

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Elfter Bericht der Bundesregierung über die Forschungsergebnisse in Bezug auf die Emissionsminderungsmöglichkeiten der gesamten Mobilfunktechnologie und in Bezug auf gesundheitliche Auswirkungen (Elfter Emissionsminderungsbericht)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	3
2 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	4
2.1 Im Berichtszeitraum abgeschlossene Forschungsvorhaben.....	5
2.1.1 Wirkungen auf Zellen der Körperoberfläche bei Expositionen mit Zenti- und Millimeterwellen (5G-Frequenzen).....	5
2.1.2 Risiken elektromagnetischer Felder aus Sicht von Allgemeinmedizinerinnen/Allgemeinmedizinern und Kinderärztinnen/Kinderärzten in Deutschland II.....	5
2.1.3 Risikowahrnehmung von 5G: Wirkungsanalyse von Dialog- & Informationsangeboten.....	6
2.1.4 Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von künstlicher Intelligenz in der behördlichen Kommunikation von Strahlenschutzinhalten am Beispiel EMF.....	7
2.2 Im Berichtszeitraum begonnene Forschungsvorhaben	8
2.2.1 Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf Pflanzengesundheit und Wachstum.....	8
2.2.2 Ist der Radikalpaar-Mechanismus für den Strahlenschutz relevant?.....	8
2.2.3 Deutungsmuster des Begriffs „Vorsorge“ beim Mobilfunkausbau: mediale Diskurse und kommunikative Aushandlungen	9

	Seite
2.2.4 Diskursgeschichte der EMF-Kritik in Deutschland – Akteure und Positionen	10
2.2.5 Risikowahrnehmung von EMF und anderen Gesundheitsrisiken im internationalen	10
2.2.6 Risiken von EMF aus Sicht von Lehrerinnen/Lehrer und Erzieherinnen/Erzieher – eine deutschlandweite Befragung	11
2.3 Vor dem Berichtszeitraum begonnene, laufende Forschungsvorhaben	11
2.3.1 Bewertende Literaturstudie zum Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf die Fruchtbarkeit bei Menschen sowie in Tier- und Laborstudien	11
2.3.2 Beteiligung an einer Folgestudie zur Verifikation oder Falsifikation der Ergebnisse der National Toxicology Program (NTP) Langzeitstudie an Mäusen und Ratten zu Ganzkörperexposition mit Mobilfunkfeldern	12
2.3.3 Smart Cities: Abschätzung der Gesamtexposition des Menschen durch zusätzliche 5G-Mobilfunktechnologien anhand modellierter Zukunftsszenarien	12
2.3.4 Untersuchung eines möglichen Effekts einer Exposition mit elektromagnetischen Feldern auf das Epigenom und das Transkriptom	13
3 Maßnahmen zur Transparenz und Information über Expositionen und deren gesundheitliche Bewertung	13
3.1 Maßnahmen der Bundesregierung zur Aufklärung sowie zur Information der Bevölkerung	13
3.2 Blauer Engel	15
4 Freiwillige Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber	16
4.1 Die freiwillige Selbstverpflichtung	16
4.2 Überprüfung der freiwilligen Selbstverpflichtung	16
5 Fazit	17
6 Ausblick	17

1 Einleitung

Im Jahr 2002 hat der Deutsche Bundestag die Bundesregierung beauftragt, regelmäßig über die aktuellen Forschungsergebnisse in Bezug auf Emissionsminderungsmöglichkeiten der gesamten Mobilfunktechnologie und Forschungsergebnisse in Bezug auf entsprechende gesundheitliche Auswirkungen zu berichten (Bundestagsdrucksachen 14/8584 und 14/9144). Mit dem vorliegenden Bericht kommt die Bundesregierung diesem Auftrag nunmehr zum elften Mal nach. Der Berichtszeitraum erstreckt sich vom 1. September 2022 bis zum 31. August 2024.

Die Nutzung der hochfrequenten elektromagnetischen Felder (HF-EMF) ist im Telekommunikationsgesetz (TKG) wie folgt definiert: „Frequenznutzung“ ist jede gewollte Aussendung oder Abstrahlung elektromagnetischer Wellen zwischen 8,3 kHz und 3000 GHz zur Nutzung durch Funkdienste und andere Anwendungen elektromagnetischer Wellen. Die Palette der Frequenznutzungen ist groß und umfasst neben dem Mobilfunk zum Beispiel auch Hörfunk, Fernsehen, Satelliten, Anwendungen der Industrie und der Wissenschaft, die im Haushalt verwendeten Schnurlostelefone, WLAN, Bluetooth und Babyüberwachungsgeräte. Maßgeblich für die Beurteilung von möglichen gesundheitlichen Auswirkungen von HF-EMF ist nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand weiterhin die Gewebeerwärmung. Erst wenn sich durch die Einwirkung von HF-EMF die Körper- oder Gewebetemperatur deutlich erhöht hat, konnten in wissenschaftlichen Untersuchungen gesundheitlich bedeutsame Beeinträchtigungen nachgewiesen werden.

Während diese thermischen Wirkungen von HF-EMF unstrittig sind, dreht sich die öffentliche und wissenschaftliche Diskussion häufig um die Frage, ob sogenannte nicht-thermische Wirkungen bei niedrigen Intensitäten zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen könnten. Nicht-thermische Effekte sind biologische Effekte, die nicht mit einer Erwärmung des Körpergewebes erklärt werden können. Nicht-thermische Wirkungen sind zum Beispiel Kraftwirkungen auf einzelne Zellen. Sie treten im Mobilfunkfrequenzbereich aber erst bei wesentlich höheren Intensitäten auf als die thermischen Wirkungen. Im Bereich niedriger Intensitäten von HF-EMF konnten gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge nicht-thermischer Wirkungen in jahrzehntelanger Forschung bisher wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden.

Auch das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF; siehe <https://www.emf-forschungsprogramm.de/>), das in den Jahren 2002 bis 2008 durchgeführt wurde, widmete sich in verschiedenen Forschungsvorhaben und Reproduktionsstudien der Frage nach gesundheitlich bedeutsamen nicht-thermischen Wirkungen von HF-EMF. Es wurden keine derartigen Wirkungen nachgewiesen, beziehungsweise bestätigt. Ebenso lieferten die nach 2008 international durchgeführten Untersuchungen keinen entsprechenden Nachweis. Daher ist das Fazit des DMF nach wie vor von den wissenschaftlichen Erkenntnissen gedeckt und wurde im Rahmen eines wissenschaftlichen Fachgesprächs, das das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) im Mai 2022 durchgeführt hat, bestätigt: „Der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand gibt insgesamt keinen Anlass, die Schutzwirkung der bestehenden Grenzwerte in Zweifel zu ziehen.“ Auch hinsichtlich der Frage nach möglichen Langzeitrissen bei intensiver Handynutzung haben sich die wissenschaftlichen Unsicherheiten weiter verringert (Karipidis et al. 2024).

Kürzlich veröffentlichte Ergebnisse aus lang angelegten Bevölkerungsbeobachtungsstudien an Kindern und Erwachsenen sprechen gegen ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Krebserkrankungen. Die Ergebnisse des unter Beteiligung des BfS für die Weltgesundheitsorganisation (WHO) erstellten und kürzlich veröffentlichten systematischen Reviews mit Meta-Analyse (Karipidis et al., 2024) kommen zu vergleichbaren Schlüssen wie die aktuellste Veröffentlichung zur COMSOS-Studie (Feychting et al., 2024). Dieses systematische Review stellt die aktuell umfassendste Übersichtsarbeit von Beobachtungsstudien zu Krebserkrankungen, insbesondere Hirntumore, und der Exposition gegenüber HF-EMF dar. In einem interdisziplinären Team aus Expertinnen und Experten aus 10 Ländern wurden über 5.000 Studien gesichtet. Hiervon sind 63 Studien aus den Jahren von 1994 bis 2022 nach Prüfung von Ein- und Ausschlusskriterien in die umfassende Auswertung eingegangen. Es konnten keine Hinweise für ein erhöhtes Risiko für Hirntumore bei Erwachsenen und Kindern durch Mobiltelefone und Schnurlostelefone gefunden werden. Des Weiteren wurden keine Hinweise auf ein erhöhtes Risiko für Leukämie und Hirntumore durch Sendemasten gefunden. Die Datenlagen für eine berufliche Exposition gegenüber HF-EMF war im Vergleich zu den anderen Auswertungen schwächer, aber auch hier wurde kein erhöhtes Risiko für Hirntumore identifiziert.

In der öffentlichen Diskussion spielt auch die „Elektrosensibilität“ immer wieder eine Rolle. Hierbei geht es um die Frage, ob es Personen gibt, die besonders empfindlich auf HF-EMF reagieren, so dass bei ihnen diverse gesundheitliche Beschwerden ausgelöst werden könnten. Unter Einbeziehung der Ergebnisse, die im Rahmen des

DMF erzielt wurden, und die der weiteren nationalen und internationalen Studien, ändert sich nichts an der Einschätzung des BfS, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen den Beschwerden der elektrosensiblen Personen und HF-EMF nicht nachweisbar ist. Die Auswertung der aktuellen Datenlage spricht vielmehr dafür, dass der Nocebo-Effekt eine Rolle spielt (Böhmert und Pophof, UMID 2019). Im Gegensatz zur positiven Wirkung beim Placebo-Effekt sorgt beim Nocebo-Effekt allein die Erwartung negativer Folgen dafür, dass diese tatsächlich zu spüren sind. Diese Einschätzung wird auch vom Wissenschaftlichen Ausschuss Gesundheit, Umwelt- und neu auftretende Risiken der Europäischen Kommission (SCHEER 2023), der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP 2020) und der WHO (siehe Backgrounder „Electromagnetic hypersensitivity“ der WHO vom Dezember 2005) geteilt.

Die stetig steigenden Datenübertragungsmengen erfordern eine stete Weiterentwicklung der Mobilfunkstandards. Mit der fünften Mobilfunkgeneration 5G haben sich neben Bedenken gegenüber möglichen gesundheitsschädigenden Folgen des Mobilfunks auch Sorgen über eine wesentlich höhere Exposition gegenüber EMF in Teilen der Bevölkerung intensiviert. Bisherige Messungen zeigen, dass sich die Exposition gegenüber EMF seit der Einführung von 5G nicht wesentlich verändert hat (vgl. den Messbericht des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen von August 2023). Zudem wurden die UMTS-Netze (3G) bis Ende 2021 in Deutschland abgeschaltet. Die bisher für 3G genutzten Frequenzbereiche sind den Mobilfunkbetreibern technologieneutral zugeteilt und dürfen somit auch durch andere Mobilfunkgenerationen, wie z. B. 4G, 5G und gegebenenfalls 6G genutzt werden. Neben der Wirtschaftlichkeit der Frequenznutzungen wird damit auch eine Reduzierung der steigenden Verdichtung der Frequenzbereiche und die Implementierung energiesparender Generationen gefördert. Ob der fortdauernde Netzausbau insgesamt betrachtet zu einer höheren Exposition der Bevölkerung führen wird, bleibt weiterhin zu beobachten, um ggf. rechtzeitig gegensteuern zu können. Ein substantieller Teil der sich verändernden Exposition gegenüber HF-EMF betrifft den Mobilfunk, der neben Telefonie, Nachrichten und Internetzugang zunehmend auch für die Vernetzung von Geräten, Gegenständen und Fahrzeugen eingesetzt wird. Beispiele sind die Entwicklung der Städte hin zu Smart Cities, die Verbindung zwischen Autos oder von Autos mit Infrastrukturelementen (sogenannte V2X-Kommunikation) oder auch die weitere Entwicklung vernetzter Haushaltseinrichtung (Smart Home). Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und das BfS haben deshalb die Informations- und Dialogangebote verstärkt (siehe Kapitel 3). Zur Klärung von noch offenen Fragen und Reduzierung von wissenschaftlichen Unsicherheiten bezüglich Langzeitwirkung intensiver Mobilfunkgerätenutzung, Wirkungen von Millimeterwellen (> 20 GHz), Wirkungen auf Tiere und Pflanzen, Exposition durch neue Antennentypen sowie Kleinzellen, und andere komplexe Expositionsszenarien geht das BfS dem noch bestehenden Forschungsbedarf weiterhin nach.

2 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Zur Verbesserung der wissenschaftlichen Datenlage, v. a. hinsichtlich der Entwicklung neuer technologischer Anwendungen in verschiedenen Frequenzbereichen, wie zum Beispiel bei 5G, wurden und werden Forschungsprojekte initiiert. Sie sollen zu einer Verbesserung der Risikoabschätzung und -bewertung von HF-EMF beitragen. Weiterhin ist die Höhe der Exposition der Bevölkerung durch HF-EMF laufend zu beobachten, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung bei der Nutzung dieser Felder für derzeitige und künftige moderne Kommunikationstechnologien, wie z. B. 5G oder 6G.

Die Forschung zur Risikokommunikation im Bereich des Mobilfunks dient der zielgruppengerechten Ansprache der Bevölkerung mit wissenschaftlich fundierten Informationen.

Zur fortwährenden Verbesserung der Datenlage hinsichtlich der Expositionen der Bevölkerung, den möglichen gesundheitlichen Wirkungen HF-EMF und zur Verbesserung der zielgruppengerechten Risikokommunikation führt das BfS fortlaufend Forschungsvorhaben im Rahmen des Ressortforschungsplans des BMUV oder aus der Finanzierung des Kompetenzzentrums elektromagnetische Felder (KEMF) (s. u.) durch das Investitionsgesetz Kohleregionen durch.

2.1 Im Berichtszeitraum abgeschlossene Forschungsvorhaben

2.1.1 Wirkungen auf Zellen der Körperoberfläche bei Expositionen mit Zenti- und Millimeterwellen (5G-Frequenzen)

Hintergrund:

Im Zuge der Einführung von 5G sollen zukünftig Frequenzen im Zenti- und Millimeterwellenbereich über 20 GHz genutzt werden. In diesem Frequenzbereich ist die wissenschaftliche Datenlage in Bezug auf biologische Wirkungen von EMF vergleichsweise gering. Da die Eindringtiefe der EMF bei diesen Frequenzen sehr klein ist, werden durch die kommenden 5G-Anwendungen hauptsächlich die Körperoberfläche, also Haut und Augen, betroffen sein.

Ziel:

Untersuchung der Auswirkungen einer Exposition mit Zenti- und Millimeterwellen (5G-Frequenzen) auf Zellen der Körperoberfläche. Dafür werden humane Hautzellen (Fibroblasten und Keratinozyten) bei zwei unterschiedlichen Leistungsflussdichten und bei zwei unterschiedlichen Frequenzen (27 GHz und 41 GHz) befeldet. Zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten (nach 2 Stunden und 48 Stunden) werden anschließend die Auswirkungen der Exposition auf Zellprozesse (Genexpression und DNA-Methylierung der Zellen) untersucht.

Ergebnis:

Das Forschungsvorhaben konnte keine Effekte einer Exposition mit HF-EMF im Millimeterwellenbereich auf die untersuchten Zellprozesse Genexpression oder DNA-Methylierung in Hautzellen beobachten, die über stochastische Zufallstreffer hinaus gingen. Das Vorhaben lieferte somit keine Hinweise für negative Effekte einer Exposition mit 5G-Frequenzen auf menschliche Hautzellen, auch nicht bei sehr hohen Leistungsflussdichten oberhalb des Grenzwerts für Ganzkörperexpositionen.

Forschungsnehmer:

Constructor University (ehemals Jacobs University), Bremen

Laufzeit:

November 2019 bis Juli 2024

Abschlussbericht:

Abschlussbericht auf DORIS in Vorbereitung

2.1.2 Risiken elektromagnetischer Felder aus Sicht von Allgemeinmedizinerinnen/Allgemeinmedizinern und Kinderärztinnen/Kinderärzten in Deutschland II

Hintergrund:

Trotz einer umfangreichen Studienlage zu möglichen gesundheitlichen Effekten von EMF ist die Besorgnis in der Bevölkerung hinsichtlich negativer Auswirkungen von EMF auf ihre Gesundheit relativ groß. Daraus kann sich ein Bedürfnis nach Aufklärung entsprechender Verunsicherungen sowie des Verdachts, dass EMF bestimmte persönliche Beschwerden oder Erkrankungen verursacht haben könnten, ergeben. Für viele Personen sind in diesem Zusammenhang niedergelassene Haus- sowie Kinderärztinnen und Kinderärzte die erste Anlaufstelle im Gesundheitswesen. Für eine adäquate Information über EMF spielen sie daher als zentrale Schnittstelle zur Bevölkerung eine herausragende Rolle.

Bisherige Untersuchungen, die teilweise schon 10 bis 15 Jahre zurückreichen, zeigen, dass auch relativ viele Hausärztinnen und Hausärzte hinsichtlich negativer gesundheitlicher Auswirkungen von EMF besorgt sind und dass der subjektiv wahrgenommene Informationsstand häufig als unzureichend eingeschätzt wird. Seitdem haben sich jedoch sowohl das Mediennutzungsverhalten verändert als auch die technischen Entwicklungen fortgesetzt. Eine Aktualisierung war somit notwendig, die außerdem Kinderärztinnen und Kinderärzte mitberücksichtigt und die kommunikationswissenschaftliche Perspektive ergänzt.

Ziel:

Quantitative und qualitative Untersuchung der Einstellung und Risikowahrnehmung bezüglich EMF, der Relevanz des Themas EMF im Praxisalltag, sowie des subjektiven und objektiven Informationsstandes und der Informationsbedürfnisse bezüglich EMF bei niedergelassenen Haus- sowie Kinderärztinnen und Kinderärzten. Außerdem Identifikation verschiedener Teilbevölkerungen der niedergelassenen Haus- sowie Kinderärztinnen und Kinderärzten, bei denen sich diese Zielgrößen unterscheiden.

Ergebnis:

Ein gutes Viertel aller niedergelassenen Haus- sowie Kinderärztinnen und Kinderärzte stimmte zu, dass es Personen gibt, bei denen EMF unter Einhaltung der Grenzwerte Gesundheitsbeschwerden auslösen. Als relevante Beschwerden wurden v. a. unspezifische Symptome, z. B. Schlafstörungen und Kopfschmerzen, genannt. Ein großer Teil dieser Risikowahrnehmung lässt sich auf Ärztinnen und Ärzte zurückführen, die sich selbst als schlecht informiert wahrnehmen und daher bei unspezifischen Symptomen und diffusen Krankheitsbildern EMF als mögliche Ursache nicht kategorisch ausschließen. Insgesamt fühlten sich etwa 60 Prozent aller Haus- sowie Kinderärztinnen und Kinderärzte schlecht über mögliche gesundheitliche Wirkungen von EMF informiert. Daraus ergibt sich auch ein wesentliches Informationsbedürfnis, v. a. zur aktuellen Studienlage. Die Relevanz des Themas EMF ist im Praxisalltag gering. Nur knapp 40 Prozent aller niedergelassenen Haus- sowie Kinderärztinnen und Kinderärzte berichteten, in den vorigen 12 Monaten überhaupt wegen EMF konsultiert worden zu sein. Dabei handelte es sich meistens um Einzelfälle. Bei Kinderärztinnen und Kinderärzten war die Relevanz sogar nur halb so groß. Es zeigte sich außerdem, dass es noch weitere Teilpopulationen innerhalb der Ärzteschaft mit höherer Risikowahrnehmung bezüglich EMF gibt. Dabei scheinen EMF nicht nur als ein weiterer Umweltfaktor mit möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit wahrgenommen zu werden. Stattdessen scheinen zusätzliche Dimensionen eine Rolle zu spielen, z. B. das Vertrauen in bestimmte Organisationen und Institutionen sowie der Verschwörungsglaube.

Forschungsnehmer:

LMU Klinikum München

Laufzeit:

März 2022 bis Oktober 2023

Abschlussbericht:

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2024042343246>

2.1.3 Risikowahrnehmung von 5G: Wirkungsanalyse von Dialog- & Informationsangeboten**Hintergrund:**

Die Implementierung von 5G weckt in einem Teil der Bevölkerung große Sorgen vor damit möglicherweise einhergehenden Gesundheitsgefahren. Die öffentlich zugängliche Informationslage ist diffus und der Themenkomplex HF-EMF fachlich komplex. Lokale Informationsveranstaltungen mobilisieren vor allem skeptisch bis oppositionell eingestellte Bürger. Die übliche Teilnehmenden- und Altersstruktur entspricht somit nicht zwingend dem Meinungsquerschnitt in der Gesamtgesellschaft.

Ziel:

Verknüpfung von demoskopischen (Meinungsforschung) und dialogorientierten Instrumenten zur Wirkungsanalyse von Informationsangeboten und Deliberation (Beratschlagung bzw. Überlegung) auf die Sichtweisen zu 5G anhand einer Stichprobe an zufälligen Bürgern.

Ergebnis:

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich Bürgerwerkstätten in der realisierten Form eignen, um die Kompetenzen zum Thema „5G und Gesundheit“ bei den Bürgern zu stärken. Dennoch lassen sich aus dem Projekt einige Empfehlungen für die weitere Praxis ableiten. Die Teilnehmenden bewerteten die Bürgerwerkstätten als interessante

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Version ersetzt.

und lohnenswerte Veranstaltung. Auch die Durchführung von weiteren Bürgerwerkstätten wurde gewünscht. Dabei sollte jedoch abgewogen werden zwischen Aufwand und Ergebnis der Bürgerwerkstätten und ihrer Reichweite. Als reine Informationsveranstaltung ist die Durchführung einer Bürgerwerkstatt sehr aufwändig bei einer geringen Teilnehmendenquote. Geht es jedoch um Konfliktlösung oder Schaffung von Verständnis und wissenschaftsbasierte Risikobewertung in kritischen oder spezifischen Umfeldern ist die Bürgerwerkstatt ein geeignetes Instrument zum Abbau von Vorurteilen, Vergrößerung der Wissensbasis und wissenschaftsbasierter Einschätzung von Risiken. Optimierungsmöglichkeiten bestehen bei der Steigerung von Repräsentativität durch die Rekrutierung, die Anwesenheit von Expertinnen und Experten vor Ort sowie eine möglichst lebensnahe und barrierearme inhaltliche Gestaltung der Vorträge. Weitere Handlungsempfehlungen betreffen die Förderung eines produktiven Diskurses unter den Teilnehmenden auf der Veranstaltung, z. B. durch Gesprächsregeln, und einige organisatorische Aspekte, z. B. zur zeitlichen Gestaltung und zur Auswahl von Botschafterinnen und Botschaftern. Auch wenn sich das Instrument Bürgerwerkstatt für die Wissensvermittlung bewährt hat ist eine Durchführung in dieser Form aufgrund des hohen Aufwands sowohl für die Teilnehmenden als auch die Durchführenden in der kommunikativen Alltagspraxis ineffizient.

Forschungsnehmer:

Nexus Institut, Berlin und Kantar, München

Laufzeit:

Mai 2022 bis Oktober 2023

Abschlussbericht:

Abschlussbericht auf DORIS in Vorbereitung

2.1.4 Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von künstlicher Intelligenz in der behördlichen Kommunikation von Strahlenschutzinhalten am Beispiel EMF**Hintergrund:**

Die adäquate Information der Bürger zu Strahlenschutzthemen ist ein wichtiges Ziel des BfS und des BMUV. Die Beantwortung von An- oder Rückfragen von Bürgern hat daher einen hohen Stellenwert. An- oder Rückfragen können jedoch häufig nur mit erheblichem Zeitaufwand von der Öffentlichkeitsarbeit oder/und den Fachabteilungen beantwortet werden. Insbesondere im Bereich der EMF ist dieser Ressourcenaufwand hoch, da es zu diesem Themenkomplex viele Bürgeranfragen gibt. Auf künstlicher Intelligenz basierende Methoden könnten das Potenzial haben, diesen Ressourcenaufwand durch (teil-)automatisierte Beantwortung von Anfragen zu verringern und würden so eine Allokation freiwerdender Ressourcen auf andere wichtige Themen ermöglichen. Das vorliegende Vorhaben stellt eine erste Prüfung der Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von KI in der BfS-Kommunikation dar.

Ziel:

Ziel des vorliegenden Vorhabens ist es, eine Auswahl von konkreten und umsetzbaren Vorschlägen zum sinnvollen Einsatz einer künstlichen Intelligenz im Rahmen der Kommunikationsaufgaben des BfS im Bereich EMF zu erhalten. Neben der Abwägung der verschiedenen Vorschläge zu ihren Möglichkeiten und Grenzen muss ebenfalls eine Prognose zur Einrichtung sowie der Erweiterbarkeit auf andere Themenbereiche des BfS bzw. des BMUV erstellt werden.

Ergebnis:

Die Ergebnisse des Projektes haben das Potenzial der digitalen Transformation innerhalb des BfS demonstriert. Durch die Automatisierung der Bearbeitung von Bürgeranfragen könnte nicht nur die interne Effizienz gesteigert werden, sondern auch eine neue Art der Interaktion mit den Bürgern etabliert werden, die schneller und zugänglicher ist als traditionelle Methoden. Darüber hinaus kann das System zur Entlastung der Mitarbeitenden des KEMF beitragen, welche sich nun verstärkt komplexeren Anfragen widmen können. Zudem wurden Einblicke in die Bedürfnisse und Anliegen der Bürger geliefert. Insbesondere der Einsatz von KI in Form eines Chatbots wurde

als Möglichkeit zur effizienten und transparenten Kommunikation hervorgehoben. Weitere mögliche Einsatzgebiete wurden u.a. bei der Übersetzung von Texten oder der Verbesserung der Suchfunktion gesehen sowie bei der automatischen Generierung von Antwortvorschlägen für Bürgeranfragen oder von interaktiven FAQ. Als Herausforderung für den Einsatz von KI im Bereich der EMF-Kommunikation wurde insbesondere eine notwendige hohe Qualität der Ergebnisse ermittelt, da ansonsten u. a. ein Vertrauensverlust in der Bevölkerung entstehen kann.

Forschungsnehmer:

PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz

Laufzeit:

August 2023 bis März 2024

Abschlussbericht:

Abschlussbericht auf DORIS in Vorbereitung

2.2 Im Berichtszeitraum begonnene Forschungsvorhaben**2.2.1 Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf Pflanzengesundheit und Wachstum****Hintergrund:**

in Zusammenhang zwischen Pflanzenschäden und dem flächendeckenden Ausbau des Mobilfunks wird vereinzelt behauptet, eine wissenschaftliche Grundlage gibt es dazu aber nicht. Einige wenige experimentelle Laborstudien zeigen unter HF-EMF-Exposition Wirkungen, die einer leichten Stressreaktion ähneln, aber keine Gefährdung der Pflanzen bedeuten.

Ziel:

Der Einfluss von HF-EMF auf Pflanzen soll unter definierten Laborbedingungen untersucht werden. Pflanzen unterschiedlicher Arten sollen in Modenverwirbelungskammern definierten HF-EMF bis zum Grenzwert für Mobilfunksendeanlagen ausgesetzt werden. Mögliche Auswirkungen kurz- und mittelfristiger Expositionen sollen an Tomaten und Rosen untersucht werden, um die Arbeiten einer französischen Arbeitsgruppe zu reproduzieren. Bei den geplanten Experimenten an Tomaten soll der Einfluss von HF-EMF auf das Transkriptom (Gesamtheit der exprimierten Gene) untersucht und geprüft werden, ob potentielle systemische Reaktionen mit Signalkaskaden um das pflanzliche Hormon Abszissinsäure und dem Nährstoff Kalzium korreliert werden können. Ein weiteres Ziel ist die Überprüfung von Beobachtungen, dass das Sprosswachstum an bestimmten Blattachsen von Rosen nach Exposition von Stecklingen mit HF-EMF im Vergleich zum Sprosswachstum von nicht-exponierten Stecklingen vermindert ist.

Forschungsnehmer:

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Laufzeit:

Oktober 2023 bis September 2025

2.2.2 Ist der Radikalpaar-Mechanismus für den Strahlenschutz relevant?**Hintergrund:**

Ein kausaler Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber schwachen Magnetfeldern (MF) und gesundheitlichen Wirkungen ist nach wie vor unbekannt. Die International Agency for Research on Cancer (IARC) stuft extrem niederfrequente schwache MF als „possibly carcinogenic to humans“ (Gruppe 2B) ein, basierend auf epidemiologischen Studien, die keine Rückschlüsse auf biophysikalische Wirkmechanismen zulassen. Aufgrund der geringen Feldstärken schwacher MF, typischerweise im Mikrotelbereich, kann Gewebeerwärmung als Ursache

mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Der wichtigste bisher bekannte nicht-thermische Effekt schwacher MF ist der Radikalpaar-Mechanismus (RPM), der die Veränderung chemischer Reaktionen durch schwache MF beschreibt. Während die quantenmechanischen Grundlagen des RPM hinreichend gut verstanden sind, ist bis jetzt ungeklärt, ob sich dieser Effekt als Erklärung für mögliche gesundheitliche Wirkungen schwacher MF eignet.

Ziel:

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Bewertung der Relevanz des RPM für den Strahlenschutz. Dies bedeutet konkret die Bestimmung frequenzabhängiger unterer Schranken an die Magnetfeldstärke, unterhalb derer eine gesundheitlich relevante Wirkung ausgeschlossen werden kann.

Forschungsnehmer:

Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg

Laufzeit:

Juni 2023 bis Juni 2025

2.2.3 Deutungsmuster des Begriffs „Vorsorge“ beim Mobilfunkausbau: mediale Diskurse und kommunikative Aushandlungen**Hintergrund:**

Ein zentraler Begriff in der Strahlenschutzkommunikation ist „Vorsorge“. In der Diskussion über HF-EMF wird der Begriff in verschiedenen Kontexten mit unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Grundsätzlich ist Vorsorge positiv besetzt. Im Bereich des Mobilfunk-Ausbaus wird Vorsorge von verschiedenen Akteuren jedoch umgedeutet in die Richtung, dass die Verwendung des Begriffs auf vorhandene Risiken schlussfolgern lässt. Die Kernbotschaft der Risikokommunikation zu Mobilfunk ist, dass bei Einhaltung der Grenzwerte keine negativen gesundheitlichen Auswirkungen nachgewiesen sind. Wörter dienen der Verständigung und gesellschaftlichen Strukturierung. Begriffe sind mit Bedeutungen verbunden. Diese Bedeutungen werden gesellschaftlich ausgehandelt. Sie sind wandelbar und variieren in verschiedenen sozialen Gruppen. Hinzu kommen regionale Spezifika des Mobilfunkdiskurses in Deutschland. Die Kenntnis der alltagssprachlichen Bedeutungen von „Vorsorge“ ist notwendig für eine professionelle Risikokommunikation zu Mobilfunk. Mit welchen manifesten und latenten Bedeutungen ist der Begriff „Vorsorge“ in der Diskussion um den Mobilfunk-Ausbau in verschiedenen gesellschaftlichen Kontexten und im Mediendiskurs verbunden? Was sind die kommunikativen Aushandlungsprozesse, diskursiven Praktiken und Diskursordnungen? Welche Akteure werden mit welchen Positionen genannt und welche Kontexte spielen hierbei eine Rolle?

Ziel:

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, gesicherte Kenntnis über den sprachlichen Gebrauch des Begriffs „Vorsorge“ im Diskurs über Mobilfunk zu erhalten. Die Fragestellungen sollen mit einem Multimethodendesign bearbeitet werden. Es sollen Gruppendiskussionen mit Akteuren aus verschiedenen Anspruchsgruppen aus verschiedenen Regionen des Bundesgebiets stattfinden. Des Weiteren soll eine netnographische Untersuchung des Social-Media-Diskurses stattfinden. Die Netnographie ist ein qualitativer Forschungsansatz, der sich auf die Untersuchung von Online-Communities und ihrer Verhaltensweisen konzentriert. Darüber hinaus ist eine Diskursanalyse der medialen Berichterstattung und eine bevölkerungsrepräsentative Umfrage vorgesehen.

Forschungsnehmer:

Verian, München und TU Darmstadt

Laufzeit:

März 2022 bis September 2024

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Version ersetzt.

2.2.4 Diskursgeschichte der EMF-Kritik in Deutschland – Akteure und Positionen

Hintergrund:

EMF-Kritik ist ein persistentes Phänomen, mit dem das BfS zwar seit seiner Gründung befasst ist, das jedoch als Spielart von Technikskepsis und -kritik bereits länger existiert. Seit wann genau, in welchen Formen und welchen Kontinuitäten und Diskontinuitäten sie im Zeitverlauf bisher aufgetreten ist, dazu liegen, insbesondere für Deutschland, kaum Erkenntnisse aus der historischen Forschung vor.

Zentrale Fragestellungen des Vorhabens: Wie hat sich die EMF-Kritik im Laufe der Zeit gewandelt? Welche Kontinuitäten gibt es? Wer waren jeweils die zentralen Akteure und was war ihre Rolle? Welche Folgen waren jeweils mit der EMF-Kritik verbunden?

Ziel:

Evidenzbasierte Rekonstruktion der historischen Entwicklung der Besorgnis in der deutschen Bevölkerung im Wandel der Zeit. Gewinnung zusätzlicher Einsichten in die Funktionsweise und die Dynamiken der auf EMF bezogenen Form von Technikskepsis zur besseren Handhabung von EMF-Konflikten.

Forschungsnehmer:

IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin

Laufzeit:

September 2024 bis August 2026

2.2.5 Risikowahrnehmung von EMF und anderen Gesundheitsrisiken im internationalen

Hintergrund:

Das Vorhaben verfolgt zwei zentrale Forschungsfragen: (1) Wie werden Gesundheitsrisiken wahrgenommen bzw. gerankt und wie werden EMF dabei positioniert? (2) Wie lässt sich dieses Ranking vor dem Hintergrund interkultureller Unterschiede und national variierender institutioneller Regelungen einordnen und bewerten? Das Vorhaben ist im Zusammenhang einer internationalen Kollaboration mit Japan und Polen angelegt und wird ggf. weitere Länder einbeziehen. Es schließt an vergangene Studien des Eurobarometers (2006, 2010) und des BfS („Was denkt Deutschland über Strahlung?“ 2019, 2022; „Welchen Stellenwert haben Magnetfelder in der öffentlichen Wahrnehmung des Stromnetzausbaus?“ 2019, 2024) an. Unter Berücksichtigung der aktuellen einschlägigen Risikowahrnehmungsforschung zu interkulturellen Surveys und ihrer Methodologie sollen außerdem relevante Kontextvariablen institutioneller und kultureller Art (bspw. Grenzwertsetzungen, EMF-Regulatorien u. ä., Risikoneigung, Technophilie / Innovationsneigung, Individualismus bzw. Kollektivismus, Institutionen-/Staats-/Medienvertrauen, Links-Rechts-Positionierung, Ambiguitätstoleranz / Unsicherheitsvermeidung) in der Untersuchung herangezogen werden, um dieses Ranking einer Vergleichbarkeit zugänglich zu machen und mittels Analyse einer „Cultural Risk Ranking Relation“ zu erfassen.

Ziel:

Erkenntnisse über die Risikowahrnehmung von EMF und anderer Gesundheitssorgen in Deutschland im Vergleich mit anderen Ländern gewinnen.

Forschungsnehmer:

Gesellschaft für innovative Marktforschung mbH (GIM), Heidelberg

Laufzeit:

Juli 2024 bis Juni 2026

2.2.6 Risiken von EMF aus Sicht von Lehrerinnen/Lehrer und Erzieherinnen/Erzieher – eine deutschlandweite Befragung

Hintergrund:

Über die Sichtweisen von Lehrenden in Schulen und pädagogischen Fachkräften in Kindergärten und anderen vorschulischen Einrichtungen zu EMF-Themen, ihre entsprechende Risikowahrnehmung und deren berufsbezogene Relevanz ist insbesondere im deutschsprachigen Raum so gut wie nichts bekannt. Der bisherige Forschungsstand umfasst eine Vielzahl an Studien, die sich entweder auf einen höheren Schul- oder Hochschulbildungsbereich und entsprechend auf Schülerinnen und Schüler und Studierende konzentrieren, oder die sich eher auf ionisierende Strahlung und Radioaktivität und nicht EMF beziehen, oder wiederum die alltägliche Mediennutzung von EMF-bezogenen Technologien von (Klein)Kindern und Jugendlichen in den Vordergrund stellen. Es besteht eine Lücke in der einschlägigen EMF-Risikowahrnehmungsforschung bezüglich professioneller Erziehungsberatungsfachkräfte im schulischen und vor- bzw. außerschulischen Bereich, zumal insbesondere im deutschsprachigen Raum. Zentrale Fragestellungen der Untersuchung: Wie ist die Risikowahrnehmung dieser Zielgruppen bzgl. EMF? Wie wird das Thema EMF von Lehrenden und pädagogischen Fachkräften in der Berufspraxis zusammen mit Kindern, Jugendlichen und deren Eltern bzw. Personensorgeberechtigten bearbeitet? Welche Wissensstände und welche offenen Fragen bzgl. EMF bestehen?

Ziel:

Anhand einer systematischen Erhebung bei Lehrenden und pädagogischen Fachkräften in Deutschland festzustellen, wie sich das Thema EMF in nicht-tertiären Bildungseinrichtungen – zum einen in Schulen, zum anderen in Kindergärten und anderen vor-, außer- und nichtschulischen Einrichtungen – darstellt.

Forschungsnehmer:

LMU Klinikum, München

Laufzeit:

November 2023 bis Oktober 2025

2.3 Vor dem Berichtszeitraum begonnene, laufende Forschungsvorhaben

2.3.1 Bewertende Literaturstudie zum Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf die Fruchtbarkeit bei Menschen sowie in Tier- und Laborstudien

Hintergrund:

Einige Veröffentlichungen liefern Hinweise auf einen möglichen negativen Einfluss von EMF auf die Fruchtbarkeit des Menschen. Insbesondere wird von in den Experimenten beobachteten Zusammenhängen zwischen einer Verringerung der männlichen Fruchtbarkeit und der Nutzung von Mobilfunktelefonen berichtet. Die gesamte Studienlage ist jedoch widersprüchlich, weil die Ergebnisse der Studien sehr inkonsistent sind und die Studienqualität oft mangelhaft ist. Während einige Arbeiten auf einen schädlichen Einfluss von EMF auf die Fruchtbarkeit im Menschen und auch in Tieren und in Zellen berichten, gibt es andere Studien, die keinen Effekt beobachten. Zudem unterscheiden sich die Studien in ihrer Methodik, z. B. was die Statistik und die Verblindung oder das Mitführen von Kontrollen betrifft. Die Thematik des Einflusses von EMF auf die Fruchtbarkeit ist daher unübersichtlich, was zur Verunsicherung von Teilen der Bevölkerung beiträgt und die Risikobewertung erschwert.

Ziel:

Die Datenlage zum Einfluss elektrischer, magnetischer sowie elektromagnetische Felder aller Frequenzbereiche auf die Fruchtbarkeit wird durch Fachleute systematisch aufgearbeitet und bewertet, Wissenslücken identifiziert und mögliche weitere Forschungsansätze vorgeschlagen.

Forschungsnehmer:

Fraunhofer ITEM, Hannover

Laufzeit:

Mai 2020 bis Januar 2022 (Corona-Pandemie-bedingte Verzögerung bis voraussichtlich Ende 2024)

2.3.2 Beteiligung an einer Folgestudie zur Verifikation oder Falsifikation der Ergebnisse der National Toxicology Program (NTP) Langzeitstudie an Mäusen und Ratten zu Ganzkörperexposition mit Mobilfunkfeldern**Hintergrund:**

Vorliegende Ergebnisse wissenschaftlicher Tierstudien mit Ratten und Mäusen berichten teilweise von erhöhter Tumorzinzidenz bzw. Tumorpromotion durch Exposition mit HF-EMF. Die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf den Menschen ist jedoch unter anderem deshalb schwierig, weil unter ähnlichen Befeldungsbedingungen (Ganzkörperexposition) die Absorptionsverteilung im Körper der Tiere deutlich unterschiedlich zu jener im menschlichen Körper ist, und bei gleicher spezifischer Ganzkörperabsorptionsrate von deutlich unterschiedlichen Auswirkungen auf Metabolismus und Thermoregulation bei den Tieren und Menschen ausgegangen werden muss. Die durch die HF-Absorption den Tieren zugeführte Wärmeenergie könnte somit als Mediator im Rahmen von Studien hinsichtlich möglicher nichtthermischer Wirkungen von HF-EMF wirken.

Ziel:

Überprüfung der Machbarkeit einer Realisierung thermischer Kontrollgruppen durch Oberflächenabsorption von Millimeterwellen für Tierstudien mit Ratten und Mäusen, in denen die thermische Last der HF-Exposition im gegenwärtigen Mobilfunk-Frequenzbereich (< 6 GHz) nachgebildet wird, ohne jedoch gleichzeitig zu einer relevanten Absorption von HF-EMF in den inneren (Ziel-)Organen der Tiere zu führen. Auf diese Weise könnte es möglich sein, in zukünftigen Studien zwischen einem direkten Feldeffekt im Zielorgan und thermisch vermitteltem Wirkprinzip zu unterscheiden.

Forschungsnehmer:

Seibersdorf Labor GmbH, Österreich

Laufzeit:

Januar 2021 bis November 2022 (Verzögerung bis Ende 2024)

2.3.3 Smart Cities: Abschätzung der Gesamtexposition des Menschen durch zusätzliche 5G-Mobilfunktechnologien anhand modellierter Zukunftsszenarien**Hintergrund:**

Die Exposition der Bevölkerung gegenüber EMF des Mobilfunks unterliegt durch den technologischen Fortschritt einem ständigen Wandel. Die bisherigen Mobilfunknetze und drahtlosen Netzzugangstechnologien werden in Zukunft durch Technologien der fünften Mobilfunkgeneration (5G) ergänzt bzw. teilweise ersetzt werden. Es wird erwartet, dass die Gesamtexposition der Bevölkerung sich nicht wesentlich erhöhen wird. Da eine messtechnische Erfassung der Immissionsdaten jedoch erst nach vollständiger Einführung von 5G vorgenommen werden kann, ist eine Abschätzung/Modellierung der zukünftigen Entwicklung der Gesamtexposition der Allgemeinbevölkerung aus Strahlenschutzsicht hilfreich.

Ziel:

Abschätzung/Modellierung der Gesamtimmission der Bevölkerung durch die zusätzliche zu erwartende 5G-Technologie.

Forschungsnehmer:

Seibersdorf Labor GmbH, Österreich

Laufzeit:

Mai 2021 bis Januar 2023 (Verzögerung bis voraussichtlich 2025 aufgrund der Notwendigkeit der Beschaffung nicht öffentlich zugänglicher Daten)

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Version ersetzt.

2.3.4 Untersuchung eines möglichen Effekts einer Exposition mit elektromagnetischen Feldern auf das Epigenom und das Transkriptom

Hintergrund:

Einige Studien untersuchten den Einfluss einer Exposition gegenüber HF-EMF auf epigenetische Modifikationen am Genom (die Gesamtheit aller epigenetischen Modifikationen wird als Epigenom bezeichnet) und auf ein gestörtes Ableseverhalten der genetischen Informationen (die primären Produkte der Ablesung, die sogenannten Transkripte, werden in ihrer Gesamtheit als Transkriptom bezeichnet). Bei näherer Betrachtung wird deutlich, dass sich diese Studien im Hinblick auf den untersuchten Testorganismus, die verwendeten Frequenzbereiche und die Expositionsdauer teils erheblich unterscheiden. Auch lassen viele Studien notwendige Qualitätskriterien, wie Verblindung oder eine adäquate und nachvollziehbare Exposition, vermissen. Diese heterogene Studienlage erschwert die Einordnung der Ergebnisse aus strahlenschutztechnischer Sicht und macht die Durchführung qualitativ hochwertiger Analysen für die weitere Risikobewertung notwendig.

Ziel:

Überprüfung, ob MF oder HF-EMF die Genexpression über Beeinflussung des Epigenoms und/oder Transkriptoms verändern können. Dafür soll die Datenlage zu möglichen Effekten solcher Felder auf das Epigenom und das Transkriptom zusammengefasst und bewertet werden. In Abhängigkeit und auf Basis der Ergebnisse aus der Literaturrecherche wird anschließend eine experimentelle Studie an Zellen durchgeführt.

Forschungsnehmer:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Laufzeit:

März 2022 bis September 2024

3 Maßnahmen zur Transparenz und Information über Expositionen und deren gesundheitliche Bewertung

3.1 Maßnahmen der Bundesregierung zur Aufklärung sowie zur Information der Bevölkerung

Die Aufklärung der Bevölkerung über mögliche gesundheitliche Wirkungen von EMF hat für die Bundesregierung einen hohen Stellenwert. Es werden hierfür zum einen Printmedien (Broschüren und Flyer) eingesetzt, zum anderen werden Informationen im Internet (u.a. BfS-Homepage und Social-Media-Kanäle) bereitgestellt. Weitere Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit sind die Teilnahme an bzw. Durchführung von Informationsveranstaltungen.

Das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG), erlassen als Artikel 1 des Gesetzes zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), sieht die jährliche Berichterstattung durch das Bundesumweltministerium an den Deutschen Bundestag und den Bundesrat über die Entwicklung der Radioaktivität in der Umwelt vor. Zusätzlich enthält dieser Bericht auch Informationen über die neuesten Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem Bereich der nichtionisierenden Strahlung (NIR). Hierzu zählen ebenfalls die neuesten Erkenntnisse aus dem Mobilfunkbereich, mit denen die Fachöffentlichkeit informiert wird.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat zahlreiche Informationsmaterialien in diversen Formaten zum Thema Mobilfunk erarbeitet, die auf das Informationsbedürfnis unterschiedlicher Zielgruppen wie bspw. Personen aus der Wissenschaft und Forschende, interessierte Laien, Kinder und Jugendliche oder Politikerinnen und Politiker abgestimmt sind. Für das Fachpublikum finden sich auf der Internetseite des BfS im Bereich „Wissenschaft & Forschung“ neben der Darstellung unterschiedlicher Forschungsprogramme, -projekte und -beteiligungen auch zahlreiche fachliche Stellungnahmen zu EMF-Studien. Diese werden häufig laienverständlich für die Themenseite zu EMF aufbereitet, wo sich vor allem Informationen in Text, Grafik und Video für Nichtwissenschaftlerinnen und Nichtwissenschaftler zu Grundlagen, Feldquellen, Wirkungen und Schutz finden. Das BfS nutzt zur Information auch Social-Media-Kanäle.

Unter dem Vorsitz des BfS findet dreimal jährlich der Runde Tisch Elektromagnetische Felder (RTEMF) statt. Der RTEMF ist ein unabhängiges Beratungs- und Diskussionsgremium des BfS und gibt Institutionen und gesellschaftlichen Gruppen die Möglichkeit, sich mit dem BfS über einschlägige Fragestellungen zum Thema „EMF“ auf fachlicher Ebene auszutauschen. Der RTEMF soll das BfS bei der Kommunikation über EMF beratend unterstützen und dabei die Transparenz wissenschaftlicher Erkenntnisse fördern. Mitglieder des RTEMF sind Vertreterinnen und Vertreter der Wissenschaft, von Behörden, von Interessenverbänden sowie der Wirtschaft. Die Protokolle der RTEMF-Sitzungen sind auf der BfS-Webseite einsehbar.

Für alle Fragen zum Thema Mobilfunk und zu aktuellen gesundheitlichen Fragen in Bezug auf HF-EMF stehen der Öffentlichkeit Mitarbeitende des BfS zur Verfügung, die telefonisch und per E-Mail erreichbar sind. Im Rahmen der Internetauftritte von BMUV und BfS werden unter dem Stichwort „EMF“ sachliche Informationen zum gesamten elektromagnetischen Spektrum gegeben (Niederfrequenz, Zwischenfrequenz, Hochfrequenz, Infrarot und Ultraviolett) sowie häufig gestellte Fragen unter dem Stichwort „FAQ“ beantwortet.

Im Februar 2020 wurde das „Kompetenzzentrum für elektromagnetische Felder (KEMF)“ gegründet und in Cottbus, einem neuen BfS-Standort, angesiedelt. Das Kompetenzzentrum bündelt die vorhandene Expertise im BfS, hat Informations- und Dialogangebote intensiviert und ist damit die zentrale Anlaufstelle zu allen Strahlenschutzfragen bezüglich Stromnetzausbau, Elektromobilität und Mobilfunk für alle interessierten Bürger, aber u. a. auch lokale Behörden, Mandatsträgerinnen und Mandatsträger, Journalistinnen und Journalisten. Das BfS kooperiert dabei mit unterschiedlichen Partnern wie dem Gigabitbüro des Bundes, der Dialoginitiative Deutschland spricht über 5G oder der Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft mbH (MIG). Die Online-Infoveranstaltungen für die Bürger sowie für kommunale Amtsträger und Bedienstete informieren quartalsweise zu Stromnetzausbau und Mobilfunk. Im Februar 2024 wurde der Verleih von Personenexposimetern gestartet. Bürger haben nun die Möglichkeit, ihre Alltagsexposition gegenüber EMF zu erfassen und vom BfS wissenschaftlich auswerten zu lassen. Es werden spezielle Personenexposimeter für HF-EMF (Mobilfunk, WLAN etc.) angeboten. Seit Januar 2024 gibt es mit „Spotlight on EMF Research“ einen neuen Informationsservice. Dieser greift aus den monatlich über 100 wissenschaftlichen, international publizierten Artikeln mit Bezug zum Strahlenschutz bei EMF einzelne Beiträge heraus. Sie werden von den Expertinnen und Experten des KEMF ausgewählt, zusammengefasst und begutachtet. In kompakten Beiträgen ordnet das KEMF die Studienergebnisse in den bestehenden Kenntnisstand ein und bewertet ihre Relevanz für den Strahlenschutz. Zudem besteht eine enge Zusammenarbeit mit der WHO, z. B. bei der Erstellung von Broschüren wie z. B. „Establishing a dialogue on risks from electromagnetic fields“.

Weiterhin steht bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) unter der Adresse <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Vportal/TK/Funktechnik/EMF/start.html> eine öffentlich zugängliche Datenbank aller Funkanlagen zur Verfügung, für die eine gültige Standortbescheinigung erteilt ist. Die Standortbescheinigung weist die einzuhaltenen Sicherheitsabstände zur jeweiligen Funkanlage aus. Neben den Daten von routinemäßigen Überprüfungen von EMF an öffentlichen Plätzen sind in dieser Datenbank auch die Ergebnisse von EMF-Messreihen enthalten. Die EMF-Messreihe ist eine von der BNetzA bundesweit durchgeführte Messkampagne zur Darstellung von Feldstärken, die an unterschiedlich weit von der Basisstation entfernten Messpunkten ermittelt wurden. Die Messorte werden jährlich in Zusammenarbeit mit den Umweltministerien der Länder ausgewählt und in der EMF-Datenbank der BNetzA veröffentlicht. Zudem betreibt die BNetzA 16 automatische Messstationen zur Messung der Immissionen von Funkanlagen im Frequenzbereich 9 kHz bis 6 GHz. Die Messergebnisse werden kontinuierlich ausgewertet und für jedermann freiverfügbar als Grenzwertausschöpfung im Verlauf eines Tages, einer Woche oder bei Bedarf auch mehrerer Monate für den jeweiligen Betriebsort in der EMF-Datenbank der BNetzA dargestellt. All diese Messungen stellen einen Beitrag zu mehr Transparenz in der Diskussion zu tatsächlichen Immissionen und mögliche Gesundheitsgefährdung dar und dokumentieren damit die Wirksamkeit des von der BNetzA durchgeführte Standortverfahren nach der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV).

Für den Ausbau der Netze im Mobilfunkstandard 5G und die damit verbundenen Änderungen in Bezug auf die Immissionssituation der Bevölkerung hatte die Bundesregierung bereits 2017 in ihrer 5G-Strategie (<https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/eine-5g-strategie-fuer-deutschland-389380>) vorgesehen, dass „die bestehenden hohen Sicherheitsstandards beim vorbeugenden Gesundheitsschutz in allen Entwicklungsphasen erhalten bleiben“. Zudem wurde dort zugesagt, dass die Einführung von 5G gegenüber der Öffentlichkeit mit transparenten Informationen begleitet wird. Dies wird u.a. auch durch die bis Ende 2024 laufende ressortübergreifende Kommunikationsinitiative „Deutschland spricht über 5G“ (<https://www.deutschland-spricht-ueber-5g.de/>) realisiert. Neben regelmäßig mit dem BfS durchgeführten Bürgerinfoveranstaltungen finden sich auf der Homepage und den Social-Media-Kanälen der Dialoginitiative zahlreiche Formate mit unterschiedlichen Schwerpunkten zum Thema 5G. Mit der im März 2022 vorgestellten Gigabitstrategie der Bundesregierung

(<https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/gigabitstrategie-2017464>) wird die 5G-Strategie fortgesetzt. Mit der neuen Gigabitstrategie soll der flächendeckende Mobilfunkausbau und insbesondere der Ausbau von Glasfaseranschlüssen noch einmal deutlich vorangetrieben werden. Auch sieht die Gigabitstrategie vor, dass „der vorbeugende Gesundheitsschutz im Hinblick auf die mit dem Mobilfunk verbundenen elektromagnetischen Felder (EMF) wissenschaftsbasiert gewährleistet“ und der Ausbau mit einem breiten Dialogangebot begleitet wird.

3.2 Blauer Engel

Die Strahlenschutzkommission hat bereits im Jahr 2001 in der Empfehlung „Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern“ empfohlen, „[...] bei der Entwicklung von Geräten und der Errichtung von Anlagen die Minimierung von Expositionen zum Qualitätskriterium zu machen.“ Sie weist darauf hin, dass – entgegen der öffentlichen Besorgnis, die vor allem Mobilfunkbasisstationen (ortsfixe Anlagen) betrifft – unter dem Gesichtspunkt des vorbeugenden Gesundheitsschutzes die Immission insbesondere durch EMF von Geräten, z. B. von Endgeräten der mobilen Telekommunikation zu betrachten sei, weil es hier am ehesten zu einer hohen Exposition eines Nutzers kommen könne. Der Umsetzung dieser Empfehlung dient das deutsche staatliche Umweltzeichen „Blauer Engel“.

Zu den Blauer-Engel-Vergabekriterien für Mobiltelefone, Ausgabe DE-UZ 106, gehört, dass sich die maximale Strahlungsintensität eines auszeichnungsfähigen Gerätes, ausgedrückt als SAR-Wert, im unteren Drittel der auf dem Markt befindlichen Geräte befindet. Daneben werden die Energieeffizienz und die Materialeigenschaften im Hinblick auf Umwelt- und Recyclingfreundlichkeit berücksichtigt. Anforderungen an die Rohstoffherkunft bei sogenannten Konfliktrohstoffen werden gestellt und die Beachtung grundlegender Sozialstandards bei der Herstellung gefordert. Bereits seit Mitte Juni 2002 können Hersteller von Mobiltelefonen den „Blauen Engel“ beantragen, sofern die Geräte, die von der Jury Umweltzeichen beschlossenen Kriterien einhalten. Im Jahr 2017 wurde zusätzlich zum SAR-Wert, der beim Betrieb des Geräts am Ohr auftritt, erstmals ein Wert für den Betrieb am Körper in die Vergabekriterien aufgenommen. Dies trägt neuen Nutzungs- und damit verbundenen Expositionsszenarien Rechnung. Bei der Überarbeitung der Vergabekriterien Anfang 2022 wurde dieser Wert heraufgesetzt und damit die Anforderung für den Betrieb am Körper entschärft.

Derzeit (Stand August 2024) gibt es keine Zeichnungsnehmer. Damit ist die Akzeptanz des Blauen Engels für Mobiltelefone seitens Hersteller und Anbietern weiterhin als ausbaufähig zu beurteilen. Das BMUV hält eine für den Verbraucher einfach zu erkennende Kennzeichnung strahlungsarmer Geräte nach wie vor für wünschenswert. Die Hersteller sind weiterhin aufgefordert, die Entwicklung strahlungsärmerer Handys voranzutreiben und sich auch weiter an einer verstärkten Verbraucherinformation zu beteiligen.

Für Babyüberwachungsgeräte (Babyphone) gibt es Vergabekriterien (DE-UZ 125) für den Blauen Engel. Die Vergabekriterien begrenzen bei den HF-EMF die elektrische Feldstärke der Funkgeräte auf der dem Baby zugewandten Seite in einem Meter Abstand und bei den niederfrequenten Magnetfeldern die magnetische Flussdichte in 30 cm Abstand. Geräte, die ausschließlich als Dauersender arbeiten, sind von der Vergabe des Blauen Engels ausgeschlossen. Die Energieeffizienz und die Materialeigenschaften im Hinblick auf Umwelt- und Recyclingfreundlichkeit sind in den Vergabekriterien ebenfalls berücksichtigt. Derzeit (Stand Juni 2024) gibt es zwei Zeichennehmer.

Mit DE-UZ 131 gibt es darüber hinaus ein Umweltzeichen für solche digitalen Schnurlostelefone (einschließlich solcher mit Voice-over-IP-Funktion), die die in den Vergabekriterien definierten Kriterien „Anpassung der Sendeleistung“, „Reichweitenbegrenzung“ sowie „Abschalten der Sendesignale im Standby-Betrieb“ erfüllen. Bei den im Jahr 2020 zuletzt überarbeiteten Kriterien für diese Produktgruppe sind zudem Anforderungen an Energieeffizienz und Materialeigenschaften im Hinblick auf Umwelt- und Recyclingfreundlichkeit berücksichtigt. Aktuell (Stand August 2024) sind mehrere Modelle eines Anbieters mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.

In der Gesamtschau zeigt sich, dass bei den Herstellern die Möglichkeit zur Kennzeichnung ihrer Produkte als strahlungsarm nur auf geringe Resonanz trifft, selbst wenn ein relevanter Anteil von Produkten am Markt die Vergabekriterien erfüllen würde.

4 Freiwillige Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber

4.1 Die freiwillige Selbstverpflichtung

Ein wichtiges Element, das die Maßnahmen der Bundesregierung im Mobilfunkbereich unterstützt, ist die freiwillige Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber gegenüber der Bundesregierung aus dem Jahr 2001, die in den Jahren 2008, 2012 und 2020 ergänzt und fortgeschrieben wurde. Teil der freiwilligen Selbstverpflichtung war die Mitfinanzierung des vom BMUV initiierten DMF. Es wurden insgesamt 54 Forschungsvorhaben zu den Teilbereichen Biologie, Dosimetrie, Epidemiologie und zur Risikokommunikation durchgeführt und die Ergebnisse veröffentlicht: <http://www.emf-forschungsprogramm.de/>.

Am 19. Juni 2023 wurde eine neue Selbstverpflichtung von den vier in Deutschland tätigen Mobilfunknetzbetreibern abgegeben. Sie gilt für fünf Jahre und verlängert sich bei Stillschweigen jeweils um ein Jahr.

Der Strahlenschutz bei Kleinzellen ist in der aktuellen Fassung ein zentraler Punkt, wobei bereits installierte Kleinzellen eingeschlossen sind. Kleinzellen sind die „kleinen Schwestern“ von Mobilfunkbasisstationen; sie haben eine deutlich geringere Sendeleistung im Bereich von 2 bis 10 Watt EIRP (Äquivalente Isotrope Strahlungsleistung). Mobilfunknetzbetreiber ziehen ihren Einsatz dort in Erwägung, wo ein großes Datenaufkommen zu erwarten ist, d. h. dort, wo sich viele Menschen aufhalten. In der Selbstverpflichtung wird die Bedeutsamkeit gründlicher Messungen und sachlicher Informationen betont.

Die Mobilfunknetzbetreiber verpflichten sich, auch bei Kleinzellen dasselbe Schutzniveau einzuhalten, das für Basisstationen größerer Leistung durch die Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) gesichert ist. Die Mobilfunknetzbetreiber verpflichteten sich unter anderem dazu, die Kommunikation und Partizipation bei der Standortplanung zu verbessern, den Verbraucherschutz zu erweitern und verständliche Verbraucherinformationen zu Mobiltelefonen bereitzustellen. Die Mobilfunknetzbetreiber sagen zudem zu, dass sie bei den kommunalen Spitzenverbänden eine Clearingstelle einrichten. Diese soll darüber befinden, ob der gesetzlich verankerte kommunale Beteiligungsprozess bei Aufbau von Mobilfunkinfrastruktur eingehalten wird.

Für die Verringerung der persönlichen Exposition ist die Nutzung strahlungsarmer Endgeräte eine Möglichkeit. Wieviel ein Endgerät strahlt, wird durch die Spezifische Absorptionsrate (SAR) angegeben. Um hier mehr Transparenz zu schaffen, werden die Mobilfunknetzbetreiber zukünftig auf die Liste mit Werten der Spezifischen Absorptionsrate (SAR) verschiedener Endgeräte auf der Website des BfS verweisen. Zudem werden die Mobilfunknetzbetreiber den Abgleich der SAR-Werte mit dem BfS unterstützen.

4.2 Überprüfung der freiwilligen Selbstverpflichtung

Die Einhaltung der Selbstverpflichtung wird durch alle zwei Jahre erstellte, unabhängige Gutachten überprüft. Die jüngste Überprüfung 2021 wurde im Auftrag der Telefónica Germany GmbH & Co. OHG, der Deutschen Telekom Technik GmbH, der Vodafone GmbH sowie erstmals der 1&1 Mobilfunk GmbH (ehemals Drillisch) vom Deutschen Institut für Urbanistik (Difu), Berlin erstellt (<https://difu.de/publikationen/2022/mobilfunkgutachten-2021>). Es wurden die derzeit vier in Deutschland agierenden Mobilfunknetzbetreiber, die auch Auftraggeber dieses Gutachtens waren, überprüft.

Das Mobilfunkgutachten 2021 des Difu bestätigt im Wesentlichen das gute Niveau der vergangenen Jahre. Grundsätzlich zeigt sich, dass die freiwillige Selbstverpflichtung weitgehend eingehalten wird. Einige Punkte werden im Gutachten von 2021 als verbesserungsbedürftig bezeichnet, um das hohe Niveau zu erhalten. Dazu bedarf es z. B. für die Prüfung von Standortalternativen mehr Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner für die Mobilfunknetzbetreiber auf kommunaler Seite. Das betrifft ebenfalls die Kommunikation über Standortentscheidungen und die Nichtnutzung von Standortalternativen. Nach wie vor gibt es Konflikte insbesondere bei Neuerrichtung von Mobilfunksendeanlagen, wobei Proteste von Anwohnerinnen und Anwohnern im Gutachten 2021 am häufigsten als Konfliktauslöser genannt wurden. Erstmals wurden nicht nur die Unternehmensseiten, sondern auch die Privat- und Geschäftskundenseiten der vier Netzbetreiber bewertet. Die Mehrzahl der Unternehmensseiten wurde als „gut“ bewertet. Auf den Privat- und Geschäftskundenseiten fehlten verbreitet Informationen zu den Themen Mobilfunk, Umwelt und Gesundheit. Auch wenn postalische Anfragen oder Anfragen über Foren und Hotlines teilweise nicht befriedigend beantwortet wurden, bewertet das Gutachten diesen Bereich im Ganzen als zufriedenstellend. Bemängelt wurden außerdem fehlende und zum Teil auch unterschiedliche Angaben zu SAR-Werten von gleichen Endgeräten. Die Gutachter mahnten eine Vereinheitlichung zu SAR-Werten von Endgeräten auf allen Seiten an.

5 Fazit

Die Forschungsaktivitäten des BfS verfolgen einen breiten und umfassenden Ansatz. Die Exposition durch neue Entwicklungen im Bereich Mobilfunk bzw. allgemein im Bereich moderner Kommunikationsmittel wird möglichst frühzeitig erfasst. Mit den Vorhaben zur Klärung offener Fragen über gesundheitliche Auswirkungen bezüglich HF-EMF wird der wissenschaftliche Kenntnisstand zunehmend vertieft, wobei – ebenfalls so früh wie möglich – die Auswirkungen neuer Technologien untersucht werden.

Um die gestiegene Nachfrage nach transparenter und breitgestreuter Kommunikation dieses öffentlichkeitswirksamen Themas zu gewährleisten, wurde das KEMF in Cottbus gegründet, welches im Berichtszeitraum einen großen Beitrag zur Intensivierung der Information und Kommunikation der Bevölkerung geleistet hat. Mit zielgruppenspezifischen Formaten und Angeboten wird der Bevölkerung das Thema Mobilfunk und Gesundheit vermittelt. Neben klassischen Medien und Formaten wird auch auf dialogorientierte und digitale Angebote im Bereich der Wissenschaftskommunikation gesetzt.

Auch auf der Basis der neueren Ergebnisse kann festgestellt werden, dass die Bevölkerung durch die geltenden Grenzwerte der 26. BImSchV ausreichend vor gesundheitlichen Auswirkungen von HF-EMF geschützt ist. Um die fachlichen Grundlagen für die Risikobewertung weiter zu verbessern, fördert das BMUV weiterhin gezielt Forschung, v. a. zur Verbesserung der Datenlage hinsichtlich neuer Technologien, wie z. B. 5G und 6G.

6 Ausblick

Die Digitalisierung der Gesellschaft schreitet rasant fort. Um dem vorbeugenden Gesundheitsschutz Rechnung zu tragen, ist es auch weiterhin wichtig, den Strahlenschutz im Zuge einer umwelt-, gesundheits- und verbraucherbewussten Digitalisierung zu beachten.

Entscheidend für die Emissionsminderung der gesamten Mobilfunktechnologie ist es weiterhin, dass Fragen in Bezug auf HF-EMF bereits bei der Entwicklung der Technologie konsequent als Rahmenbedingung beachtet werden. Die 5G-Strategie der Bundesregierung hatte in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass bei Normung und Standardisierung bereits im Entwicklungsstadium der für 5G relevanten technischen Innovationen der Schutz vor den Auswirkungen von HF-EMF berücksichtigt wird. Denselben Ansatz nimmt sich die Bundesregierung in der Gigabitstrategie auch für die laufende Entwicklung des 6G-Standards vor. Dies soll im Einklang mit den internationalen Leitlinien erfolgen und so dazu beitragen, dass das bestehende hohe Schutzniveau beibehalten wird und als europaweit anerkannter Maßstab verankert bleibt. Aus diesem Blickwinkel wird die Bundesregierung die laufenden internationalen Aktivitäten begleiten und erforderlichenfalls im Hinblick auf die nationale Einführung die Einhaltung der genannten Rahmenbedingungen sicherstellen. Hier unterstützt und fördert die Bundesregierung energiesparende und immissionsarme Technologien. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert im Rahmen seiner 6G-Initiative die Forschung und Entwicklung. 6G wird, wie 5G, ebenfalls höhere Frequenzbereiche nutzen. Initiale europäische Diskussionen beziehen sich auch auf 6G-Frequenzen von über 100 GHz. Neue Forschungsschwerpunkte werden zu gegebener Zeit nach den ersten europäischen Festlegungen vom BfS identifiziert und mit dem BMUV diskutiert. Die gemeinsam festgelegten Forschungsschwerpunkte werden in vom BfS geförderten Projekten berücksichtigt werden.

Am Schutz vor den Auswirkungen von HF-EMF sowie der Beibehaltung des bestehenden hohen Schutzniveaus richtet sich auch die weitere Forschung zu HF-EMF aus. Hierbei gibt es im Bereich der gesundheitlichen Auswirkungen einen Schwerpunkt bei den im Mobilfunk neu genutzten, höheren Frequenzbändern. Die Bundesregierung sieht dazu öffentlich geförderte Forschung zur Wirkung von EMF im Zusammenhang mit 5G mit Schwerpunkt auf Frequenzen oberhalb 20 GHz und unter Einschluss auch künftiger 6G-Frequenznutzungen. Ein weiterer Schwerpunkt besteht darin, wie sich die Exposition der Bevölkerung – insbesondere auch unter Einbeziehung von Kleinzellen und unter Berücksichtigung der Beamforming-Technologie – entwickeln wird.

Das BMBF etabliert weiterhin einen kontinuierlichen und wissenschaftsbasierten Austausch in den Querschnittsbereichen Gesundheitsschutz, gesellschaftliche Akzeptanz und Energieeffizienz im Zusammenhang mit der Technologieentwicklung für künftige Mobilfunktechnologien wie 6G, in den das BfS eng eingebunden ist. Damit leistet das BMBF einen Beitrag zur Zielerreichung der Gigabitstrategie der Bundesregierung. Die BNetzA vertritt die entsprechenden Ansätze in den nationalen und internationalen Normierungs- und Standardisierungsgremien.