

*Auswertung
der Konsultation
„5G für die Wirtschaft:
Wie verhelfen wir
Schlüsseltechnologien
wie 5G/6G in
vertikalen Industrien
zum Durchbruch?“*



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
2	Ausführungen zur These I	3
2.1	Erfahrungen mit 5G in vertikalen Anwendungsbereichen.....	3
2.1.1	Vorteile von 5G und Anreize der Nutzung.....	4
2.1.2	Nachteile von 5G bzw. Hemmnisse der Nutzung	5
2.2	Finanzielle Anreize	6
3	Ausführungen zur These II	8
4	Ausführungen zur These III.....	10
5	Fazit	12
	Anhang.....	13

1 Einleitung

Im Rahmen der Konsultation „Wie verhelfen wir Schlüsseltechnologien wie 5G/6G in vertikalen Industrien zum Durchbruch?“ sind beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) 34 Stellungnahmen eingegangen. An der Konsultation haben sich Netzbetreiber, Verbände, Projekte, Wissenschaftseinrichtungen, Anwender, Systemintegratoren und Hersteller beteiligt. Eine Auflistung der Kommentatoren ist als Anhang beigefügt.

Die Stellungnahmen vermittelten ein breites Spektrum an Erkenntnissen und Anregungen, die teils speziell auf einzelne Anwendungsfälle bezogen sind. Sie werden daher im Weiteren

zusammenfassend dargestellt. Die inhaltlichen Aussagen spiegeln insoweit die Auffassung der Stellungnehmenden wider.

Die Gliederung folgt den drei Thesen der Konsultation. Die Thesen dienen dabei lediglich als Diskussionsgrundlage und zur Auseinandersetzung mit kritischen Sichtweisen. Sie sind nicht Ausdruck der Haltung und inhaltlichen Position des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr oder der Bundesregierung.

Frequenzregulatorische Aspekte werden in dieser Zusammenfassung ausgeklammert, weil sie nicht Gegenstand der Konsultation waren.



2 Ausführungen zur These I

„Die Verbreitung von 5G in der Wirtschaft würde zügiger erfolgen, wenn die benötigten Netzwerkkomponenten günstiger wären und ausreichend marktreifes Equipment zur Verfügung stünde. Marktreif heißt standardisiert, leicht zu installieren und bezahlbar. Investitionen in Aufbau und Unterhaltung (ggf. eigener Infrastruktur) sollten erleichtert werden. So könnte 5G seinen Mehrwert für viele Wirtschafts-, Industrie- und Lebensbereiche endlich entfalten.“

2.1 Erfahrungen mit 5G in vertikalen Anwendungsbereichen

Ein Großteil der Stellungnahmen vertritt die Einschätzung, dass die bisherige **Nachfrage (Nutzung) nach 5G in vertikalen Anwendungsbereichen** mit 462 Frequenzuteilungen (Stand März 2025) für private Campusnetze bislang noch **hinter den Erwartungen** zurückbleibt. Als Ursachen für die noch zurückhaltende Nachfrage und damit verbundene schwache Investitionsbereitschaft werden in den Stellungnahmen sehr häufig die folgenden Aspekte genannt:

- Zwischen der **Verabschiedung** der für Verticals relevanten **Releases** von 5G bei 3GPP (3rd Generation Partnership Project) und der **Verfügbarkeit** entsprechender (End-) Geräte und Netzkomponenten bestehe eine deutliche **Lücke**. Dies führt dazu, dass die Verfügbarkeit von Equipment eingeschränkt ist. Es wird erwartet, dass erst in den nächsten Jahren ausreichend marktfähige Geräte und Komponenten verfügbar sein werden, die vor allem industrielle Anwendungen unterstützen könnten. In Aussicht gestellte Funktionalitäten können somit nur zeitverzögert zur Anwendung kommen.
- Aktuell unterstütze 5G im Wesentlichen nur die **Anwendungsfälle**, die hohe Übertragungsbandbreiten benötigen. Anwendungen, die Ultra-Reliable Low Latency (URLL)-Funktionalitäten benötigen, werden noch nicht oder nur unzureichend in verfügbarem Equipment umgesetzt. Damit werde der Kern des technischen Potenzials von 5G noch nicht vollständig genutzt.
- Andere Stellungnahmen verweisen zudem darauf, dass die technischen Fähigkeiten von 5G in vielen Wertschöpfungsprozessen der Unternehmen aktuell noch nicht benötigt würden. Aufgrund begrenzter Datenraten, die in den Prozessen erforderlich seien, und der geringen Anzahl der Kommunikationsteilnehmer sei **Wifi** in vielen Fällen für die Unternehmen ausreichend.
- Die **aktuelle wirtschaftliche Situation** in einzelnen Branchen wirke sich dämpfend auf die Nachfrage gerade der Industrie aus.
- Europäische Regularien (z. B. Data Act, AI Act, Cyber Resilience Act) seien in ihren Auswirkungen unklar und würden deshalb Unternehmen davon abhalten, auf neue Technologien wie 5G zu setzen.

Hinsichtlich der künftigen 5G-Nachfrage wird in Stellungnahmen beispielsweise von Netzbetreibern, Verbänden und Integratoren ausgeführt, dass diese bei gewerblichen Anwendern kontinuierlich ansteigen werde. Erwartet wird, dass die Wachstumsraten bei den Investitionen in Campusnetze in den nächsten Jahren zwischen 15 % und bis über 30 % liegen könnten. Insoweit wird 5G und nachfolgend 6G eine hohe Bedeutung bei der Digitalisierung von Wertschöpfungsprozessen zugeschrieben.

Als Schwerpunkte aktueller und künftiger Anwendungen werden die Bereiche **Industrie, Logistik, Bauwirtschaft und Landwirtschaft** genannt. Einzelne Stellungnahmen weisen darüber hinaus auch auf positive Effekte im Bereich der **Kreativwirtschaft** und im **Bereich der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben** (BOS) hin.

2.1.1 Vorteile von 5G und Anreize der Nutzung

In Abhängigkeit der Anwendungsfälle verweisen eine Reihe von Stellungnahmen auf **geringere Latenzen, höhere Datenübertragungsraten** sowie die **Stabilität** (Zuverlässigkeit) der Datenübertragung bei 5G. Ebenfalls wird mit 5G eine verbesserte **Mobilität und Flexibilität** in der Produktion und Logistik sowie ein geringerer Materialverbrauch verbunden. Zudem erfülle 5G **höchste Sicherheitsstandards**, was durch die Verfügbarkeit des exklusiv nutzbaren Frequenzspektrums verstärkt werde. Durch die Variabilität und das breite Anwendungsspektrum sehen einige Stellungnahmen 5G zudem als essenziell für KI-Anwendungen an.

Die **Hauptgründe für die Installation privater 5G-Netzwerke** seien technische Einschränkungen von Wifi, höhere Zuverlässigkeit von 5G,

Sicherheitsfaktoren wie Arbeitssicherheit oder Datenschutz, technologische Innovationen und der Bedarf, drahtgebundene Konnektivität auszutauschen. Die technischen Eigenschaften (u.a. Network Slicing) machten 5G besonders attraktiv für Branchen wie die Medienproduktion, die Chemie- sowie die Automobilindustrie und die Logistik.

Die Möglichkeit des **Aufbaus und Betriebs privater Campusnetze**, die nicht mit öffentlichen Mobilfunknetzen verbunden sind und/oder von öffentlichen Mobilfunknetzbetreibern betrieben werden, wird gerade von industriellen Anwendern begrüßt. Private Campusnetze in Verbindung mit eigenen Frequenznutzungsrechten seien insbesondere geeignet, die Digitalisierung industrieller Anwendungen voranzutreiben.

Einerseits könne 5G für spezifische Anwendungen die notwendigen Uplink- und Download-Datenrate, Latenzen und Verfügbarkeiten bereitstellen.

Andererseits könne 5G gerade bei (mobilen) Outdoor-Anwendungen (z. B. in der Intralogistik) seine **technologischen Vorteile gegenüber Wifi** ausspielen.

Im Übrigen könnten private Campusnetzen die notwendige Konnektivität unabhängig von der Auslastung und Verfügbarkeit öffentlicher Netzwerke bereitstellen.

Andere Stellungnahmen verweisen auf die Vorteile einer Realisierung so genannter hybrider Netze oder Angebote in öffentlichen Mobilfunknetzen. Von letzteren Angeboten könnten insbesondere KMU profitieren, weil sie weniger komplex und kostengünstiger als Stand-alone-Lösungen ausfallen könnten.

Im Vergleich zu den Kommentatoren, die eine geringe 5G-Nachfrage aktuell und mittelfristig sehen, sehen Mobilfunknetzbetreiber und einzelne Verbände eine **steigende Nachfrage nach 5G** derzeit vor allem noch bei größeren Unternehmen (z. B. in der Produktion oder Logistik), wodurch aber die Kosten für andere Nachfrager mittelfristig gesenkt werden könnten.

Zudem wird in einigen Stellungnahmen die Entwicklung beschrieben, wonach die Einführung von 5G von größeren Unternehmen zunächst vorangetrieben werde, und erst mit einem zeitlichem Abstand Partner- und Zulieferbetriebe ebenfalls 5G einsetzen würden. Somit gehen diese Stellungnahmen davon aus, dass eine stärkere Penetration von 5G bis Ende des Jahrzehnts erreicht werden kann.

2.1.2 Nachteile von 5G bzw. Hemmnisse der Nutzung

Vor allem die **hohen Investitions- und Betriebskosten sowie Endgerätekosten** werden in nahezu allen Stellungnahmen als Hemmnisse der Nutzung genannt, was mit einer **begrenzten Verfügbarkeit von Hard- und Softwarekomponenten** einhergeht. Diesbezüglich wird in einigen Stellungnahmen ausgeführt, dass Geräte des Massenmarktes sehr häufig nicht in private Campusnetze integriert werden könnten. In diesem Zusammenhang wird in einzelnen Stellungnahmen auch auf die fehlende Interoperabilität von Geräten hingewiesen.

Zu den genannten Herausforderungen und Problemen beschreiben die Stellungnahmen zudem die aktuelle schwierige wirtschaftliche Lage und das **ökonomische Umfeld**. Gerade jetzt seien große Investitionen in Zukunftstechnologien,

zumal mit begrenzten Use Cases für KMU, nicht die Priorität der Unternehmen.

Während 5G in multinationalen Konzernen bereits eine breitere Anwendung finde, sei der **Mittelstand als Zielgruppe bisher nicht erreicht worden**. Viele KMU berichten, dass sie konkrete Beispiele aus der Praxis benötigen, um die Funktionalität und den Nutzen von 5G zu erfahren, bevor sie eine Adaption in Betracht zögen. Der Wissenstransfer über Best Practices sei noch zu gering ausgeprägt.

Zudem setzten im Bereich der Zulieferindustrie bisher noch zu wenige Unternehmen auf 5G. Diese sehen sich zudem mit regulatorischen und finanziellen Herausforderungen konfrontiert, die den Zugang zu dieser Technologie erschweren. Der Zugang zu Frequenzen und die Lizenzierung werden teils als kompliziert empfunden und stellten deshalb für KMU eine Eintrittsbarriere dar.

Im Vergleich zu Wifi wird in einer Reihe von Stellungnahmen die deutlich **komplexere Implementierung** von 5G-Netzen und deren operativer Betrieb (z. B. Verwaltung von SIM-Karten) genannt. Für diese müsste zudem teilweise auf Experten zurückgegriffen werden, die einen weiteren Kostenfaktor darstellten. Des Weiteren wird von Schwierigkeiten berichtet, private 5G-Netze mit den Informationstechnologie- und Betriebstechnologiesystemen (IT/OT) der Anwender zu verbinden. Ein Grund für die noch geringe Penetration wird in fehlenden Zertifizierungsprozessen für Nachweise der Interoperabilität gesehen.

Im Übrigen erforderten die Planung, der Aufbau und der Betrieb von Campusnetzen ein hohes Maß an **Know-how**, wobei einzelne Unter-

nehmen einen diesbezüglichen **Fachkräftemangel** thematisierten. Bisweilen wird auch ein Zusammenhang zwischen fehlenden Fachkräften und der fehlenden Innovation in Unternehmen hergestellt. Insbesondere KMU sehen sich vor großen Herausforderungen, da sie häufig nicht über die personellen und finanziellen Kapazitäten verfügten, um 5G-basierte Anwendungen optimal zu nutzen. Transferagenturen würden hier den Bedarf der Unternehmen nicht ausreichend adressieren. Deshalb bedürfe es gezielter Maßnahmen, um in der Breite Wissenslücken zu schließen. Im Übrigen wird argumentiert, dass 5G am Markt so angeboten werden müsse, dass die Anwender kaum zusätzliche Qualifikationen haben müssten.

Die Frage des Fachkräftemangels wird jedoch in den Stellungnahmen unterschiedlich eingeschätzt. So gäbe es ausreichend Marktteilnehmer, die den Aufbau und Betrieb der Netze vornehmen könnten. Einige Unternehmen geben an, über ausreichend Fachkräfte zu verfügen oder sehen den Fachkräftemangel nicht als zentrales Problem, da es bisher nur eine begrenzte Nachfrage nach Campusnetzen gebe. Schließlich wird häufig auf etwaige Schulungsbedarfe hingewiesen, die dazu beitragen können, das Wissen des vorhandenen Personals in Bezug auf neue Technologien auszubauen.

Des Weiteren wird die Auffassung vertreten, dass mit der durch 5G ermöglichten Automatisierung dem Fachkräftemangel in anderen Bereichen der Produktion perspektivisch entgegengewirkt werden könne.

Weiterhin wird vorgetragen, dass sich das **Delta** zwischen den technischen **Möglichkeiten des**

5G-Standards und den tatsächlichen **kommerziellen Angeboten** negativ auf die Nutzung auswirke. Derzeit fehle ein etabliertes 5G-Ökosystem, wodurch die Auswahl an Applikationen und Lösungen stark eingeschränkt sei. Ebenso führen vor allem Anwender aus, dass die Markteinführung neuer Geräte mit zusätzlichen Features sich regelmäßig verzögert, was dann die Planungen der Anwender einschränke.

2.2 *Finanzielle Anreize*

Anreizprogramme oder finanzielle Unterstützung (z. B. in Form von Abschreibungsprogrammen, Investitionskostenzuschüssen, 5G-Förderfonds, Machbarkeitsstudien, Förderung von Beratungsstellen) werden durchgehend positiv angesehen, um insbesondere die **aktuellen hohen Kosten** reduzieren zu können. In den Fokus der Förderung sollten dabei die Endanwender rücken. Hierzu wünschen sich beispielsweise KMU die kurzfristige Einführung von niederschwelligen und unbürokratischen Förderprogrammen. Diese werden in den Stellungnahmen mit unterschiedlichen Ausprägungen gewünscht. Wiederholt werden jedoch die gezielte Entwicklung und Erprobung konkreter Use Cases erwähnt, die eine gewisse Breitenwirkung erzielen können. Außerdem wird darauf abgestellt, dass 5G bei bisherigen Förderprogrammen lediglich in einem geringeren Reifegrad angewendet werden konnte, sodass nun weitere Funktionalitäten erprobt werden könnten. Förderprogramme sollten zudem zur Verbreitung von Best Practices anregen. Damit werde gewährleistet, dass kein Detailwissen über 5G in den Betrieben vorhanden sein muss. So soll die Technologie für KMU leichter nutzbar gemacht werden.

Im Hinblick auf Anreizprogramme wurden unterschiedliche Ansätze vorgebracht, die sowohl „early adopter“ als auch Investitionen an sich unterstützen können. Alles in allem wird aber auch hierin ein positiver Impuls für die Angebotsseite gesehen.

Da auch Unsicherheiten beim Return on Investment (ROI) wiederholt als Hemmnis genannt werden, wird eine Förderung von Blaupausen für typische Use Cases vorgeschlagen. Diese Blaupausen sollten konkrete Anwendungsfälle beschreiben und bereits erfolgreich umgesetzt sein. Dadurch könnten Unternehmen das

Potenzial und die Umsetzbarkeit von 5G besser einschätzen. Hierbei könnten auch flankierende Ansätze von Wissensdatenbanken und Plattformen/Clustern helfen, das Wissen in die Breite zu tragen. Vereinzelt wurde daher auch angeregt, bereits bestehende Plattformen und Einrichtungen wie zum Beispiel die Mittelstand-Digital-Zentren einzubinden.

Hinsichtlich der weiteren Nutzung von 5G wird mit Bezug auf den regulatorischen Rahmen diskutiert, dass ein Roaming zwischen 5G-Campusnetzen und öffentlichen Mobilfunknetzen betrieblich sinnvoll sein könnte.



3 Ausführungen zur These II

„Das über Projekte aus Forschung & Entwicklung erlangte Wissen erzielt nicht genügend Breitenwirkung und kommt insbesondere nicht oder nicht ausreichend bei kleinen und mittelständischen Unternehmen an oder diese haben keine Kapazitäten, sich dieses Wissen anzueignen bzw. im Rahmen ihres Geschäftsmodells zu nutzen. Staatliche Unterstützungsangebote müssen diesen Umstand stärker berücksichtigen, damit die in Forschung und Entwicklung erlangten Erkenntnisse ihre volle Wirkung entfalten können.“

Der **Wissenstransfer zwischen Forschung und Anwenden**, also eine enge Koppelung von Wissenschaft und Wirtschaft, wird in vielen Stellungnahmen als wesentlich für die verstärkte Nutzung von 5G genannt. Dabei wird auch die wertvolle Zusammenarbeit von Hochschulen, Herstellern und Anwenden positiv hervorgehoben. In diesem Zusammenhang wird weiterhin betont, dass gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte zwischen Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen auch künftig dazu beitragen können, das in Forschungsprojekten gewonnene **Know-how schneller in die Praxis zu überführen**. Eine besondere Bedeutung könnten hier Leuchtturmprojekte einnehmen, wenn von diesen eine Vielzahl weiterer Unternehmen profitieren könnte. Leuchtturmprojekte sollten, so einzelne Stellungnahmen, offene und modulare Netze zum Gegenstand haben.

Trotzdem wird in vielen Stellungnahmen der genannten These zugestimmt und bemängelt, dass die Erkenntnisse aus Forschung und Ent-

wicklung nicht praxisnah in die Industrie übertragbar seien. Forschungsarbeiten seien zum Teil zu abstrakt und die Ergebnisse somit nicht auf eine praktische Anwendung übertragbar. Zur Verbesserung wird eine stärkere Integration von Unternehmen in solche Forschungsprojekte gefordert. So könnten erste Resultate aus der Forschung in den Unternehmen selbst angewendet werden und die Kenntnisse zur Umsetzung der Technologie bliebe nicht nur in den Forschungseinrichtungen.

Zusätzlich könnten gezielte Schulungsprogramme für Fachkräfte helfen, den Mangel an spezialisierten Experten zu verringern und den Aufbau sowie den Betrieb von 5G-Netzen zu erleichtern. Hierbei sei aber zu überlegen, entsprechende Programme erst dann anzubieten, wenn ausreichend Hard- und Software für die industriellen Anwendungen am Markt verfügbar ist. Bisher sei das durch Forschung und Entwicklung gewonnene Wissen für KMU nur begrenzt nutzbar, da die Forschungsthemen oft zu weit von praktischen Anwendungen entfernt seien.

Angeregt wird deshalb, dass eine Förderung auf die vollständige Integration von 5G in den Regelbetrieb abzielen sollte. Als Beispiele werden hier genannt, die Vernetzung der Produktion von Wifi auf 5G umzustellen, die Nutzung von Technologien wie das Internet der Dinge (IoT) zu ermöglichen und den Einsatz von künstlicher Intelligenz voranzutreiben. Die bisherigen Erfahrungen bei der Integration von Forschungsergebnissen zeigten, dass es hier noch Verbesserungspotenziale gebe. Gezielte Maßnahmen zur Förderung der Integration in Produktions- und Geschäftsprozesse könnten deshalb von Vorteil sein. Vor allem Reallabore würden den KMU die Option geben, den Nutzen von 5G in praktischen Use Cases zu erfahren. Reallabore werden als probates Instrument angesehen, den Mehrwert von 5G aufzuzeigen und Wissen zu verbreiten.

Hinsichtlich des Wissenstransfers wird eine zielgruppengerechte Aufbereitung der Erkenntnisse aus den bisher geförderten Projekten angeregt. Ziel sollte es sein, den Zugang zum Wissen für Marktakteure und Endanwender zu erleichtern. Auch das transparente Angebot von (Wissens-) Datenbanken und Plattformen/Clustern wurden wiederholt als wichtig für die Verbesserung des Transfers erwähnt.

Beim Wissenstransfer sei zu beachten, dass es in den Unternehmen dazu eine Innovationskultur geben müssen. D. h. die Unternehmen sollten die Chancen und weniger primär die Risiken von neuen Technologien sehen.



4 Ausführungen zur These III

„Mit neuen kommunikationstechnologischen Anwendungen (z. B. perspektivisch aus dem Bereich 6G) gelingt es einem anwendenden Unternehmen, seine Produktivität zu steigern, strategisch zu investieren sowie konkurrenzfähig zu bleiben. Verlässliche Partnerschaften, sichere langlebige Ausrüstung und einfache wie sichere Umsetzungsprozesse ermöglichen Investitionen in die Zukunft.“

Mit Blick auf die Zukunft beschäftigt sich bisher nur eine Minderheit der Stellungnahmen mit **6G**, wobei insbesondere Forschungseinrichtungen hier eine Vorreiterrolle einnehmen. 6G könnte ab Mitte der 2030er Jahre die Basis der Digitalisierung in der Wirtschaft sein. Dieses Szenario unterstellt dabei eine vorherige Verbreitung und Nutzung von 5G. Ebenso wird die Voraussetzung genannt, dass 6G ein weltweit akzeptierter Standard sein müsse.

Einige Unternehmen merken hierbei an, dass sie zum aktuellen Stand von einer Diskussion über 6G eher abgeschreckt werden, da 5G noch nicht einmal vollständig etabliert sei. Zudem könnte eine Betonung von 6G Unternehmen Anreize geben, auf diese Technologie zu warten und deshalb 5G nicht zu nutzen.

Des Weiteren wird vorgetragen, dass der Nutzen bzw. die Versprechen von 5G im Vergleich zu bisherigen Mobilfunktechnologien oder Wifi sich in vielen Unternehmen noch nicht bemerkbar gemacht haben. Deshalb sehen sie eine Diskussion über 6G als zu verfrüht an. Sie formulieren aber, dass bei der Entwicklung von 6G sicher-

gestellt werden sollte, dass aktuelle Investitionen in 5G-Anwendungen auch mit 6G-Equipment weiterhin nutzbar sein müssten. Insoweit seien die Ausgestaltung der Standardisierung, die Interoperabilität und die Rückwärtskompatibilität entscheidende Stellschrauben für den Erfolg von 6G.

Hinsichtlich der Standardisierung wird in einzelnen Stellungnahmen darauf hingewiesen, dass sich vertikale Industrien dort noch stärker engagieren sollten. Hier könnten Förderprogramme eine breite Beteiligung an der Standardisierung mehr als bislang unterstützen.

Des Weiteren sollte insbesondere die Nutzerperspektive im Bereich vertikaler Anwendungen zentraler Anknüpfungspunkt für die weitere Entwicklung sein.

In einzelnen Stellungnahmen wird die Bedeutung um die Förderung von Open RAN betont. Open RAN könne die Flexibilität bei der Realisierung von Anwendungen erhöhen und würde die Abhängigkeit von proprietären Lösungen reduzieren.

Im Rahmen eines künftigen Ausblicks wird auch die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur (Glasfaser) erwähnt, welche insbesondere auf die dann hohen Daten ausgerichtet werden müsse. Des Weiteren wird aus einer technologischen Perspektive vorgetragen, dass auch die Datenverarbeitung am Netzwerkrand (edge-Computing) künftig eine größere Bedeutung einnehmen werde. Dadurch müssten die Daten nicht mehr die gesamten Datennetze durchlaufen. Dazu bedürfe es eines Ausbaus der Edge-Computing-Infrastruktur.

Im Bezug zu 6G wird erwartet, dass **höhere Datenraten**, eine **verbesserte Netzabdeckung**, **mehr Nachhaltigkeit** sowie eine stärkere **Integration von Künstlicher Intelligenz** von der nächsten Mobilfunkgeneration ermöglichen werden. Ebenso wird in den Stellungnahmen angeführt, dass die **Fortführung eigener Frequenzbänder** für Industrie- und Gewerbeeinrichtungen auch im 6G-Zeitalter sowie die **Bereitstellung zusätzlicher Frequenzen** entscheidend seien, um die erwarteten enormen Datenmengen, insbesondere durch KI-Anwendungen und Automatisierung, effizient zu übertragen.

Damit der Übergang von 5G zu 6G reibungslos gelinge, wird eine frühzeitige und kontinuierliche **Einbindung relevanter Akteure** als wichtig angesehen. Dazu gehöre die Bildung branchenübergreifender Arbeitsgruppen sowie die Etablierung gemeinsamer Pilotprojekte oder Plattformen zur Validierung praxisnaher Anwendungsfälle. Forschungsvorhaben sollten zudem frühzeitig erste Ergebnisse und Prototypen industrienah erproben, um eine gezielte Weiterentwicklung zu ermöglichen. Auch müsse die Stimmung in den Unternehmen, u. a. die Enttäuschung über die langsame Verbreitung von 5G-Potenzialen, in der Entwicklung von 6G miteinbezogen werden. Ein **trilateraler Austausch zwischen Ausrüstern, Anwendern und Wissenschaft** wird in einzelnen Stellungnahmen als essenziell angesehen, um **die technologische Entwicklung mit den praktischen Anforderungen der Industrie** in Einklang zu bringen. In diesem Zusammenhang wird 5G/6G als zentrale Kommunikationstechnologie der Zukunft betrachtet, die durch enge Kooperationen zwischen Forschung, Wirtschaft und Politik optimal gestaltet werden sollte. Ebenso wird aber auch regelmäßig gefordert, die **Forschung an 6G mit öffentlichen Mitteln** zu fördern, u. a. um die Kollaboration zwischen den verschiedenen Industrien und der Forschungsanwendung zu konkretisieren.

5 Fazit

Die Stellungnahmen bestätigen im Wesentlichen die Kernaussagen der ersten beiden Thesen des Konsultationsdokuments. Die dritte These wird insoweit bestätigt, als in 6G weiteres Potenzial gesehen wird, wenn es eine enge Koppelung von Forschung und Industrie gebe.

Zusammenfassend schreibt die überwiegende Anzahl von Stellungnahmen 5G **erhebliche Potenziale** zu. 5G habe die technischen Potenziale, die Digitalisierung von vertikalen Anwendungen weiter voranzutreiben. Dennoch wird derzeit in der Praxis vor allem bei KMU **Wifi** aufgrund geringerer Kosten, Verfügbarkeit von Endgeräten und einer geringeren Komplexität noch 5G vorgezogen.

Ob es künftig gelingt, unterschiedliche Funktechnologien konvergent zu nutzen, wird in den Stellungnahmen unterschiedlich beurteilt.

Insgesamt geht es aus Sicht der Kommentierenden darum, die Entwicklung eines ausreichend großen Ökosystems (Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl von wirtschaftlich tragfähigen Komponenten von einer Vielzahl von Ausrüstern (Netzwerkkomponenten und Terminal-Equipment), dauerhafte Verfügbarkeit der Komponenten sowie Wissenstransfer) für 5G im Bereich vertikaler Anwendungen zu unterstützen. Das Ökosystem beinhaltet dabei, dass die Interoperabilität von Netztechniken und 5G-fähigen Endgeräten gewährleistet wird. Ein solches Ökosystem würde auch die digitale Souveränität in Europa und Deutschland stärken. Fördermaßnahmen könnten die Nachfrage und das Angebot stärken und dabei einen Beitrag zur Etablierung eines ausreichend großen Ökosystems leisten



Anhang

Abgegebene Stellungnahmen

Folgende Institutionen und Unternehmen haben Stellungnahmen abgegeben und der Veröffentlichung zugestimmt (Stand: 27.03.2025):

5G Media Initiative
Accenture GmbH
Advancing Individual Networks GmbH
Arena 2036
Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
CF IT-Consulting
Competence Center 5G.NRW
Demag Cranes & Components GmbH
Deutsche Bahn AG
eadiz GmbH
Firecell
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Fraunhofer-Institute FOKUS gemeinsam mit Fraunhofer-Institute HHI
GSMA
Hewlett Packard Enterprise
highstreet technologie GmbH
Institut für Produktionstechnik & -systeme – Leuphana Universität Lüneburg
K-Tel Communications GmbH
Media Broadcast GmbH
MRK Management Consultants GmbH
MUGLER SE
Nokia Solutions and Networks GmbH & Co. KG
NTT Germany AG & Co. KG (an affiliate of NTT DATA, Inc.)
Professioneller Mobilfunk e. V.
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Technische Universität Ilmenau
Telefónica Germany GmbH & Co. OHG
Telekom Deutschland GmbH
VARTA Microbattery GmbH
Wirtschaftsförderung im Landkreis Harburg GmbH
ZVEI e.V.

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Digitales und Verkehr
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

Stand

März 2025

Gestaltung

Bundesministerium für Digitales und Verkehr | Druckvorstufe

Bildnachweis

© Tierney – stock.adobe.com

Diese Publikation wird von der Bundesregierung im Rahmen ihrer Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.



www.bmdv.bund.de

-  [linkedin.com/company/bmdv-bund](https://www.linkedin.com/company/bmdv-bund)
-  facebook.com/bmdv
-  instagram.com/bmdv
-  threads.net/@bmdv

-  x.com/bmdv
-  bsky.app/profile/bmdv.bsky.social
-  social.bund.de/@bmdv
-  youtube.com/bmdv