



5G Mehr als nur ein Performance-Update?

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

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

Begleitforschung IP45G

5G Forschungsinitiativen des BMBF



Industrielles
Internet



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 Taktiler Internet (5GTI)
3 Verbundprojekte

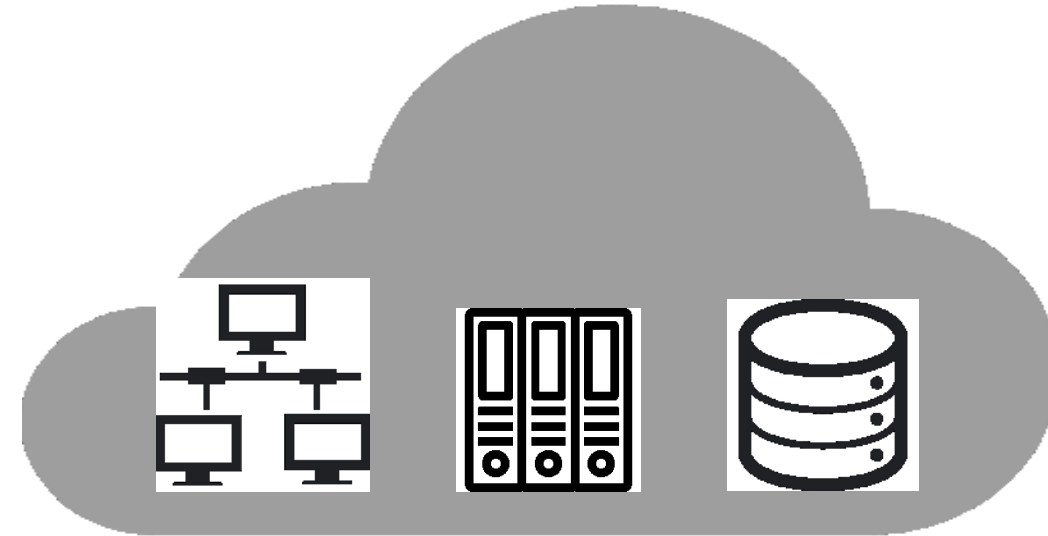
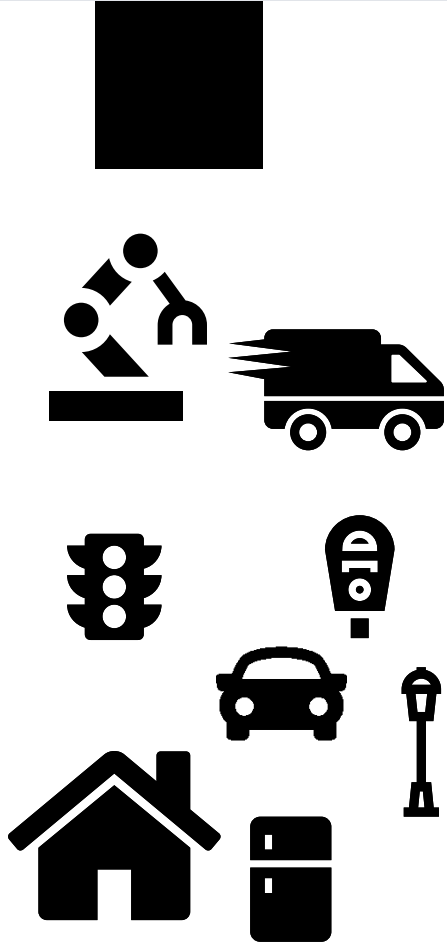


- 5G NetMobil
- AMMCOA
- TacNet 4.0



IP45G [www.ip45g.de]
Informationsplattform für 5G

5G für alles?



5G – Hype

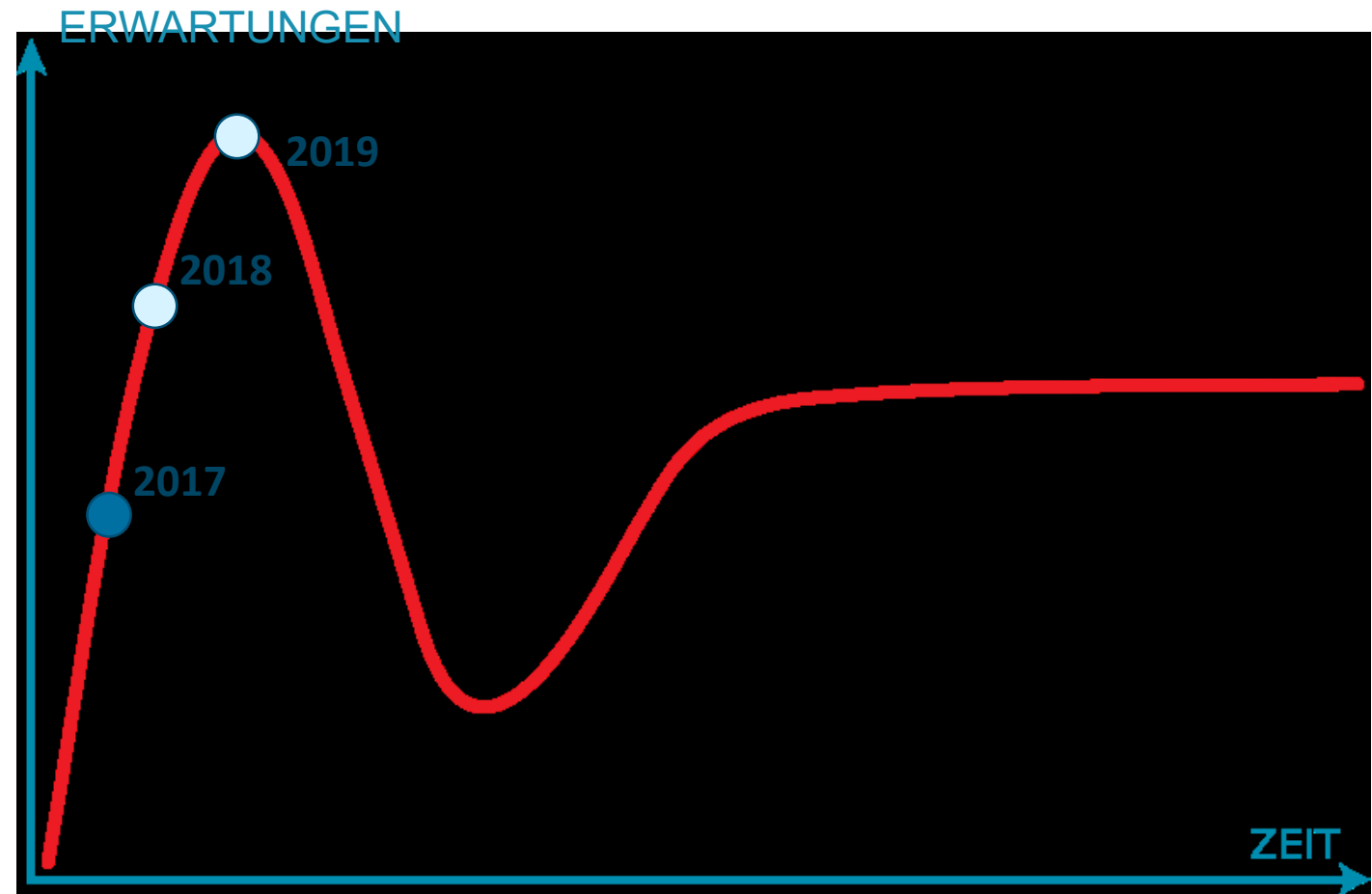
5G an jeder Milchkanne?

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“

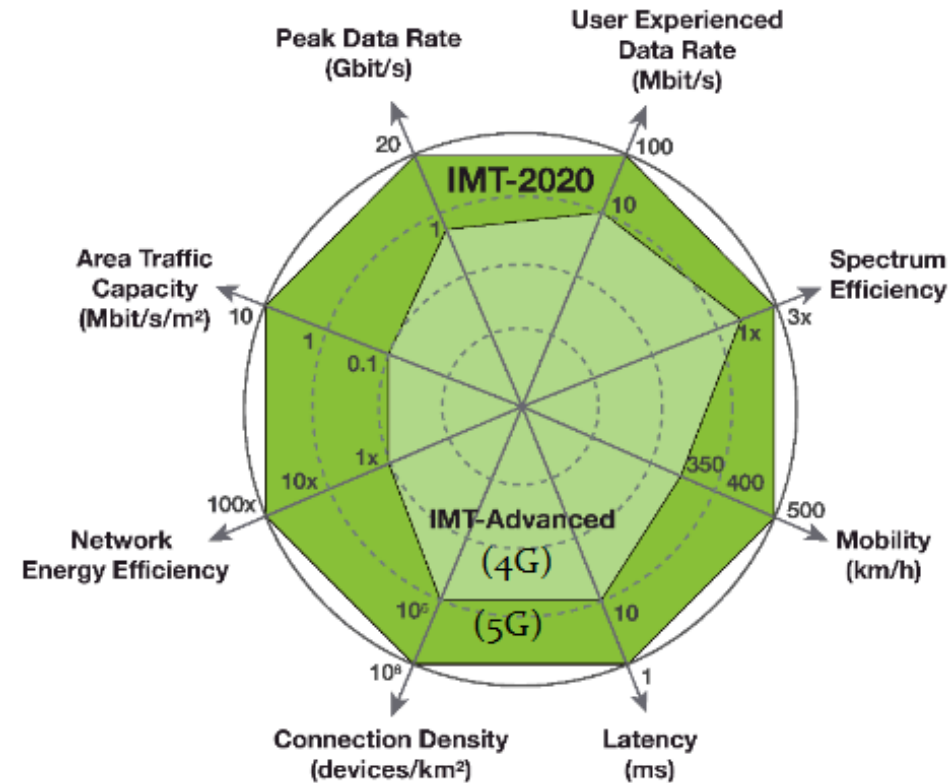


5G: Erwartungen

Performance und Anwendungsfelder

5G: Erwartungen

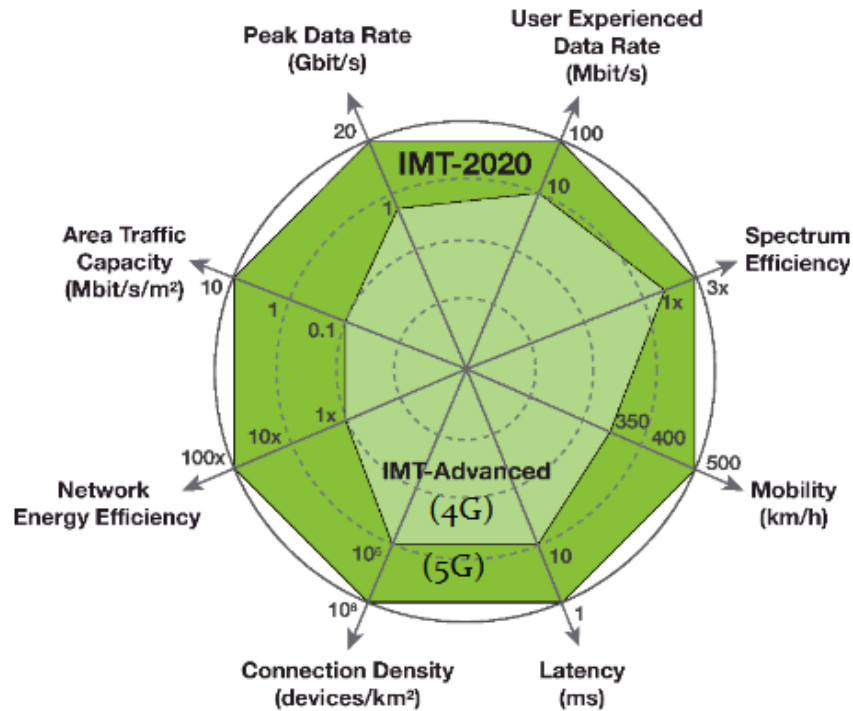
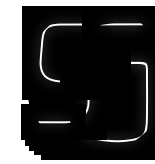
Das Versprechen: Performance



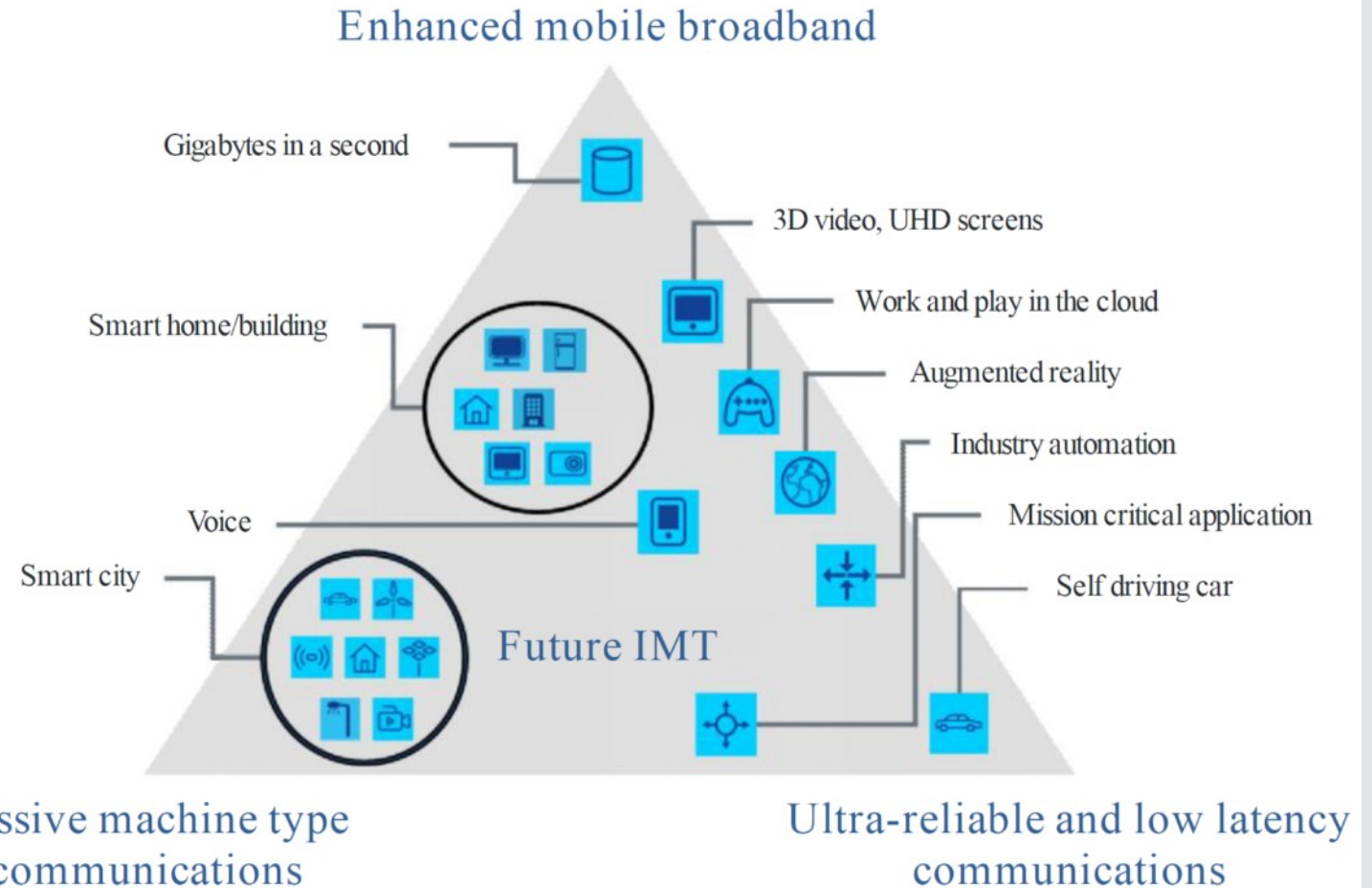
Quelle: 3GPP

5G: Erwartungen

Das Versprechen: Neue Use Cases



Quelle: 3GPP



5G: Erwartungen

5G Anwendungsbereiche – Ericsson Studie



Industrielles
Internet

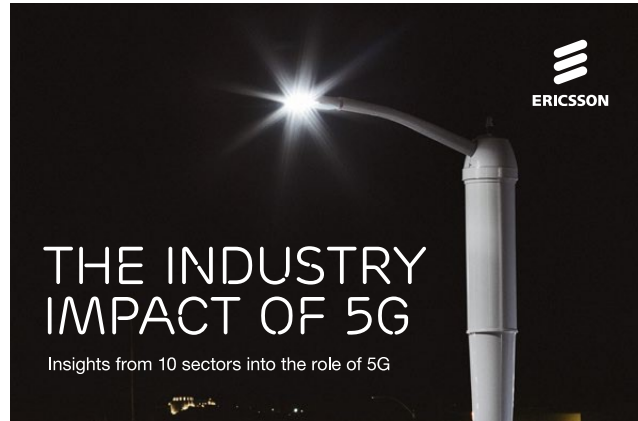
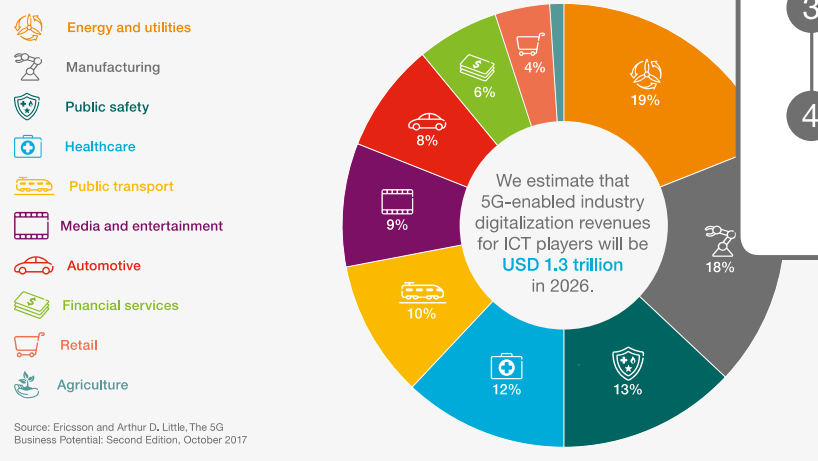


Figure 6: 5G-enabled industry digitalization revenues for ICT players, 2026



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

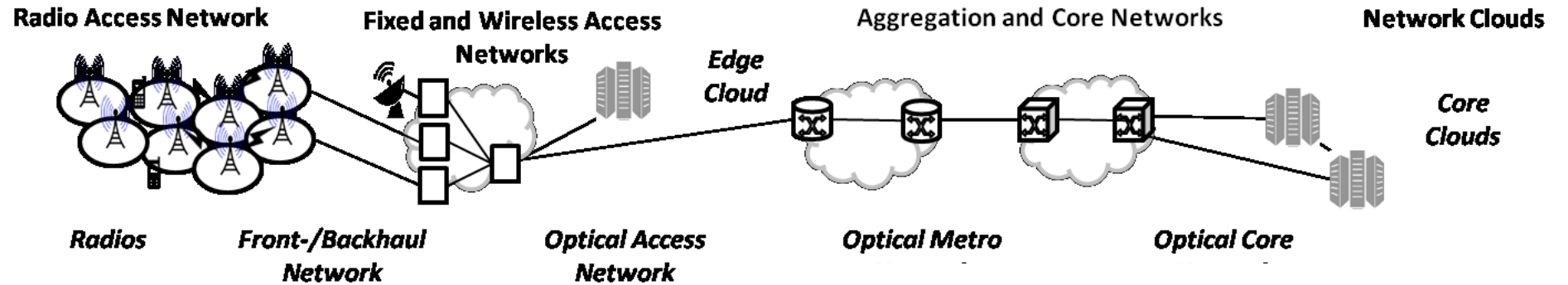
5G: Erwartungen

Netzwerk, Speicher & Rechenleistung wachsen zusammen



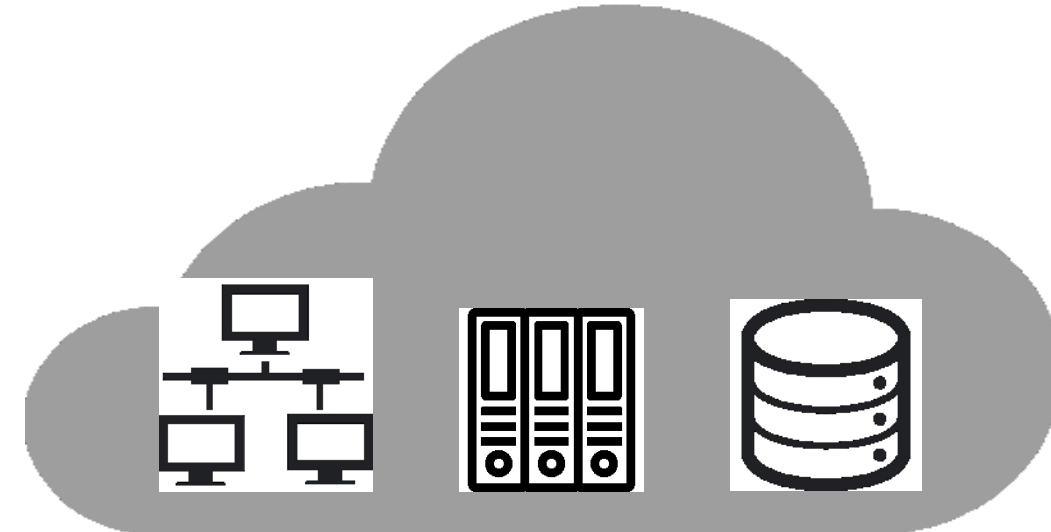
Industrielles
Internet

GEFÖRDET VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

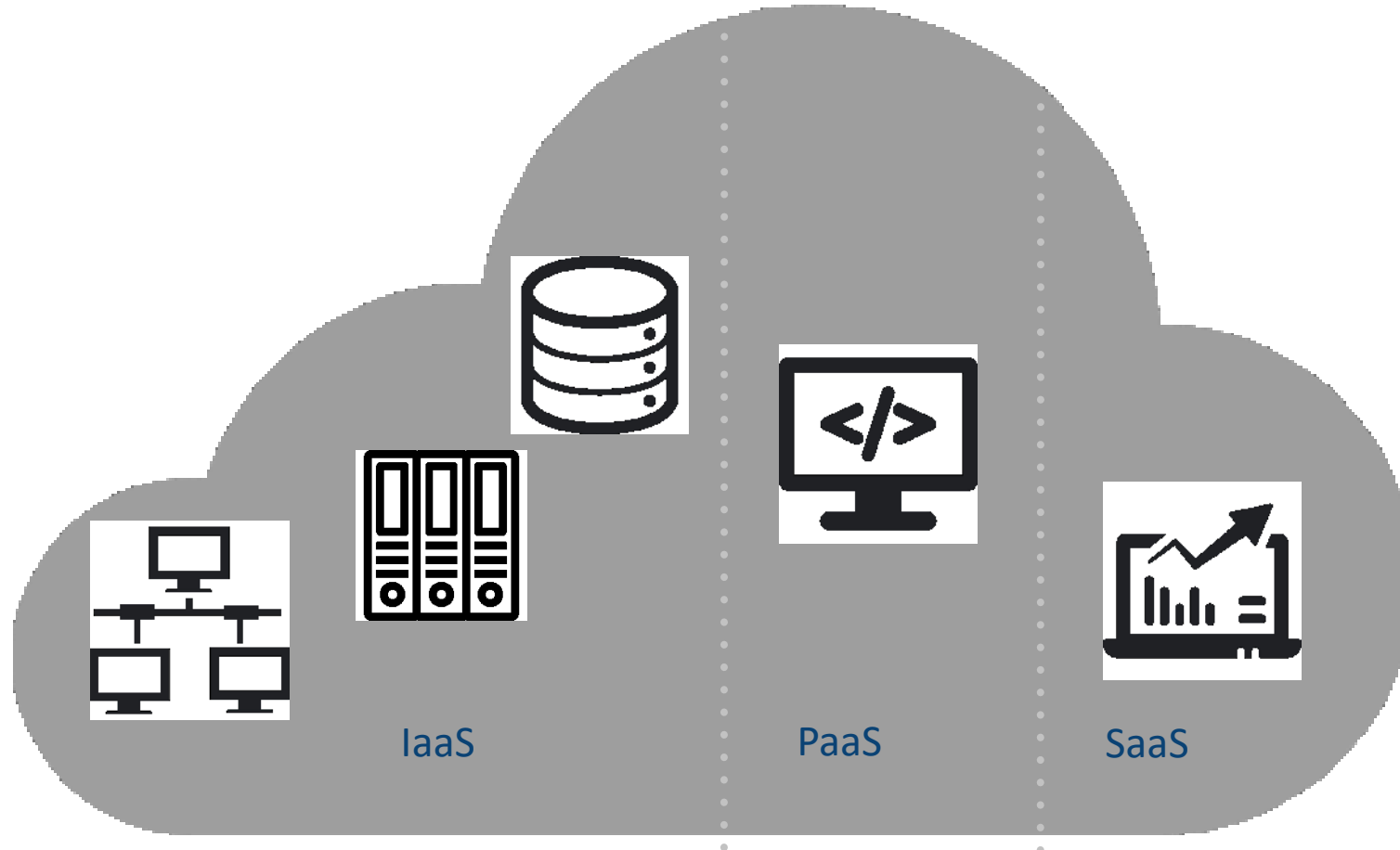


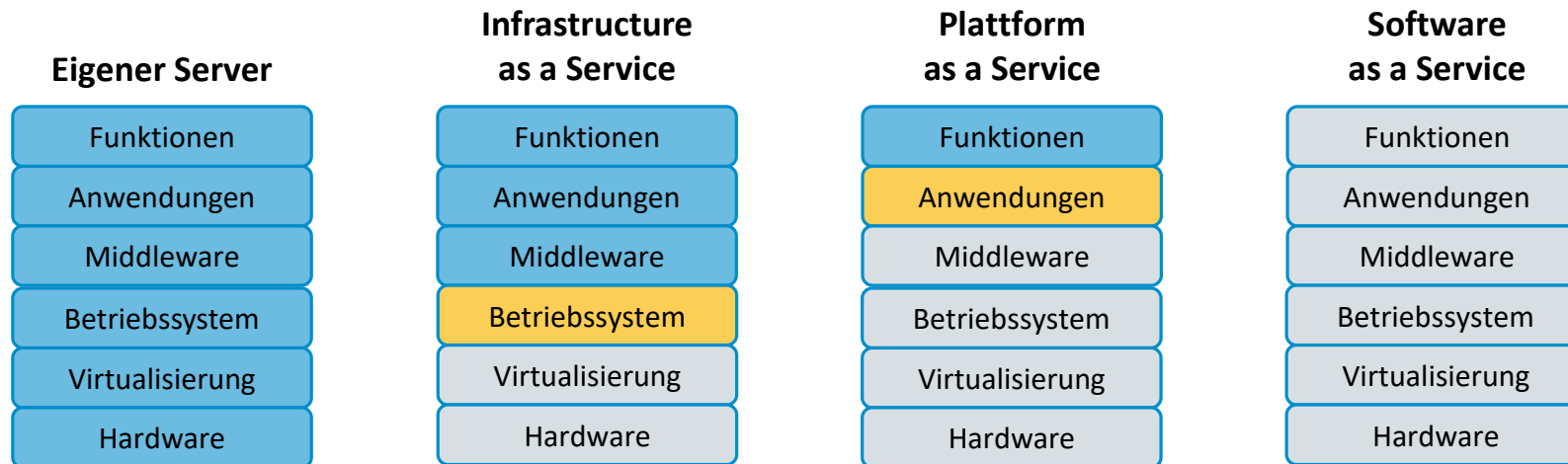
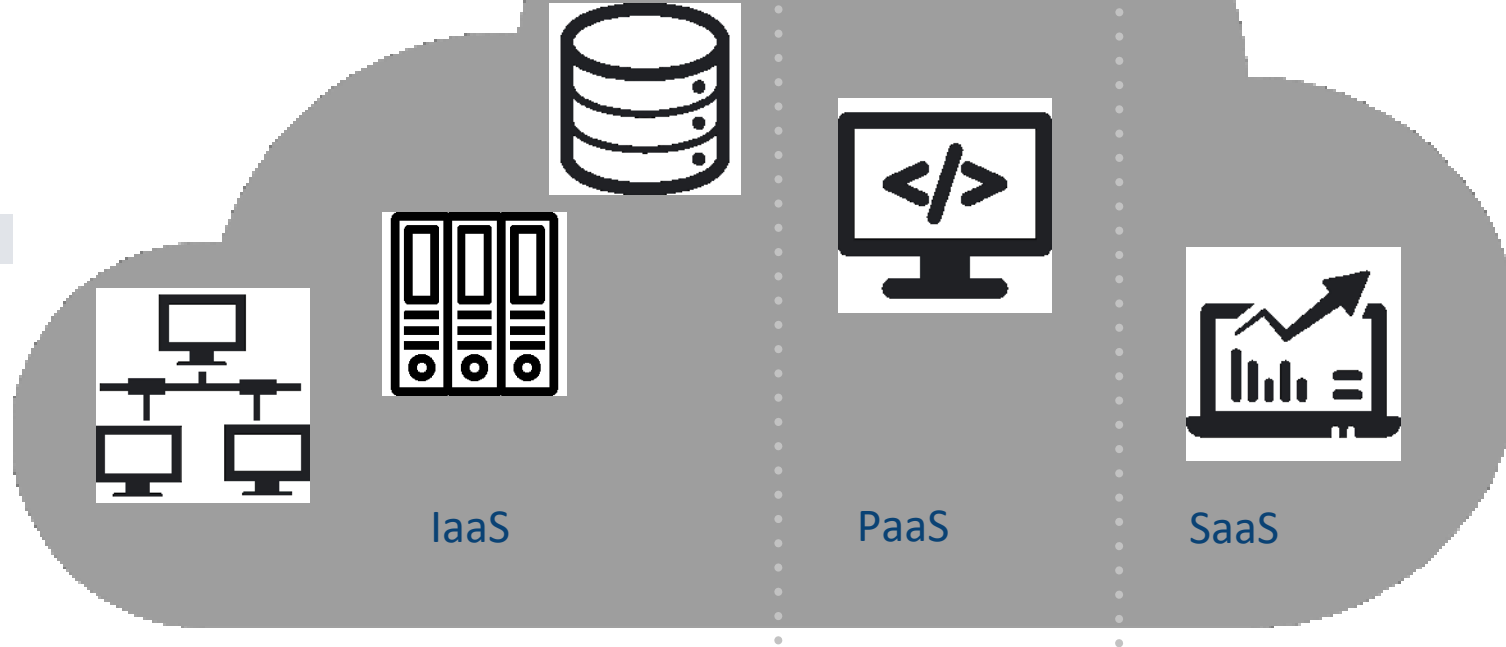
*„5G will integrate **networking, computing & storage resources** into one **programmable and unified infrastructure**“*

[5G for Europe – Action Plan]



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







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



Eigener Server

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Infrastructure as a Service

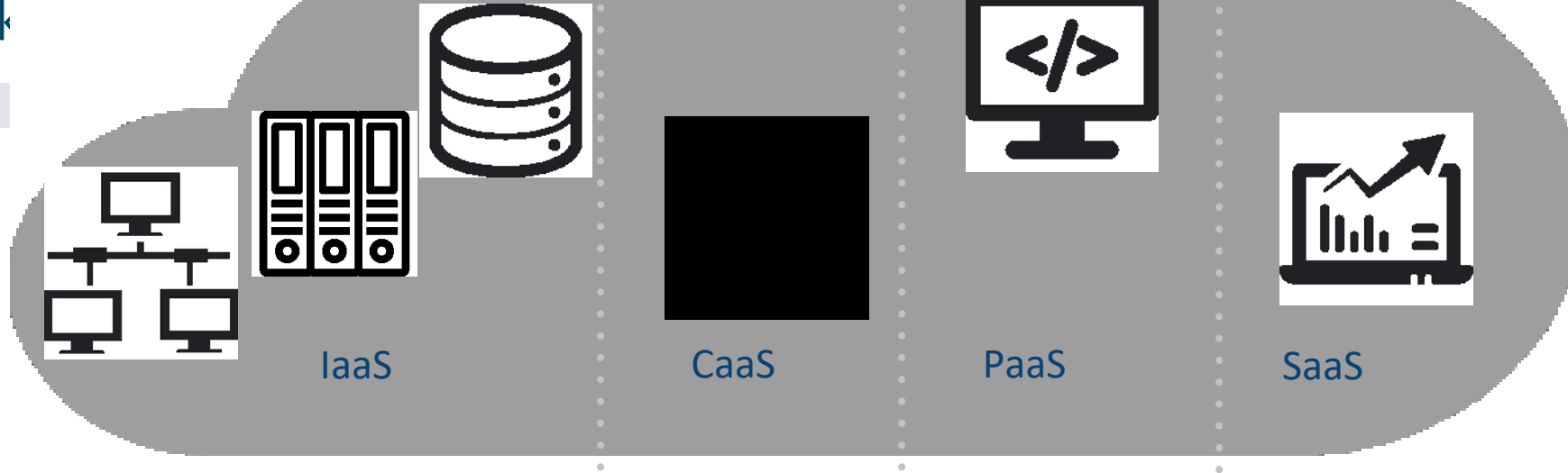
Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Plattform as a Service

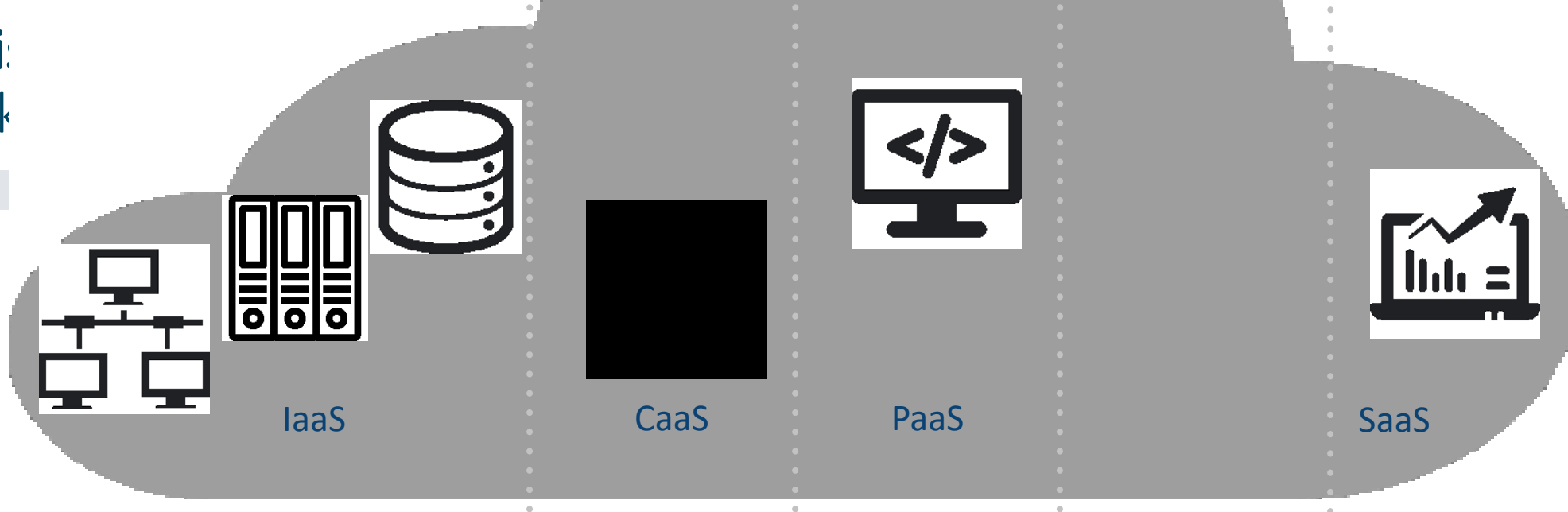
Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Software as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware



Eigener Server	Infrastructure as a Service	Container as a Service	Plattform as a Service	Software as a Service
Funktionen	Funktionen	Funktionen	Funktionen	Funktionen
Anwendungen	Anwendungen	Anwendungen	Anwendungen	Anwendungen
Middleware	Middleware	Middleware	Middleware	Middleware
Container (opt.)	Container (opt.)	Container (opt.)	Container (opt.)	Container (opt.)
Betriebssystem	Betriebssystem	Betriebssystem	Betriebssystem	Betriebssystem
Virtualisierung	Virtualisierung	Virtualisierung	Virtualisierung	Virtualisierung
Hardware	Hardware	Hardware	Hardware	Hardware



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

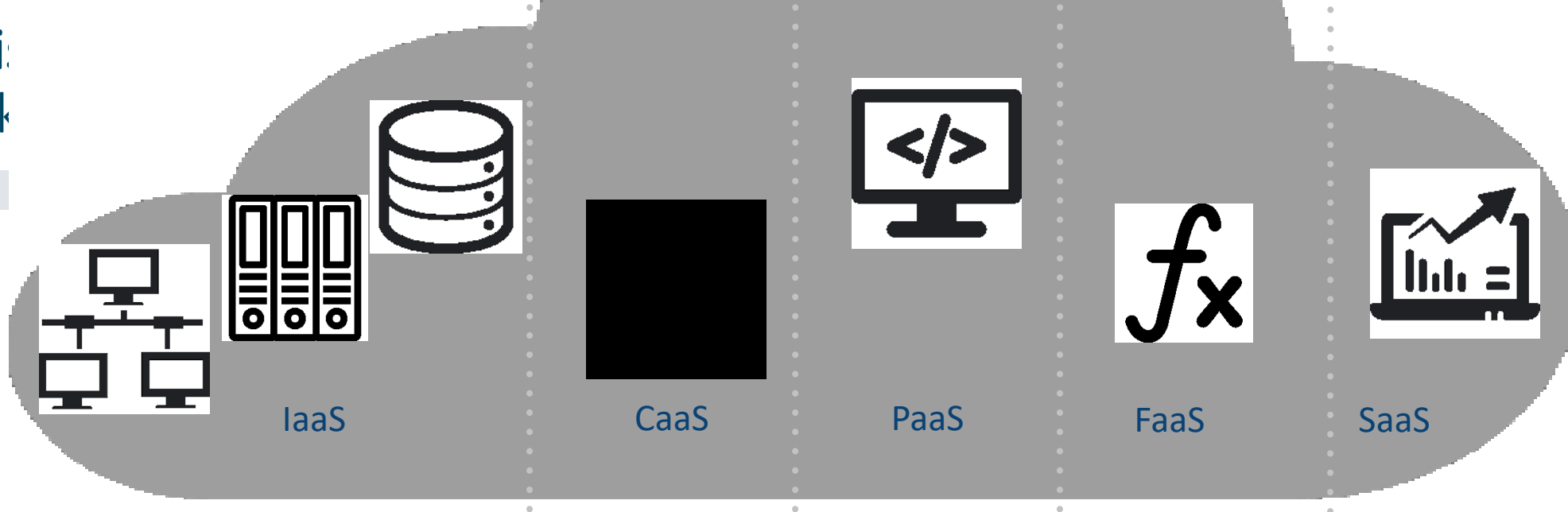
Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Plattform as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware

Software as a Service

Funktionen
Anwendungen
Middleware
Container (opt.)
Betriebssystem
Virtualisierung
Hardware



Eigener Server	Infrastructure as a Service	Container as a Service	Plattform as a Service	Function as a Service	Software as a Service
Funktionen	Funktionen	Funktionen	Funktionen	Funktionen	Funktionen
Anwendungen	Anwendungen	Anwendungen	Anwendungen	Anwendungen	Anwendungen
Middleware	Middleware	Middleware	Middleware	Middleware	Middleware
Container (opt.)	Container (opt.)	Container (opt.)	Container (opt.)	Container (opt.)	Container (opt.)
Betriebssystem	Betriebssystem	Betriebssystem	Betriebssystem	Betriebssystem	Betriebssystem
Virtualisierung	Virtualisierung	Virtualisierung	Virtualisierung	Virtualisierung	Virtualisierung
Hardware	Hardware	Hardware	Hardware	Hardware	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

Ein Paradigmenwechsel in der IKT



Industrielles
Internet



Aktuelle Trends im Kontext NFV & Cloud

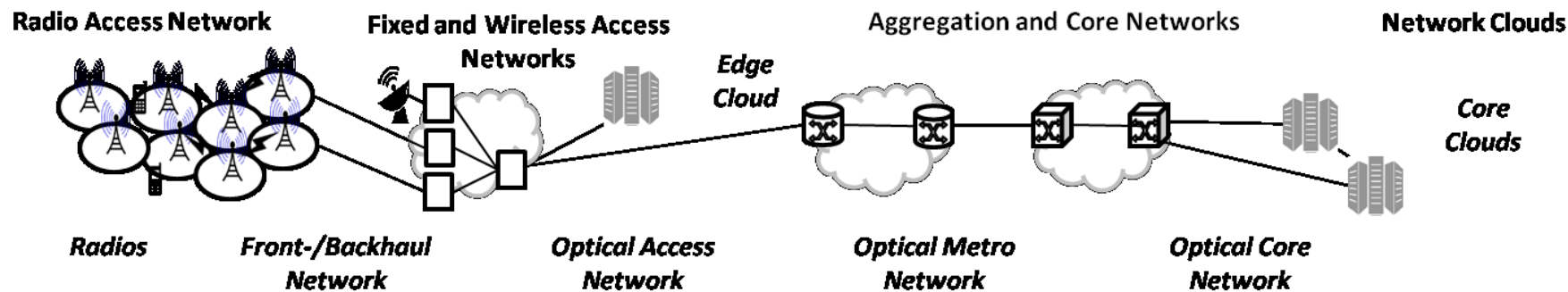
- Microservice Architektur
- Serverless Computing

Grundbausteine IKT

- Rechenleistung
- Speicher
- Netzwerk

Lokalisierung

- Rechenleistung
- Speicher



Server

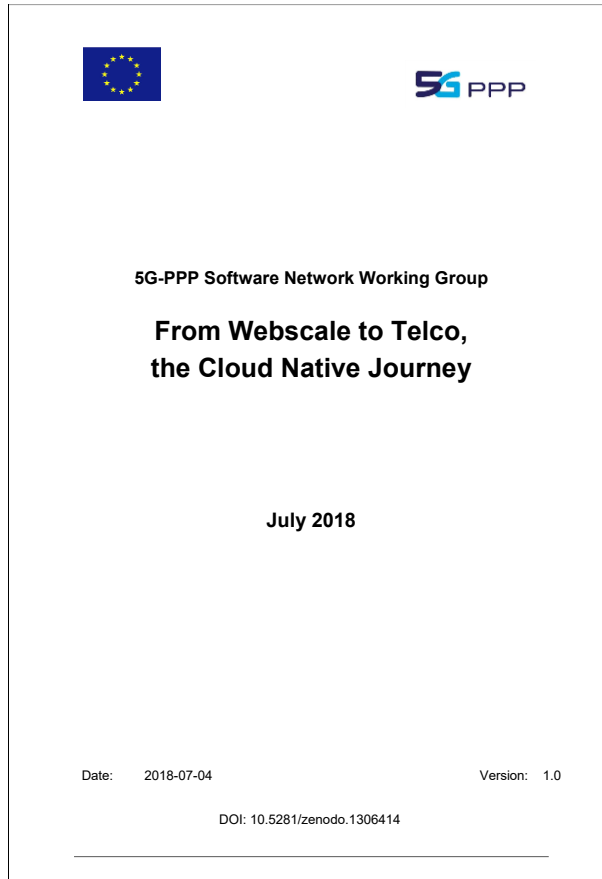


FaaS



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

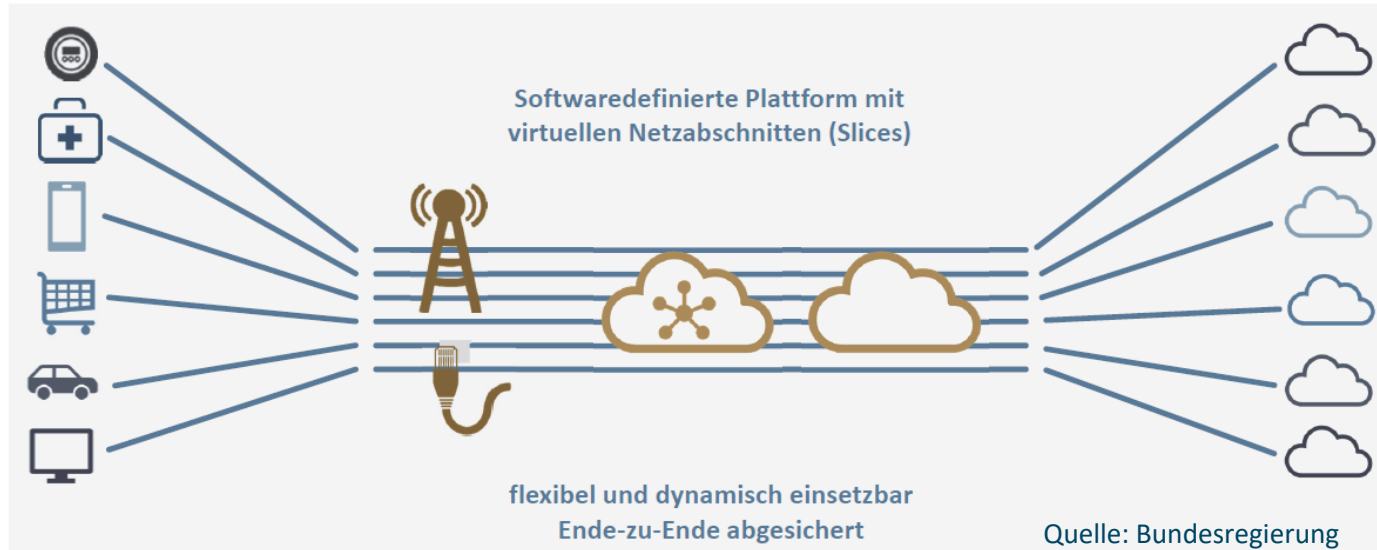
„Im Zuge dessen gewinnen *neue IT-Modelle, Technologien, Entwicklungs- und Betriebsprozesse* wie *Container-Lösungen, Microservices, DevOps* oder „*X-as-a-Service*“ zunehmend an Bedeutung.“

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

5G: Erwartungen Slicing



Industrielles
Internet



„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

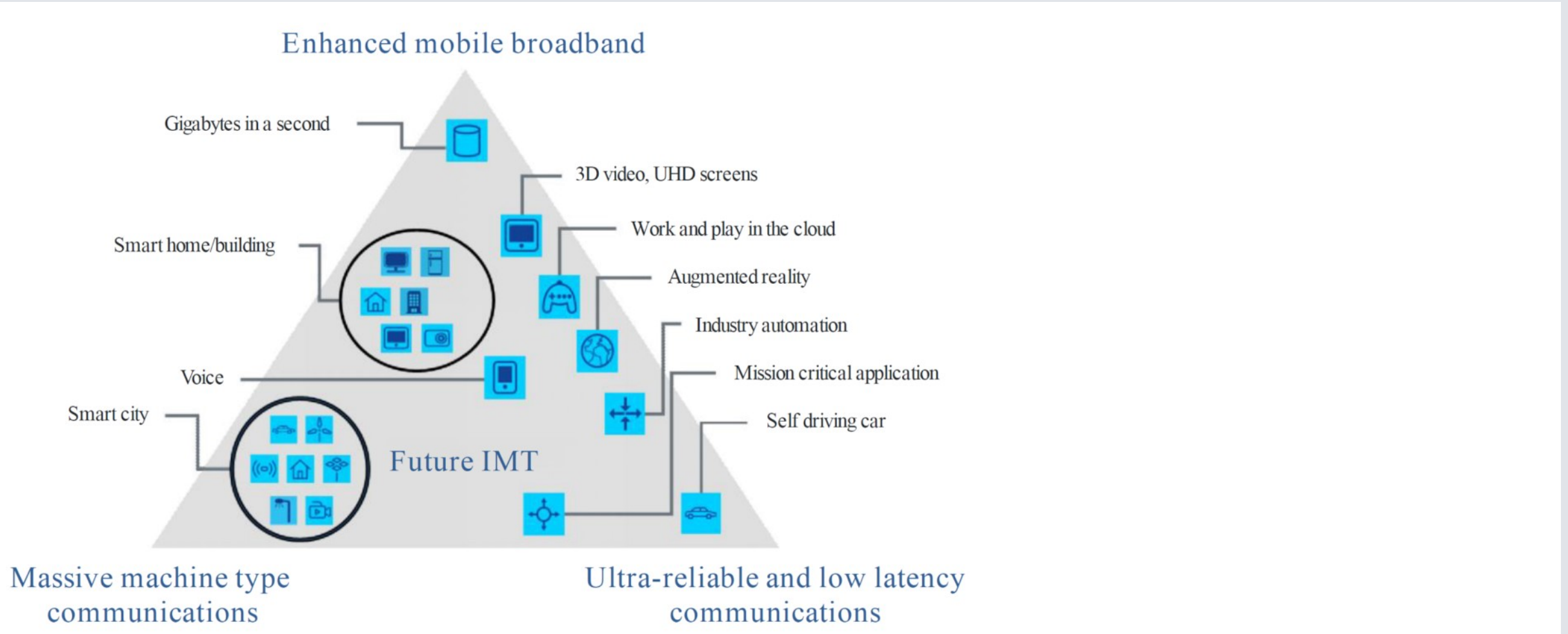
5G: Herausforderungen

Anforderungsprofile & Zellgröße



Industrielles
Internet

GEFÖRDET VOM
 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

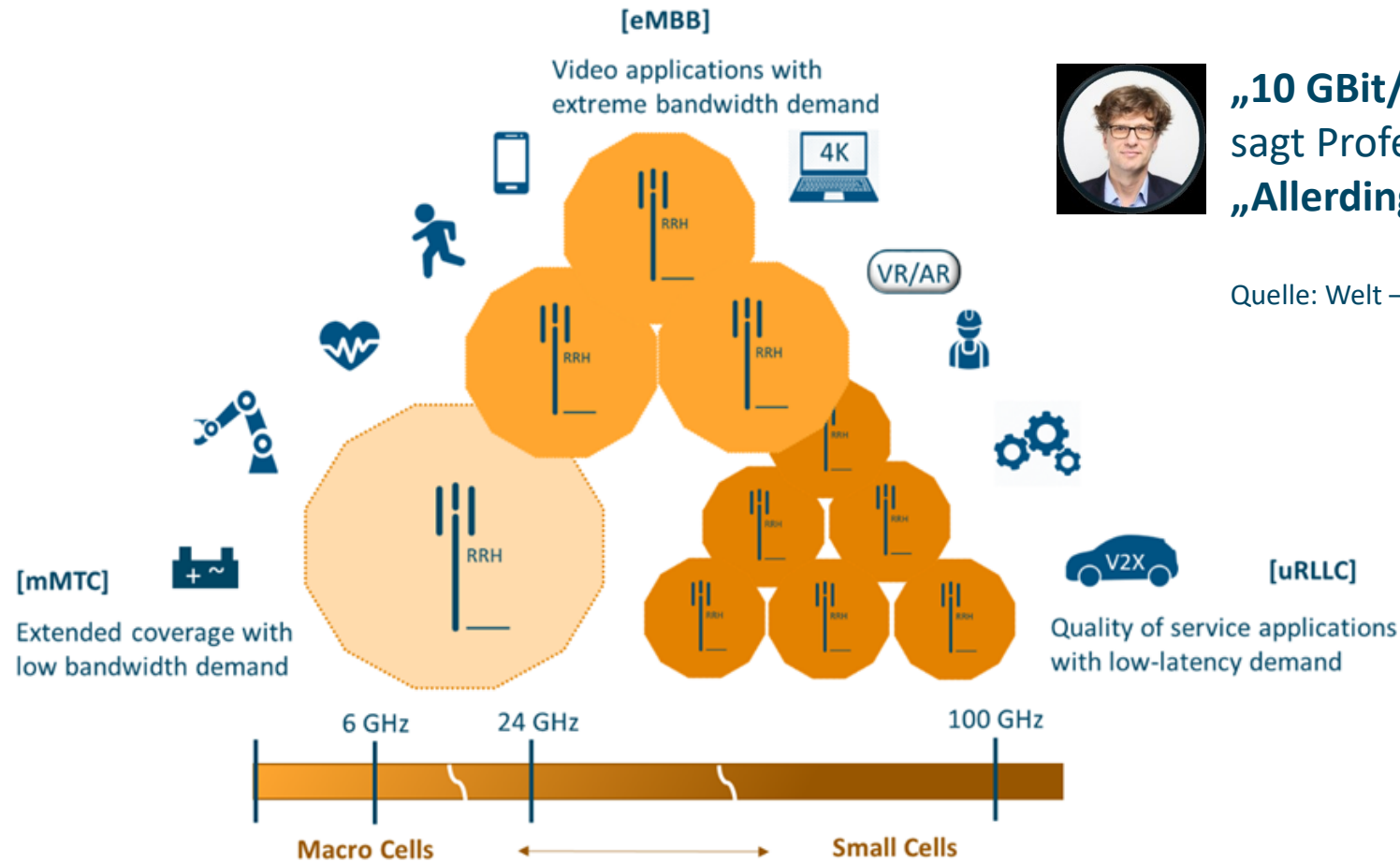


5G: Herausforderungen

Anforderungsprofile & Zellgröße



Industrielles
Internet



**„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

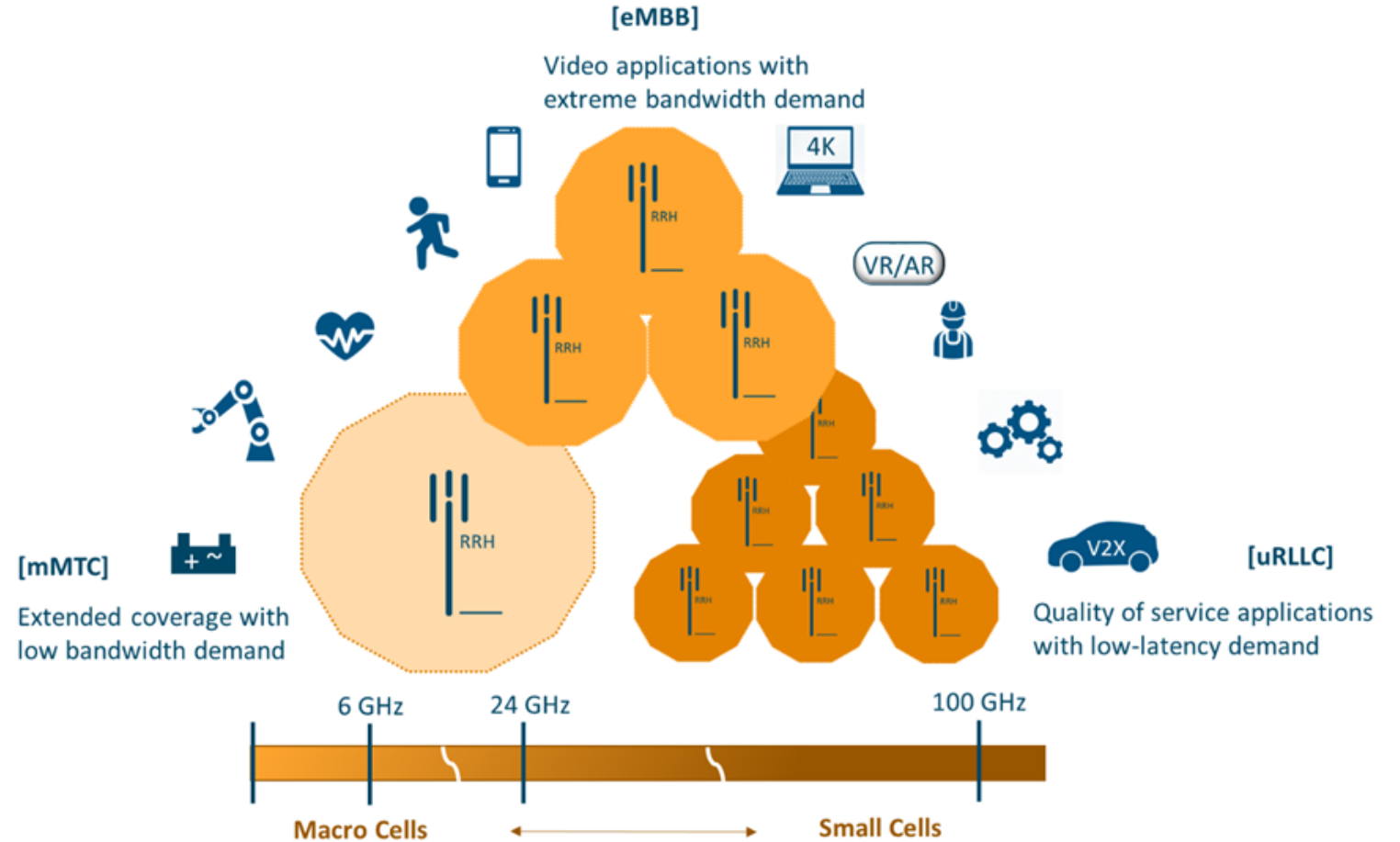
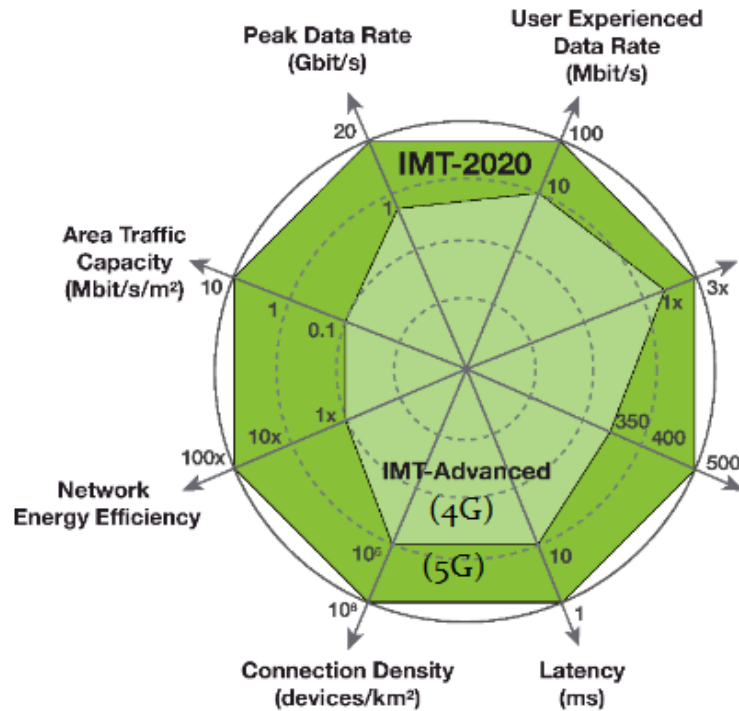
5G: Herausforderungen

Anforderungsprofile & Zellgröße



Industrielles
Internet

GEFÖRDET VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Quelle: 3GPP

5G: Herausforderungen

Netzausbau & Frequenzvergabe

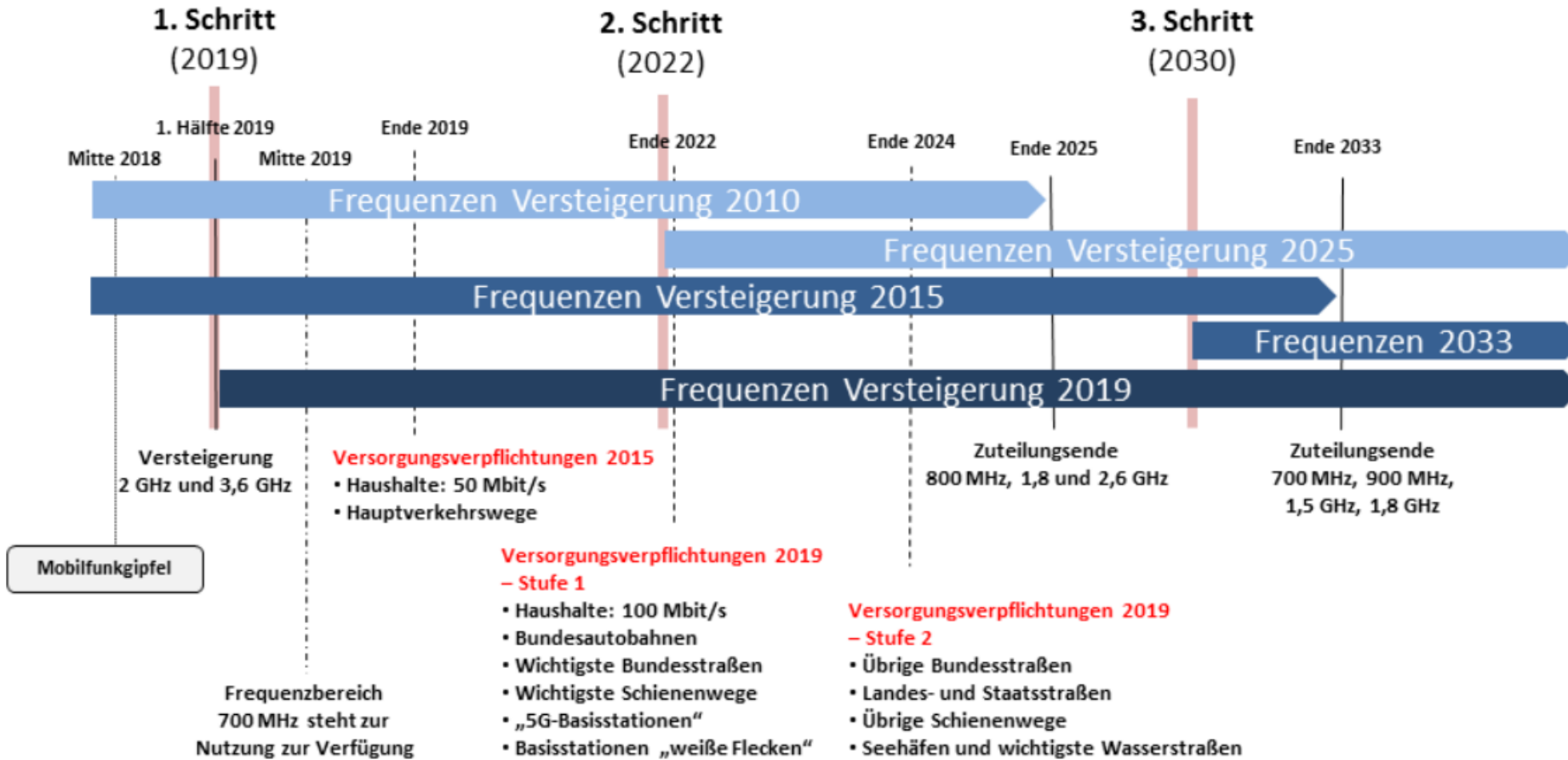
5G: Herausforderungen

Der deutsche Fahrplan



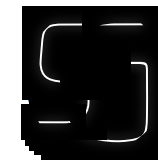
Industrielles
Internet

GEFÖRDET VOM
 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

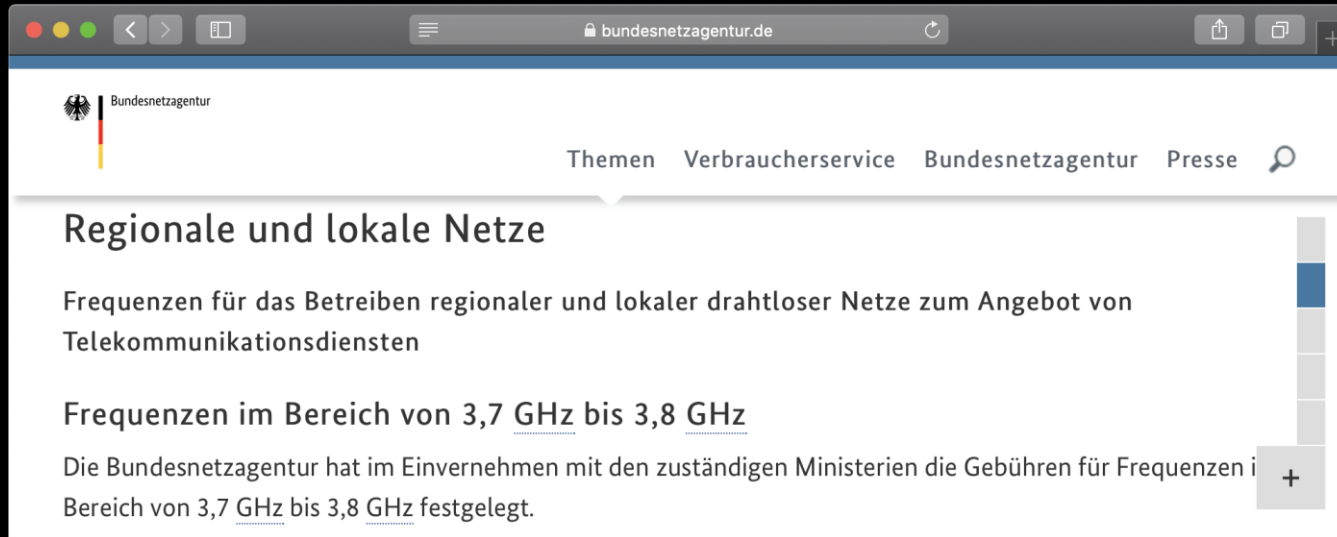


5G: Herausforderungen

Netzausbau – Regionale & lokale Netze



Industrielles
Internet



Die Gebühr wird in jedem Einzelfall nach folgender Gebührenformel errechnet:

$$\text{Gebühr} = 1000 + B * t * 5 * (6a_1 + a_2).$$

1.000 gibt den Sockelbetrag in € an,
B bezeichnet die Bandbreite in MHz (min. 10 bis max. 100 MHz),
t die Laufzeit der Zuteilung in Jahren (z.B. 10 Jahre),
a die Fläche in km² mit einer Differenzierung zwischen der Siedlungs- und Verkehrsfläche (a_1) und anderen Flächen (a_2).

Gebührenfaktoren (3,7-3,8 GHz)

- Merkel auf dem Digitalgipfel:
 - „Nutzung durch Unternehmen, Landwirtschaftsbetriebe, kleine und große Unternehmen“
 - „Kosten sind mittelstandsfreundlich“
- Gebühren veröffentlicht 31.10.2019
 - „optimale Nutzung und effiziente Verwendung“
 - Niedriger Grundbetrag
- Gültig noch im November

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

Zusammenfassung

5G – Universale Infrastruktur

Fazit

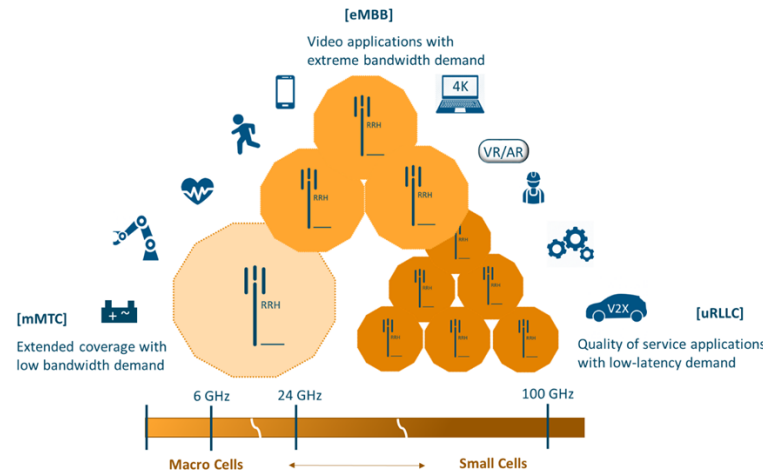
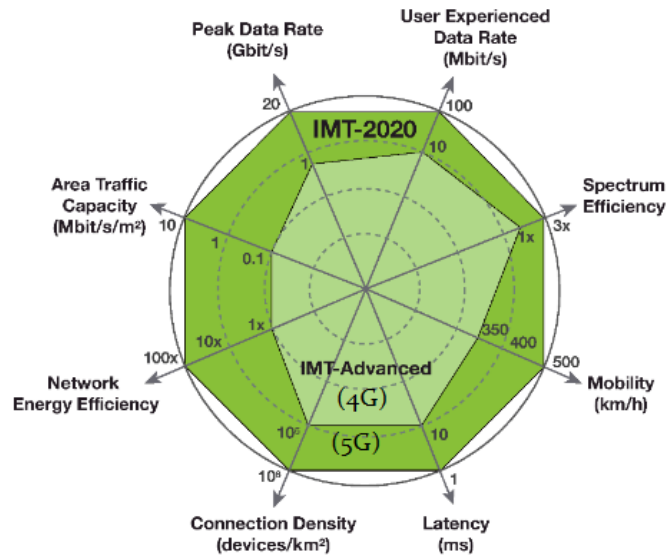
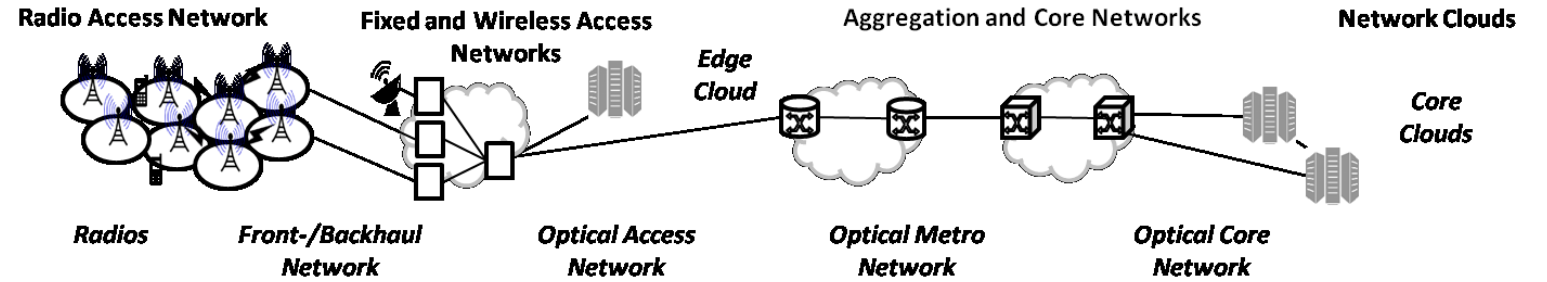


Industrielles
Internet

GEFÖRDET VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

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

[5G for Europe – Action Plan]



Reden wir über
dasselbe 5G?