

Umweltauswirkungen durch Mobilfunk bewerten und steuern – Konkretisierung des Schutzniveaus für räumliche Gesamtplanungen und Umweltprüfungen¹

Wilfried Kühling

Evaluation and Control of Environmental Effects Caused by Mobile Communications – Specification of the Level of Protection for Spatial Planning and Environmental Assessment

Die Belastung des Raums durch hochfrequente elektromagnetische Felder des Mobilfunks und anderer Quellen verlangt zunehmend nach einer gezielten räumlichen Steuerung, ähnlich wie es bei den ebenfalls potenziell schädlichen Umwelteinwirkungen Luftschadstoffe oder Lärm bereits üblich ist. Weitgehend unbeachtet und kaum aufbereitet sind bisher die Möglichkeiten der räumlichen Gesamtplanung mit ihrem hohen Qualitätsanspruch an Umwelt und Gesundheit. Eine der Vorsorge verpflichtete Immissionsqualität für schutzbedürftige Raumnutzungen lässt sich damit auch für hochfrequente elektromagnetische Felder verbindlich festlegen.

Zusammenfassung

The exposure to high-frequency electromagnetic fields from mobile communications and other sources increasingly calls for control by spatial planning as it is common practice for the also potentially harmful environmental impacts of air pollutants or noise. Until now, the potentials and high standards concerning environment and health offered by spatial planning have hardly been applied in the context of mobile communications. The author concludes that it would be possible to apply precautionary standards for sensitive land-uses as concerns high-frequency electromagnetic fields.

Abstract

Strahlung, elektromagnetische; Strahlenschutz; Telekommunikation und Raumordnung; Bauleitplanung, Umweltprüfung, Vorsorgeprinzip

Schlagworte

Electromagnetic fields, Radiation protection; Telecommunication and spatial planning; Urban land-use planning; Environmental assessment; Precautionary principle

Keywords

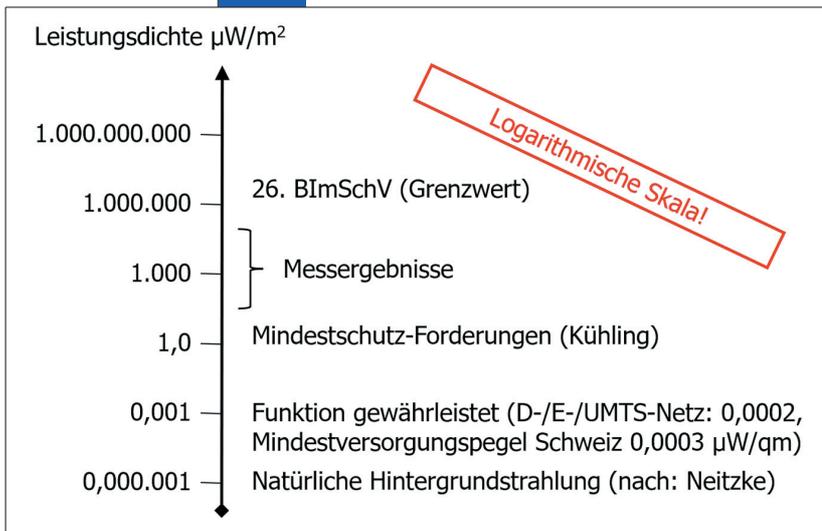
Einführung

Die Umweltwirkungen niederfrequenter elektromagnetischer Felder (NF-EMF) mit dem Thema der 50-Hz-Übertragungsnetze wurden im UVP-report bereits behandelt (Kühling 2015; Hartlik et al. 2016). Dagegen spielen die stark an Bedeutung gewinnenden hochfrequenten elektromagnetischen Felder (HF-EMF) des Mobilfunks in den Plänen und Programmen der Raumordnung sowie der Bauleitplanung und deren Umweltprüfungen bisher keine Rolle. Dies wird sich ändern, denn seit geraumer Zeit regt sich fachlich begründeter Widerstand gegen die Entwicklung des Mobilfunks, u. a. sichtbar an einer Fülle von Appellen, auch von Fachwissenschaftlern (Carpenter et al. 2018). Die sich immer weiter verdichtenden Erkenntnisse über verschiedene gesundheitliche Effekte des Mobilfunks bis hin zu eindeutigen kanzerogenen Wirkungen treiben diesen Widerstand an. Zunehmend richtet sich dieser gegen den neuen Mobilfunk-Standard 5G (Strålskyddsstiftelsen 2018), da nicht abzuschätzen ist, welche

Folgen damit verbunden sind. Auch in einer Studie aus dem wissenschaftlichen Dienst des Europäischen Parlaments (Karaboytcheva 2020) werden fehlende Untersuchungen zu der Dauereinwirkung durch HF-EMF bemängelt, die sich aus der Einführung von 5G ergeben würde. Für besonders empfindliche Menschen mit Elektrohypersensibilität (EHS) werden EMF-freie bzw. -reduzierte Gebiete gefordert (Budzinski & Kühling 2018). Im Rahmenkonzept des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön ist vorgesehen, die Zertifizierung vorhandener strahlungsarme Bereiche (sog. Weiße Zonen) zu prüfen (Regierung von Unterfranken et al. 2018: 110 ff.). Aus dem in manchen Gebieten kaum mehr einzuhaltenden Anspruch eines vorsorglichen Schutzes vor Immissionen folgt die Aufgabe einer gezielten räumlichen Steuerung der Kommunikations-Infrastruktur via Funk, um die Auswirkungen auf die Schutzgüter Menschen, Flora und Fauna bzw. deren Einrichtungen und Flächennutzungen im Raum zu begrenzen.

Adäquate Steuerungsinstrumente sind u. a. mit der

Abb. 1: Leistungsflussdichten Hochfrequenz im Vergleich (eigene Darstellung)



Landes- und Regionalplanung sowie der kommunalen Bauleitplanung bzw. deren Umweltprüfungen nach ROG bzw. BauGB gegeben. Die dort mögliche Bewertung im Sinne der wirksamen Umweltvorsorge zum Schutz empfindlicher Raumnutzungen ist bei anderen Belastungsfaktoren (Luftschadstoffe, Lärm) schon lange eingeübt. Allerdings wird die inzwischen ubiquitäre Noxe „Funkstrahlung“ als Belastungsfaktor im Raum sowohl fachlich als auch politisch kontrovers diskutiert. Da sich erste Sollgrößen als Planungsrichtwerte zum Schutz des Raums definieren lassen, steht die Betrachtung der gesundheitlichen Aspekte des Menschen zunächst im Vordergrund.

Eine planerische Steuerung zum Schutz des öffentlichen Raums vor gesundheitlichen Einwirkungen wird Halt machen müssen vor der in Gebäuden individuell zum Teil deutlich höheren Strahlungsintensität (durch Nutzung der Smartphones, Router etc.), so wie planerischer Lärmschutz nicht darauf einwirken kann, dass innerhalb von Gebäuden individuelle Hörschäden durch zu laute Musik oder Geräte entstehen können. Aufgezeigt werden soll, inwieweit Instrumente der räumlichen Planung den Auftrag einer vorsorgenden Gestaltung des Raums hinsichtlich der Mobilfunknutzung erfüllen können.

Bedeutung der Umweltauswirkungen durch EMF

Erläuterungen über die Umweltauswirkungen durch EMF sollen hier nur verkürzt vorangestellt werden, da die sich daraus ergebenden planungsfachlichen und -rechtlichen Aspekte der Bewertung und Steuerung im Vordergrund stehen. Eine generelle Darstellung der gesundheitlichen Wirkungen elektromagnetischer Felder findet sich an anderer Stelle (Kühling & Hornberg 2014; Kühling & Germann 2017).

Meist stehen Sendeanlagen und Geräte des Mobilfunks im Fokus, doch daneben gibt es weitere technische Quellen, die HF-EMF ausstrahlen: Radar (u. a. beim

Flugverkehr, zur Wetterbeobachtung), Amateur- und Behördenfunk sowie Sendeantennen für Radio und Fernsehen. In Hotels und an vielen Orten im öffentlichen Raum strahlen inzwischen WLAN-Sender. Gemäß § 3 BImSchG zählen diese HF-EMF zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, sofern sie geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen herbeizuführen.

Elektromagnetische Strahlung ist charakterisiert durch ihre Wellenlänge bzw. durch ihre Frequenz (Anzahl Schwingungen pro Sekunde). Sie breitet sich von der technischen Quelle (Hochfrequenzerzeuger) durch Leitungen oder von Antennen ausgehend in den Raum mit Lichtgeschwindigkeit aus. Mit zunehmender Entfernung von einer Antenne wird die Intensität schwächer. Diese Intensität wird entweder über die Stärke der elektrischen bzw. magnetischen Feldkomponente in V/m bzw. A/m (Feldstärke) oder durch die Leistungsflussdichte in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) angegeben. Feldstärke und Leistungsflussdichte stehen in einem festen quadratischen Verhältnis zueinander.

Natürlich vorkommende EMF können zu den natürlichen Lebensgrundlagen und Umweltbedingungen gezählt werden. In sehr geringer Intensität ermöglichen sie erst lebende Systeme, wenn beispielsweise die menschlichen Nervenzellen im Gehirn und Rückenmark Informationen verarbeiten und die Muskeln zu Aktivitäten anregen. Insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten kamen zu den natürlichen Feldern technische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks großräumig und dauerhaft hinzu. In den letzten Jahren haben sich die gemessenen Leistungsflussdichten mehr als verdoppelt (Wuschek 2018) und liegen teilweise mehr als zehntausend- bis millionenfach höher als die natürliche elektromagnetische Strahlung. Abbildung 1 verdeutlicht die enorme Bandbreite der zu betrachtenden Leistungsflussdichten.

Die Immissionsgrenzwerte der 26. BImSchV sollen vor den Wärmeeffekten solcher Strahlung schützen (Mikrowelleneffekt). Langzeiteffekte und athermische Wirkungen sind jedoch nicht über den Wärmeeffekt erklärbar. Neben der Erwärmung von Körpergewebe durch hochfrequente Strahlung liegen jedoch auch weitere, unterschiedlich gut abgesicherte Beobachtungen zu anderen biologischen bzw. gesundheitlichen Effekten vor. Die Beeinflussung der Hirnströme ist wissenschaftlich ausreichend nachgewiesen. Für weitere Effekte, wie beispielsweise die Beeinflussung der Durchblutung des Gehirns, die Beeinträchtigung der Spermienqualität, eine Destabilisierung der Erbinformation sowie für Auswirkungen auf die Expression von Genen, den programmierten Zelltod und oxidativen Zellstress werden deutliche Hinweise gesehen (Schweizerische Eidgenossenschaft 2015: 4). Abbildung 2 zeigt eine Übersicht der sich inzwischen erklärbaren Prozesse auf Zellebene. Große Krebsstudien machen deutlich (BERENIS 2018), dass die derzeitigen Grenz- und Richtwerte zur Hochfrequenz-Exposition keinen ausreichenden Schutz der menschlichen Gesundheit leisten können. 29 namhafte Wissenschaftler aus 18 Ländern fordern deshalb von der WHO, die Einstufung hochfrequenter Strahlung

von „möglicherweise krebserregend“ (Gruppe 2B) auf „wahrscheinlich krebserregend“ (2A), aber auch auf „krebserregend für Menschen“ (1) anzuheben (Hardell et al. 2018). Diese Angaben stehen lediglich als Beispiel für eine Fülle weiterer, wissenschaftlich begründeter Erkenntnisse über gesundheitliche Effekte.

Mit der neuen Mobilfunkgeneration 5G werden zum Teil weitere gesundheitlich relevante Fragen erwartet, die sowohl in der immer näher an den Menschen heranrückenden sehr hohen Zahl von Antennen- bzw. Sendeanlagen als auch in der zunehmenden Zahl von Endgeräten und damit einer höheren Exposition gegenüber HF-EMF begründet sind. Hinzu kommen die erwartete enorme Steigerung der übertragenen Datenmengen und die Richtfunkcharakteristik neuer Antennen, deren Auswirkungen hinsichtlich der Exposition noch nicht abzuschätzen sind. Einen sehr gut recherchierten Übersichtsartikel zu den vielfältigen Problemen um und hinter 5G insgesamt bieten Schumann & Simantke (2019). Zu den zukünftig geplanten Frequenzen bis weit oberhalb von 20 GHz liegen bisher vergleichsweise wenige experimentelle Studien vor. Sie zeigen zum Beispiel auf, dass Funkstrahlung sich im Millimeterwellenbereich z. B. über Hautdrüsen in den Organismus einkoppelt und sich biologische Effekte über das Nervensystem verbreiten könnten (Betzalet al. 2018; Russell 2018; Ciaula 2018). Nyberg & Hardell (2017) fordern daher einen Ausbaustopp.

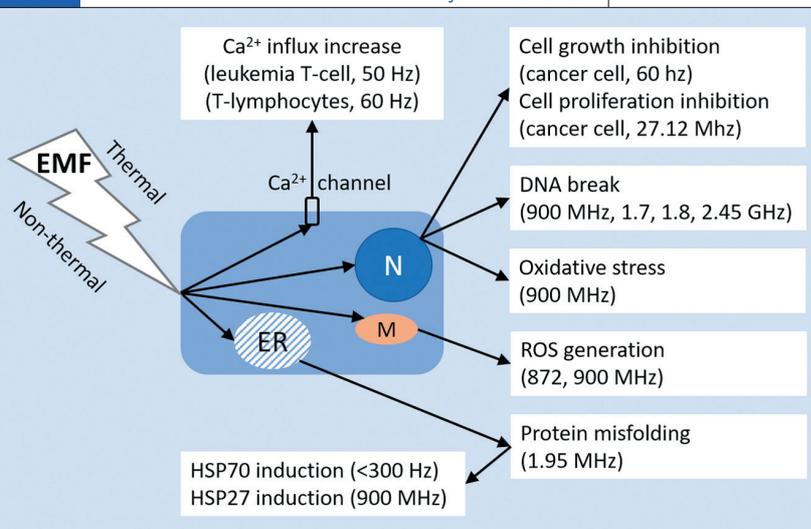
Die bisher offiziell angewendeten Regeln zur Mobilfunkstrahlung begegnen Risiken und Gefahren nur unzureichend. So mahnt das Institut für Technikfolgen-Abschätzung (Kastenhofer et al. 2020) in Österreich aktuell unter anderem, dass das allgemein breite Spektrum von Änderungen auf Ebene von Genetik, Zellbiologie und Physiologie (mit unklarer medizinischer Bedeutung), über Minderung von Wohlbefinden und Schlafqualität, Neurodegeneration und Fertilitätseinbußen bis hin zu Tumoren in der Kopfregion trotz des jeweils statistisch eher geringen Ausmaßes bei den hier großen exponierten Populationen doch ein erhebliches – wenn auch ungewisses – Schadenspotenzial umfasst. In den dort untersuchten Stellungnahmen der internationalen und nationalen Gremien wird die allgemeine Notwendigkeit vorsorgender Maßnahmen gesehen.

Solche Maßnahmen bleiben allerdings in Deutschland aus, nicht zuletzt deshalb, da bei der Ableitung der geltenden Grenzwerte zu HF-EMF das Vorsorgeprinzip keine Berücksichtigung gefunden hat. Die Frage nach den Hintergründen führt zur Erkenntnis, dass die auch höchstrichterlich eingeordnete „Besorgnis“ in diesen Fragen übergangen wird. Diesem Problem einer rechtlich und wissenschaftlich fragwürdigen Praxis wird an anderer Stelle umfassender nachgegangen (Kühling 2020).

Immissionswerte zur Vorsorge (Planungsrichtwerte)

Zur Beurteilung einer Exposition des Raums und seiner Schutzgüter sind eindeutige Beurteilungsmaßstäbe (meist als einfache Zahlenwerte) besonders geeignet.

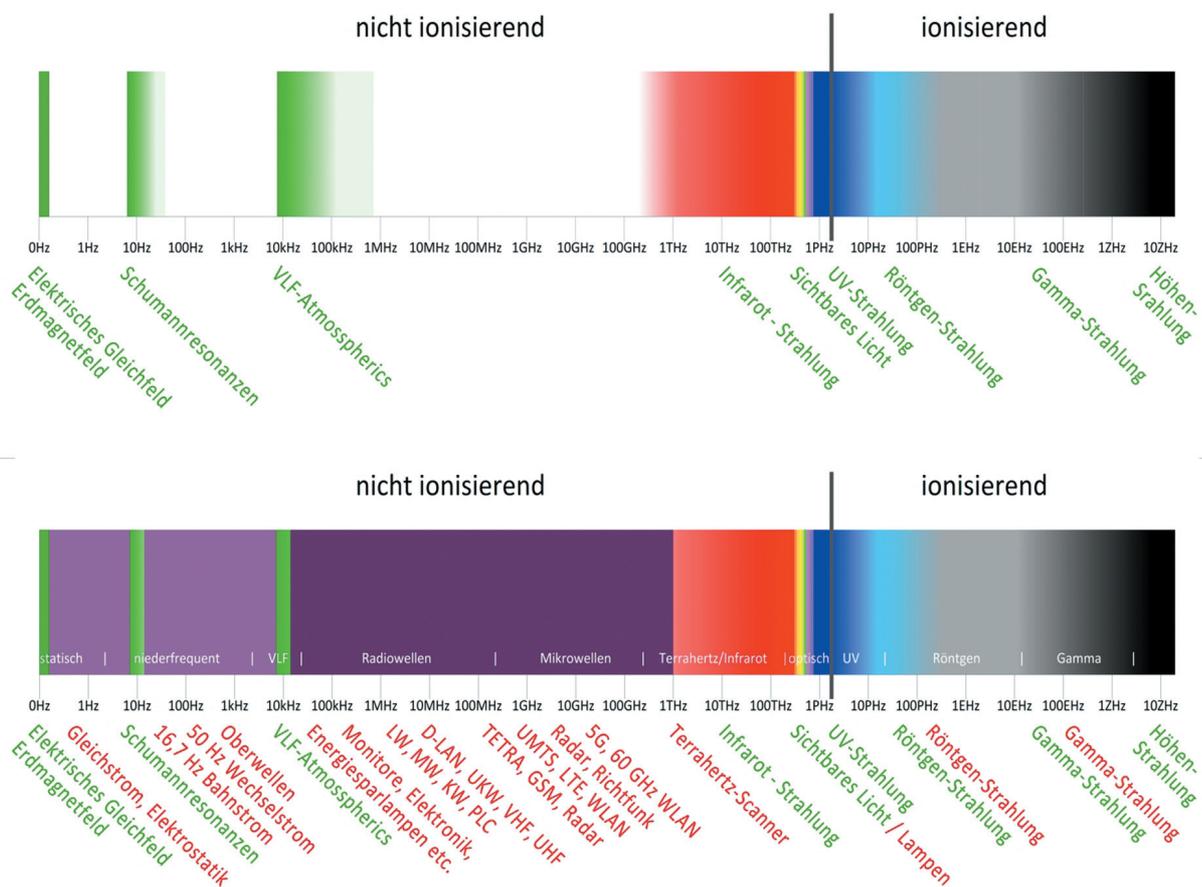
Abb. 2: Effekte elektromagnetischer Felder auf Zellebene (EMF: Elektromagnetisches Feld; N: Nukleus; ER: Endoplasmatisches Retikulum; M: Mitochondrien) (nach Gye & Park 2012)



Auch wenn vielfältige Sollgrößen bzw. Richtwerte zur Umweltqualität für wesentliche Schutzgüter der Umwelt vorliegen (s. u. a. für das Schutzgut „Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit“: UVP-Gesellschaft 2014), mangelt es bisher oft an deren rechtlicher Verbindlichkeit. Eine solche Rechtsqualität lässt sich jedoch durch Normen des deutschen Planungsrechts erreichen, wie im nächsten Abschnitt aufgezeigt wird. Messtechnisch prüfbare Sollgrößen einer erwünschten Immissionsqualität, die das Ziel einer räumlichen Planung zu konkretisieren helfen (erstmalig in Kühling 1986; dann Kühling & Schebek 2015), sind auch für die HF-EMF entwickelt und sollen hier vorgestellt werden.

Da die Grenzwerte der 26. BImSchV zu HF-EMF die Effekte außerhalb der thermischen Wirkungen unberücksichtigt lassen, fällt nicht zuletzt der räumlichen Planung und Umweltprüfung die Aufgabe zu, Bewertungsmaßstäbe im Hinblick auf eine wirksame Umwelt- und Gesundheitsvorsorge zu konkretisieren, die alle relevanten Wirkungen berücksichtigen (Kühling & Hornberg 2014), wie es auch der erforderlichen Berücksichtigung von Wechselwirkungen gemäß UVPG, ROG und BauGB entspricht. Sieht man als Ausgangspunkt einer Bewertung auf die genannten Ziele des Umweltschutzes und der Vorsorge, so legen die objektivierbaren bisherigen Erkenntnisse nahe, den Bereich der natürlich auftretenden Feldstärken nicht zu verlassen. Grund dafür ist, dass die dem Lebensprozess dienenden Funktionen in Organen nicht gestört werden. Mit Bezug auf den Schutz dieser „natürlichen Lebensgrundlage“ (auch im Hinblick auf Art. 20a GG) gilt: Die Entwicklung des Lebens hat sich vor dem Hintergrund natürlicher elektromagnetischer Felder vollzogen und wurde durch sie entscheidend beeinflusst. Zellen, Gewebe und Organe verständigen sich nicht nur über chemische Botenstoffe, sondern auch über elektrische Signale. Die Herzspannungskurven im EKG oder die Gehirnspannungskur-

Abb. 3: Das elektromagnetische Spektrum und was wir Menschen daraus gemacht haben. Die obere Leiste zeigt bis in den Bereich um 300 Gigahertz nur einzelne natürliche Frequenzen (grüne Bezeichnungen), denen sich die Lebensprozesse angepasst haben. Die untere Leiste zeigt zusätzlich die heute einwirkenden Frequenzen durch anthropogene Techniken (aus: diagnose:funk o. J.)



ven im EEG sind hierbei nur die offensichtlichsten Beispiele.

Das natürliche elektromagnetische Spektrum zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass es früher große „Leerstellen“ gab (s. Abb. 3). Nur so konnte sich die elektromagnetische Zellkommunikation ohne äußere Störstrahlung entwickeln. Heute dagegen füllen die künstlichen Felder die bisher frei gebliebenen Frequenzbereiche aus und überlagern die natürlichen in ihrer Stärke um viele Größenordnungen. Die angegebenen gesundheitlichen Effekte können die Folge sein.

Als Größenordnung für einen Immissionswert zur generellen Umweltvorsorge kann von 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (0,2 V/m als nicht zeitlich gemittelter Maximalwert) ausgegangen werden. Hierzu liegen begründete Ableitungen vor (BUND 2008: 33; Kühling & Hornberg 2014; Belyaev et al. 2017: 31). Auch in einer Studie der University of Warwick für das Europäische Parlament (Hyland 2001: 6) wird dieser Wert genannt. Damit lassen sich bekannte erhebliche gesundheitliche (adverse) Wirkungen (z. B. Störungen des Zentralen Nervensystems) mit einem Sicherheitsabstand unterschreiten, wie er auch bei anderen Noxen verwendet wird.

Um die als weniger evident eingeschätzten Wirkun-

gen, die besonders empfindlichen Risikogruppen (EHS), die noch nicht erkennbaren Folgen einer Dauereinwirkung über viele Jahre, die Mehrfacheinwirkungen durch verschiedene Felder oder durch weitere Noxen, aber auch die teilweise unsichere Kenntnislage zu berücksichtigen, dürfte ein größerer Sicherheitsabstand erforderlich werden. Dieser führt zu einem Vorsorgestandard in Höhe von 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (0,02 V/m) (BUND 2008: 33; Belyaev et al. 2017: 31; Europäisches Parlament 2001: 6). Diese Immissionswerte sollten als Maximalwerte für die Summe aller Einwirkungen und für Aufenthaltsbereiche sensibler Nutzungen gelten. Zusätzlich müsste noch berücksichtigt werden, dass nicht nur die Signalstärke, sondern auch Frequenz, Struktur (Modulation, Pulsung) eine gesundheitliche Relevanz haben können.

Immissionsnormen in Höhe von 1-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ können also einen angemessenen planungsrechtlichen Rahmen abbilden und einer Umweltprüfung zugrunde gelegt werden. Darin müsste sich ggf. die jeweilige technische Infrastruktur einpassen. Der allgemeinen Versorgung mit Mobilfunk, Notrufen und Rettungsdiensten bleiben damit ausreichende Feldstärken erhalten. Wie sich aus dem Urteil des BVerwG (2012) ergibt, ist eine Gemein-

de lediglich gehalten, „ausreichende und angemessene“ Mobilfunkleistungen zu sichern. Dies gewährt den notwendigen Abwägungsspielraum bei der Einführung von Maßnahmen zur Vorsorge.

Für eine adäquate Beurteilung der Immissionen werden die Betreibergesellschaften die konkreten Berechnungen ihrer Netzplanung bzw. Netzabdeckung vorlegen müssen. Diese erlauben eine ausreichende Prognose oder können die Einhaltung definierter Standards aufzeigen. Ein Leitfaden Senderbau (AGU 2014) eröffnet hier weitergehende Hilfestellungen.

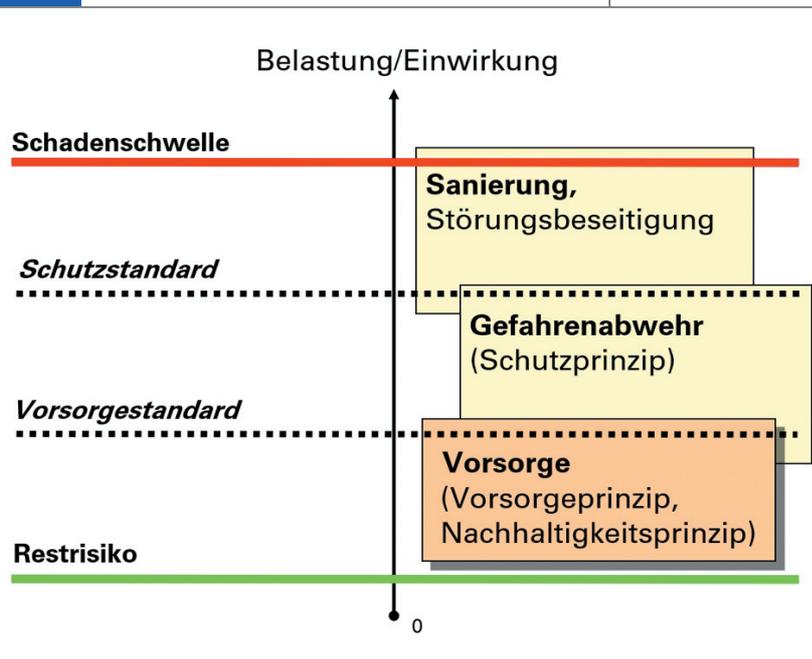
Rechtliche Voraussetzungen zur Vorsorge

Das seit 2013 vorgesehene Dialogverfahren gemäß § 7a der 26. BImSchV regelt die Beteiligung von Gemeinden bei Standortfragen im Mobilfunk. Dem planungsrechtlichen Vorsorgeprinzip kann damit möglicherweise nur sehr unzureichend entsprochen werden, wenn die angestrebte Belastbarkeit des Raums nicht vorher als gemeindliches Planungsziel bestimmt wurde. Auch bleiben kleinere mobilfunktechnische Einrichtungen mangels Genehmigungs- und Anzeigepflicht außen vor. Der nachfolgend beschriebene Weg zur bauplanungsrechtlichen Steuerung zeigt eine für Kommunen klare, praktikable und für die betroffene Bevölkerung nachvollziehbare und messbare Lösung auf.

Die über das Grundgesetz gesicherte Planungshoheit der Gemeinden zur politisch-gestaltende Entscheidung über die generelle Ordnung des Raums – und damit auch der gewünschte Schutz vor Immissionen – wird dadurch möglich, dass den räumlichen Gesamtplanungen (insbesondere dem Regionalplan und den Bauleitplänen) ein umfassendes Abwägungsermessen über die wesentlichen räumlichen Belange innewohnt. So wird eine verbindliche, zielorientierte Gestaltung des Raums möglich, wie wir es bei der Luftverschmutzung oder dem Lärm kennen. Die HF-EMF werden bisher nicht betrachtet.

Die räumliche Gesamtplanung kennzeichnet außerdem, dass sie nicht nur der gesetzlich verankerten Gefahrenabwehr, sondern generell der vorausschauenden Vorsorge verpflichtet ist. Vorsorge verlangt nach einem ausreichenden Sicherheitsabstand zur Schädlichkeits- und Gefahrenzone und kann Risikominimierung bereits dann verlangen, wenn kausale, empirische oder statistische Verursachungszusammenhänge nicht oder nicht hinreichend bekannt oder nachweisbar sind (UVP-Gesellschaft 2014). Damit sind auch solche Schadensmöglichkeiten in Betracht zu ziehen, für die noch keine Gefahr, sondern nur ein *Gefahrenverdacht* oder ein *Besorgnispotenzial* besteht (ständige Rechtsprechung des BVerwG 1985, 2014). Die Europäische Kommission und EU-Rechtsprechung definieren: „Wenn das Vorliegen und der Umfang von Gefahren für die menschliche Gesundheit ungewiss sind, können die Organe Schutzmaßnahmen treffen, ohne abwarten zu müssen, dass das Vorliegen und die Größe dieser Gefahren klar dargelegt wird“ (Europäische Kommission 2000: 9, 20 f.). Vorsorge ist auch deshalb notwendig, da die einzeln einwirkenden, stofflichen oder physikalischen Komponenten bisher lediglich isoliert betrachtet werden,

Abb. 4: Bereiche der Umweltpolitik und Umweltplanung (aus: Kühling 2020)



ohne die mögliche Relevanz einer Gesamtbelastung als Einwirkungskomplex (Mehrfachbelastung) zu berücksichtigen (Kühling 2012).

Dieser Anspruch an Vorsorge findet sich neben der Raumordnung (§ 1 Abs. 1 Nr. 2 ROG) insbesondere im Bauplanungsrecht. Durch die generellen Planungsziele „Sicherung einer menschenwürdigen Umwelt“ und „Entwicklung der natürlichen Lebensgrundlagen“ (§ 1 Abs. 5 BauGB) besitzen die Immissionsschutzbelange einen Stellenwert, der deutlich über fachgesetzliche Standards hinausgehen kann (Kühling 2014). Dies folgt auch dem in der EU angestrebten „hohen Schutzniveau für die Umwelt insgesamt“ (Art. 191 AEUV). Insofern führt auch die in § 1 Abs. 6 Nr. 7c BauGB geforderte Berücksichtigung der „umweltbezogenen Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit“ zu dem rechtfertigenden städtebaulichen Anlass bei der Einführung räumlicher Schutzerfordernisse für HF-EMF. Solche Schutzerfordernisse sind nicht neu, wie dies beispielsweise zum Schutz ruhiger Gebiete als Bestandteil und Aufgabe der Lärmaktionsplanung nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie gefordert bzw. umgesetzt wird (Heinrichs et al. 2018). Abbildung 4 stellt die prinzipielle rechtliche Verortung dieser Aufgabe dar.

Zu fragen ist, in welchem Verhältnis die Bestimmungen nach dem Fachgesetz BImSchG zu den räumlichen Planungen stehen. Die Vorhabengenehmigung nach BImSchG verleiht dem Antragsteller einen Anspruch auf Zulassung, wenn er die rechtlichen Anforderungen erfüllt. Der fachbehördliche Ermessensspielraum muss sich also den planungsrechtlichen Vorgaben gemäß § 6 Nr. 2 BImSchG beugen. Danach dürfen öffentlich-rechtliche Vorschriften (also insbesondere Normen des Planungsrechts) der Errichtung und dem Betrieb einer Anlage nicht entgegenstehen. Die hoheitliche Planung de-

finiert damit den vorsorglichen Rahmen, in den sich die fachrechtlichen Vorhaben einordnen müssen.

Es ist den Gemeinden im Rahmen der Planungshoheit und -befugnisse also möglich, einen über die Anforderungen der 26. BImSchV hinausgehenden Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen durch HF-EMF zu erreichen. Dies bestätigt die o. a. Entscheidung des BVerwG (2012), die höchstrichterlich klärt, dass die im Zusammenhang mit Mobilfunk stehenden Besorgnisse keine rechtlich irrelevanten „Immissionsbefürchtungen“ sind, sondern dem „vorsorgerelevanten Risikoniveau“ zuzuordnen und damit auch städtebaulich relevant sind. Im Urteil wird ausgeführt: „Den Gemeinden steht es frei, die Städtebaupolitik zu betreiben, die ihren städtebaulichen Ordnungsvorstellungen entspricht (...). Sie dürfen Standortplanung auch dann betreiben, wenn bauliche Anlagen nach den maßgeblichen immissionschutzrechtlichen Maßstäben – hier den Grenzwerten der 26. BImSchV – unbedenklich sind.“ Daran dürfte auch die für 2021 vorgesehene Novellierung des Belangekatalogs in § 1 Abs. 6 Nr. 8 BauGB nichts ändern, wo die Berücksichtigung des Mobilfunkausbaus gestärkt werden soll. Eher werden angesichts der gewachsenen Stellung der Mobilfunkversorgung die oft schwächeren (auch bisweilen vernachlässigten) Belange des Gesundheits- und Umweltschutzes nun stärker in den Abwägungsprozess eingebracht und berücksichtigt werden müssen. Um keinem Abwägungsmangel zu unterliegen, wird das öffentliche Interesse an einer Versorgung der Bevölkerung mit Dienstleistungen des Mobilfunks aber angemessen berücksichtigt werden müssen.

Darstellungen im Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan dient einerseits der Umsetzung übergeordneter Planungen, andererseits der Steuerung nachfolgender Bebauungspläne und weiterer Instrumente. Er ist lediglich für die Behörden verbindlich und schafft kein Recht gegenüber Dritten. Da die Darstellungsmöglichkeiten dieser Ebene noch ergänzungsfähig sind, kann eine Gemeinde mit expliziten Darstellungen selbst den Raum gestalten. Es können sachliche Teilpläne für einen Flächennutzungsplan aufgestellt werden, die spezielle Fragestellungen behandeln (z. B. ein Teilplan Mobilfunk). Vor allem die auf das ganze Gemeindegebiet bezogenen Darstellungen kommen dem hier aufgezeigten Steuerungsziel entgegen.

Um die örtliche Immissionsqualität zu steuern, kann die Gemeinde Wohnflächen oder die dem Aufenthalt dienenden Flächen darstellen, in denen die o. a. Leistungsflussdichte in Höhe von $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($0,2 \text{ V}/\text{m}$) zum generellen Schutz bzw. zur Vorsorge eingehalten werden soll. Sie dokumentiert so ihren Willen, die Bevölkerung vorsorglich zu schützen. Als Darstellungsform wäre eine die Wohnflächen überlagernde besondere Schraffur denkbar. Eine Darstellung sog. 7 „Weiße Zonen“ zum Schutz vor HF-EMF mit den Sollgrößen $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ bzw. $0,02 \text{ V}/\text{m}$ kann eingesetzt werden, um auch empfindlichen Personengruppen einen ausreichenden Schutz zu gewähren (Budzinski & Kühling 2018). Zu denken ist auch an Kindertagesstätten, Schulen, Krankenhäuser, Seniorenheime etc.

Eine Darstellung als „Flächen für Nutzungsbeschränkungen oder für Vorkehrungen zum Schutz gegen schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG“ (§ 5 Abs. 2 Nr. 6 BauGB) erfordert ein erweitertes Verständnis, nach dem die den Flächen zugeordnete Immission als logischer Auslöser für entsprechende Vorkehrungen zur Einhaltung dieses Ziels dient. Denn mit dem Begriff „Vorkehrungen“ sind eher technische Lösungen gemeint, die sich auf die emittierenden Antennen richten. In der Begründung zum Plan sollte daher deutlich werden, dass sich die Vorkehrungen auch auf die möglicherweise außerhalb der zu schützenden Fläche gelegenen Standorte des Mobilfunks richten. Allerdings wird beim 5G-Ausbau und der erwarteten Verdichtung mit Antennen in Siedlungsbereiche hinein eine Darstellung mit der Maßgabe solcher Vorkehrungen sinnvoll, um deren Auswirkungen zu steuern.

Beispielsweise könnte die Begründung zum Flächennutzungsplan zur Darstellung Weißer Zonen folgende textliche Aussagen enthalten:

Die Flächenkategorie „Weiße Zone“ stellt Bauflächen bzw. Baugebiete und andere schutzbedürftige Standorte von Einrichtungen dar, in denen eine weitgehende Freiheit vor HF-EMF durch Quellen kommunikationstechnischer Haupt- und Nebenanlagen gegeben ist bzw. angestrebt wird. Die Summe aller Einwirkungen soll eine Leistungsflussdichte von $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($0,02 \text{ V}/\text{m}$) als Maximalwert nicht überschreiten. Diese Zone soll insbesondere Menschen vorbehalten bleiben, die aufgrund einer höheren Empfindlichkeit vor elektromagnetischen Feldern geschützt werden sollen. Eine ausreichende Versorgung mit den Dienstleistungen des Mobilfunks soll lediglich außerhalb von Gebäuden gewährleistet sein.

Festsetzungen im Bebauungsplan

Der Bebauungsplan enthält die rechtsverbindlichen Festsetzungen für die städtebauliche Ordnung. Da er aus dem Flächennutzungsplan entwickelt wird, stellt sich die Frage, welche weitergehenden Festsetzungen hier noch getroffen werden sollten. In der Praxis wird allerdings häufig lediglich der Bebauungsplan zur konkreten Umsetzung des Planungswillens einer Gemeinde aufgestellt (§ 8 Abs. 2 und 3 BauGB) und parallel dazu der Flächennutzungsplan angepasst. Es wäre in diesen Fällen zu prüfen, inwieweit die zuvor genannten Darstellungen im Flächennutzungsplan auch hier als Festsetzungen in den Bebauungsplan überführt werden können. Dabei ist zu beachten, dass die Aufzählung möglicher Festsetzungen in § 9 Abs. 1 BauGB einen abschließenden Katalog bildet, der keine thematischen Erweiterungen zulässt. Erschwerend kommt hinzu, dass der Bebauungsplan nur für räumliche Teilbereiche des Gemeindegebiets aufgestellt wird und die gesamte Emissions- und Immissionssituation nicht ausreichend abbilden kann.

Als eine Möglichkeit soll die in § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB genannte Ermächtigungsnorm angesprochen werden, mit der Flächen „zur Vermeidung oder Minderung der Einwirkungen“ festgesetzt werden können. Hiermit kann der planerische Auftrag zur Vorsorge ver-

bunden werden. In der Planbegründung wird allerdings auf die damit verbundenen Begriffe „bauliche und sonstige technische Vorkehrungen“ einzugehen sein. Es sollte deutlich werden, dass sich die Vorkehrungen auch auf die möglicherweise außerhalb der zu schützenden Fläche gelegenen Standorte des Mobilfunks richten. Denn mit der Bezeichnung „Vermeidung der Einwirkungen“ werden einzuhaltende Immissionen angesprochen, die sich auf technische Vorkehrungen bei den emittierenden Antennen richten. Für die Anwendungspraxis könnte eine rechtliche Klärung bestimmter Fragen notwendig werden, da bisher vorwiegend der Lärmschutz unter dieser Norm betrachtet wurde. Die Verwaltungsgerichte werden die offenen Fragen aber erst klären können, wenn Gemeinden auch umstrittene Darstellungen und Festsetzungen ausprobieren.

Konkrete Möglichkeiten bietet § 1 Abs. 5 und 9 der BauNVO. Danach kann im Bebauungsplan festgesetzt werden, dass bestimmte Arten der in den Baugebieten sonst zulässigen baulichen oder sonstigen Anlagen nicht zulässig sind oder nur ausnahmsweise zugelassen werden können. Auch wenn dafür strenge Immissionsnormen herangezogen werden, ist die erforderliche besondere städtebauliche Begründung nach dem Urteil des BVerwG (2012) möglich. Insbesondere bei der Festsetzung im Hinblick auf eine Weiße Zone könnte so sichergestellt werden, dass Antennenanlagen entsprechend betrieben werden müssen.

Aufgrund des begrenzten räumlichen Wirkungsbereichs eines Bebauungsplans und des abschließenden Katalogs des § 9 BauGB sind festsetzungsfähige Maßgaben für den vorbeugenden Immissionsschutz begrenzt. Hier bietet der Abschluss eines städtebaulichen Vertrags nach § 11 Abs. 1 BauGB ergänzende Möglichkeiten für weitergehende und sehr konkrete Gestaltungsmöglichkeiten. Das gilt z. B. für Vereinbarungen zwischen den Akteuren über die einzuhaltenden Vorsorgewerte für empfindliche Gebiete und die darauf auszurichtende Gestaltung der Mobilfunkversorgung für die ganze Gemeinde. Eine Vorgabe des Planungswillens durch die oben genannten Darstellungen im Flächennutzungsplan wird die Voraussetzung eines solchen Vertrags bieten.

Umweltprüfungen

Die Bedeutung der nichtionisierenden HF-EMF in der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) oder Strategischen Umweltprüfung (SUP) nach UVPG ergibt sich insbesondere bei folgenden Plänen und Vorhaben:

- Raumordnungs- und Bauleitpläne,
- Rahmen setzende Pläne und Programme, z. B. bei der Frequenzverordnung (FreqV), wenn Bereiche der Frequenznutzung elektromagnetischer Strahlung neu zu regeln sind,
- Versteigerung von Mobilfunkfrequenzen,
- Standorte der Telekommunikation.

Da der Gesetzgeber gänzlich davon abgesehen hat, Anforderungen zur Vorsorge und zum Schutz vor nicht-thermischen Wirkungen durch HF-EMF in die 26. BImSchV aufzunehmen, bleibt sogar der erreichte Gefahrschutz unzureichend. Die angeführten weiteren organbezogenen Effekte außerhalb der thermischen

Wirkungen erfordern daher eine entsprechende Berücksichtigung und Bewertung in Umweltprüfungen nach dem UVPG, indem Quellen von HF-EMF in die Anlagenkataloge des UVPG einbezogen werden.

Schaut man auf den § 35 Abs. 2 UVPG, so sind Strategische Umweltprüfungen auch durchzuführen bei Plänen und Programmen, die anderen Vorhaben (außer der in der Anlage 5 aufgeführten Vorhaben) einen Rahmen setzen und nach einer Vorprüfung im Einzelfall voraussichtlich erhebliche Umweltauswirkungen haben. Damit können beispielsweise sowohl die FreqV als auch die Versteigerung von Mobilfunkfrequenzen als SUP-pflichtig angesehen werden. Eine erforderliche Vorprüfung über die Erheblichkeit der Umweltauswirkungen durch HF-EMF dürfte angesichts der Bedeutung dieser Noxe und der erforderlichen Bewertung im Hinblick auf die wirksame Umweltvorsorge ein positives Ergebnis zeigen.

Da es in der Regel erforderlich ist, in Umweltprüfungen die gesetzlichen Bewertungsmaßstäbe im Hinblick auf eine wirksame Umwelt- und Gesundheitsvorsorge auszulegen und zu konkretisieren (Balla et al. 2009: 35), ergibt sich auch aus dem angegebenen immissionsschutzrechtlichen Vorsorgegrundsatz, dies über die UVP in Verfahren einzubringen. Gesundheitliche Wirkungen von EMF in der UVP sind insbesondere in Planfeststellungsverfahren und anderen der planerischen Abwägung verpflichteten Zulassungsverfahren mit dem Ziel einer „wirksamen Umweltvorsorge“ (im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes) abzuwägen. Gegen ein noch verbleibendes Besorgnispotenzial ist demnach Vorsorge zu treffen. UVP und SUP sollten also geplante Maßnahmen im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes bewerten und dabei auch die wirksame Umweltvorsorge vor EMF soweit konkretisieren, dass eine Beurteilung im Hinblick auf das Schutzgut menschliche Gesundheit möglich wird. Wie oben angesprochen, kann als Immissionswert zur wirksamen Umweltvorsorge ein Wert in Höhe von $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($0,02 \text{ V}/\text{m}$) angesetzt werden.

Beim UVP-Schutzgut „Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit“ sind zwar nur die von außen auf Gebäude und Wohnungen einwirkenden Immissionen zu betrachten (ähnlich Luftverunreinigungen oder Lärm), aber die Bewertung darf nicht außer Acht lassen, dass heute eine 24-Stunden-Dauereinwirkung hochfrequenter Felder von außen in die Wohnungen hinein erfolgt (Indoor-Versorgung). Hier wird auch von Bedeutung sein, dass mit dem zusätzlich benannten Schutz der „Bevölkerung“ sowohl im BauGB als auch in der UVP-Richtlinie die vulnerablen Gruppen angesprochen werden (European Commission 2017).

Mangels flächendeckender Erhebungen der Feldstärken im Raum wird von den Betreibern die vorhandene Situation und eine Prognose der zu erwartenden Immissionen zur Bewertung der räumlichen Belastung beizutragen sein.

Ausblick

Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass insbesondere mit den Möglichkeiten des Flächennutzungsplans

eine adäquate planungsrechtliche – und damit verbindliche – Vorsorge vor HF-EMF für bestimmte Flächen gelingen kann, ohne die Grundversorgung durch Mobilfunk grundsätzlich infrage zu stellen. Daneben bestehen noch weitere Optionen in der Regionalplanung, durch Festsetzungen im Bebauungsplan (auch anhand der Maßgaben nach BauNVO) oder mit dem Städtebaulichen Vertrag. Angesichts der nicht betrachteten Technikfolgen von 5G erscheint es angemessen und verhältnismäßig, in einzelnen Gebieten eine Veränderungssperre zu verwirklichen, die diese Technik zurückgestellt (Budzinski 2020: 1651). Es wäre auch daran zu denken, ob es nicht einer speziellen Fachplanung bedarf, die die angesprochenen Fragen integrativ zusammenführt, damit eine ausgewogene Berücksichtigung im Planungsprozess erreicht werden kann. Zur weiteren Konkretisierung sollte eine Handreichung erarbeitet werden, die beteiligte Akteure (auch vor Ort) einbezieht und einige fachliche und rechtliche Detailfragen angemessen klärt.

Anmerkungen

1 Der Beitrag fasst zentrale Aspekte der Ausarbeitung „5G/Mobilfunk durch Gesamtäumliche Planung steuern“ (Kühling 2021) zusammen.

Literatur

26. BImSchV – Verordnung über elektromagnetische Felder i. d. F. vom 14. August 2013. BGBl. I: 3266.

AEUV – Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union, ABl. EG C 326/47.

BauGB – Baugesetzbuch i.d.F. vom 3. November 2017. BGBl. I: 3634, zuletzt geändert am 8. August 2020. BGBl. I: 1728.

BauNVO – Baunutzungsverordnung i. d. F. vom 21. November 2017. BGBl. I: 3786.

BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz i.d.F. vom 17. Mai 2013. BGBl. I: 1274, zuletzt geändert am 9. Dezember 2020. BGBl. I: 2873.

FreqV – Frequenzverordnung vom 27. August 2013. BGBl. I: 3326, zuletzt geändert am 27. November 2018 BGBl. I: 2026.

GG – Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, zuletzt geändert am 29. September 2020. BGBl. I: 2048.

ROG – Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008. BGBl. I: 2986, zuletzt geändert am 3. Dezember 2020. BGBl. I: 2694.

UVP-Richtlinie – Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten. ABl. EU L 26: 1 in der durch die UVP-Änderungsrichtlinie 2014/52/EU, ABl. EU L 124: 1, geänderten Fassung.

UVPG – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung i. d. F. vom 18. März 2021. BGBl. I: 540.

AGU – Ärztinnen und Ärzte für eine gesunde Umwelt (Hrsg.) (2014): Leitfaden Senderbau (LSB). Vorsorgeprinzip bei Errichtung, Betrieb, Um- und Ausbau von ortsfesten Sendeanlagen, 2. Aufl., Wien. <https://www.aegu.net/pdf/Leitfaden.pdf>

Balla, S.; Wulfert, K. & Peters, H.-J. (2009): Leitfaden zur Strategischen Umweltprüfung (SUP), Dessau-Roßlau (UBA-Texte, 08-09).

Belyaev, I.; Dean, A.; Eger, H.; Hubmann, G.; Jandrisovits, R.;

Kern, M.; Kundi, M.; Moshhammer, H.; Lercher, P.; Müller, K.; Oberfeld, G.; Ohnsorge, P.; Pelzmann, P.; Scheingraber, C. & Thill, R. (2017): EUROPAEM EMF-Leitlinie 2016 zur Prävention, Diagnostik und Therapie EMF_bedingter Beschwerden und Krankheiten. Übersetzung aus: *Reviews on Environmental Health* 31 (3): 363-397. https://europaem.eu/attachments/article/124/EUROPAEM_EMF_Guideline_2016_Deutsch_Gesamtfassung_5_Oktober_2017.pdf

Betzalel, N.; Ben Ishai, P. & Feldman, Y. (2018): The human skin as a sub-THz receiver – Does 5G pose a danger to it or not? *Environmental Research* 163: 208-216. DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.032

BERENIS – Beratende Expertengruppe nicht-ionisierende Strahlung (2018): Evaluierung der NTP-Studie und der Ramazini-Studie. Newsletter-Sonderausgabe November 2018. <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/elektromog/fachinfo-daten/Newsletter%20BERENIS%20-%20Sonderausgabe%20November%202018.pdf.download.pdf/Newsletter%20BERENIS%20-%20Sonderausgabe%20November%202018%20-%20DEUTSCH.pdf>

Budzinski, B.I. (2020): Gemeindliche Autonomie, 5G und Vorsorge. *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht* 28 (22): 1649-1652.

Budzinski, B.I. & Kühling, W. (2018): „Weiße Zone Rhön“: Weniger Mobilfunk = weniger Krankheiten, Baumschäden und Insektensterben? *Natur und Recht* 40 (8): 514-526.

BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (2008): Für zukunftsfähige Funktechnologien. Begründungen und Forderungen zur Begrenzung der Gefahren und Risiken durch hochfrequente elektromagnetische Felder, Berlin (BUND Positionen, 46). [https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/fuer-zukunftsfaeihige-funktechnologien/BVerwG – Bundesverwaltungsgericht \(1985\): Urteil 7 C 65.82](https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/fuer-zukunftsfaeihige-funktechnologien/BVerwG – Bundesverwaltungsgericht (1985): Urteil 7 C 65.82)

BVerwG – Bundesverwaltungsgericht (2011): Beschluss 7 B 27.14

BVerwG – Bundesverwaltungsgericht (2012): Urteil 4 C 1.11.

Carpenter, D.O.; Hardell, L.; Moskowitz, J.M. & Oberfeld, G. (2018): Aufruf zu tatsächlich schützenden Grenzwerten für die Expositionen gegenüber elektromagnetischen Feldern (100 kHz bis 300 GHz). [https://www.diagnose-funk.org/download.php?field=filename&id=432&class=DownloadItem \[24.05.2021\]](https://www.diagnose-funk.org/download.php?field=filename&id=432&class=DownloadItem [24.05.2021])

Ciaula, A.D. (2018): Towards 5G communication systems: are there health implications? *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 221: 367-375. DOI: 10.1016/j.ijheh.2018.01.011

Diagnose:funk – Umwelt- und Verbraucherorganisation zum Schutz vor elektromagnetischer Strahlung e. V. (o. J.): Elektromagnetische Felder beeinflussen Menschen und Umwelt. [https://www.diagnose-funk.org/ratgeber/elektromog-im-alltag/einleitung/mensch-umwelt \[03.11.2020\]](https://www.diagnose-funk.org/ratgeber/elektromog-im-alltag/einleitung/mensch-umwelt [03.11.2020])

European Commission (2017): Environmental Impact Assessment of Projects – Guidance on the preparation of the Environmental Impact Assessment Report, Luxembourg. DOI: 10.2779/41362

Europäische Kommission – Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2000): Die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips. Mitteilung der Kommission KOM (2000) 1 endgültig, Brüssel. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0001:FIN:DE:PDF>

Gye, M.C. & Park, C.J. (2012): Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system. *Clinical and Experimental Reproduction Medicine* 39 (1): 1-9. DOI: 10.5653/cerm.2012.39.1.1

Hardell, L.; Carlberg, M. & Hedendahl, L. (2018): Comments on: NTP TECHNICAL REPORT ON THE TOXICOLOGY AND CARCINOGENESIS STUDIES IN Hsd:SPRAGUE DAWLEY SD RATS EXPOSED TO WHOLE-BODY RADIO FREQUENCY RADIATION AT A FREQUENCY

(900 MHz) AND MODULATIONS (GSM AND CDMA) USED BY CELL PHONES; NTP TECHNICAL REPORT ON THE TOXICOLOGY AND CARCINOGENESIS STUDIES IN B6C3F1/N MICE EXPOSED TO WHOLE-BODY RADIO FREQUENCY RADIATION AT A FREQUENCY (1,900 MHz) AND MODULATIONS (GSM AND CDMA) USED BY CELL PHONES. https://www.emfdata.org/download.php?field=filena_me_en&id=216&class=CUSTOM_Docu [03.01.2020].

Hartlik, J.; Machtoľ, M. & Scholz, C. (2016): Der Fachplan Gesundheit in der praktischen Erprobung – Teil 1: Anwendungsbereich Elektromagnetische Felder – wissenschaftliche und fachrechtliche Grundlagen. UVP-report 30 (1): 23-32. DOI: 10.17442/uvp-report.030.05

Heinrichs, E.; Leben, J. & Cancik, P. (2018): Ruhige Gebiete – Eine Fachbroschüre für die Lärmaktionsplanung, Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/181005_uba_fb_ruhigegebiete_bf_150.pdf

Hyland, G. (2001): The Physiological and Environmental Effects of Non-Ionising Electromagnetic Radiation. PE 297.574/Fin.St., Luxembourg. [https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/docuement/DG-4-JOIN_ET\(2001\)297574](https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/docuement/DG-4-JOIN_ET(2001)297574)

Karaboytcheva, M. (2020): Auswirkungen der drahtlosen 5G Kommunikation auf die menschliche Gesundheit. EPRS – Wissenschaftlicher Dienst des Europäischen Parlaments PE 646.172. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS_BRI%282020%29646172_DE.pdf

Kastenhofer, K.; Nentwich, M.; Mesbahi, Z. & Schaber, F. (2020): 5G-Mobilfunk und Gesundheit. Die aktuelle Einschätzung des Evidenzstandes zu möglichen Gesundheitsrisiken von elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks durch anerkannte wissenschaftliche Gremien. Endbericht, Wien (ITA – AIT, 11). <http://epub.oew.ac.at/?arp=0x003b5803>

Kühling, W. (1986): Planungsrichtwerte für die Luftqualität, Dortmund (Institut für Landes- und Stadtentwicklungsfor-schung (Hrsg.): Materialien, 4.045).

Kühling, W. (2012): Mehrfachbelastungen durch verschiedenartige Umwelteinwirkungen. In: Bolte, G.; Bunge, C.; Hornberg, C.; Köckler, H. & Mielck, A. (Hrsg.): Umweltgerechtigkeit. Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit: Konzepte, Datenlage und Handlungsperspektiven, 135–150, Bern.

Kühling, W. (2014): Anforderungen an den Schutz der menschlichen Gesundheit und 'wirksame Umweltvorsorge'. In: UVP-Gesellschaft e.V., AG Menschliche Gesundheit (Hrsg.): Leitlinien Schutzgut Menschliche Gesundheit, 25-28, Hamm.

Kühling, W. (2015): Das Schutzgut „Menschliche Gesundheit“ bei der SUP und UVP für Hochspannungs-Übertragungsnetze. UVP-report 29 (3): 125-130.

Kühling, W. (2020): Wissenschaft verkehrt, oder: Wie Gesetzgebung und Vollzug wissenschaftliche Erkenntnisse missbrauchen. Dargestellt am Beispiel elektromagnetischer Felder. Umwelt · medizin · gesellschaft 33 (1): 11-18.

Kühling, W. (2021): 5G/Mobilfunk durch Gesamtäumliche Planung steuern. Einführung der Vorsorge vor gesundheitlichen Wirkungen durch Gesamtäumliche Planungsinstrumente, Saarbrücken (Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie e. V. (Hrsg.): Wirkungen des Mobil- und Kommunikationsfunks, 13). https://kompetenzinitiative.com/wp-content/uploads/2021/01/Magazin_final_web.pdf

Kühling, W. & Germann, P. (2017): Gesundheitliche Effekte durch hoch- und niederfrequente Felder Teil 2: Niederfrequente Felder (Haushaltsstrom). internistische praxis 57 (3): 543–551.

Kühling, W. & Hornberg, C. (2014): Nichtionisierende Strahlung. In: UVP-Gesellschaft e.V., AG Menschliche Gesundheit (Hrsg.): Leitlinien Schutzgut Menschliche Gesundheit, 122-137, Hamm.

Kühling, W. & Schebek, L. (2015): Ökologische Bewertungsansätze. In: Kaltschmitt, M. & Schebek, L. (Hrsg.): Umweltbewertung für Ingenieure, 94-127, Berlin.

Nyberg, R. & Hardell, L. (2017): Vetenskapsmän och läkare varnar för allvarliga hälsoeffekter av 5G-utbyggnad – begär moratorium. https://www.stralskyddsstiftelsen.se/wp-content/uploads/2017/09/5g_appell_sv.pdf

Regierung von Unterfranken; Landkreis Fulda & Thüringer Verwaltungsstelle (Hrsg.) (2018): Neues Rahmenkonzept 2018 UNESCO Biosphärenreservat Rhön, Band III: Wie sieht unser Weg aus? Oberelsbach.

Russell C.L. (2018): 5 G wireless telecommunications expansion: Public health and environmental implications. Environmental Research 165: 484-495. DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.016

Schumann, H. & Simantke, E. (2019): Wie gesundheitsschädlich ist 5G wirklich? Der Tagesspiegel v. 15.01.2019. <https://www.tagesspiegel.de/gesellschaft/mobilfunk-wie-gesundheitsschaedlich-ist-5g-wirklich/23852384-all.html>

Schweizerische Eidgenossenschaft (Hrsg.) (2015): Zukunftstaugliche Mobilfunknetze. Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate No-ser (12.3580) und FDP-Liberale Fraktion (14.3149) <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/das-bakom/organisation/rechtliche-grundlagen/bundesratsgeschaefte/zukunftstaugliche-mobilfunknetze.html> [16.03.2019]

Strålskyddsstiftelsen (Hrsg.) (2018): The 5G Appeal. <http://www.5gappeal.eu/> [23.05.2021]

UVP-Gesellschaft e.V., AG Menschliche Gesundheit (Hrsg.) (2014): Leitlinien Schutzgut Menschliche Gesundheit, Hamm.

Wuschek, M. (2018): Elektromagnetische Immissionen durch Mobilfunksendeanlagen, Regensburg. <https://www.regensburg.de/fm/121/mobilfunk-messbericht-19-02-2018-rilkestrasse.pdf>

Prof. Dr.
Wilfried Kühling
E-Mail: w.kuehling@web.de