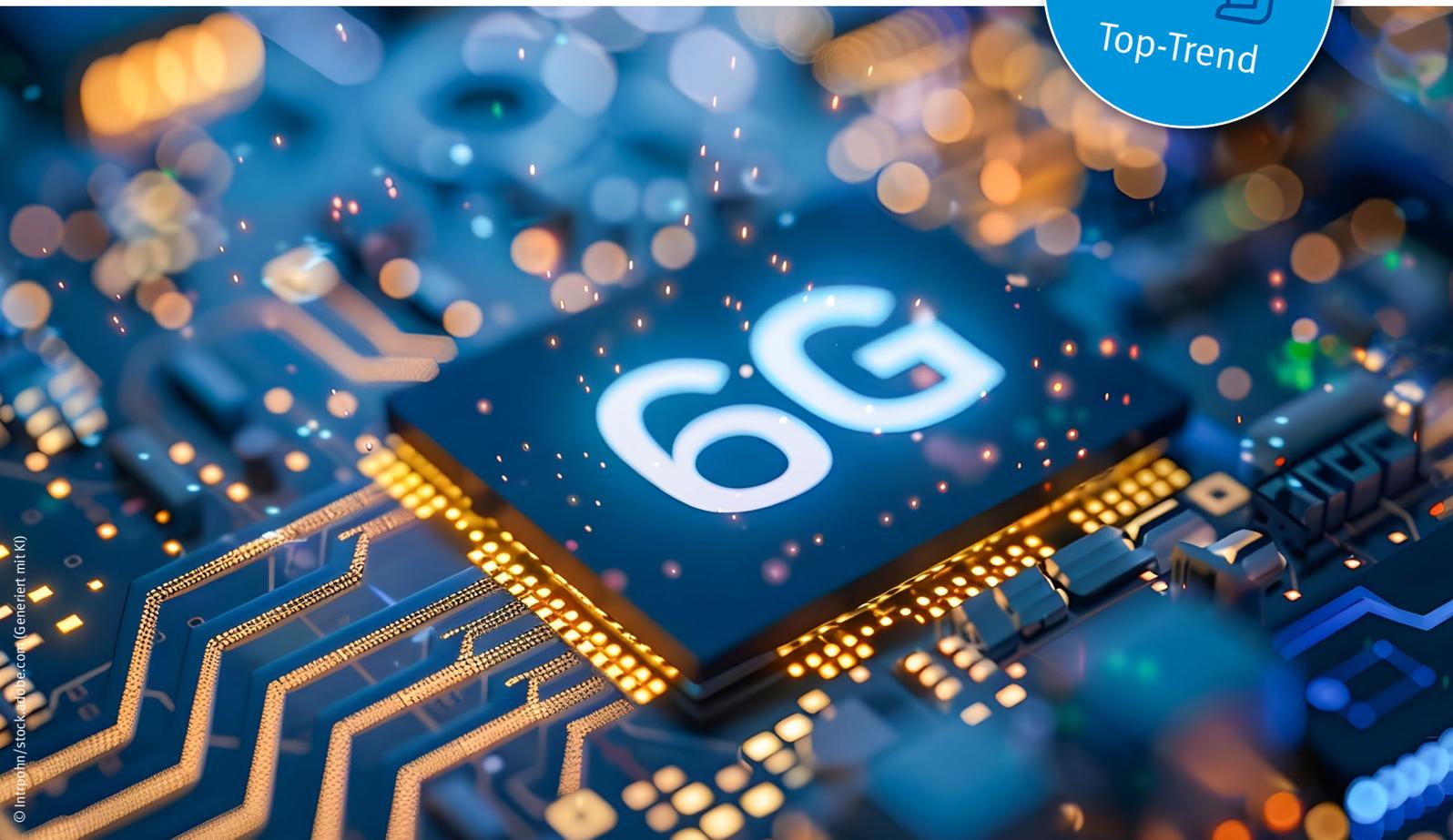


Trendkategorie: Infrastruktur

Ausbau des Mobilfunknetzes (5G, 6G)

Kommunikationssysteme sind das „zentrale Nervensystem“ einer digitalen Welt und bilden die Grundlage für innovative Technologien wie künstliche Intelligenz (KI), vernetzte Steuerungssysteme und Roboter, selbstfahrende (autonome) Fahrzeuge sowie erweiterte und virtuelle Realitäten (Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR)). Diese Technologien eröffnen Chancen für die Gesellschaft und sind entscheidend für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas.



Die Informationsübertragung kann leitungsgebunden (z. B. per Glasfaserkabel, Kupferleitungen) oder drahtlos per Mobil- oder Satellitenfunk erfolgen. In Deutschland soll das Mobilfunknetz weiter ausgebaut und u. a. durch die verstärkte Einbindung von Satelliten in das Mobilfunknetz qualitativ verbessert werden¹. Im Jahr 2025 ist 5G der Mobilfunkstandard der neuesten Generationen. Weltweit wird 5G derzeit ausgebaut, in Deutschland ist dieser Standard in vielen Regionen und Städten bereits verfügbar², insgesamt zu 92 % flächendeckend³. 6G ist Forschungsgegenstand und kurzfristig noch nicht verfügbar.

5G soll bereits Echtzeitkommunikation möglich machen. Aufgrund der stetig steigenden Zahl von Anwendungen mit enormen Datenmengen wird 5G allerdings beim Aufbau von Infrastrukturen und Netzen, die gleichzeitig Hunderte von Gigabit/Sekunde und eine extrem niedrige Latenz gewährleisten müssen, an Grenzen stoßen.

Die 6G-Technologie soll das Fünzigfache der Datenrate und ein Zehntel der Latenz von 5G erreichen und damit die Übertragung enormer Datenmengen für eine kollektive oder vernetzte Intelligenz ermöglichen. So lässt sich das Anwendungsspektrum von Technologien wie AR, VR, taktilem Internet (Metaversum), Teleoperation oder autonomem Fahren zukünftig erweitern. Auch z. B. die holografische Kommunikation, intelligente Netzwerke und

die Zusammenführung verschiedener Netzwerke (z. B. Telefonie, Video, Daten) werden von 6G unterstützt. Ziel ist es, eine nahezu direkte und umfassende Verbindung zwischen Menschen, physischer und digitaler Welt zu schaffen, um das Zusammenspiel dieser Bereiche zu verbessern⁴. Nicht zuletzt ist 6G bedeutend für die Weiterentwicklung moderner Technologien wie Deep Learning, Big Data, Edge Computing und dem Internet der Dinge (IoT)⁵ und fördert z. B. den Einsatz digitaler Zwillinge oder medizinischer Bildgebung. In Verbindung mit KI wird die Technologie auch in der Lage sein, Entscheidungen über Datenmanagement und -nutzung autonom zu treffen⁶.



Was beschleunigt, was bremst die Entwicklung?

Ein Glasfasernetz ist die unverzichtbare Basisinfrastruktur für künftige Mobilfunknetze. Bis 2030 soll Deutschland flächendeckend ausgestattet werden. Politische Initiativen und Förderprogramme wie die „Gigabitstrategie“ der Bundesregierung sollen das sicherstellen⁷, ebenso wie vereinfachte Genehmigungsverfahren und Ausbaupflichtungen bei der Frequenzvergabe.

Ein aktuelles Impulspapier⁸ der Bundesnetzagentur strukturiert den Migrationsprozess vom Kupfer- zum Glasfasernetz. Allerdings bleiben die Kostenverteilung und der Umgang mit Fremdinfrastrukturgebieten unklar und können die Abschaltung des Kupfernetzes behindern.

Innovative Technik wie kleine Mobilfunkzellen (Small Cells⁹) sind dem Trend förderlich, aber auch Infrastruktur-Sharing¹⁰ der Netzbetreiber beim Mast- und Standortaufbau spart Zeit und Kosten. Hinzu kommen

digitale Tools für beschleunigte Genehmigungs- und Planungsverfahren sowie das schnellere Identifizieren von Funklöchern¹¹.

Informations- und Kommunikationssysteme gehören zur kritischen Infrastruktur, damit stellen deren Entwicklung und ständige Verfügbarkeit strategische Ziele dar. Deutschland plant die Übernahme einer führenden Rolle bei der Markteinführung von 6G im Jahr 2030¹². Das im Jahr 2021 ins Leben gerufene Projekt „Plattform für zukünftige Kommunikationstechnologien und 6G“ (6G-Plattform) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)¹³ unterstützt dieses Ziel, indem es Innovationen fördert, verschiedene Akteure wie Forschungseinrichtungen, Industrie und Politik vernetzt, um die Zusammenarbeit bei der Entwicklung von 6G-Technologien zu erleichtern. Das von der Europäischen Union (EU) geförderte Hexa-X-Forschungsprojekt verfolgt dieselbe Absicht¹⁴.

Die Verfügbarkeit von Daten zur richtigen Zeit am richtigen Ort sichert die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft. Für die Vernetzung sind vor allem leistungsfähige Mobilfunknetze entscheidend, damit auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) aus Deutschland auf dem globalen Markt bestehen können. Die Studie „Alles vernetzt, alles möglich“ der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH und der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (GWS) sieht bis 2050 deutlich positive wirtschaftliche Effekte insbesondere des Übertragungsstandards 6G¹⁵.

Das IRIS²-Programm der EU will bis 2027 das europäische Kommunikationsnetzwerk mit sicherer Satelliteninfrastruktur ergänzen, nicht zuletzt um die Bereiche Überwachung (z. B. Grenzüberwachung), Krisenmanagement (z. B. humanitäre Hilfe), Anbindung und Schutz wichtiger Infrastrukturen (z. B. sichere Kommunikation für EU-Botschaften) angesichts der veränderten Weltlage zu unterstützen und digital weiterzuentwickeln. Dadurch wird die Netzabdeckung besser, die Ausfallsicherheit steigt und die digitale Souveränität Europas gewinnt.¹⁶

Vor dem Hintergrund von Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsforderungen hat vor allem der 6G-Standard das Potenzial, Material-, Energie- und Zeitressourcen zu schonen und Prozesse klimafreundlicher zu gestalten. So untersucht beispielsweise das Projekt SUSTAIN-6G (Horizon Europe Lighthouse), wie 6G-Technologien für klimaneutrale und resilientere Versorgungsnetze, bessere Gesundheitsversorgung und umweltschonende Landwirtschaft eingesetzt werden können¹⁷.

Weiterhin machen der Personal- und Fachkräftemangel, besonders in den sozialen Berufen, eine beschleunigte Entwicklung von 6G notwendig. Intelligente Assistenz-Roboter sollen in vielen Bereichen die Gesellschaft unterstützen, z. B. in Pflegeheimen oder Krankenhäusern¹⁸. Auch in vielen anderen Branchen (Bau, Landwirtschaft, Anlagen-/Maschinenbau, Gesundheitswesen u. v. m.) ermöglichen 5G/6G-Netzwerke digitale Lösungen, die dem Fachkräftemangel entgegenwirken können. Gleichzeitig stellt der Fachkräftemangel in den Bereichen Planung, Genehmigung und Bau ein mögliches Hindernis für den Ausbau des 5G/6G-Netzes dar.

Aber auch andere Aspekte können Weiterentwicklung und Ausbau des Kommunikationsnetzwerkes direkt oder indirekt verlangsamen: Dazu zählen beispielsweise langwierige Genehmigungsverfahren für neue Mobilfunkmasten und Antennen, komplexe Vorschriften im Bau-, Umwelt- und Denkmalschutz, Anwohner-Widerstand und rechtliche Einsprüche oder auch Kosten- und Wirtschaftlichkeitsaspekte, z. B. hohe Investitions- und Betriebskosten sowie Endgerätekosten bei 5G¹⁹.

Auch wenn insbesondere 6G längerfristig einen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann, ist auch vorstellbar, dass Nachhaltigkeitsbestrebungen den 6G-Ausbau verlangsamen, weil sie strengere Auflagen für Energieverbrauch, Ressourcenabbau und Recycling bedeuten. Das kann den Prozess bremsen, sorgt aber auch für einen qualitativ besseren und zukunftsfähigen Mobilfunkstandard.





Wer ist betroffen?

Um KI-Anwendungen in vernetzten Systemen anwenden zu können, sind modernste Mobilfunkstandards notwendig. Somit betrifft der Ausbau des Mobilfunknetzes mittelbar alle Arbeitnehmenden (z. B. in der Überwachung, Produktion), vor allem jedoch Beschäftigte im Bereich neuer 5G/6G-Technologie-Produkte, aber auch zunehmend Branchen im Dienstleistungssektor, wenn es z. B. um fahrerlose Transportmittel oder intelligente Assistenz-Roboter in Pflegeheimen oder Krankenhäusern geht¹⁸. Folgende Branchen stehen besonders im Fokus:

Automobilindustrie, Anlagen- und Maschinenbau, Bauindustrie, chemische Industrie, Druck und Papierverarbeitung, Energiewirtschaft, Fertigung, Gesundheitsbranche, Gütertransport Straße, Hafen/Wasserbau, Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT), Küchenbetriebe und Servicekräfte, Kunststoff und Gummiwaren, Land- und Forstwirtschaft, Luftfahrt, Logistik, Medienproduktion, Mobilitätsbranche, Personenbeförderung Straße, Schienenverkehr, Schlossereien, Metallbau, Sanitär-, Heizungs- und Klimahandwerk (SHK), Tiefbau inkl. Abbruch



Beispiele

Beispiel 1

↗ [Revolution im OP-Saal](#)

Beispiel 2

↗ [6G-Podcast](#)

Beispiel 3

↗ [Sicherheit in Hochfrequenzumgebungen](#)



Welche Veränderungen ergeben sich für die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten?

Die mit den modernen Mobilfunkstandards und ihrer flächendeckenden Verfügbarkeit möglichen digitalen Innovationen bieten potenzielle Vorteile für den Arbeitsschutz: Arbeitsaufgaben lassen sich vereinfachen, gefährliche Arbeiten automatisieren, Prozesse besser überwachen. So vernetzt beispielsweise die digitalisierte Baustelle Kräne, Bagger und viele weitere Baumaschinen intelligent miteinander. Durch selbstlernende Kameras und Sensoren ist ein neuer Bauprozess möglich, der die Bauzeit verringert und das Unfallrisiko senkt. Drohnen können unterstützen, indem sie zur Überwachung beispielsweise von Baustellen eingesetzt werden, innerbetrieblichen Transport durchführen, Dämmungen anbringen oder Fassaden besprühen²⁰.

Durch die deutlich erhöhte Datenrate werden auch Anwendungen möglich, bei denen mehrere Schutzrichtungen innerhalb eines Industriebetriebs miteinander vernetzt sind. Dadurch lassen sich Gefährdungen

schneller erkennen und Maschinen früher in den sicheren Zustand versetzen. In Kombination mit der rechtzeitigen Warnung von Sicherheitsverantwortlichen und Mitarbeitenden entstehen so neue Möglichkeiten, Arbeitsunfälle künftig zu vermeiden²¹. Im Gesundheitswesen ermöglicht 5G die schnelle Datenübermittlung, Fernoperationen und robotergestützte Pflege, was nicht nur die Versorgung verbessert, sondern den Pflegenotstand mindert und für das Bestandspersonal entlastend wirkt²².

Im öffentlichen 5G-Mobilfunk werden intelligente Antennen eingesetzt, die es ermöglichen, Strahlungsleistung zielgenauer abzugeben (sogenanntes Beamforming). Dies kann zu geringeren Expositionen führen, weil weniger Leistung ungerichtet in die Umgebung abgegeben wird²³. Bei den höheren Frequenzen, also auch bei der Umsetzung von 6G, wird die Nutzung solcher Antennen unverzichtbar sein, um die Reichweite der Datenübertragung zu optimieren.

Indirekt gefährdend wirkt sich die zunehmende Verletzlichkeit vernetzter Systeme bei Fehlern oder vorsätzlichem Hacking (Cyberkriminalität) aus. Entscheidend ist dabei vor allem die steigende Komplexität der Systeme, die wiederum zu größerer Fehleranfälligkeit führt und die Überwachung solcher Systeme erschwert. Zudem bieten die höheren Geschwindigkeiten der modernen Netzwerke Hackern die Möglichkeit, mehr Geräte anzugreifen und größere Cyberangriffe zu starten. Andererseits bedeutet 5G auch mehr Schutz vor Hacking, da Daten besser verschlüsselt und Nutzende besser verifiziert werden²⁴.

Mehr Vernetzung führt auf der einen Seite zu einer Zunahme von Überwachungsaufgaben, wodurch manuelle Arbeit abnimmt. Dies kann zu psychischen und physischen (Bewegungsarmut) Belastungen bei den Beschäftigten führen und sich negativ auf die Gesundheit auswirken. Auf der anderen Seite ergeben sich durch die zunehmende Vernetzung neue Möglichkeiten für Bildung, Weiterbildungen und Wissensaustausch. Für Beschäftigte wird es so einfacher, sich unabhängig von Ort und Zeit kontinuierlich über ihr gesamtes Berufsleben weiterzubilden²⁵.

Nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft gehen von elektromagnetischen Feldern (EMF) unabhängig von der eingesetzten Technologie bei Einhaltung der Grenzwerte keine gesundheitlichen Risiken aus²⁶. Beschäftigte, die direkt an der Infrastruktur arbeiten, könnten aber einer höheren Belastung ausgesetzt sein²¹. Bei der Installation und Wartung besteht eine Gefährdung durch den Aufenthalt in der Nähe von Hochfrequenzquellen. Dies erfordert den Einsatz von Schutzmaßnahmen, die aber etabliert sind. Mit 6G werden erstmals Frequenzen im Terahertz-Spektrum verwendet, was der

Frage nach gesundheitlichen Effekten neue Aktualität verleihen könnte. Auch die reichweitensichernde Nutzung von Oberflächen, die elektromagnetische Signale verstärken, sogenannten Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS)²⁷, insbesondere für 6G, kann Effekte auf die EMF-Exposition von Beschäftigten haben.

Durch sich verändernde Stellenanforderungen bei Remote Work und Steuerung autonomer Maschinen und Anlagen entstehen besondere Herausforderungen an die Motivations- und Konzentrationsfähigkeiten der Beschäftigten²⁵.

Der Ausbau der Infrastruktur für 5G und 6G erfordert mehr Arbeiten vor Ort, beispielsweise beim Aufstellen von Antennen, Kabelverlegung und Wartung. Dies führt zu einer erhöhten Arbeitsbelastung für die Beschäftigten und kann das Risiko eines Arbeitsunfalles (z. B. im Umgang mit elektrischen Anlagen) erhöhen. Zudem besteht Schulungsbedarf für die Beschäftigten, um einen sicheren Umgang mit den neuen Technologien zu gewährleisten und Risiken frühzeitig zu erkennen.





Was sind Erkenntnisse und Perspektiven für den Arbeitsschutz?

- ❖ Aus Arbeitsschutzsicht überwiegen mit Blick auf den Ausbau der 5G/6G-Netze die Vorteile für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, da Echtzeit-Kommunikation, Vernetzung und Sensorik helfen können, Unfälle zu verhindern (z. B. durch Wearables und Fernüberwachung von Maschinen) oder den direkten Einsatz von Menschen an risikoreichen Arbeitsplätzen zu reduzieren (z. B. durch Robotik und Fernsteuerung). Auch im Bereich der Schulung ermöglichen die hohen Datenraten zukünftig neue, für den Arbeitsschutz nutzbringende Angebote, beispielsweise die standortübergreifende Nutzung von VR-Simulationen.
- ❖ Digitale Innovationen, die sich mit den neuen Netzwerkstandards realisieren lassen, sind systematisch auf potenziell ungünstige Effekte für die Beschäftigten zu prüfen.
- ❖ Der Ausbau von 5G und 6G verändert die Arbeitsbedingungen durch vermehrte Einsätze in großer Höhe und damit verknüpfte Absturzrisiken. Im Fokus stehen zudem Expositionen gegenüber elektromagnetischen Feldern, vor allem bei Arbeiten im Nahbereich. Arbeits- und Gesundheitsschutzkonzepte existieren und sind ggf. verstärkt in die Fläche zu bringen bzw. im Hinblick auf neue Übertragungssysteme wie Beamforming-Antennen und Reconfigurable Intelligent Surfaces zu überprüfen.
- ❖ Grundlagenforschung zur Wirkung von elektromagnetischen Feldern, vor allem auch mit Blick auf das Terahertz-Spektrum von 6G, erscheint weiterhin wichtig.
- ❖ Die Einführung neuer Technologien, die mithilfe der neuen Standards möglich werden, kann zunächst Schulungs- und Anpassungshürden mit sich bringen. Qualifizierungsangebote auch aus Arbeitsschutzsicht sind geboten.

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.
(DGUV)
Glinkastraße 40 · 10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),
Risikoobservatorium der DGUV

Verfasst von: Ina Neitzner, Katrien Wittlich

Ausgabe:

September 2025

Satz & Layout:

Atelier Hauer + Dörfler, Berlin

Copyright:

Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug: www.dguv.de/publikationen

Die **Literaturliste** ist in der Online-Fassung der Trendbeschreibung verfügbar.

❖ www.dguv.de/ifa
🔍 risikoobservatorium

