

INFORMATIONSZENTRUM- **MOBILFUNK.DE**

Hauptnavigation

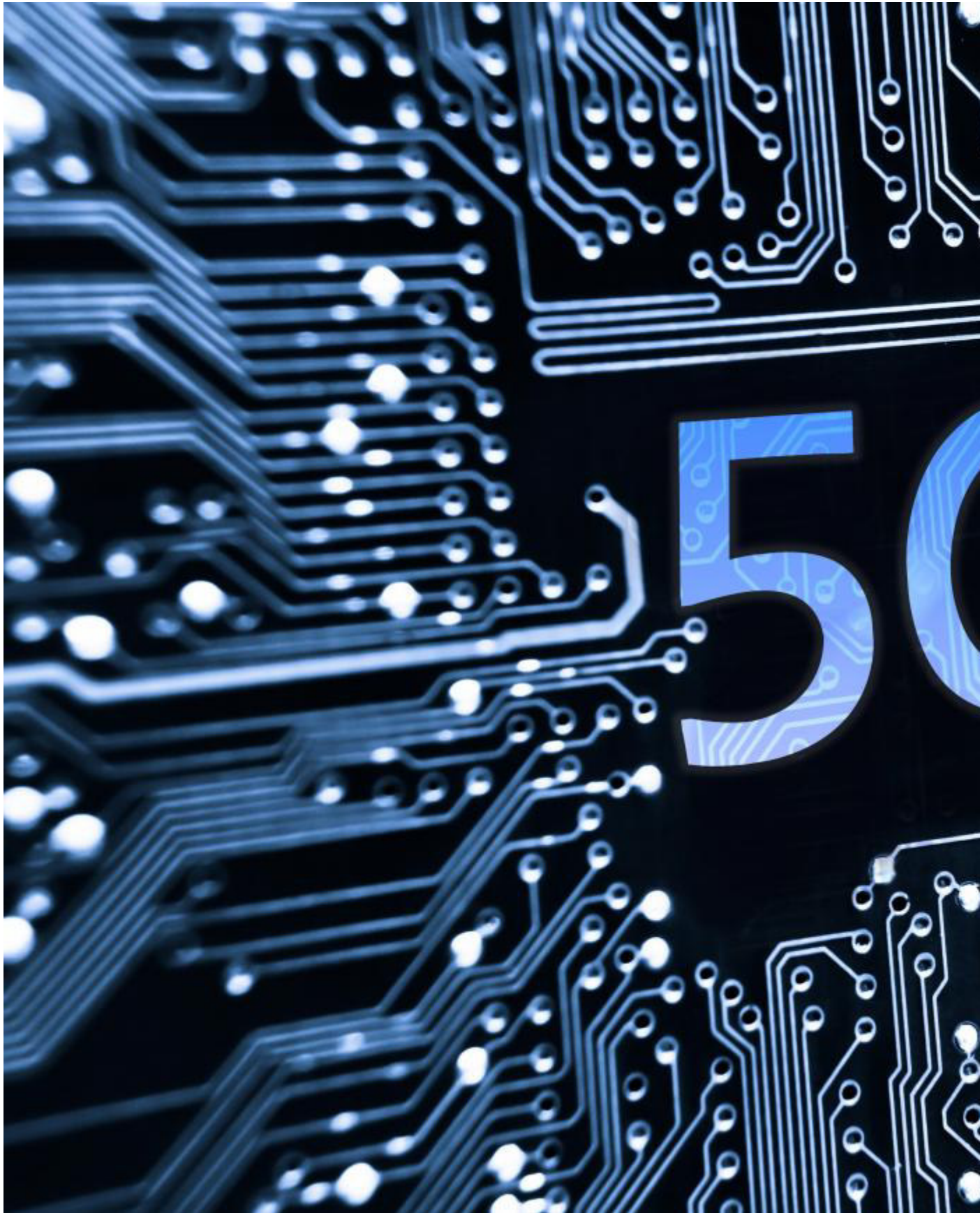
- [Aktuelles](#)
- [Gesundheit](#)
- [Umwelt](#)
- [Politik & Recht](#)
- [Wirtschaft & Gesellschaft](#)
- [Technik](#)
- [Mediathek](#)
- [Über uns](#)



Suche



Wissenswertes zu 5G



Die Entwicklung im Mobilfunk schreitet rasch voran: Während die Netzbetreiber in Deutschland zuletzt deutlich in den Ausbau der LTE-Mobilfunknetze, der sogenannten vierten Generation, investiert haben, wird parallel die Nachfolgetechnik entwickelt. Erste Tests der fünften Mobilfunkgeneration, kurz

5G, finden derzeit statt. Ein erster, weltweit einheitlicher Standard wurde im Dezember 2017 verabschiedet, der Termin für die Versteigerung der 5G-Frequenzen in Deutschland ist für Anfang 2019 vorgesehen.

Die technischen Grundlagen von 5G

Der Hauptunterschied von 5G zu den Vorgängernetzen LTE (4G) und UMTS (3G) wird sein, dass die Zahl der in einem Gebiet sendenden Mobilfunkstationen bei den 5G-Netzen nicht mehr so sehr von der Besiedlungsdichte abhängen wird wie dies bisher der Fall ist. Was ist damit gemeint? Die Architektur des Netzes der 5. Mobilfunkgeneration richtet sich stark nach den Anforderungen der Anwender vor Ort: Ob in einem Gewerbegebiet ein sehr breitbandiges Netz mit hohen Datenraten, an einem Verkehrsweg ein schnelles Netz mit Fokus auf extrem kurzen Antwortzeiten und hoher Zuverlässigkeit oder in einer Werkshalle ein Netz errichtet wird, das eine extrem große Zahl von Geräten und Menschen gleichzeitig miteinander arbeiten lässt – das entscheiden die Nutzer mit Ihren Wünschen vor Ort. Gleichzeitig sind die Versorgungsaufgaben der Frequenzvergabe beim Netzausbau zu berücksichtigen. Flächendeckend werden sich wahrscheinlich zunächst vor allem Teilverbesserungen von 5G ausbreiten, die auf 4G aufsetzen. 4G und 5G-Netze werden gemeinsam, beziehungsweise parallel betrieben, so dass der Ausbau stufenweise erfolgen kann. Diese Fortentwicklung setzt auf bestehenden Trends auf, die zum Teil schon bei LTE erkennbar geworden sind, insofern wird es keinen technologischen Bruch geben.

Die heutigen Mobilfunknetze bestehen aus klassischen Dachstandorten und freistehenden Masten, die sowohl die Flächenabdeckung als auch die Netzkapazität für ein bestimmtes Gebiet zur Verfügung stellen. Mit 5G wird es nicht nur größere räumliche Abweichungen in der Standortdichte geben, sondern die Standorte werden sich auch optisch und von Ihrer Leistungsfähigkeit her deutlicher unterscheiden als bisher. Neben den weiter benötigten Dachstandorten wird insbesondere die kleinzellige Netzarchitektur weiter ausgebaut. Die Vielzahl der zum Teil konkurrierenden Anforderungen führt dazu, dass es kein gleichförmiges 5G-Netz für alle geben wird, sondern viele individuelle, virtuelle Spezialnetze, die auf die jeweiligen Anwendungen zugeschnitten sein werden. Diese Netze werden unter einer Art „5G-Dach“, das heißt auf Basis einer gemeinsamen physischen Infrastruktur betrieben. Trotz aller Neuerungen werden die bestehenden Standorte auch das Grundgerüst für das 5G-Netz bilden. Die Bestandsstandorte werden nach und nach mit neuer Technologie ausgestattet, dazu wird auch der vermehrte Anschluss an das Glasfasernetz gehören.

Anwendungsspezifische Netze

Die Techniker unterscheiden beim 5G-Netz drei unterschiedliche Anwendungsbereiche: das ultra-schnelle mobile Breitband (Enhanced Mobile Broadband), die Kommunikation zwischen Maschinen und Anwendungen (Massive Machine Type Communications, M2M;) sowie ein Hoch-Zuverlässigkeitsnetz mit kurzen Antwortzeiten (Ultra-Reliable and Low Latency

Communications). Für alle drei Bereiche gibt es unterschiedliche Herausforderungen und technische Rahmenbedingungen. Das Netz der Zukunft muss hochflexibel sein, um möglichst allen Anforderungen gerecht zu werden. Der 5G-Standard verspricht mehr Durchsatz, Kapazität und gleichzeitig sinkende Betriebskosten. Die direkte Anbindung der Mobilfunkstationen an das Glasfasernetz gewinnt bei der 5. Mobilfunkgeneration weiter an Bedeutung. Neben dem Ausbau der mobilen Infrastruktur wird es auch einen weiteren Ausbau der Glasfasernetze geben müssen, damit 5G voll zum Einsatz kommen kann.

- 5G für ultra-schnelles mobiles Breitband

In den letzten Jahren hat die mobile Internetnutzung stark zugenommen, von Jahr zu Jahr ist die mobil übertragene Datenmenge um mehr als 50% gewachsen. Es ist damit zu rechnen, dass die Nutzung auch in Zukunft weiter deutlich steigen wird. Für die zu erwartende hohe Datenmenge zum Beispiel durch hochauflösende Videos (4K oder 8K-Videos) benötigen die Nutzer sowohl hohe Datenraten als auch eine hohe Kapazität des mobilen Netzes. 5G bietet mit Datenraten im Bereich von bis zu 10 Gigabit pro Sekunde hierfür die geeignete technische Basis. Anwendungen im Gebiet der virtuellen oder erweiterten Realität (Virtual Reality und Augmented Reality) sind mit 5G-Technik ebenso darstellbar. Solche Anwendungen benötigen auf den Punkt genau hohe Datenraten und eine große Kapazität. Ihr Einsatzgebiet kann vom mobilen Reparaturservice lokaler Handwerker bis hin zum medizinischen Operationssaal genutzt werden.

- 5G für Kommunikation zwischen Maschinen (M2M)

Die Vernetzung von Märkten, Branchen, Industrien und der Gesellschaft wird sich weiter verändern. Steht heute die Vernetzung von Menschen im Vordergrund, wird es in Zukunft um die Vernetzung von Dingen gehen. Begriffe wie Industrie 4.0, Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) oder das Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) beschreiben die Vernetzung von Maschinen und Geräten aller Art. Dabei geht es sowohl um Industrie- und Produktionsanwendungen als auch um die Anbindung und Vernetzung vieler Alltagsdinge wie Kühlschränke, Haustechnik oder Alltagsgegenstände wie Sportschuhe. Alle Anwendungen haben hierbei eine Gemeinsamkeit: Sie übertragen in aller Regel nur kleine Datenmengen. Dafür rechnen Experten allerdings mit einer rasant steigenden Zahl der vernetzten Geräte. Kleine Datenmengen bei gleichzeitig großer räumlicher Verbreitung benötigen ein großflächiges Netz, das eine hohe Anzahl an kommunizierenden Geräten verarbeiten kann. Die Übertragungsgeschwindigkeit spielt bei diesen Anwendungen nur eine untergeordnete Rolle, wichtiger dabei ist der geringe Energieverbrauch

- 5G als Hoch-Zuverlässigkeitsnetz

Für das derzeit viel diskutierte vernetzte Fahren und den autonom fahrenden öffentlichen Personennahverkehr werden wiederum andere Anforderungen an die Netze gestellt: Ultraschnell und zuverlässig müssen die Informationen übermittelt werden. Dabei kommt die kurze Latenzzeit der 5G-Technologie zum Tragen. Bei den 3G-Netzen lag die Antwortzeit bei rund 100 Millisekunden, im 4G-Netz noch bei etwa 30 Millisekunden und im 5G-Netz nur noch bei einer Millisekunde. Das bedeutet, dass Daten nahezu in Echtzeit übertragen werden. Bei Anwendungen wie dem autonomen Fahren kommt hinzu, dass höchste Zuverlässigkeit des Übertragungsnetzes erforderlich ist. Auch für spezielle schnell ablaufende Prozesse, wie bildgebende Verfahren in der Medizin oder der Industrie, sind solche Netze notwendig.

Technik für mehr Effizienz – Methoden zur besseren Nutzung der Frequenzen

1. Kanalbündelung – Carrier Aggregation

Technisch lässt sich eine extrem hohe Bandbreite durch die sogenannte Kanalbündelung (Carrier Aggregation) erreichen. Die Bündelung der genutzten Funkfrequenzbereiche eines Netzbetreibers (Kanäle in einem Frequenzblock) erlaubt es, die Datenrate pro Nutzer zu erhöhen. Dabei werden einem Nutzer mehrere einzelne Carrier, also Frequenzblöcke, zugewiesen. Die maximale Datenrate pro Nutzer erhöht sich dabei um die Anzahl der Frequenzblöcke. Auch die Gesamtdatenrate pro Zelle wird durch eine verbesserte Ausnutzung der einem Betreiber zur Verfügung stehenden Frequenzen erhöht. Nachteil ist, dass die hohe Kapazität mit einer geringen Reichweite einhergeht, da auch Frequenzen mit geringerer Reichweite für die Bündelung herangezogen werden. Insgesamt sind diese Konzepte der Frequenzbündelung schon bei 4G/LTE in der Anwendung und werden mit 5G weiter entwickelt.

2. Einsatz von Kleinzellen – Small Cells

Kleinzellen (Small Cells) kommen insbesondere an Orten mit hoher Nutzerdichte heute schon zum Einsatz. Zum Beispiel in Fußgängerzonen oder auf hoch frequentierten Plätzen können Kleinzellen Engpässe im bestehenden Netz beheben. Small Cells ersetzen nicht die klassischen Mobilfunk-Dachstandorte, sondern ergänzen diese und verdichten das Netz an Orten mit besonders hoher Nachfrage (Hotspots). Mehr Zellen in einem kleinen Gebiet bedeutet auch, dass die Kapazität, also die Anzahl möglicher gleichzeitiger Nutzer mit gleichzeitig hohem Datendurchsatz, signifikant erhöht wird. Small Cells sind somit für sehr hohe kapazitive Anforderungen auf kleiner Fläche geeignet (Innenstädte, Veranstaltungszentren, Festplätze, Stadien, etc.). Die Nutzer von mobilen Endgeräten profitieren von der Leistungsregulierung zwischen Sendeanlage und Handy, da der Akku weniger belastet wird.

Eine Small Cell ist eine Mobilfunkzelle mit geringer Sendeleistung und damit resultierenden kleinem Versorgungsbereich, ähnlich einem WLAN-Hotspot, aber mit Einbindung ist das allgemeine Mobilfunknetz. Der Versorgungsradius

liegt bei etwa 150 Metern. Dadurch, dass diese sehr nah an den Nutzern installiert werden, müssen entsprechend viele Zellen für eine unterbrechungsfreie Versorgung in einem Gebiet wie zum Beispiel einer Fußgängerzone installiert werden. Small Cells werden mit einer niedrigen Sendeleistung (kleiner als 10 Watt EIRP) betrieben und benötigen daher keine Standortbescheinigung. Sie werden aber dennoch der Bundesnetzagentur angezeigt. Die verwendeten Antennen sind deutlich kleiner als herkömmliche Mobilfunkantennen. Sie können an Hauswänden, Litfaßsäulen oder öffentlichen Telefonanlagen montiert werden. Möglicherweise werden solche Zellen zukünftig auch linienförmig entlang von Verkehrswegen, beispielsweise in Straßenlampen verbaut.

3. Mehrantennen-Systeme – Massive Multiple Input Multiple Output (MIMO)

Für die weitere Steigerung der Kapazität kommen größere Mehrantennen-Systeme (Massive Multiple Input Multiple Output/MiMo) zum Einsatz. Die Mehrantennen-Systeme ermöglichen die Nutzung mehrerer Sende- und Empfangsantennen zur drahtlosen Kommunikation. Ein spezielles Codierungsverfahren nutzt sowohl die zeitliche als auch die räumliche Dimension zur Informationsübertragung (Space-Time-Coding). So lassen sich die Qualität und die Datenrate deutlich verbessern, obwohl nicht mehr Frequenzen herangezogen werden. Nachdem Frequenzen das wichtigste Gut in der mobilen Datenübertragung sind, ist dies ein enormer Vorteil: Die Leistung der 5G-Netze kann mit großen Mehrantennensystemen deutlich gesteigert werden. Die Netzwerke und die Nutzer profitieren von höheren Datenraten, einer verbesserten Zuverlässigkeit. Die Technologie baut aktuell auf 4G auf und kann in bestehende Netze eingebunden werden. Derzeit werden Mehrfachantennensystem mit bis zu 200 Antennen-Elementen entwickelt, erste Tests mit 64 x 64 Sende- und Empfangseinheiten laufen bereits.

4. Variable Ausrichtung auf die Endgeräte - Beamforming

Eine weitere technische Möglichkeit im Rahmen der Mehrfachantennen (MiMo) liegt in der gezielten Versorgung einzelner Teilnehmergeräte durch ein sogenanntes Beamforming. Dabei wird die Antennensenderichtung so verändert, dass ein maximales Signal am gewünschten Ort (Endgerät) ankommt. Mit der Bündelung der Funkwellen kann, statt der sonst üblichen kreisförmigen Ausbreitung der Funksignale, eine präzise Ausrichtung des Signals in Richtung des Kunden bzw. des Gerätes erreicht werden. Die Hauptsenderichtung wird beim Beamforming räumlich so ausgerichtet, dass einzelne Endgeräte mit dem ihnen zugewiesenen Signal angesprochen werden – sei es direkt bei Sichtverbindung oder indirekt über Reflexionsflächen in der Umgebung. Zum einen reduziert sich der Energiebedarf im Sender deutlich, zum anderen gibt es weniger Störungen. Die Sendeleistung kann dabei entsprechend der Anwendungen angepasst werden. Das beste Ergebnis wird erreicht, wenn eine Sichtverbindung besteht. Das Beamforming liefert auch ein klareres Signal, da es sich deutlich gegenüber dem Hintergrundrauschen abhebt. Dadurch können Daten gleichzeitig an mehrere Mobilgeräte im gleichen

Frequenzbereich übertragen werden. Zudem findet eine geringere Streuung der Sendeleistung statt, was zur Effizienzerhöhung beiträgt. Erste Tests mit Beamforming laufen derzeit bereits.

5. Virtuell geteiltes Netz – Networkslicing und Verlagerung der Intelligenz an die Funkstation

Da unterschiedliche Nutzer und Anwendungen einen individuellen Bedarf an Kapazität, Datenraten und Zuverlässigkeit haben, ist es sinnvoll, künftige Netze flexibel zu gestalten. Durch das sogenannte Networkslicing ist die Aufteilung eines Netzes für unterschiedliche Bedürfnisse auf Ebene des gesamten Netzes möglich. Ein Netzbetreiber kann so bestimmte Qualitätsmerkmale für eine Kundenkategorie bereitstellen. Zum Beispiel mit einer zugesicherten Datenkapazität oder einer bestimmten Reaktionszeit (Latenz).

Ein Netzbetreiber kann also über eine gemeinsame physische Infrastruktur mehrere virtuelle Netze verwalten und betreiben. Bildlich gesprochen „schneidet“ der Netzbetreiber die Scheibe aus dem Netzwerk heraus, die für den jeweiligen Anwendungsfall passt. Häufig verwendet wird in diesem Zusammenhang das Schlagwort „Network-as-a-Service“.

Ein weiterer Bestandteil der 5-G-Netzarchitektur ist die Möglichkeit, die einen Großteil der für die Übertragung erforderlichen Rechenleistung situativ an die jeweiligen Funkstationen zu verlagern. Mobile Edge Computing (MEC) ist ein standardisiertes Konzept, das flexible Rechenressourcen in unmittelbarer Nähe zu den mobilen Nutzern bereitstellt. Dazu werden die Basisstationen mit IT-Infrastruktur in der Nähe erweitert. Dies ermöglicht eine geringere Reaktionszeit bei der Kommunikation. Beispielsweise könnten beim vernetzten Fahren Sensoren und Kameras in vorausfahrenden Autos messen, ob die Straße (nicht nur unmittelbar vor dem Fahrzeug des Nutzers) frei ist und die Information über das Mobilfunknetz an den Auto des Nutzers senden. Ein Server berechnet aus den Daten zum Beispiel ob ein Überholvorgang gefahrlos möglich ist oder nicht. Die Installation der dafür notwendigen Rechenleistung in der Nähe der Mobilfunksender sorgt dafür, dass die Information schnellstmöglich beim vernetzt fahrenden Auto ankommt.

Wann kommt 5G in Deutschland?

Mitte Mai 2018 hat die Bundesnetzagentur (kurz: BNetzA) den Ablauf der Frequenzvergabe angekündigt. Unter anderem hat die Bundesnetzagentur die Aufgabe, ein objektives, transparentes und diskriminierungsfreies Verfahren zu gewährleisten. Im ersten Schritt werden die Vergabebedingungen geregelt. Diese legen fest, welche Rechte und Pflichten mit der Nutzung der Frequenzen verbunden sind. Unter anderem können dies auch Auflagen zur Verbesserung der Mobilfunkversorgung sein. Im zweiten Schritt legt die Bundesnetzagentur die Auktionsregeln für die konkrete Durchführung der Frequenzversteigerung fest. Bis Ende 2018 sollen die finalen Vorgaben für die Versteigerung vorliegen, so dass die eigentliche Auktion voraussichtlich im ersten Quartal 2019 stattfinden kann.

Neben den bundesweiten Frequenznutzungsrechten für die klassischen Mobilfunknetzbetreiber wird erstmals auch die explizite Vergabe von Frequenzen für die regionale Nutzung diskutiert. Aus Wirtschaft und Industrie wurde dazu bereits Interesse signalisiert. Die Bundesnetzagentur veröffentlicht laufend die Informationen zum Verfahren auf ihrer Webseite:
www.bundesnetzagentur.de/mobilesbreitband

Voraussetzungen für den 5G-Netzausbau

Bis allerdings 5G in Deutschland vollständig nutzbar ist, müssen zunächst weitere Voraussetzungen geschaffen werden. Hier kommt dem Glasfaserausbau eine besondere Bedeutung zu, denn ohne eine Anbindung der Mobilfunkstationen an das Glasfasernetz können die vielen Vorteile der neuen Technologie nur bedingt genutzt werden. Parallel läuft die internationale Standardisierung für die 5G-Technologie: Im Juni 2018 sind 5G-Standards vom zuständigen Gremium Third Generation Partnership Project (3GPP) verabschiedet worden. Auf dieser Basis haben bereits einige Unternehmen erste 5G-Chips für Smartphones, Funkzellen oder Router sowie Systemtechnik, Netzwerkausrüstung und Antennentechnik entwickelt, die sie aktuell für Labor- und Feldtests nutzen. Dies lässt vermuten, dass die kommerzielle Einführung von 5G ab dem Jahr 2019 stattfinden wird. Insgesamt bedeutet das Ausrollen der 5G-Technologie einen investitionsintensiven Netzausbau. Der Ausbau wird dabei von mindestens drei Faktoren stark beeinflusst: Höhe der nach einer Auktion zur Verfügung stehenden Investitionsmittel, generelle Auflagen bei der Vergabe sowie die Genehmigungsverfahren für neue Standorte.

Quelle

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/Mobilfunknetze/mobilfunknetze-node.html
<http://www.3gpp.org/>