



Europäisches Parlament

STOA-Studie: Gesundheitliche Auswirkungen von 5G

Herausgegeben vom
Technikfolgenausschuss
des Europäischen
Parlaments (STOA)



**Deutsche Übersetzung
der Auswertung des
Forschungsstandes**



brennpunkt

AUSGABE JANUAR 2022

Impressum

brennpunkt: Ausgabe Januar 2022

Online Veröffentlichung auf www.diagnose-funk.org

Bestellung Printausgabe:

shop.diagnose-funk.org/brennpunkt, Bestellnr. 246
bestellung@diagnose-funk.de

Herausgeber und V.i.S.d.P

Diagnose-Funk e.V.
Postfach 15 04 48
D-70076 Stuttgart
www.diagnose-funk.org

Diagnose-Funk Schweiz
Heinrichsgasse 20 CH - 4055 Basel
kontakt@diagnose-funk.ch

Unterstützen Sie diagnose:funk als Förderer

Online spenden:
www.diagnose-funk.org/unterstuetzen

Spendenkonto

Diagnose-Funk e.V.
IBAN: DE39 4306 0967 7027 7638 00
BIC: GENODEM1GLS | GLS Bank

EU-Bericht analysiert Studienlage

Gesundheitliche Auswirkungen von 5G

Aktueller Kenntnisstand über die mit 5G verbundenen karzinogenen und reproduktiven Entwicklungsrisiken

Diagnose:funk veröffentlicht deutsche Übersetzung

Das **Science and Technology Options Assessment** Komitee (STOA) des Europäischen Parlaments veröffentlichte im Juni 2021 die Studie *"Gesundheitliche Auswirkungen von 5G. Aktueller Kenntnisstand über die mit 5G verbundenen karzinogenen und reproduktiven Entwicklungsrisiken, wie sie sich aus epidemiologischen Studien und experimentellen In-vivo-Studien ergeben"*. Das STOA-Komitee ist ein Ausschuss des Europaparlamentes, der sich mit Wissenschaft und Technikfolgenabschätzung befasst.

Die Studie wurde im Auftrag der STOA erarbeitet, das kompetente Autorenteam setzt sich aus Wissenschaftlern des Ramazzini-Institutes (Italien) zusammen, das führend auf diesem Gebiet ist.

Diagnose:funk veröffentlicht eine Übersetzung der bisher weltweit wohl umfangreichsten Auswertung des Forschungsstandes zu den Auswirkungen der bisher angewandten Mobilfunkfrequenzen (GSM, UMTS, LTE) und zur neuen 5G-Technologie zu den Endpunkten Krebs und Fertilität. Die Studienlage zu diesen zwei Endpunkten mit scheinbar widersprüchlichen Studienergebnissen wird transparent ausgewertet und geklärt, wie unhaltbar Behauptungen sind, von diesen Technologien würden keine Gesundheitsgefahren ausgehen.

Die Studie hat 198 Seiten. In diesem Brennpunkt veröffentlichen wir die Original-Zusammenfassung aus der Studie (S. I-VIII).

Die Ergebnisse des STOA-Berichtes lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- In der Zusammenschau der Ergebnisse aus der Epidemiologie, in-vivo und in-vitro Studien liegen Nachweise aus Tierversuchen für ein krebsauslösendes Potenzial v.a. der bisher angewandten Mobilfunk-Frequenzbereiche von GSM, UMTS und LTE (FR1: 700 bis 3.800 MHz) vor, ebenso zu negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit.
- Bei der Beurteilung müssen die nicht-thermischen Auswirkungen berücksichtigt werden, was bisher nicht gemacht wurde. Dafür wird die ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) direkt kritisiert. Die Referenzwerte ihrer Richtlinien schützen nur vor thermischen Wirkungen.
- Die Autoren der Studie fordern einen 5G-Ausbaustopp (für 5G im höheren Frequenzbereich, FR2: 24,25 bis 52,6 GHz), weitere Forschung über die hohen 5G-Frequenzen FR2, Aufklärung der Bevölkerung und den Schwerpunkt auf den Ausbau von Glasfasernetzen.
- Zu 5G im höheren Frequenzbereich (FR2: 24,25 bis 52,6 GHz) liegen keine angemessenen Studien vor. Deswegen bezeichnet die Studie 5G als ein Experiment an der Bevölkerung.

Das ist ein zweierlei Hinsicht bedeutend: Die Wahrscheinlichkeit, dass die Strahlung der bisher angewandten Frequenzen (FR1: 450 bis 6000 MHz) Krebs auslösend ist, die Fruchtbarkeit und insbesondere vulnerable Organismen schädigt, wird durch neueste Forschungsergebnisse bestätigt. Wer behauptet, 5G (FR2: 24 bis 100 GHz) sei unbedenklich, gibt Nichtwissen als Wissen aus.

Der Bericht schlägt deshalb als Konsequenzen vor:

7.1 Entscheidung für eine neue Technologie für Mobiltelefone, die eine Verringerung der HF-Belastung ermöglicht ...

7.2 Überarbeitung der Expositionsgrenzwerte für die Öffentlichkeit und die Umwelt, um die HF-Exposition durch Mobilfunkmasten zu verringern ...

7.3 Verabschiedung von Maßnahmen, die Anreize zur Verringerung der HF-EMF-Exposition schaffen ...

7.4 Förderung multidisziplinärer wissenschaftlicher Forschung, um die langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen von 5G zu bewerten und eine geeignete Methode zur Überwachung der Exposition gegenüber 5G zu finden ...

7.5 Förderung von Informationskampagnen über 5G." (S. 152 ff)

Diesem STOA-Bericht gingen bereits zwei Untersuchungsberichte wissenschaftlicher Dienste des Europäischen Parlaments zu Gesundheit und 5G voraus, die in der Diskussion in Deutschland bisher nicht beachtet wurden.

♦ **Blackman C., Forge S. (2019): 5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia.**

In dieser Studie für das EU-Parlament werden Bedenken hinsichtlich der möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit und Sicherheit geäußert, die sich aus einer potenziell höheren Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung durch 5G ergeben könnten. Eine erhöhte Exposition kann sich nicht nur aus der Verwendung wesentlich höherer Frequenzen bei 5G ergeben (FR 2: 24,25 bis 52,6 GHz), sondern auch aus dem Potenzial der Bündelung verschiedener Signale, ihrer Dynamik und den komplexen Interferenzeffekten, die insbesondere in dichten Stadtgebieten auftreten können. In der Studie heißt es:

*"Es gibt **erhebliche Bedenken** hinsichtlich der möglichen **Auswirkungen auf die Gesundheit und Sicherheit**, die sich aus einer **potenziell viel höheren Belastung** durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung **durch 5G** ergeben könnten ... Die **5G-Funkemissionsfelder unterscheiden sich deutlich** von denen früherer Generationen **durch ihre komplexen strahlförmigen Übertragungen** (Beamforming, df) von der Basisstation über das Mobilteil und zurück. Obwohl die Felder der Strahlen stark fokussiert werden, variieren sie schnell mit Zeit und Bewegung und **sind daher unvorhersehbar**, da die Signalpegel und -muster als geschlossenes System interagieren. Dies muss noch zuverlässig für reale Situationen außerhalb des Labors abgebildet werden." (S.11/12).*

♦ **Karaboytcheva M. (2020): Effects of 5G wireless communication on human health**

Mit einem Briefing weist der wissenschaftliche Dienst des Europäischen Parlaments die Abgeordneten auf die Risiken der 5G-Mobilfunktechnologie hin. Der eindeutige Tenor: Aufgrund des Forschungsstandes darf 5G nicht eingeführt werden. Im Briefing werden all die Beschlüsse von EU-Gremien seit 1999 aufgezählt, in denen immer wieder auf die Gesundheitsgefahren hingewiesen wird und die Regierungen aufgefordert werden, Schutzmaßnahmen zu ergreifen und VerbraucherInnen über Gesundheitsgefahren durch Mobilfunkstrahlung aufzuklären. Eine Hauptaussage zu Gesundheitsgefahren durch 5G im Briefing lautet:

„Verschiedene Studien deuten darauf hin, dass 5G die Gesundheit von Menschen, Pflanzen, Tieren, Insekten und Mikroben beeinträchtigen könnte - und da 5G eine noch nicht getestete Technologie ist, wäre ein vorsichtiger Ansatz angebracht.“

Fazit: Die Bevölkerung muss über die Risiken informiert werden, die Schutzverordnungen und Grenzwerte müssen an den Stand der Forschung angepasst und es muss eine Politik der Strahlenminimierung mit staatlichen regulatorischen Maßnahmen durchgesetzt werden.

diagnose:funk fordert Ärzteverbände und Politiker, insbesondere aus dem Gesundheitswesen, auf, sich mit diesen Dokumenten zu befassen und daraus notwendige Veränderungen in der Strahlenschutz- und Industriepolitik einzuleiten.

Der diagnose:funk-Vorstand dankt seinem Büroteam für diese Übersetzung. Bei eventuellen Unklarheiten gilt der englische Originaltext, die Seitenreihenfolge zu ihm ist im Haupttext identisch.

Die Analysen wissenschaftlicher Dienste des Europäischen Parlaments:

Belpoggi, F.: Health impact of 5G; Panel for the Future of Science and Technology (STOA), European Parliament (2021); [https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/document/EPRS_STU\(2021\)690012](https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/document/EPRS_STU(2021)690012)

Auf der diagnose:funk Homepage: <https://www.diagnose-funk.org/1740>

Blackman C., Forge S. (2019): 5G Deployment: State of Play in Europe, USA, and Asia; In-Depth-Analysis, Requested by the ITRE Committee; [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA\(2019\)631060_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf)

Auf der diagnose:funk Homepage: <https://www.diagnose-funk.org/1388>

Karaboytcheva M. (2020): Effects of 5G wireless communication on human health. EPRS - European Parliamentary Research Service, Members' Research Service PE 646.172. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS_BRI\(2020\)646172_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS_BRI(2020)646172_EN.pdf)

Auf der diagnose:funk Homepage: <https://www.diagnose-funk.org/1530>

Impressum: Spendenkonto: Diagnose-Funk e.V.
Diagnose-Funk e.V. IBAN DE 39 4306 0967 7027 7638 00
Postfach 1504 48 GLS Bank
D -70076 Stuttgart BIC: GENODEM1GLS

d:f Brennpunkt STOA, Januar 2022
Bestellnummer 246

diagnose:funk
Technik sinnvoll nutzen



Europäisches Parlament

Gesundheitliche Auswirkungen von 5G

**Auszug der Zusammenfassung Seite I-VIII
Der Gesamtext der Studie, Umfang 198 Seiten, kann im
diagnose-funk Online-Shop bestellt werden.**

STUDY

Panel for the Future of Science and Technology

EPRS | European Parliamentary Research Service

Scientific Foresight Unit (STOA)

PE 690.012 – June

Gesundheitliche Auswirkungen von 5G

Aktueller Kenntnisstand über 5G-bedingte krebserregende und reproduktive/entwicklungsbezogene Gefahren, wie sie sich aus epidemiologischen Studien und experimentellen In-vivo-Studien ergeben

Die bevorstehende Einführung von 5G-Mobilfunknetzen wird deutlich schnellere mobile Breitbandgeschwindigkeiten und eine immer umfangreichere mobile Datennutzung ermöglichen. Zu den technischen Neuerungen gehören ein anderes Übertragungssystem (MIMO: Verwendung von Antennen mit mehreren Eingängen und Ausgängen), eine gerichtete Signalübertragung oder ein gerichteter Signalempfang (Beamforming) und die Nutzung anderer Frequenzbereiche. Gleichzeitig wird eine Veränderung der Belastung durch elektromagnetische Felder (EMF) für Mensch und Umwelt erwartet. Die auf EU-Ebene identifizierten 5G-Pionierbänder umfassen zusätzlich zu den bisher genutzten Frequenzen die Bereiche 700 MHz, 3,6 GHz (3,4 bis 3,8 GHz) und 26 GHz (24,25 bis 27,5 GHz). Die ersten beiden Frequenzen (FR1) ähneln denen, die für 2G- bis 4G-Technologien verwendet werden, und wurden sowohl in epidemiologischen als auch in experimentellen Studien auf verschiedene Endpunkte hin untersucht (einschließlich Karzinogenität und Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung), während 26 GHz (FR2) und höhere Frequenzen nicht ausreichend auf dieselben Endpunkte hin untersucht worden sind.

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) stufte hochfrequente EMF als "möglicherweise krebserregend für den Menschen" (Gruppe 2B) ein und empfahl kürzlich eine Neubewertung der HF-Exposition "mit hoher Priorität" (IARC, 2019). Seit 2011 wurde eine Vielzahl von Studien durchgeführt, sowohl epidemiologische als auch experimentelle. Die vorliegende Übersichtsarbeit befasst sich mit den aktuellen Erkenntnissen über die karzinogenen und reproduktiven/entwicklungsbezogenen Gefahren von HF, wie sie von 5G genutzt werden. Es gibt verschiedene experimentelle und epidemiologische In-vivo-Studien zu HF im unteren Frequenzbereich (450 bis 6000 MHz), zu dem auch die in den zellularen Breitbandnetzen früherer Generationen verwendeten Frequenzen gehören, aber nur sehr wenige (und unzureichende) über den höheren Frequenzbereich (24 bis 100 GHz, Zentimeter/MMW).

Der Überblick zeigt: 1) Niedrigere 5G-Frequenzen (700 und 3 600 MHz): a) begrenzte Beweise für Karzinogenität in epidemiologischen Studien; b) ausreichende Beweise für Karzinogenität in experimentellen Bioassays; c) ausreichende Beweise für schädliche Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung beim Menschen; d) ausreichende Beweise für schädliche Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung bei Versuchstieren; 2) Höhere 5G-Frequenzen (24,25-27,5 GHz): die systematische Überprüfung ergab keine ausreichenden Studien, weder beim Menschen noch bei Versuchstieren. Schlussfolgerungen: 1) Krebs: FR1 (450 bis 6 000 MHz): EMF sind wahrscheinlich krebserregend für den Menschen, insbesondere in Bezug auf Gliome und Akustikusneurinome; FR2 (24 bis 100 GHz): Es wurden keine angemessenen Studien zu den höheren Frequenzen durchgeführt; 2) Auswirkungen auf die reproduktive Entwicklung: FR1 (450 bis 6 000 MHz): Diese Frequenzen beeinträchtigen eindeutig die männliche und möglicherweise auch die weibliche Fruchtbarkeit. Sie können sich möglicherweise negativ auf die Entwicklung von Embryonen, Föten und Neugeborenen auswirken; FR2 (24 bis 100 GHz): Es wurden keine angemessenen Studien zu den nichtthermischen Auswirkungen der höheren Frequenzen durchgeführt.

Zusammenfassung

1. Hintergrund

In den letzten Jahrzehnten hat sich eine beispiellose Entwicklung von Technologien vollzogen, die als Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bekannt sind. Dazu gehören die drahtlose Kommunikation, die für Mobiltelefone verwendet wird, und z. B. Wi-Fi, das elektromagnetische Felder (EMF) im Hochfrequenzbereich (RF) nutzt.

Die erste Generation von tragbaren Mobiltelefonen war Ende der 1980er Jahre verfügbar. In der Folgezeit haben die zweite (2G), dritte (3G) und vierte (4G, Long Term Evolution = LTE) Generation ihren Verbreitungsgrad in der Gesellschaft drastisch erhöht, so dass es heute in Europa mehr Geräte als Einwohner gibt. Darüber hinaus sind Wi-Fi und andere Formen der drahtlosen Datenübertragung inzwischen allgegenwärtig und weltweit verfügbar. Dennoch gibt es neue Ungleichheiten beim Zugang zum Hochgeschwindigkeitsinternet (selbst in Ländern mit hohem Einkommen), und die Kontrolle durch autoritäre Regime zeigt Risiken für die Demokratie und die europäischen Werte.

Die Einführung der nächsten Generation von Funkfrequenzen, 5G, hat in den Mobilfunknetzen begonnen. Bei 5G handelt es sich nicht um eine völlig neue Technologie, sondern um eine Weiterentwicklung der bereits bestehenden G1- bis G4-Technologien. 5G-Netze werden in mehreren verschiedenen Frequenzbändern arbeiten, von denen die niedrigeren Frequenzen für die erste Phase der 5G-Netze vorgeschlagen werden. Mehrere dieser Frequenzen wurden oder werden bereits für frühere Mobilfunkgenerationen genutzt. Es gibt auch Pläne, in späteren Phasen der 5G-Technologieentwicklung wesentlich höhere Funkfrequenzen zu verwenden. Die neuen Bänder liegen deutlich oberhalb des sog. Ultrahochfrequenzbereichs (UHF) und haben Wellenlängen im Zentimeterbereich (3-30 GHz) oder im Millimeterbereich (MMW) bei 30-300 GHz. Die letztgenannten Bänder werden traditionell für Radar- und Mikrowellenverbindungen genutzt, und nur sehr wenige wurden hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit untersucht.

2. Methodik

Diese Übersicht über die derzeit verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse konzentriert sich sowohl auf die karzinogenen als auch auf die reproduktiven/entwicklungsrelevanten Wirkungen von HF aus Mobilfunk-Telekommunikationssystemen, die 2G-5G-Netze nutzen, und stützt sich dabei sowohl auf In-vivo-Tierstudien als auch auf epidemiologische Studien am Menschen. Die bewerteten Studien wurden in zwei Gruppen eingeteilt:

1) Studien zur Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen von HF im unteren Frequenzbereich (FR) (FR1: 450 bis 6000 MHz), zu dem auch die Frequenzen gehören, die in den bestehenden 2 bis 4 Generationen des zellularen Breitbandnetzes verwendet werden. Die aktuellen Erkenntnisse aus den 2G-4G-Studien sind die besten derzeit verfügbaren Erkenntnisse. Die Studien wurden mit narrativen Methoden ausgewertet.

2) Studien zur Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen von Hochfrequenzstrahlung bei höheren FR (FR2: 24 bis 100 GHz - MMW). Die höheren Frequenzen sind neu, wurden bisher nicht für die mobile Kommunikation verwendet und sind spezifisch für die neue 5G-Technologie, die besondere physikalische Eigenschaften und Wechselwirkungen mit biologischer Materie aufweist (geringere Durchdringung, höhere Energie usw.): Sie wurden separat mit einer Scoping-Review-Methode betrachtet.

Der narrative Review (FR1) wird vom Scoping Review (FR2) unterschieden, aber die Auswahl- und Bewertungskriterien, die für Scoping Reviews angegeben sind, wurden für beide Recherchen und für die Einbeziehung/Ausschließung von Studien zu den biologischen Endpunkten Krebs und Fortpflanzung/Entwicklung übernommen.

Bei der abschließenden Bewertung der Ergebnisse sowohl der epidemiologischen als auch der experimentellen Studie sowie der Krebs- und Fortpflanzungs-/Entwicklungsergebnisse wurden die in der Präambel der IARC-Monografie (2019) angegebenen Parameter berücksichtigt, die auf die Bedürfnisse des vorliegenden Berichts zugeschnitten sind und für beide Endpunkte (d. h. Krebs und Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung) gelten:

Ausreichende Nachweise: Ein kausaler Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber HF-EMF und der spezifischen schädlichen Wirkung wurde nachgewiesen. Das heißt, es wurde ein positiver Zusammenhang in der Gesamtheit der Nachweise zu folgenden Themen festgestellt. Exposition gegenüber dem Agens und der spezifischen schädlichen Auswirkung in Studien, in denen Zufall, Verzerrungen und Störfaktoren mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden konnten.

Begrenzte Nachweise: Eine kausale Interpretation des positiven Zusammenhangs, der in der Evidenzbasis zur Exposition gegenüber HF-EMF und der spezifischen schädlichen Wirkung beobachtet wurde, ist glaubwürdig, aber Zufall, Verzerrung oder Störfaktoren können nicht mit angemessener Sicherheit ausgeschlossen werden.

Keine Nachweise: Es liegen keine Daten oder Nachweise vor, die auf das Fehlen schädlicher Wirkungen hindeuten (zu spezifizieren).

Die Gesamtbewertung sowohl für Krebs als auch für Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung wurde durch die Zusammenschau der Nachweise für Mensch und Tier wie folgt ermittelt:

Evidence in humans	Evidence in experimental animals	Evaluation based on strength of evidence
Sufficient	Not necessary	Clear association between exposure and the adverse effect
Limited	Sufficient	Probable association between exposure and the adverse effect
Limited	Less than sufficient	Possible association between exposure and the adverse effect
Inadequate	Inadequate or limited	Not classifiable

3. Expositionsabschätzung

Die Frage der Expositionsabschätzung bei der Einführung von 5G ist kompliziert, vor allem im Hinblick auf die Überwachung der kontinuierlichen Änderungen der Aktivität sowohl von Basisstationen (BS) als auch von Nutzergeräten (UE) im Zusammenhang mit der MIMO-Technologie (Multiple Input, Multiple Output). Darüber hinaus wird der technische Ansatz für die Expositionsbewertung im Zukunftsszenario, der sich auf die gleichzeitigen Emissionen von 1G, 2G, 3G, 4G und 5G bezieht, noch immer formuliert und ist daher unsicher.

4. Nichtthermische Wirkungen

Die schädlichen Auswirkungen nicht-thermischer biologischer Wechselwirkungen von HF-EMF mit menschlichem und tierischem Gewebe wurden bei der Festlegung der ICNIRP 2020-Leitlinien (ICNIRP 2020a) nicht berücksichtigt, obwohl eine große Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen vorliegt, die die Schädlichkeit oder potenzielle Schädlichkeit dieser Auswirkungen belegen. Es gibt athermische Bioresonanzen, und in der Tat werden einige Frequenzen zu therapeutischen Zwecken in einer Reihe von Bereichen der Medizin eingesetzt. Wie wir wissen, kann jedes Medikament, selbst das vorteilhafteste, auch einige unerwünschte Wirkungen mit sich bringen. Daher müssen bei der Risikobewertung sowohl thermische als auch nicht-thermische Wirkungen von HF-EMF berücksichtigt werden.

5. Aktueller Stand der Forschung zu HF-EMF

Die Einführung von drahtlosen Kommunikationsgeräten, die im HF-Bereich des elektromagnetischen Spektrums (450 bis 6.000 MHz, niedrigere Frequenzen) arbeiten, hat eine beträchtliche Anzahl von Studien ausgelöst, die sich mit Gesundheitsfragen befassen. Diese Studien umfassen Untersuchungen am Menschen (epidemiologische Studien), an Tieren (experimentelle Studien mit Nagetieren) und an zellulären in-vitro-Systemen.

Die 5G-Netze werden die Zahl der drahtlosen Geräte erhöhen, was eine viel größere Infrastruktur erfordert, um ein höheres mobiles Datenvolumen pro geografischem Gebiet zu ermöglichen. Außerdem muss eine höhere Netzdichte aufgebaut werden, da die für 5G benötigten höheren Frequenzen (24 bis 100 GHz, MMW) eine geringere Reichweite haben. Zu diesen Frequenzen liegen nur wenige Studien von unterschiedlicher Qualität vor.

Dies wirft die Frage auf, ob diese höheren Frequenzen andere Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt haben werden als niedrigere Frequenzen. Weltweit wurden auf verschiedenen Ebenen Bewertungen der HF-Sicherheit durchgeführt und wissenschaftliche und politische Papiere veröffentlicht.

In Bezug auf Krebs definierte die IARC 2011 die Analyse der bis 2011 gesichteten Literatur (Baan, 2011), die 2013 veröffentlicht wurde und durchgehend als IARC (2013) zitiert wird, HF-EMF im Frequenzbereich von 30 kHz bis 300 GHz als "möglicherweise krebserregend" für den Menschen, basierend auf "begrenzten Nachweisen auf Karzinogenität" beim Menschen und bei Versuchstieren. Die im Jahr 2011 verfügbaren Studien untersuchten HF in dem Bereich, den wir hier als FR1 bezeichnen, d. h. von 450 bis 6 000 MHz. Die FR2-Frequenzen (24 bis 100 GHz) liegen im MMW-Bereich.

Die IARC-Analyse von 2011 untersuchte HF-EMF. Während es keine Studien zu 5G gab, wurden einige Studien zu hochfrequenten beruflichen Radar- und Mikrowellenexpositionen einbezogen.

Die neuen MMW-Frequenzen (FR2: 24 bis 100 GHz) werden zu den bereits genutzten niedrigeren Frequenzen hinzukommen, unter anderem durch 5G. Daraus folgt, dass es für 5G im Bereich von 450 bis 6.000 MHz (FR1) viele Studien gibt, von denen viele in der IARC-Monographie in Bezug auf Krebs gesammelt wurden, während es für 26 GHz und andere MMW-Frequenzen im Allgemeinen nur wenig Literatur gibt, die die möglichen negativen Auswirkungen auf die Gesundheit untersucht. Der einfache Grund dafür ist, dass diese Frequenzen bisher nicht für die Massenkommunikation genutzt wurden und es daher nur wenige geeignete Populationen gab, die diesen Frequenzen ausgesetzt waren, um sie zu untersuchen; ebenso gibt es nur sehr wenige adäquate Studien über nicht-thermische Auswirkungen auf Labortiere.

6. Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung

Unter Verwendung von PubMed und der EMF-Portal-Datenbank und unter Anwendung der Scoping-Review-Methode auf unsere Forschung fanden wir 950 Arbeiten über die Karzinogenität von HF-EMF beim Menschen und 911 Arbeiten über experimentelle Nagerstudien, insgesamt 1.861 Studien. In Bezug auf Reproduktions-/Entwicklungsstudien fanden wir 2.834 Arbeiten zur Epidemiologie und 5.052 Studien zu experimentellen Nagetierstudien, insgesamt 7.886 Studien. Aus der vorliegenden Literaturübersicht und den oben dargelegten Überlegungen kommen wir zu den folgenden Schlussfolgerungen:

6.1 Krebs beim Menschen

- **FR1** (450 bis 6.000 MHz): Es gibt begrenzte Nachweise auf die Karzinogenität von HF-Strahlung beim Menschen. Bei der Aktualisierung der Ergebnisse der Gesamtbewertung von 2011 bis 2020 wurden erneut positive Assoziationen zwischen der Exposition gegenüber hochfrequenter Strahlung von schnurlosen Telefonen und Gliomen (Hirntumoren) sowie Akustikusneurinomen beobachtet, aber die Beweise beim Menschen sind immer noch begrenzt.
- **FR2** (24 bis 100 GHz): Es wurden keine angemessenen Studien über die Auswirkungen der höheren Frequenzen durchgeführt.

6.2 Krebs bei Versuchstieren

- **FR1** (450 bis 6.000 MHz): Es gibt ausreichende Nachweise für die Karzinogenität von HF-Strahlung bei Versuchstieren. Neue Studien nach der IARC-Bewertung von 2011 zeigten einen positiven Zusammenhang zwischen HF-EMF und Tumoren des Gehirns und der Schwann-Zellen des peripheren Nervensystems, der gleichen Art von Tumoren, die auch in epidemiologischen Studien beobachtet wurden.
- **FR2** (24 bis 100 GHz): Für die höheren Frequenzen wurden keine angemessenen Studien durchgeführt.

6.3 Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung beim Menschen

- **FR1** (450 bis 6.000 MHz): Es gibt ausreichende Nachweise auf schädliche Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit von Männern. Es gibt begrenzte Nachweise auf schädliche Wirkungen auf die Fruchtbarkeit von Frauen. Es gibt begrenzte Nachweise auf Auswirkungen auf die Entwicklung der Kinder von Müttern, die während der Schwangerschaft intensiv Mobiltelefone benutzt haben.
- **FR2** (24 bis 100 GHz): Für die höheren Frequenzen wurden keine angemessenen Studien durchgeführt.

6.4 Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung bei Versuchstieren

- **FR1** (450 bis 6000 MHz): Es gibt ausreichende Nachweise auf schädliche Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit männlicher Ratten und Mäuse. Es gibt begrenzte Nachweise auf schädliche Wirkungen auf die Fruchtbarkeit weiblicher Mäuse. Es gibt begrenzte Nachweise auf schädliche Wirkungen auf die Entwicklung der Nachkommen von Ratten und Mäusen, die während der Embryonalzeit exponiert wurden.
- **FR2** (24 bis 100 GHz): Für die höheren Frequenzen wurden keine angemessenen Studien über nichtthermische Wirkungen durchgeführt.

7. Allgemeine Bewertung

7.1 Krebs

- **FR1** (450 bis 6.000 MHz): Diese FR1-Frequenzen sind wahrscheinlich krebserregend für den Menschen.
- **FR2** (24 bis 100 GHz): Für die höheren Frequenzen wurden keine angemessenen Studien durchgeführt.

7.2 Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung

- **FR1** (450 bis 6.000 MHz): Diese Frequenzen beeinträchtigen eindeutig die männliche Fruchtbarkeit. Sie beeinträchtigen möglicherweise die weibliche Fruchtbarkeit. Sie haben möglicherweise nachteilige Auswirkungen auf die Entwicklung von Embryonen, Föten und Neugeborenen.
- **FR2** (24 bis 100 GHz): Es wurden keine angemessenen Studien über nicht-thermische Wirkungen der höheren Frequenzen durchgeführt.

8. Politische Optionen

8.1 Entscheidung für neue Technologien für Mobiltelefone, die eine Verringerung der HF-EMF-Exposition ermöglichen

Die Quellen von HF-Emissionen, die derzeit die größte Gefahr darzustellen scheinen, sind Mobiltelefone. Obwohl Sendeanlagen (Funkmasten) von manchen Menschen als das größte Risiko angesehen werden, geht die größte Expositionsbelastung für den Menschen im Allgemeinen von seinen eigenen Mobiltelefonen aus, und epidemiologische Studien haben eine statistisch signifikante Zunahme von Hirntumoren und Schwann-Zelltumoren der peripheren Nerven beobachtet, vor allem bei starken Mobiltelefonbenutzern.

Daher müssen Maßnahmen ergriffen werden, um sicherzustellen, dass immer sicherere Telefongeräte hergestellt werden, die wenig Energie abgeben und möglichst nur in einem bestimmten Abstand zum Körper funktionieren. Die kabelgebundene Hörmuschel löst einen Großteil des Problems, ist aber unbequem und schreckt daher die Nutzer ab; andererseits ist es nicht immer möglich, die Freisprechfunktion zu nutzen. Die Option, die HF-EMF-Exposition im Zusammenhang mit Telefonen so weit wie möglich zu verringern, gilt unabhängig von den verwendeten Frequenzen, von 1G bis 5G. Länder wie die USA und Kanada, in denen strengere SAR-Grenzwerte für Mobiltelefone gelten als in Europa, waren dennoch in der Lage, effiziente 1G-, 2G-, 3G- und 4G-Kommunikation aufzubauen (Madjar, 2016). Da 5G energieeffizienter sein soll als die bisherigen Technologien, wäre die Verabschiedung strengerer Grenzwerte in der EU für Mobilfunkgeräte sowohl ein nachhaltiger als auch ein vorsorgender Ansatz.

8.2 Überarbeitung der Expositionsgrenzwerte für die Öffentlichkeit und die Umwelt, um die HF-EMF-Exposition durch Mobilfunkmasten zu verringern

In jüngster Zeit hat die EU-Politik (Europäische Kommission, 2019) die Nachhaltigkeit eines neuen wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungsmodells gefördert, das neue Technologien nutzt, um den Gesundheitszustand des Planeten ständig zu überwachen, einschließlich des Klimawandels, der Energiewende, der Agrarökologie und der Erhaltung der biologischen Vielfalt. Die Verwendung der niedrigen 5G-Frequenzen und die Annahme von vorsorglichen Expositionsgrenzwerten, wie sie unter anderem in Italien, der Schweiz, China und Russland verwendet werden und die deutlich unter den von der ICNIRP empfohlenen Werten liegen, könnten dazu beitragen, diese EU-Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

8.3 Verabschiedung von Maßnahmen, die Anreize zur Verringerung der HF-EMF-Exposition schaffen

Ein Großteil der bemerkenswerten Leistung der neuen drahtlosen 5G-Technologie der niedrigeren Frequenzen kann auch durch die Verwendung von Glasfaserkabeln und durch die Umsetzung technischer Maßnahmen zur Verringerung der Exposition durch 1-4G-Systeme erreicht werden (Keiser, 2003; CommTech Talks, 2015; Zlatanov, 2017). Dies würde die Exposition überall dort minimieren, wo Verbindungen an festen Standorten erforderlich sind. So könnten zum Beispiel Glasfaserkabel für die Verbindung von Schulen, Bibliotheken, Arbeitsplätzen, Häusern, öffentlichen Gebäuden und allen neuen Gebäuden usw. verwendet werden, und öffentliche Versammlungsorte könnten "HF-EMF-freie" Bereiche sein (ähnlich wie Nichtraucherzonen), um die passive Exposition von Personen zu vermeiden, die kein Mobiltelefon oder eine Langstreckenübertragungstechnologie verwenden, und so viele gefährdete ältere oder immungeschwächte Menschen, Kinder und elektrosensible Personen zu schützen.

8.4 Förderung multidisziplinärer wissenschaftlicher Forschung, um die langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen von 5G zu bewerten und eine geeignete Methode zur Überwachung der Exposition gegenüber 5G zu finden.

In der Literatur finden sich keine angemessenen Studien, die das Risiko von Tumoren und negativen Auswirkungen auf die Fortpflanzung und Entwicklung bei einer Exposition gegenüber 5G-MMW ausschließen oder die Möglichkeit von synergistischen Wechselwirkungen zwischen 5G und anderen bereits verwendeten Frequenzen ausschließen. Daher ist die Einführung von 5G mit Unsicherheiten behaftet, sowohl in Bezug auf Gesundheitsfragen als auch auf die Vorhersage bzw. Überwachung der tatsächlichen Exposition der Bevölkerung: Diese Wissenslücken rechtfertigen die Forderung nach einem Moratorium für 5G-MMW, bis die entsprechenden Forschungsarbeiten abgeschlossen sind.

Angesichts dieser Ungewissheiten besteht eine politische Option darin, die multidisziplinäre Teamforschung zu verschiedenen Faktoren der Expositionsabschätzung und auch zu den biologischen Auswirkungen von 5G-MMW bei Frequenzen zwischen 6 und 300 GHz zu fördern, und zwar sowohl auf den Menschen als auch auf die Flora und Fauna der Umwelt, z. B. nichtmenschliche Wirbeltiere, Pflanzen, Pilze und Wirbellose.

MMW wird erst mit dem endgültigen 5G-Protokoll eingeführt, d. h. erst in drei bis fünf Jahren. Angesichts dieses Zeitrahmens besteht eine Möglichkeit darin, die Auswirkungen zu untersuchen, bevor die gesamte Weltbevölkerung und die Umwelt exponiert werden.

Die Einführung der MMW-5G-Technologie ohne weitere Präventivstudien würde bedeuten, dass ein "Experiment" an der menschlichen Bevölkerung durchgeführt wird, dessen Folgen völlig ungewiss sind. Um uns auf Europa zu beschränken, könnte dies in einem Bereich wie der Chemie geschehen, der derzeit durch REACH (EG, 1907/2006) geregelt wird.

REACH zielt darauf ab, den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt durch eine bessere und frühere Identifizierung der inhärenten Eigenschaften von chemischen Stoffen zu verbessern. EU REACH regelt die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien. Darüber hinaus zielt sie darauf ab, die Innovation und Wettbewerbsfähigkeit der chemischen Industrie in der EU zu verbessern. EU REACH basiert auf dem Prinzip "keine Daten, kein Markt" und nimmt die Industrie in die Pflicht, Sicherheitsinformationen über Stoffe zu liefern.

Hersteller und Importeure sind verpflichtet, Informationen über die Eigenschaften ihrer chemischen Stoffe zu sammeln, die einen sicheren Umgang mit ihnen ermöglichen, und diese Informationen in einer zentralen Datenbank bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) zu registrieren. Eine politische Option könnte darin bestehen, den gleichen Ansatz auf alle Arten von technologischen Innovationen anzuwenden.

Die Ergebnisse dieser Studien könnten die Grundlage für die Entwicklung einer evidenzbasierten Politik in Bezug auf die HF-EMF-Exposition menschlicher und nicht-menschlicher Organismen durch 5G-MMW-Frequenzen bilden. Es sind weitere Studien erforderlich, um die gesundheitlichen Auswirkungen von HF-EMF im Allgemeinen und von MMW im Besonderen besser und unabhängig zu untersuchen.

8.5 Förderung von Informationskampagnen über 5G

Es gibt einen Mangel an Informationen über die möglichen Schäden von HF-EMF. Das Informationsdefizit schafft Raum für Leugner und Panikmacher und führt in vielen EU-Ländern zu sozialen und politischen Spannungen. Öffentliche Informationskampagnen sollten daher eine Priorität sein.

Informationskampagnen sollten auf allen Ebenen durchgeführt werden, angefangen bei den Schulen. Die Menschen sollten über die potenziellen Gesundheitsrisiken, aber auch über die Möglichkeiten der digitalen Entwicklung, die infrastrukturellen Alternativen für die 5G-Übertragung, die von der EU und den Mitgliedstaaten ergriffenen Sicherheitsmaßnahmen (Expositionsgrenzwerte) und den richtigen Gebrauch von Mobiltelefonen informiert werden. Nur mit fundierten und genauen Informationen können wir das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger zurückgewinnen und eine gemeinsame Einigung über eine technologische Entscheidung erzielen, die, wenn sie richtig gehandhabt wird, große soziale und wirtschaftliche Vorteile bringen kann.

