



REPUBLIK ÖSTERREICH  
Parlamentsdirektion

# Häufig gestellte Fragen zu 5G

**Ein Überblick über die neue Mobilfunk-Generation 5G**

---

Februar 2020

**Rechts-, Legislativ- & Wissenschaftlicher Dienst**

[rlw@parlament.gv.at](mailto:rlw@parlament.gv.at)

+43 1 40110 – 2610



## Was ist 5G?

Die Zukunft ist eng an die Verfügbarkeit und den Austausch von Daten gekoppelt. Angefangen mit künstlicher Intelligenz, selbstfahrenden Autos, über datengetriebene Medizin bis hin zum Einsatz von Sensoren und autonomen Robotern in der industriellen Produktion – all diese Anwendungsmöglichkeiten hängen vom zukünftigen Versprechen einer **schnellen** und **ständig verfügbaren, drahtlosen Internetverbindung** ab. Dieses Zukunftsversprechen ist besser bekannt als „5G“.

5G bezeichnet die fünfte Generation des Mobilfunks, die sich durch einen zentralen Aspekt von den vorhergehenden Generationen unterscheidet: 5G soll die **mobile Kommunikation mit und zwischen Maschinen** (Robotern, Computern) **und Geräten** (Sensoren, Smart Phones) erheblich verbessern.



### Was sind zentrale Eigenschaften von 5G?

- 10 Gbit/s **Datenrate** unter optimalen Bedingungen
- geringe **Latenzzeit** (1ms, d.h. nahezu Echtzeit-Übertragung)
- verdichtete Netzwerke mit höherer Kapazität, z.B. durch **Mikrozellen** ("Small cells")
- umfassende **Kommunikation mit und zwischen Maschinen** und Geräten

## Welche Frequenzen nutzt 5G?

5G überträgt Daten über Funkwellen in der gleichen Weise (Funkmodulation) und nutzt die gleichen **Funkfrequenzen wie das Vorgängersystem** (4G mit dem LTE-Standard). Darüber hinaus kann 5G im Bereich der Millimeterwellen, d.h. im **mmWave Bereich (>28GHz)**, eingesetzt werden, da dort noch größere zusammenhängende Frequenzbänder verfügbar sind.

Im Bereich der Millimeterwellen ist die Reichweite durch die höhere Funkfrequenz stark reduziert (die Strahlung wird leicht durch Hindernisse abgelenkt bzw. blockiert). Daher werden ergänzend sogenannte **Mikrozellen** für hohe Benutzerdichten (Stadien, Einkaufszentren, ...) eingesetzt. Die höhere spektrale Effizienz von 5G wird durch den Einsatz von **Antennen-Arrays (massive MIMO)** und die bessere Ausnutzung der räumlichen Funkwellenausbreitungseigenschaften erzielt.



## Wie funktioniert 5G?

5G basiert prinzipiell auf der gleichen Weise Daten über Funkwellen zu übertragen (Funkmodulation) wie die vorherigen Mobilfunkgenerationen und nutzt zum Großteil bestehende Sendeinfrastruktur (Kernnetzwerke, Funknetze, Basisstationen). Zukünftig wird die Integration von 4G- und 5G Netzen angestrebt. Um die mit 5G neu eingesetzten Frequenzbereiche im Millimeterwellenbereich effizient nutzen zu können (Erhöhung der Reichweite), ist der Einsatz von **Mikrozellen** zur Verdichtung der Netze notwendig.

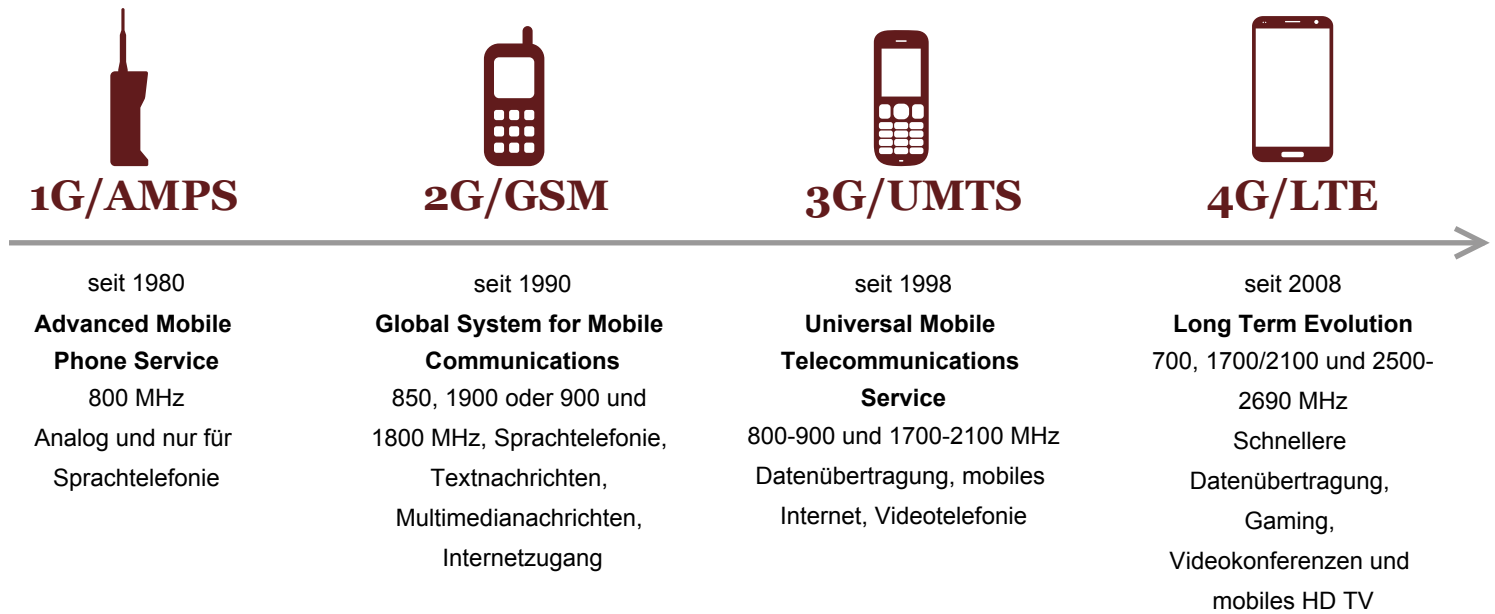


Mikrozelle

- Die Aufrüstung von bestehenden Sendeanlagen mit **Antennen-Arrays (massive MIMO)** wird notwendig, um einzelne mobile Empfangsgeräte bei Bedarf gezielt mit hohen Datenraten zu versorgen.
- Die **Virtualisierung von Netzwerken (Network Slicing)** ermöglicht zukünftig die flexible Nutzung der Netze in Hinblick auf unterschiedliche Anforderungen verschiedener Anwendungen (individueller Bedarf an Datenraten, Geschwindigkeiten und Kapazitäten)



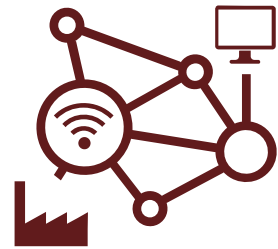
# Die Generationen vor 5G



## Was ist der Unterschied zwischen 4G und 5G?



4G/LTE+



5G

Genutzte Frequenzbereiche	800, 1800, 2600 MHz	4G-Frequenzbereich und 3,4 bis 3,8 GHz, 700/1500/2100 MHz +mmWave (>28GHz)
Übertragungsrate	12Mbit/s bis 1Gbit/s	3,6Gbit/s bis 10Gbit/s, in bestimmten Nutzungsszenarien auch bis zu 20Gbit/s
Latenzzeit	10ms	1ms
Max. Geschwindigkeit, mit der sich 5G-Endgeräte ohne Verlust des Netzzugangs bewegen dürfen	Bis 350 km/h	Bis 500 km/h
Energieeffizienz	0,1 mJ pro 100 bits	0,1 µJ pro 100 bits
Energieverbrauch	Hoch (im Vergleich zu Bluetooth oder NFC Technologie)	Hoch (im Vergleich zu Bluetooth oder NFC Technologie)
max. Gerätedichte	100.000/km <sup>2</sup>	1.000.000/km <sup>2</sup>



## Was ist der Stand der Einführung bei 5G in Österreich?

- 2019** Im März 2019 hat Österreich als eines der ersten europäischen Länder Frequenzen für 5G-Mobilfunk versteigert (3,4 bis 3,8 GHz). Im Frühjahr 2020 werden weitere Frequenzbänder im Bereich 700/1500/2100 MHz versteigert.
- 2020** Mögliche erste Anwendungen von 5G werden für 2020 und dem weiteren Ausbau der Mobilfunknetze durch die Mobilfunkanbieter in Aussicht gestellt.
- 2025** Die österreichische 5G-Strategie beinhaltet das Ziel bis Ende 2023 5G-Dienste auf den Hauptverkehrsverbindungen möglich zu machen und bis Ende 2025 eine nahezu flächendeckende Verfügbarkeit von 5G zu erreichen.

## Wie läuft die Einführung von 5G in Europa?

Das **5G Observatory** der EU dokumentiert den Einführungsfortschritt von 5G.



**11**

Europäische Mitgliedsstaaten haben 5G-Fahrpläne inkl. Frequenzstrategien veröffentlicht  
(AT, DK, EE, FI, FR, DE, LUX, ES, SE, NL, [UK])



**26**

EU-Mitgliedsstaaten haben öffentliche Konsultationen über 5G-Frequenzen/-Strategien eingeleitet



**10**

Europäische Länder bieten bereits kommerzielle 5G-Services an



**222**

Versuche und Tests mit 5G wurden bislang in Europa durchgeführt

## Welche Anwendungsmöglichkeiten für 5G gibt es?

Sozioökonomischer Mehrwert von 5G wird vor allem in den sogenannten **vertikalen Märkten** gesehen (Telekommunikation, Automobilsektor, Gesundheitsbereich). Darüber hinaus soll 5G vor allem ein Netz für das **Internet der Dinge** sein, dass auf die Vernetzung von Geräten und Maschinen, z.B. im Heimbereich unter dem Schlagwort "**Smart Home**" oder im Energiebereich unter dem Schlagwort "**Smart Grids**", abzielt.

Erste Tests und Versuche mit 5G wurden vor allem im Bereich Medien und Unterhaltung durchgeführt. Aber auch für die Weiterentwicklung von autonomen Fahrzeugen wird 5G bereits zu Testzwecken eingesetzt.

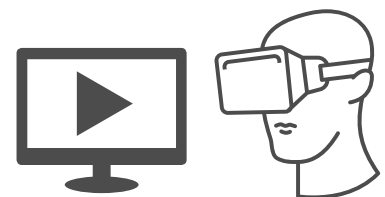
### 3 Anwendungsszenarien für 5G

Die internationale Telekommunikationsvereinigung (ITU) hat drei Anwendungsszenarien für 5G skizziert:

#### Szenario 1: Enhanced mobile broadband (eMBB) - Verbessertes mobiles Breitband

Verbesserte Breitbandanbindung (im Innenraum und Außenraum) für z.B.

- 3D-Videoübertragung
- Augmented- und Virtual Reality-Anwendungen
- Arbeiten und Spielen in der Cloud



#### Szenario 2: Massive machine-type communications (mMTC) - Umfassende Kommunikation mit dem Internet der Dinge

- Monitoring von Objekten
- Smarte, d.h. digital unterstützte Landwirtschaft
- Smarte Städte, d.h. effiziente, technologisch fortschrittliche, grüne und sozial inklusive Städte
- Energiemonitoring
- Vernetzung von intelligenten Geräten im Heimbereich ("Smart Homes")



#### Szenario 3: Ultra-reliable and low-latency communications (URLLC) - Verlässliche Kommunikation mit geringen Latenzzeiten (Echtzeit-Übertragung zwischen Maschinen)

- Autonomes Fahren
- Smart Grids
- Gesundheitsdatenmonitoring und Telemedizin
- Industrielle Automatisierung





## Zukünftige 5G Anwendungen im Gesundheitsbereich

Das Thema Gesundheit ist im Zusammenhang mit 5G von besonderer Relevanz, da der Technologie gerade für den Einsatz im Gesundheitsbereich hohes Potenzial zugeschrieben wird. Eine Vielzahl von Anwendungen bauen auf der Verfügbarkeit von 5G auf, gerade in den Bereichen Telemedizin und Gesundheitsdaten-Monitoring.



### Smarte Rollstühle

Ein smarterer, d.h. intelligenter, Rollstuhl ist ein Elektrorollstuhl, an dem Computer, Sensoren und assistive Technologien angebracht sind. Da Menschen mit Behinderung oft nicht in der Lage sind den Rollstuhl mit einem herkömmlichen Joystick zu bedienen, werden alternative mobile Steuerungssysteme, ähnlich der Technologie des autonomen Fahrens eingesetzt.



### Echtzeitmessung von Vitalwerten

Anhand von Fitnessuhren oder ähnlicher tragbarer Sensoren (Wearables) können Blutdruck und viele weitere Vitaldaten in Echtzeit übermittelt werden. Gesundheitliche Zwischenfälle könnten dadurch verhindert werden, bevor sie entstehen.



### Telemedizinische Wundversorgung

Die Stadt Wien fördert erste 5G-Anwendungen für Wienerinnen und Wiener, darunter das Projekt eines Start-ups, das gemeinsam mit Technologiepartnern eine Anwendung zur telemedizinischen Wundversorgung für die Mobile Pflege in Wien entwickeln möchte.



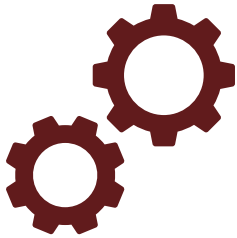
### Smarte Rettungswagen

Mit 5G-Anwendungen im Rettungswagen, wie z.B. präziser Videodiagnostik und dem Einsatz von hochauflösenden Scannern, können bereits wichtige Daten auf dem Weg ins Krankenhaus übermittelt und damit die Behandlung optimiert werden.



# Herausforderungen und Chancen für die Zukunft von 5G

In Anbetracht der breiten Anwendungsmöglichkeiten und dem erwarteten Mehrwert von 5G-Technologien, bestehen gegenwärtig vielfältige Herausforderungen bei der flächendeckenden Einführung von 5G.



## Technologische Herausforderungen:

- Konkurrierende Anwendungsziele: soll 5G für verlässliche Kommunikation mit geringer Latenzzeit beim autonomen Fahren eingesetzt werden, erfordert dies hohe Datenübertragungskapazitäten, die dann für andere Anwendungszwecke nicht zur Verfügung stehen, u.U. können zukünftig nicht alle Anwendungsanforderungen mit gleicher Qualität erfüllt werden
- Weitere Forschung an 5G-Technologien ist notwendig, wie z.B. Verbesserung von massive MIMO um Kapazitäten weiter zu erhöhen

## Soziale Herausforderungen:

- Vertiefung der digitalen Kluft ("Digital Divide"): die unterschiedlichen Anwendungsszenarien verweisen bereits auf unterschiedliche Verfügbarkeit von und Zugang zum neuen 5G-Hochleistungsmobilfunk, bspw. wenn 5G für die Vernetzung von Industriemaschinen in einem geschlossenen Betriebsgelände eingesetzt wird.
- Netzneutralität: mit den unterschiedlichen Anwendungen gehen auch neue Geschäftsmodelle einher (z.B. Zero-Rating), die Auswirkungen auf die Netzneutralität haben können



## Weitere Herausforderungen:

- Datenschutz im Zusammenhang mit neuen, innovativen Anwendungen
- Sicherheit in Hinblick auf Infrastruktur und Versorgungsgarantie
- Energieeffizienz
- Aspekte der Gesundheit (siehe dazu Bericht "5G-Mobilfunk & Gesundheit")



## Ökonomische Herausforderungen:

- hohe Kosten für Infrastrukturausbau
- vertikale Märkte mit anderen Abhängigkeiten und Dynamiken als horizontale Märkte
- globaler Wettbewerb, da Frequenzbänder globales Gemeinschaftsgut sind



## Chancen für 5G:

- neue Nutzungsmöglichkeiten für mobile Kommunikation: hohes Innovationspotenzial
- Möglichkeit zur Positionierung am globalen Markt
- Synergieeffekte mit dem gleichzeitigen Breitbandausbau (Grundlage für 5G): Flächendeckende Funkversorgung mit Breitbanddiensten wäre komplementär zur kabelgebundenen Versorgung (Glasfaser, xDSL) und würde folgende Vorteile bieten:
  - 5G Basisstationen brauchen ein Glasfasernetz zu Anbindung an das Kernnetz
  - 5G Funkssysteme teilen die Bandbreite in einer Zelle immer mit alle BenutzerInnen, während die Bandbreite eines Kabels einer Benutzerin alleine zur Verfügung steht
  - die kabelgebundene (optische) Datenübertragung ist **energieeffizienter** als funkbasierte Systeme wie 5G







# Glossar

## 5G Observatory

Um den Fortschritt des 5G-Aktionsplans zu überwachen, hat die EU-Kommission 2018 die Europäische 5G-Beobachtungsstelle ins Leben gerufen. Das 5G Observatory ist ein Monitoring-Tool für wichtige Marktentwicklungen in Europa im globalen Kontext und liefert regelmäßige Updates zum aktuellen Stand von 5G in Europa. <https://5gobservatory.eu/>

## Antennen-Arrays (für massive MIMO)

Antennen-Arrays sind viele Antennen gebündelt in einer Sendeanlage, die zur Signalverstärkung und zur präzisen räumlichen Verteilung der Signale genutzt werden.

## Augmented Reality (AR)/Virtual Reality (VR)

Augmented Reality, auf Deutsch "erweiterte Realität", und Virtual Reality, auf Deutsch "virtuelle Realität", sind zwei Technologien, die durch den Einsatz von digitalen Geräten, wie z.B. Computerbrillen oder Smart Phones, die Realitätswahrnehmung verändern. Ein Beispiel für VR ist das Einblenden von Entfernungen bei Übertragungen von Fußballspielen.

## Frequenzband

Ein Frequenzband bezeichnet Frequenzbereiche, also Teilbereiche des elektromagnetischen Spektrums, die zur technischen Kommunikation verwendet werden.

## Datenrate/Übertragungsrate (Mbit/s, Gbit/s)

Die Datenübertragungsrate wird in Mbit/s bzw. Gbit/s angegeben und beschreibt die digitale Datenmenge (Bits), die innerhalb einer bestimmten Zeit (1s) über einen Kanal übertragen wird. Die maximale Datenübertragungsrate, die fehlerfrei übertragen werden kann, ist die Kanalkapazität. Zusammen mit der Latenzzeit (Antwortverzögerung bzw. Reaktionszeit) bildet sie ein Maß für die Leistungsfähigkeit eines Kanals.

## Device-to-Device Communication

D2D Communication, auf Deutsch „Von-Gerät-zu-Gerät-Kommunikation“ ist eine hybride Funktechnik, die direkte Kommunikation zwischen nahe beieinander liegenden Mobilgeräten bzw. die direkte Kommunikation von zwei Endgeräten innerhalb einer Funkzelle ermöglicht.

## Edge Computing

Edge Computing, d.h. die dezentrale Datenverarbeitung am Rand eines Netzwerks, verringert das zu übertragende Datenvolumen und damit den Datenaustausch und die Übertragungstrecke erheblich, wodurch die Übertragungskosten und die Wartezeiten sinken und die Servicequalität insgesamt steigt.

## Internet der Dinge

Das Internet of Things IoT, auf Deutsch Internet der Dinge, beschreibt die Vernetzung von physischen und virtuellen Welten und zielt auf die Schaffung von intelligenten Umgebungen ab. Praktisch bedeutet das die umfassende Vernetzung von Geräten zur Datenerhebung, Maschinen zur Datenverarbeitung, und Menschen, die durch die Datennutzung profitieren sollen.

## **Kernnetz**

Das Kernnetz, auch Backbone-Netz genannt, sorgt für die flächendeckenden Verbindungen mit hohen Übertragungsraten über große Entfernungen. Nationale, internationale und globale Telekommunikationsnetzwerke können als Kernnetze fungieren, aber auch eigenständige Hochgeschwindigkeitsnetze können als Kernnetze eingesetzt werden.

## **Latenzzeit**

Latenzzeit oder Antwortzeit beschreibt die Zeitverzögerung, die aufgrund physikalischer Grenzen bei der Datenübertragung eintritt. Während die Latenzzeit im 3G-Netz noch bei rund 100 Millisekunden und im 4G-Netz noch bei etwa 30 Millisekunden lag, können Daten im 5G-Netz mit einer Antwortzeit von einer Millisekunde, d.h. nahezu in Echtzeit übertragen werden.

## **Massive MIMO**

MIMO, d.h. Multiple Input, Multiple Output, bezeichnet ein Mehrantennenverfahren, das die zu übertragenden Daten auf verschiedene Senderantennen aufteilt und von mehreren Empfängerantennen erfasst werden. Mit massive MIMO können somit über dasselbe Frequenzband gleichzeitig mehrere Endgeräte versorgt bzw. in Summe mehr Daten übertragen werden. Massive MIMO basiert auf dem Prinzip der räumlichen Trennung der Datenströme, das auch "Spatial Multiplexing" genannt wird.

## **Mikrozellen**

Mikrozellen sind Sendeanlagen mit geringer Leistungsabgabe und kleinem Wirkungskreis. Sie werden zur Entlastung großer Basisstationen bzw. an Verbraucherschwerpunkten (Kreuzungen, stark befahrene Hauptstraßen, Großveranstaltungen) installiert, um Übertragungsspitzen oder Versorgungslücken abzudecken.

## **mmWave Bereich**

mmWave Bereich bezeichnet den Frequenzbereich der Millimeterwellen umfasst. Millimeterwellen sind elektromagnetische Wellen mit einer Wellenlänge von ca. 1–10 mm. Sie werden im Vergleich zu Langwellen einfach von Objekten und Hindernissen abgelenkt. Um auch hier eine Signalübertragung in hoher Qualität zu garantieren, soll zukünftig die "massive MIMO"-Technologie weiterentwickelt werden.

## **Netzneutralität**

Netzneutralität ist ein Begriff aus den 1990ern, der anfänglich auf den Erhalt der Anonymität im Internet ausgerichtet war, heute aber den gleichen Zugang zu und die gleiche Qualität von Internet für alle in den Mittelpunkt rückt. Netzneutralität meint vordergründig die Gleichbehandlung von Daten bei der Übertragung im Internet, ist aber ein vieldiskutierter und uneindeutiger Begriff. Im Wettbewerb um NutzerInnen werden Fragen zur Umsetzung von Offenheit, der Ermöglichung von Innovationen und der Berücksichtigung von NutzerInnenpräferenzen im Zusammenhang mit Netzneutralität diskutiert.

## **Network Slicing**

Network Slicing, auf Deutsch „das Netzwerk in Scheiben schneiden“, beschreibt die hohe Flexibilität des 5G Netzes in Hinblick auf unterschiedliche Endgerät-Anforderungen. Beim Network Slicing nutzt jede Anwendung nur jenes Stück des 5G-Netzes bzw. RANs, welches sie

vordergründig benötigt (z.B. Geschwindigkeit, Reaktionszeit oder Kapazität). Internet Service Provider (ISPs), d.h. Telekommunikationsnetzanbieter, können Netzkapazitäten für bestimmte Einrichtungen, wie z.B. Polizei, Rettung oder Feuerwehr reservieren, damit sie auch im Krisenfall erreichbar bleiben, sollte das Handynetz ausfallen.

## **Radio Access Network (RAN)**

Ein Radio Access Network, auf Deutsch Funkzugangnetz, bezeichnet die drahtlosen Zugangnetze, die für die Funkverbindung zwischen den mobilen Endgeräten und dem Kernnetz sorgen. Ein Radio Access Network (RAN) besteht aus Basisstationen (BS), die die Funkverbindungen zu den mobilen Endgeräten herstellen und den Radio Network Controllern (RNC), die die Verbindung zum Kernnetz garantieren.

## **Smart Grids**

Intelligente Netze beschreiben Energienetze, die durch Digitalisierung den Austausch zwischen Netzkomponenten, Erzeugern und Verbrauchern ermöglichen und damit zum energie- und kosteneffizienten Betrieb beitragen.

## **Smart Home**

Heimsysteme, die Geräte im Wohnraum miteinander vernetzen und automatisierte Abläufe unterstützen, mit dem Ziel die Wohnqualität bei effizienter Energienutzung zu erhöhen.

## **Vertikale Märkte**

Ein vertikaler Markt bietet Produkte und Dienstleistungen aus der gesamten Wertschöpfungskette einer Branche an, wie z.B. in der Automobilindustrie, im Gesundheitswesen, in der Logistik oder im Energiebereich. In vertikalen Industriesektoren ist die Abhängigkeit der Geschäftspartner höher, gleichzeitig bieten sie den Rahmen für neue Geschäftsmodelle und Services. Horizontale Märkte bieten im Gegensatz ein Produkt bzw. eine Dienstleistung an Unternehmen unterschiedlicher Branchen an. Dadurch sind horizontale Märkte offener und haben geringere Eintrittsbarrieren, da die angebotene Ware standardisiert, aber doch allgemein einsetzbar ist.

## **Wearables**

Tragbare Sensoren, die bspw. Vitalwerte, Blutzucker u.ä. Parameter messen können. Die Messdaten werden meist über Funkverbindung übertragen. Sie sind in unterschiedlicher Form verfügbar (Smart Watches, intelligente Kleidung, elektronische Haut, u.ä.) und zukünftig als digital angebundene Geräte in einem 5G-Netzwerk denkbar.

## **Zero-Rating**

Zero-Rating bezeichnet das Geschäftsmodell der Mobilfunkbetreiber (MNO, Mobile Network Operators) und Telekommunikationsnetzbetreiber (ISP) das Datenvolumen für spezifische Dienste (z.B. Wikipedia, Facebook) über ihr Netz kostenfrei anzubieten. Das Modell steht wegen Wettbewerbsverzerrung und Behinderung offener Märkte in Kritik, v.a. weil es im Zusammenhang mit mobilen Funkverbindungen steht, die aufgrund fehlender Breitbandanbindung in bestimmten Regionen (globaler Süden) alternativlos ist.



## Weiterführende Literaturhinweise zu 5G

### Strategiedokumente:

Europäische Kommission (2016): 5G for Europe: an Action Plan. Brüssel: EC.

bmvit, BMF und BMDW (2018): 5G-Strategie. Österreichs Weg zum 5G-Vorreiter in Europa, Wien: bmvit.

Pujol, F., Manero, C., Carle, B. und Remis, S. (2020): 5G Observatory Quarterly Report 6 Up to December 2019, European Commission, Directorate-General of Communications Networks and Content & Technology: IDATE Digiworld.

### Wissenschaftliche Artikel:

Ahad, A., Tahir, M. und Yau, K. A. (2019): 5G-Based Smart Healthcare Network: Architecture, Taxonomy, Challenges and Future Research Directions, IEEE Access 7, 100747-100762.

Baliga, J., Ayre, R., Hinton, K., and Tucker, R.S. (2011): Energy Consumption in Wired and Wireless Access Networks. IEEE Communications Magazine.

Cave, M. (2018): How disruptive is 5G?, Telecommunications Policy 42(8), 653-658.

de Mattos, W. D. und Gondim, P. R. L. (2016): M-Health Solutions Using 5G Networks and M2M Communications, It Professional 18(3), 24-29; auch veröffentlicht in: IT Prof.

Di Ciaula, A. (2018): Towards 5G communication systems: Are there health implications?, International Journal of Hygiene and Environmental Health, 221(3), 367-375.

Frias, Z. und Pérez Martínez, J. (2018): 5G networks: Will technology and policy collide?, Telecommunications Policy 42(8), 612-621.

Lemstra, W. (2018): Leadership with 5G in Europe: Two contrasting images of the future, with policy and regulatory implications, Telecommunications Policy 42(8), 587-611.

Mandl, P., Pezzei, P. und Leitgeb, E. (2018): Selected Health and Law Issues regarding Mobile Communications with Respect to 5G. 2018 International Conference on Broadband Communications for Next Generation Networks and Multimedia Applications, hg. v. Plank, T., New York: IEEE.

Oughton, E. J. und Frias, Z. (2018): The cost, coverage and rollout implications of 5G infrastructure in Britain, Telecommunications Policy 42(8), 636-652.

Pihkola, H.; Hongisto, M.; Apilo, O.; Lasanen, M. (2018): Evaluating the Energy Consumption of Mobile Data Transfer—From Technology Development to Consumer Behaviour and Life Cycle Thinking. Sustainability 10, no. 7: 2494.

### Foresight-Quellen:

Negreiro, M. (2017): Towards a European gigabitsociety. Connectivity targets and 5G. Briefing June 2017. EPRS | EuropeanParliamentary Research Service.

World Economic Forum (2020): Global Risks Report 2020.