

Schriftlicher Bericht

Thema: Mobilfunktechnik 5G

hier: Forschung

Die 92. Umweltministerkonferenz hat unter TOP 45 zu der 5G-Technik noch offene Fragen gesehen und begrüßt, dass der Bund die Forschung insbesondere in den höheren Frequenzbändern im Millimeter- oder Zentimeterwellenlängenbereich intensiviert. Sie hat zu diesem Thema den Bund gebeten, zur 94. Umweltministerkonferenz einen schriftlichen Bericht vorzulegen.

In der Zwischenzeit hat die Bundesregierung mit ihrer Mobilfunkstrategie die Maßnahmen gebündelt, die mit dem Mobilfunkausbau und insbesondere dem Aufbau der 5G-Netze in Verbindung stehen. Dabei spielen die Fragen der elektromagnetischen Felder und der damit verbundene Gesundheitsschutz eine wichtige Rolle. Die hohe Bedeutung des vorbeugenden Gesundheitsschutzes und insbesondere die Notwendigkeit weiterer Forschung hat die Bundesregierung bereits zuvor in ihrer 5G-Strategie sowie in der Umsetzungsstrategie Digitalisierung niedergelegt.

Hintergrund

Die Einführung der nächsten Mobilfunkgeneration 5G sowie der starke Ausbau der bestehenden Mobilfunknetze gehen mit der Frage nach einem gesundheitlichen Risiko dieser Technik einher. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) geht nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand nicht von negativen gesundheitlichen Auswirkungen aus, sieht aber weiterhin offene Fragen. Dabei stützt sich das BfS in seiner Bewertung sowohl auf Ergebnisse eigener abgeschlossener Forschungsvorhaben und Workshops als auch auf internationale wissenschaftliche Veröffentlichungen sowie Bewertungen nationaler und internationaler Organisationen und Gremien.

Nachgewiesene Wirkungen

Der bisher einzige wissenschaftlich nachgewiesene Wirkmechanismus hochfrequenter elektromagnetischer Felder, wie sie beim Mobilfunk genutzt werden, ist eine Erwärmung des Gewebes infolge von Energieabsorption bei Einwirkung auf den Körper. Eine vorübergehende Körpererwärmung um maximal 1°C wird als gesundheitlich unbedenklich erachtet, während eine Erhöhung um mehr als 1°C mit nachgewiesenen gesundheitlich schädlichen Wirkungen verbunden ist. Im Hochfrequenzbereich gelten daher in Deutschland seit 1997 Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung. Die Grenzwerte wurden mit einem Sicherheitsfaktor von 50 zu jenen elektromagnetischen Feldstärken festgelegt, die eine Erhöhung der Körpertemperatur um 1°C verursachen, um eine solche Erwärmung des Körpers sicher zu verhindern. Die Grenzwerte gelten für alle Generationen der Mobilfunktechnik, inklusive 5G. Unterhalb dieser geltenden Grenzwerte gibt es keine gesicherten wissenschaftlichen Belege für negative gesundheitliche Auswirkungen von Mobilfunkfeldern auf die Gesundheit des Menschen.

Erkenntnisse aus dem Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogramm

Das BfS hat im Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogramm (DMF, <http://www.deutsches-mobilfunk-forschungsprogramm.de/>) sowie in den Jahren danach überprüft, ob die geltenden Grenzwerte weiterhin die gebotene Schutzwirkung entfalten. Es ist insbesondere nach möglichen Wirkungen gesucht worden, die unterhalb der Grenzwerte, also bei niedrigeren Expositionen, auftreten könnten. Der untersuchte Frequenzbereich wurde dabei bewusst breit gefasst und ging in einigen Studien über die aktuell für den Mobilfunk (2G-4G) genutzten Frequenzen hinaus. Untersuchte Endpunkte bei den Zellstudien waren verschiedene zelluläre Parameter, die sich u. a. auf hormonelle Vorgänge und den Stoffwechsel bezogen. Weiterhin wurden Effekte auf das Hör- und visuelle System sowie auf das Immunsystem untersucht sowie Einflüsse auf den Schlaf, die kognitive Leistungsfähigkeit und das Gedächtnis. In epidemiologischen Studien wurden gesundheitliche Effekte einer chronischen Exposition beim Menschen untersucht, und in tierexperimentellen Mehrgenerationenstudien wurde der Frage nach einer besonderen Empfindlichkeit früher Entwicklungsstadien nachgegangen. Es ergaben sich insgesamt keine Hinweise auf mögliche gesundheitliche Auswirkungen unter-

halb der Grenzwerte. Ebenfalls konnte kein theoretischer Wirkmechanismus identifiziert werden, der bei Einhaltung der Grenzwerte zu gesundheitlichen Wirkungen führen kann.

5G wird in Deutschland zunächst in Frequenzbändern eingesetzt werden, in denen bereits heute Mobilfunk betrieben wird (2-Gigahertz-Band), in denen vergleichbare Nutzungen etabliert sind (3,6-Gigahertz-Band) oder die solchen Frequenzbändern benachbart sind (700-Megahertz-Band). Daher sind die vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem DMF und den darüber hinaus durchgeführten Studien zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder auf den Menschen in der nächsten Zeit auch für 5G aussagekräftig.

Bisherige Erkenntnisse aus Studien zu Wirkungen einer Exposition mit höheren Frequenzen

In Bezug auf die mit 5G geplante Nutzung zusätzlicher Frequenzbänder im Zentimeter- und Millimeterwellenbereich (also im Bereich von mehr als 20 Gigahertz) liegen erst wenige Studienergebnisse vor. Im Frequenzbereich zwischen 20 und 30 Gigahertz existiert aktuell nur eine wissenschaftliche Publikation. Einige wenige Publikationen konzentrieren sich auf Frequenzen von ca. 6 bis 10 Gigahertz sowie auf Millimeterwellen oberhalb von 30 Gigahertz und den Terahertzbereich. In einer umfassenden Literaturrecherche des BfS wurden die Studien zu biologischen Wirkungen der Frequenzbereiche oberhalb von 20 Gigahertz zusammengefasst. Es ergaben sich keine Hinweise auf mögliche gesundheitliche Auswirkungen unterhalb der Grenzwerte. Die Grenzwerte beruhen in diesem Bereich auf der Extrapolation der Wärmewirkung.

Bereits in der Vergangenheit führte das BfS Forschung im Bereich oberhalb von 20 Gigahertz durch. Eine Studie zu gentoxischen Effekten von Terahertz-Strahlung untersuchte die Wirkungen einer Exposition in Zellstudien an verschiedenen Hautzelltypen. Gentoxische Effekte wurden in dieser Studie nicht festgestellt. Ergebnisse zu möglichen Auswirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks, inklusive 5G, auf Tiere und Pflanzen wurden in einem vom BfS organisierten internationalen Workshop im November 2019 zusammengetragen und diskutiert. Zwar gibt es biophysikalische Mechanismen, die es Tieren und Pflanzen erlauben, elektrische und magnetische Felder geringer Stärke wahrzunehmen, eine schädliche Beeinflussung durch elektromagnetische Felder des Mobilfunks konnte in den auf dem Workshop diskutierten Studien aber

nicht nachgewiesen werden. Im Hinblick auf Insekten besteht jedoch die Möglichkeit von Resonanzeffekten durch die zukünftig bei 5G angewandten hohen Frequenzen über 20 Gigahertz. Hier entspricht die Wellenlänge in etwa der halben Länge von Insektenkörpern, wodurch diese besonders viel Energie absorbieren. In diesem Bereich ist daher weitere Forschung nötig.

Laufende und geplante Forschungsvorhaben des BfS zu 5G-Frequenzen mit Beginn 2019 bzw. 2020

Aufgrund der wenigen vorliegenden Studien in den höheren Frequenzbereichen, insbesondere im Bereich zwischen 20 und 30 Gigahertz, sieht das BfS noch Forschungsbedarf. Dieser sollte sich aufgrund der geringen Eindringtiefe der elektromagnetischen Felder in diesem Frequenzbereich von wenigen Zenti- bis Millimetern auf Haut und Augen konzentrieren, da hier am ehesten Auswirkungen anzunehmen sind. Direkte Wirkungen auf innere Organe sind dagegen nicht zu erwarten. Indirekte Einflüsse auf den gesamten Körper, die über die Haut vermittelt werden könnten, sind hingegen noch wenig untersucht.

In einer laufenden experimentellen Zellstudie werden mögliche Effekte einer Exposition mit höheren Frequenzen auf humane Hautzellen untersucht. Für die Exposition wurden speziell die zukünftig für 5G-Anwendungen vorgesehenen Frequenzbereiche bei 27 Gigahertz und 41 Gigahertz gewählt. Untersucht werden mögliche Effekte auf die Genexpression und die DNA-Methylierung der Zellen.

In einer laufenden Literaturstudie wird der Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder aller Frequenzbereiche auf oxidative Prozesse bei Menschen sowie in Tier- und Laborstudien systematisch zusammengefasst und bewertet. Hintergrund ist, dass in vielen wissenschaftlichen Studien oxidativer Stress als möglicher Wirkmechanismus postuliert wird, mit der These, dass die Felder die Konzentration freier Radikale erhöhen sollen, was u. a. zu DNA-Schädigung und verstärktem Auftreten von Krebs führen könnte. Jedoch ist das Ausmaß der beobachteten Effekte oft gering und die gesundheitliche Relevanz unklar. Zudem unterscheiden sich die Studien zum Teil erheblich in dem verwendeten Zelltyp, der Intensität der Felder, der Expositionsdauer oder dem Zeitpunkt der Messung der freien Radikale. Mit der Literaturstudie soll diese inkonsistente Datenlage zum Einfluss elektrischer, magnetischer

und elektromagnetischer Felder auf den oxidativen Stress systematisch aufbereitet werden.

Neben der Untersuchung möglicher biologischer Wirkungen der elektromagnetischen Felder höherer Frequenzbereiche führt das BfS auch Forschungsvorhaben zur Abschätzung einer sich möglicherweise mit der Einführung von 5G verändernden Strahlenbelastung des Menschen durch. In einem geplanten Forschungsvorhaben soll die voraussichtliche Entwicklung der Exposition der Allgemeinbevölkerung gegenüber Hochfrequenz-Feldern über die Erstellung realistischer repräsentativer Expositionsszenarien abgeschätzt werden, die in einem interdisziplinären Ansatz aus Zukunftsforschung, 3D-Modellierung und Computersimulationen modelliert werden sollen. Um die Immissionen und tatsächlichen Expositionen der Allgemeinbevölkerung zu überwachen, soll in einem Fachgespräch über realisierbare Monitoring-Ansätze diskutiert werden. Ein weiteres Vorhaben sieht vor, die Exposition des Menschen mit elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks über eine spezielle Applikation auf mobilen Endgeräten zu erfassen. In einer laufenden Machbarkeitsstudie wird dabei primär die technische und wirtschaftliche Machbarkeit einer solchen Applikation getestet. Da mit der Einführung von 5G neue Antennentechnik (Adaptive Antennensysteme, massive MIMO, Beamforming) eingesetzt wird, und dadurch neue Herausforderungen für die Immissionsmesstechnik und –bewertung entstehen, wird in einem weiteren laufenden Vorhaben ein geeignetes Verfahren zur Expositionsbestimmung entwickelt, welches die Besonderheiten der neuen Antennentechnik berücksichtigt.

Ausblick

Das Bundesamt für Strahlenschutz wird auch zukünftig die nationale wie internationale Forschung zu möglichen Auswirkungen von Mobilfunk inklusive 5G kontinuierlich beobachten und bewerten. Der aktuelle Kenntnisstand ebenso wie die Erkenntnisse aus abgeschlossenen und laufenden Forschungsvorhaben fließen in die Planung zukünftiger Forschungsvorhaben mit ein. Dabei richtet sich das BfS auch nach Forschungsempfehlungen nationaler und internationaler Organisationen und Gremien, wie der Strahlenschutzkommission (SSK), der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP).

Das BMU wird auch weiterhin im Rahmen der Ressortforschung Vorhaben zu den Wirkungen und Risiken der elektromagnetischen Felder wie auch zu den verschiedenen

Expositionsszenarien und zur Immissionsbewertung initiieren. Die in diesen Vorhaben und auf andere Weise gewonnenen Erkenntnisse berichtet und bewertet der alle zwei Jahre erstellte Bericht über die Forschungsergebnisse in Bezug auf die Emissionsminderungsmöglichkeiten der gesamten Mobilfunktechnologie und in Bezug auf gesundheitliche Auswirkungen (Emissionsminderungsbericht), der auch dem Bundesrat zugeleitet wird. Voraussichtlich Ende 2020 wird der neunte Emissionsminderungsbericht übermittelt.

Über diese Vorhaben des BMU hinaus soll aber auch die Grundlagenforschung gestärkt werden. Dazu sieht die Mobilfunkstrategie der Bundesregierung vor, eine kontinuierliche Forschungsförderung im Bereich der Begleitforschung, insbesondere zu Themen mit Bezug auf elektromagnetische Felder des Mobilfunks, zu etablieren. Insbesondere geht es auch darum, den Forschungsstandort Deutschland in Bezug auf die Mobilfunk-Begleitforschung zu stärken und mit der Unterstützung entsprechender Institutionen eine leistungsfähige Forschungsinfrastruktur in allen Bereichen mit Bezug zu den hochfrequenten elektromagnetischen Feldern zu erhalten bzw. aufzubauen. Die Ausgestaltung, einschließlich der finanziellen Ausstattung, wird derzeit zwischen den beteiligten Ressorts abgestimmt. Die Mobilfunkstrategie der Bundesregierung sieht vor, dass mit der Maßnahme im dritten Quartal 2020 begonnen wird.