

# Generation 5G:

Die Rolle der Konnektivität in der  
Digitalisierung



# Agenda

---

## Generation 5G:

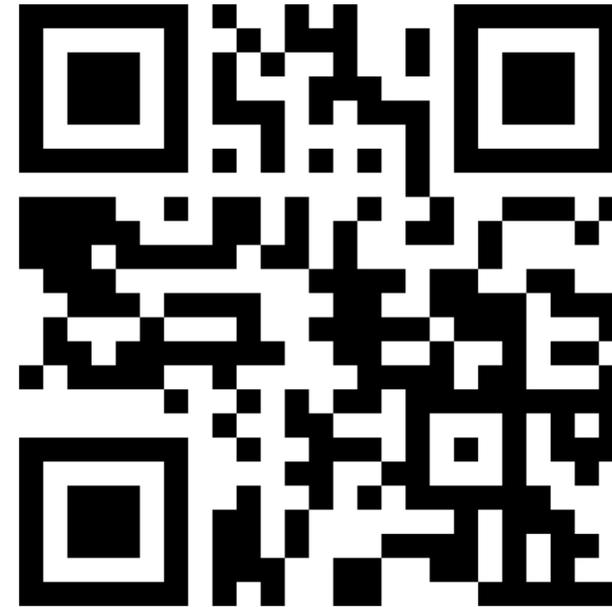
- Die Rolle der Konnektivität in der Digitalisierung



# Umfrage

---

- In welcher Branche sind Sie tätig?



# Einführung

---

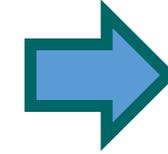
- Industrielle Digitalisierung für KMUs
- Elemente eines IoT-Systems



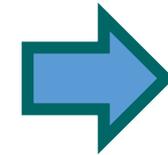
# Industrielle Digitalisierung für KMUs

- **Industrielle Digitalisierung:**
  - Nicht nur eine „Computarisierung“ im Betrieb
  - Viel mehr geht es um die computergeschützte Verarbeitung industrieller Prozesse
    - unterstützend
    - oder als vollautomatisiertes System
- **IoT-Systeme (Internet der Dinge) sind Schlüsseltechnologien der Digitalisierung der Industrie.**

## Digitalisierung des Büros



## Automatisierung in der Industrie

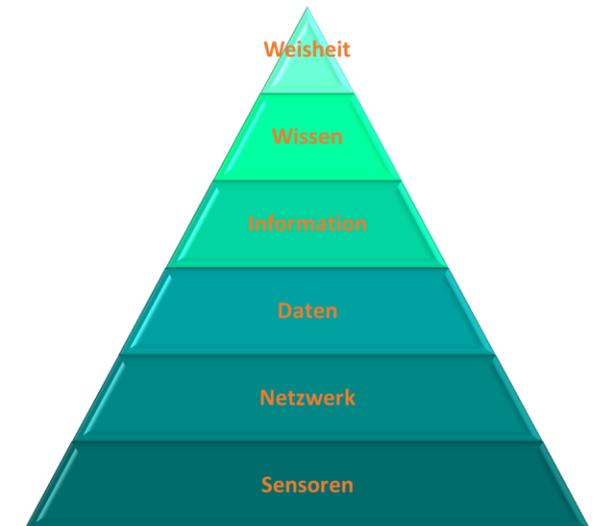
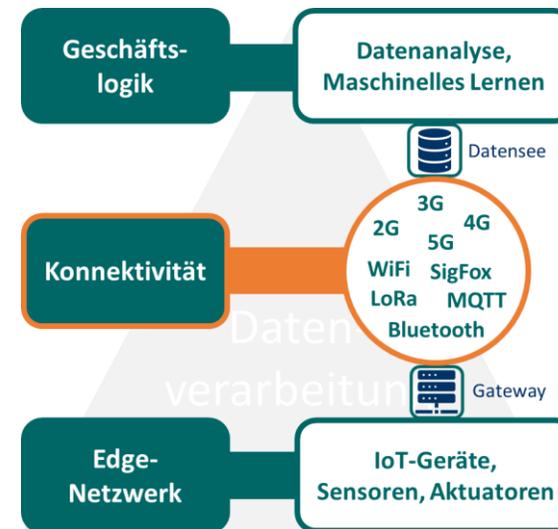


## Digitale Fabrik



# Elemente eines IoT-Systems

- **IoT: Internet of Things** – Das Internet der Dinge.
- Ein Ende-zu-Ende (e2e) IoT-System lässt sich in 3 Domäne untergliedern:
  - Das Netzwerk der Sensoren und Aktuatoren.
  - Die Konnektivität.
  - Das IT-System für die Datenanalyse.
- Die Datenverarbeitung in IoT-Systemen lässt sich anschaulich mit einer Pyramide darstellen.



# Anwendungsfälle von IoT-Systemen

- **Früherkennung von Verschleiß und defekten Komponenten**
- **Sicheres Schweißen**
- **Chirurgie: Fernbehandlung von Patienten**



# Anwendungsfall

- **Früherkennung von Verschleiß und defekten Komponenten**
  - Beispiel: maschinelle Produktion.
- **Aufgabe des IoT-Systems:**
  - Lernen: Ankündigung von Verschleiß.
  - Angehenden Verschleiß erkennen und melden.
  - Sonderfall: plötzlicher Defekt!
- **Wichtige Eigenschaften:**
  - Empfindliche Sensoren.
  - Hohe Anzahl von Sensoren.
  - Zuverlässige und schnelle Datenübertragung mit geringen Latenzzeiten.
  - Erfahrungsbasierte Entscheidungen.



# IoT-Umsetzung

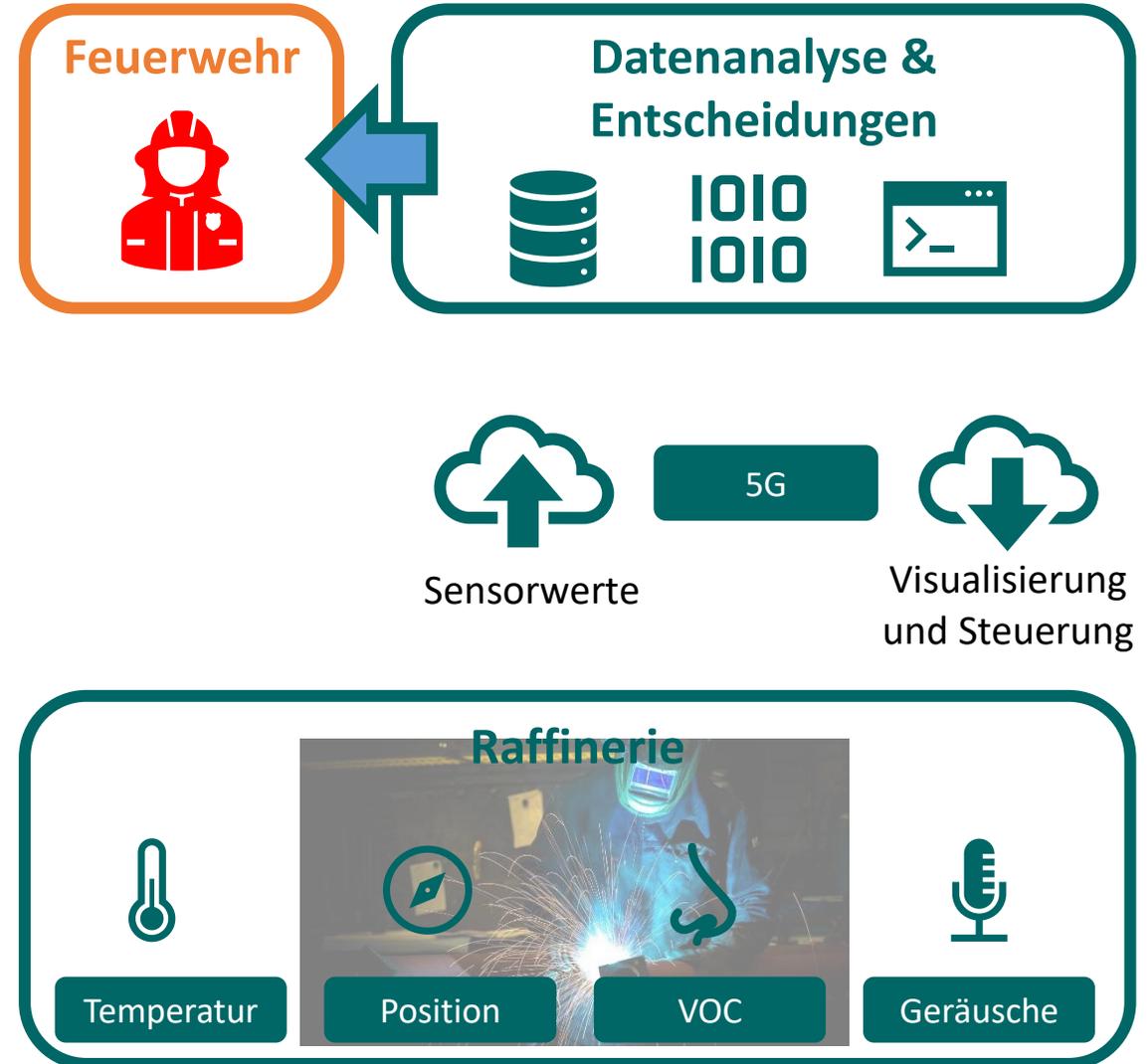
## Früherkennung von Verschleiß und defekten Komponenten

- **Sensoren**
  - Thermometer, Mikrophone, Vibrationssensoren
  - Hohe Anzahl
- **Aktuatoren**
  - Not-Stopp-Schalter für den **Sonderfall des plötzlichen Ausfalls**.
- **Konnektivität**
  - Zuverlässige und reaktive Übertragung
- **Datenanalyse und Logik**
  - Datenspeicher (Datensee)
  - Maschinelles Lernen, z.B. MPC
  - Schnittstelle zur Wartungsabteilung



# Anwendungsfall

- **Sicheres Schweißen**
  - Beispiel: Schweißarbeiten in einer Raffinerie, wo Gasleitungen liegen.
- **Aufgabe des IoT-Systems:**
  - Gasleck erkennen.
  - Strömenden brennbaren Gas über die VR-Brille sichtbar machen.
  - Bei fehlender Reaktion des Schweißtechnikers: Not-Stopp!
- **Wichtige Eigenschaften:**
  - Empfindliche Sensoren.
  - Zuverlässige und schnelle Datenübertragung.
  - Kontinuierliche Datenanalyse
  - Erfahrungsbasierte Entscheidungen.



# IoT-Umsetzung

## Sicheres Schweißen

- **Sensoren**
  - VOC-Sensor (flüchtige organische Verbindungen)
  - Thermometer und Mikrophone
  - Positionierung
- **Aktuatoren**
  - Not-Stopp-Schalter.
- **Konnektivität**
  - Breitbandige, zuverlässige und reaktive Übertragung.
- **Datenanalyse und Logik**
  - Datenspeicher (Datensee)
  - Maschinelles Lernen, z.B. MPC.
  - Schnittstelle zur Feuerwehr.



# Anwendungsfall

- **Chirurgie: Fernbehandlung von Patienten**
- **Aufgaben des IoT-Systems**
  - **Seite des Chirurgen:** Sensoren interpretieren die Handgriffe des Experten.
  - **Seite des Patienten:** Roboter setzt die Handgriffe des Experten um.
  - Beide Seiten müssen zuverlässig und mit kürzester Latenzzeit miteinander kommunizieren.
- **Wichtige Eigenschaften**
  - Fortgeschrittene Sensorik und Robotik.
  - High-End-Konnektivität.
  - Bestens trainiertes ML-System.

## Datenanalyse & Entscheidungen



LWL/5G



### Chirurg



### Patient



# IoT-Umsetzung

- **Chirurgie: Fernbehandlung von Patienten**
- **Sensoren**
  - „Handschuh“ mit Berührungssensoren.
- **Aktuatoren**
  - Roboter mit chirurgischen Utensilien.
- **Konnektivität**
  - Breitbandige, zuverlässige und reaktiv.
  - Sehr wichtiger Bestandteil des IoT-Systems.
- **Datenanalyse und Logik**
  - Maschinelles Lernen: entscheidend um Bewegungen und Griffe des chirurgischen Experten richtig zu übersetzen.



# Rolle der Konnektivität

- **Verfügbare Optionen**
- **5G als eine besondere Option der Konnektivität für IoT-Systeme**
- **Architektur eines 5G-Netzes**
- **5G Campusnetze**
- **Betreibermodelle von 5G-Campusnetzen**



# IoT: Rolle der Konnektivität und Optionen

## ■ Aufgaben

- Entfernung zwischen Sensoren und Infrastruktur zur Datenanalyse überbrücken.
- Informationen einer Vielzahl von Sensoren oder von verschiedenen Sensortypen bündeln und zur Datenanalyse übertragen.
- Informationen von Sensoren aus verschiedenen geografischen Orten zur Datenanalyse an einem zentralen Ort übertragen.
- **Zuverlässige, sichere und schnelle Datenübertragung „garantieren“.**

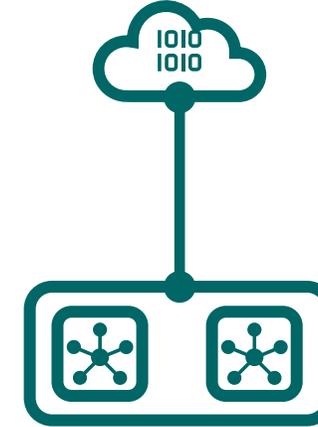
## ■ Optionen

- Kabelgebundene Konnektivität
- Lokaler Funk
- Mobilfunk

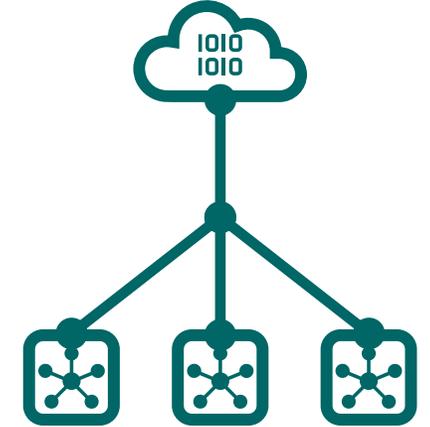
Entfernung  
überbrücken



Bündeln



Zentralisieren



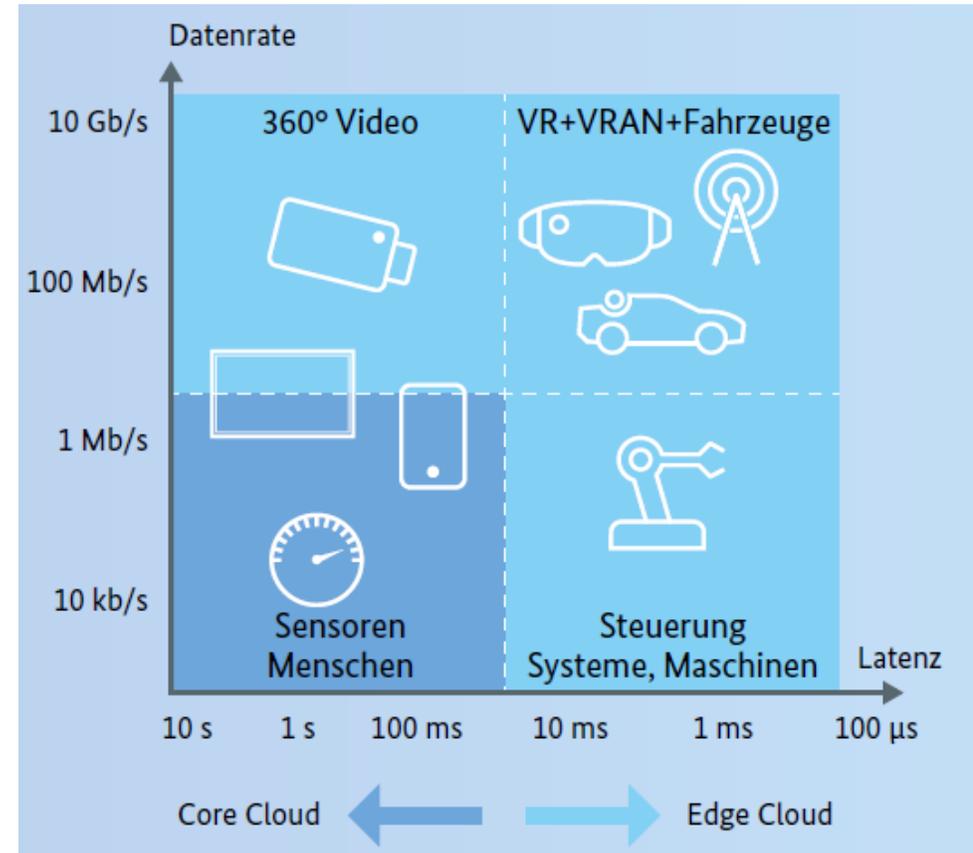
### IoT - Funktechnologien

Kleine Entfernung	<ul style="list-style-type: none"><li>• WiFi</li><li>• Bluetooth</li><li>• ZigBee</li></ul>
Niedriger Energieverbrauch	<ul style="list-style-type: none"><li>• SigFox</li><li>• LoRa</li><li>• NB-IoT</li><li>• LTE-M</li></ul>
Mobilfunk	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2G, 3G, 4G, 5G</li></ul>

# 5G: besondere Option der Konnektivität

## ■ 5G erfüllt Anforderungen an einer IoT-Konnektivitätslösung und noch mehr

- Geeignet für lokale sowie für weiträumige Funkversorgung.
- Erfüllt hohe IT-Sicherheitsanforderungen.
- Unterstützt die gleichzeitige Versorgung einer hohen Dichte von Endgeräten.
- Unterstützt kurze Latenzzeiten dank der „**Edge Computing**“-Technologie.
- Bietet eine noch nie dagewesene Übertragungsgeschwindigkeit unter den Funktechnologien.
- Unterstützt Mobilität und geografische Flexibilität im Gegensatz zu den leitungsgebundenen Lösungen.



Quelle: [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) - Leitfaden 5G-Campusnetze – Orientierungshilfe für kleine und mittelständische Unternehmen - 2020.

# Architektur eines 5G-Netzes

- Funkzugangnetz (ng-RAN) und Kernnetz (5GC) sind feste Bestandsdomäne eines 5G-Netzes.

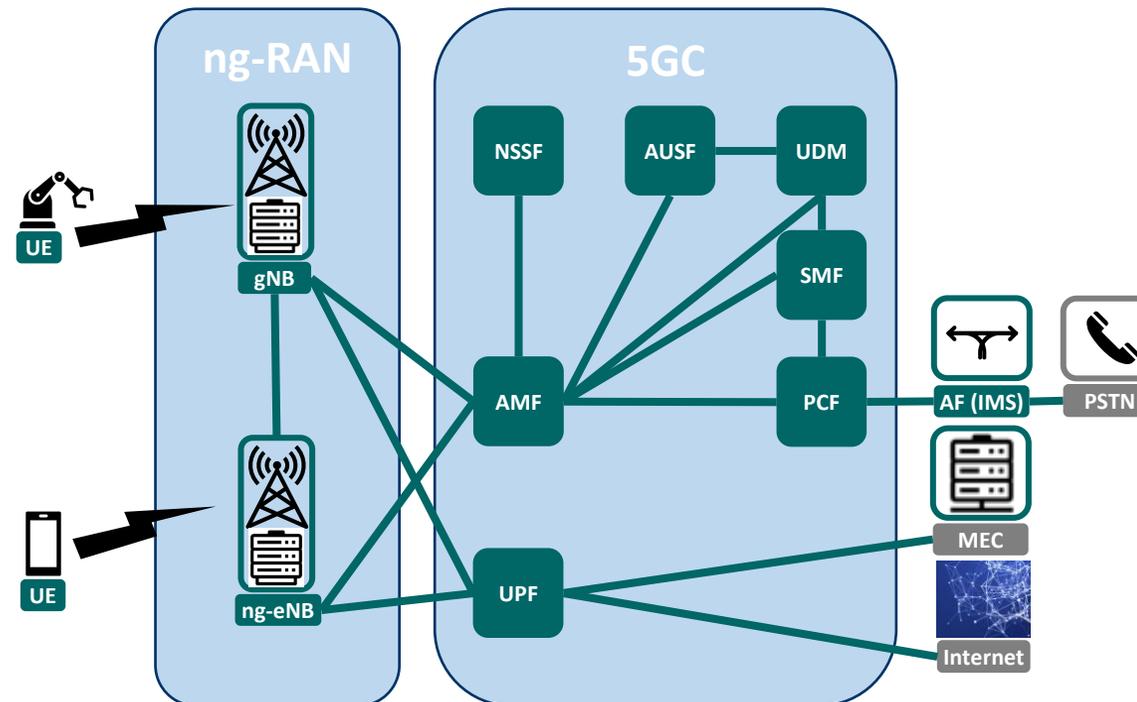
– Ohne Endgeräte kann das Netz seine Funktion nicht erfüllen.

- **5G Endgeräte** – Breite Auswahl:

- Smartphones
- Modem mit Router (FWA).
- Modem für Sensoren (mMTC), Autos, Drohne, Roboter, etc. (cMTC).

- **gNB/ng-eNB:**

- User and Control Plane - Funktionen.
- Eine gNB unterstützt 5G NR.
- Eine ng-eNB unterstützt nur LTE, kann jedoch, von einem 5GC gesteuert zu werden.

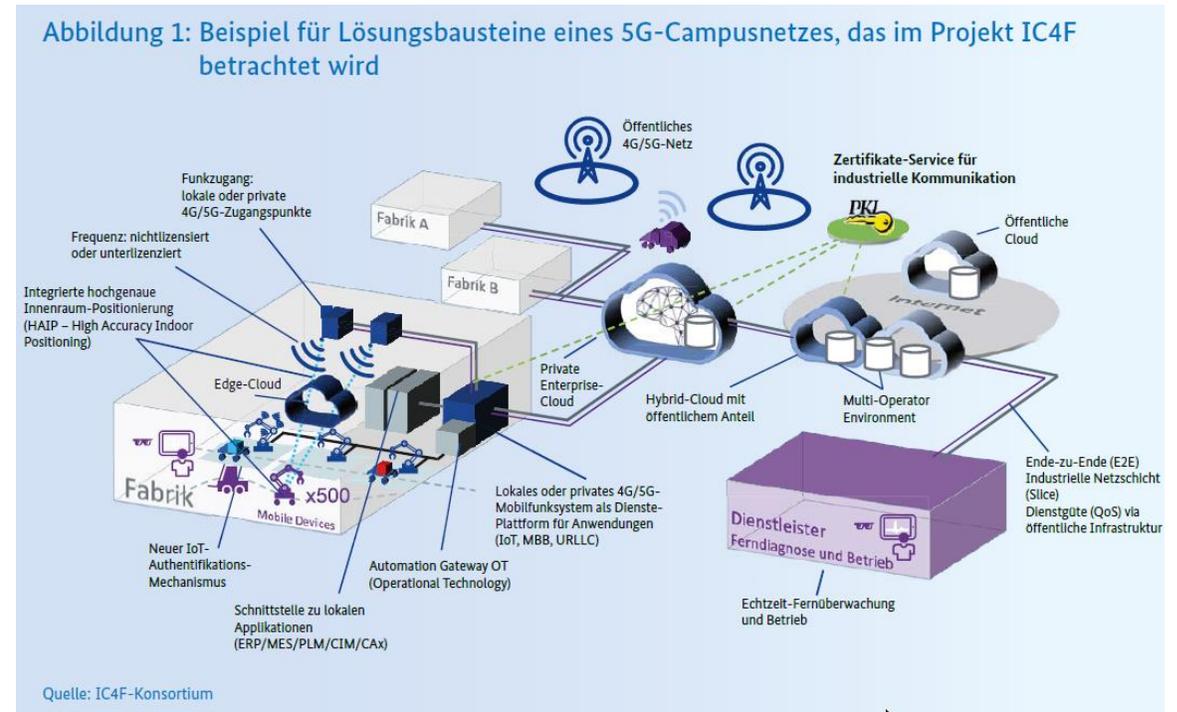


- **5GC - funktionale Knoten:**

- **AMF:** Access and mobility function
- **UPF:** User plane function
- **NSSF:** Network slice selection function
- **AUSF:** Authentication server function
- **SMF:** Session management function
- **PCF:** Policy control function
- **UDM:** Unified data management
- **AF:** Application function
- **MEC:** Multi-access edge computing

# Was macht ein 5G-Campusnetz aus?

- Geografisch begrenztes, lokales, privates Netz.
- Für besondere Anforderungen angepasstes Mobilfunknetz.
- IoT-Datendienste mit dedizierter Kapazität und Frequenzzuteilung.
- Voller Zugriff auf Verwaltungsfunktionen.
- Vorteile:
  - Kurze Paketlatenzzeiten
  - Hohe IT-Sicherheit
  - Hohe Dienstgüte (QoS – Quality of Service)

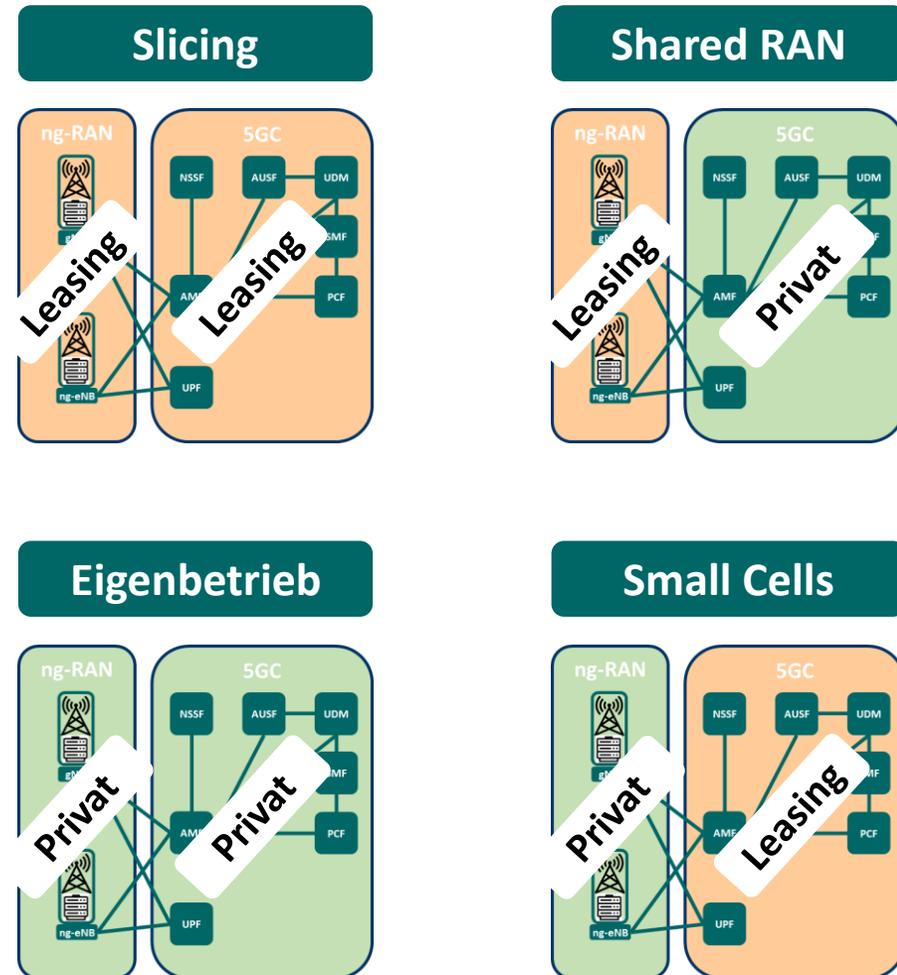


Quelle: [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) - Leitfaden 5G-Campusnetze – Orientierungshilfe für kleine und mittelständische Unternehmen - 2020.

IC4F: Industrial Communication for Factories

# Betreibermodelle von 5G-Campusnetzen

- **Slice – Virtuelles eigenes Netz**
  - Ein industrieller Betrieb bekommt eine dedizierte Scheibe von einem öffentlichen Netzbetreiber.
- **Hybrid – Shared RAN**
  - Der Betrieb hat ein eigenes Kernnetz, aber nutzt Ressourcen des Funknetzes eines öffentlichen Netzbetreibers.
- **Hybrid – Small Cells**
  - Der Betrieb hat ein eigenes Funknetz, aber nutzt Ressourcen des Kernnetzes eines öffentlichen Netzbetreibers oder eines Cloudanbieters.
- **Eigenbetrieb**
  - Funk- und Kernnetz gehören zu 100% dem Betrieb.



Quelle: [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) - Leitfaden 5G-Campusnetze – Orientierungshilfe für kleine und mittelständische Unternehmen - 2020.

# Zusammenfassung

---

- **Wahl der passenden Lösung für die Konnektivität**
- **Wie hebt sich 5G ab?**

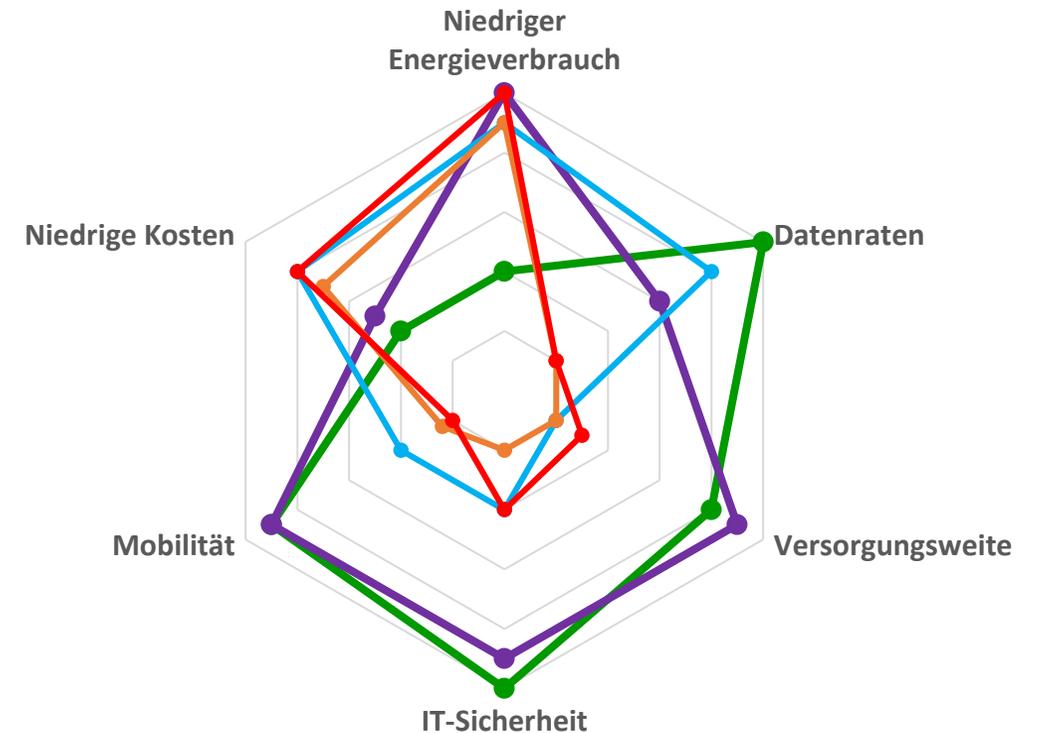


# Wahl der passenden Konnektivitätslösung

- Die Konnektivitätslösung folgt den Eigenheiten des Anwendungsfalls.
- Folgende Kriterien sind für die richtige Wahl entscheidend:
  - Datenraten
  - Versorgungsweite
  - Unterstützung der IT-Sicherheit
  - Unterstützung der Mobilität
  - Aufbau- und Betriebskosten
  - Energieverbrauch

## Eigenschaften der Konnektivitätslösungen

- Mobilfunk (2G - 5G)
- WiFi, Bluetooth, ZigBee
- LoRa
- NB-IoT, LTE-M
- SigFox

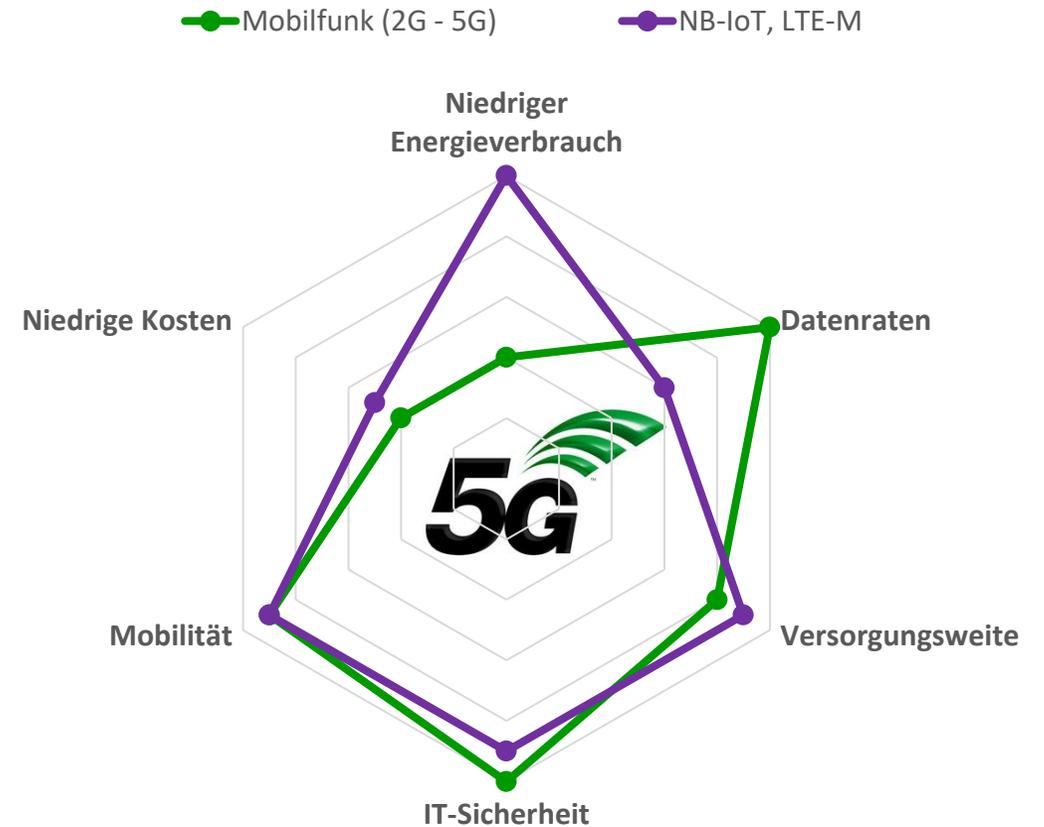


Quelle: Connectivity technologies for IoT, Northstream, Updated Edition 2020.

# Wie hebt sich 5G ab?

- **Der Mobilfunk (inkl. 5G), zusammen mit NB-IoT und LTE-M erfüllen die meisten Kriterien.**
  - NB-IoT und LTE-M: Erweiterungen von LTE (4G) für einen niedrigen Energieverbrauch und eine weitere Funkversorgung.
  - Die 5G-Spezifikation beinhaltet per se die Eigenschaften von NB-IoT und LTE-M.
- **Zusätzlich ist 5G die einzige Funktechnologie, die folgende Kriterien erfüllt:**
  - Kürzesten Latenzzeiten.
  - Besonders hohe Datenraten.
  - Besonders hohe Flexibilität im Netzbetrieb.

## Eigenschaften von Mobilfunk, NB-IoT und LTE-M



# DANKE !

## Wir erwecken Ihre Ideen zum Leben

**Kontaktieren Sie uns:**

- E-mail: [sigma.telecom@sigma-telecom-solutions.net](mailto:sigma.telecom@sigma-telecom-solutions.net)
- Internet: <https://www.sigma-telecom-solutions.net>
- Telefon: +49 7157 668716