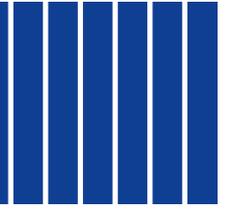


maschinenbau



Die Deutschland-Ausgabe des Schweizer Industriemagazins **EXTRA**

Industrie 4.0 | CampusOS-Projekt

Das passende Campusnetz für jede Anwendung



Offener Technologie-Baukasten für 5G-Campusnetze

Funkgestützte Zugangstechnologien bieten in der Industrie einen Mehrwert zur dynamischen Vernetzung von Maschinen. Durch 5G-Campusnetze profitieren Unternehmen von einem privaten, lokalen Mobilfunknetz, das auf standardisierten Komponenten aufbaut. Das CampusOS-Projekt verfolgt den Ansatz, durch offene Funktechnologien und interoperable Netzkomponenten das passende Campusnetz für jede Anwendung zu schaffen.

Deutschland ist weltweiter Pionier beim Betreiben von 5G-Campusnetzen, also lokaler und kundenspezifisch angepasster 5G-Mobilfunknetze. Dieser Vorsprung wurde unter anderem dadurch erzielt, dass die Bundesnetzagentur im Jahr 2019 den Frequenzbereich 3,7 bis 3,8 GHz sowie ab 2021 den Bereich 26 GHz für die private, lokale Frequenznutzung geöffnet hat. Im April 2022 waren bereits über 200 Campusnetz-Lizenzen in Deutschland im Einsatz. Auch weltweit wird ein großes Wachstumspotenzial prognostiziert. Laut einer Studie von Polaris Market Research wird der globale Markt für private 5G-

Netze bis 2028 voraussichtlich 13,92 Mrd. US-Dollar erreichen.

Jedes Campusnetz hat individuelle Anforderungen

Industrielle Anwendungen, beispielsweise die Augmented-Reality-Unterstützung bei Wartungsprozessen oder die kabellose Steuerung von Automated Guided Vehicles (AGVs) in Fabrikhallen, stellen höchste Anforderungen an die Netzinfrastruktur hinsichtlich Latenz, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Durchsatz. Mit einem Campusnetz ist es der Industrie möglich, ein priva-

tes Netz gemäß den individuellen Anforderungen zu nutzen – ganz unabhängig vom öffentlichen Netzausbau. Diese Flexibilität wird durch die Virtualisierung vieler Netz-funktionalitäten gewährleistet, die für skalierbare 5G-Netze essenziell sind. Die Flexibilität stößt aktuell noch an Grenzen: Zum einen fehlen etablierten Netzausrüstern oft branchenspezifisches Spezialwissen und Software, zum anderen sind Software- und Hardware-Komponenten unterschiedlicher Hersteller meist nicht kompatibel. Hier setzt das von den Fraunhofer-Instituten HHI und FOKUS koordinierte Leitprojekt CampusOS an, das vom Bundesminis-

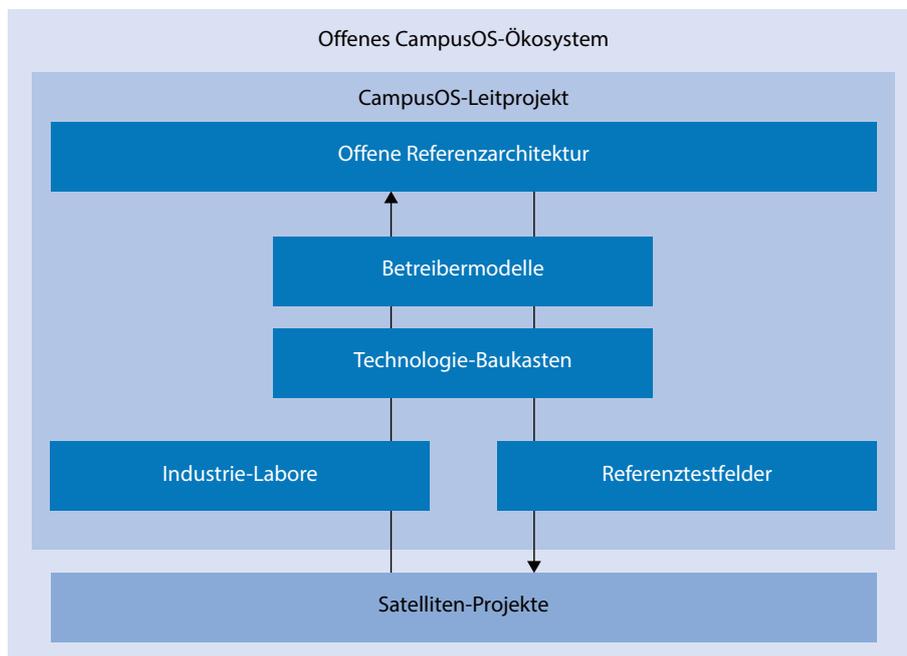


Bild 1 > Aufbau des BMWK-Leitprojekts CampusOS (© Fraunhofer FOKUS nach BMWK-Förderauftrag „5G-Campusnetze“ vom 13. April 2021)



Bild 2a > Das Automated Guided Vehicle im Lager ... (© Still)



Bild 2b > ... und in der Fabrik ist an ein 5G-Campusnetz angebunden (© Robert Bosch)

terium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert wird.

Das Ziel von CampusOS ist der Aufbau eines modularen Ökosystems für offene 5G-Campusnetze auf Basis offener Funktechnologien und interoperabler Netzkomponenten. Hierdurch sollen mehr Herstellerunabhängigkeit und mehr Wettbewerb sowie Innovation ermöglicht werden, um die digitale Souveränität der Unternehmen in Deutschland zu stärken. 22 Partner aus Industrie und Forschung prüfen dafür unterschiedliche Betreibermodelle, erarbeiten Referenzarchitekturen, analysieren Interoperabilität sowie Leistungsfähigkeit der integrierten Lösungen in Referenztestfeldern und erproben diese in ausgewählten Szenarien prototypisch im industriellen Wirkbetrieb, *Bild 1*.

Offene Referenzarchitektur

Analog zu Mobilfunknetzen besteht ein Campusnetz auch aus einem Kernnetz (Core Network, kurz CN) und dem Funkzugangnetz (Radio Access Network, kurz RAN), um dem sogenannten User Equipment (UE), das beispielsweise in AGVs enthalten ist, eine Funkverbindung zu einem Campusnetz zu ermöglichen. Während im Core Steuerprogramme laufen, hat das RAN zusammen mit dem UE beispielsweise die Aufgabe, eine nahtlose, robuste Verbindung zu ermöglichen. Letzteres soll dabei durch die sogenannten Radio Intelligent Controller (RIC) verbessert werden, die die Funkverbindung kontinuierlich auswerten und an die Umgebung anpassen. Zusätzlich wird meist Edge Computing genutzt, da Daten so sicher und schnell möglichst nah am Funk-

zugang verarbeitet werden. Die CampusOS-Referenzarchitektur greift Bestandteile des Open-RAN-Ansatzes auf, um auf ein möglichst flexibles Ökosystem zurückgreifen zu können. Anstelle von vertikal integrierten Systemen setzt CampusOS auf offene Schnittstellen und virtualisierte Lösungen, um beispielsweise Netzfunktionalitäten als Software auf Standard-Hardware skalierbar einsetzen zu können. Offene Schnittstellen sind dabei essenziell, die zum Beispiel Standardisierungsgremien wie das 3GPP (3rd Generation Partnership Project) vorantreiben. Die offene Referenzarchitektur kann von KI-Ansätzen profitieren, um die komplexe Netzinfrastruktur mit ihren vielen Bausteinen und damit auch Integrationsanforderungen zu verwalten und einen benutzerfreundlichen Betrieb gewährleisten zu können.

Referenztestfelder

Um die Referenzarchitektur zu testen, bauen die Fraunhofer-Institute FOKUS und HHI an ihren Standorten in Berlin Referenztestfelder auf. Ziel dieser Testfelder ist es, verschiedene Kombinationen des CampusOS-Technologie-Baukastens auf Leistungsfähigkeit und Interoperabilität zu prüfen, bevor diese anwendungsspezifisch in Industrieszenarien im Wirkbetrieb erprobt werden. Das Ergebnis ist ein validierter Technologie-Baukasten für offene Campusnetze. Die Testfelder umfassen standardisierte Komponenten aus dem Konsortium sowie kommerzielle Lösungen, die miteinander verbunden sind, und eine Vielzahl unterschiedlicher Lösungen ermöglichen.

Use Cases und Validierungsstandorte in der Industrie

Offene Schnittstellen schaffen die Voraussetzung, Komponenten für unterschiedliche Anwendungsdomänen zu entwickeln. Dafür werden relevante Anwendungen bei den ausgewählten Industriepartnern im Wirkbetrieb evaluiert. Für den Industrie-4.0-Anwendungsfall werden bei Still in Hamburg AGVs über ein Campusnetz angebunden. Die Daten des Fahrzeugs werden dabei in einer Edge Cloud, also einem lokalen Server, verarbeitet. Dabei sollen neben Wegeplanung und Lokalisierung auch umfangreiche 3-D-Scans und Kameraaufnahmen der Produktionsstätte angefertigt werden, um Prozesse wie die Maschinenwartung zu optimieren und eine kontinuierliche 3-D-Abbildung eines gesamten Lagerbereichs zu erzielen, *Bild 2a*. Die Referenzarchitektur wird zudem für das teleoperierte – ferngesteuerte – Fahren bei Bosch in Hildesheim, *Bild 2b*, erprobt sowie zur Überwachung und Vernetzung auf Baustellen bei Topcon herangezogen, *Bild 3*.

Betreibermodelle und Technologiebaukasten

Momentan gibt es für Unternehmen drei Möglichkeiten, ein Campusnetz auf dem eigenen Gelände aufzubauen:

1. Selbst aufbauen und betreiben.
2. Einen Netzbetreiber oder einen Netzausrüster beauftragen.
3. Sich an Dienstleister wenden, die sich auf den Aufbau und Betrieb von Campusnetzen spezialisiert haben.

Offene Architekturen werden neue Mischformen zwischen diesen Optionen



Bild 3 > Ein 5G-Campusnetz verbindet Menschen und Maschinen auf Baustellen (© Topcon Positioning Systems)

ermöglichen. Im CampusOS-Projekt werden diese Betreibermodelle anwendungsspezifisch evaluiert. Für offene Campusnetze wird in CampusOS bis Ende 2024 ein erweiterbarer Technologie-Baukasten erstellt. Dieser beinhaltet einen Katalog mit offenen Technologiekomponenten wie RAN- und Netzkomponenten, Computing-Plattformen, Testwerkzeugen und Sicherheitslösungen sowie einen Satz von erprobten Blaupausen von Komponentenkombinationen und Betreibermodellen zum Aufbau und Betrieb von Campusnetzen.

Campusnetze als Innovationstreiber

Ein Wandel von geschlossenen zu offenen, modularisierten und softwarebasierten Netzinfrastruktursystemen wird die Eintrittsschwelle für den Mittelstand im Bereich Funkzugangnetze senken und kleineren Unternehmen die Möglichkeit geben, branchenspezifische Lösungen für

Campusnetze anzubieten. Anwender aus der Industrie wiederum profitieren von einem Campusnetz, das individuell benötigte Services und Spezialanforderungen gewährleistet und so zum Beispiel optimierte Wartungsprozesse ermöglicht. Die CampusOS-Partner wollen diese Dynamik mit einem technologisch souveränen Ökosystem für Deutschland und Europa vorantreiben. //

Autoren | Kontakt

Prof. Dr.-Ing. habil. Slawomir Stanczak, Leiter der Abteilung „Wireless Communications and Networks“, Fraunhofer-Institut HHI, slawomir.stanczak@hhi.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Magedanz, Leiter des Geschäftsbereichs „Software-based Networks“, Fraunhofer-Institut FOKUS, thomas.magedanz@fokus.fraunhofer.de

Marc Emmelmann, Senior Wissenschaftler, Fraunhofer-Institut FOKUS, marc.emmelmann@fokus.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Julius Schulz-Zander, Senior Wissenschaftler und Leiter der Forschungsgruppe „Intelligent Network Architectures“, Fraunhofer-Institut HHI, julius.schulz-zander@hhi.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik Heinrich-Hertz-Institut

Einsteinufer 37
10587 Berlin
www.hhi.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS

Kaiserin-Augusta-Allee 31
10589 Berlin
www.fokus.fraunhofer.de
www.campus-os.io/

FOLGEN SIE UNS:



IMPRESSUM:

Sonderausgabe 2022 in Kooperation mit Fraunhofer Heinrich Hertz Institute HHI, Einsteinufer 37, 10587 Berlin; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Postfach 1546, 65173 Wiesbaden, Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9754, USt-IdNr. DE81148419

GESCHÄFTSFÜHRER:

Stefanie Burgmaier | Andreas Funk | Joachim Krieger

PROJEKTMANAGEMENT: Anja Trabusch

TITELBILD: © sdecoret | stock.adobe.com