Atomen oder Molekülen zu entfernen. Die Energie nicht-ionisierender Strahlung ist also zu gering, um chemische Bindungen beeinflussen zu können. Zur nicht-ionisierenden Strahlung werden elektromagnetische Felder unterhalb des sichtbaren Lichts gezählt. Darunter fallen niederfrequente Felder (z. B. technischer Wechselstrom), hochfrequente Felder (z. B. Rundfunk und Mobilfunk) sowie die Infrarotstrahlung. Das sichtbare Licht liegt im Übergangsbereich von nicht-ionisierender zu ionisierender Strahlung. UV-Strahlung zählen hingegen zur ionisierenden Strahlung.

## SAR-Wert von Handys

Die Spezifische Absorptionsrate (SAR) ist das Maß für die vom Gewebe in einem bestimmten Zeitraum absorbierte Energie elektromagnetischer Felder, welche zu dessen Erwärmung führt. Um gesundheitliche Wirkungen durch Übererwärmung auszuschließen, darf die Spezifische Absorptionsrate eines Handys nicht mehr als 2 Watt pro Kilogramm Körpergewebe betragen. Dieser Höchstwert wird von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP) seit 1998 empfohlen. Die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) und die EU-Kommission schlossen sich dieser Empfehlung 1998 bzw. 1999 an. Anschließend wurden durch europäische Fachgremien Normen erarbeitet, um die Einhaltung dieses Grenzwertes zu überprüfen. Alle im Handel befindlichen Handys unterschreiten den von der ICNIRP empfohlenen maximalen SAR-Wert von 2 Watt pro Kilogramm.

## SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks)

Der Wissenschaftliche Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ der Europäischen Kommission (SCENIHR) erstellte wissenschaftliche Gutachten zu den Themen Verbrauchersicherheit, öffentliche Gesundheit und Umwelt. Der Ausschuss wurde 2004 von der Europäischen Kommission gegründet, um mögliche Risiken neuartiger Technologien zu identifizieren. Die Mitglieder des SCENIHR wurden gemäß ihrer Kenntnisse und Erfahrungen auf den jeweiligen Fachgebieten ausgewählt. Zu den potenziellen Risiken, mit denen sich der Ausschuss befasst hat, zählen u. a. Nanotechnik, Lärm und elektromagnetische Felder.

# GLOSSAR

## Strahlenschutzkommission (SSK)

Die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) ist ein unabhängiges Beratungsgremium des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Sie berät das Ministerium in allen Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierenden und nicht-ionisierenden Strahlen. Zu den nicht-ionisierenden Strahlen zählen auch die Funkwellen, die der Mobilfunk nutzt.

## Thermische Effekte

Hochfrequente elektromagnetische Felder, die auch der Mobilfunk nutzt, werden vom Körpergewebe absorbiert und bei ausreichender Stärke in Wärme umgewandelt. Diesen Effekt bezeichnet man als thermische Wirkung.

## Weltgesundheitsorganisation (WHO)

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen mit Sitz in Genf. Sie zählt 194 Mitgliedsstaaten und ist die Koordinationsbehörde der Vereinten Nationen für das internationale öffentliche Gesundheitswesen. Im Jahr 1996 hat die WHO erstmals ein Projekt zur Beurteilung der gesundheitlichen Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder (EMF-Projekt) ins Leben gerufen und ein internationales Wissenschaftsnetzwerk aufgebaut. Ziel ist es, noch genauere Abschätzungen der Wirkungen einer Exposition durch EMF im Frequenzbereich von 0 bis 300 Gigahertz zu ermöglichen. In Deutschland sind das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und die das Bundesumweltministerium beratende Strahlenschutzkommission (SSK) an dem Projekt beteiligt. Zur Förderung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Krebsforschung hat die WHO die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) gegründet.

# WEITERFÜHRENDE INFORMATIONSQUELLEN

## Behörden/Institutionen national:

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): [https://www.bfs.de/DE/home/home\\_node.html](https://www.bfs.de/DE/home/home_node.html)  
Bundesregierung: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/publikationen/5g-fuenfte-mobilfunkgeneration-strategie-fuer-deutschland-729492>  
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: <https://www.bmvi.de/DE/Home/home.html>  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit: <https://www.bmu.de/>  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: <https://www.bmwi.de/Navigation/DE/Home/home.html>  
Bundesnetzagentur (BNetzA): [https://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1911/DE/Home/home\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Home/home_node.html)  
Strahlenschutzkommission (SSK): [https://www.ssk.de/DE/Home/home\\_node.html](https://www.ssk.de/DE/Home/home_node.html)  
Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/>  
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit: <https://www.stmuv.bayern.de/>

## Behörden/Institutionen international:

Europäische Kommission: [https://ec.europa.eu/health/home\\_en](https://ec.europa.eu/health/home_en)  
SCENHIR, Wissenschaftlicher Ausschuss der EU: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging\\_en](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging_en)  
International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): <https://www.icnirp.org/>  
International Electrotechnical Commission (IEC): <https://www.iec.ch/homepage>  
Bundesbehörde für Kommunikation der Vereinigten Staaten (FCC): <https://www.fcc.gov/>  
National Health Service, Großbritannien: <https://www.nhs.uk/>

## Verbände und Organisationen national:

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.: <https://www.bitkom.org/>  
Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE): <https://www.vde.com/de>

## Verbände und Organisationen international:

Weltgesundheitsorganisation (WHO): [https://www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab_1)  
GSM Association (GSMA): <https://www.gsma.com/>  
International Radiation Protection Association (IRPA): <https://www.irpa.net/>  
Forum Mobilkommunikation, Österreich: <https://www.fmk.at/>

## Forschungseinrichtungen:

Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm (DMF): <http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung>  
Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit RWTH Aachen: <https://www.ukaachen.de/kliniken-institute/institut-fuer-arbeits-sozial-und-umweltmedizin/femu/>  
EMF-Portal: <https://www.emf-portal.org/de>  
Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC): <https://www.iarc.who.int/>  
Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK): <https://www.wik.org/index.php?id=homepage>  
Mobile & Wireless Forum (MWF): <https://www.mwfai.org/index.cfm>  
Forschungstiftung Strom und Mobilkommunikation, Schweiz: <https://www.emf.ethz.ch/de/>  
ISGlobal Barcelona Institute for Global Health: <https://www.isglobal.org/en/>  
COSMOS-Studie: <http://www.thecosmosproject.org/>

## Sonstige Quellen:

Allergie, Umwelt und Gesundheit Allum, Kinderumwelt gemeinnützige GmbH: <https://www.allum.de/>  
EMF-Explained Series: <http://www.emfexplained.info/>  
Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP): <https://www.ghup.de/>  
Recherchen für die Gesellschaft: <https://correctiv.org/>  
<https://www.mimikama.at/>





## IMPRESSUM

Stand: Juni 2021

### INFORMATIONSZENTRUM- MOBILFUNK.DE

**Vertreten durch:**

**Lichtblick Kommunikation**

E-Mail: [info@informationszentrum-mobilfunk.de](mailto:info@informationszentrum-mobilfunk.de)

Web: [www.informationszentrum-mobilfunk.de](http://www.informationszentrum-mobilfunk.de)

In Kooperation mit der

**Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und  
Präventivmedizin (GHUP)**

Prof. Dr. Caroline Herr

**Fachliche Beratung:**

Dr. Gregor Dürrenberger

**Herausgeber**

sowie inhaltlich Verantwortlicher  
gemäß § 55 RStV Anbieterkennzeichnung  
gem. §§ 5 und 6 Telemediengesetz:

**Lichtblick Kommunikation**

Dr. Margarete Steinhart

c/o komFOUR

Herzog-Carl-Straße 4

73760 Ostfildern

**Layout & Gestaltung:**

komFOUR GmbH & Co. KG

**Bildmaterial:**

Informationszentrum Mobilfunk, Adobe Stock



