

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Weber
Professur für Fluid-Mechatronische Systemtechnik | TU Dresden

Verbundprojekt „Bauen 4.0“

Überblick, Stand der Entwicklungen, Demos und Ausblick

Virtuelle Infotage // 04. Mai 2021

Gliederung

- 1. Überblick
- 2. Demos
- 3. Stand der Entwicklungen
- 4. Ausblick

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick

Projektpartner und organisatorischer Rahmen

1. Überblick 2. Demos 3. Stand der Entwicklungen 4. Ausblick

Zahlen Daten Fakten:

- Förderung BMBF – Projektträger Karlsruhe – Förderprogramm INKOWE
- Laufzeit 01.07.2019 – 31.07.2022
- 20 Industriepartner, 2 Universitäten
- Begleitet durch diverse Verbände
- Gesamtkosten 9 Mio. € / 4,8 Mio. € Förderung



Problemstellungen auf Baustellen

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick



Unikat-
charakter

Fehlende
Standards

Fehlende
Schnittstellen

Komplexes
Umfeld

Örtlich- und zeitlich
veränderliches
Umfeld

Anbaugeräte
als IOT-Device

Viele,
heterogene
Akteure

Projektvision Bauen 4.0

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick

... durchgängige, zuverlässige und robuste Signalkette vom Auftrag bis zur Ausführung und zurück

... ganzheitliche Simulation & Optimierung heutiger und zukünftiger Baumaschinen- und Bauprozesse durch massive Vernetzung und Kommunikation



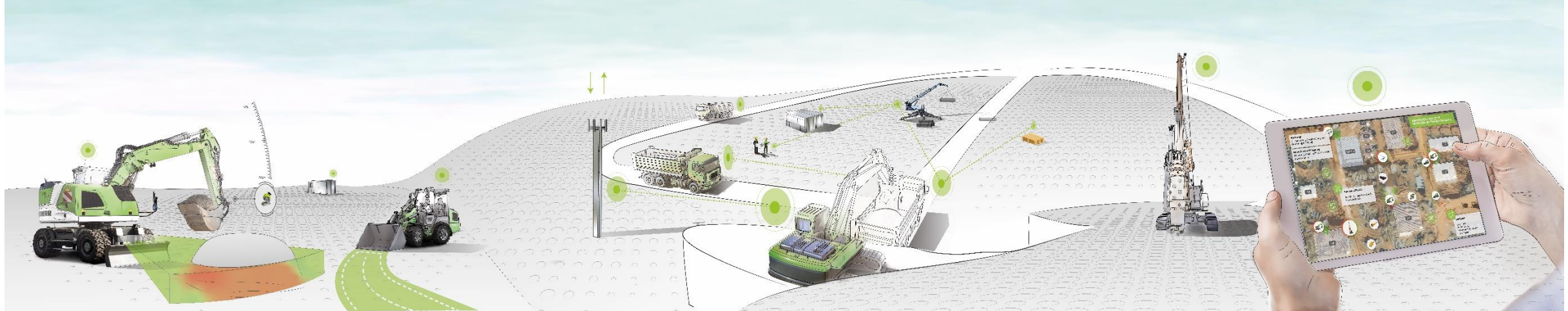
Vision

... Effizienz- und Produktivitätssteigerungen durch Assistenz, Automatisierung und Datenerfassung – Bediener als Maschinenkoordinator

... Interoperable, bi-direktionale Kommunikationswege über standardisierte Schnittstellen herstellen

Die Themenschwerpunkte

1. Überblick 2. Demos 3. Stand der Entwicklungen 4. Ausblick



Automatisierbare, vernetzte Arbeitsmaschinen

- **Bedienerassistenz**
- **Automatisierung**
- **Fernhantierung**
- **Vertikale Datenintegration**



5G Maschinen- und Baustellenvernetzung

- **Cloudlösungen**
- **Verteilte Intelligenz**
- **Sicherer (reliable&secure) Datenaustausch**



Prozesse & Lösungen für die digitale Baustelle

- **Tracking & Tracing**
- **Simulation von Bauprozessen**
- **BIM zu BIMsite**
- **Fahrerleitsystem 4.0**

Nachhaltige Demonstrations- & Entwicklungsplattform für Industrie 4.0 Lösungen im Baustellenbetrieb: Demonstrationsszenario 2022

Arbeitspakete

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick

AP 1 Analyse von Anwendungsfällen und Anforderungen

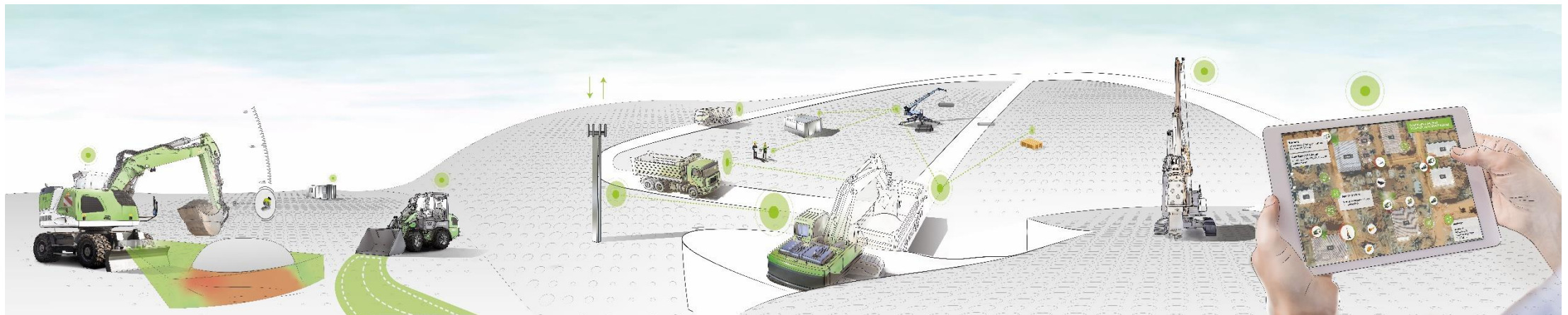
AP 2 Systemkonzepte / -architekturen für Digitalisierung, Vernetzung und Automatisierung

AP 3 Prozesse und Lösungen für die digitale Baustelle

AP 4 5G Maschinen-/ Baustellenvernetzung

AP 5 Automatisierbare vernetzte Arbeitsmaschinen

AP 6 System-evaluation /-demonstration



2. Demos

Demoapplikationen

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick



Automatisierbare, vernetzte Arbeitsmaschinen



5G Maschinen- und Baustellenvernetzung



Prozesse & Lösungen für die digitale Baustelle

Vertical Integration via OPC UA

- Automat. Erdbewegung
- Automat. Werkzeugwechsel
- Detektion "as built" Zustand



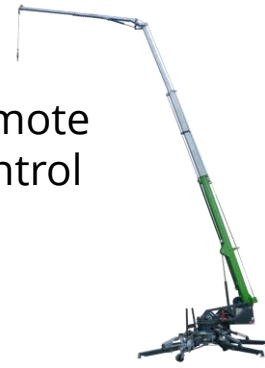
- Automat. Fahren
- Umfelderkennung



- Automat. Arbeiten



- Remote Control



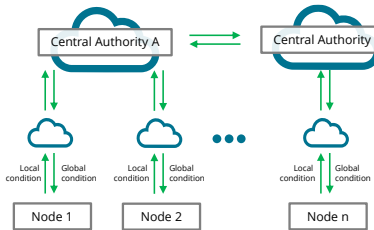
- Multi-Connectivity modul: WiFi, 5G, 4G, BLE...



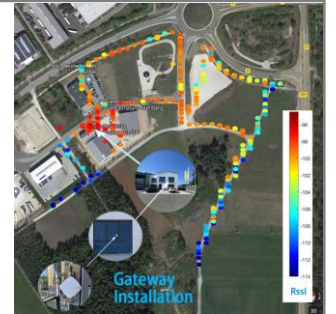
- Construction Site Networks: WiFi, 5G Campus



- Verteilte Cloud Services



- Tracking & Tracing von Materialien via LPWAN



- Prozessoptimierungen und Baufortschrittsvorhersage anhand Simulation und Machinendaten (z.B. ISO 15143-3 Daten via OPC UA)



- AR-gestützte Fahrerassistenz: Visualisierung via HoloLens



Demonstrationsszenario zum Projektende 2022

1. Überblick 2. Demos 3. Stand der Entwicklungen 4. Ausblick



3. Stand der Entwicklungen

Use-Cases und Anforderungen an den Datenaustausch

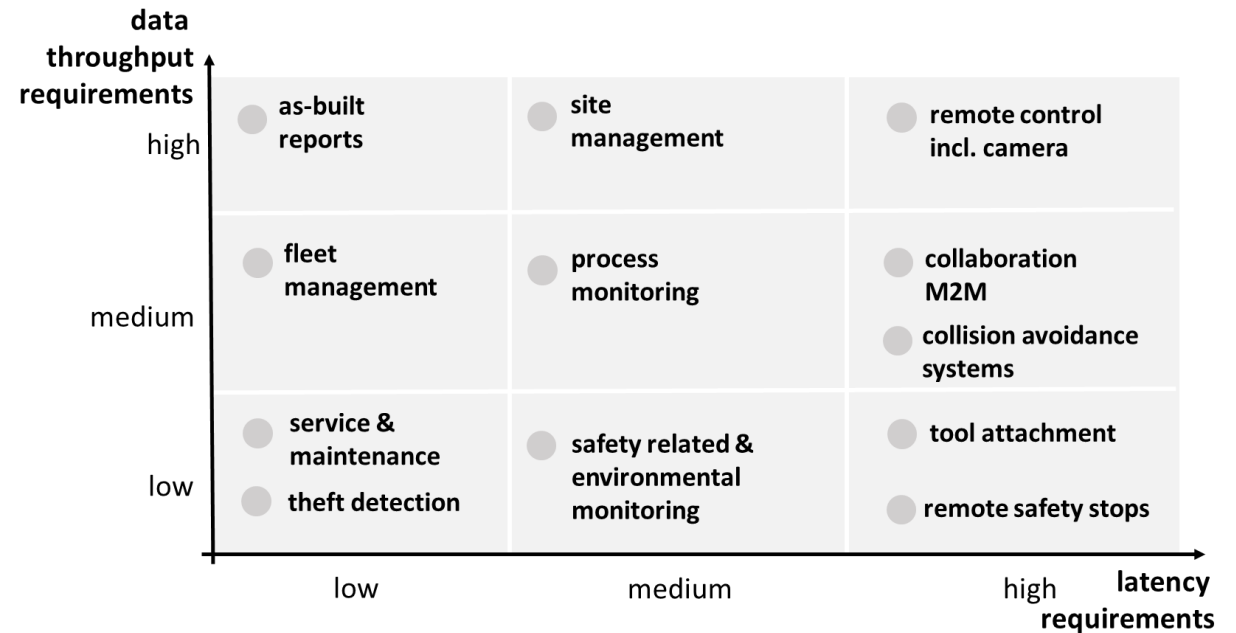
1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick

- Begleitende Prozesssimulation während der Bauausführung am Bohrgerät
- Modellbasierter, automatisierter Erdbau und Erfassung Ist-Zustand/Oberflächenmodell durch Bagger
- Auftragsübermittlung und Automatisierung der Kranbewegung am Ladekran
- Automatisiertes Fahren mit Radlader
- Digitaler Zwilling des Baggers zur Anomalieerkennung anhand von Betriebsdaten
- Tracking und Tracing von Anbaugeräten, Material, Schüttgütern, Beistellgeräten



Div. Anforderungen an Latenz und Datenrate

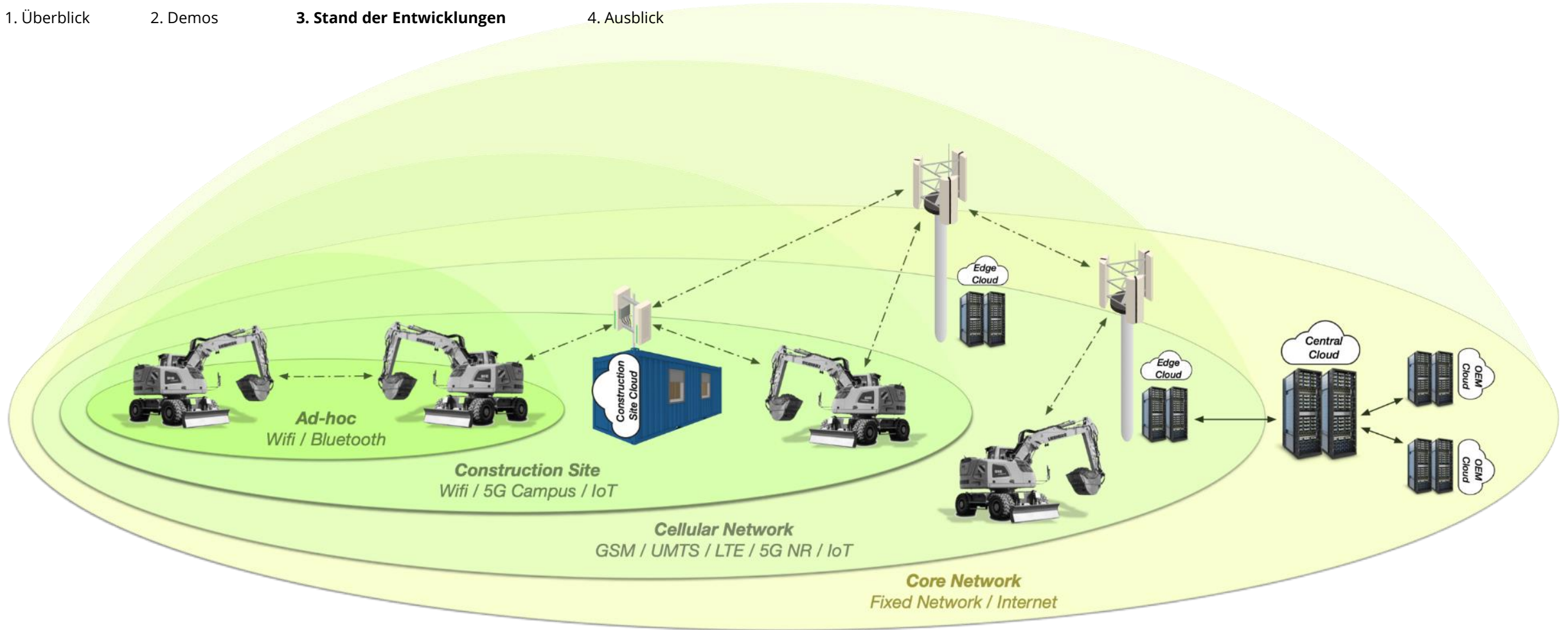
Kommunikations-Architektur

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

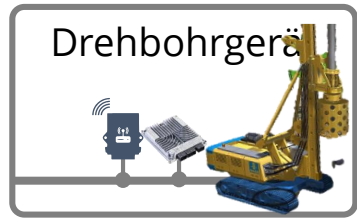
4. Ausblick



Fokus auf den construction site layer – eine unabhängige, lokale Lösung

Maschinen- und Bauprozess-Architektur

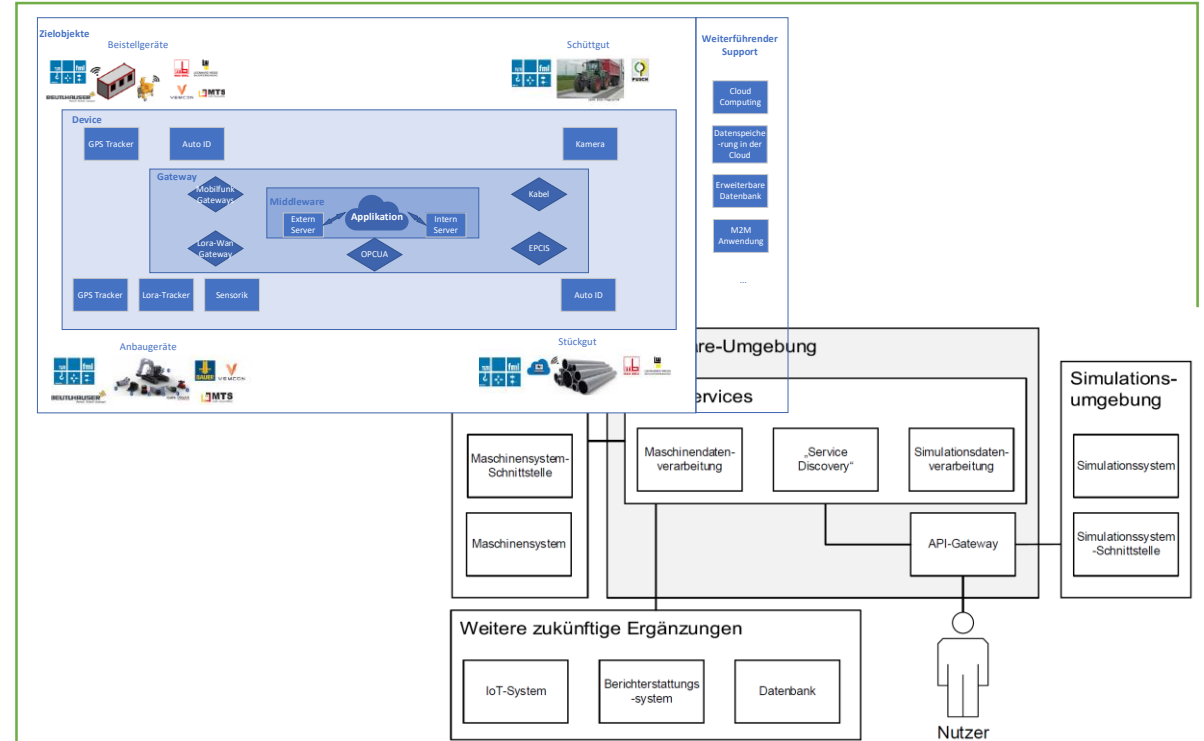
1. Überblick 2. Demos **3. Stand der Entwicklungen** 4. Ausblick



➤ Intern OEM-spezifisch

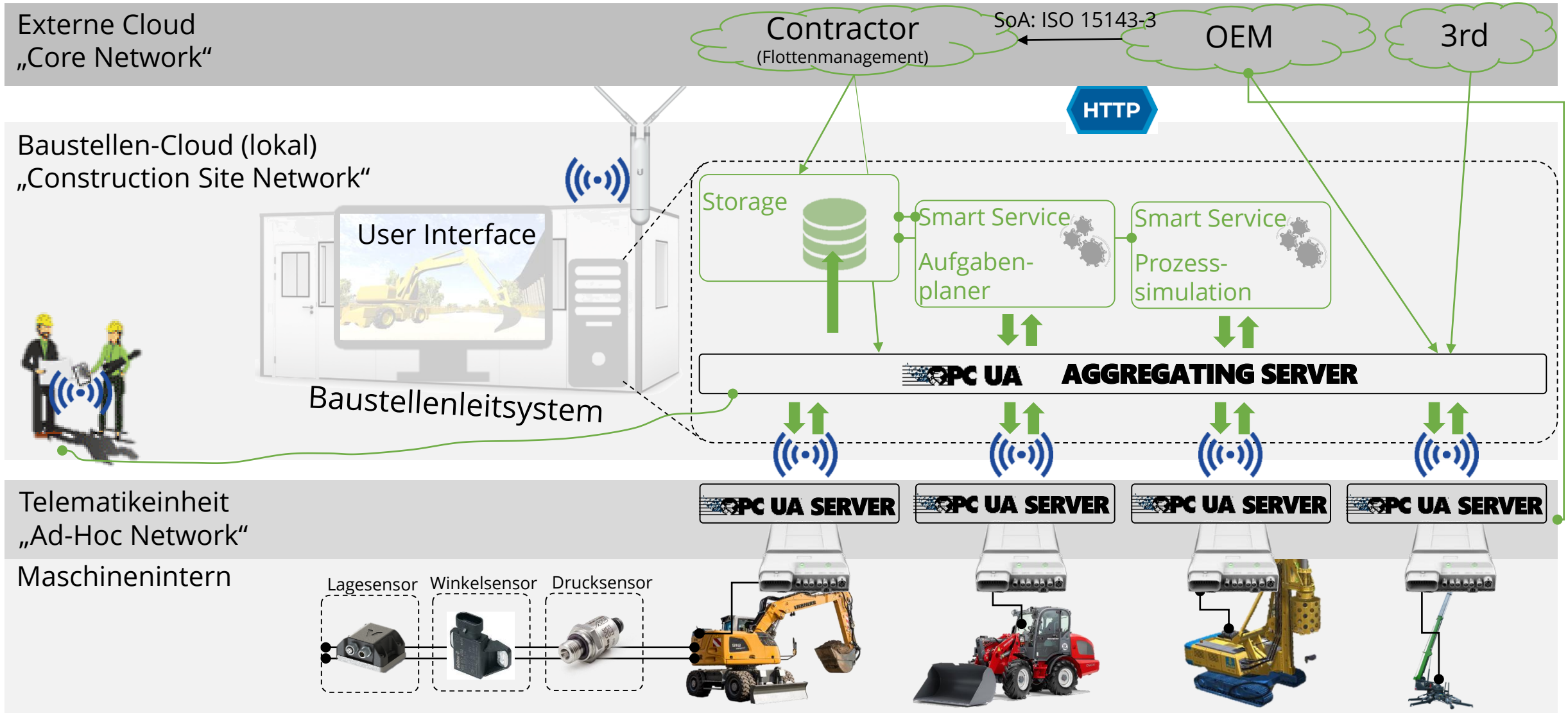
- Erweiterung um Ethernet-Level für datenintensive Prozesse wie Auftrag und As-Built-Zustand

➤ Extern Middleware-Ansatz mit abgestimmten Datenmodell



- **Tracking&Tracing, Prozesssimulation und Fahrerleitsystem benötigen Maschinen-/IoT-Device-Daten**
- **Middleware-Ansatz für Datenaustausch**

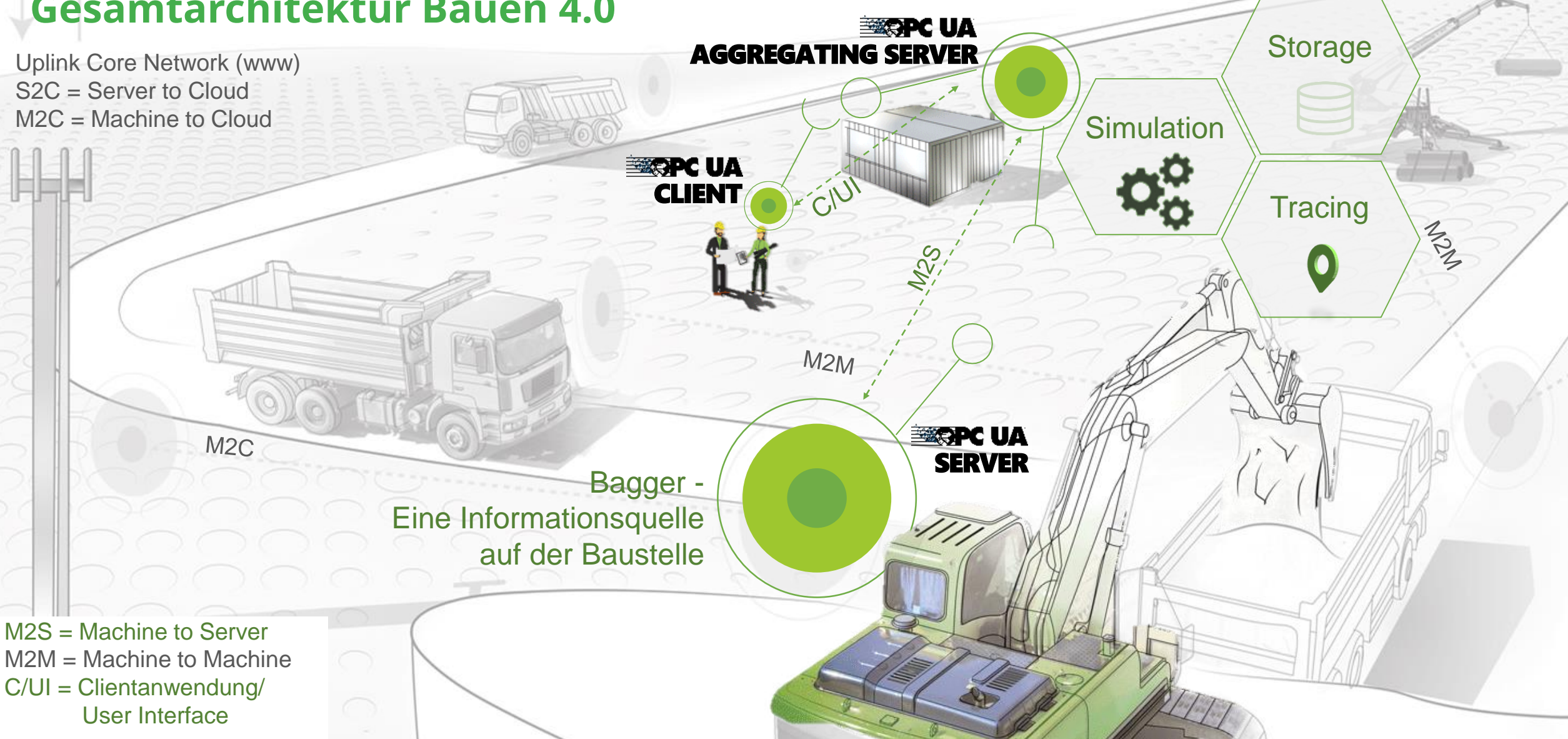
Gesamtarchitektur Bauen 4.0



Gesamtarchitektur Bauen 4.0

Uplink Core Network (www)
S2C = Server to Cloud
M2C = Machine to Cloud

Zentrale Datenplattform - „Baustellenleitsystem“

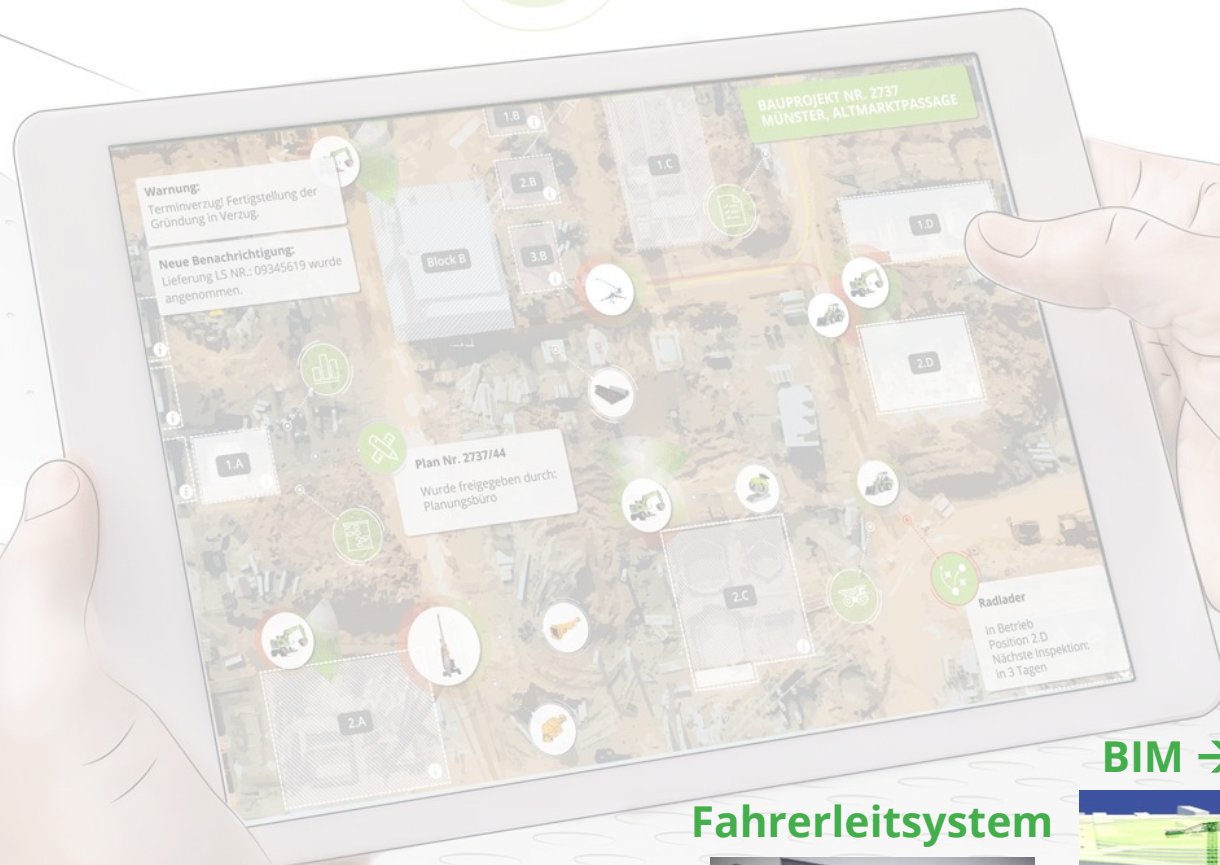
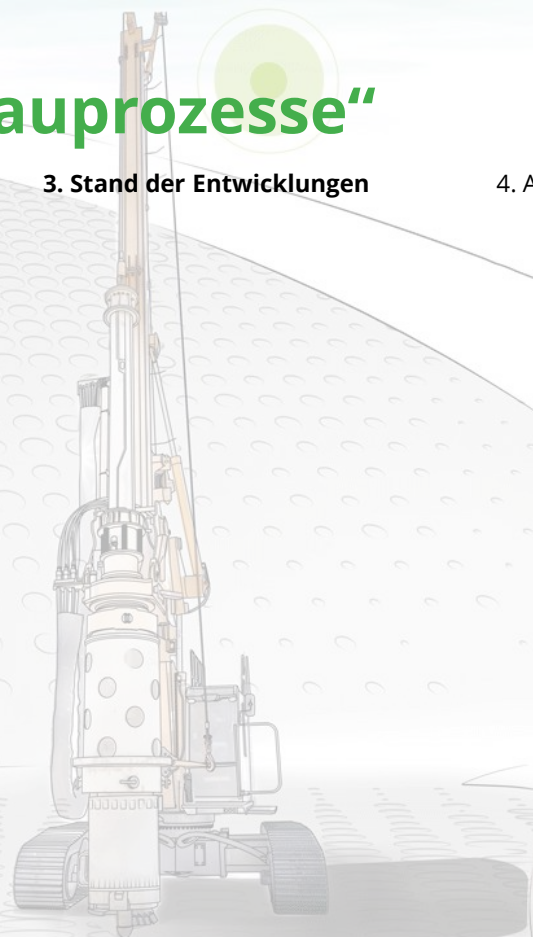


- M2S = Machine to Server
- M2M = Machine to Machine
- C/UI = Clientanwendung/
User Interface

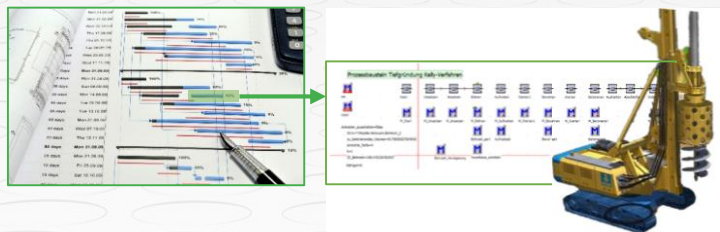
Lösungen „Bauprozesse“

- 1. Überblick
- 2. Demos
- 3. Stand der Entwicklungen
- 4. Ausblick

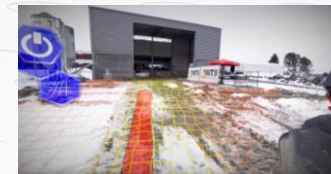
Track & Tracing (TaT)



Prozesssimulation



Fahrerleitsystem



BIM → BIMsite



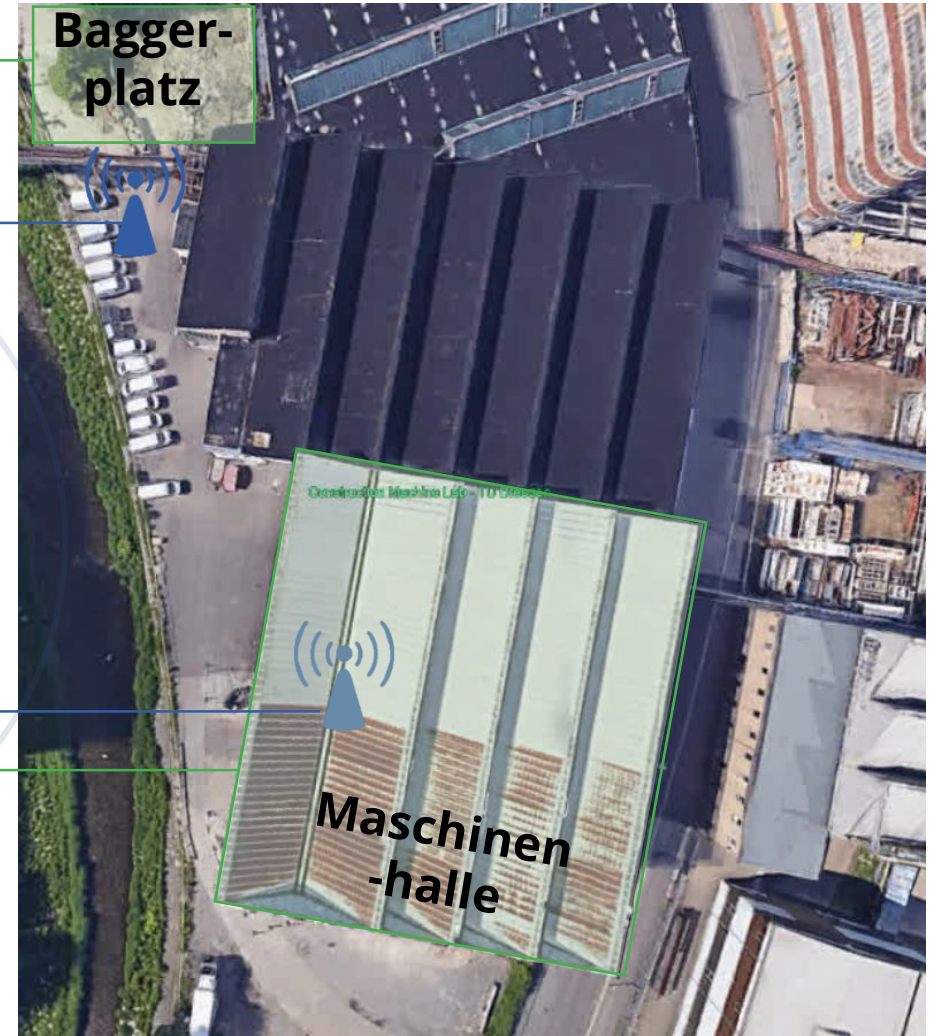
Lösungen „Maschinen“

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick



Lösungen „Vernetzung“

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick

- Bauen 4.0 spezifisches Connectivity-Modul auf Basis der MCG von Liebherr Elektronik
- Erste Demo-Geräte vorhanden und in Betrieb genommen
- 4 Geräte → für jede Bauen 4.0 Maschine eins vorhanden
- Computing:
 - Freescale i.MX6 Quad Core @ 1 GHz, 2 GB RAM
 - Embedded Linux with Yocto
- Wireless interfaces:
 - Cellular: 2G, 3G, 4G, 5G (Rel. 15, stand-alone, 3.7 GHz included)
 - Wi-Fi: 2x 802.11agbn dual-band, one with 2x2 MIMO
 - GPS/GLONASS/Galileo/Beidou, Bluetooth



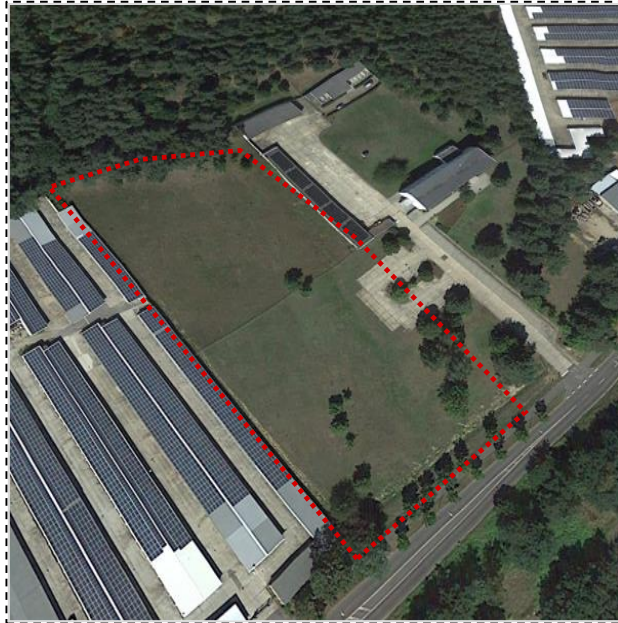
Basis für 5G Vernetzung und Multi-Konnektivität-Untersuchungen

4. Ausblick

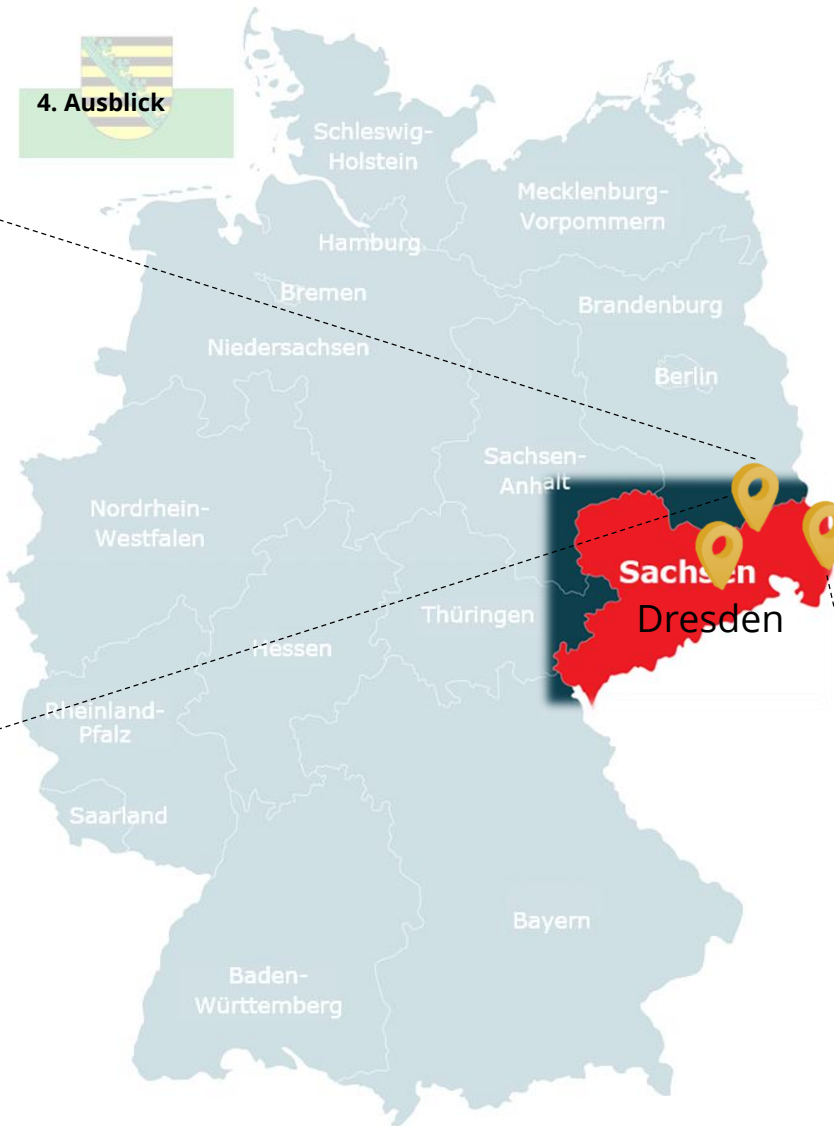
Testfelder

- 1. Überblick
- 2. Demos
- 3. Stand der Entwicklungen

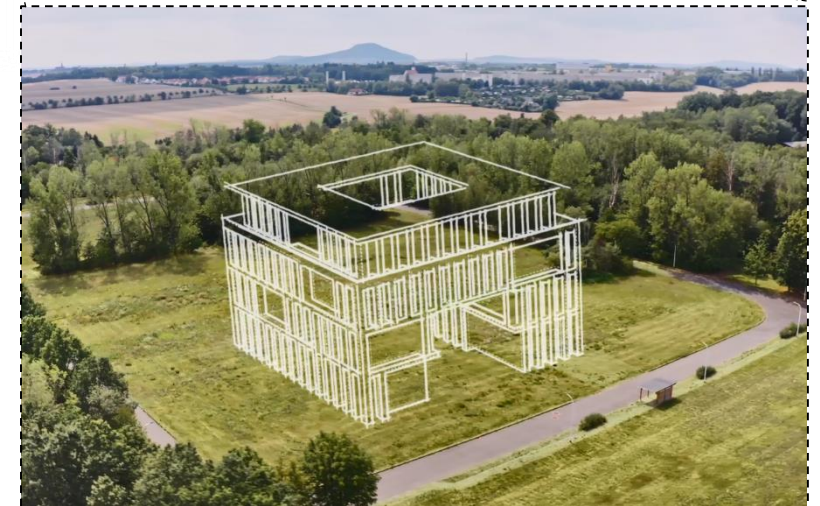
4. Ausblick



 Industriegebiet Zeißig, Hoyerswerda



 Gewerbegebiet Görlitz



5G Fola (Forschungsfeld Lausitz) – DigiHoyBau (BMVI finanziertes Infrastrukturprojekt)

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick



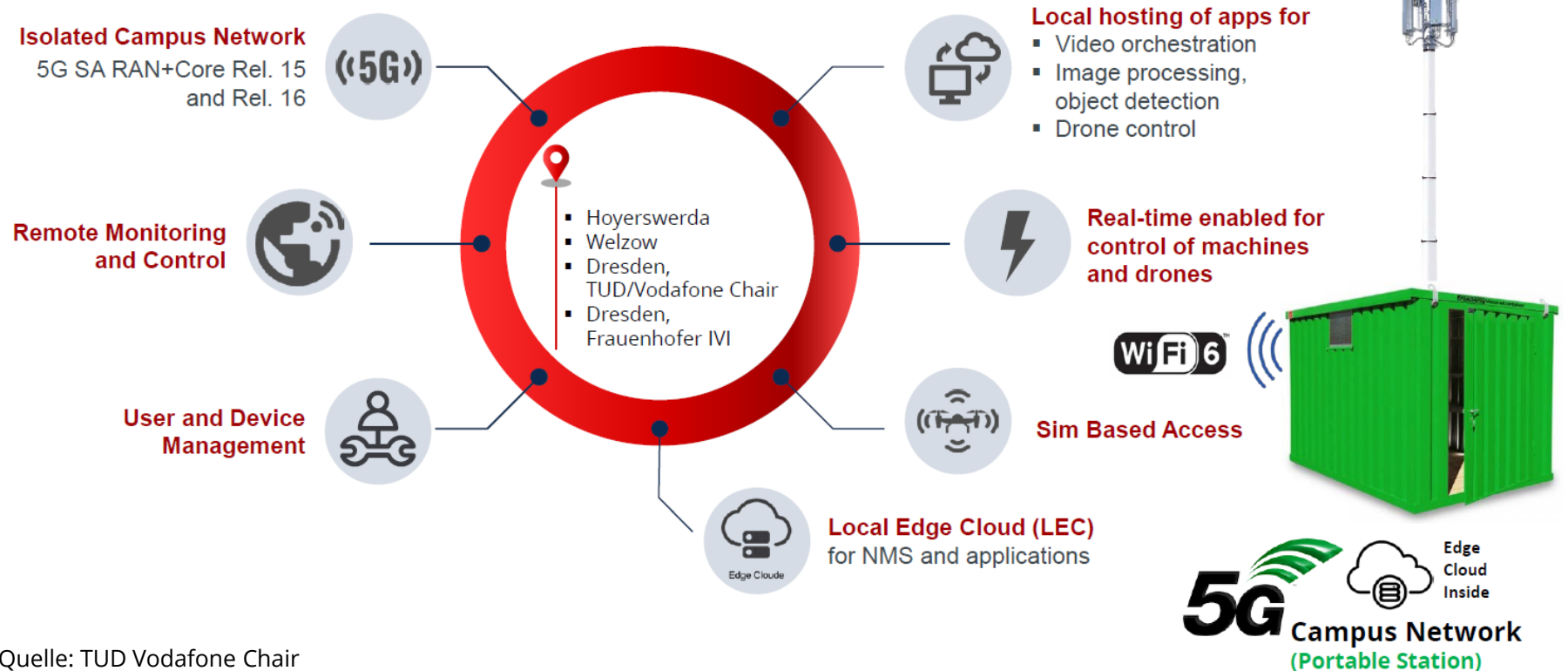
➤ 1ha Fläche

➤ Infrastruktur ab 09/21

➤ Nutzbar für Bauen 4.0



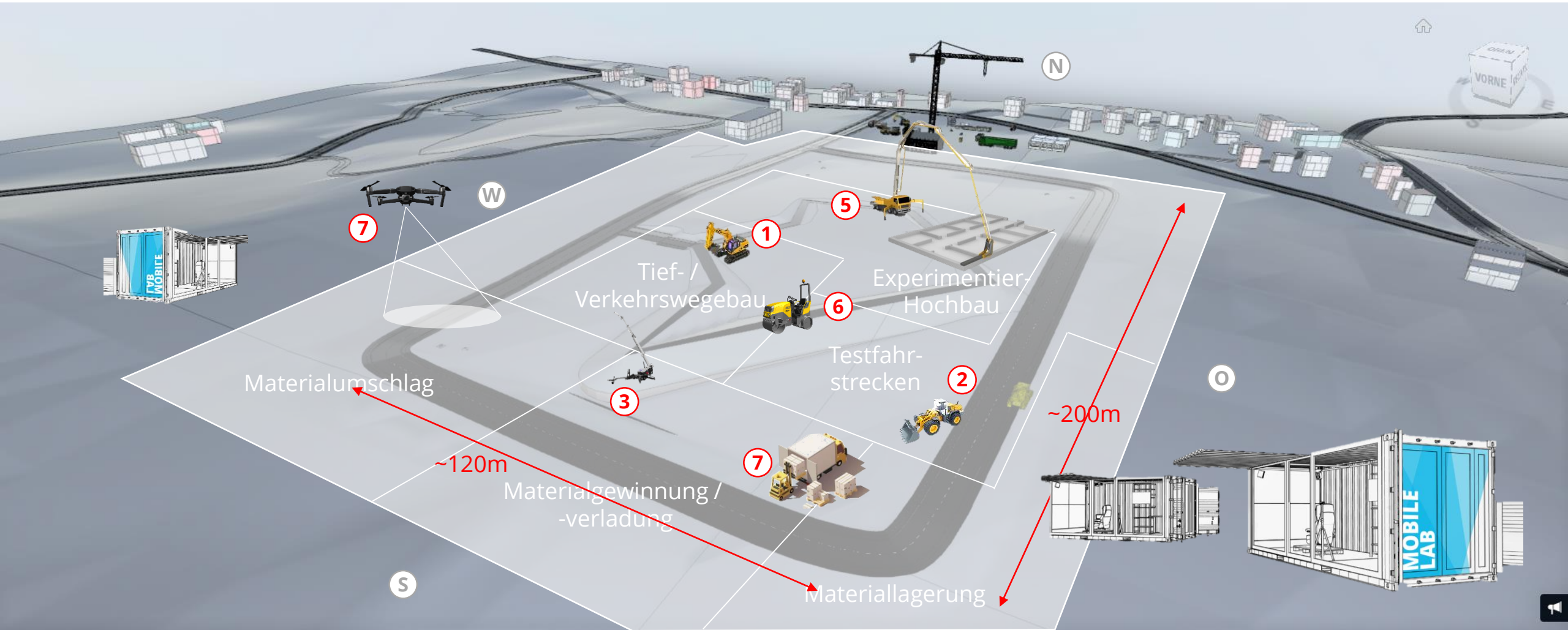
Portable Campus Network



Quelle: TUD Vodafone Chair

Offene nachhaltige Erprobungs- und Entwicklungsplattform (gGmbH)

1. Überblick 2. Demos 3. Stand der Entwicklungen **4. Ausblick**



Next Steps

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick

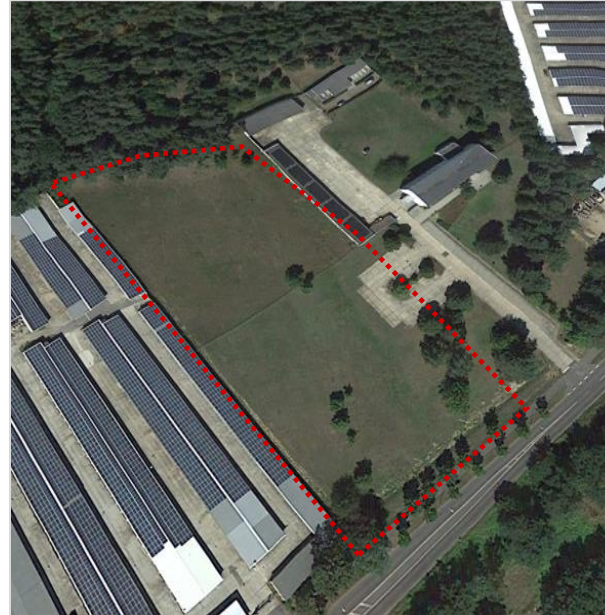
2021

2022



- Automatisierung der Maschinen
- Aufbau eines Local Site Server
- Integration des Bauen 4.0 Connectivity Moduls

 Fabrikstraße 48, Dresden



- Wechsel von WiFi zu 5G Campus
- Autonomer Fahrbetrieb mit einem Radlader
- Aufbau und Test Demoszenario

 Industriegebiet Zeißig, Hoyerswerda



- Aufbau von Infrastruktur und unternehmerischen Organisationsformen für die Benutzung nach Projektende

 Gewerbegebiet Görlitz

Publications

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick

- Fischer, A. et al.: Begleitende Prozesssimulation für das Kellybohrverfahren. In Proceedings of „8.Fachtagung Baumaschinentechnik“, Dresden, 2020
- Köhler, S. et al.: Netzwerkschnittstellen für mobile Arbeitsmaschinen im Kontext der digitalisierten Baustelle. In Proceedings of „8.Fachtagung Baumaschinentechnik“, Dresden, 2020
- Schöberl, M. et al.: The Process-oriented Digital Twin of Construction Machinery. In Proceedings of „8.Fachtagung Baumaschinentechnik“, Dresden, 2020
- Zitterbart, T.: Anbauwerkzeug wird zum IoT-Device. In Proceedings of „8.Fachtagung Baumaschinentechnik“, Dresden, 2020
- Beck, B. et al.: Connected Off-Highway Machines and Services – Large Scale Lab-Demonstrator Activities. Video Contribution to 5G++ Online Summit, Dresden, 2020
- Zhang, Jiajing; Kharabet, Ievgen: SENCE - Solution for Extended Network in Construction Environment. Video Contribution to 5G++ Online Summit, Dresden, 2020
- Waurich, V.; Will, F.: The Role of Construction Machinery on an Automated and Connected Construction Site. White Paper within 4th International VDI Conference “Smart Construction Equipment”, München, 2020

Abstracts/presentations accepted for [Mobile Machines April 2021](#); [ISIC-Webinar September 2021](#); [CECE Digitalisation Task Force Meeting January 2021](#); [European Conference on Computing in Construction EC³ July 2021](#)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Weber

Institut für Mechatronischen Maschinenbau

✉ : fluidtronik@mailbox.tu-dresden.de

☎ : +49 351 - 463 33559

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe

Karlsruher Institut für Technologie



[Imagefilm_DE](#)

[Imagefilm_EN](#)



SCAN ME

[Website](#)



[@bauen40](#)