

Projekt 6G-CAMPUS

Effiziente und sichere 6G-Industrie-Campusnetze
mittels
KI-gestützter Joint-Communication-&-Sensing-Verfahren

Teilvorhaben der MECSware GmbH

Sachbericht – Teil I

Fördergeber	Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
Zuwendungsempfänger	MECSware GmbH
Förderkennzeichen	FKZ 16KISK193
Laufzeit des Vorhabens	01.09.2022 – 31.08.2025

Das Ziel des 6G-CAMPUS Projekts war die Erforschung, Konzeption und prototypische Umsetzung zentraler Technologien für 6G-fähige industrielle Campusnetze. Im Fokus standen dabei sowohl Joint-Communication-&-Sensing-Verfahren, neuartige flexible Systemarchitekturen, die auch Non-3GPP-Technologien einbinden, systemübergreifende Sicherheitsverfahren, sowie eine KI-gestützte Steuerung dieser Komponenten. In all diesen Bereichen mussten hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Sicherheit und Echtzeitfähigkeit berücksichtigt werden.

Neben technischen und strategischen Aspekten spielen Fragen der Wirtschaftlichkeit bei der Technologieauswahl in der Industrie eine entscheidende Rolle. Es stehen meist mehrere Alternativen zur Verfügung. Die langfristig betrachteten Gesamtkosten – die Total Cost of Ownership (TCO) – und die mit der Anwendung einer Technologie einhergehende Profitabilität – als Return of Investment (ROI) ausgedrückt – müssen positiv bewertet sein, damit eine Technologie eingesetzt wird.

Insbesondere die auf IEEE-Standards beruhenden Technologien WLAN (WiFi) und Bluetooth werden seit Jahren auch im industriellen Umfeld erfolgreich eingesetzt. Diese Technologien nutzen weltweit festgelegte, lizenzfreie Funkfrequenzbereiche in den ISM-Bändern (Industrial, Scientific and Medical). Auf der Grundlage hoher Stückzahlen, vor allem durch den Consumer-Markt getrieben, können Chips mit geringen Kosten hergestellt werden. Diesen Vorteilen gegenüber stehen Nachteile in Bezug auf hohe Verfügbarkeit (High-Availability) und Dienstgüte (Quality of Service – QoS). Die exklusive Zuteilung von Funkspektrum – auf nationaler Basis durch die jeweilige Regulierungsbehörde, in Deutschland durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) – ist ein essenzieller Vorteil eines 6G-Campusnetzes. Demgegenüber bremsen höhere Komplexität und Kosten den breiten Einsatz der auf 3GPP-Standards beruhenden Campusnetztechnik.

Im Projekt 6G-CAMPUS wurde die Lösung für einen industriellen Anwendungsfall entwickelt, bei dem ein auf Non-3GPP-Technologie basierendes Funknetz in einem Teilfrequenzband eines 6G-Campusnetzes temporär betrieben wird, siehe Abbildung 1.

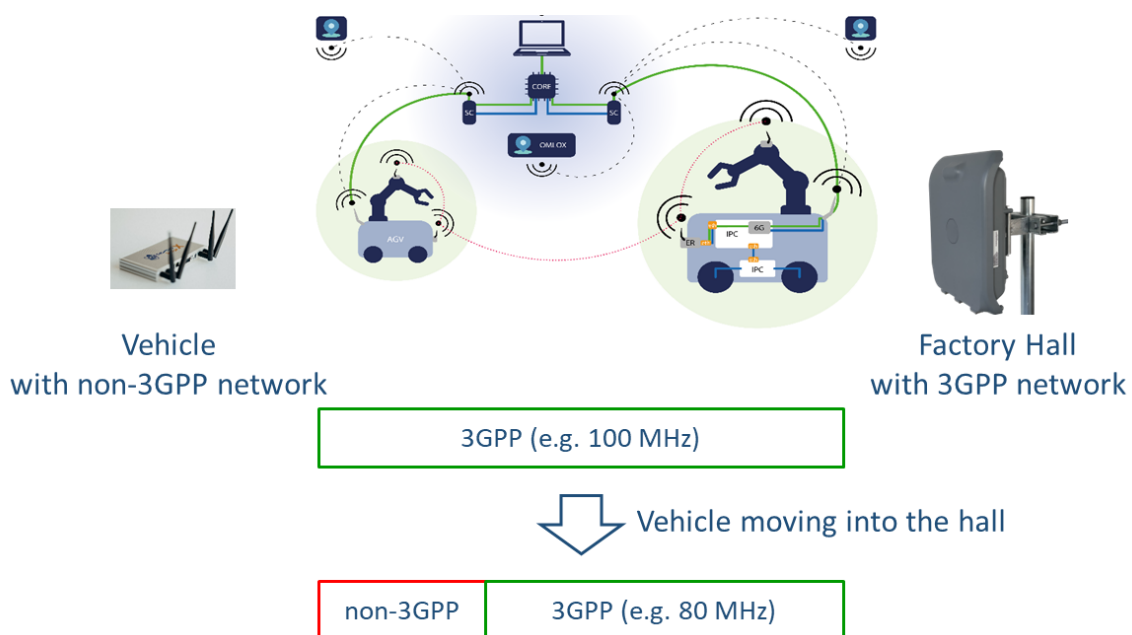


Abbildung 1 Network-of-Networks – industrieller Anwendungsfall

Da 6G-Funktechnik noch nicht zur Verfügung stand, wurde zum Aufbau eines Demonstrators ein 5G-Campusnetz verwendet, in dem die User- und Control Plane (U/C-Plane) durch 3GPP standardisiert, die Management Plane (M-Plane) jedoch proprietär implementiert ist.

Zunächst musste eine generische Lösung zur Steuerung des Gesamtsystems gefunden werden. Es wurde das von der O-RAN Alliance spezifizierte Interface O1 gewählt, bei dem das in der Sprache YANG modellierte Datenmodell des Radio Access Networks (RAN) über das Protokoll NETCONF übertragen wird. Dadurch wurde es möglich, eine auf Basis eines Chipsets des Projektpartners NXP Semiconductors Germany GmbH aufgebaute 5G-Basisstation in das vorhandene Netz zu integrieren.

Das Fahrzeugnetz wurde durch den Projektpartner R3 Solutions GmbH realisiert. Nach einer Hardware-Modifikation zur Frequenztransformation konnte das auf dem ISM-Band 2,4 GHz basierte R3 Echoring-Netz in dem in Deutschland von der BNetzA für Campusnetze vorgesehenen Frequenzband 3.700-3.800 MHz genutzt werden.

Zur Realisierung des Frequenzmanagements hat MECSware die Funktion Dynamic Cell Configuration implementiert. 3GPP-Basisstationen müssen üblicherweise vollständig neu gestartet werden, um Änderungen in der Zell-Konfiguration zu übernehmen. Ein Neustart dauert typisch mehrere Minuten. Damit wäre eine praktische Nutzung des Konzepts ausgeschlossen. Die Dynamic Cell Configuration benötigt nur 10 bis 20 Sekunden.

Die Steuerungsfunktionen wurden durch den Projektpartner Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU) realisiert.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im Projekt 6G-CAMPUS das im Rahmen der 6G-Entwicklung verankerte Konzept des **Network-of-Networks** weitergedacht wurde. Das 6G-Netz wurde nicht als ein Network-of-**3GPP**-Networks verstanden, sondern **technologieoffen erweitert**.

Als langfristiges Ziel hat das Projekt 6G-CAMPUS vorgeschlagen, das Management des 6G-Core Networks und des User Equipment auf Basis der für das Radio Access Network etablierten Protokolle und Datenmodelle zu entwickeln. Dieses Konzept wird **OpenXG** genannt. Das OpenXG-Konzept lässt sich auf Non-3GPP RAN-Elemente ausdehnen.

Die Koexistenz von 3GPP- und Non-3GPP-Technologie wurde erfolgreich demonstriert. Damit einhergehende Aufgaben hinsichtlich dynamischem Spektrum-Management und Standard-basierten Managementprotokollen für unterschiedliche Technologien und Netzelemente wurden gelöst.

Das Teilprojekt der MECSware GmbH wurde planmäßig abgeschlossen. Die Ziele des Vorhabens wurden erreicht. Der Finanzierungsrahmen wurde eingehalten.