

# Entwicklung und Leistungsbewertung eines Multi-Radio Access Technology Systems

## Problemstellung

Die 5. Generation der Mobilfunknetze (5G) befindet sich aktuell im Ausbau und ist daher in aller Munde bei Politik und Industrie. Für Industrieanwendungen ermöglicht 5G eine Vielzahl verschiedener Anwendungen, die allerdings mit sehr heterogenen Anforderungen einhergehen. Als eine der Kerninnovationen für Industrie, öffentliche Einrichtungen und Kommunen wird die Möglichkeit regionaler und lokaler 5G Netze (5G Campusnetze) angesehen. Dabei handelt es sich um auf ein Grundstück begrenzte (private) 5G Netze, die im lizenzierten Frequenzbereich von 3,7-3,8 GHz betrieben werden. Die Frequenzvergabe erfolgt über ein Antragsverfahren bei der Bundesnetzagentur und ist mit geringen Kosten verbunden. Anders als bei industriellen WiFi-Systemen, die aktuell für vergleichbare Anwendungsfälle zu Einsatz kommen, ist dieser Frequenzbereich nicht frei nutzbar und damit störungsfrei. Die damit erhöhte Zuverlässigkeit stellt die Basis zahlreicher zukünftiger 5G Anwendungsfälle, z.B. zur Maschinenvernetzung und Prozessautomatisierung, dar. Nichtsdestotrotz besteht in der Industrie gerade für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) eine gewisse Hemmnis gegenüber der neuen 5G Technologie. Der Netzaufbau sowie der laufende Betrieb bedürfen aktuell im Gegensatz zu WiFi-Systemen eine höhere Fachkenntnis, Infrastruktursysteme sind aktuell noch mit höheren Kosten verbunden und bereits etablierte und erprobte Funklösungen sollen nur ungern verworfen werden.

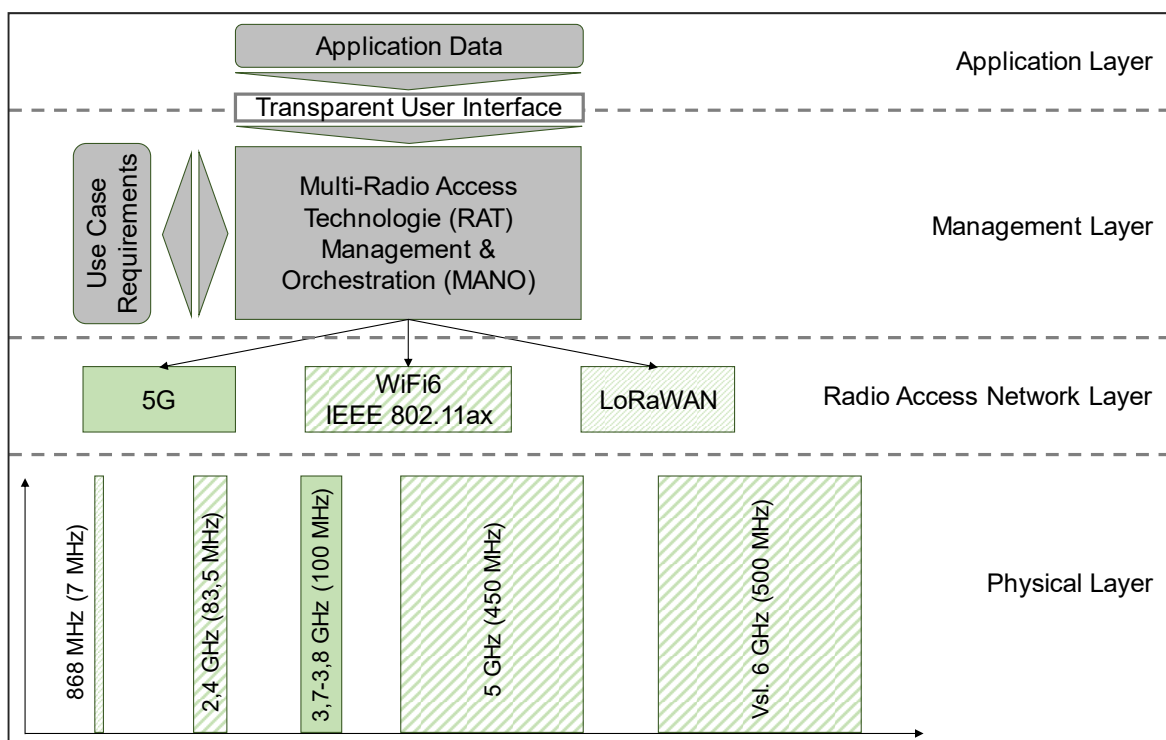


Abbildung 1: Übersicht der Systemarchitektur der vorliegenden Masterarbeit

Um die Hemmnis gegenüber dieser neuen Technologie zu senken und die Potentiale im Betrieb mit geringen Eintrittshürden zu ermöglichen ist das Ziel dieser Arbeit, neben 5G, zusätzlich den neuen WiFi6 (802.11ax) sowie die proprietäre, aber stark verbreitete Sensortechnologie LoRaWAN in einem Management and Orchestration (MANO) Ansatz zu vereinen. Die verfügbaren, technologieübergreifenden Kommunikationsressourcen sollen dann in Abhängigkeit unterschiedlicher Anwendungsprofile bedarfsgerecht verteilt werden. Dabei gilt es, die zur Verfügung stehenden Kommunikationsressourcen effizient zu nutzen und dadurch Synergieeffekte zwischen den verschiedenen Technologien aufzuzeigen. Die Arbeit leistet damit einen Beitrag zur Wahrnehmung der lizenzfreien Technologien als Ergänzung zu 5G gegenüber dem allgemeinen Bild konkurrierender Technologien. Dazu soll das Gesamtsystem im Vergleich zu den Einzeltechnologien im Hinblick auf die spektrale Effizienz, Skalierbarkeit und weitere Leistungsindikatoren untersucht werden.

### Potentielle Arbeitsziele der Arbeit:

- Entwicklung einer zentralen MANO Steuerung für diverse Funktechnologien
  - Konzeption eines Algorithmus zur Ressourcenzuweisung
- Entwicklung eines grafischen User Interface zur Eingabe von Nutzeranforderungen
- Leistungsbewertung des entwickelten Multi-RAT Systems unter definierten Testbedingungen
  - Latenz
  - Spektrale Effizienz
  - Skalierbarkeit
  - Und weitere Aspekte
- Entwicklung von Testszenarien zur Bewertung von Synergieeffekten (Potentialanalyse)

### Literatur:

1. C. Bektas, S. Böcker, F. Kurtz, C. Wietfeld, "Reliable Software-Defined RAN Network Slicing for Mission-Critical 5G Communication Networks", *2019 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*, Waikoloa, Hawaii, USA, Dezember 2019.
2. S. Chandrashekar, A. Maeder, C. Sartori, T. Höhne, B. Vejlgaard and D. Chandramouli, "5G multi-RAT multi-connectivity architecture," *2016 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC)*, Kuala Lumpur, 2016, pp. 180-186.
3. G. Yu, Y. Jiang, L. Xu and G. Y. Li, "Multi-Objective Energy-Efficient Resource Allocation for Multi-RAT Heterogeneous Networks," in *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 33, no. 10, pp. 2118-2127, Oct. 2015.
4. S. Böcker, C. Arendt, P. Jörke, C. Wietfeld, "LPWAN in the Context of 5G: Capability of LoRaWAN to Contribute to mMTC", *In 2019 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT 2019)*, April 2019.
5. K. Heimann, P. Gorczak, C. Bektas, F. Girke, C. Wietfeld, "Software-Defined End-to-End Evaluation Platform for Quality of Service in Non-Standalone 5G Systems", *In 2019 Annual IEEE International Systems Conference (SysCon)*, IEEE, Orlando, Florida, USA, April 2019.