

5G - eine Mobilfunkrevolution verändert die Industrie





Als Schlüsseltechnologie der digitalen Transformation legt 5G die Basis für die zunehmende industrielle Digitalisierung und Vernetzung. Profitierten in der Vergangenheit vor allem private Nutzer, rückt der Mobilfunk mit der Verfügbarkeit von 5G nun auch für die Industrie in den Mittelpunkt. Hohe Datenraten, Echtzeitübertragung und erweiterte Frequenzkapazitäten eröffnen Wege zu neuen wertschöpfenden Anwendungen und innovativen Geschäftsmodellen. Entsprechend groß ist das Interesse der produzierenden Unternehmen. Laut BITKOM¹ sind allein in Deutschland 70 Prozent der Unternehmen überzeugt, dass 5G zu den wichtigsten Zukunftstechnologien gehört.

5G, ein Kürzel, hinter dem sich die neue Hoffnung vieler Akteure, vom Automobilbauer bis zum Landwirt, verbirgt: Weitläufig bekannt in Deutschland ist der Begriff spätestens seit der Versteigerung der Frequenzen durch die Bundesnetzagentur, die im letzten Jahr 6,55 Milliarden Euro eingebracht hat.² 5G bietet aber noch viel mehr Vorteile als nur deutlich verbesserte Datenraten von bis zu 20 Gigabit pro Sekunde: So sind geringe Latenzzeiten von unter 1 Millisekunde sowie die Anbindung einer hohen Anzahl an Geräten von bis zu 1 Million Geräte pro Quadratkilometer möglich. Besonders die Reservierung von Frequenzen für die industrielle Nutzung lässt einen breit gefächerten Einsatz zu. Dies ist essenziell für alle Echtzeitanwendungen, z. B. in der Telemedizin, beim automatisierten und vernetzten Fahren sowie der Produktionsautomatisierung mittels Industrieroboter und fahrerloser Transportsysteme, wie Bild 1 (s. S. 9) zu entnehmen ist.

Die Anwendungsszenarien von 5G lassen sich grob in drei Kategorien einordnen:

1. Unter dem Begriff Enhanced-Mobile-Broadband (eMBB) werden Anwendungen mit der Übertragung hoher Datenraten zusammengefasst, in denen beispielsweise hochauflösende Bilddaten und Video-Streams übertragen werden, um durch Künstliche Intelligenz (KI) getriebene Echtzeitauswertungen zu ermöglichen.
2. Massive-Machine-Type-Communication (mMTC) umfasst Anwendungsfälle, für die die Anbindung einer hohen Anzahl an kommunizierenden Geräten pro Fläche (z. B. in der Lagerlogistik und Smart Cities) notwendig ist.
3. Ultra-Reliable-Low-Latency-Communication (URLLC) beinhaltet Anwendungsfälle, die niedrige Antwortzeiten (Latenz) sowie eine hohe Verbindungsqualität und -zuverlässigkeit, wie beispielsweise bei der Übertragung von Steuersignalen an autonome Fahrzeuge oder VR-Anwendungen, voraussetzen.

¹ s. BERG 2019, Folie 3

² s. PRESSE- UND INFORMATIONSAMT DER BUNDESREGIERUNG 2019, S. 3

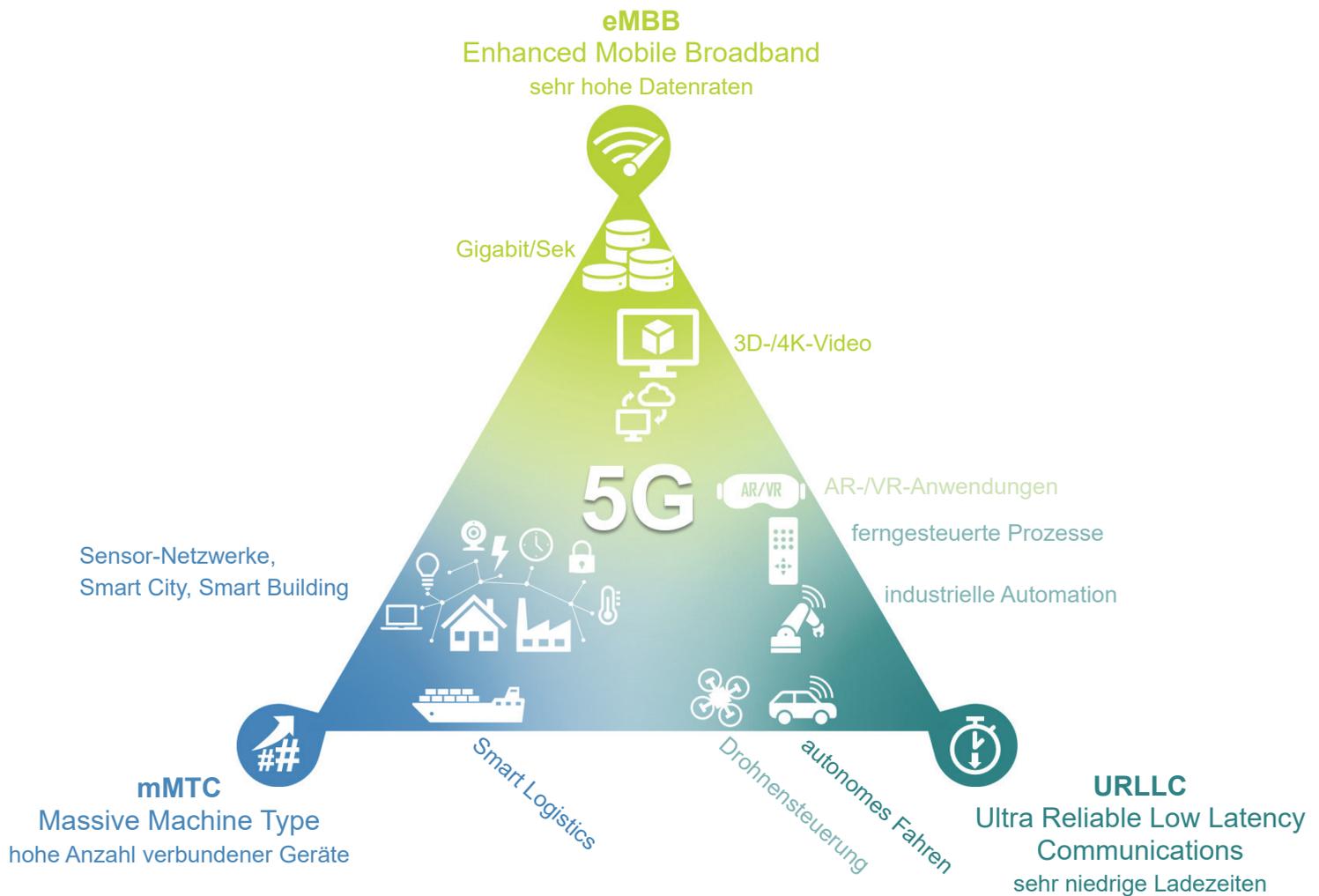


Bild 1: Überblick über die drei Anwendungskategorien und Verortung der jeweiligen neuen Anwendungsszenarien für 5G (eigene Darstellung)

Zur optimalen Nutzung der genannten Eigenschaften unterstützt 5G das sogenannte „Network-Slicing“, bei dem das Netzwerk virtuell in mehrere Subnetze geteilt werden kann, deren dedizierte Ressourcen unterschiedlichen Ansprüchen gerecht werden können. So kann beispielsweise in sicherheitsrelevanten Anwendungsfällen eine durchgehend stabile Datenübertragung garantiert werden. Die niedrigen Latenzzeiten versprechen in Kombination mit Edge-Computing, der Verarbeitung von Daten auf einem lokalen Cloudserver im eigenen Firmennetz, das Potenzial, neue Anwendungen wie z. B. eine Augmented-Reality-Unterstützung in Echtzeit oder eine kameraüberwachte Robotertfertigung zu implementieren.

Erste öffentliche und private 5G-Netze sind bereits in Deutschland im Einsatz

Sowohl die *Deutsche Telekom* als auch *Vodafone* haben bereits mehrere der deutschen Metropolen wie Berlin, München und Hamburg teilweise mit 5G versorgt. Die *Telekom* plant dabei, bis Ende dieses Jahres 2020 in 20 Städten 5G anbieten zu können. Insgesamt hat sie bisher rund 450 Antennen aufgestellt. *Vodafone* gibt an, ungefähr 150 Antennen an 50 unterschiedlichen Standorten in Betrieb genommen zu haben. *Telefónica (O2)* plant dieses Jahr den Roll-out ihres 5G-Netzes in fünf deutschen Großstädten. Zusätzlich zu den Großprojekten gibt es mehrere Pläne für kleinere öffentliche Netze: So plant die Stadt Ingolstadt zusammen mit *Audi* und der *Telekom* ein gemeinsames 5G-Netz, welches für den Straßenverkehr und all seine Teilnehmer, wie Autos und Fahrradfahrer, zur Verfügung stehen soll. Die *Deutsche Messe AG* in Hannover plant gleichzeitig, ein öffentliches und ein privates 5G-Netz für die *Hannover Messe* aufzustellen.

Es sind bereits mehrere 5G-Campusnetze in Deutschland online gegangen. Campusnetze sind nicht-öffentliche Netze, die in der Regel von Unternehmen oder Universitäten für eigene Zwecke betrieben werden. Allein in Aachen, einer Vorreiterstadt in puncto 5G-Campusnetzen, haben drei Unternehmen eigene 5G-Netze in Betrieb genommen. Zudem haben große Konzerne in ganz Deutschland, darunter *Siemens*, *Audi* und *Lufthansa*, Campusnetze für industrielle Anwendungen aufgestellt. Es sind mindestens sieben weitere Lizenzanträge akzeptiert worden, wovon einige ihr 5G-Netz noch dieses Jahr in Betrieb nehmen wollen. Manche Unternehmen wie *Bosch* haben bereits für mehrere Standorte Anträge gestellt. Ein weiteres Campusnetz ist in Wolfsburg zu finden, wo das erste Fußballstadion in Deutschland mit einem 5G-Netz von *Vodafone* ausgestattet wurde.

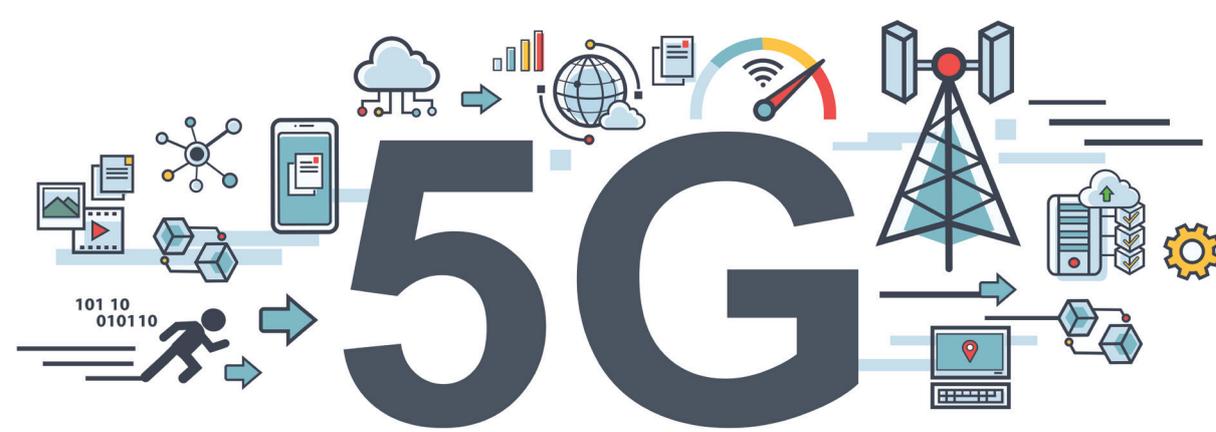
Lizenzen für private Netze können bei der Bundesnetzagentur beantragt werden

Bei der Mobilfunkversteigerung der 5G-Lizenzen durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) wurde rund ein Fünftel der Frequenzen für die Industrie reserviert. Unternehmen können dadurch vergleichsweise preiswert Lizenzen für Campusnetze erwerben. Seit dem 21. November 2019 können Unternehmen bei der *Bundesnetzagentur* einen Antrag für 5G-Campusnetze im Frequenzbereich 3,7 – 3,8 Gigahertz stellen. Das Verfahren zur Vergabe ist elektronisch, unkompliziert und unbürokratisch, um möglichst viele Unternehmen anzusprechen.

Die Kosten für die erworbenen Frequenzen werden für jeden Antrag einzeln berechnet. Berücksichtigt werden dabei die gewünschte Bandbreite, die Nutzungsdauer und die Nutzungsfläche. Durch einen geringen Sockelbetrag sollen auch Start-ups, KMU sowie Landwirtschaftsbetriebe zum Erwerb von Frequenzen ermutigt werden. Bei der Nutzungsfläche wird zwischen Siedlungs- und Verkehrsflächen und anderen Flächen unterschieden, da auf Siedlungs- und Verkehrsflächen ein höherer Koordinationsaufwand nötig ist.

Konfigurationen privater 5G-Netze

Im Gegensatz zu vorherigen Mobilfunkstandards, welche ausschließlich als öffentliche Netzwerke ausgelegt sind, existiert im neuen 5G-Mobilfunkstandard die Möglichkeit privater Netzen (*Non-public networks, NPN*). Das nicht-öffentliche 5G-Netz wird auf dem definierten Gelände der Organisation bereitgestellt und dient dementsprechend lediglich einer klar definierten Nutzerorganisation. Vorteile, welche sich durch ein privates Netz erzielen lassen, liegen in der Erfüllung hoher Anforderungen an Netzqualität sowie Sicherheit und auch in der freien Verfügung über Wartung und Betrieb des Netzes. Grundsätzlich lassen sich zwei verschiedene private Netze kategorisieren: Stand-alone-Networks (isolierte, eigenständige Netzwerke) und Non-Stand-alone-Networks (NSA; in Verbindung mit einem öffentlichen Netzwerk).



Auf dem RWTH Aachen Campus entsteht aktuell der 5G-Industry Campus Europe, das größte 5G-Forschungsnetzwerk in Europa

Beim Stand-alone-Network wird das private Netz als unabhängiges, eigenständiges Netzwerk eingesetzt. Dabei befinden sich alle Netzwerkfunktionen innerhalb der vordefinierten Organisation und das NPN ist vollständig vom öffentlichen Netz getrennt. Die einzige Möglichkeit zur Kommunikation mit dem öffentlichen Netzwerk führt über eine Firewall. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass der Betreiber des privaten Netzes Roaming-Vereinbarungen mit einem oder mehreren öffentlichen Netzbetreibern schließen kann.

Im Gegensatz hierzu besteht das NSA-Network aus einer Kombination aus öffentlichen und privaten Netzwerken. Dabei wird davon ausgegangen, dass bestimmte Anforderungsfälle vollständig durch das öffentliche Netz unterstützt werden können, während andere ein dediziertes NPN erfordern. Aus diesem Grund gibt es zwei Netzwerkeile, einen öffentlichen und einen nicht-öffentlichen. Ob ein Unternehmen eher ein Stand-alone-Netzwerk oder ein Non-Stand-alone-Netzwerk präferiert, hängt demgemäß von den zu realisierenden Anwendungsfällen ab.

5G-Anwendungsfälle am Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus

Da die Möglichkeit zur Nutzung von Mobilfunk als nicht-öffentliche Campusnetzwerke noch ein relativ neues Konzept ist, ist die volle Bandbreite möglicher Anwendungsfälle in der Industrie bis dato noch nicht umfassend bekannt.

Deshalb erforschen und erproben wir am *FIR* gemeinsam mit dem *Center Connected Industry (CCI)* und seinen Mitgliedsunternehmen in der angeschlossenen 5G-Modellfabrik 5G-Anwendungsfälle entlang des kompletten Wertschöpfungsnetzwerks. Dazu werden Kompetenzen und Expertenwissen von Technologieanbietern mit dem Insiderwissen von industriellen Anwendern zu Abläufen und Herausforderungen in Produktion und Logistik gebündelt, mit aktuellen Forschungsergebnissen kombiniert und in Prototypen umgesetzt.

So werden bereits mehrere Anwendungsfälle bearbeitet, die aufgrund sich bewegender Endgeräte besonders relevant für eine Nutzung drahtloser Datenübertragung mit Mobilfunk (insbesondere 5G) sind. Dafür werden autonome Roboter, sogenannte fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF), eingesetzt, die in Produktion und Logistik zum Transport von Werkzeug und Waren eingesetzt werden und die sich autonom in ihrer Umgebung bewegen können. Verschiedene Aspekte der Verwendung solcher FTF stellen



Bild 2: Übersicht über das Leistungsspektrum des FIR im Rahmen des Competence-Centers 5G.NRW (eigene Darstellung)

auch unterschiedliche Anforderungen an das Netzwerk und können daher verschiedenen Anwendungsfallkategorien zugeordnet werden.

Auf dem RWTH Aachen Campus entsteht aktuell der *5G-Industry Campus Europe*, das größte 5G-Forschungsnetzwerk in Europa. Gemeinsam mit dem *Fraunhofer IPT* und dem *WZL* rüstet das *FIR* 4 Werkshallen und eine Außenfläche von 1 Quadratkilometer mit 5G-Technik aus. Auf dieser Fläche werden innerhalb der nächsten 3 Jahre Anwendungsfälle unter anderem in den Domänen Logistik, Blockchain, Robotik und Edge-Cloud aufgebaut und getestet.

Als Mitglied des *Competence-Centers 5G.NRW* unterstützen wir am *FIR* Unternehmen von der initialen Fragestellung bis zur Umsetzung der 5G-Anwendung. Dies umfasst die Demonstration und Anwendung im Rahmen regelmäßiger Tage der offenen Tür sowie 5G-Potenzialanalysen bei Unternehmen vor Ort. In enger Kooperation werden relevante 5G-Anwendungsfälle identifiziert und wirtschaftliche Potenziale analysiert. Die ersten Schritte in Richtung 5G werden von unserem Expertennetzwerk begleitet und durch fundierte Handlungsempfehlungen ergänzt (s. Bild 2).

Literatur:

BERG, A.: [Vortragsfolien] 5G in der Industrie. Berlin, 15.05.2019, 12 Folien. https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-05/190515_bitkom_charts_pk_5g.pdf (Link zuletzt geprüft: 19.05.2020)

PRESSE- UND INFORMATIONSSAMT DER BUNDESREGIERUNG (Hrsg.): [Pressemitteilung] 5G-Frequenzauktion ist beendet. Berlin, 13.06.2019. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digitalisierung/5g-auktion-beendet-1637030> (Link zuletzt geprüft: 19.05.2020)

sm · as · sa

Einen Überblick zu allen Aktivitäten finden Sie auch auf unserer Website: [5G.fir.de](https://5g.fir.de)

Sie haben Interesse an unserer Arbeit?
Wenden Sie sich gern an uns: 5g@fir.rwth-aachen.de



Vasco Seelmann, M.Sc.
FIR an der RWTH Aachen
Tel.: +49 241 47705-512



Lukas Stratmann, M.Sc.
FIR an der RWTH Aachen
Tel.: +49 241 47705-317



Murtaza Abbas, M.Sc.
FIR an der RWTH Aachen
Tel.: +49 241 47705-519