

PROF. DR. KLAUS BUCHNER
DR. MED. MONIKA KROUT

5G

WAHN(SINN)

- DIE RISIKEN DES MOBILFUNKS
- DAS GEFÄHRLICHE SPIEL MIT DEN GRENZWERTEN
- DIE STRAHLUNGSARMEN ALTERNATIVEN

**man
kau₃**

Prof. Dr. Klaus Buchner / Dr. med. Monika Krout

5G-Wahn(sinn)

Die Risiken des Mobilfunks
Das gefährliche Spiel mit den Grenzwerten
Die strahlungsarmen Alternativen

*Haben Sie Fragen an den Verlag?
Anregungen zum Buch?
Erfahrungen, die Sie mit anderen teilen möchten?*

*Nutzen Sie unser Internetforum:
www.mankau-verlag.de/forum*



Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Prof. Dr. Klaus Buchner / Dr. med. Monika Krout
5G-Wahn(sinn)

Die Risiken des Mobilfunks
Das gefährliche Spiel mit den Grenzwerten
Die strahlungsarmen Alternativen

E-Book (pdf): ISBN 978-3-86374-609-4
(Druckausgabe: ISBN 978-3-86374-608-7, 1. Auflage 2021)

Mankau Verlag GmbH
D – 82418 Murnau a. Staffelsee
Im Netz: www.mankau-verlag.de
Internetforum: www.mankau-verlag.de/forum

Lektorat: Julia Feldbaum, www.redaktionsbuero-feldbaum.de

Endkorrektur: Susanne Langer-Joffroy M.A., Germering

Cover/Umschlag: Kathrin Steigerwald, Hamburg
Layout/Satz Innenteil: Mankau Verlag GmbH

Illustrationen: 10/11: Valmedia – stock.adobe.com; 13, 29, 37, 39, 63, 73, 196, 197: Mankau Verlag nach Vorlagen der Autoren; 32/33: kitawit – stock.adobe.com; 45, 52, 56: Monika Krout; 48/49: [bluedesign](http://bluedesign.com) – stock.adobe.com; 88/89: Emil – stock.adobe.com; 93 oben: Cornelia Waldmann-Selsam; 93 unten: Klaus Buchner; 99: Josef Altenwegger; 101: Josef Hopper; 104/105: BillionPhotos.com – stock.adobe.com; 152/153: Zakhar Marunov – stock.adobe.com; 158/159: JEGAS RA – stock.adobe.com; 176/177: [metamorworks](http://metamorworks.com) – stock.adobe.com; 184/185: [astrossystem](http://astrossystem.com) – stock.adobe.com; 200/201: Jay – stock.adobe.com

Wichtiger Hinweis des Verlags:

Die Informationen und Ratschläge in diesem Buch sind sorgfältig recherchiert und geprüft worden. Dennoch erfolgen alle Angaben ohne Gewähr. Weder Autoren noch Verlag können für eventuelle Nachteile oder Schäden, die aus den hier erteilten praktischen Hinweisen resultieren, eine Haftung übernehmen.

Inhalt

Vorwort	8
Grundlagen	11
Funkstrahlung	12
Pulsung	14
INFO Die wichtigsten Fachbegriffe und Einheiten	15
INFO Quellen von Funkstrahlung	18
Was ist neu bei 5G?	26
INFO Wie breitet sich die Strahlung einer Antenne aus?	28
Wirkung auf den Menschen	33
Erste Reaktionen	34
Wirkmechanismen der Funkstrahlung	35
INFO Öffnung der Calcium-Kanäle durch Änderung der Proteinfaltung	40
Funkstrahlung und ihre Wirkung auf den menschlichen Körper	42
Muskelzellen	42
Nerven	43
Mitochondrien	43
Entstehung aggressiver chemischer Verbindungen	44
Energiemangel	44
Immunsystem	46
Viren	46
Entzündungen	46
Blut-Hirn-Schranke	47
Krankheitsrisiken durch Funkstrahlung	49
Kombinierte Wirkung mehrerer Einflüsse?	50
Herzfrequenz (Puls)	51
Gehirn, gepulste Strahlung	53

Schlafstörungen	55
Fruchtbarkeit	57
Genschäden	58
Krebs	60
Vorzeitige Demenz	64
Schädigungen bei Kindern und Jugendlichen	65
Wann ist Funkstrahlung als Ursache einer Krankheit bewiesen?	68
Elektrohypersensibilität (EHS)	71
Weiße Zonen als mögliche Lösungen?	75
Medizinische Behandlungsziele	75
Beweisführung der EHS	77
Hilfreiche Maßnahmen bei starker Funkbelastung	79
Alternative Lösungsmöglichkeiten	79
Was ist bei 5G anders?	80
INFO Erkrankungen durch Funkbelastung	83

Schäden an der lebendigen Natur 89

Bakterien	91
Pflanzen	92
Insekten, insbesondere Ameisen und Bienen	95
Rinder und Schweine	97

Der Funk-Skandal: Wie die Behörden mit unserer Gesundheit umgehen 105

Die Anfänge	106
Wirtschaftsinteressen vor Gesundheitsschutz	109
INFO Grenzwerte in Deutschland	117
INFO Grenzwerte in anderen Ländern	120
Der Grenzwertvorschlag 2020 von ICNIRP	124
INFO Der ICNIRP-Grenzwertvorschlag von 2020 in Zahlen	126
Echte und „nützliche“ Wissenschaft	134
Das liebe Geld	138
Unverletzlichkeit der Wohnung	141
Vorsorgeprinzip	142

Verletzung von Grundrechten	146
Haftpflichtrisiko	149
5G und die Umwelt	153
Strom- und Rohstoffverbrauch	154
Satelliten	155
Datenschutz und Demokratie	159
Überwachung	160
Beispiele für die Verwendung der Daten	165
Legale Datensammlung durch Privatfirmen	168
Beeinflussung	170
Alternativen zum jetzigen Mobilfunknetz	177
Regeln ändern	178
Standorte optimieren	179
Lichttechnik	181
So können wir uns wirksam schützen	185
Wie kann sich eine Gemeinde gegen Funkmasten wehren?	186
Unsere Forderungen an die Politik	191
PRAXIS Wie kann man sich schützen?	192
PRAXIS Schutz durch bauliche Maßnahmen	195
Schluss	198
Anhang	201
Empfohlene Literatur	202
Endnoten	204
Stichwortregister	252

Vorwort

Funktechnik und speziell 5G verändern unser Leben. Um zu begreifen, was hier vor sich geht, muss man sowohl die Grundlagen dieser Technik als auch die medizinischen und rechtlichen Konsequenzen sowie die Wirkung auf die Umwelt einschätzen können. Niemand kann aber Experte auf all diesen Gebieten sein. Deshalb versucht das vorliegende Buch, wenigstens die wichtigsten Fakten für Laien verständlich darzustellen. Dabei wird zwangsläufig über einige Tatsachen unvollständig und stark vereinfacht berichtet. Unser Ziel bleibt aber, die Gefahren dieser Technik gut begründet darzustellen und die politischen Verstrickungen aufzuzeigen, die eine Abhilfe bisher verhindert haben.

Funkstrahlen werden auch vereinzelt zur medizinischen Behandlung eingesetzt, beispielsweise bei Alzheimer oder um das Knochenwachstum nach Brüchen anzuregen. Das ist aber nicht das Thema dieses Buchs.

Es kommt also darauf an, einen Überblick über das ganze Thema zu bekommen und die Zusammenhänge bewusst zu machen. Grundsätzlich bietet dieses Buch aber wenig Neues, außer bei der Begründung einiger biophysikalischer Wirkmechanismen der Funkstrahlung. Denn über alle diese Themen wurden schon Tausende von wissenschaftlichen Untersuchungen in den besten Fachzeitschriften veröffentlicht. Wir haben uns an die Probleme der Informationsübertragung gewöhnt und nehmen sie als notwendigen Preis für den Fortschritt in Kauf. Es geht uns wie in der bekannten Erzählung von dem Frosch, der sofort versucht wegzuspringen, wenn man ihn in heißes Wasser wirft. Er bleibt aber sitzen, wenn man ihn in kaltes Wasser setzt und es langsam erhitzt.

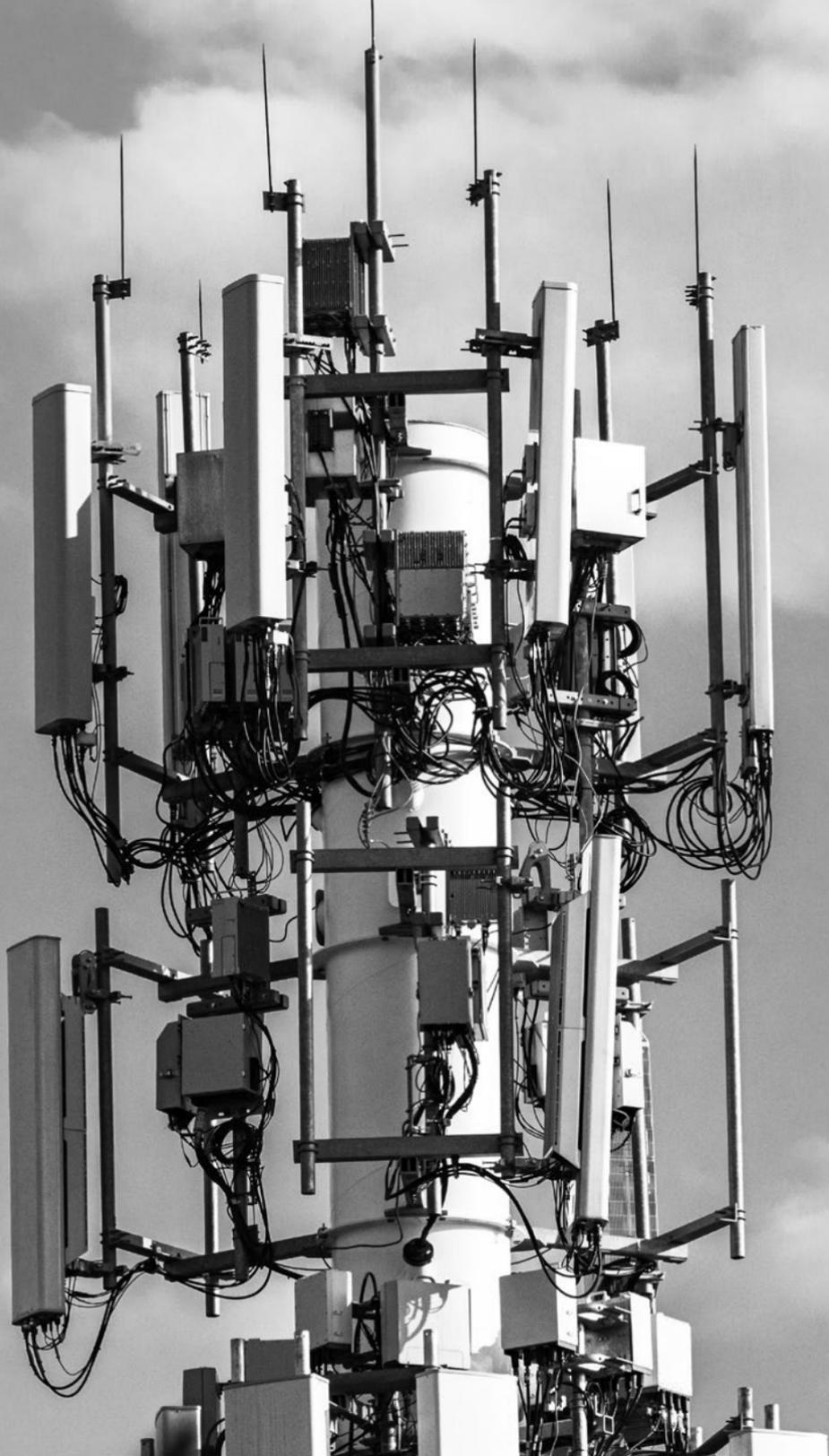
Viele der Erkenntnisse, über die in diesem Buch berichtet wird, stammen aus Tierversuchen. Natürlich sollte man sie soweit wie möglich durch andere Experimente ersetzen. Aber die bisher gewonnenen Ergebnisse nützen wenigstens bei dem Bemühen, der Aufklärung argloser Konsumenten zu dienen.

In den ersten Kapiteln sind manchmal sehr technische Erklärungen nötig. Die meisten davon sind in den Endnoten oder in den Kästen enthalten, manche aber natürlich auch im laufenden Text. Um einen ersten Überblick über das Thema zu bekommen, kann man diese Stellen einfach überlesen.

Dieses Buch wäre ohne die Unterstützung vieler Freunde nicht zustande gekommen. Es ist unmöglich, sie alle zu nennen, aber wenigstens Herrn Peter Hensinger (diagnose:funk) und Herrn Prof. Dr. Willi Mosgöller von der Medizinischen Universität Wien sei herzlich gedankt für die Informationen, die sie uns geliefert haben. Sie haben das Buch nicht gelesen und sind deshalb für eventuelle Fehler nicht verantwortlich. Sie haben uns aber erst auf viele Fakten aufmerksam gemacht, über die wir sonst nicht hätten berichten können. Die Zusammenarbeit mit dem Verlag, der dieses Buch angeregt hat, und mit der Lektorin war trotz des engen Zeitplans immer sehr erfreulich und anregend. Auch unseren Familien, insbesondere Frau Rosemarie Buchner, sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Das Buch war in vielen Momenten des Entstehens eine große Herausforderung für sie.

Monika Krout und Klaus Buchner

im April 2021





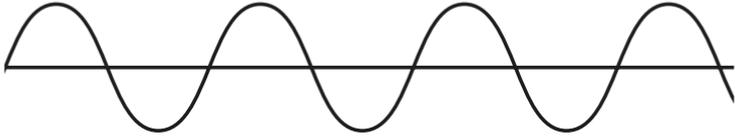
Grundlagen

Funkstrahlung

Wir sind überall von Strahlung umgeben: von radioaktiver Gammastrahlung, von Röntgenstrahlung, von Licht, Wärme und von Funkstrahlung. Das alles wird unter dem umständlichen Namen „elektromagnetische Strahlung“ oder „elektromagnetische Felder“ zusammengefasst. Dabei muss man sich vor Augen halten, dass hier „Strahlung“ gleichzeitig auch „Welle“ bedeutet. Dieses Buch handelt von Funkstrahlen, also nur von künstlich erzeugten elektromagnetischen Wellen, deren Wellenlänge größer ist als die von Wärme, Licht, Röntgen- und Gamma-Strahlung. Wir sind ständig von ihnen umgeben. Woher sie kommen, wird unter „Quellen von Funkstrahlung“ (siehe Seite 18ff.) zusammengefasst. Natürlich gibt es auch andere Strahlung als die elektromagnetische, zum Beispiel die radioaktive Alpha-, Beta- und Neutronenstrahlung und die Gravitationswellen.

Heute werden praktisch alle Daten „digitalisiert“, also durch eine Folge von Nullen und Einsen dargestellt. Der Grund dafür ist, dass man sie so direkt in einem Computer bearbeiten kann. Zunächst werden die Schwingungen der Funkstrahlung in einer elektronischen Schaltung erzeugt, die „Oszillator“ genannt wird. Um die Nullen und Einsen der digitalen Daten durch Funkstrahlung zu übermitteln, gibt es mehrere Möglichkeiten. Am einfachsten ist es, bei einer Eins die im Oszillator erzeugte Welle anzuschalten und sie bei einer Null abzuschwächen oder ganz auszuschalten – siehe Bild 1 (Techniker bezeichnen das als eine Form der „Amplitudenmodulation“). Man kann aber auch bei einer Eins eine etwas höhere Frequenz und bei einer Null eine niedrigere senden. Die Stärke („Amplitude“) der Welle bleibt dabei unverändert. (Techniker nennen das „Frequenzmodulation“.) Schließlich kann man beispielsweise bei einer Eins von einem Wellenberg auf ein Wellental oder eine andere Stelle der Welle springen und bei einer Null die Welle einfach weiterlaufen lassen (Spezialfall einer sogenannten „Phasenmodulation“).

Funkstrahlung



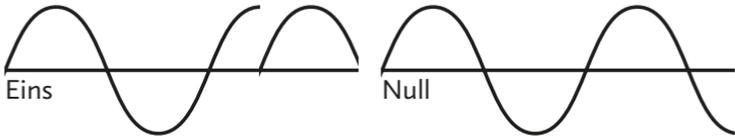
Ohne Information



Beispiel für Amplitudenmodulation



Beispiel für Frequenzmodulation



Beispiel für Phasenmodulation

Bild 1 Verschiedene Möglichkeiten der Übertragung von Nullen und Einsen.

Außer den hier genannten gibt es noch weitere Methoden, Informationen durch eine Funkstrahlung zu übertragen. In allen Fällen muss der Empfänger wissen, welche von ihnen angewendet wird, und daraus die ursprüngliche Nachricht rekonstruieren.

Pulsung

Wenn man viele Daten in kurzer Zeit übertragen will, benutzt man gleichzeitig mehrere Wellen. Um sie zu koordinieren, verwendet man manchmal scharfe Impulse, die regelmäßig gesendet werden. Das bedeutet, dass die Strahlung für sehr kurze Zeit stärker ist als sonst. Solche Impulse werden auch für die Steuerung anderer Funktionen eingesetzt; wie das genau geschieht, ist bei jeder der Mobilfunk-Generationen – 2G bis 5G – unterschiedlich. Wichtig ist nur, dass Funkstrahlung sehr häufig gepulst ist, wobei die Pulse manchmal einen Abstand von mehr als einer Sekunde haben und manchmal weniger als ein Hundertstel einer Sekunde. Beispiele werden im Abschnitt „Gehirn, gepulste Strahlung“, siehe Seite 53ff., diskutiert.

Da die Strahlung während eines Pulses sehr viel stärker ist als in der restlichen Zeit, durchdringen die Pulse leichter Mauern und andere Hindernisse. Daher ist es schwieriger, sich vor gepulster Strahlung zu schützen als vor ungepulster.

Hier ergeben sich schon die ersten Schwierigkeiten mit unseren Grenzwerten: Hat man einen kurzen, hohen Impuls, in der übrigen Zeit aber wenig Strahlung, so ist der Durchschnittswert der Strahlung über diese Zeit klein und der Spitzenwert groß. Die Grenzwerte berücksichtigen aber nur den Durchschnittswert, also im Vergleich zum Spitzenwert eine viel zu geringe Strahlung. (In Deutschland wird die Leistungsflussdichte über 6-Minuten-Intervalle gemittelt.) Wenn der Durchschnitt noch unterhalb der Grenzwerte liegt, kann der Spitzenwert bereits weit darüber sein. In der einschlägigen gesetzlichen Vorschrift, der 26. Bundesimmissionschutzverordnung, heißt es lediglich, dass der Spitzenwert der Strahlung das Tausendfache des Grenzwerts (der Leistungsflussdichte) nicht übersteigen darf!¹

Wie falsch es ist, nur die Durchschnittswerte zu betrachten, kann man sich an einem einfachen, natürlich nicht vollständig übertragbaren Beispiel klarmachen. Was ist Ihnen lieber: wenn Sie Ihr Partner oder Ihre Partnerin drei Minuten

liebevoll streichelt oder wenn Sie eine kräftige Ohrfeige bekommen? Der Durchschnittswert (des Drucks auf Ihre Haut) ist der Gleiche, aber der Spitzenwert und damit auch die „Wirkung“ unterscheiden sich erheblich.

INFO

Die wichtigsten Fachbegriffe und Einheiten

Elektromagnetische Strahlung wird manchmal in „ionisierende“ und „nicht-ionisierende“ Strahlung eingeteilt. Dabei bezeichnet man eine Strahlung als ionisierend, wenn sie in der Lage ist, Elektronen aus der Atomhülle herauszuschlagen. Das sind die radioaktive Gammastrahlung, Röntgenstrahlung, teilweise auch UV-Licht (UV-C) und bestimmte Teile der kosmischen Strahlung. Alle andere elektromagnetische Strahlung, insbesondere auch die uns hier interessierende Funkstrahlung, wird als nicht-ionisierend bezeichnet. Funkstrahlung kann sowohl als Welle als auch als Strahlung aufgefasst werden, die man sich als Strahl einzelner Teilchen vorstellt, die Photonen genannt werden. Das besagt der berühmte „Welle-Teilchen-Dualismus“. Eine Welle hat eine gewisse Höhe (oder Amplitude) und eine Wellenlänge. Eine dritte wichtige Größe beschreibt, wie oft sie in einer Sekunde schwingt. Diese Zahl nennt man Frequenz. Im Andenken an Heinrich Hertz, den Entdecker der Funkstrahlung, wird sie in Hertz angegeben, abgekürzt Hz. Dabei ist 1 Hz gleich 1 Schwingung pro Sekunde. Wir verwenden meist Gigahertz (GHz): 1 GHz bezeichnet eine Milliarde Schwingungen pro Sekunde. Häufig begegnet man auch der Bezeichnung Megahertz (MHz). 1 MHz bedeutet eine Million Schwingungen pro Sekunde.

Beispiel: Wenn sich eine Funkwelle in der Luft in 1 Sekunde 300.000 Kilometer fortbewegt und dabei 100.000 Schwingungen macht (also eine Frequenz von 100.000 Hz hat), dann legt sie bei einer Schwingung einen Weg von

$300.000 \text{ km} / 100.000 = 3 \text{ km}$ zurück. Die Wellenlänge ist dann 3 Kilometer.

Man sieht: Je höher die Frequenz, desto mehr Schwingungen müssen in die zurückgelegte Strecke passen, desto kleiner ist also die Wellenlänge. Ein paar Beispiele:

	Frequenz	Wellenlänge
UKW-Rundfunk	0,1 GHz	3 m
Mobilfunk der 4. Generation (LTE), zu Beginn mit	0,7 GHz	43 cm
D-Netz	0,9 GHz	33,3 cm
E-Netz	1,8 GHz	16,7 cm
Mobilfunk der 3. Generation (UMTS), zu Beginn mit	2 GHz	15 cm
Neu versteigerte Frequenzen für 5G	3,4–3,8 GHz	7,8–8,8 cm
Künftige Frequenzen von 26 GHz für 5G	26 GHz	1,1 cm

Für den Mobilfunk verwendet man Wellenlängen, die wesentlich kürzer sind als die für Rundfunk und Fernsehen. Deshalb spricht man hier auch von Mikrowellen, bei den höchsten Frequenzen auch von Millimeterwellen (ab 30 GHz, entsprechend einer Wellenlänge unter 1 cm).

Für die Diskussion der Funkstrahlung und ihrer Wirkungen sind noch zwei weitere Begriffe wichtig, die zwar einfach zu begreifen sind, aber mit sehr langen Wörtern bezeichnet werden: „Leistungsflussdichte“ und „Spezifische Absorptions-Rate“ oder kurz SAR.

Stellen wir uns einen runden Scheinwerfer vor, der einen Lichtkegel mit einer gewissen Leistung, sagen wir 100 W, erzeugt. Der Scheinwerfer hat einen Durchmesser von 10 cm, also eine Fläche von knapp 80 cm^2 . Unmittelbar am Scheinwerfer konzentriert sich das Licht auf diese Fläche; wir haben also eine „Leistungsflussdichte“ von $100 \text{ W} / 80 \text{ cm}^2 =$

1,25 W/cm². Weiter vom Scheinwerfer entfernt wird der Lichtkegel größer. Ist sein Durchmesser beispielsweise an einer Stelle 2 m, so ist dort die Leistungsflussdichte nur noch $100 \text{ W}/3,14 \text{ m}^2 \approx 32 \text{ W}/\text{m}^2 = 0,0032 \text{ W}/\text{cm}^2$. Man sieht also, dass die Leistungsflussdichte in solchen Fällen sehr schnell mit dem Abstand abnimmt.

Es hat sich eingebürgert, nicht die Einheit W/cm² zu verwenden, sondern W/m². Weil 1 m² 10.000 cm² hat, gilt natürlich: $1 \text{ W}/\text{cm}^2 = 10.000 \text{ W}/\text{m}^2$. Aber 1 W/m² ist eine sehr große Einheit. Deshalb verwenden wir meist ein Millionstel davon als Maß, in Symbolen $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Es gilt also $1 \text{ W}/\text{m}^2 = 1.000.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

In der Literatur wird oft statt der Leistungsflussdichte die elektrische Feldstärke verwendet. Sie wird in Volt pro Meter, in Formeln V/m, gemessen. Ist man weit genug von der Antenne des Senders entfernt, gilt:

$$1 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 0,019 \text{ V}/\text{m}$$

$$100 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 0,194 \text{ V}/\text{m}$$

$$1.000 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 0,614 \text{ V}/\text{m}$$

$$1 \text{ W}/\text{m}^2 = 1.000.000 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 19,42 \text{ V}/\text{m}$$

$$4,5 \text{ W}/\text{m}^2 = 4.500.000 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 41,19 \text{ V}/\text{m}$$

$$10 \text{ W}/\text{m}^2 = 10.000.000 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 61,4 \text{ V}/\text{m}$$

Man beachte, dass die doppelte Feldstärke das Vierfache an Leistungsflussdichte ergibt und die zehnfache Feldstärke das Hundertfache. (Die Leistungsflussdichte I, gemessen in $\mu\text{W}/\text{m}^2$, und die elektrische Feldstärke E, gemessen in V/m, lassen sich mit der Formel $I = 2.652,52 E^2$ ineinander umrechnen. Diese Formel gilt aber nur im sogenannten Fernfeld, also weit genug von der Antenne entfernt.)

Trifft der oben erwähnte Lichtkegel auf eine Glasscheibe, passiert er diese ohne große Verluste. Dagegen wird sein Licht von einem massiven schwarzen, undurchsichtigen Körper vollständig verschluckt. Dabei wird seine Energie letztlich in Wärme verwandelt. Wie stark sich dieser Körper dadurch erwärmt, hängt von seiner Masse ab: Eine große

Masse braucht viel Energie zum Aufheizen, eine kleine wenig. Deshalb ist es sinnvoll zu betrachten, wie viel Energie (oder Leistung) von einem Kilogramm absorbiert wird. Das ist die „Spezifische Absorptions-Rate“, abgekürzt SAR. Sie wird in W/kg gemessen. Würde man also nur die Wärmewirkung der Funkstrahlung betrachten, wäre der SAR-Wert ein geeignetes Maß. Für kleine mobile Sender wie Handys und Smartphones gilt in Deutschland der Richtwert von maximal 2 W/kg, wobei als absorbierende Masse das Ohr und der anliegende Teil des Gehirns gewählt wird.

Quellen von Funkstrahlung

Dieses Buch beschäftigt sich mit den Wirkungen von sogenannten „elektromagnetischen Wellen“, die als Funkstrahlung, Wärme, Licht, Röntgenstrahlen und radioaktive Gammastrahlung bekannt sind. Uns interessiert hier aber nur die Funkstrahlung, also elektromagnetische Wellen mit Schwingungszahlen (= Frequenzen) zwischen 100 kHz (d.h. 100.000 Schwingungen pro Sekunde) und 300 GHz (d.h. 300 Milliarden Schwingungen pro Sekunde).

Wir unterscheiden nicht zwischen Wellen und Strahlen (aufgrund des Welle-Teilchen-Dualismus in der Physik, siehe auch Seite 15). Die Begriffe „Funkstrahlen“, „Radiowellen“ und „Hochfrequenzwellen“ sind gleichbedeutend.

Mobilfunk-Türme

Übliche Sendeleistung für 2G bis 4G: 30.000–80.000 mW (d.h. 30–80 W). Diese Zahl täuscht aber, weil die Sendeleistung stark gebündelt wird. Würde man diese gebündelte Leistung rund um die Antenne abstrahlen, so bräuchte man oft mehrere Kilowatt (mehrere 1.000.000 mW).

Auch wenn keine Funkverbindungen für Mobilfunkgespräche oder Datenübertragungen genutzt werden, wird ein Signal gesendet, das von den Benutzern ständig empfangen werden kann und zur Organisation des Datenverkehrs dient.

In dicht besiedelten Gebieten und entlang wichtiger Straßen sollen Kleinstsender für 5G mit einer Sendeleistung von bis zu 10.000 mW (10 W) aufgestellt werden, und das in Abständen von 100–250 m. Ihre Leistung scheint zwar gering zu sein, aber auch hier gilt, dass trotzdem der geringe Abstand zu den Menschen von wenigen Metern zu einer starken Belastung führen kann.

Beim Mobilfunk unterscheidet man verschiedene Generationen:

- 1G, die erste Generation, war noch analog und wurde schon 1958 als „öffentlicher beweglicher Landfunkdienst“ eingeführt. Ein Funkgerät kostete damals mehr als ein Kleinwagen.
- 2G, auch GSM genannt, wurde in Deutschland am 1. Juli 1992 in Betrieb genommen. Mit ihm wurde der Mobilfunk für die breite Masse erschwinglich. In Deutschland arbeitet es auf den Frequenzen 0,9 GHz (D-Netz) und 1,8 GHz (E-Netz).
- 3G oder UMTS begann in Deutschland im Jahr 2000 mit der Versteigerung der Frequenzen, ist aber erst seit 2004 kommerziell verfügbar.
Es war von vorneherein so konzipiert, dass es mehrere Übertragungskanäle bündeln kann. Das ermöglichte Videotelefonie und ein schnelleres Herunterladen von Filmen. Am 30. Juni 2021 hat dieser Standard endgültig ausgedient.
3G nutzte in Deutschland zunächst Frequenzen um 2 GHz; später kamen weitere dazu, die aber unter 3 GHz liegen.
- 4G oder LTE mit noch höheren Übertragungsgeschwindigkeiten startete in Deutschland im Jahr 2010 mit rund 0,7 GHz; auch hier kamen später höhere Frequenzen bis etwa 2,6 GHz dazu.
- 5G begann im Jahr 2019 – 2G-, 3G- und teilweise auch 4G-Basisstationen werden Schritt für Schritt auf 5G umgerüstet.

Handys/Smartphones

Übliche maximale Sendeleistung (für 2G bis 4G): bis zu 2.000 mW (d.h. 2 W). Bei gutem Empfang wird diese Leistung heruntergeregelt.

Normalerweise hat auch ein nicht benütztes Smartphone recht häufig Kontakt mit dem Internet, z.B. um Updates durchzuführen oder Hintergrunddienste auszuführen. Die Funkkontakte werden deutlich weniger, wenn „mobile Daten“ ausgeschaltet werden, solange man sie nicht benötigt. Auch im Flugmodus funken einige Smartphones unter bestimmten Voraussetzungen, wenn er lediglich über die Schnell-Bedienungsleiste eingeschaltet wird. Sicher ist es, wenn man den Flugmodus über das Menü anschaltet.

Auch ein ausgeschaltetes Handy kann durch die Polizei ferngesteuert eingeschaltet werden. Obwohl das gesetzlich nur sehr eingeschränkt erlaubt ist, passiert es häufiger, als man vermuten würde (siehe z.B. stern.de vom 14. Juli 2007).

Schnurlostelefon (DECT)

Übliche Sendeleistung: 250 mW

Es stellt in vielen Wohnungen die stärkste Strahlungsquelle dar und reicht meist auch in die benachbarten Wohnungen. Die meisten Schnurlostelefone funken rund um die Uhr, auch wenn sie nicht benützt werden. Sie funken außerdem immer mit voller Leistung. Es gibt aber Modelle, bei denen sich diese beiden Funktionen abschalten lassen, die dann also nicht ständig funken und wenn, dann nur mit der benötigten Leistung.

Bei allen Funkquellen in der Wohnung (DECT, WLAN, funkende Strom-, Wasser-, Gas- und Heizungszähler) gilt: Auch wenn die Sendeleistung klein ist, verursachen sie meist eine sehr starke Strahlung, weil außer der Leistung auch der Abstand entscheidend ist. Innerhalb einer Wohnung beträgt die Entfernung zwischen der Funkquelle und den Menschen nur einige Zentimeter bis einige Meter, bei außen liegenden Quellen ist sie viel größer.

Quellen von Funkstrahlung

Quelle	Entfernung	Belastung in $\mu\text{W}/\text{m}^2$
WLAN-Router	0,2 m	149.204
	1,0 m	12.838
	1,5 m	1.009
	3,5 m	566
Laptop	0,5 m	27.161
	1,0 m	2.650
Typisches Gerät mit WLAN (Client)	0,2 m	205.411
	1,0 m	8.216

Strahlenbelastungsspitzenwerte durch WLAN (2,45 GHz)
Tabelle nach: Hensinger, Peter und Teuchert-Noodt, Gertraud (Hrsg.):
Smart City, Digitale Bildung, Elektromagnetische Felder.²

WLAN

Übliche Sendeleistung: bei 2,4 GHz: 100 mW, bei 5–6 GHz: 200 mW und 1.000 mW. Künftig soll es WLAN bis zu 6,875 GHz geben.

Auch WLAN (engl. Wi-Fi; drahtlose Datenverbindung in den Wohnungen, auf öffentlichen Plätzen usw.) gehört in den Wohnungen zusammen mit den Schnurlostelefonen meist zu den stärksten Strahlungsquellen. Wenn man unbedingt eine Funkverbindung statt eines Kabels verwenden will, sollte man WLAN zumindest nachts abschalten.

Vorsicht! Viele WLAN-Router sind so voreingestellt, dass sie auch die angrenzenden Bereiche „mitversorgen“, dass sie also auch die Funkverbindung zu Geräten auf der Straße oder in angrenzenden Wohnungen herstellen. Selbst wenn der Router nachts abgeschaltet ist, kann es sein, dass er noch weiter funkt, um in der Umgebung WLAN zur Verfügung zu stellen. Das kann man jedoch bei den Einstellungen des Routers mit dem angeschlossenen Computer abstellen. Bei Updates wird diese Funktion aber meist automatisch wieder angeschaltet. Deshalb sollte man sie regelmäßig kontrollieren.

Bluetooth

Übliche Sendeleistung: bisher 1 mW; jetzt auch bis 100 mW

Hier geht es um Funk für Kurzstreckenverbindungen, z.B. Funkmäuse, Funktastaturen, schnurlose Kopfhörer, Sportuhren (sogenannte Wearables) sowie körpernahe medizinische Überwachung. Hat man die Tastatur oder die Maus eines Computers auf dem Tisch, an dem man arbeitet, so wirkt die Strahlung direkt auf die Fortpflanzungsorgane. Ähnliches gilt übrigens, wenn man den Laptop auf dem Schoß hat und die Daten per WLAN oder Mobilfunk gesendet werden.

Mikrowellenherde

Sie arbeiten auf einer Frequenz von 2,45 GHz. Eigentlich sollten ihre Türen, die mit Metall hinterlegt sind, keine Strahlung nach außen lassen. Praktisch misst man aber trotzdem vor dem Herd immer eine beträchtliche Belastung. Deshalb ist es sinnvoll, während des Betriebs einen Abstand von ein bis zwei Metern einzuhalten. Eine Bemerkung am Rande: Die Proteine reagieren im Mikrowellenherd etwas anders als auf der Kochplatte (siehe „Proteinfaltung“, Seite 36/37). Daher schmecken bestimmte Speisen unterschiedlich, je nachdem, wo sie erhitzt wurden. Bei hart gekochten Eiern ist das besonders deutlich. Aber Vorsicht! Ein rohes Ei, das im Mikrowellenherd erhitzt wird, explodiert und verschmutzt dabei den Herd.

Babyphone

Die Geräte sollten, wenn überhaupt, im Abstand von einigen Metern von Babys und Kleinkindern aufgestellt werden. Beim Kauf eines Babyphons raten wir Ihnen nachzufragen, ob es dauerhaft oder nur im Bedarfsfall (beim Schreien) strahlt.

Funkende Heizungs-, Elektrizitäts-, Gas- und Wasserzähler

(sogenannte „Smart Meter“ oder „intelligente Zähler“)

Sie funkeln oft im Abstand von wenigen Sekunden. Ihre Leistung ist zwar sehr klein (meist im Milliwatt-Bereich), aber

das ist nicht entscheidend. Wichtig ist, was beim Menschen ankommt. Wenn z.B. der Heizungszähler direkt neben dem Bett oder neben dem Arbeitsplatz angebracht ist, so kann wegen des geringen Abstands die Belastung durch die Strahlung erheblich sein.

Es gibt „intelligente“ Heizungszähler, die während des Ablesens ein Funksignal empfangen und daraufhin nur kurze Zeit senden, sonst aber nicht. Die Elektrizitäts- und Gaszähler müssen jedoch überhaupt nicht funken. Nach dem Gesetz³ muss immer eine nicht-funkende Alternative angeboten werden, etwa über eine Telefonleitung oder – weniger empfehlenswert – über Powerline.

Radar

Radar an Flughäfen und an militärischen Anlagen arbeitet meist mit sehr hohen Leistungen. Speziell militärisches Radar für bodennahe Überwachung führt oft noch in sehr großen Abständen zu erheblichen Schäden.

Für Radar werden sehr unterschiedliche Frequenzen genutzt. Die meisten davon liegen zwischen 2,3 und 11 GHz. Obwohl viele Breitband-Messgeräte Radar schlecht oder überhaupt nicht erfassen können, macht es manchmal elektrohypersensiblen Menschen sehr zu schaffen. Das gilt besonders im Anflugbereich von Flughäfen.

Radar, Bluetooth und andere Funkanwendungen in Autos

Viele Autos haben Seiten-, Abstands- und Rückfahr radar. Das trägt zweifellos zur Verkehrssicherheit bei. Nicht vergessen werden darf dabei aber die Funkbelastung der Fußgänger und Radfahrer am Straßenrand. Speziell Schwangere, Säuglinge in Kinderwagen und Kleinkinder sind stark betroffen. Noch schlimmer ist die Strahlung von selbstfahrenden Autos. Auch die Personen im Innenraum können gefährdet sein, denn die meisten Autos sind mit WLAN und Bluetooth ausgerüstet. Durch die Metallkonstruktion der

Karosserie können „Brennpunkte“ der Strahlung entstehen, an denen sie besonders hoch ist. Das gilt übrigens auch für das Telefonieren mit Handys im Auto. Außerdem sei auf die Magnetfelder der Sitzheizungen hingewiesen, die zwar keine Funkstrahlung darstellen, aber in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden dürfen.

Heizungssteuerung, Rollläden etc.

Hier besteht eine Funkbelastung nur für die kurze Zeit der Steuerung. Deshalb geht von ihnen im Allgemeinen keine Gefahr aus.

RFID

Hier geht es ums Auslesen von Daten auf Gebrauchsartikeln, Pässen usw. ähnlich wie bei einem Strichcode. Oft sind die Schaltkreise in einem kleinen weißen Plastikteil untergebracht, auf dem oben der Strichcode aufgedruckt ist. Die meisten RFID-„Transponder“ sind passiv, senden also nicht. Auch hier dauert die Funkbelastung nur kurze Zeit. Daher besteht keine Gefahr für Gesunde. Das gilt aber nur, wenn man sich nicht längere Zeit neben einem Auslesegerät aufhält.⁴

Behördenfunk TETRA für Polizei, Feuerwehr, Krankenfahrzeuge usw.

Er strahlt immer, also auch dann, wenn keine Gespräche oder Daten übertragen werden (in Deutschland bei 0,391–0,395 GHz).

Richtfunk

Die Strahlenbelastung besteht nur in der Richtfunkstrecke und in deren unmittelbarer Umgebung. Sie trifft meist keine Gebiete, in denen sich Menschen aufhalten.

Satellitenfunk bei 5G

Beim Satellitenfunk hat das Handy meist keinen Kontakt mit dem nächsten Mobilfunkmast, sondern mit einem Satelliten,

der sowohl die Signale an das Handy sendet als auch die des Handys empfängt. Satellitenfunk war immer schon in sehr einsamen Gegenden wie in Wüsten und auf Meeren üblich. Für 5G sind zurzeit rund hunderttausend Satelliten geplant; viele davon sind schon genehmigt. Jeder wird eine Leistung von bis zu 5 MW (fünf Millionen Watt) EIRP⁵ haben. Trotzdem ist die Strahlung eines einzelnen Satelliten auf der Erde so schwach, dass in den meisten Fällen spezielle Empfänger benötigt werden. Für die Belastung der Menschen ist letztlich entscheidend, wie viele Satelliten gleichzeitig unser Land überfliegen.

Bei einigen Firmen dienen die Satelliten für 5G nur für einen schnellen Kontakt der Basisstationen untereinander. Die Smartphones haben dann wie üblich nur Kontakt mit der nächsten Basisstation.

Powerline oder PLAN

Daten können auch über die normalen Leitungen des Hausstroms übertragen werden. Dabei werden die Kabel als eine Art Antenne für einen Kurzwellensender benützt. Auf diese Weise hat man zwar weniger Strahlung als etwa bei WLAN, trotzdem kann die Belastung erheblich sein.

Rundfunk, Fernsehen

Obwohl hier manchmal sehr hohe Leistungen (von einigen 100 Kilowatt, d.h. einigen 100.000 Watt) abgestrahlt werden, sind die Sender meist genügend weit von der Wohnbebauung entfernt. Das gilt leider nicht für einige neuere Anlagen in Wohngebieten, in deren Umgebung viele Krebsfälle beobachtet werden.

Was ist neu bei 5G?

5G wird als schnelles Internet mit extrem kleiner Verzögerung („Latenzzeit“) beworben. Außerdem soll es das „Internet der Dinge“ ermöglichen, bei dem jedes „Ding“ Informationen über seine charakteristischen Eigenschaften, seinen Standort usw. sendet. Bundeskanzlerin Angela Merkel drückte es sinngemäß so aus: Jede Milchkanne solle mit dem 5G-Netzwerk verbunden werden. Technisch wird die höhere Geschwindigkeit der Datenübertragung unter anderem dadurch erreicht, dass nicht wie beim klassischen Rundfunk eine einzige Welle (Frequenz) verwendet wird, sondern ein „Band“ mit einem ganzen Bündel davon. Man spricht von einem Breitbandnetz. Da jede einzelne dieser Wellen eine bestimmte Mindeststärke haben muss, um sicher empfangen zu werden, strahlt eine Datenübertragung natürlich umso mehr, je mehr von diesen Wellen zu einem Band zusammengefasst werden, je „breiter“ also das Band ist. Daher ist es nicht verwunderlich, dass für 5G mehr Leistung nötig ist als bei den bisherigen Systemen 1G bis 4G. Das bestätigen auch die Messungen rund um 5G-Basisstationen.

Aufgrund seiner ausgefeilten Technik benötigt 5G zur Übertragung einer Nachricht, beispielsweise eines Bits, zwar weniger Sendeenergie als bisher, dafür laufen aber über eine 5G-Basisstation wesentlich mehr Daten, die gleichzeitig übertragen werden müssen. Man denke nur an das „Internet der Dinge“, bei dem möglichst jeder Gegenstand mit dem Internet verbunden werden soll. Die Daten müssen deshalb bei 5G in kürzerer Zeit, aber mit höherer Leistung des Senders übermittelt werden.

Diese ist so groß, dass sie nicht mehr in alle Richtungen abgestrahlt werden kann, wie das bei den früheren Generationen 1G bis 4G der Fall war. Das würde die Stromkosten zu sehr in die Höhe treiben. Stattdessen wird nur ein dünner Strahl auf den Nutzer gerichtet. Wenn sich dieser bewegt, muss ihm der Strahl natürlich folgen. Man spricht von einem „Bleistiftstrahl“, im Englischen „beam forming“. Die Bündelung wird