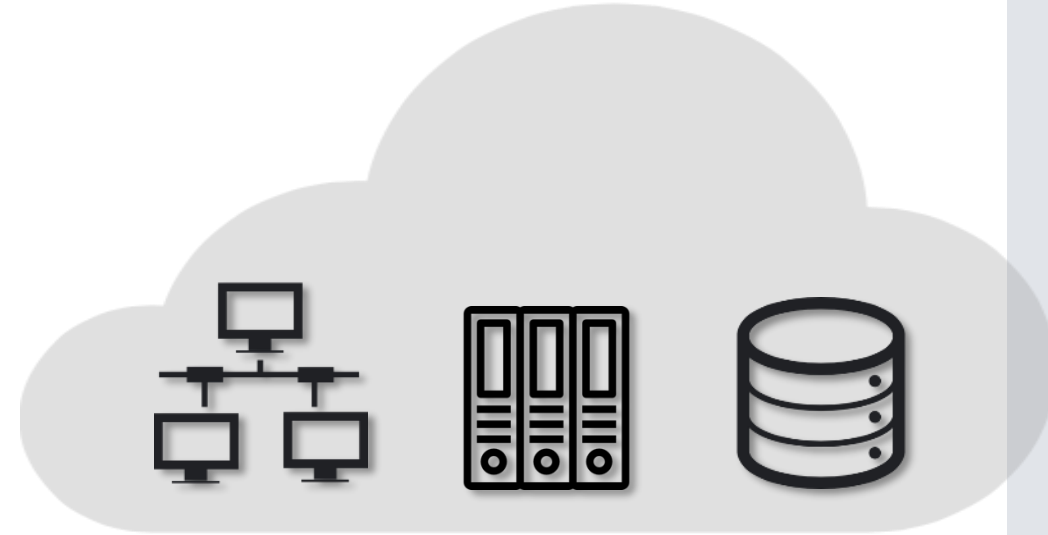
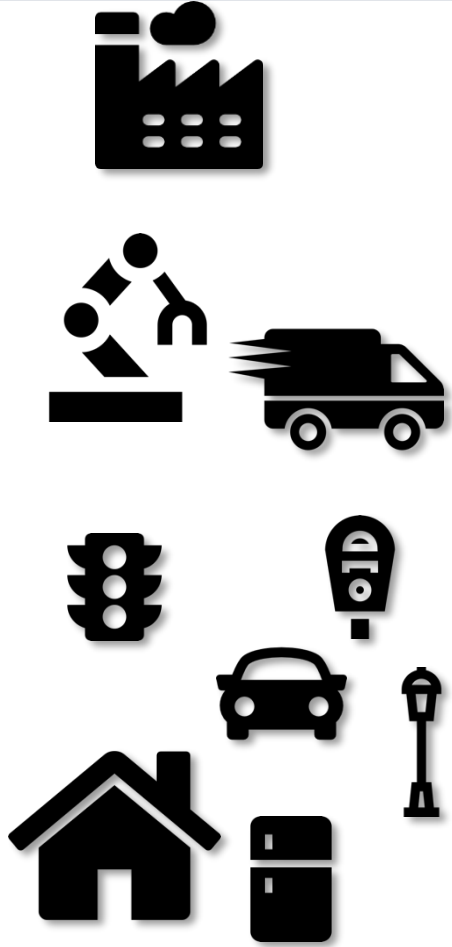


Vom Datacenter bis zum Endgerät, 5G als universelle Infrastruktur?

Dr. Simon Oberthür | SICP – Software Innovation Campus Paderborn
Universität Paderborn | Begleitforschung IP45G

5G für alles?

5G



5G-Mobilfunk – Mehr als ein Performance-Update

Agenda

- Begleitforschung IP45G
- 5G Hype oder Realität?
- 5G: Erwartungen
 - Performance und Anwendungsfelder
 - Revolution im Verborgenen: Virtualisierung
- 5G: Herausforderungen
 - Anforderungen, Frequenzen, Zellgröße
 - Netzausbau & Frequenzvergabe
 - Alternativen: sigfox, LoRa, LTE-M, Narrowband IoT, ...
- 5G: Weiterführende Informationen

IP45G Informationsplattform für 5G

BMBF-Begleitforschung Forschungsschwerpunktes „5G Industrielles Internet“

Begleitforschung IP45G

Wer sind wir?



Gunnar Schomaker



Simon Oberthür



Thomas Mager



Lutz Stobbe



Jan Druschke



Michael Kemkes



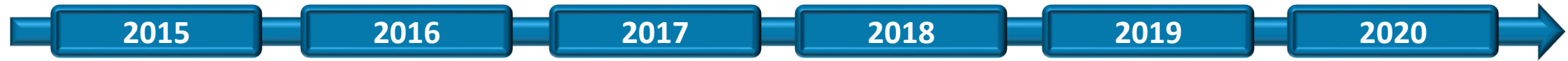
Martina Creutzfeldt



Wojciech Reinhardt

Begleitforschung IP45G

5G Forschungsinitiativen des BMBF



Zuverlässige Drahtlose Kommunikation in der Industrie (ZDKI)
8 Verbundprojekte & BZKI // www.industrialradio.de



- ParSEC
- SBDist
- PROWILAN
- DEAL
- HiFlecs
- OWICELLS
- KOI
- TreuFunk
- *BZKI*



5G Industrielles Internet (5GII)
7 Verbundprojekte & IP45G // www.ip45g.de



- i3
- SESAM
- SiNSeWa
- FlexSi-Pro
- FIND
- 5Gang
- SEKOM
- **IP45G**

5G Taktils Internet (5GTI)
3 Verbundprojekte



- 5G NetMobil
- AMMCOA
- TacNet 4.0



IP45G [\[www.ip45g.de\]](http://www.ip45g.de)
Informationsplattform für 5G

5G – Hype

5G an jeder Milchkanne?

5G – Hype?

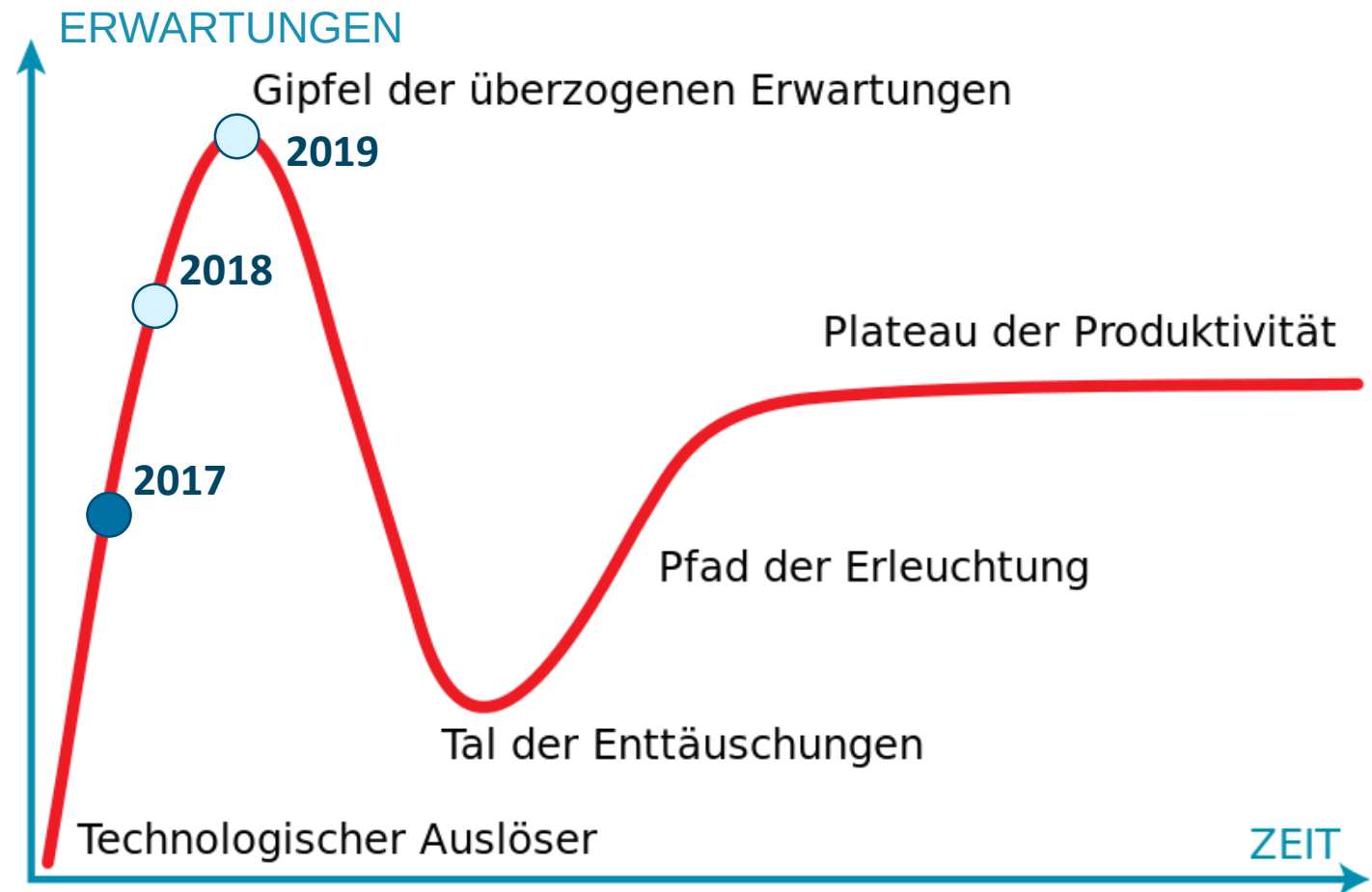
Der Blick in die Zukunft

Gartner Hype Cycle

- Bewertung von „Emerging Technologies“

5G im Hype Cycle

- 5G in 2017 aufgenommen
- „Years to mainstream adoption:
2017: 5 to 10 years
2018 &
2019: 2 to 5 years“

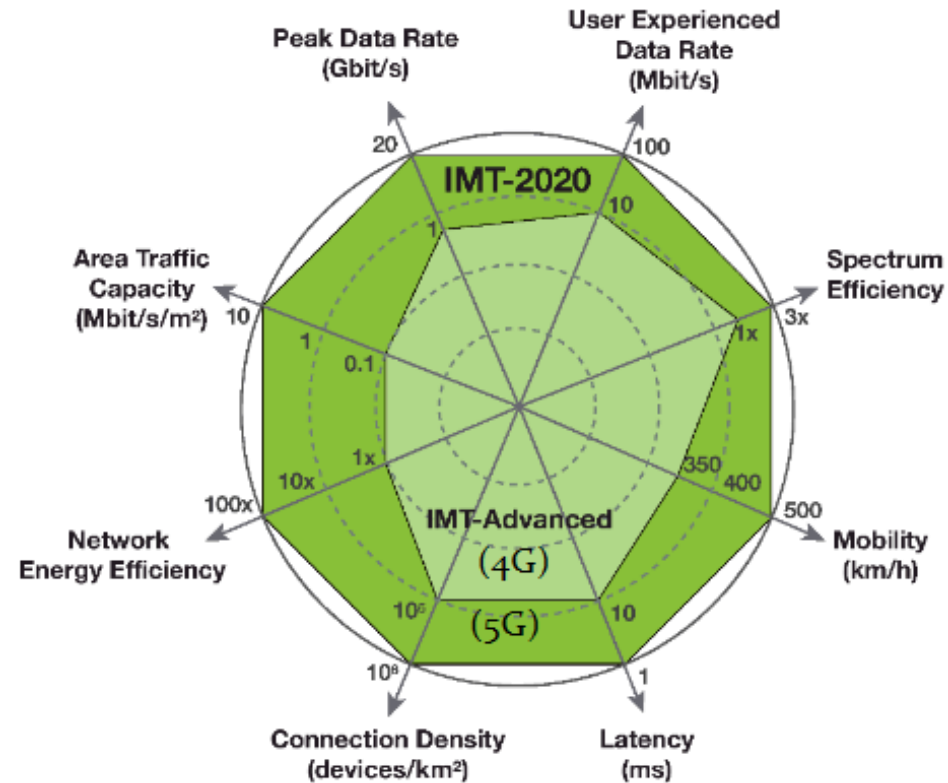


5G: Erwartungen

Performance und Anwendungsfelder

5G: Erwartungen

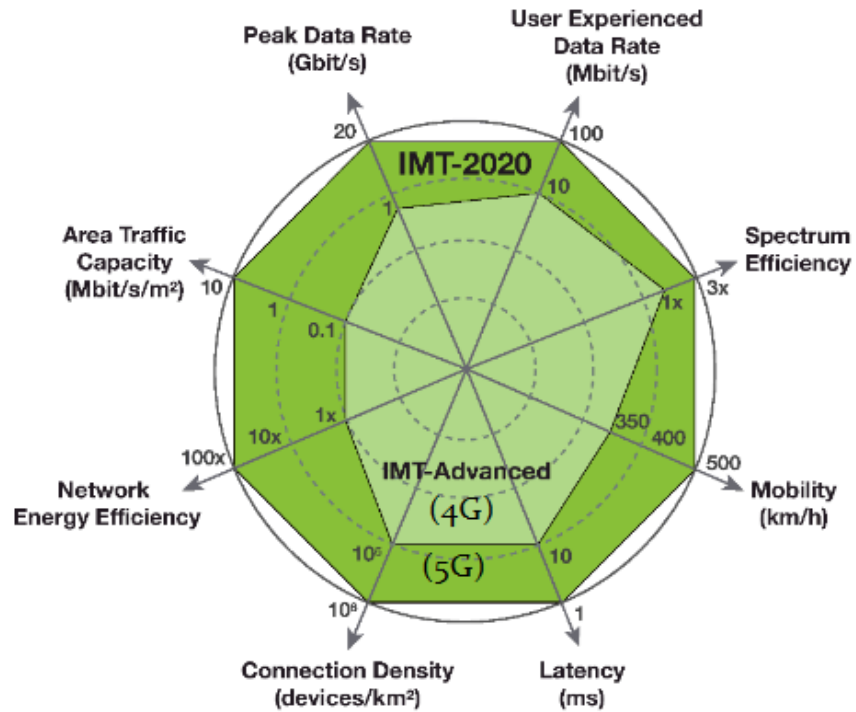
Das Versprechen: Performance



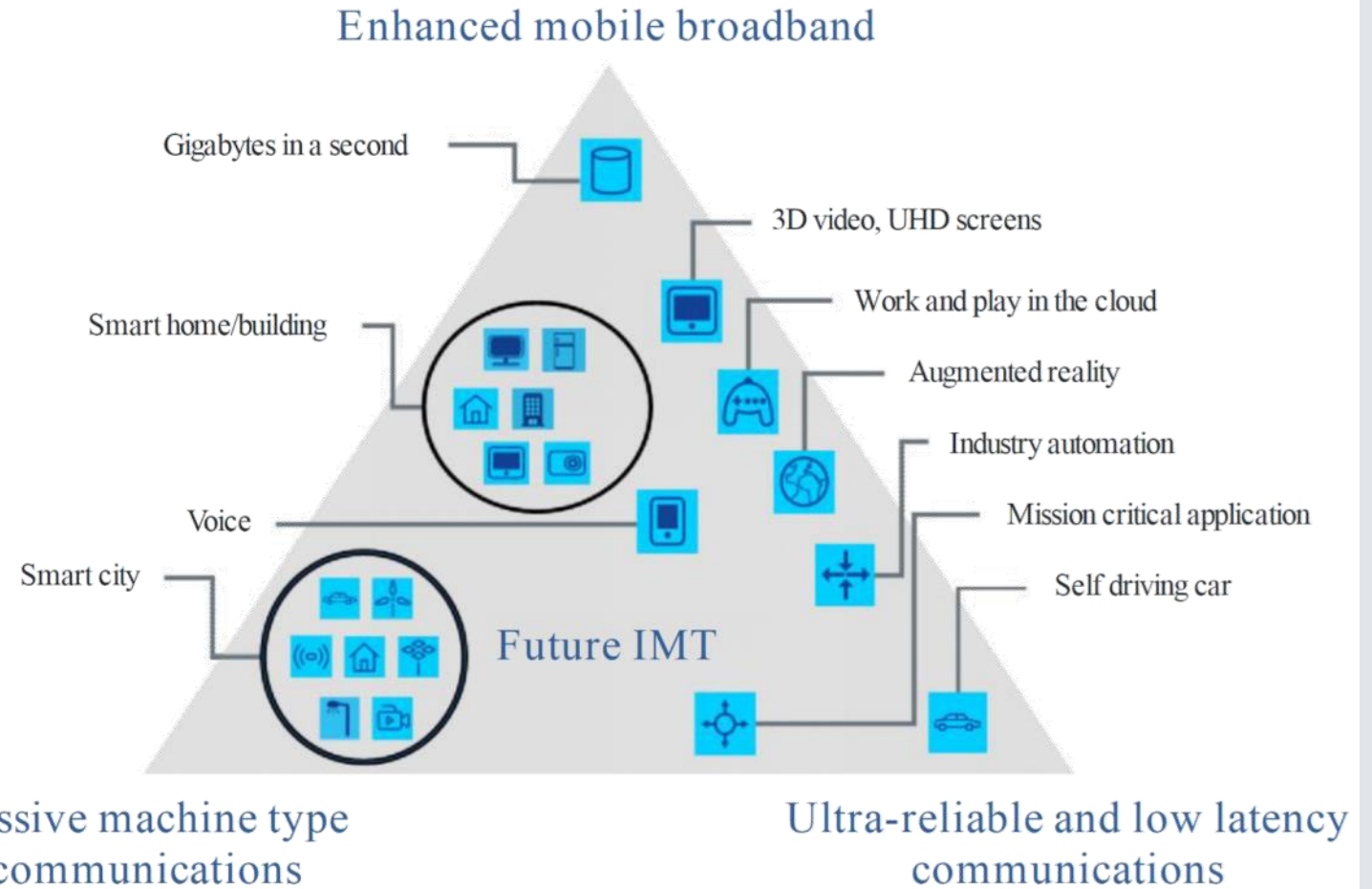
Quelle: 3GPP

5G: Erwartungen

Das Versprechen: Neue Use Cases



Quelle: 3GPP



5G: Erwartungen

5G Anwendungsbereiche – Ericsson Studie

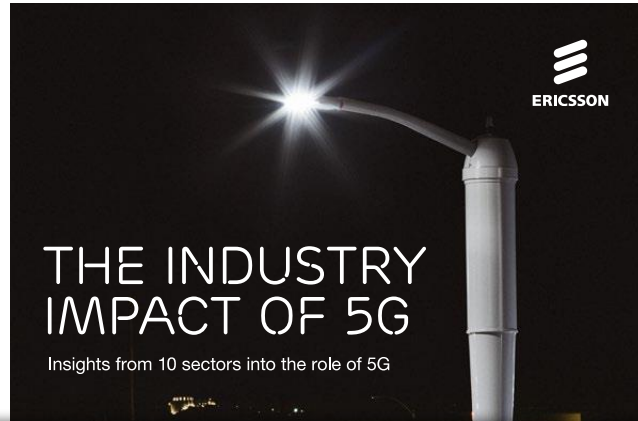
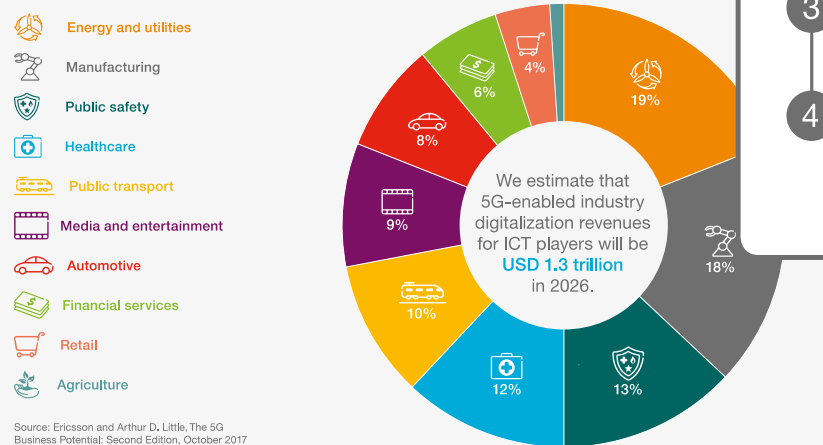


Figure 6: 5G-enabled industry digitalization revenues for ICT players, 2026



Manufacturing



- 1 > Large network of sensors for predictive maintenance of machines/robots on the factory floor
- 2 > Cloud robotics (processing happens in the cloud for smaller, cheaper robots that can be centrally controlled and untethered in any environment)
- 3 > Identification and tracking of goods in the end-to-end value chain
- 4 > Remote quality inspection/diagnostics with high-resolution/3D video or haptic feedback, thermal and other sensors

Biggest pain points 5G can overcome

Manufacturing



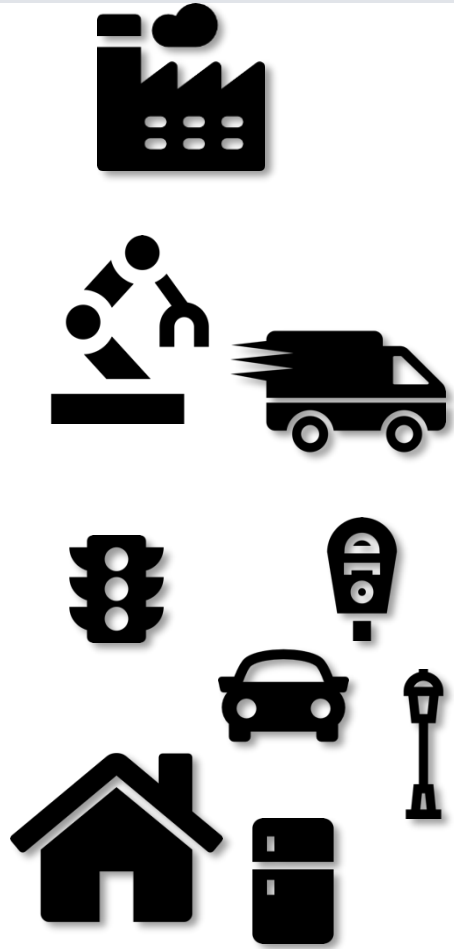
- 1 > Connectivity issues, such as insufficient bandwidth, speed and latency issues
- 2 > Organizational culture, such as accepting change/new processes and learning new skills
- 3 > Real-time communication between machines, i.e. low latency
- 4 > Long-term sustainability

5G: Erwartungen

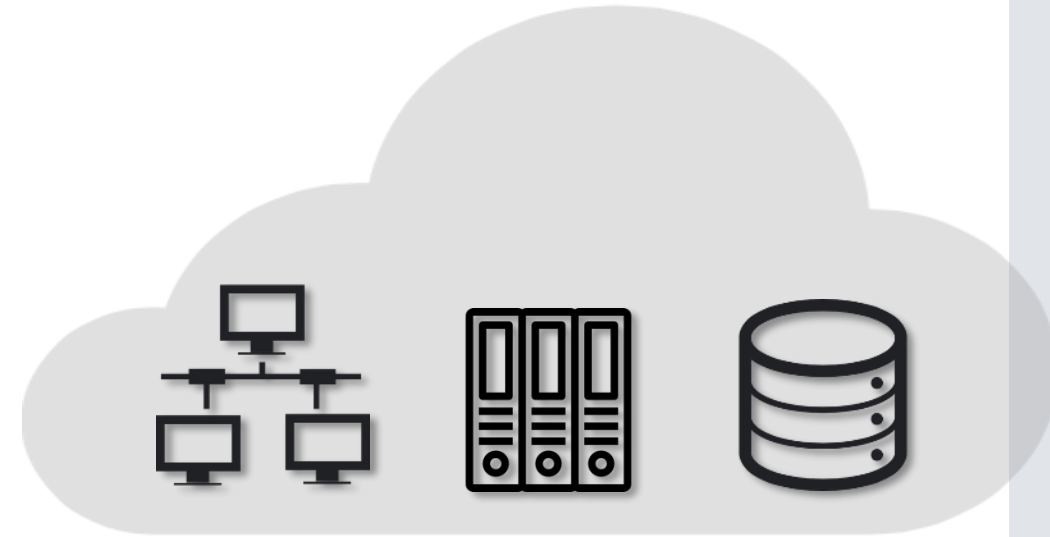
Revolution im Verborgenen: Virtualisierung

5G: Erwartungen

Endgeräte, Netzwerk & Datacenter wachsen zusammen

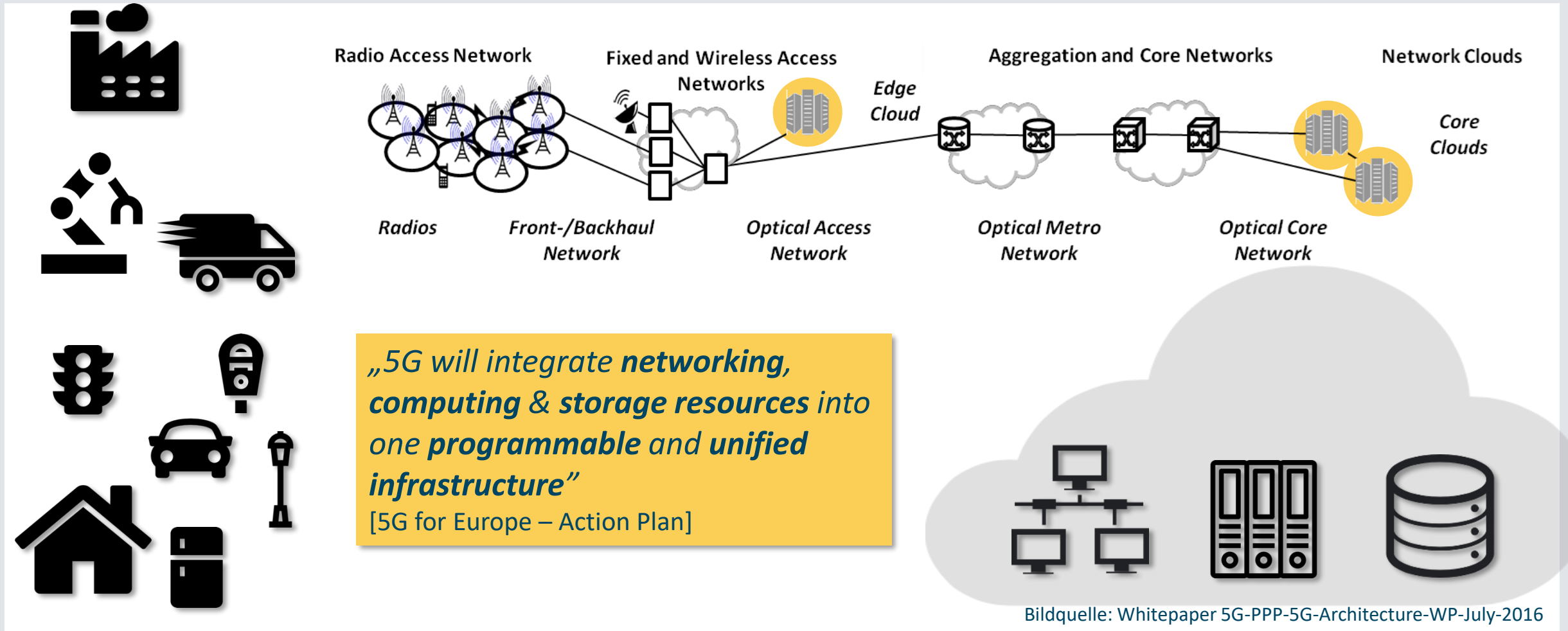


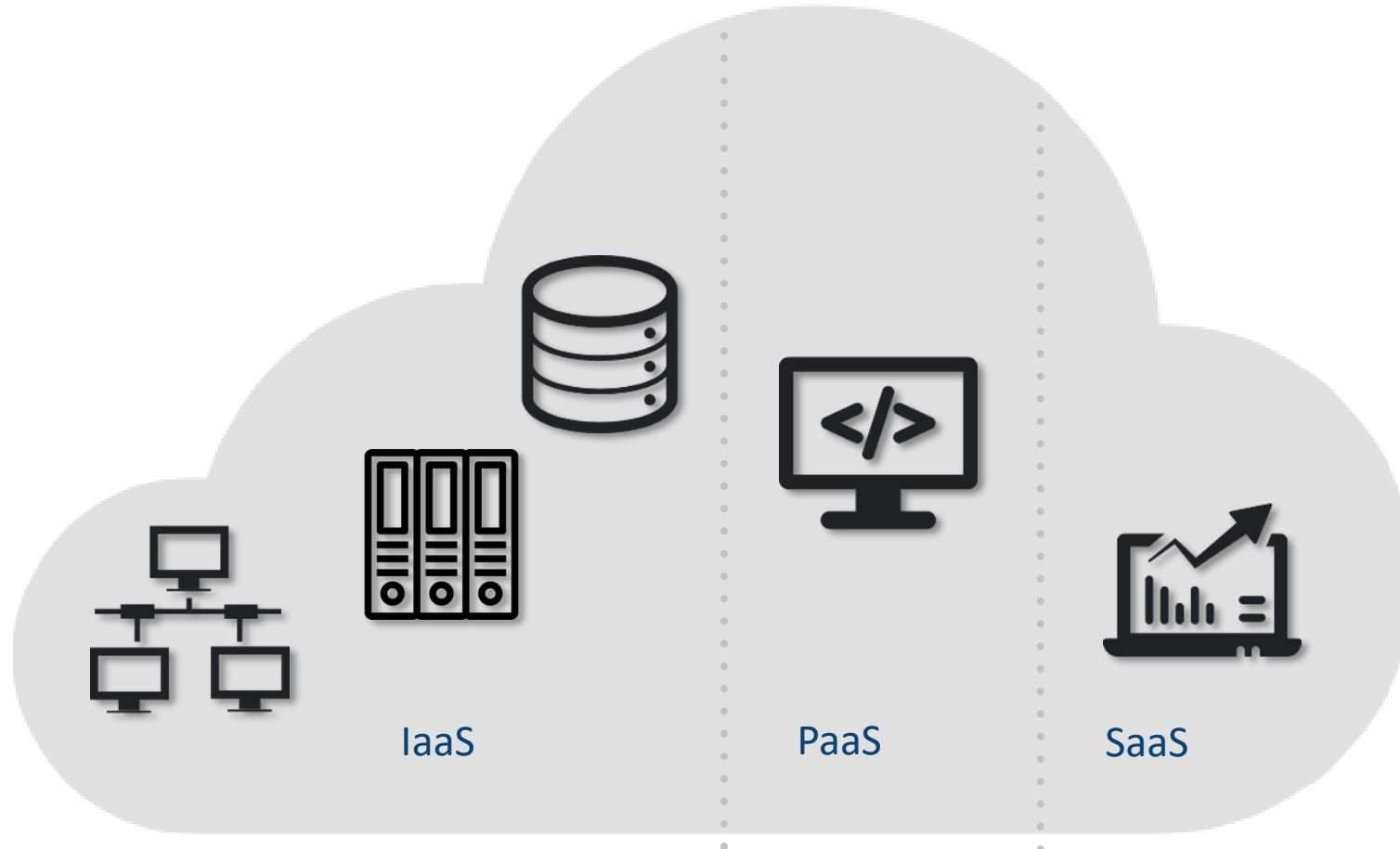
5G 

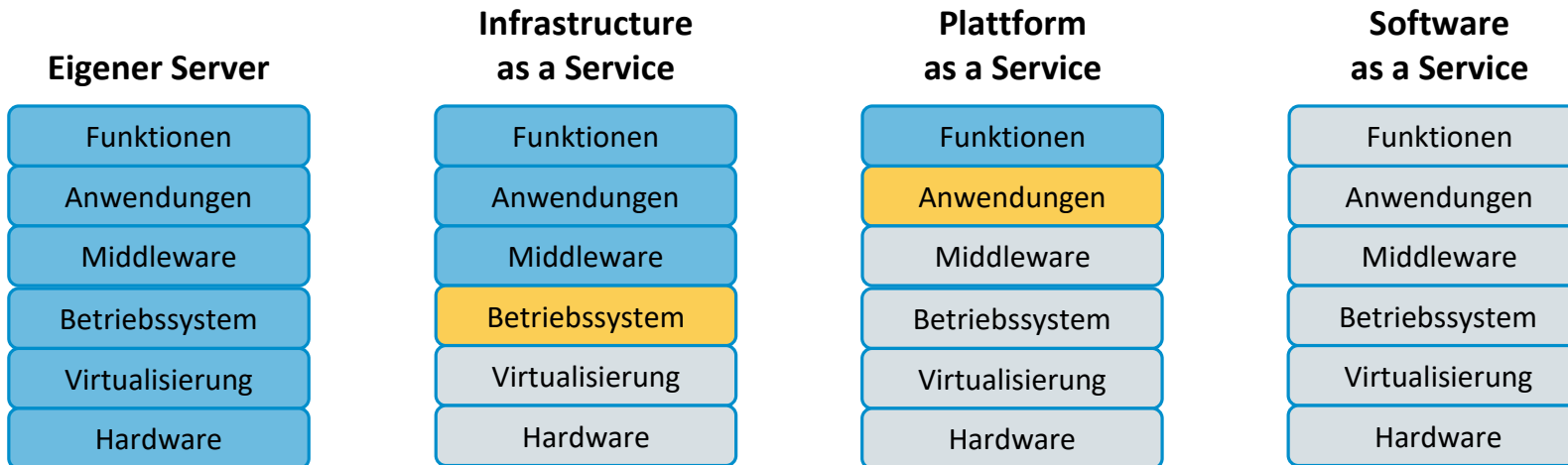
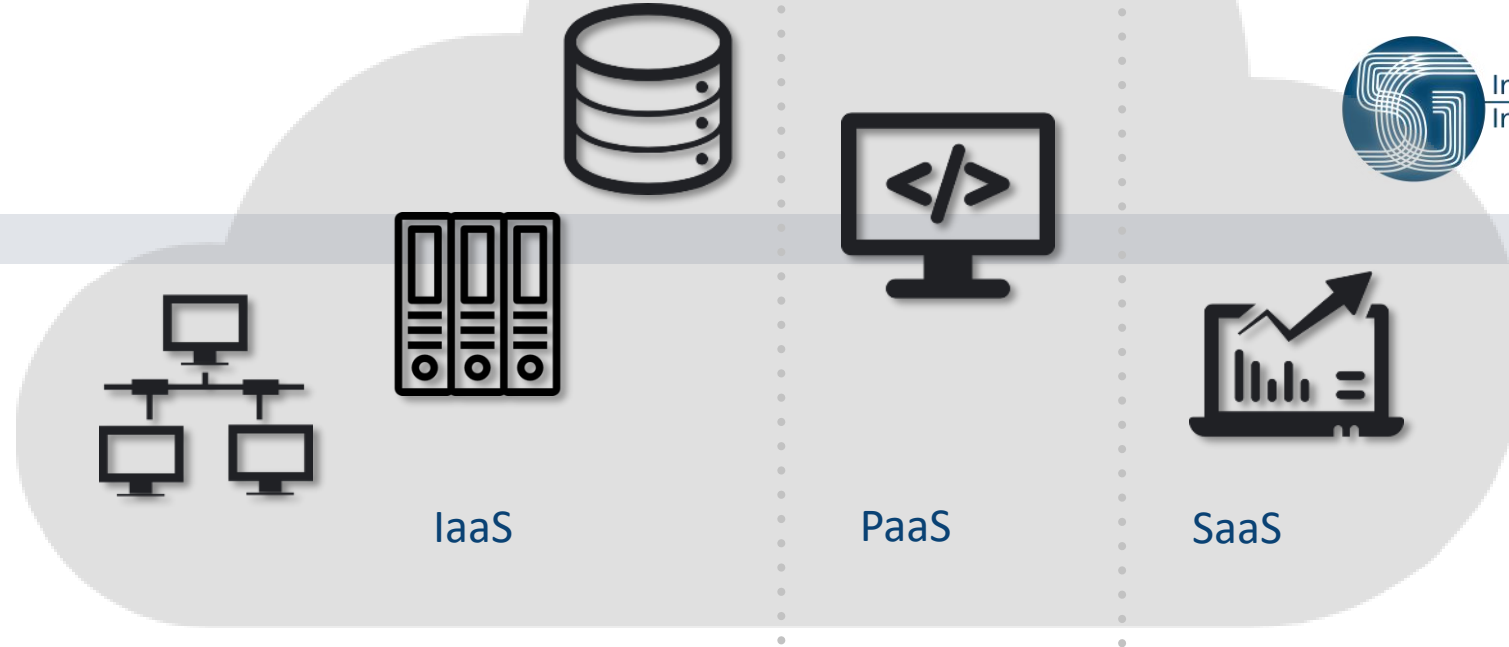


5G: Erwartungen

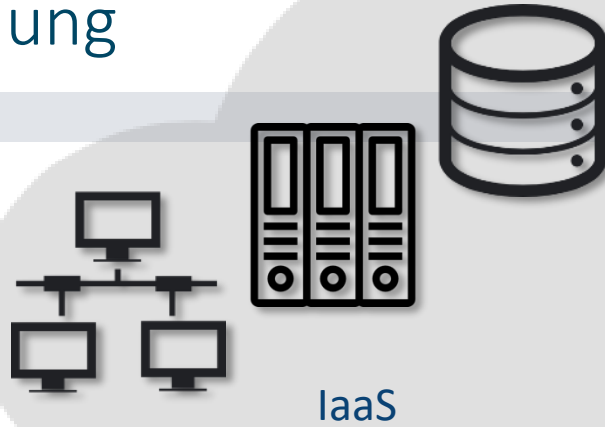
Netzwerk, Speicher & Rechenleistung wachsen zusammen







Virtualisierung Entwicklung



Eigener Server

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Infrastructure as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

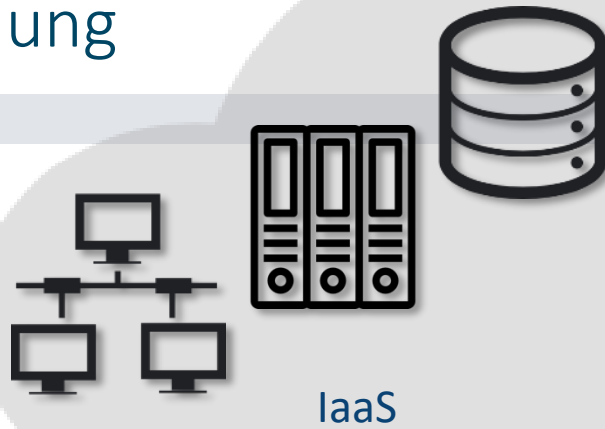
Plattform as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Software as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Virtualisierung Entwicklung



Eigener Server

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Infrastructure as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

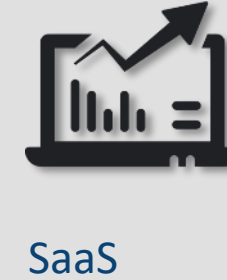
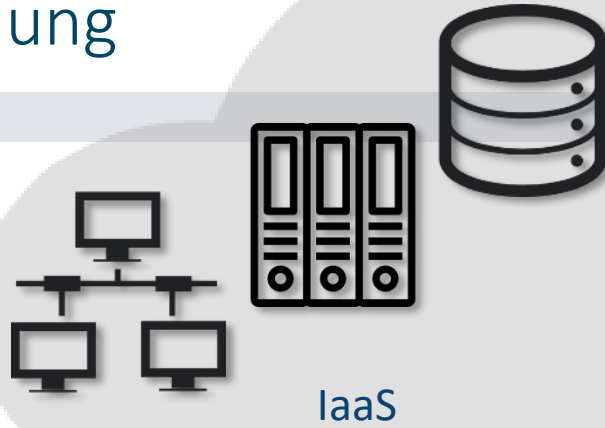
Plattform as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Software as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Virtualisierung Entwicklung



Eigener Server

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Infrastructure as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Container as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Plattform as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Software as a Service

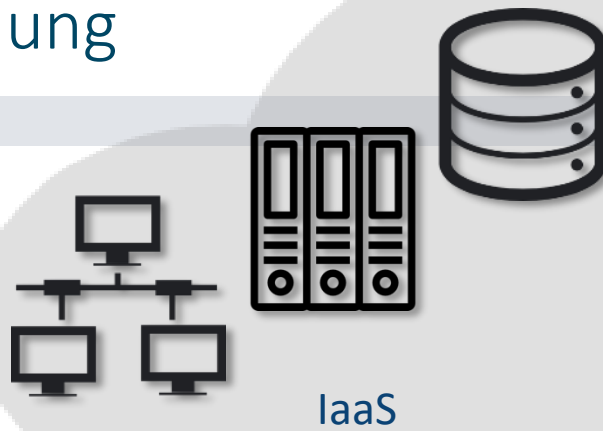
Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Virtualisierung Entwicklung



Industrielles
Internet

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Eigener Server

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Infrastructure as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Container as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Plattform as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Software as a Service

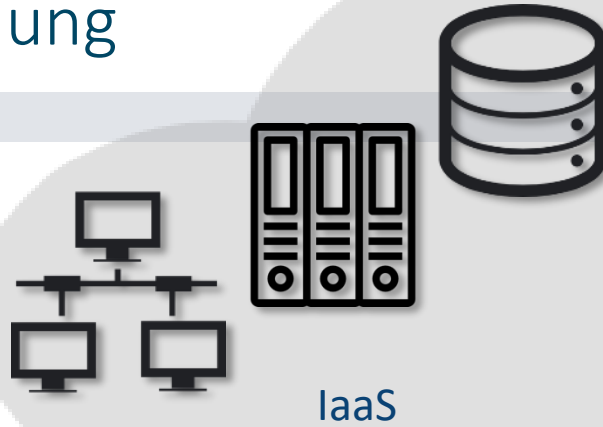
Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Virtualisierung Entwicklung



Industrielles
Internet

GEFÖRDELT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Eigener Server

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Infrastructure as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Container as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Plattform as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Function as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Software as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

5G: Erwartungen

Mehr als nur ein Performance-Update

SDN

(Software-defined Networking)

- Trennung Control- & Dataplane
- Virtualisierung von Netzwerken
- Automatisierte Konfiguration
- Mandantenfähigkeit (Multi-Tenancy)
- Basis für
 - Priorisierung
 - QoS
 - Slicing
- Zentralisierte Sicht

NFV

(Network Functions Virtualization)

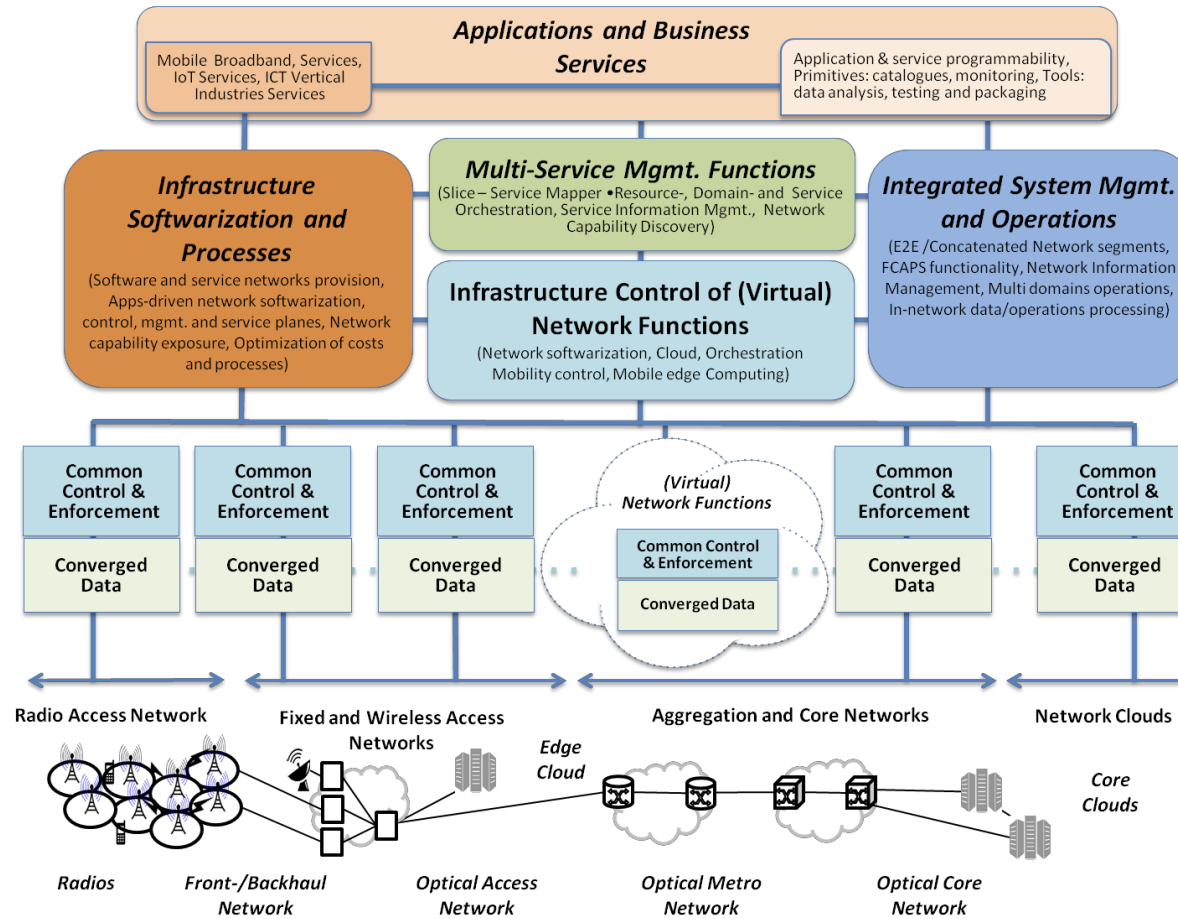
- Entkopplung Netzwerkfunktionen von Hardware
- Virtualisierung von Netzwerkfunktionen
- Komponenten-basiert
- Cloud-native Design
- Service Chaining
- SDN ist Enabler
- Mehr als nur „Netzwerkfunktion“

Slicing

- Network as a Service Paradigma
- Realisierung der QoS für verschiedene Dienste auf der selben physikalischen Hardware
- On-demand Netzwerke
- Benötigt Orchestrierung

5G: Erwartungen

Network Softwarization & Programmability Framework



Quelle:
5G PPP Architecture Working Group

5G: Erwartungen

Ein Paradigmenwechsel in der IKT

Aktuelle Trends im Kontext NFV & Cloud

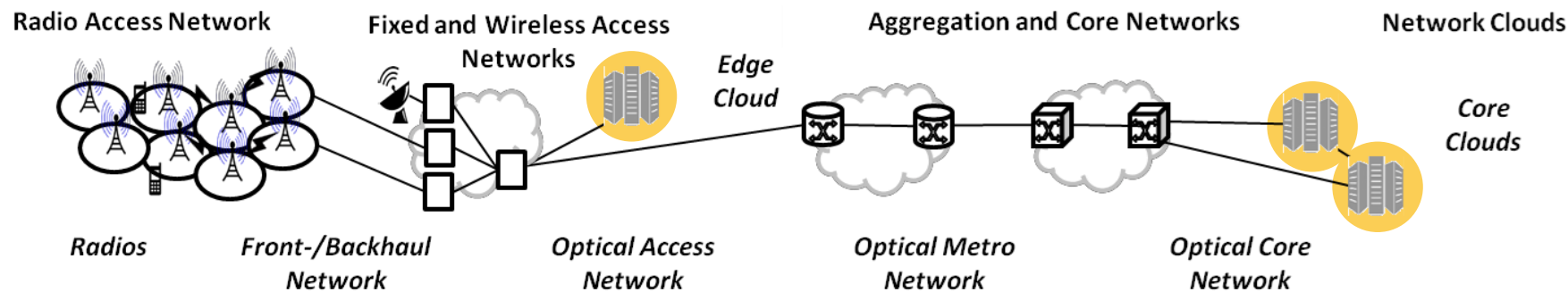
- Microservice Architektur
- Serverless Computing

Grundbausteine IKT

- Rechenleistung
- Speicher
- Netzwerk

Lokalisierung

- Rechenleistung
- Speicher



Server



FaaS



DBaaS

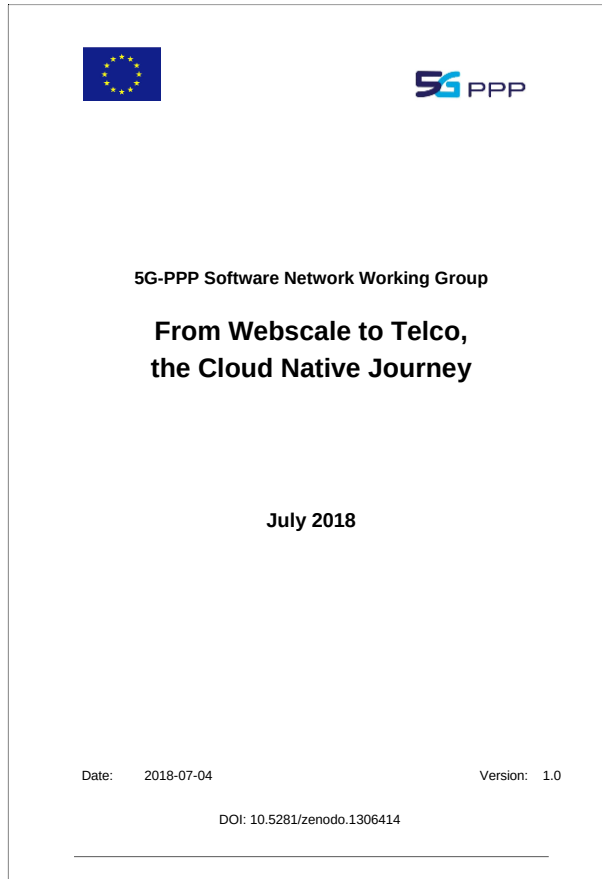
Bildquelle: Whitepaper 5G-PPP-5G-Architecture-WP-July-2016

„The *shift* from the *cloud ready to cloud native*, from VM to container, from MANO to Kubernetes, etc *is a must have to avoid the risk that 5G remains a niche connectivity gap-filler* largely ignored by cloud applications and services boom.“

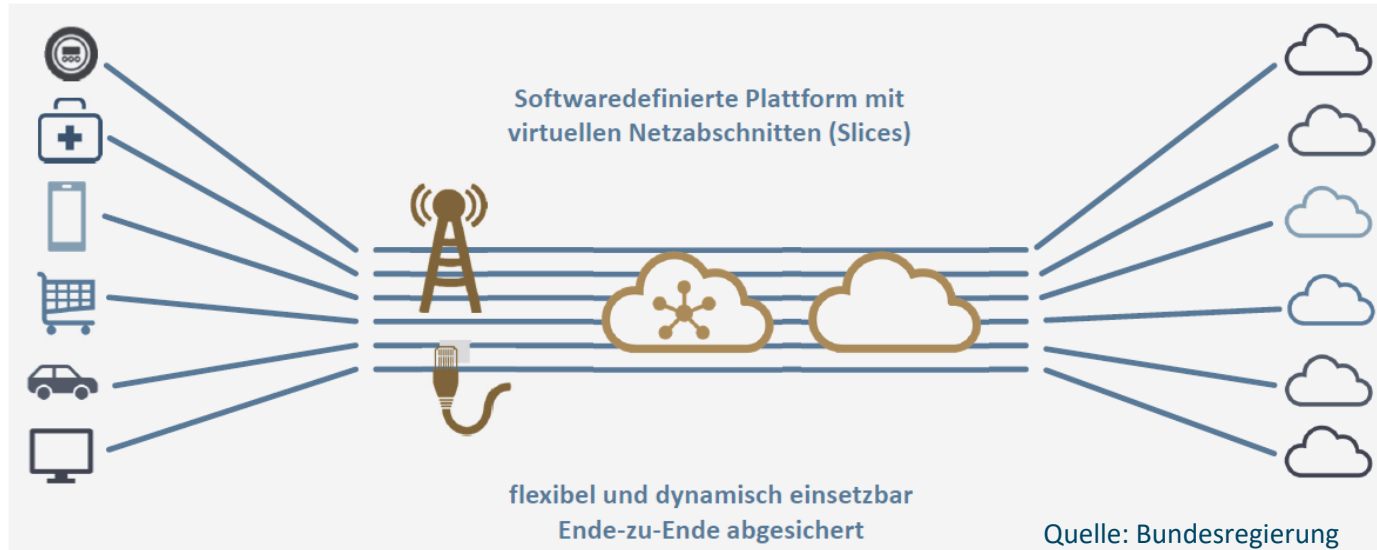
Whitepaper der 5G-PPP Software Network Working Group
„From Webscale to Telco, the Cloud Native Journey“ 2018

„Im Zuge dessen gewinnen *neue IT-Modelle, Technologien, Entwicklungs- und Betriebsprozesse* wie *Container-Lösungen, Microservices, DevOps* oder „*X-as-a-Service*“ zunehmend an Bedeutung.“

Funkschau: „Container ergänzen Virtualisierung“, Lars Herrmann, Red Hat, 02.2018



5G: Erwartungen Slicing



„The **industry consensus** is that **by 2020**, 5G network of the future will involve the **integration of several cross-domain networks**, and the 5G systems will be built to enable logical network slices across multiple domains and technologies to create tenant- or service-specific networks“

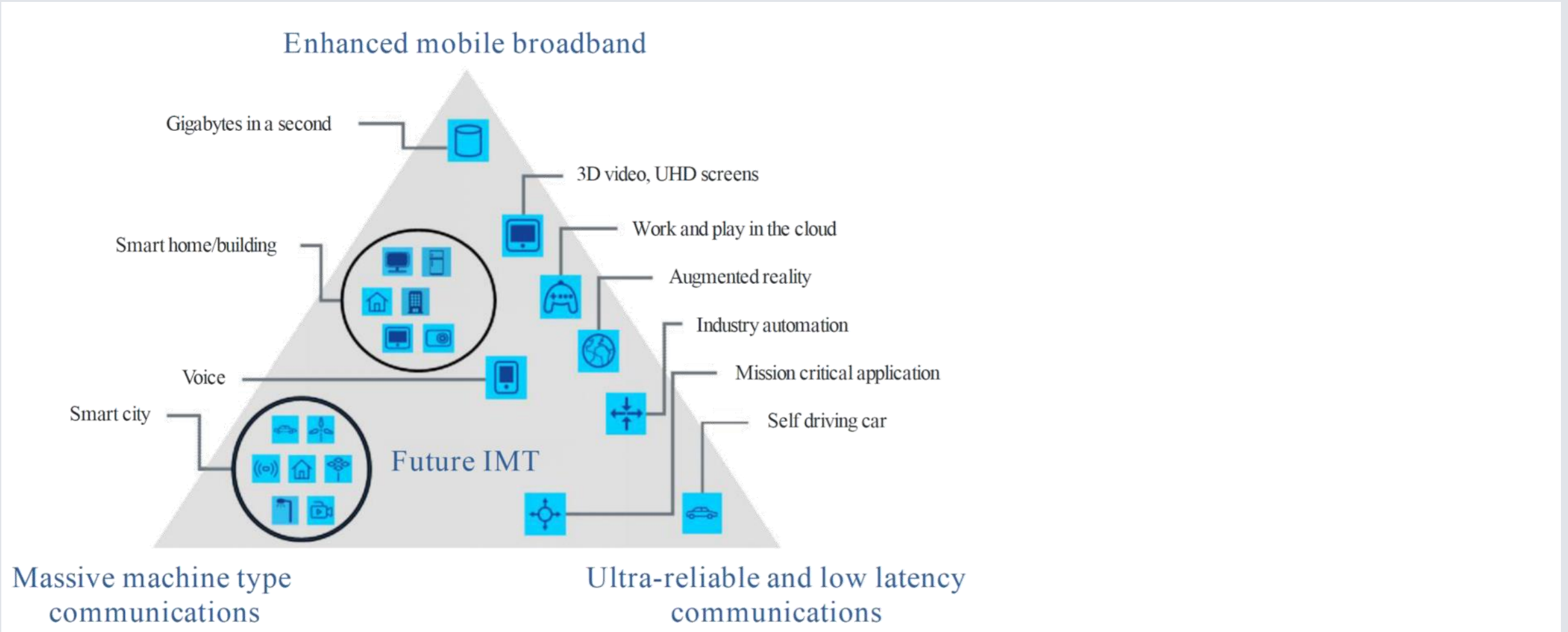
5GPPP Architecture Working Group „View on 5G Architecture Version 2.0“, Dez. 2017

5G: Herausforderungen

Anforderungen, Frequenzen, Zellgröße

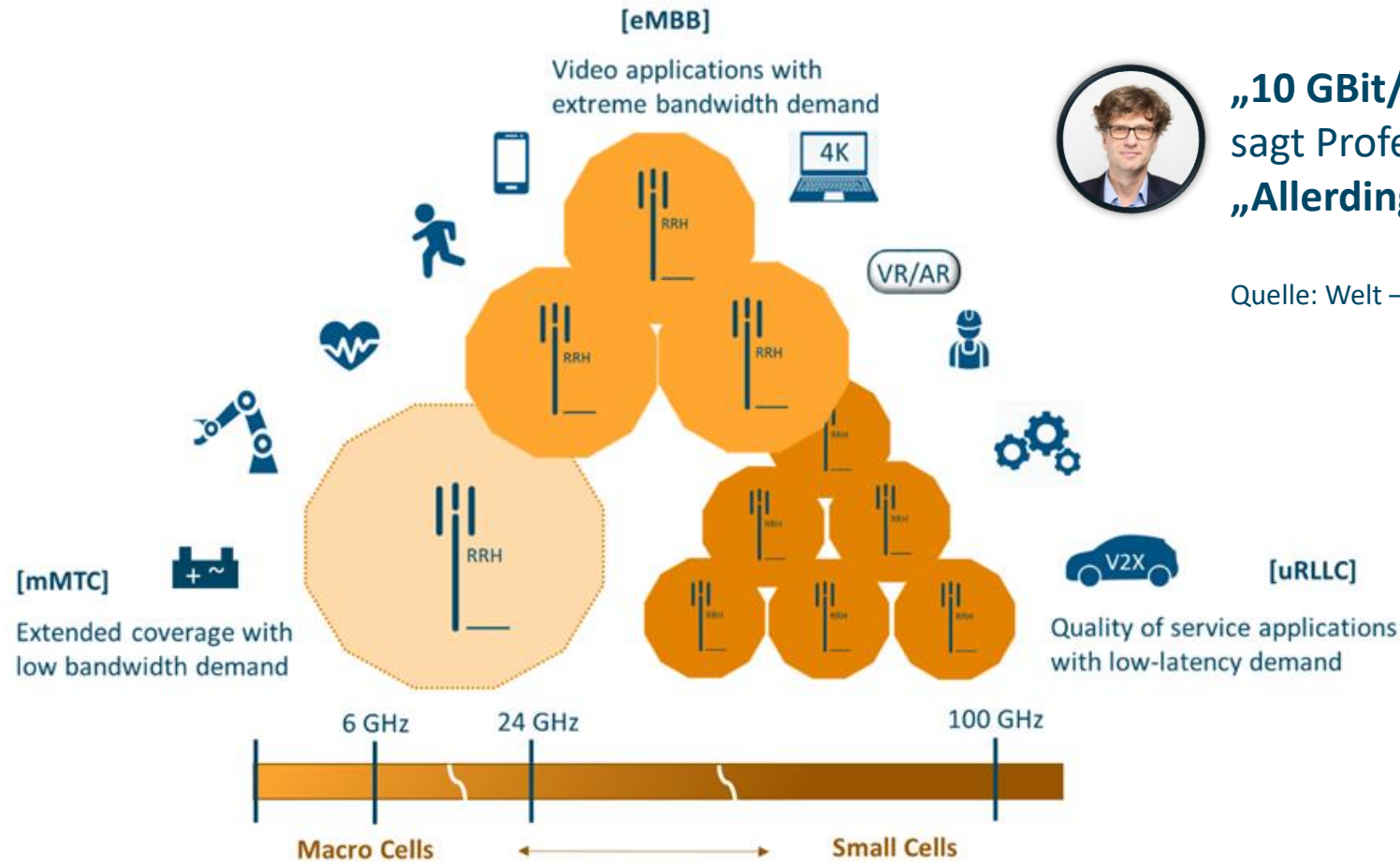
5G: Herausforderungen

Anforderungsprofile & Zellgröße



5G: Herausforderungen

Anforderungsprofile & Zellgröße

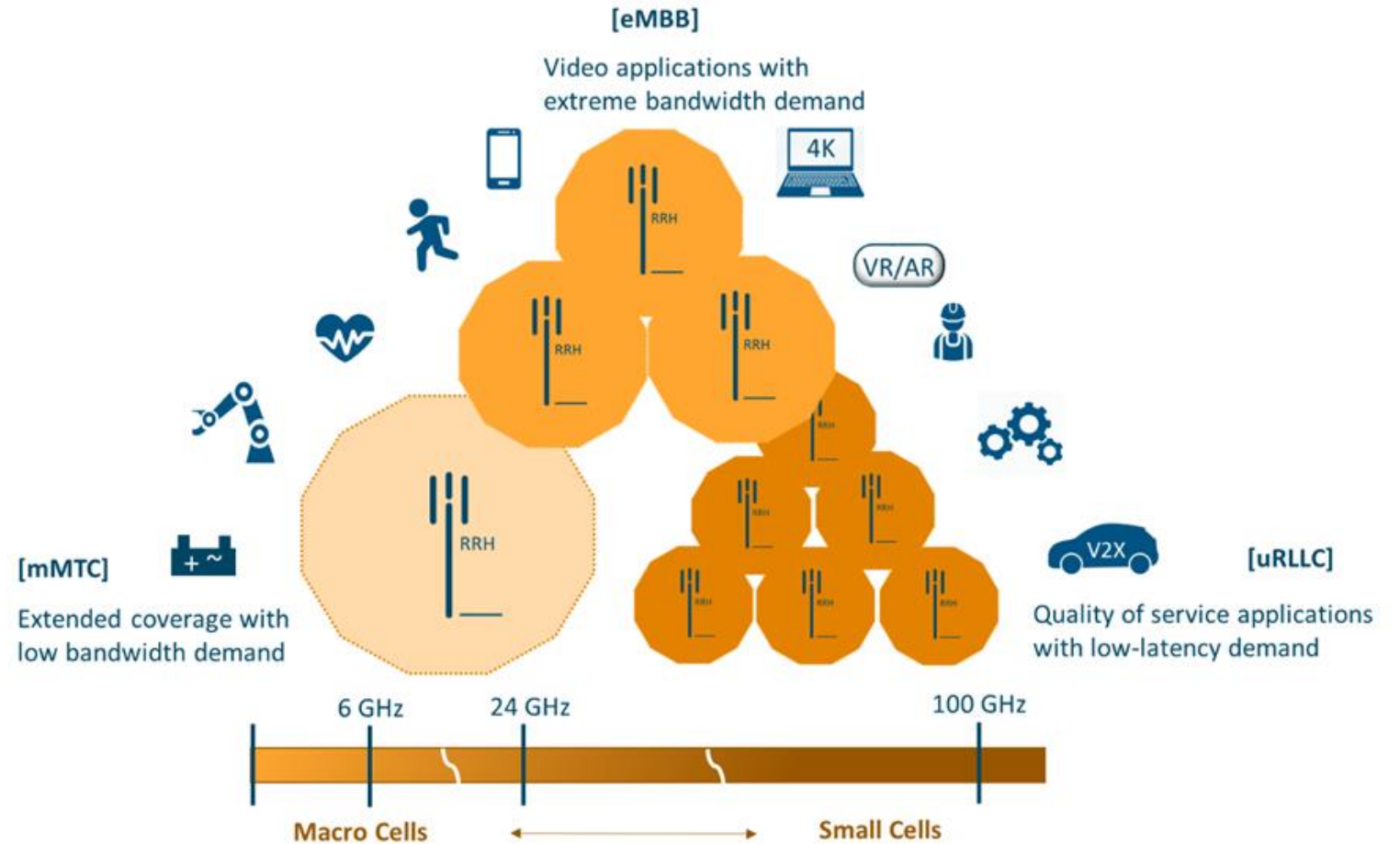
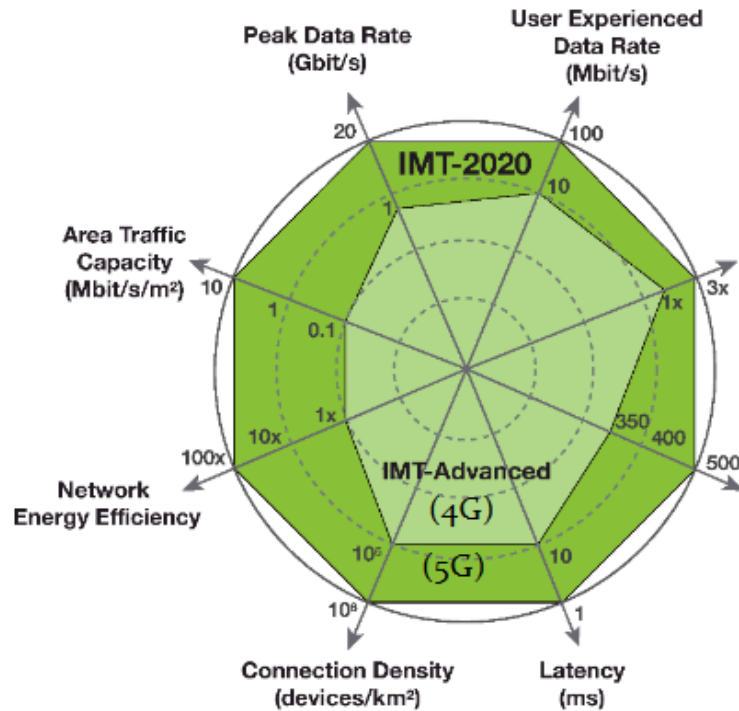


**„10 GBit/s werden kommen“,
sagt Professor Slamowir Stanczak [...]
„Allerdings nicht überall und nicht für jeden.“**

Quelle: Welt – „Das Supernetz wird sich nur langsam entwickeln“ – 03.2018

5G: Herausforderungen

Anforderungsprofile & Zellgröße



Quelle: 3GPP

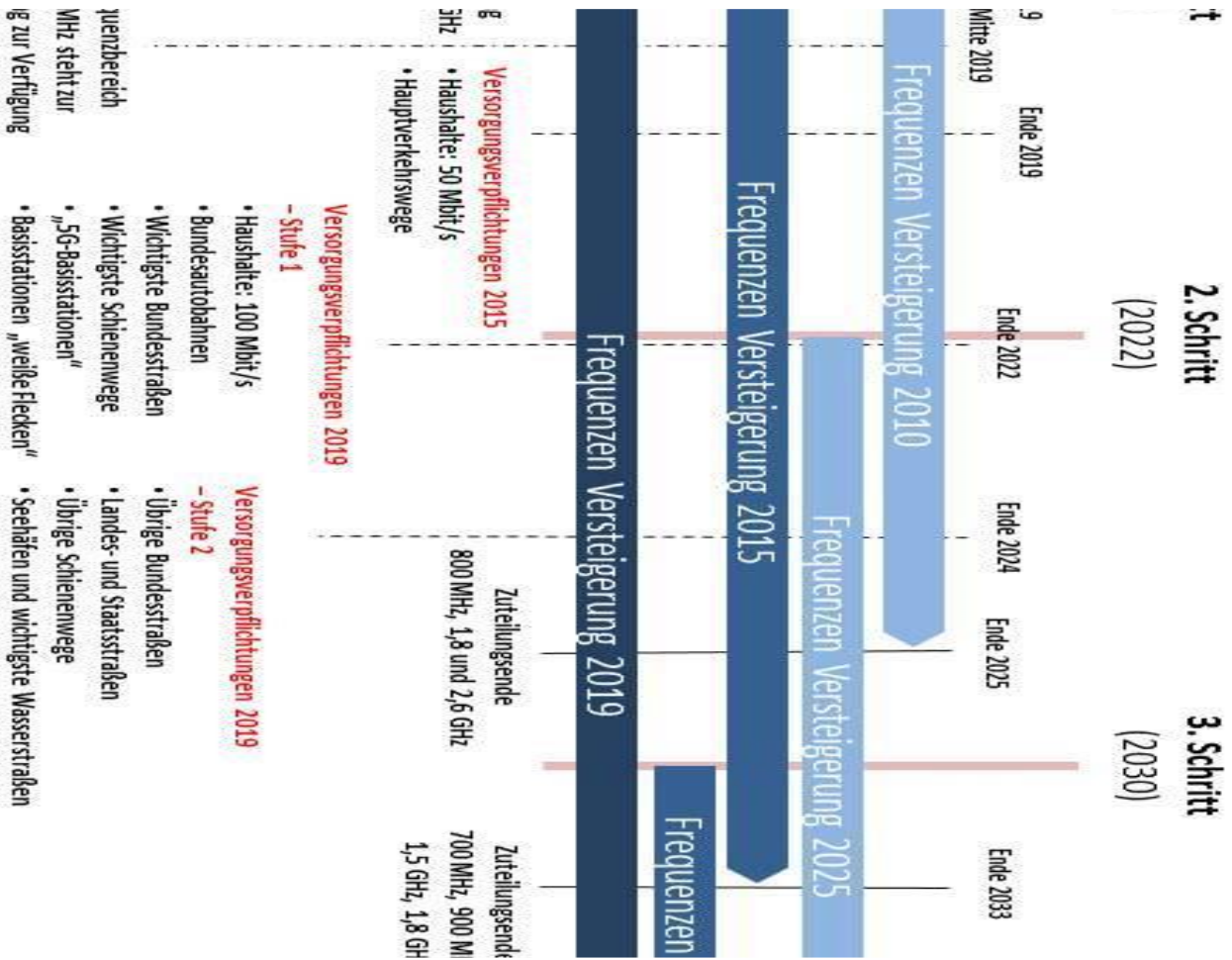
5G: Herausforderungen

Netzausbau & Frequenzvergabe

5G: Herausforderungen

Der deutsche Fahrplan

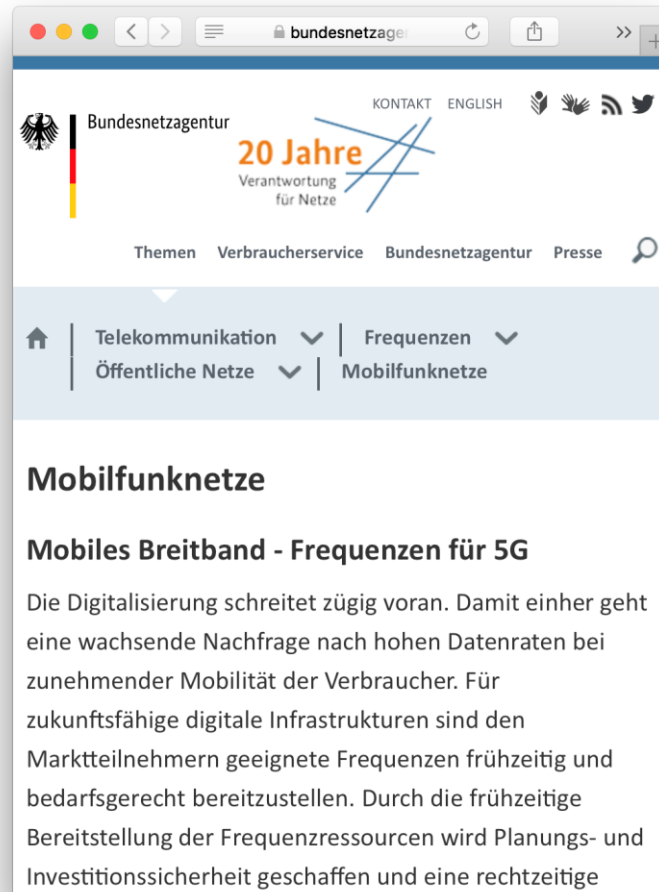
Deutschland als Leitmarkt für 5G



Source: Bundesnetzagentur

5G: Herausforderungen

Netzausbau – Regionale & lokale Netze



„Parallel dazu [2 GHz & 3,4-3,7 GHz] erarbeitet die Bundesnetzagentur Antragsverfahren für Frequenzzuteilungen in den Bereichen **3.700 MHz – 3.800 MHz** und **26 GHz** zur *lokalen und regionalen Nutzung*.

Dadurch können *auch regionale Netzbetreiber, kleine und mittlere Unternehmen* oder *Start-Ups*, mit einem erst künftig auftretenden Frequenzbedarf, sowie **Gemeinden** und Vertreter der **Land- und Forstwirtschaft** das Potenzial der kommenden Mobilfunkgeneration 5G für Anwendungen in der Wirtschaft und Industrie nutzen bzw. die Mobilfunkversorgung im ländlichen Raum verbessern.“

5G: Herausforderungen

Alternativen



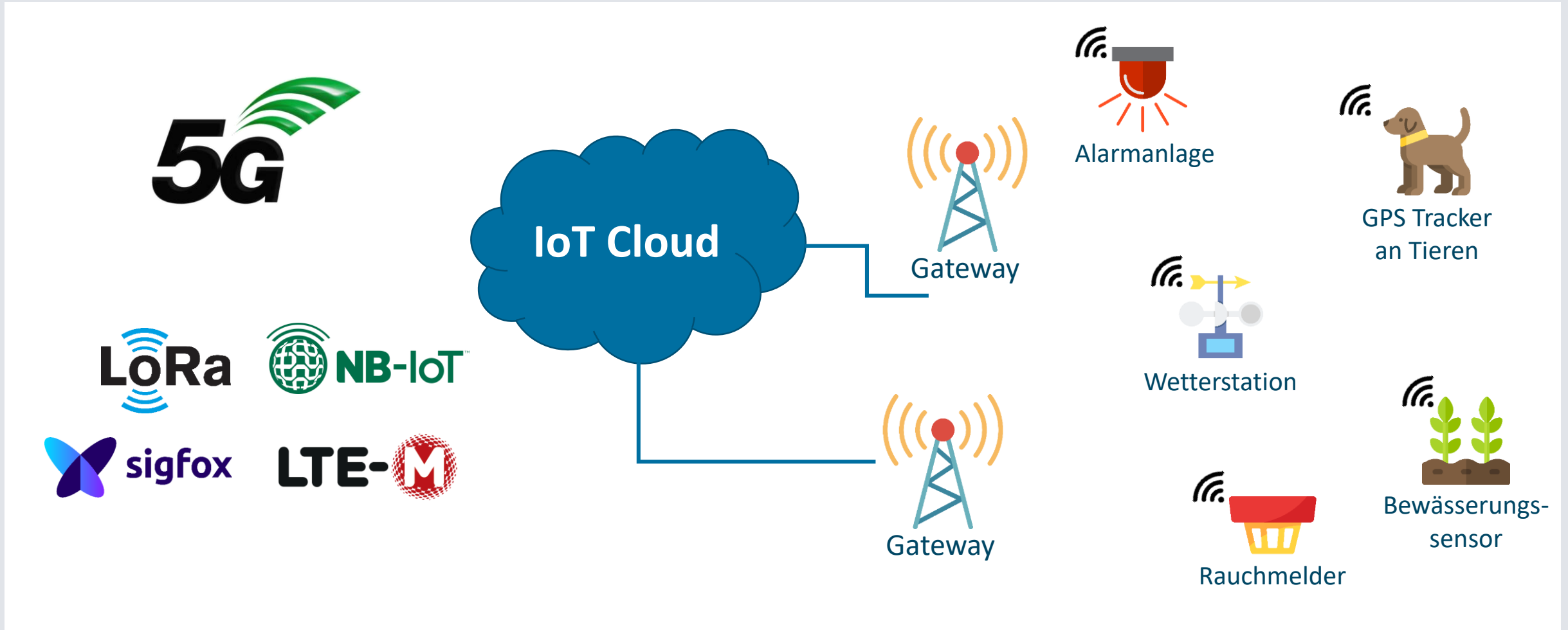
„Mit 4G bekommt man **Gigabit-Geschwindigkeit** hin“, sagt **Phil Twist [Nokia]**. „Die Spezifikation wird immer weiterentwickelt.“ Bei diesem **Zwischenschritt** auf dem Weg zu 5G ist oft von **4,5 G** die Rede.

„4G wird für die nächsten fünf Jahre das **Mainstream-Mobilfunknetz bleiben**“, prognostiziert Twist.

Quelle: Welt – „Das Supernetz wird sich nur langsam entwickeln“ – 03.2018

5G: Herausforderungen

Architektur LPWAN



Sigfox



- Eigenes globales Funknetz
- Ende-zu-Ende Verschlüsselung
- Kompatibel mit Bluetooth, GPS, 2G/3G/4G und WiFi
- Übertragungsrate 600 Bit/s



LoRaWAN



- Private Gateways
- Breite Community
- Zweifach 128 Bit AES verschlüsselt
- Weitreichende Abdeckung
- Übertragungsrate 50 kBit/s



- Lizenzfreies Netz (868 MHz)
- Reichweite ca. 10 km
- Beschränkter Nachrichtenversand
- Versorgung ländlicher Regionen

LTE-M



- Voice over LTE
- Antwortzeit ca. 15 ms
- Übertragungsrate bis zu 1 MBit/s



Narrowband IoT



- Keine Sprachausgabe
- Antwortzeit bis zu 10 s
- Übertragungsrate 250 kBit/s
- Anwendung: Statische Geräte ohne massive Datennutzung



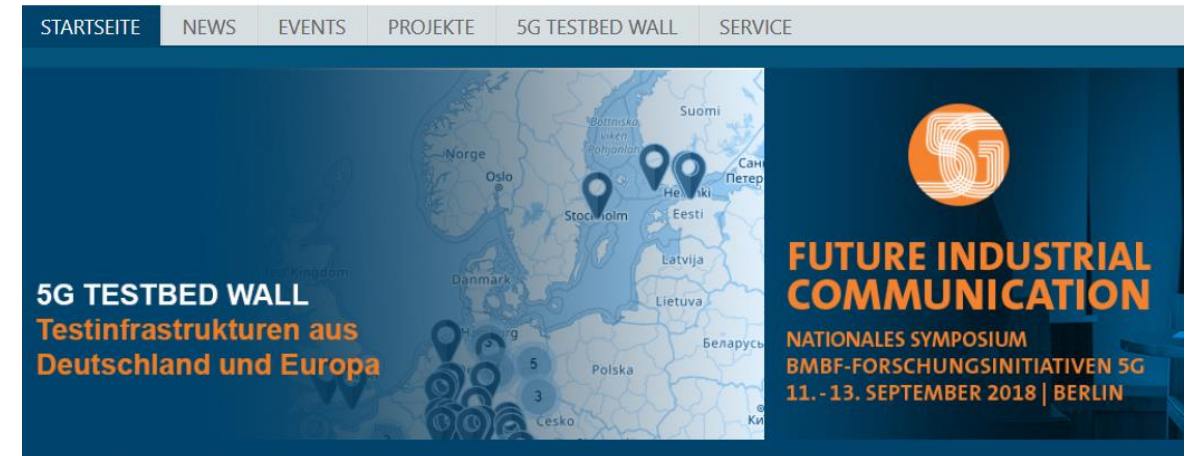
- Lizenziertes Netz (700 - 900 MHz)
- Nutzung über berechtigten Mobilfunkanbieter
- Reichweite ca. 5 km
- 3gpp Standardisiert

5G: Weiterführende Informationen

Angebote der Begleitforschung IP45G

Angebot

- 5G News & Events
- Projektinformationen
- 5G Testbed MAP
- Tagungsbände der Symposien
“Future Industrial Communication”
- Whitepaper



Informationsplattform zu 5G-Technologien für die industrielle Kommunikation



Vom Datacenter bis zum Endgerät, 5G als universelle Infrastruktur?

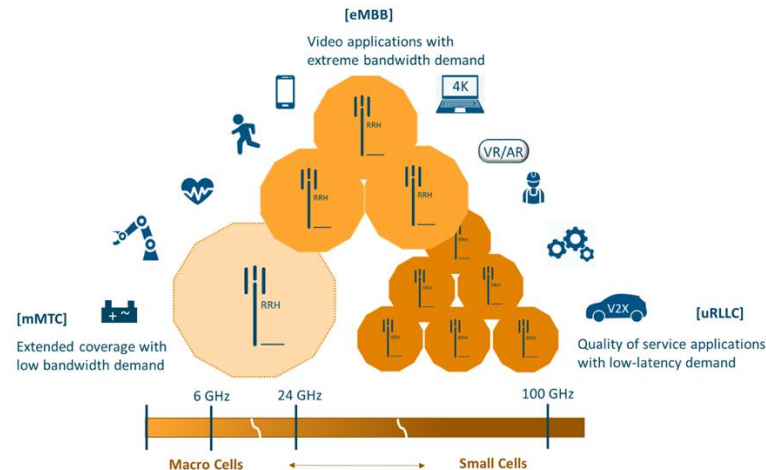
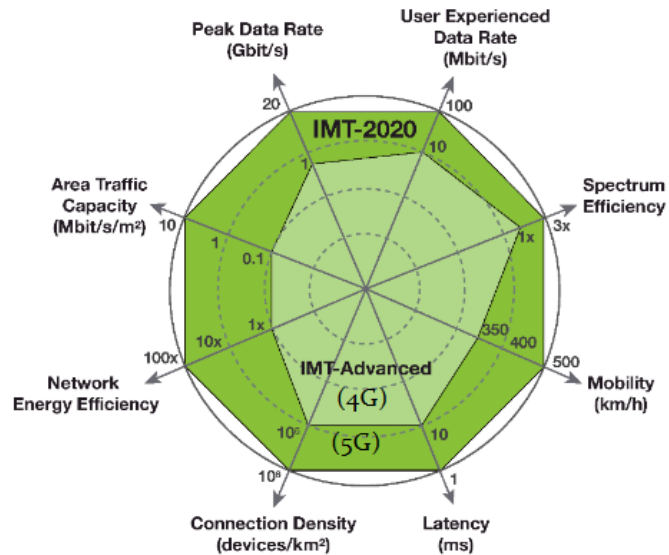
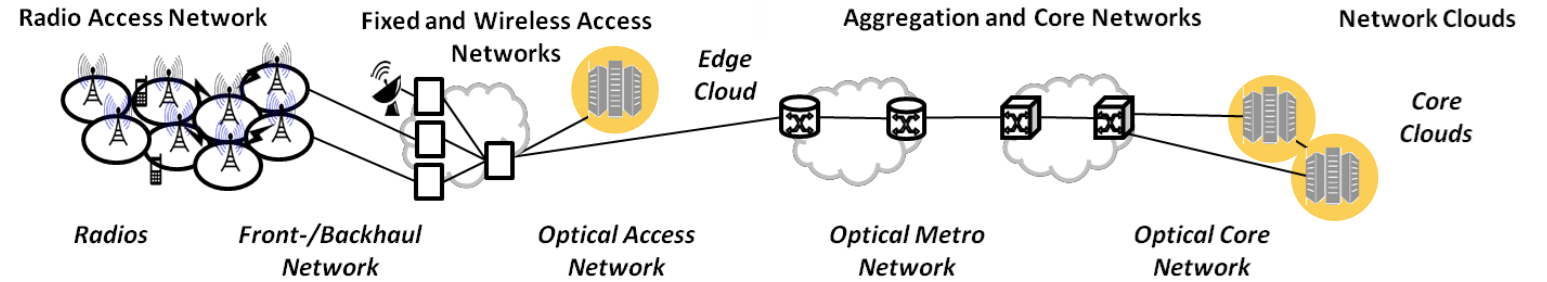
Zusammenfassung

5G – Universale Infrastruktur

Fazit

*„5G will integrate **networking, computing & storage resources** into one **programmable and unified infrastructure**“*

[5G for Europe – Action Plan]



Reden wir über dasselbe 5G?