

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



**Komplexes
Umfeld**

**Örtlich- und zeitlich
veränderliches
Umfeld**

**Fehlende
Standards**

**Unikat-
charakter**

**Fehlende
Schnittstellen**

**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

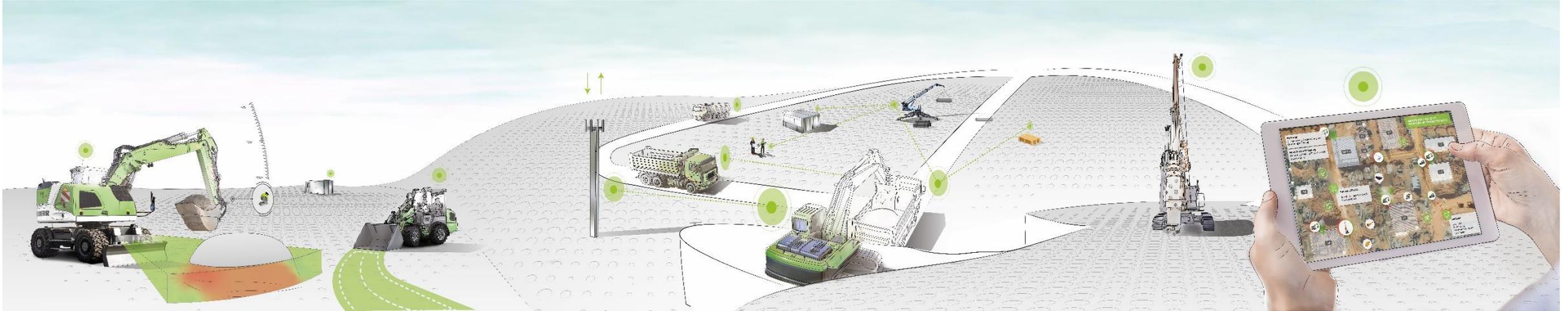
Die Themenschwerpunkte

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

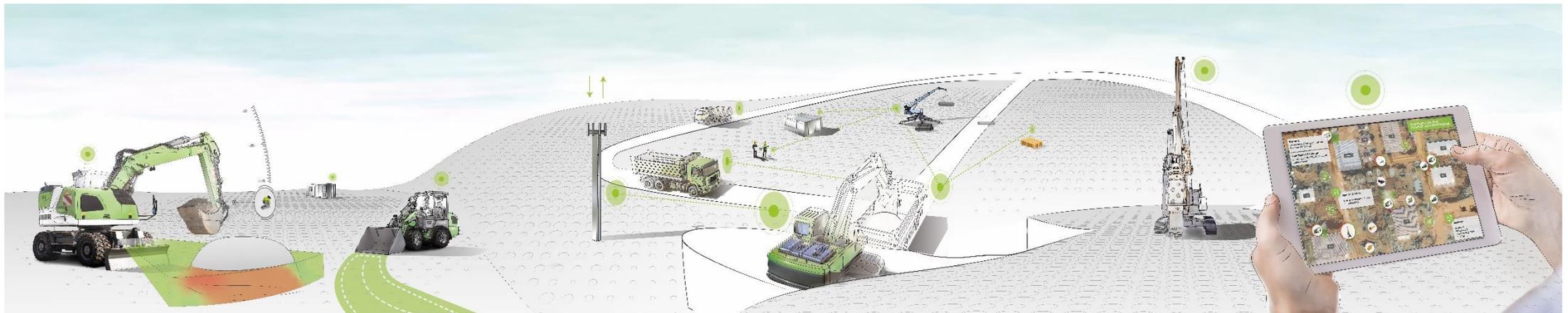
AP 2 Systemkonzepte / -architekturen für Digitalisierung, Vernetzung und Automatisierung

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



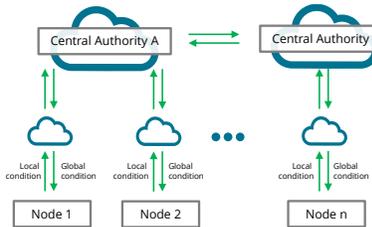
- Multi-Connectivity modul: WiFi, 5G, 4G, BLE...



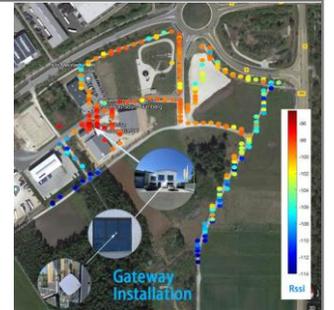
- Construction Site Networks: WiFi, 5G Campus



- Verteilte Cloud Services



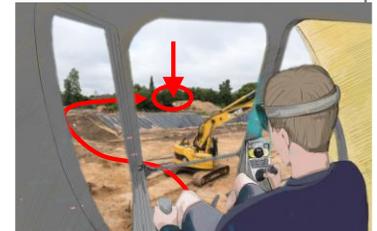
- Tracking & Tracing von Materialien via LPWAN



- 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

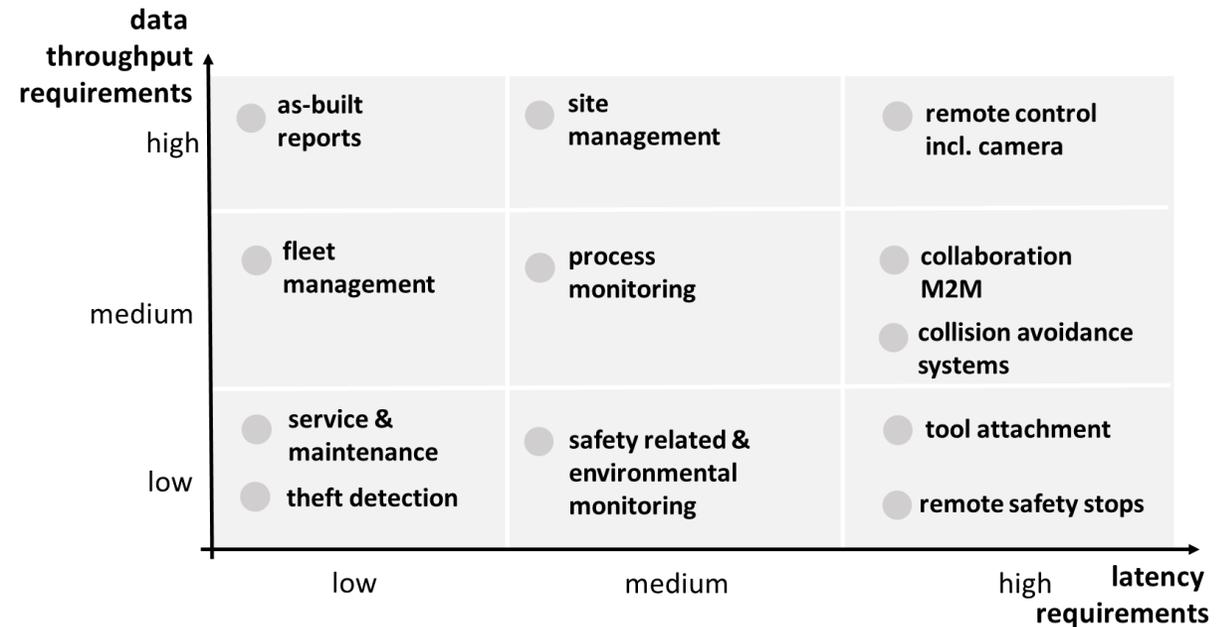
1. Überblick

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

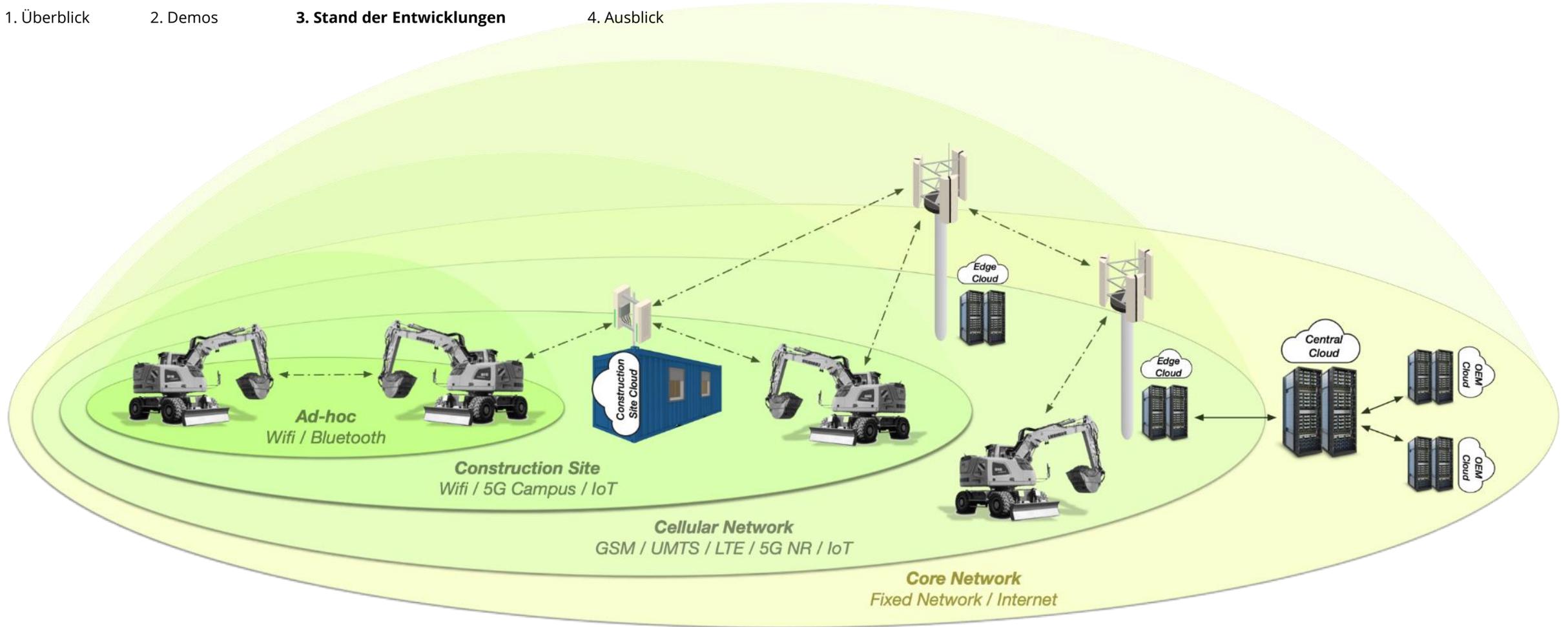
Kommunikations-Architektur

1. Überblick

2. Demos

3. Stand der Entwicklungen

4. Ausblick



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

Maschinen- und Bauprozess-Architektur

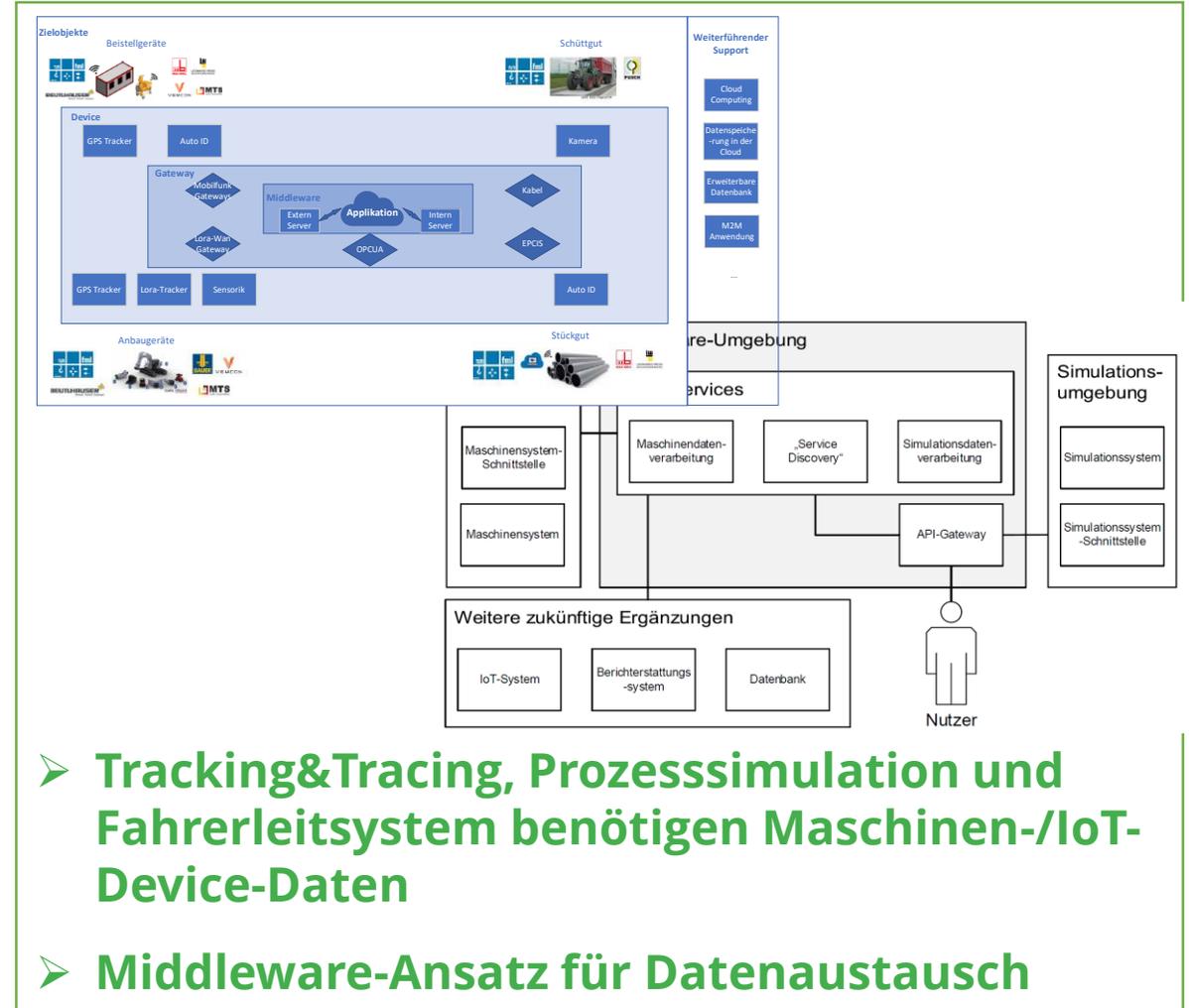
1. Überblick 2. Demos **3. Stand der Entwicklungen** 4. Ausblick



➤ Intern OEM-spezifisch

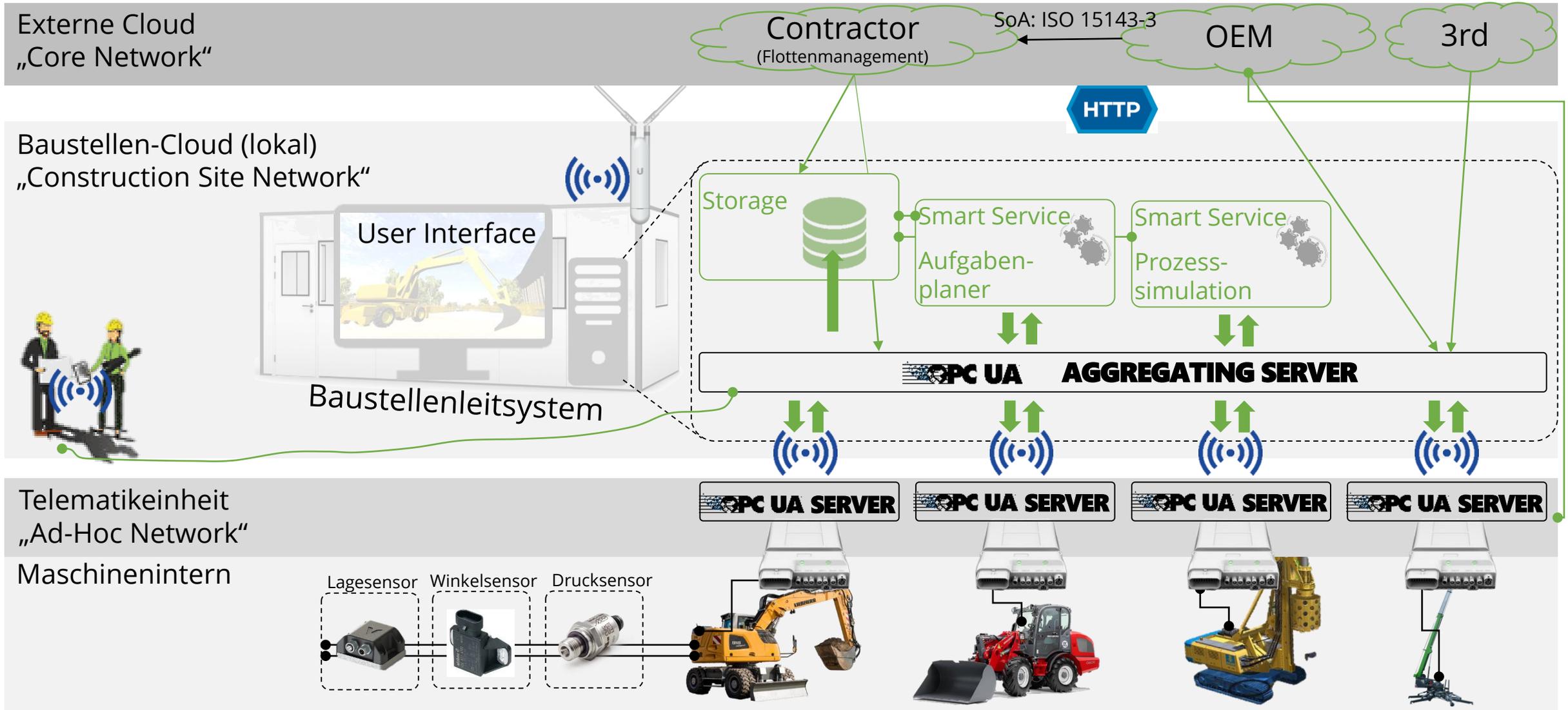
- Erweiterung um Ethernet-Level für datenintensive Prozesse wie Auftrag und As-Built-Zustand

➤ Extern Middleware-Ansatz mit abgestimmten Datenmodell



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

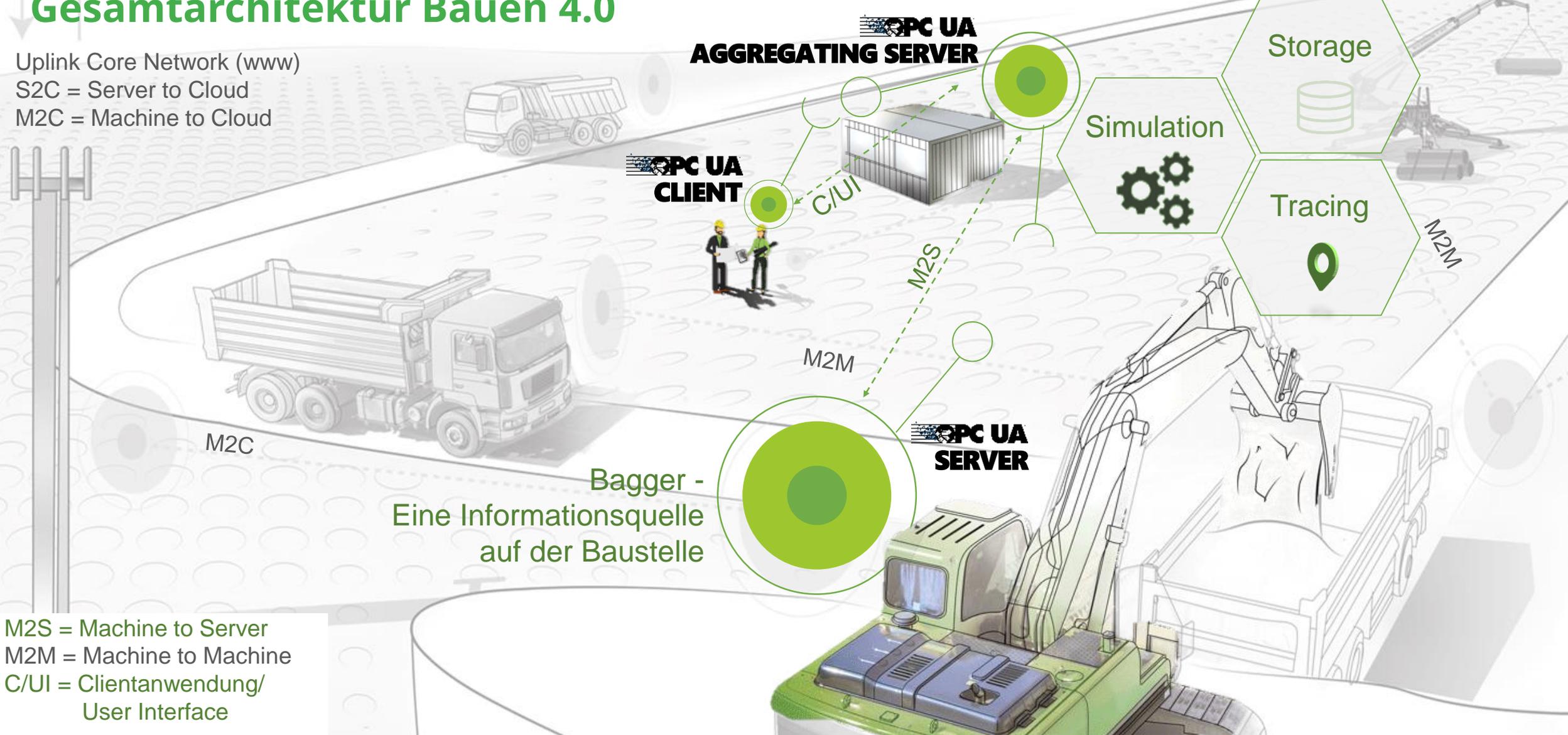
Gesamtarchitektur Bauen 4.0



Gesamtarchitektur Bauen 4.0

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

Zentrale Datenplattform - „Baustellenleitsystem“

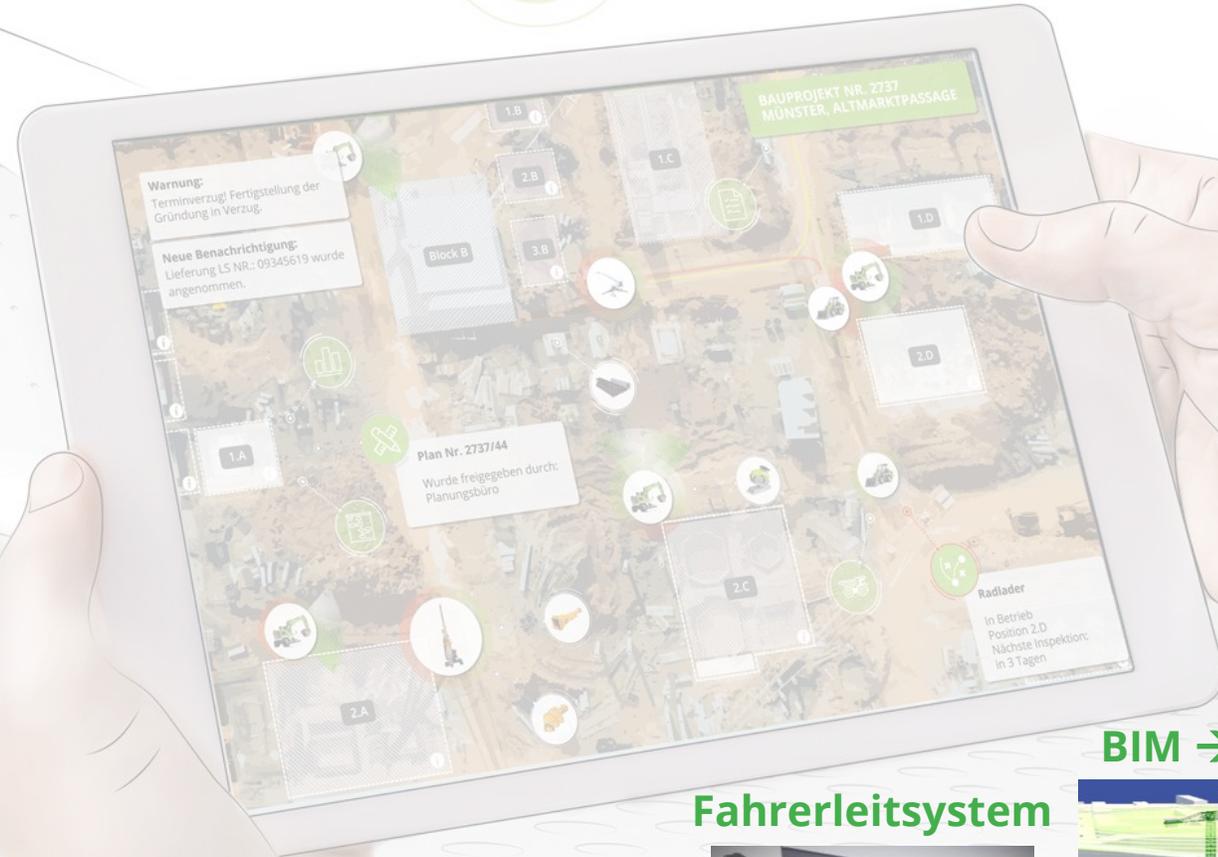
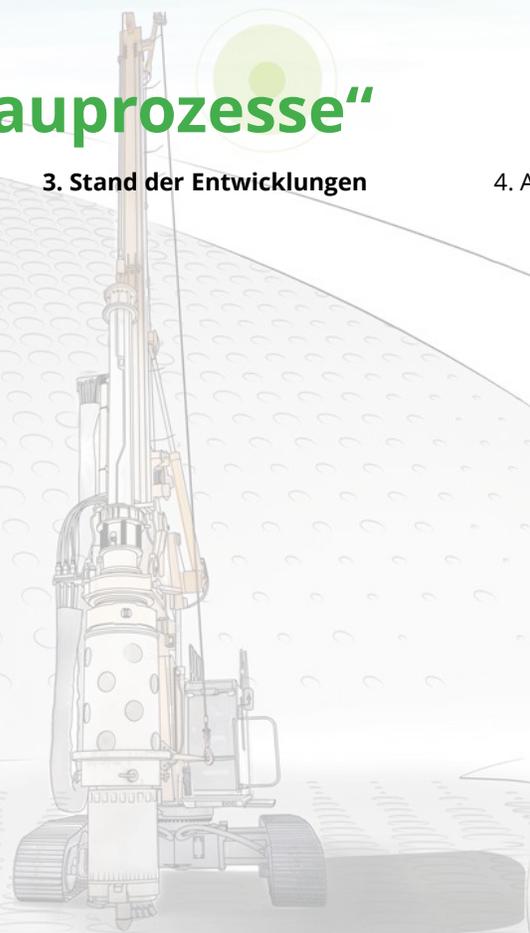


- M2S = Machine to Server
- M2M = Machine to Machine
- C/UI = Clientanwendung/
User Interface

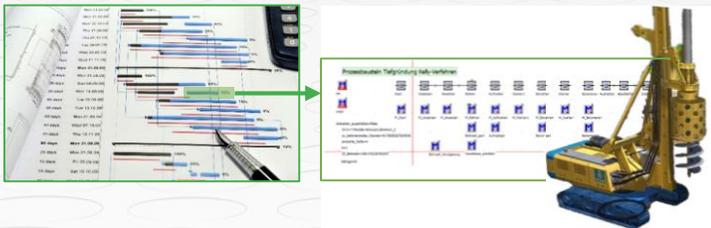
Lösungen „Bauprozesse“

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

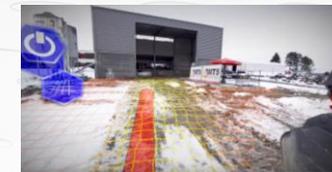
Track & Tracing (TaT)



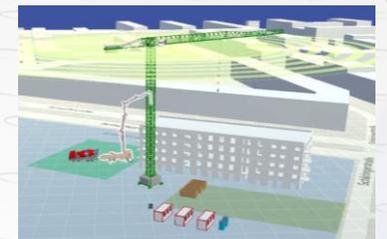
Prozesssimulation



Fahrerleitsystem



BIM → BIMsite



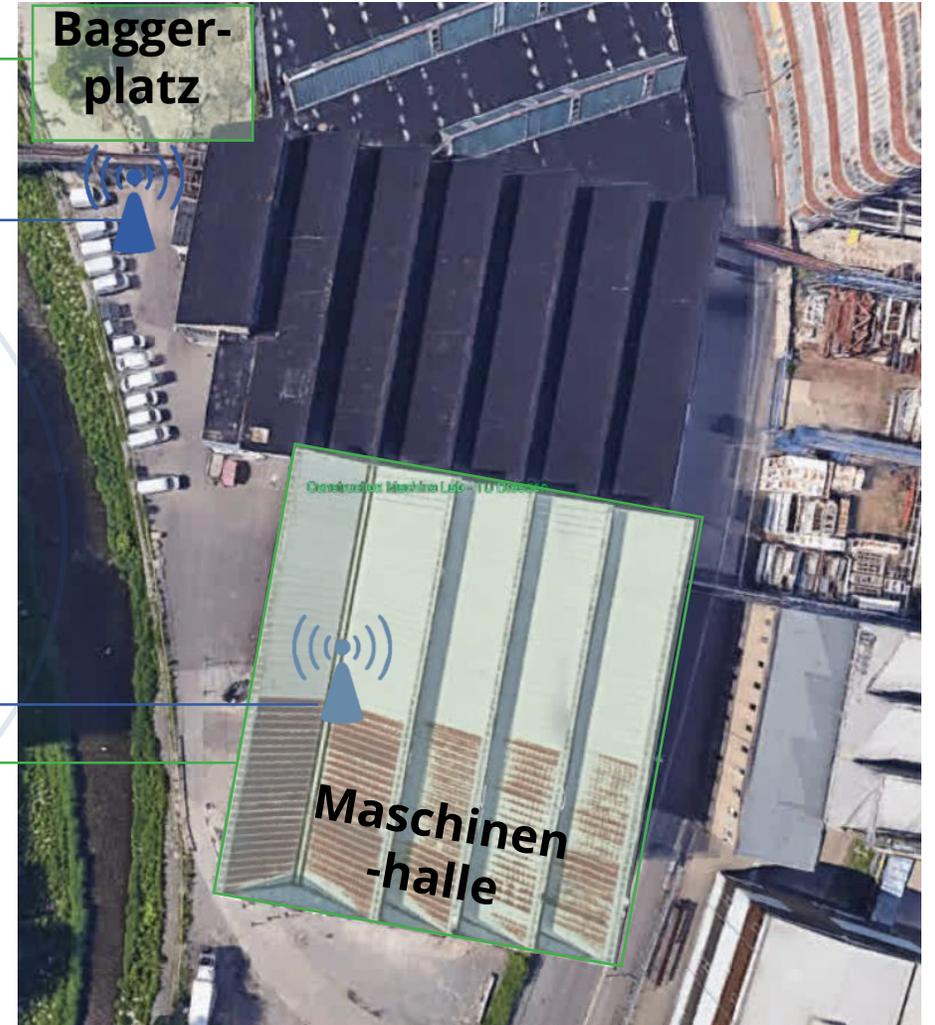
Lösungen „Maschinen“

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



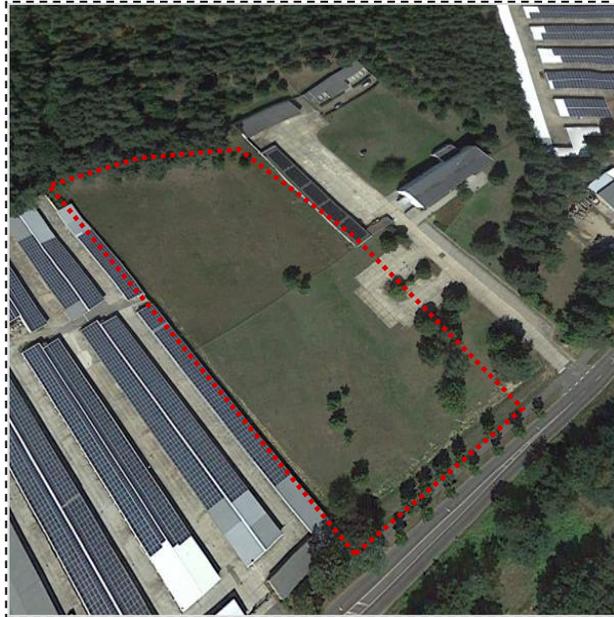
Basis für 5G Vernetzung und Multi-Konnektivität-Untersuchungen

4. Ausblick

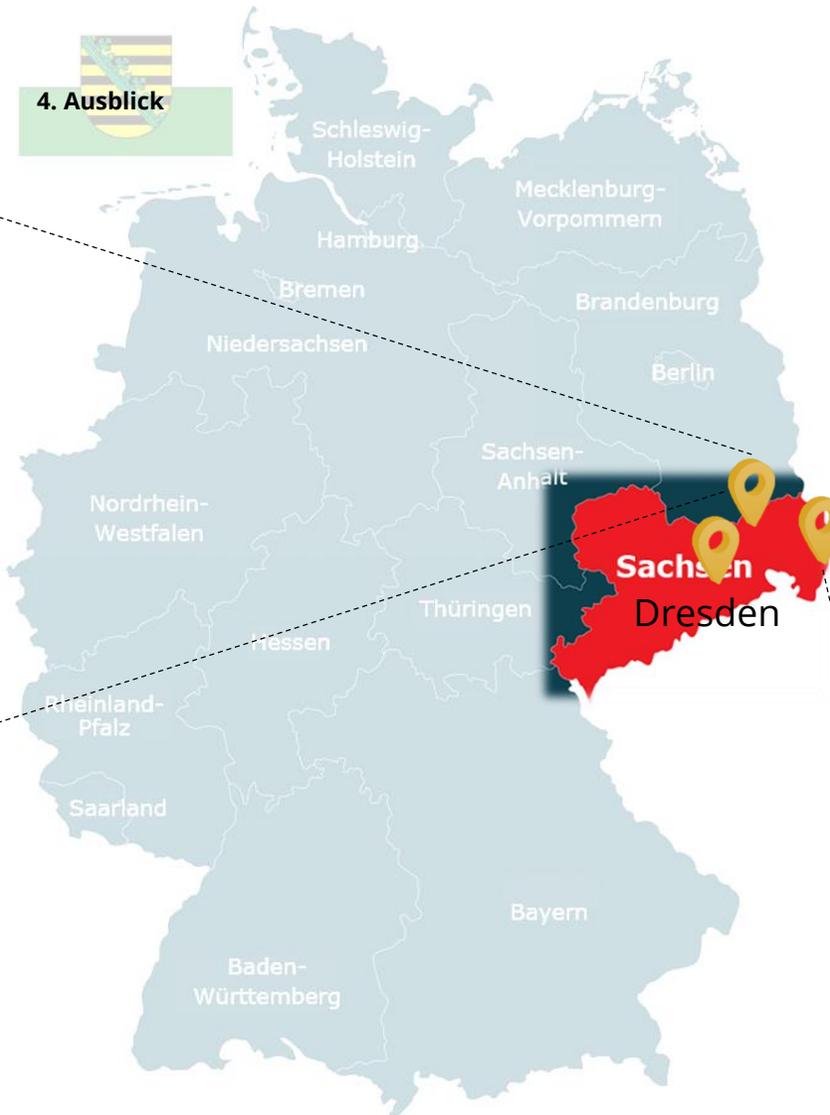
Testfelder

- 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

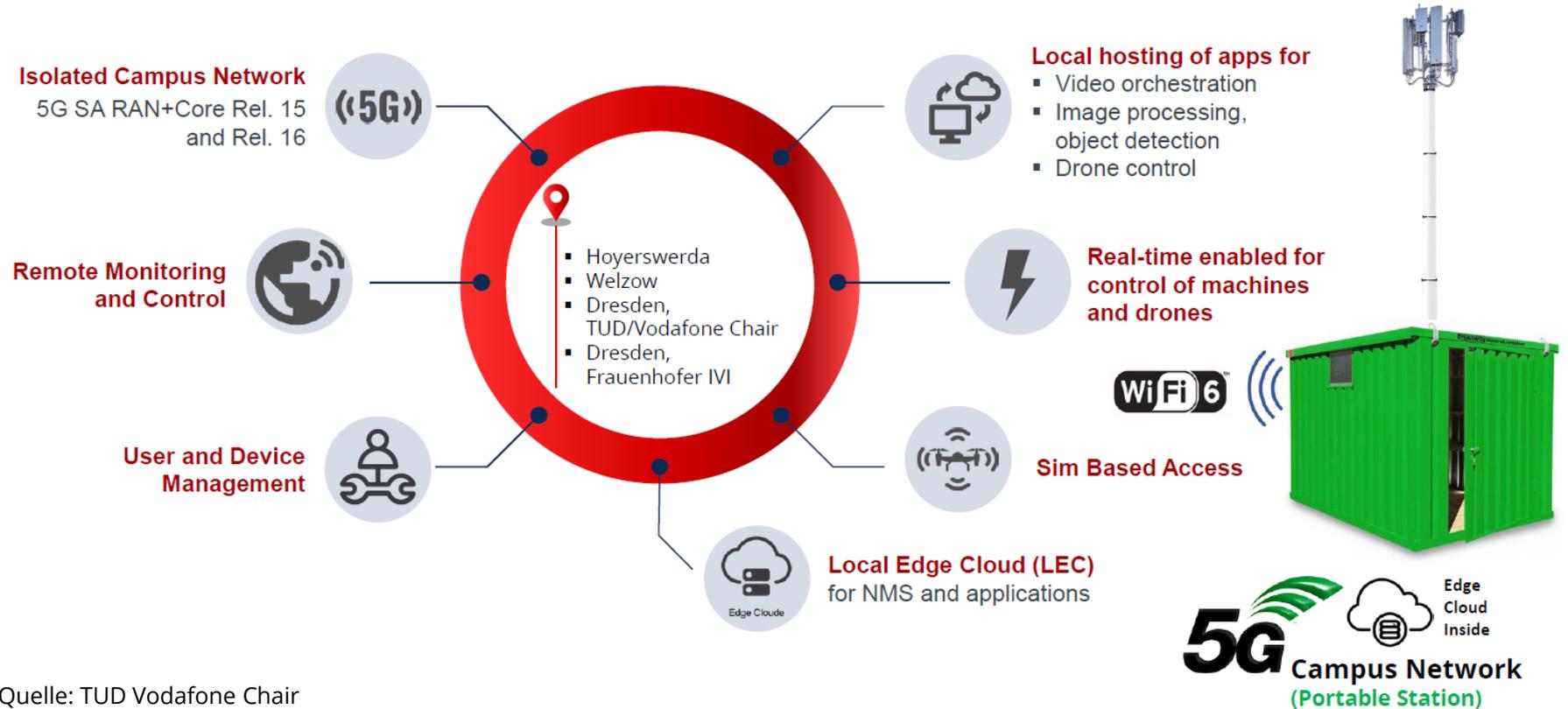
4. Ausblick



- 1ha Fläche
- Infrastruktur ab 09/21
- Nutzbar für Bauen 4.0

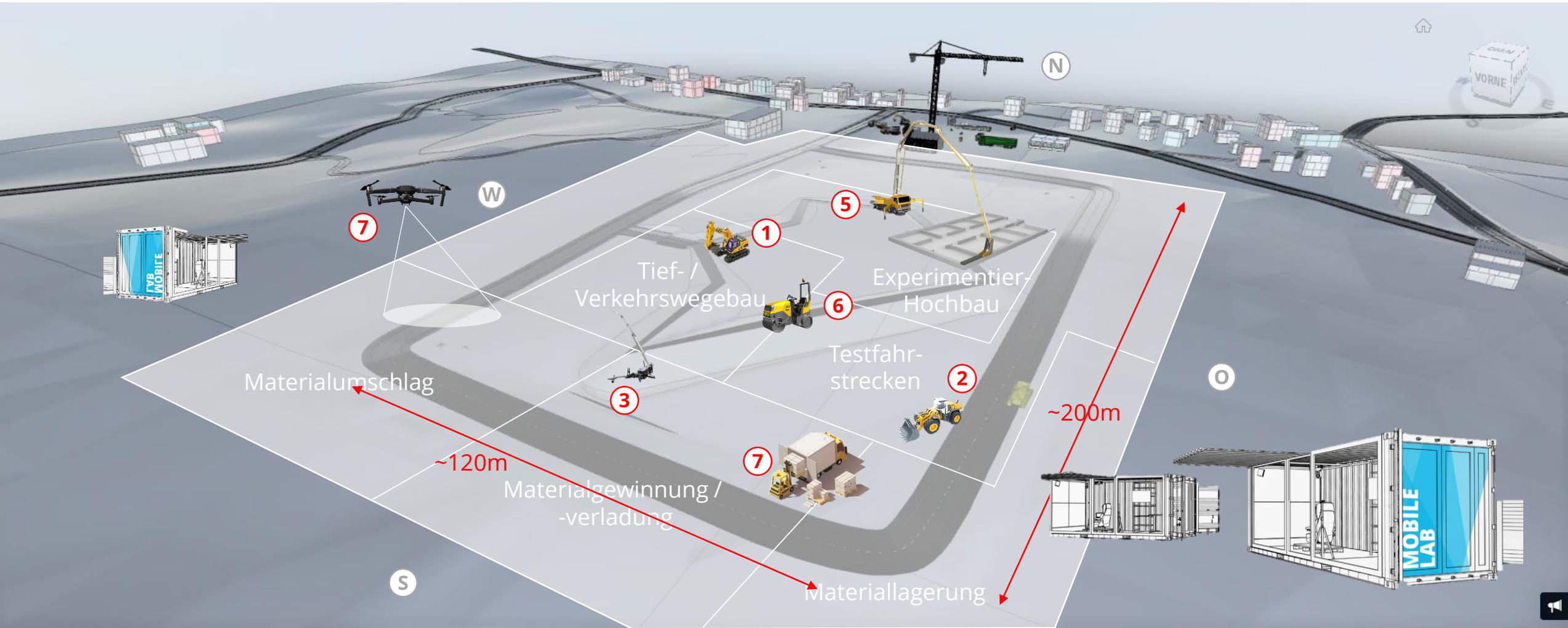


Portable Campus Network



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](#)