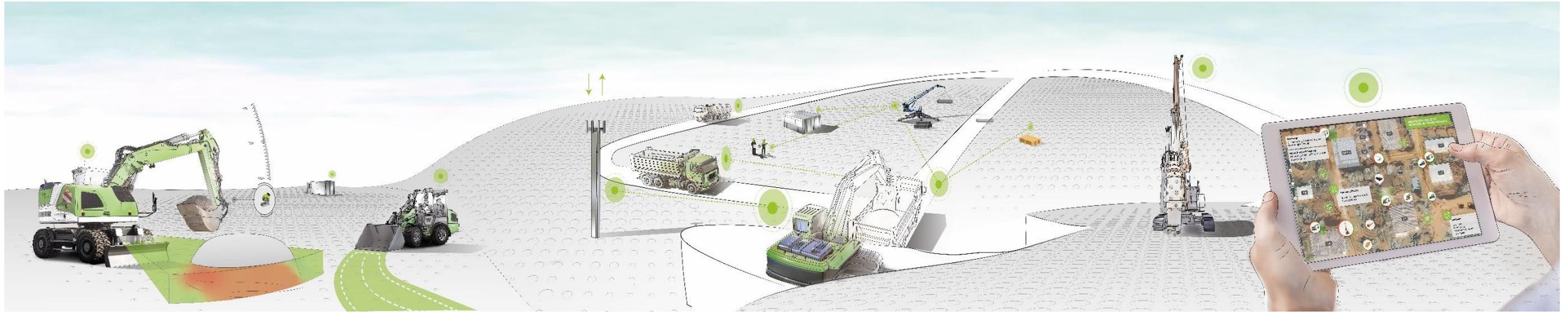


**Richard Jacob, Gerrit Schulte, Olaf Kehrer**  
Technische Universität Dresden, acticom GmbH, O&O Software GmbH

# Konnektivitäts- & Cloudkonzepte für die Baustelle der Zukunft

Bauen 4.0 Präsentation VDMA Infotage 06.05.2021

# Themenschwerpunkte



Automatisierbare,  
vernetzte  
Arbeitsmaschinen



5G Maschinen- und  
Baustellenvernetzung



Prozesse & Lösungen für  
die digitale Baustelle

# Vortragende & Themen



**Richard Jacob**

- TU Dresden, Vodafone Chair
- *„Zuverlässige Vernetzung“*



**Gerrit Schulte**

- acticom GmbH
- *„Baustellen Cloud & Authentifizierung“*



**Olaf Kehrer**

- O&O Software GmbH
- *„Das Flurry-Konzept“*

**Richard Jacob**  
TU Dresden – Vodafone Chair Mobile Communications Systems

# Zuverlässige Vernetzung

Bauen 4.0 Präsentation VDMW Infotage 06.05.2021

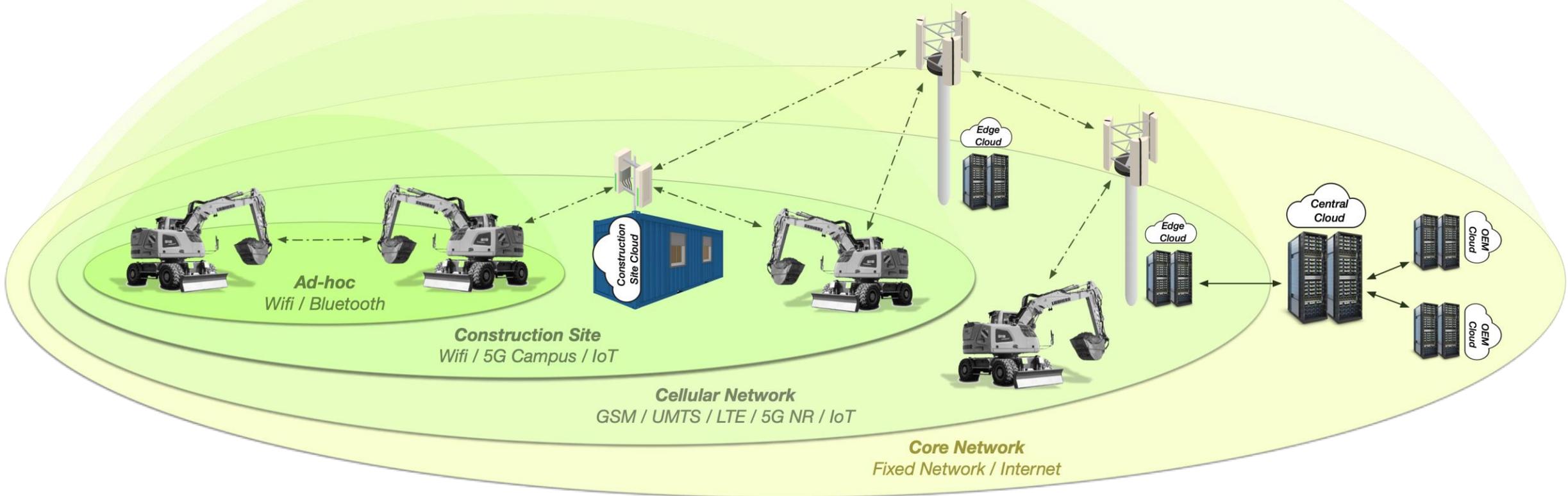
# Anforderungen an die Vernetzung

- Unterbrechungsfreie Netzverfügbarkeit ist die Grundlage für Digitalisierung der Baustelle
- Wird nicht durch das öffentliche Mobilfunknetz garantiert



# Vernetzung & Cloud Architektur

- Forschungsschwerpunkt: lokales Baustellenetz & Cloud
- Autarker Betrieb, unabhängig vom Netzbetreiber

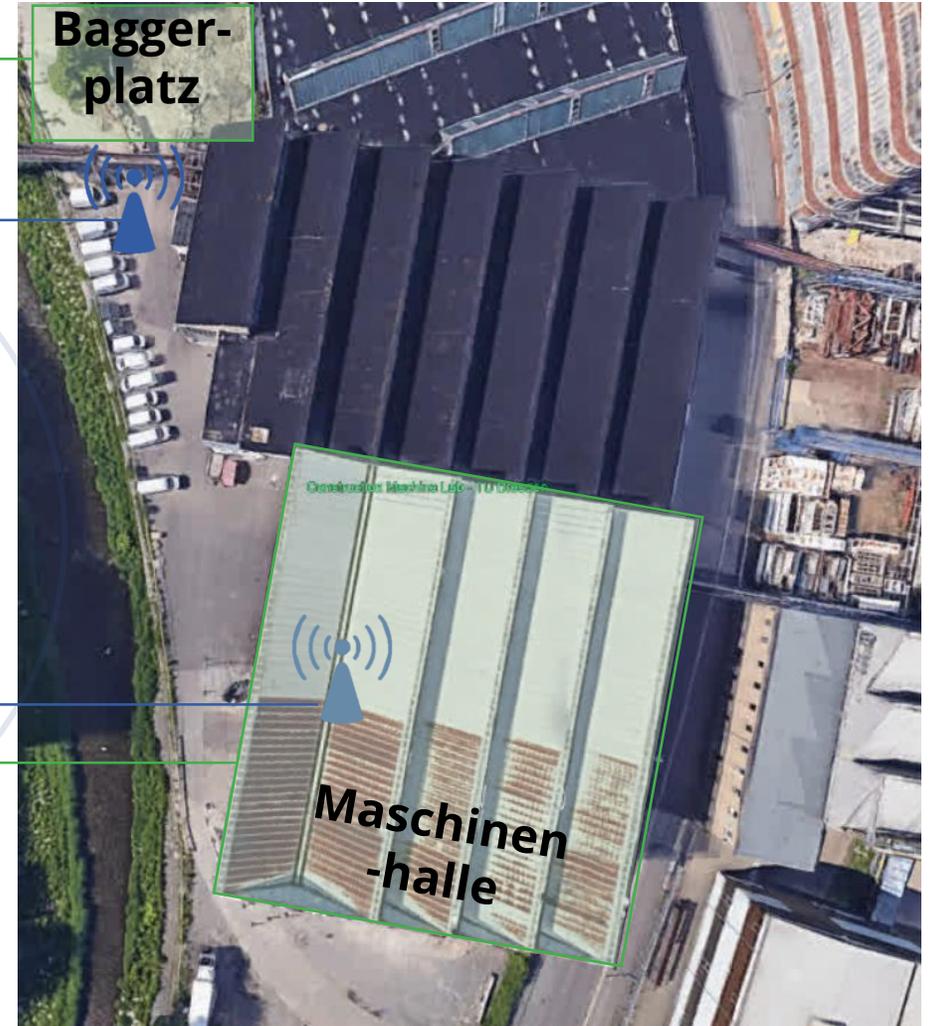


# Connectivity Module

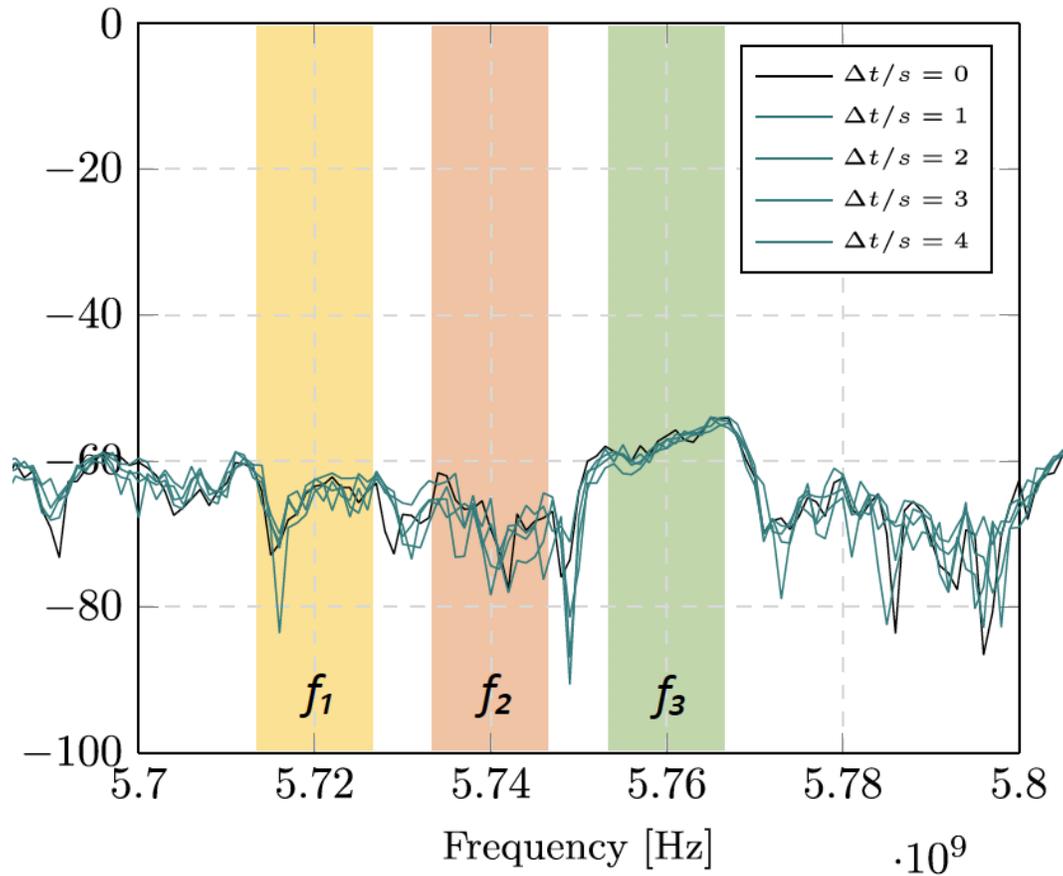
- Funkzugangstechnologien
  - 2x Wi-Fi 802.11agbn
  - 5G stand-alone @ 3,7GHz
  - LTE (4G) / UMTS (3G)
  - Bluetooth
- Positionierung
  - GPS/GLONASS/Galileo/Beidou
- Computing Plattform
  - i.MX6 Quad Core @ 1GHz/2GB RAM
- Schnittstellen
  - 3x CAN
  - Ethernet & USB 2.0



# Vernetzung Bagger Demonstrator



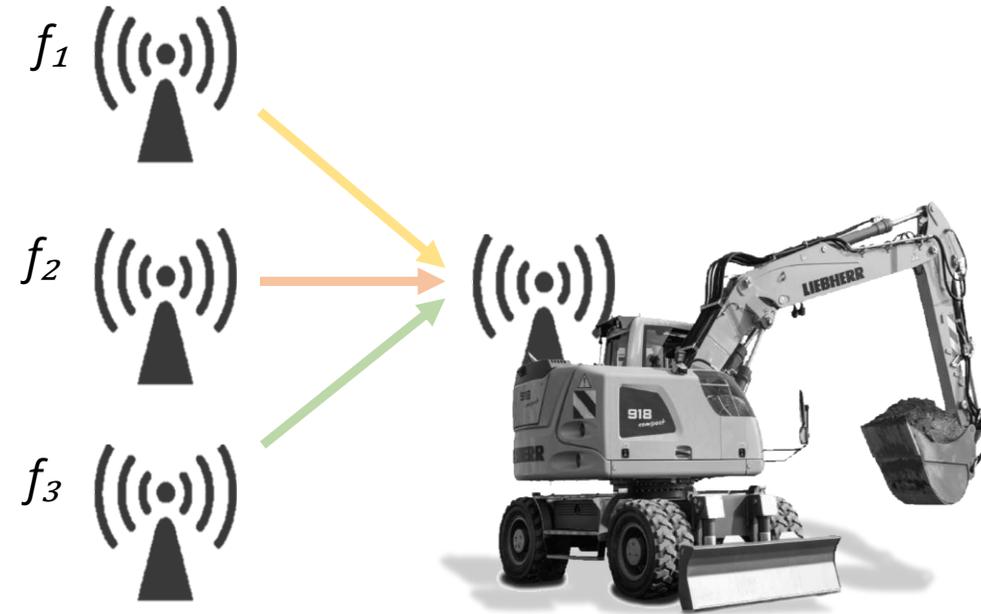
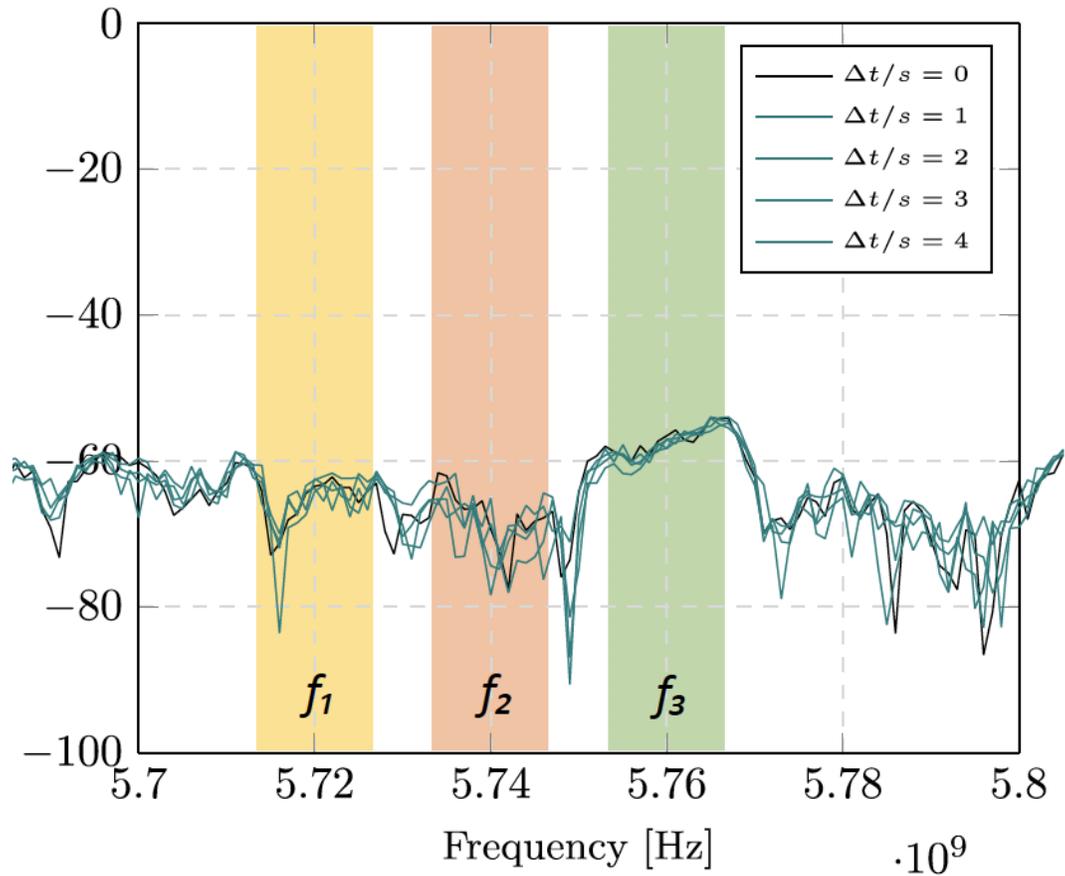
# Zuverlässigkeitserhöhung von Funkverbindungen



## ***Wireless Transmission***

- Kanalqualität schwankt aufgrund von Mehrwegeausbreitung und Doppler Effekt

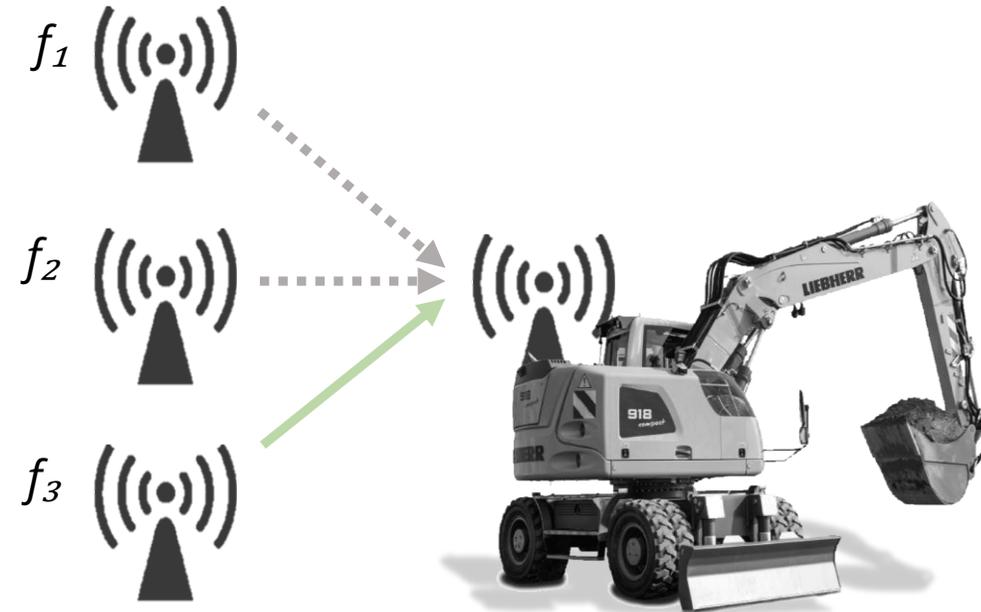
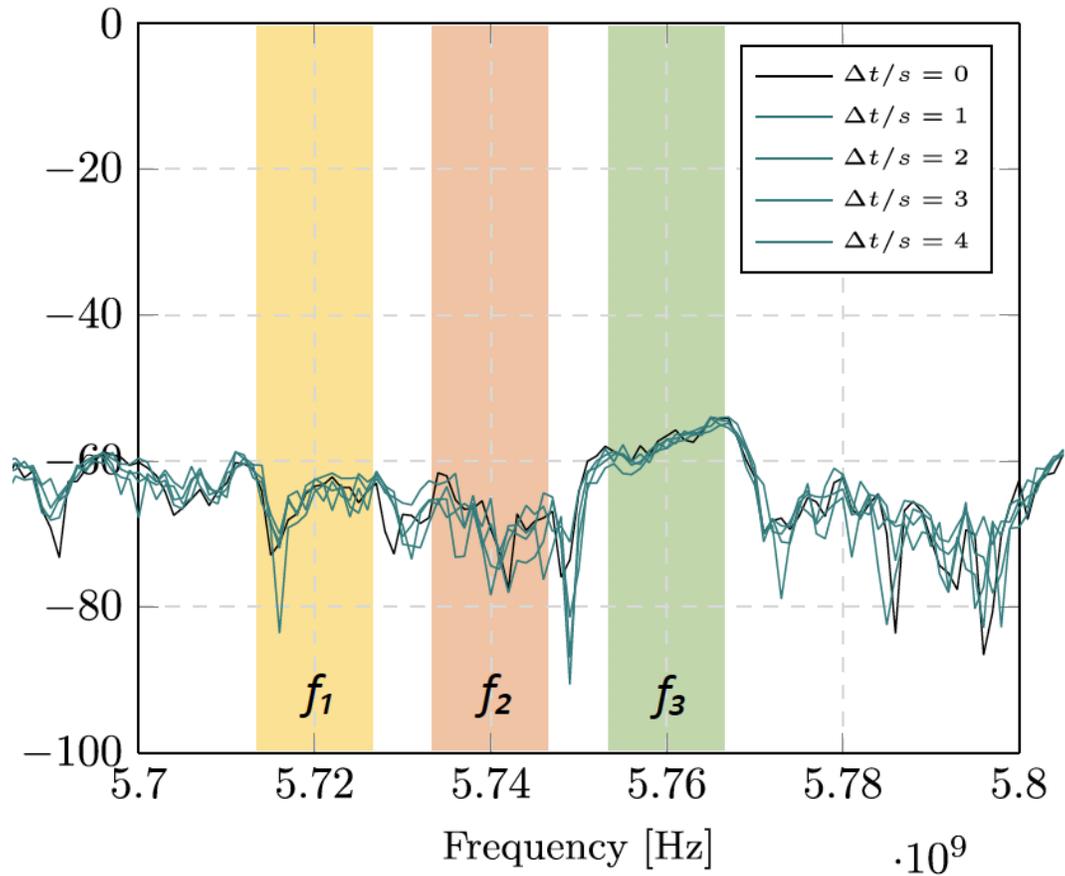
# Zuverlässigkeitserhöhung von Funkverbindungen



## **Multi-Connectivity**

- Ausnutzung von Frequenz-Diversität durch redundante Übertragungen

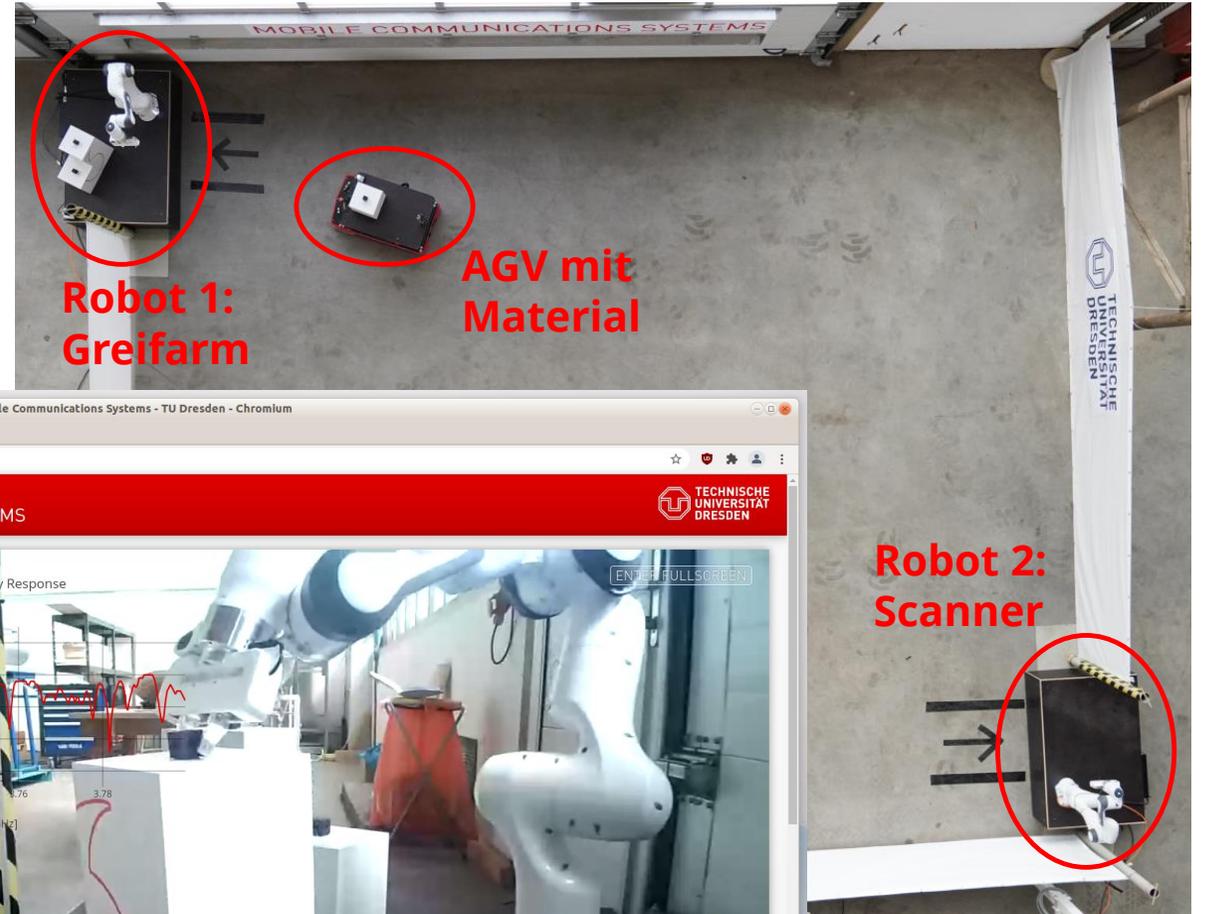
# Zuverlässigkeitserhöhung von Funkverbindungen



## ***Channel-aware Scheduling***

- Auswahl der optimalen Funkressource auf Basis von Kanalkennntnis

# Interactive AGV Demo



AGV Industry Online Demo - Vodafone Chair for Mobile Communications Systems - TU Dresden - Chromium

AGV Industry Online Demo x +

agv.demo.bitfasching.de/uu0Aaqu2bie/

**VODAFONE CHAIR**  
MOBILE COMMUNICATIONS SYSTEMS

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Channel Frequency Response

Receive Power [dBm]

Frequency [MHz]

ENTER FULLSCREEN

REQUEST CONTROL

2 people in front of you • 1:21 min estimated waiting time

A screenshot of the AGV Industry Online Demo interface. The main content area shows a 3D model of the AGV system with a white robotic arm. Overlaid on the left is a graph titled 'Channel Frequency Response' showing 'Receive Power [dBm]' on the y-axis (ranging from -90 to -50) and 'Frequency [MHz]' on the x-axis (ranging from 3.7 to 3.78). The graph displays a red line representing the power response. At the bottom, there is a 'REQUEST CONTROL' button and a status message: '2 people in front of you • 1:21 min estimated waiting time'. The interface also includes a navigation bar with the 'VODAFONE CHAIR' logo and the 'TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN' logo.

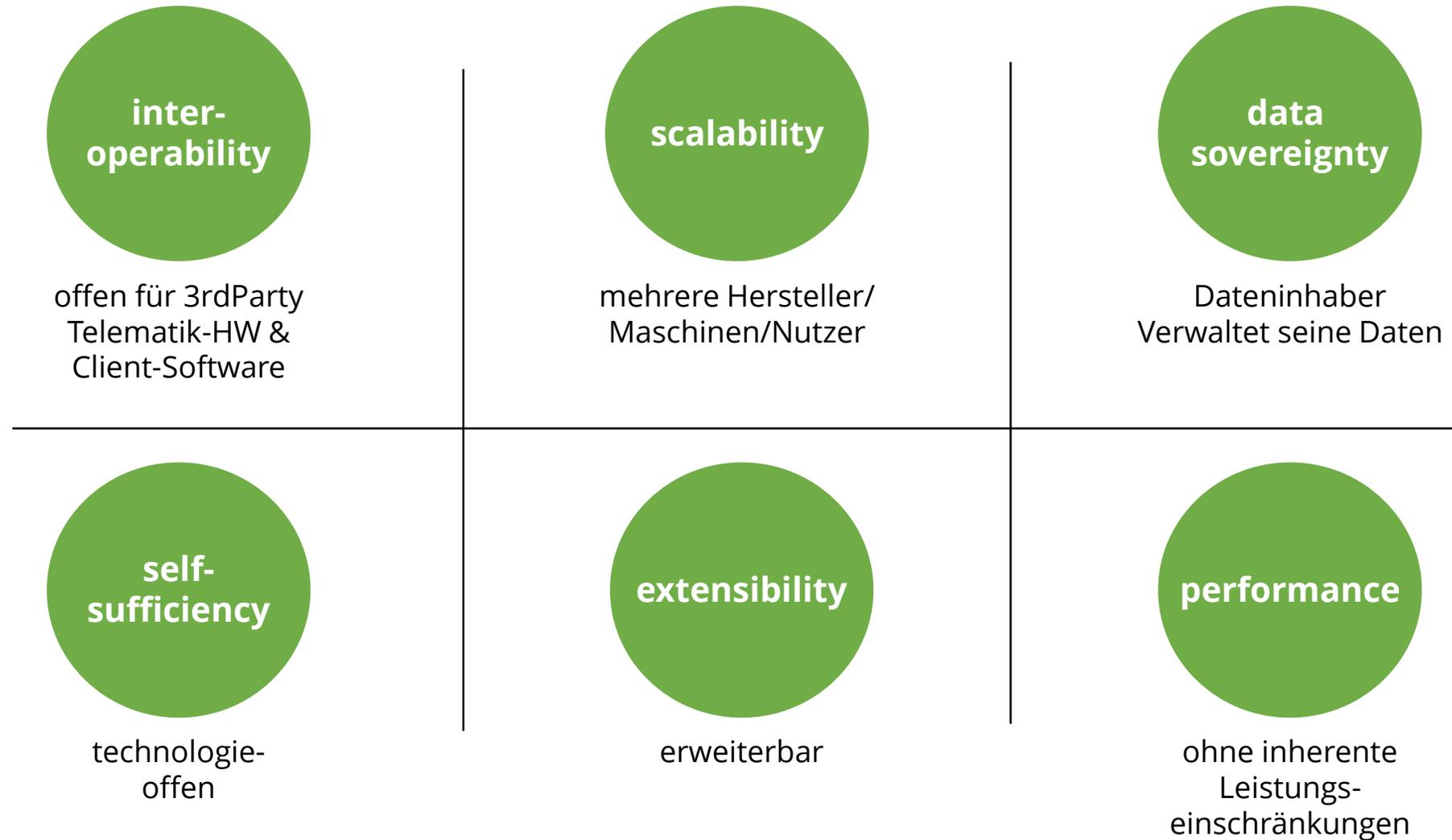
<https://agv.demo.bitfasching.de/uu0Aaqu2bie/>

Gerrit Schulte  
acticom GmbH

# Construction Cloud und Authentifizierung

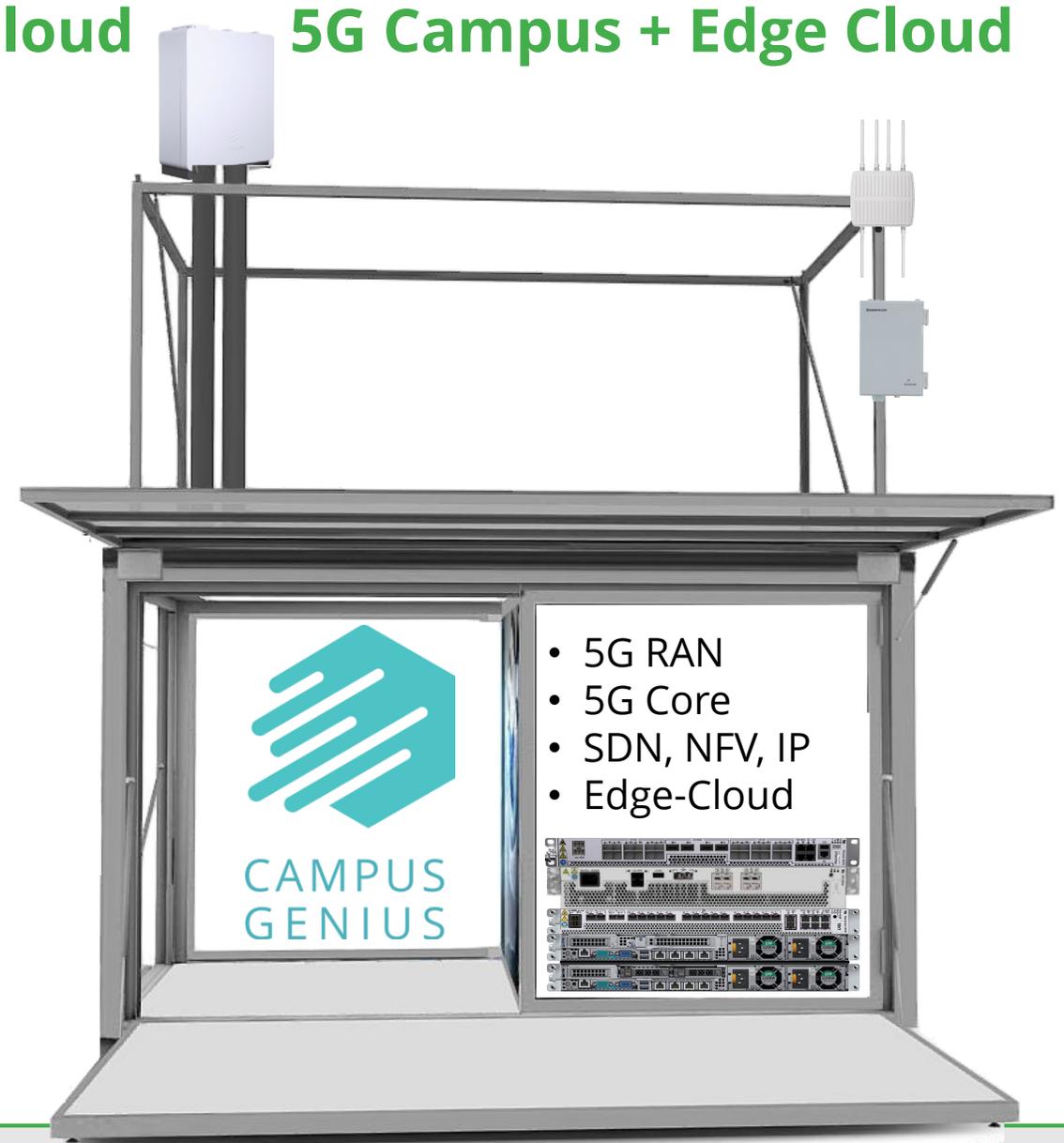
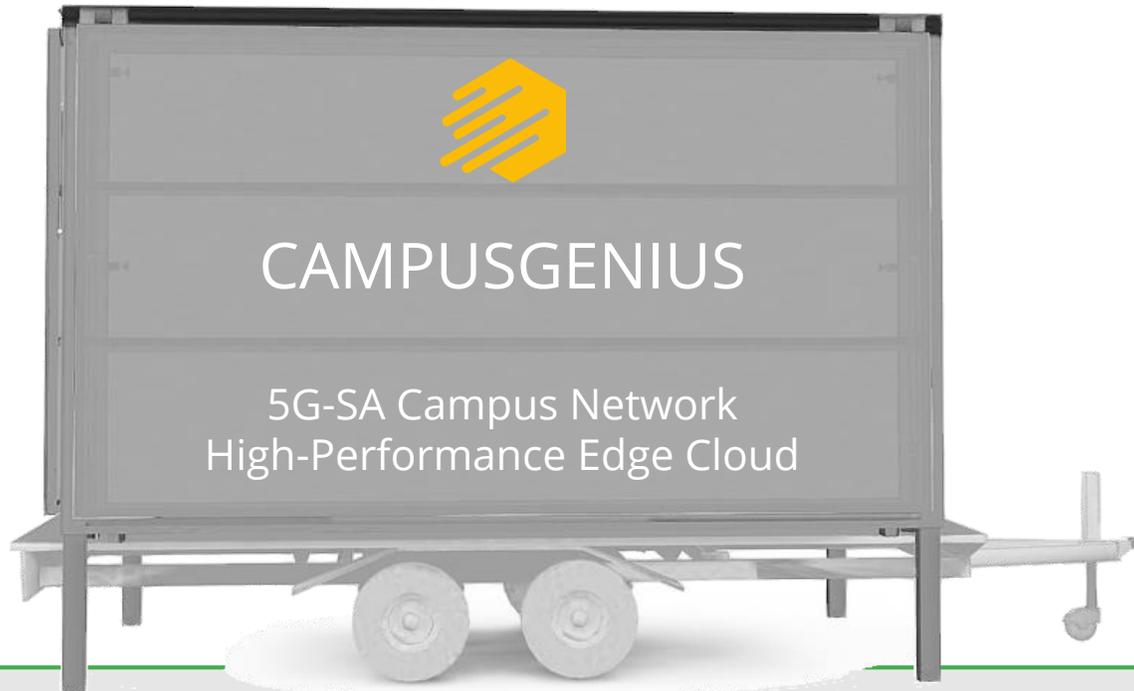
Bauen 4.0 Präsentation VDMA Infotage 06.05.2021

# Recap: Die vernetzte Baustelle in Bauen 4.0 - Kriterien



# Deployment Beispiel: Construction Site Cloud

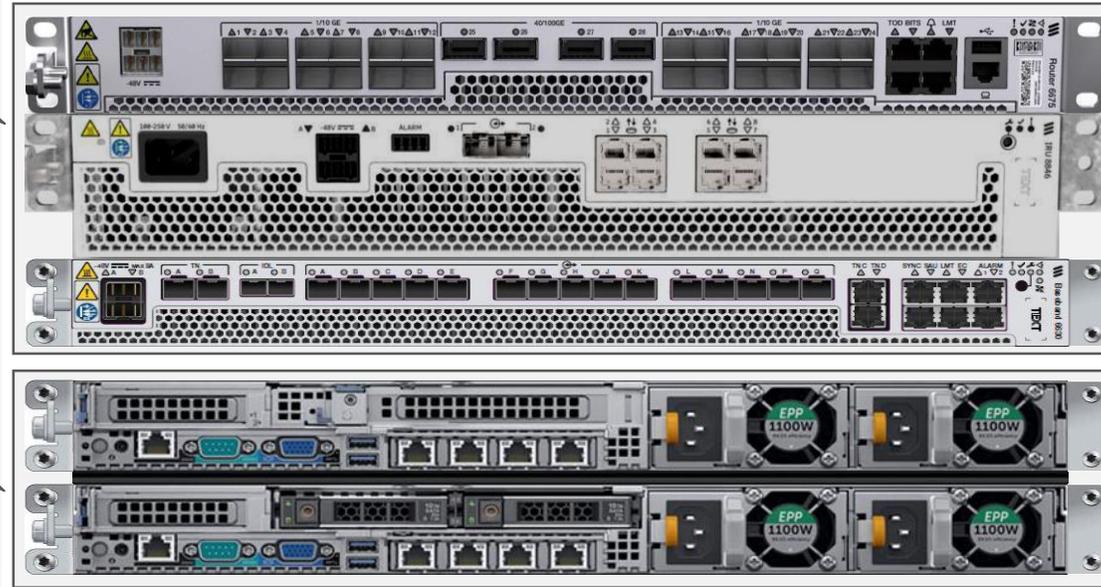
- Connectivity as a Service (CaaS) aus Dresden
- Transportables 5G-SA Campus Network
  - WiFi, LoRA, etc. installierbar
- Skalierbares Cloud Environment + Bare Metal
- Anforderungen: Stromversorgung
- Plus: Interconnection, z.B. Internet



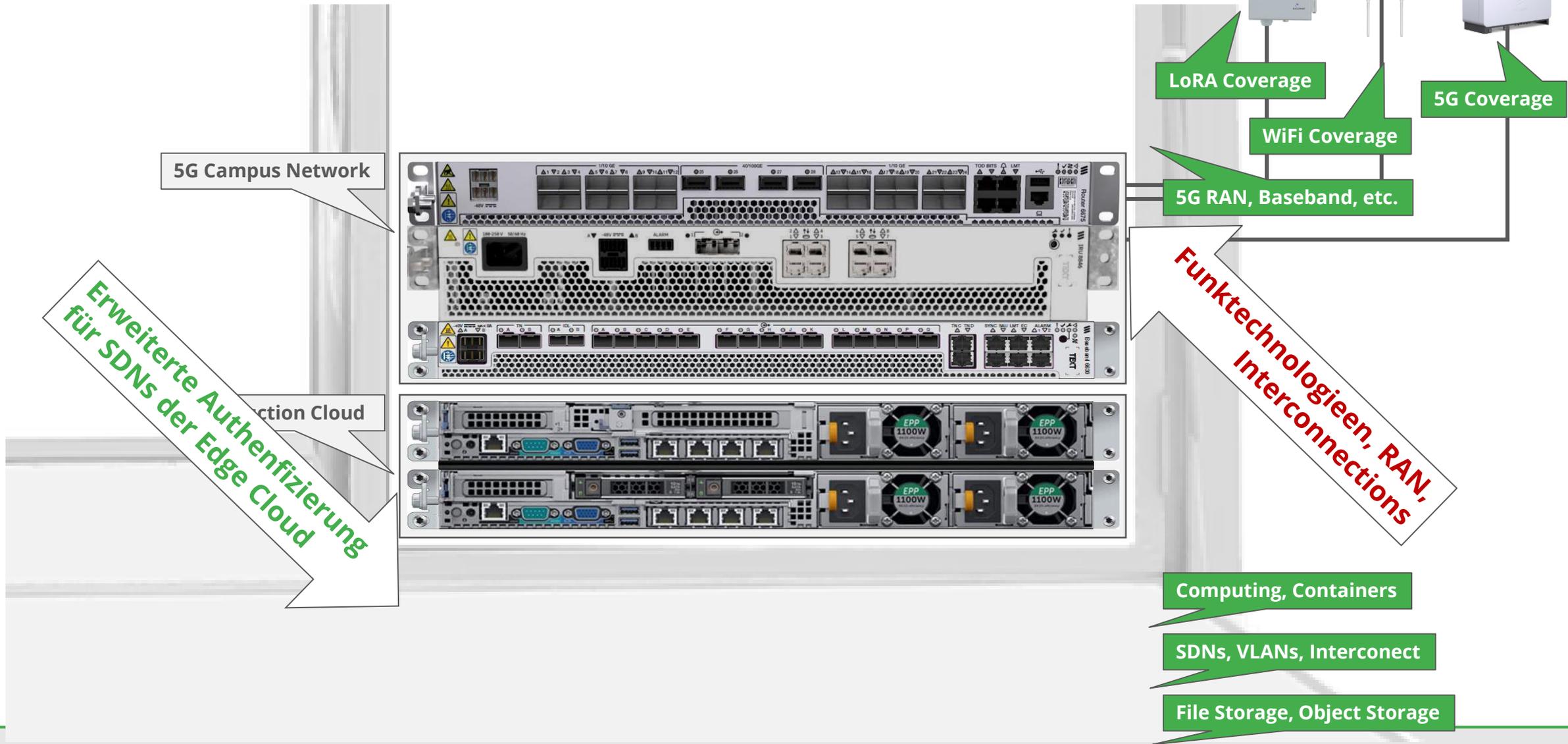
# Construction Site Cloud mit 5G-SA Campus-Network

5G Campus Network

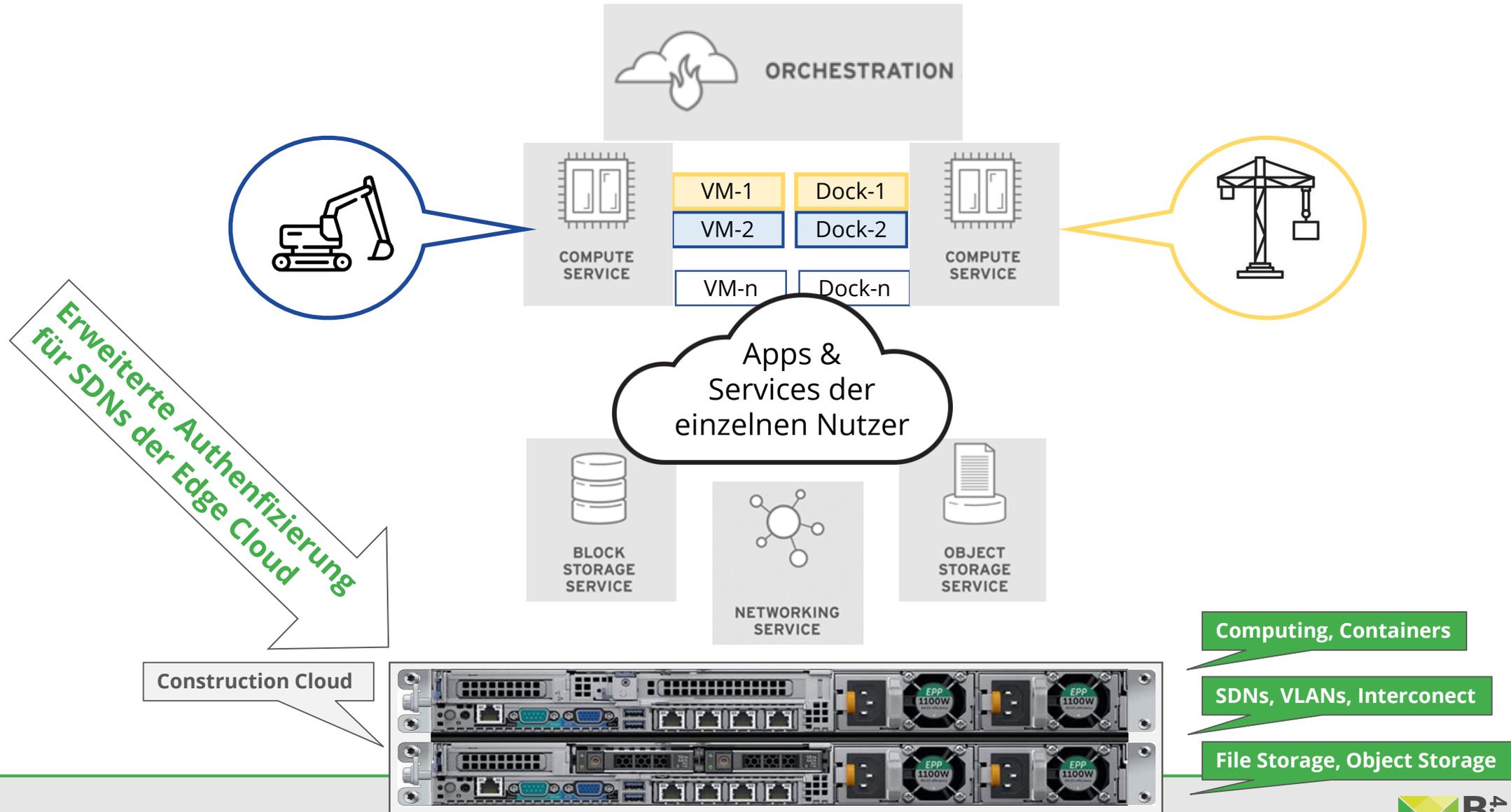
Construction Cloud



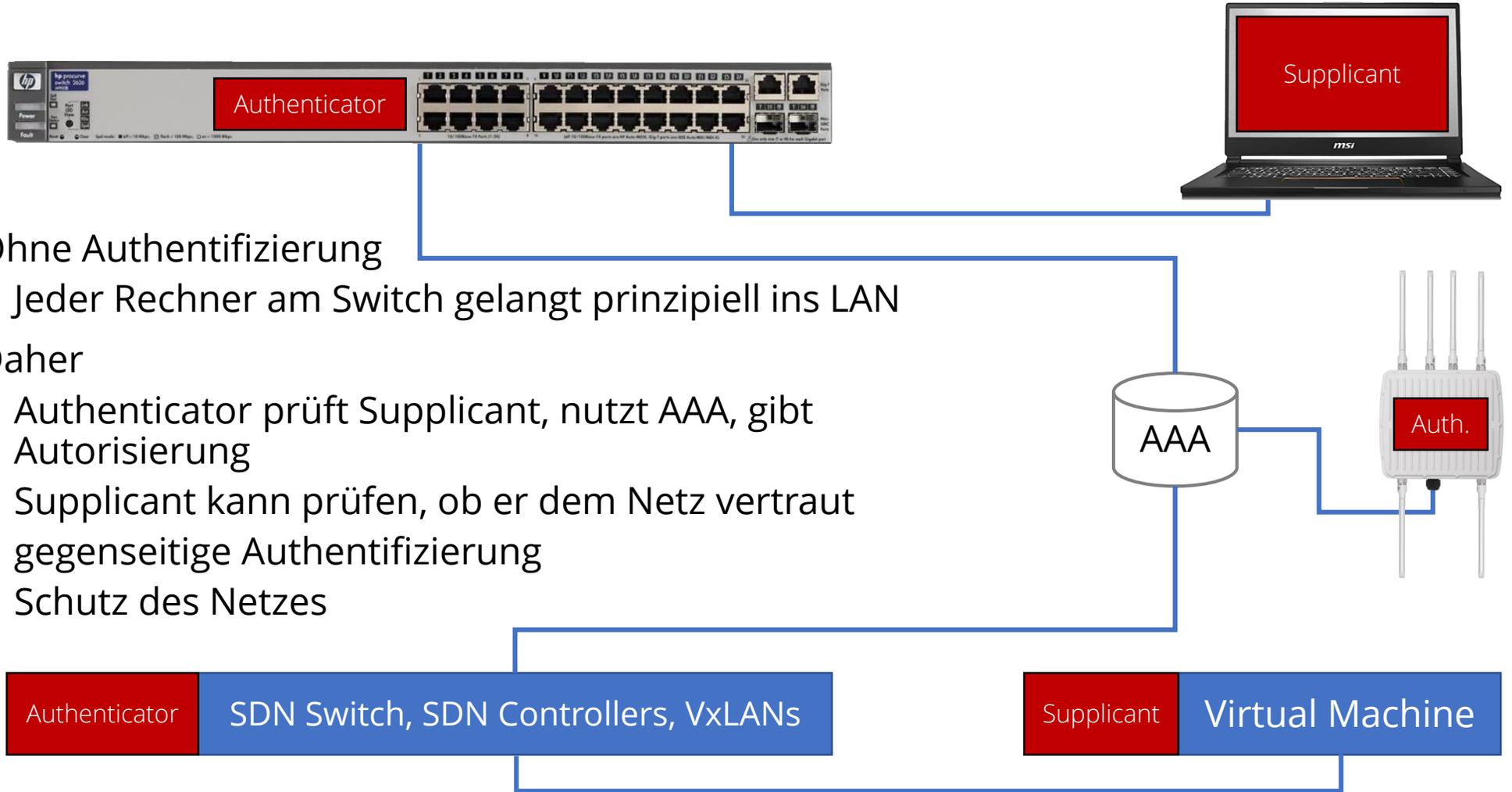
# Construction Site Cloud - 5G Campus-Network



# Construction Site Cloud - Was steckt in den Edge Cloud Services?



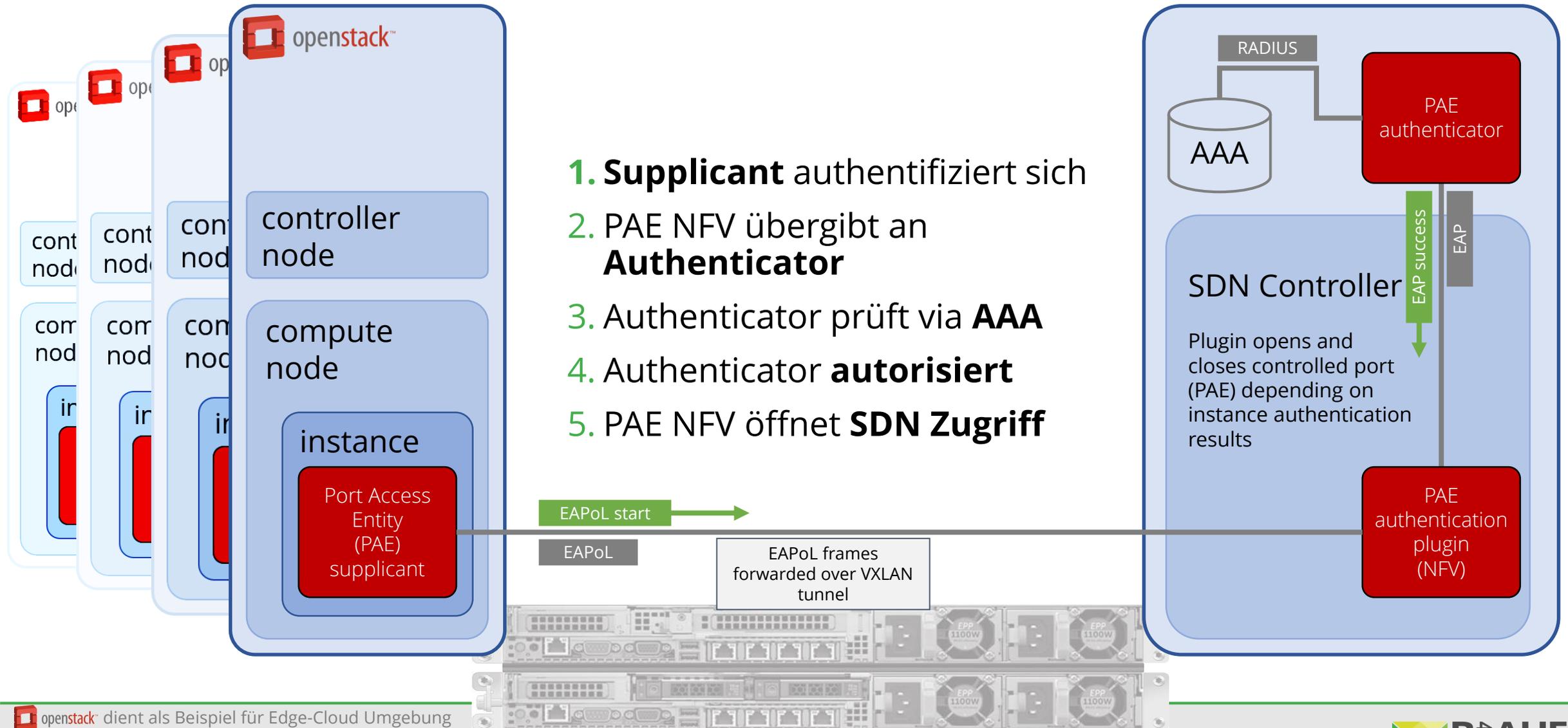
# Erweiterte Authentifizierung - etabliertes Konzept



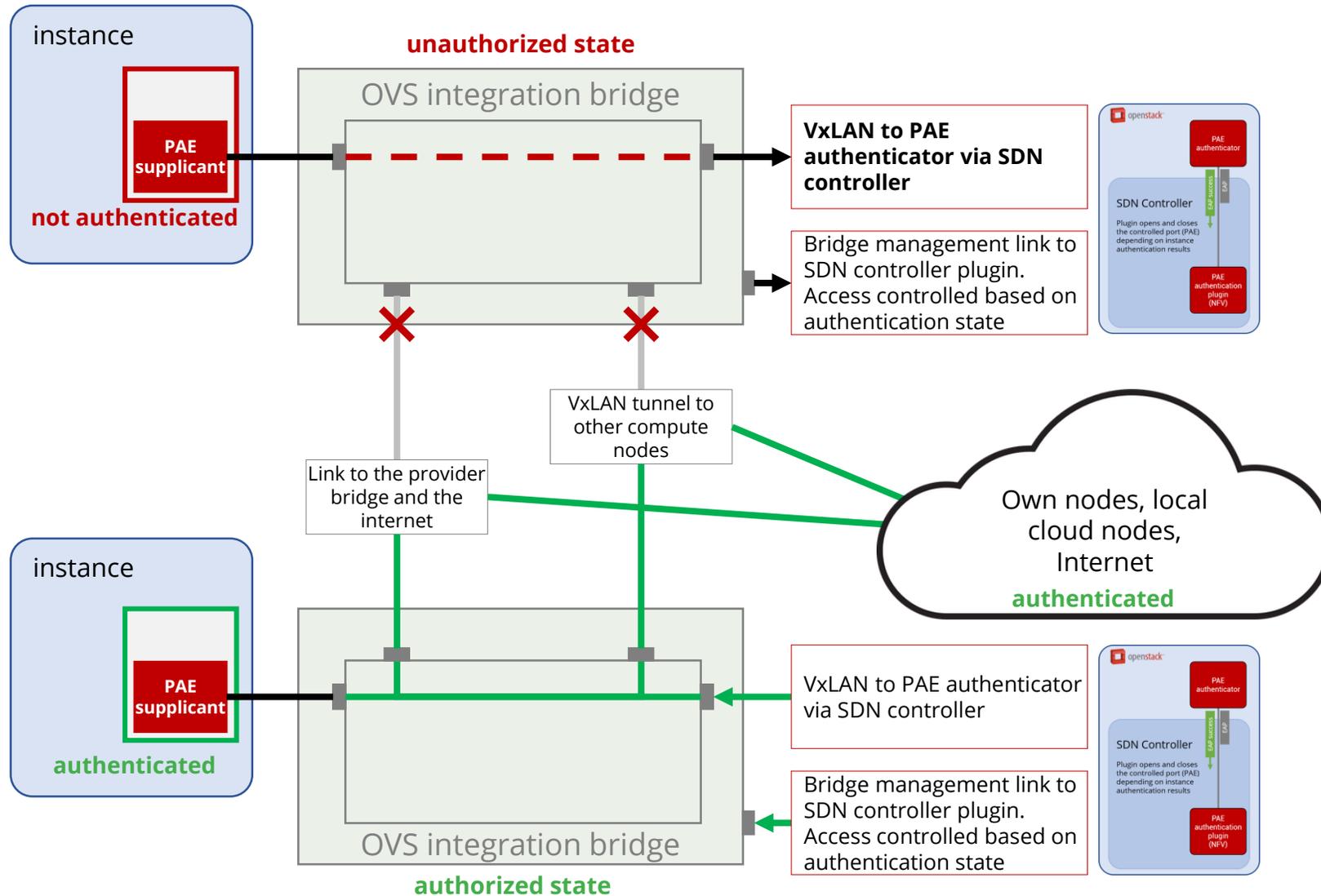
- Ohne Authentifizierung
  - Jeder Rechner am Switch gelangt prinzipiell ins LAN
- Daher
  - Authenticator prüft Supplicant, nutzt AAA, gibt Autorisierung
  - Supplicant kann prüfen, ob er dem Netz vertraut
  - gegenseitige Authentifizierung
  - Schutz des Netzes

Softwarization

# Erweiterte Authentifizierung – Construction Site Cloud

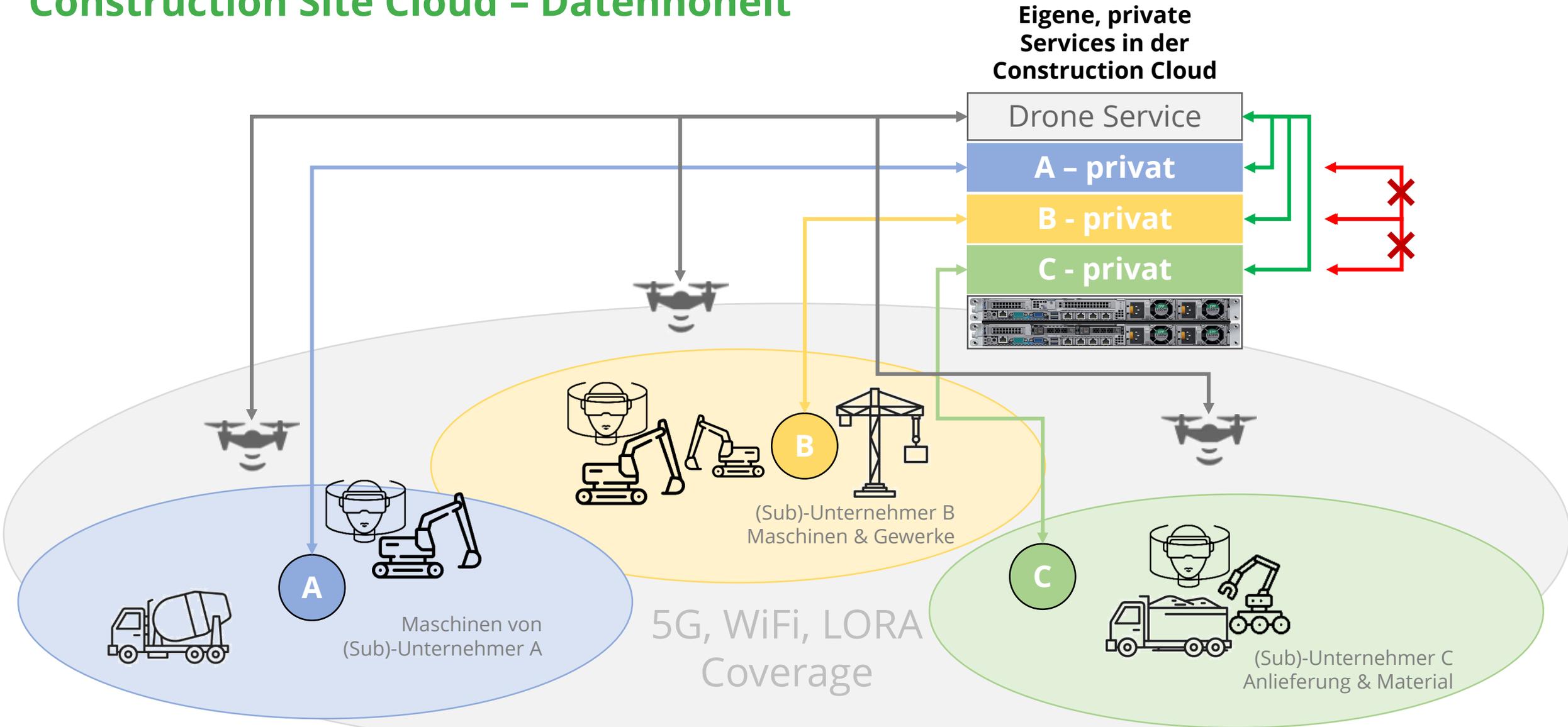


# Erweiterte Authentifizierung – NFV for SDN Controller / VxLANs



- Analog zu Ethernet (und WiFi) **Standard**-Authentifizierung
- SDN Controller **erweitert** ACLs & Regeln für OVS (Open vSwitch)
- **Verhindert den Zugriff** „böser“ VMs im eigenen VxLAN (SDN)
- **Beliebiges OS** in VMs wird unterstützt
- Authentifizierung nutzt **Standard-AAA** and **Standard-Protokolle**

# Construction Site Cloud - Datenhoheit



# Netzwerkerweiterung durch Drohnen

- [https://www.youtube.com/watch?v=B9D\\_IVWSTBc&ab\\_channel=ComNetsLectures](https://www.youtube.com/watch?v=B9D_IVWSTBc&ab_channel=ComNetsLectures)

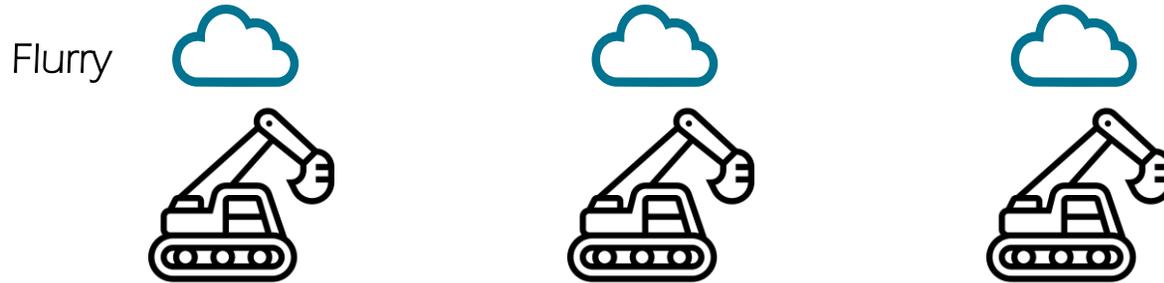
**Olaf Kehrer**  
O&O Software GmbH

# Das Flurry-Konzept auf der Baustelle

Bauen 4.0 Präsentation VDMA Infotage 06.05.2021

# Das Flurry-Konzept im Kontext einer Baustellen-Anwendung

- **Trennung von Maschine und Zustand und Verwaltung des Zustands mit einer eigenen (sehr kleinen) Logik**
- Jede Node (Baumaschine) bekommt ihre eigene kleine Cloud → „Flurry“

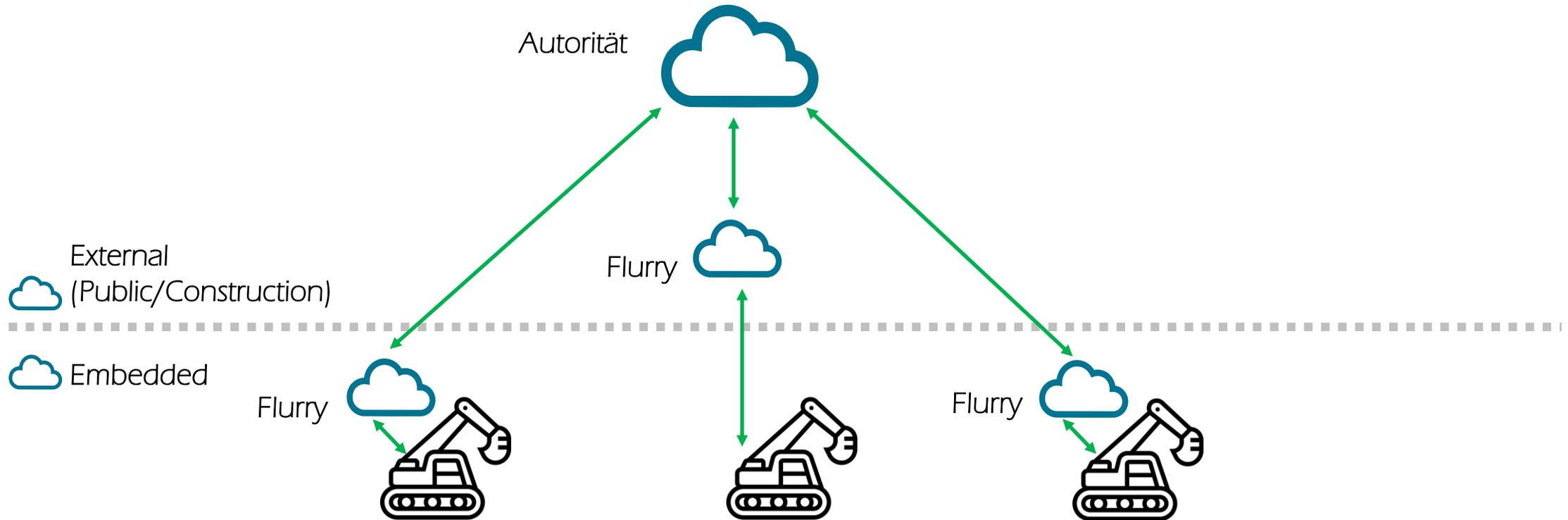


- Die Flurry existiert unabhängig von der Node und der Autorität
- Jede Node speichert ihre Zustände und deren Änderungen in dieser Flurry
- Der globale Zustand wird von der Autorität verwaltet

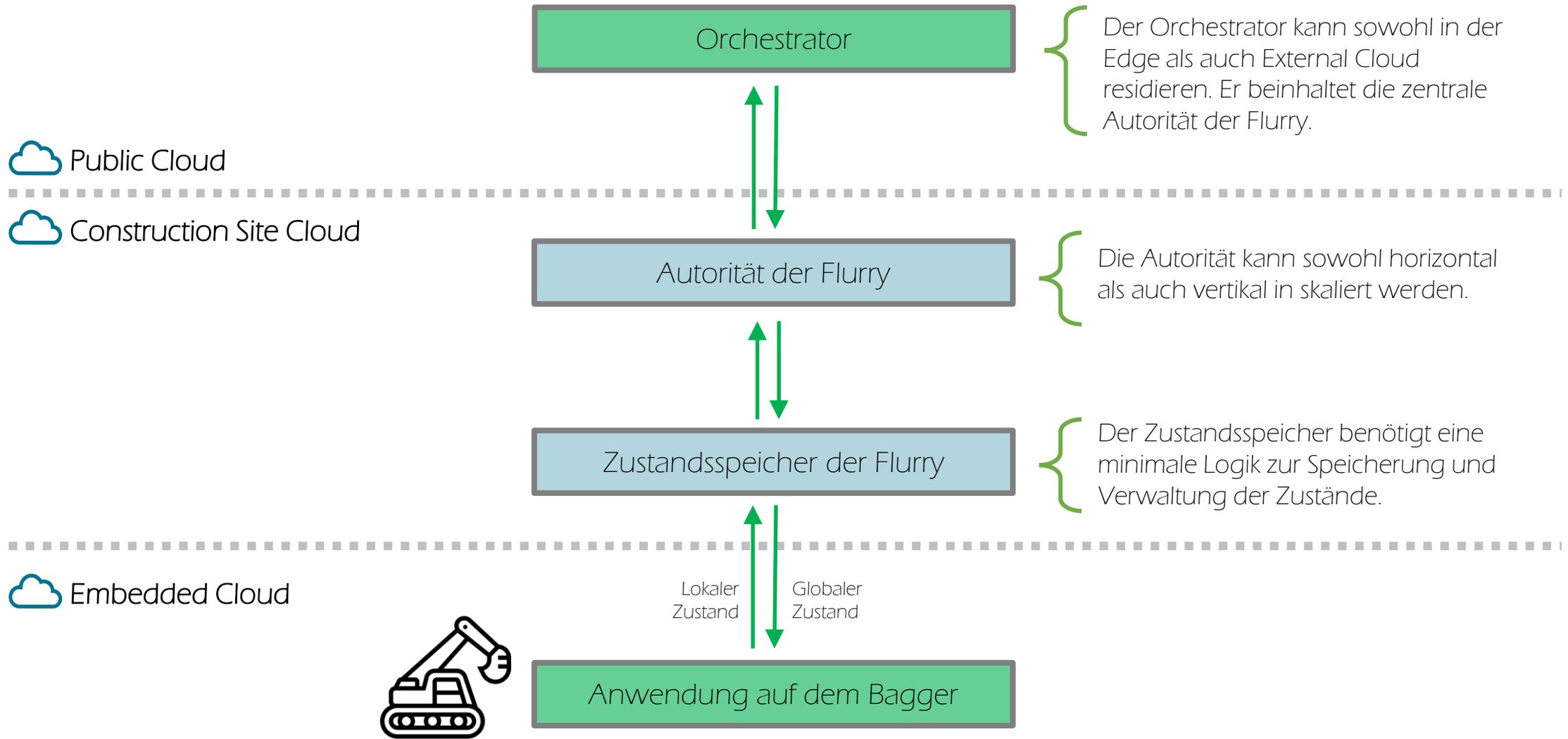


# Abgrenzung Cloud und Flurry

- Die Cloud existiert immer außerhalb der Node (Baumaschine)
- Die Flurry kann sowohl innerhalb als auch außerhalb der Maschine selbst existieren
- Flurries können miteinander über eine Autorität (Orchestrator) verbunden werden



# Flurry-Konzept im Kontext des Baustellen-Szenarios



# Fazit

- Flurries ermöglichen die Entkopplung des Zustands von der Maschine
- Flurries sind trivial
  - Einfache Implementierung
  - Einfache Systemanforderungen
  - Einfache Anwendung
- Flurries können sowohl vom Zustandsinhalt als auch ihrem Speicherort abstrahieren → Flexibilität
- Die Zugangsprüfung wird aus dem Knoten in die Flurry geschoben → Sicherheit und Vereinfachung des Knoten
- Der Knoten hat die Kontrolle über die Übermittlung der Daten und kann selbst Daten aus dem globalen Zustand prüfen und extrahieren → zusätzliche Sicherheit

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

BETREUT VOM



**PTKA**  
**Projektträger Karlsruhe**  
Karlsruher Institut für Technologie

## Kontakt

**Dipl.-Ing. Richard Jacob**

TU Dresden, Vodafone Chair

✉ : [richard.jacob@tu-dresden.com](mailto:richard.jacob@tu-dresden.com)

**Gerrit Schulte**

acticom GmbH

✉ : [gerrit.schulte@acticom.de](mailto:gerrit.schulte@acticom.de)

**Dipl.-Inf. Olaf Kehrer**

O&O Software GmbH

✉ : [olaf.kehrer@oo-software.com](mailto:olaf.kehrer@oo-software.com)