

# Risiko Mobilfunk

**Blick in die Forschung: GESUNDHEITSSCHÄDEN DURCH WLAN- UND MOBILFUNKSTRAHLUNG**

Peter Hensinger

**KEIN ANDERES GERÄT** der Geschichte konnte einen vergleichbaren Siegeszug vorlegen: Das Smartphone steigerte seinen Absatz vom ersten verkauften iPhone (2007) auf 1,5 Milliarden verkaufte Geräte und einen Umsatz von 479 Milliarden US-Dollar im Jahr 2017. Zeitgleich nahm die Vollversorgung mit WLAN konkrete Formen an. Neben den psychischen Folgen bedeutet dies jedoch auch: Der Mensch ist lebenslang fast ununterbrochen unnatürlichen hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (EMF) ausgesetzt.

## Industrie und Politik euphorisch, Forschung skeptisch

Über Risiken der nichtionisierenden Strahlung von Smartphones, Tablet-PCs, WLAN-Anwendungen und Sendeanlagen liegen umfangreiche Forschungsergebnisse vor. Sie haben große Relevanz, weil inzwischen jeder Bürger dieser Mikrowellenstrahlung ausgesetzt ist. Durch die digitale Transformation der Städte zu SmartCities, der Wohnungen zu SmartHomes und der Schulen zu SmartSchools

## KURZ GEFASST

- 1 WLAN und Mobilfunk wurden von Industrie und Politik konsequent in alle Lebensbereiche eingeführt, vom Klassenbis zum Schlafzimmer, mit gesundheitlichen Folgen.
- 2 Beispielhaft für die eindeutige Studienlage wertet der Beitrag über 50 wissenschaftliche Publikationen aus, die signifikante Gesundheitsschäden durch WLAN und Mobilfunk feststellen, insbesondere durch oxidativen Stress.
- 3 Zu den dokumentierten Mobilfunkfolgen zählen Tumoren unter anderem im Gehirn, Unfruchtbarkeit, Erbgutschäden und Burnout.

vervielfacht sich die Belastung von Mensch und Natur durch elektromagnetische Felder. Eine milliardenschwere Branche mit einflussreichen Lobbyisten konnte bisher verhindern, dass Risiken adäquat kommuniziert werden [1]. Doch die wissenschaftliche Datenlage spricht eine andere Sprache.

## Ärzttekammer warnt vor Krebs, Fruchtbarkeits- und Nervenschäden

So schreiben die Zyprische Ärztekammer, die Ärztekammer Wien und die Österreichische Ärztekammer: „Zu den möglichen gesundheitlichen Auswirkungen nichtionisierender Strahlung von EMF/RF (elektromagnetischen Feldern/hochfrequenter Strahlung) von 30 KHz – 300 GHz gehören Kanzerogenität (Gruppe 2B, IARC 2011), Entwicklungsneurotoxizität, Auswirkungen auf die DNA, die Fruchtbarkeit, Überempfindlichkeit und andere schwerwiegende Wirkungen. Diese sind in wissenschaftlich überprüften Studien gut dokumentiert. Hochfrequenzstrahlung kann oxidativen Stress in Zellen erhöhen und zu einer Zunahme entzündungsfördernder Zytokine führen sowie zu einer Verringerung der Fähigkeit, Ein-

fach- und Doppelstrangbrüche der DNA zu reparieren. Kognitive Beeinträchtigungen beim Lernen und dem Gedächtnis wurden auch aufgezeigt. Diese Auswirkungen können bei Intensitäten auftreten, die weit unterhalb bestehender Grenzwerte der ICNIRP liegen. (...) Die Exposition gegenüber EMF/RF in einem frühen Entwicklungsstadium ist ein Grund besonderer Besorgnis. In dieser Phase nimmt nämlich der Körper mehr Strahlung auf, es kann Auswirkungen auf das sich entwickelnde Gehirn, Nervensystem und Fortpflanzungssystem geben. Es können beispielsweise Krebs oder Folgen für die Kognition ausgelöst werden“ [2]. Diese Einschätzung basiert auf einer gründlichen Analyse der Studienlage. 244 unabhängige Wissenschaftler wandten sich bereits im Jahr 2015 mit einem Appell an die UNO, wiesen auf entsprechende Risiken hin und forderten eine geeignete Vorsorgepolitik [3].

## Krebs durch WLAN und Mobilfunk vor allem im Gehirn

2011 gruppierte die IARC (International Agency of Research on Cancer, Agentur für Krebsforschung der WHO) die nichtionisierende Strahlung in die Gruppe 2B

### DEFINITION

#### Was ist nichtionisierende Strahlung?

Als nichtionisierende Strahlung bezeichnet man elektromagnetische Wellen, deren Energie nicht ausreicht, um andere Atome zu ionisieren – im Gegensatz etwa zu Röntgenstrahlen oder radioaktiver Strahlung. In diesen Bereich fallen auch technisch genutzte Frequenzen wie Radio- und Mikrowellen.

(möglicherweise krebserregend) ein, wo auch bereits DDT und Autoabgase gelistet sind. Seit 1990 haben über 80 Studien DNA-Strangbrüche durch elektromagnetische Felder nachgewiesen [4, 5, 6]. Groß angelegte Studien der österreichischen AUVA-Versicherung [7] und des National Toxicology Program (NTP) des amerikanischen Gesundheitsministeriums [8, 9] bestätigen das Krebsrisiko [10, 11]. Falcioni et al. [12] haben 2018 am Ramazzini-Institut (Italien) an 2500 Ratten nach lebenslanger Bestrahlung mit 1800 MHz (2G-Netz/UMTS) erhöhte Raten von Neurinomen des kardialen Erregungsleitungssystems und von Hirntumoren (Gliomen) festgestellt, eine Bestätigung der NTP-Studie. Neueste Forschungsergebnisse zur Handynutzung bei Vieltelefonierern (im Schnitt 1640 Stunden pro Person) über mehr als 20 Jahre, zeigen ein bis zu fünffach erhöhtes Krebsrisiko [13, 4, 14, 15]. Das deutsche Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ließ die krebsfördernde (krebspromovierende) Wirkung elektromagnetischer Felder überprüfen [16]. Die Behörde erklärte nach dem Erscheinen der entsprechenden Studie von Lerchl et al. 2015 [17], dass eine krebspromovierende Wirkung als gesichert angesehen werden muss: Die bestrahlten Mäuse entwickelten mehr Tumoren, die sich darüber hinaus schneller entwickelten. Dieses Ergebnis wurde durch eine zweite, vom BfS finanzierte Studie bestätigt [18]. Die Effekte traten weit unterhalb der Grenzwerte auf.

### Kinder und Jugendliche besonders betroffen

Die lange Latenzzeit bis zum Ausbruch der Krebserkrankung erschwerte lange die Herleitung klarer Korrelationen. Bestimmte Krebsarten steigen bei Kindern und Jugendlichen jedoch synchron zur Mobilfunk- und WLAN-Belastung signifikant an, wie die Auswertung der US-Krebsstatistik (2000–2010) von Gittleman et al. zeigt [19]. Diese schreiben dazu: „Die Fälle von gutartigen Tumoren des zentralen Nervensystems haben jedoch deutlich zugenommen. (...) Bei Kin-

dern kam es zu einer Zunahme von akuter myeloischer Leukämie, Non-Hodgkin-Lymphomen sowie bösartigen Tumoren des zentralen Nervensystems“ [19]. Die Auswertung der US-Statistik von Ostrom et al. [20, 26] ergab: „Bei Kindern (0–14 Jahre alt) ist die Inzidenz von primären bösartigen Hirn- und ZNS-Tumoren zwischen 2000 und 2010 signifikant gestiegen, mit einer jährlichen prozentualen Veränderung (APC, Annual Percent Change) von 0,6%.“ Weiter heißt es: „Bei Jugendlichen (15–19 Jahre alt) gab es zwischen 2000 und 2008 einen signifikanten Anstieg der Inzidenz von primären bösartigen Hirn- und ZNS-Tumoren mit einem APC von 1,0%. Auch bei Jugendlichen kam es von 2004 bis 2010 zu einem Anstieg der nicht-malignen Hirn- und ZNS-Tumoren mit einem APC von 3,9%.“ Die neuesten US-Auswertungen von Burkhamer et al. 2017 [21] bestätigen diesen Trend.

Auch die Metaanalyse von Bortkiewicz et al. [22] findet eine gestiegene Hirntumorinzidenz: „Die Ergebnisse stützen die Hypothese, dass die langfristige Nutzung von Mobiltelefonen das Risiko von intrakraniellen Tumoren erhöht, insbesondere im Falle einer ipsilateralen Exposition.“ Die Arbeiten von Lim et al. [23] und des Robert Koch-Instituts [24] dokumentieren Anstiege für Schilddrüsenkrebs. Das Robert Koch-Institut belegte außerdem für alle Malignome bei Kindern einen Anstieg von ca. 25% zwischen 1994 und 2012 [24]. Die IARC berichtet über einen weltweiten Krebsanstieg von 13% zwischen 2001 und 2010 bei Kindern [25]. In ihrer aktuellen Arbeit, die verfügbare Daten über den derzeit längstmöglichen Nutzungszeitraum auswertet, fordern Carlberg und Hardell die Einstufung der nichtionisierenden Strahlung durch die WHO in die Kategorie „krebserregend“ [13]. Prof. Franz Adlkofer, Koordinator des REFLEX-Projektes (EU-Studie zur Erforschung von Erbgutschäden durch hochfrequente elektromagnetische Felder), kommt nach der NTP-Studie aus den USA zu dem Schluss: „Die Gentoxizität der Mobilfunkstrahlung kann entsprechend dem Stand der Forschung inzwischen als gesichert angesehen werden“ [26]. Zuletzt

## FORSCHUNG

### Hochfrequenzsender in der Hosentasche: Unfruchtbar durch Mobilfunk?

Besonders eindeutig ist die Studienlage zur Wirkung der Mobilfunkstrahlung auf die Reproduktionsorgane. Die Studienergebnisse zur Fertilität sind deshalb brisant, weil Smartphones und Tablet-PCs vor allem in der Nähe der Fortpflanzungsorgane genutzt werden: Laptop oder Tablet auf dem Schoß, das Smartphone in der Hosentasche. Deshalb empfiehlt die Österreichische Ärztekammer in ihren 10 Handyregeln: „Bei Verwendung von Headsets oder integrierter Freisprecheinrichtung Handys nicht unmittelbar am Körper positionieren – besondere Vorsicht gilt hier für Schwangere. Bei Männern sind Handys in der Hosentasche ein Risiko für die Fruchtbarkeit.“ [28]

Über 50 Studien weisen mittlerweile die Schädigung der männlichen Spermien durch Mobilfunkstrahlung nach, insbesondere verminderte Fruchtbarkeit, Unfruchtbarkeit sowie Folgeschäden bei Neugeborenen.

Mädchen werden schon mit allen Eizellen geboren. Bis zum Eisprung können diese daher bereits eine jahre- bis jahrzehntelange Bestrahlungsexposition hinter sich haben. 70 Studien weisen zudem schwerwiegende prä- und postnatale Auswirkungen auf die Entwicklung des Embryos und Babys nach [58].

forderte Prof. James C. Lin, stellvertretend für das aus 14 Wissenschaftlern bestehende Peer-Review-Panel der NTP-Studie, im IEEE Microwave Magazine eine Revisitation der Grenzwerte und die Höherstufung nichtionisierender Strahlung in „wahrscheinlich krebserregend (2A)“ [61].

### WLAN: Auswirkungen auf Gehirn, Fruchtbarkeit, Embryonen, DNA und Organe

Der Studienlage zu WLAN kommt eine besondere Bedeutung zu, da es sich um eine der meistgenutzten kostenlosen

Frequenzen handelt, ob im Hotel, in der Bahn, dem Café, der Shoppingmall oder der Schule. Dabei handelt es sich um Mobilfunkstrahlung in der Frequenz von 2,45 GHz, gepulst mit 10 Hz.

Bereits 2014 wurde in der Metastudie von Naziroglu und Akman [29] darauf hingewiesen, dass auch schwache WLAN-Strahlung zu Gesundheitsschäden führt. Die Autoren weisen als Wirkmechanismus oxidativen Zellstress nach. Im Januar 2018 veröffentlichte Wilke [60] den bisher größten Review zu diesem Thema mit einer Auswertung von mehr als 100 Studien. Dieser dokumentiert schädigende Wirkungen auf Gehirnfunktionen (mit EEG-Veränderungen), Fruchtbarkeit, Spermienbildung, Embryonen, DNA, Herz, Schilddrüse, Leber sowie Genexpression, Apoptose und Zellwachstum. Auch krebsfördernde Einflüsse ergaben sich aus der Auswertung. 41

Studien, im Rahmen des Reviews ausgewertet, dokumentieren Schädigungen durch oxidativen Zellstress, 22 Studien weisen negative Wirkungen im Normalbetrieb auf Kognition, Lernen, Aufmerksamkeit und Verhalten nach.

Zudem zeigte sich, dass nichtionisierende Strahlung durch oxidativen Stress die Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke erhöht und somit verstärkt Giftstoffe ins Gehirn gelangen [30]. Studien zu WLAN belegen auch einen signifikanten Zusammenhang mit Kopfschmerzen und Erschöpfung [31, 32, 33, 34].

Im berühmten Bunkerexperiment von Andechs im Jahr 1968 wurde bestätigt, dass eine 10-Hz-Umgebungsfrequenz den zirkadianen Rhythmus des Menschen bestimmt. Auch Gehirnrhythmen takten in diesem Bereich. Prof. Karl Hecht schreibt dazu 2018: „Die 10-Hz-Pulsation der WLAN-EMF-Strahlung vermag bei

## *Oxidative Zell- und Erbgutschäden lassen sich bereits bei tausendfacher Unterschreitung der Grenzwerte messen.*

permanenter Langzeitwirkung ein WLAN-EMF-Stressgedächtnis zu bilden. Das ist eine ungeheuerliche Gefahr für die menschliche Gesundheit, besonders für die Kinder. Die Ausstattung der Schulen mit WLAN-Systemen ist gesetzlich zu verbieten.“ [35]

Panagopoulos et al. [36] wiesen nach, dass die WLAN-Frequenz bei einer „niedrigen“ Strahlenbelastung von  $8000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  bereits nach 4,8 Minuten zu irregulären Reaktionen an der Zellmembran führen kann, verursacht durch die

Polarisation (geordnete Ausrichtung) der Strahlung [37].

Vor diesem Hintergrund wird verständlich, warum selbst die deutsche Telekom in der Bedienungsanleitung ihres Speedport-Routers (Ausgabe vom 09.02.2017) warnt: „Die integrierten Antennen Ihres Speedport senden und empfangen Funksignale bspw. für die Bereitstellung Ihres WLAN. Vermeiden Sie das Aufstellen Ihres Speedport in unmittelbarer Nähe zu Schlaf-, Kinder- und Aufenthaltsräumen, um die Belastung durch elektromagnetische Felder so gering wie möglich zu halten.“

Die festgestellten Auswirkungen treten im Normalbetrieb auf, also in der Regel unterhalb der Grenzwerte. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über zellschädigende Effekte der nichtionisierenden Strahlung tauchen jedoch in den Ausarbeitungen staatlicher Strahlenschutzbehörden nicht auf. Die Ursachen hat Starkey [38] analysiert und kommt zu dem Schluss, dass es sich bei den internationalen und nationalen Schutzgremien um ein weltweit koordiniertes industrielles Kontrollsystem handelt sowie eine Symbiose mit staatlichen Organen, die bis in die Besetzung der Bewertungs- und Schutzkommissionen hineinwirkt.

### Die Erklärung: Oxidativer Zellstress durch elektromagnetische Felder

Die ermittelten Schädigungen werden immer wieder mit dem Hinweis bestritten, dass es keinen entsprechenden Wirkungsmechanismus geben könne: Die Energie der Strahlung sei zu gering, um kovalente Bindungen zwischen Atomen zu brechen. Es gibt jedoch einen plausiblen Wirkungsmechanismus, der Erbgutschäden und weitere Folgen auch bei energiearmen, athermischen Feldern erklärt: Es handelt sich um die Generierung freier Radikale durch nichtionisierende Strahlung in allen Frequenzbereichen, die Zerstörungen in Körperzellen und Genen provozieren.

Schon eine Exposition mit geringer Leistungsflussdichte kann freie Radikale

generieren. In ihrem Review werteten Yakymenko und Kollegen 100 Studien aus [39]. Davon weisen 93 Publikationen eine EMF-bedingte Überproduktion reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) nach: „Hochfrequenzstrahlung wird deshalb wegen des umfangreichen biologischen Potenzials von ROS und anderen freien Radikalen (...) zu einem potenziell gefährlichen Faktor für die menschliche Gesundheit.“ Der EMF-expositionsbedingte Anstieg der oxidativen Schädigungen tritt, so die Autoren, schon tausendfach unterhalb der Grenzwerte (Grenzwert für UMTS:  $10\,000\,000\ \mu\text{W}/\text{m}^2$ ) im nichtthermischen Bereich auf: bei einer Leistungsflussdichte von  $0,1\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$  ( $= 1000\ \mu\text{W}/\text{m}^2$ ) und einer Absorption von  $\text{SAR} = 3\ \mu\text{W}/\text{kg}$  Körpergewebe. Dies liegt weit unter den Grenzwerten und den Belastungen, denen Nutzer beim Normalbetrieb von Endgeräten, Routern, Sendemasten und WLAN-HotSpots ausgesetzt sind. Auch der ATHEM-Report bestätigt oxidativen Zellstress als Wirkmechanismus [7]. In ihrem Review von 2017 sichteten Kivrak und Kollegen 162 Studien, die nicht nur deutlich zeigten, „dass die EMF-Exposition oxidativen Stress in verschiedenen Geweben auslöst, sondern auch, dass sie signifikante Veränderungen der Blut-Antioxidanzien-Marker verursacht“ [40]. Mit folgenden Auswirkungen: „Müdigkeit, Kopfschmerzen, verminderte Lernfähigkeit und kognitive Beeinträchtigungen gehören zu den durch EMF verursachten Symptomen.“ Ergänzend wird vorgeschlagen, „verschiedene Antioxidantien wie Vitamin E, Melatonin und Folsäure (zu) verwenden, um die möglichen negativen Auswirkungen einer EMF-Exposition zu verhindern“ [40].

### Pathologische Entgleisung durch reaktive Sauerstoffspezies

Durch WLAN- und Mobilfunkstrahlung verursachter oxidativer Stress kann entzündliche Schädigungen in den Zellen induzieren, unter anderem die Oxidation von ungesättigten Fettsäuren, Proteinen und DNA: „Radikale können direkte Wirkungen hervorrufen wie eine Zellnekro-

se oder Fibrose; sie können auch Spätfolgen haben, wie beispielsweise an der ihnen zugeschriebenen Bedeutung für die Tumorgenese.“ [41]

Die pathologische Entgleisung kommt hierbei unter anderem dadurch zustande, dass sich die durch Magnetfeld und Strahlungseinfluss zusätzlich entstandenen ROS mit dem verstärkt produzierten Stickstoffmonooxid (NO) zu dem äußerst giftigen Peroxinitrit (ONOO-) verbinden. Auch Elektrohypersensibilität ist auf diesen Wirkmechanismus zurückzuführen [42]. Die Entstehung freier Radikale – einschließlich NO – durch physikalische Felder und Strahlung ist also wissenschaftlich verlässlich gesichert. Einen weiteren athermischen Effekt entdeckten Sanders et al. bereits in den 1980er-Jahren [43, 44]: Schwache Mikrowellenfelder, wie sie auch durch WLAN- und Mobilfunksender und -endgeräte erzeugt werden, hemmen in der mitochondrialen Atmungskette den Elektronentransport und führen zu einem Absinken der ATP-Produktion.

Dies zeigt, wie auch schwache elektromagnetische Felder chemische Reaktionen beeinflussen, freie Radikale und damit auch oxidative Schäden erzeugen. Auch die Radikalreaktionen und -lebensdauer erhöhen sich damit. Die zugrunde liegenden molekularen Mechanismen werden in der Literatur detailliert beschrieben [45, 46, 47].

Eine neuer Review zur Gesamtstudienlage von Kocaman et al. [48] kommt zu dem Schluss: „Es ist gut dokumentiert, dass eine EMF-Exposition indirekte schädliche Auswirkungen durch DNA-Schäden, DNA-Brüche und oxidativen Stress haben kann. Bei sehr kurzer Dauer und niedrigen Frequenzen der nichtionisierenden Strahlenbelastung können Auswirkungen ausbleiben.“ Die Autoren weisen darauf hin, dass vor allem in Städten permanent ein Frequenzmix nichtionisierender Strahlung vorherrscht: „Die Dauerexposition kann zum Entstehen von ROS führen, mit indirekten schädlichen Auswirkungen.“

## Elektrosmog und Burnout: gestörter Energiestoffwechsel

Im Artikel „Steigende ‚Burn-out‘-Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks“ [49] stellen die Autoren fest: „EMF erzeugen eine Überproduktion von zellschädigenden freien Radikalen sowie stark reagierenden Sauerstoff- und Stickstoffverbindungen, die wiederum DNA-schädigend sein können. Gleichzeitig werden die körpereigenen Abwehrstoffe – die endogenen Radikalfänger (Antioxidanzien) – geschwächt.“ Weiter führen die Autoren aus: „EMF greifen störend in die Mitochondrien, eine Zentrale unseres Stoffwechsels, und damit in unsere Energieproduktion ein: Sie hemmen die ATP-Produktion in der Atmungskette, wodurch das Gesamtsystem geschwächt wird.“

Die Überschneidungen dieser durch Magnetfelder und Strahlungseinfluss ausgelösten Kaskaden mit den Ergebnissen der Burnoutforschung sind offensichtlich. Müller schreibt in seinem Artikel „Erschöpfung aus Sicht der klinischen Umweltmedizin“ [50]: „Die Situation wird dann besonders kritisch, wenn es durch den Einfluss von Umwelttoxinen und/oder verstärkte Entstehung von Peroxinitrit zu einer Beeinträchtigung der Funktion der Mitochondrien kommt. Diese sind für die Bildung des Energieträgers Adenosintriphosphat (ATP) verantwortlich. Es spricht vieles dafür, dass die funktionelle Beeinträchtigung der Mitochondrien dem als Burn-out bezeichneten Krankheitsbild entspricht, während die dauerhafte Schädigung der Mitochondrien-DNA durch Noxen das Chronische Erschöpfungssyndrom (CFS) bedingt.“

Beide Ansätze – Mobilfunk- und Burnout-Forschung – weisen darauf hin, dass die mitochondriale Dysfunktion durch die Schädigung mitochondrialer Funktionskomplexe durch ROS entsteht: Bieger führt dies wie folgt aus: „Mitochondriopathien führen zur progressiven Inaktivierung der Atmungskette und der anderen mitochondrialen Funktionen und in der Folge zu schwerwiegenden Neuropa-

thien, Enzephalopathien, Kardiomyopathien und Endokrinopathien.“ [51]

Der massive Anstieg von Burnout, Erschöpfung, Kopfschmerzen, Depressionen, Schlafstörungen, Lernstörungen, Herzrhythmusstörungen sowie die Zunahme von Krebserkrankungen in den Industriegesellschaften korreliert mit der Verbreitung der Mobilfunktechnologie. Die Anzahl elektrohypersensibler Menschen steigt. Medizinern steht mit den EMF-Leitlinien der EUROPAEM (Europäische Akademie für Umweltmedizin e. V.) ein praxisorientierter Handlungsleitfaden zur Verfügung [52].

## 5G-Technologie: mehrere Millionen neuer Sendeanlagen geplant

Die bevorstehende Einführung der 5G-Technologie mit höherer Bandbreite und weltweit mehreren Millionen neuer Sendeanlagen wird die Inzidenz EMF-induzierter Erkrankungen deutlich erhöhen. In den ersten drei Untersuchungen zu ihren Auswirkungen fordern die Autoren einen Stopp des Ausbaus [53, 54, 57]. In einem Brief im International Journal of Radiation Oncology appellieren Radioonkologen aus den USA unter der Überschrift „Die Strahlungssicherheit von 5G Wi-Fi: Beruhigend oder Russisch Roulette?“ an ihre Kollegen: „Angesichts der anzunehmenden Verdoppelung der Dosis der Exposition durch 5G hat ein weltweites Konsortium von Ärzten und Wissenschaftlern aus Sorge um die Sicherheit ein Moratorium für die Einführung von 5G empfohlen, bis zu weiteren Sicherheitsuntersuchungen [56]. Welche Rolle spielt die medizinische Gemeinschaft (insbesondere die Radioonkologie) in diesem Bereich? Sollen wir schweigen oder uns nur auf die verbesserte Pflege unserer unmittelbaren Patienten konzentrieren? Oder haben wir eine Verantwortung, unsere klinischen Kenntnisse der Strahlensicherheit und -wirksamkeit zu nutzen, um zu verhindern, dass der Unternehmensgewinn vor allem anderen bestimmt, welche Strahlenexpositionen der kabellosen Netzwerke akzeptiert werden?“ [55]

Die Digitalisierung aller Lebensbereiche verändert einschneidend den Gesundheitszustand der Bevölkerung. Der Technologiehype überdeckt hierbei jedoch die Risiken. Eltern und Lehrer sind daher herausgefordert, die Kinder und Jugendlichen, aber auch sich selbst, vor der Schädigung durch die Smartphones und Tablets zu schützen. Und noch mehr wäre der Gesetzgeber gefragt, der bisher nach der Pfeife der Konzerne tanzt. Es ist eine Herausforderung für Therapeuten und ihre Interessenverbände, diese Zusammenhänge diagnostisch zu berücksichtigen, ihre Patienten aufzuklären, aber auch von den Gesundheitsbehörden eine entsprechende Vorsorgepolitik einzufordern. ■

Die Literaturliste finden Sie in der Onlineversion des Artikels. Die im Text genannte Literatur finden Sie auch größtenteils abrufbar unter: [www.EMFData.org](http://www.EMFData.org), [www.EMF-Portal.de](http://www.EMF-Portal.de) und [www.diagnose-funk.org](http://www.diagnose-funk.org).

Dieser Artikel ist online zu finden:  
<http://dx.doi.org/10.1055/a-0729-3561>



**Peter Hensinger**

E-Mail: [peter.hensinger@diagnose-funk.de](mailto:peter.hensinger@diagnose-funk.de)

Peter Hensinger, M.A., studierte Pädagogik, Germanistik und Linguistik, ist Mitglied im Vorstand von diagnose:funk ([www.diagnose-funk.org](http://www.diagnose-funk.org)), leitet dort den Bereich Wissenschaft, ist verantwortlich für die Datenbank [www.EMFData.org](http://www.EMFData.org) und Mitinitiator des Bündnisses für humane Bildung ([www.aufwach-s-en.de](http://www.aufwach-s-en.de)).

**Verwendete Literatur**

- [1] Hensinger P, Wilke I. Mobilfunk: Neue Studienergebnisse bestätigen Risiken der nicht-ionisierenden Strahlung, *umwelt - medizin - gesellschaft*; 29: 3/2016
- [2] **Österreichische Ärztekammer**. Deklaration von Nikosia, Online abrufbar auf: <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail?newsid=1242>
- [3] Uno Appell. Internationaler Appell: Wissenschaftler rufen zum Schutz vor nicht-ionisierenden elektromagnetischen Feldern auf, 2015, abrufbar unter: <https://www.emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal>
- [4] Hardell L, Carlberg M. Das Hirntumorrisiko im Zusammenhang mit der Nutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen in: *Langzeitriskiken des Mobil- und Kommunikationsfunks, Broschürenreihe der Kompetenzinitiative e.V., St. Ingbert, 2012*
- [5] **Bioinitiative Working Group: Bioinitiative Report**. A Rationale for Biologically-based Public Exposure Standards for Electromagnetic Fields (ELF and RF). [www.bioinitiative.org](http://www.bioinitiative.org); 2012
- [6] Ruediger HW (2008): **Genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields**. Pathophysiology (2009), doi:10.1016/j.pathophys.2008.11.004
- [7] **Allgemeine Unfallversicherungsanstalt Österreich (Hrsg.)**. ATHEM-2. Untersuchung athermischer Wirkungen elektromagnetischer Felder im Mobilfunkbereich, AUVA Report-Nr. 70 2016
- [8] NTP. NTP Technical Report in the Toxicology and Carcinogenesis Studies in Hsd: Sprague Dawley SD Rats exposed to Whole-Body Radio Frequency Radiation at a Frequency (900 MHz) and Modulations (GSM and CDMA) used by Cellphones. [https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about\\_ntp/trpanel/2018/march/tr595peerdraft.pdf](https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr595peerdraft.pdf) 2018
- [9] NTP. NTP Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies in B6C3F1/N MICE Exposed to Whole-Body Radio Frequency Radiation at a Frequency (1,900 MHz) and Modulations (GSM AND CDMA) used by Cellphone; [https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about\\_ntp/trpanel/2018/march/tr596peerdraft.pdf](https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr596peerdraft.pdf) 2018
- [10] Hardell L, Carlberg M/ Hedendahl L. Kommentar zu den Ergebnissen der NTP-Studie, erschienen als diagnose:funk Brennpunkt 2018
- [11] Hardell L, Carlberg M. Comments on the US National Toxicology Program technical reports on toxicology and carcinogenesis study in rats exposed to whole-body radiofrequency radiation at 900 MHz and in mice exposed to whole-body radiofrequency radiation at 1,900 MHz, *International Journal of Oncology*, October 24, 2018; <https://doi.org/10.3892/ijo.2018.4606>
- [12] Falcioni L et al. Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environmental Research*, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.037> 2018
- [13] Carlberg M, Hardell L. Evaluation of Mobile Phone and Cordless Phone Use and Glioma Risk Using the Bradford Hill Viewpoints from 1965 on Association or Causation, Review Article *BioMed Research International*, Volume 2017, Article ID 9218486, <https://doi.org/10.1155/2017/9218486>. In deutscher Übersetzung als diagnose:funk Brennpunkt erschienen 2017
- [14] Hardell L et al. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol* 2011; 38 (5): 1465–1474
- [15] Hardell L et al. Mobile Phone use and brain tumor risk: early warnings, early actions, in: *European Environment Agency: Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation, EEA-Report 1/2013*
- [16] Tillmann T et al. Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. *Int J Radiat Biol* 2010; 86 (7): 529–541
- [17] Lerchl A et al. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochem Biophys Res Commun* 2015; 459 (4): 58–590
- [18] Lerchl A. Abschlussbericht zu Synergistische Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder in Kombination mit kanzerogenen Substanzen – Kokanzero-genität oder Tumorpromotion? BfS-Vorhaben 3615582431 <https://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2018011014465>; 2017
- [19] Gittleman HR et al. Trends in Central Nervous System Tumor Incidence Relative to Other Common Cancers in Adults, Adolescents, and Children in the United States, 2000 to 2010. *Cancer* 2015; 1: 102 ff.
- [20] Ostrom QT et al. CBTRUS statistical report: primary brain and central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2008–2012. *Neuro Oncol* 2015; 17, iv1–iv62
- [21] Burkhamer J et al. The increasing toll of adolescent cancer incidence in the US. *PLoS ONE* 2017; 12(2): e0172986. doi:10.1371/journal.pone.0172986.
- [22] Bortkiewicz A et al. (2017): Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors - a meta-analysis, *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 2017; 30(1): 27–43, <https://doi.org/10.13075/ijoh.1896.00802>
- [23] Lim H et al. Trends in Thyroid Cancer Incidence and Mortality in the United States, 1974-2013, *JAMA*. doi:10.1001/jama.2017.2719 , Published online March 31, 2017
- [24] **Robert Koch-Institut**. Krebs in Deutschland 2011/12, 10. Ausgabe, Berlin 2015, S. 114
- [25] **IARC (WHO) (2017): Pressemitteilung vom 11.04.17**: „Latest data show a global increase of 13% in childhood cancer incidence over two decades“: [http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2017/pdfs/pr251\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2017/pdfs/pr251_E.pdf)
- [26] Adlkofer F. Interview: Das Gebot der Stunde wäre eine ehrliche Aufklärung der Bevölkerung; <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=1086> , Online 2016
- [27] Lin JC. Clear evidence of cell-phone RF radiation cancer risk. *IEEE Microwave Magazine*. 2018; 19(6):16-24. DOI: 10.1109/MMM.2018.2844058, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8425056/>
- [28] **Österreichische Ärztekammer**. 10 Handyregeln, Homepage der Ärztekammer, <https://tinyurl.com/ydegyywe> , 2017
- [29] Naziroglu M, Akman, H. Effects of Cellular Phone - and Wi-Fi - Induced Electromagnetic Radiation on Oxidative Stress and Molecular Pathways in Brain, in: I. Laher (Hrsg.). *Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants*. Springer: Heidelberg; 2014:106: 2431–2449
- [30] Belpomme D et al. Thermal an non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective, *Environmental Pollution* 2018; 242: 643–658
- [31] Chiu CT et al. Mobile phone use and health symptoms in children. *J Formos Med Assoc* 2015; 114 (7): 598–604
- [32] Cho YM et al. A cross-sectional study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health. *Environ Health Toxicol* 2016; 31: e2016022
- [33] Redmayne M et al. The relationship between adolescents' well-being and their wireless phone use: a cross sectional study. *epidem. Environ Health* 2013; 12: 90
- [34] Wang J et al. Mobile Phone Use and The Risk of Headache: A Systematic Review and Meta-analysis of Cross-sectional Studies. *Sci Rep* 2017; 7 (1): 12595
- [35] Hecht K.: Die Wirkung der 10-Hz-Pulsation der elektromagnetischen Strahlungen von WLAN auf den Menschen, Mai 2018, Reihe Brennpunkt von diagnose:funk
- [36] Panagopoulos DJ et al. Polarization: a key difference between man-made and natural electromagnetic fields, in regard to biological activity. *Sci Rep* 2015; 5: 14914-1–14914-10
- [37] Scheler K. Polarisation: Ein wesentlicher Faktor für das Verständnis biologischer Effekte

- von gepulsten elektromagnetischen Wellen niedriger Intensität, Beilage in umwelt · medizin · gesellschaft 2016: 3
- [38] **Starkey SJ.** Inaccurate official assessment of radiofrequency safety by the Advisory Group on Non-ionising Radiation. Veröffentlicht in: Rev Environ Health 2016; 31 (4): 493–503
- [39] **Yakymenko I et al.** Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn Biol Med 2016; 35 (2): 186–202
- [40] **Kivrak EG et al.** Effects of electromagnetic fields exposure on the antioxidant defense system, Journal of Microscopy and Ultrastructure 2017; 5: 167–176
- [41] **Younes M.** Freie Radikale und reaktive Sauerstoffspezies in: Marquardt H, Schäfer SG. Lehrbuch der Toxikologie. Mannheim: BI Wissenschaftsverlag; 1994
- [42] **Irigaray P et al.** Oxidative stress in electrohypersensitivity self reporting patients: Results of a prospective in vivo investigation with comprehensive molecular analysis. International Journal of Molecular Medicine 2018: DOI: 10.3892/ijmm.2018.3774
- [43] **Sanders AP et al.** Microwave effects on energy metabolism of rat brain. Bioelectromagnetics 1980; 1 (2): 171–181
- [44] **Sanders AP et al.** Effects of continuous-wave, pulsed, and sinusoidal-amplitude-modulated microwaves on brain energy metabolism. Bioelectromagnetics 1985; 6 (1): 89–97
- [45] **Barnes F, Greenebaum B.** Some Effects of Weak Magnetic Fields on Biological Systems: RF fields can change radical concentrations and cancer cell growth rates, IEEE Power Electronics Magazine 2016; 3 (1): 60–68
- [46] **Neitzke HP (2012).** Einfluss schwacher Magnetfelder auf Biologische Systeme: Biophysikalische und biochemische Wirkungsmechanismen, EMF Monitor 4/2012
- [47] **Warnke U.** Ein initialer Mechanismus zu Schädigungseffekten durch Magnetfelder bei gleichzeitig einwirkender Hochfrequenz des Mobil- und Kommunikationsfunks. umwelt · medizin · gesellschaft 3-2009. [http://mobil-funkstudien.de/downloads/warnke\\_umg\\_2009.pdf](http://mobil-funkstudien.de/downloads/warnke_umg_2009.pdf)
- [48] **Kocaman A et al.** Genotoxic and carcinogenic effects of non-ionizing electromagnetic fields. Environ Res 2018 May; 163: 71–79. doi: 10.1016/j.envres.2018.01.034
- [49] **Warnke U, Hensinger P.** Steigende „Burn-out“- Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks. umwelt · medizin · gesellschaft 1-2013
- [50] **Müller KE.** Erschöpfung aus Sicht der klinischen Umweltmedizin. umwelt · medizin · gesellschaft 25, 4/2012
- [51] **Bieger WP.** Mitochondriale Dysfunktion – eine aktuelle Übersicht, umwelt · medizin · gesellschaft. 25, 4/2012
- [52] **EUROPAEM.** EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses 2016; <https://europaem.eu/de/bibliothek/blog-de/98-europaem-emf-leitlinie-2016>
- [53] **Betzalel N et al.** The human skin as a sub-THz receiver – Does 5G pose a danger to it or not? Environmental Research 2018; 163, 208–216
- [54] **Russell CL.** 5 G wireless telecommunications expansion: Public health and environmental implications. Environmental Research 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.016>
- [55] **McClelland IS, Jaboin JJ.** The Radiation Safety of 5G Wi-Fi: Reassuring or Russian Roulette? , International Journal of Radiation Oncology \_ Biology \_ Physics Volume 101, Number 5 , 2018, S. 1274; [https://www.redjournal.org/article/S0360-3016\(18\)30718-1/fulltext](https://www.redjournal.org/article/S0360-3016(18)30718-1/fulltext)
- [56] **5-G-APPELL (2017).** <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail?newsid=1220>, <http://www.5gappeal.eu/signatories-to-scientists-5g-appeal/>
- [57] **Ciaula AD.** Towards 5G communication systems: are there health implications? International Journal of Hygiene and Environmental Health 2018; <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.011>
- [58] **Diagnose: Funk (Hrsg.).** Brennpunkt. Smartphones & Tablets schädigen Hoden, Spermien und Embryos. 2016 ((Autoren, Medium, Erscheinungsort oder Ausgabe oder Adresse?))
- [59] **von Baehr V.** Rationelle Labordiagnostik bei chronisch entzündlichen Systemerkrankungen. umwelt · medizin · gesellschaft 2012 25 (4): 244–247.
- [60] **WILKE I.** Biologische und pathologische Wirkungen der WLAN-/WiFi-Strahlung von 2,45 GHz auf Zellen, Kognition und Verhalten. umwelt · medizin · gesellschaft 1/2018
- [61] **Lin JC.** Clear evidence of cell-phone RF radiation cancer risk. IEEE Microwave Magazine. 19(6):16-24. Sep/Oct 2018. DOI: 10.1109/MMM.2018.2844058. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8425056/>. Download: <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=1304>

#### Weiterführende Literatur

- [1] **Becker RO.** Heilkraft und Gefahren der Elektrizität. Fischer: Frankfurt; 1994
- [2] **Blank M.** Overpowered. What science tells us about the dangers of cell phones and other WiFi devices. Reprint. Seven Stories Press: New York; 2015