

Masterarbeit

# Performance evaluation of local 5G campus networks using multidimensional connectivity maps

Die Einsatzmöglichkeit und Leistungsfähigkeit neuer Kommunikationslösungen für Produktions- und Logistikumgebungen lässt sich nur im Kontext konkreter Anwendungen im Industrieumfeld bewerten. Industriepiloten und Marketing illustrieren Mehrwerte von 5G oft nur für einzelne Anwendungsbeispiele, deren Nutzen noch nicht im Einklang mit dem Ressourcenaufwand zur Installation lokaler 5G Netze steht (sog. 5G Campusnetze [1]). Weitestgehend wird 5G ein disruptiver Charakter zugeschrieben, der überwiegend mit innovativen, erst so ermöglichten Anwendungsbeispielen belegt wird. Dabei bleibt die Frage, was 5G für bestehende Produktionen leisten kann und welche Optionen für ein einfaches Upgrade bestehen, größtenteils unbeantwortet. So werden Potentiale und Aufwände, insbesondere bezüglich Wechselwirkungen vieler paralleler 5G-Anwendungen und deren Einbettung in bestehende Industrieprozesse, kaum bis gar nicht thematisiert. Es zeigt sich eine starke Unsicherheit bei der Einschätzung technologischer Potentiale und unternehmensspezifischer Vorteile der Einführung lokaler 5G Netze.

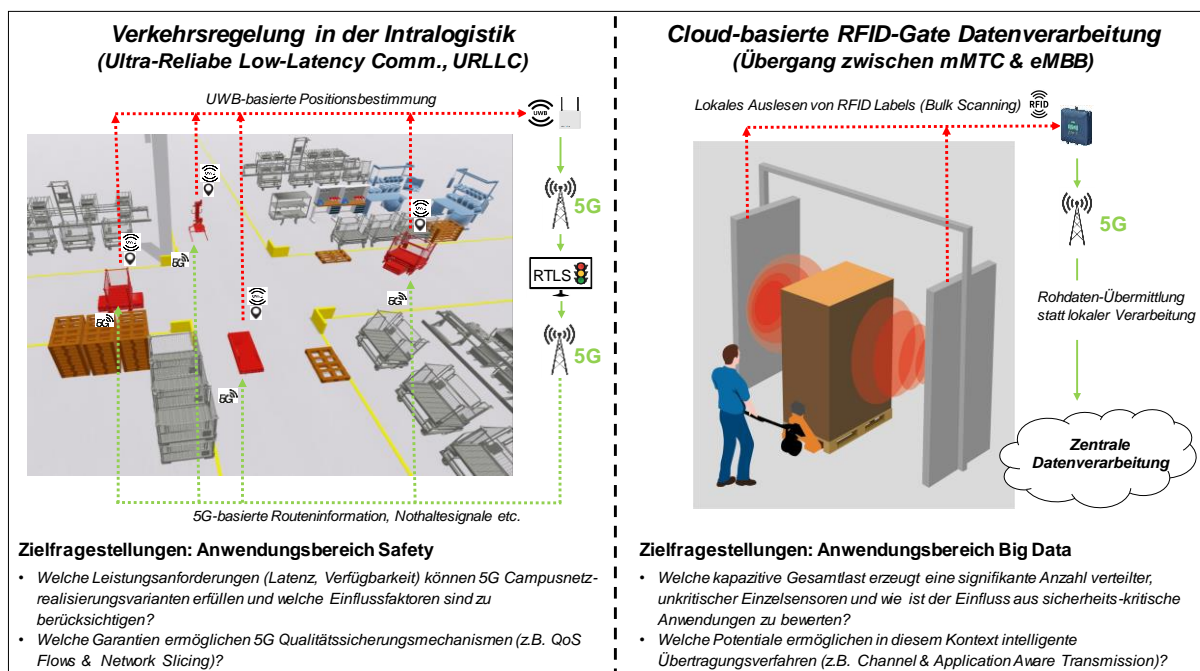


Abbildung 1: Übersicht industrieller Kernanwendungsfelder als Basis der vorliegenden Arbeit

Vor diesem Hintergrund ist das Ziel der vorliegenden Arbeit die experimentelle Leistungsbewertung [2] ausgewählter industrieller Anwendungen (vgl. Abb.1) in Labor- und realgetreuer Feldumgebung. Neben einem besonderen Fokus auf Anwendungen der funktionalen Sicherheit am Beispiel der Intralogistik wird der Einsatz flexibel integrierbarer Sensorikkomponenten am Beispiel von RFID Gates verfolgt. Dabei sollen in einer vergleichenden Leistungsbewertung unterschiedliche 5G Netzkonfigurationen und Qualitätssicherungsmechanismen, wie z.B. QoS Flows oder Network Slicing [3][4] in experimentellen Aufbauten evaluiert werden. Als Basis reproduzierbarer Testszenarien wird hierbei das am Lehrstuhl entwickelte STING (*Spatially Distributed Traffic and Interference Generation*, [5]) System zum Einsatz gebracht. Bei STING handelt es sich um ein Bewertungssystem zur kontinuierlichen Beobachtung und Steuerung (Monitoring & Control)

von Ende-zu-Ende-Leistungsgarantien in lokalen 5G Netzen. Neben einer fortlaufenden Auswertung der Leistungsfähigkeit bzw. Auslastung der lokalen 5G Netzinfrastruktur ist das System auf Basis des STING Konzepts in der Lage, ein Netz feingranular auszusteuern und den schrittweise wachsenden Verkehr bis zum Vollausbau zu emulieren.

#### Potentielle Arbeitsschritte der vorliegenden Masterarbeit:

- Einarbeitung und Konfiguration der 5G New Radio Standalone Campusnetzlösung, sowie der verwendeten User Equipments (UEs)
- Methodische Leistungsbewertung der 5G-Campusnetzlösung [2]
  - Erzeugung von Radio Environmental Maps (REM) und Abgleich mit Raytracing-Simulationen
  - Analyse von Anwendungsrelevanten KPIs (Latenz, Datenrate, Packet Error Rate (PER), Jitter, ...)
- Entwicklung von erweiterten Testszenarien [6] in Anlehnung an industrielle Fertigungsprozesse (vgl. Abb. 1) zur Ableitung einer vergleichenden Potentialanalyse
  - Überführung abgeleiteter Verkehrscharakteristik aus umgesetzten Use Cases auf verteiltes Monitoring & Kontrollsystem (STING, [5])
- **(Optional) Überführung der Experimentalaufbauten von Laborumgebung der TU Dortmund in industrielle Feldumgebung** zur Validierung ermittelter Leistungswerte unter realistischen Bedingungen.



*Die Masterarbeit wird in Anlehnung an das 5G Guarantee Projekt in Kooperation mit unserem Partner Miele & Cie. KG angeboten. Bei erfolgreichem Verlauf der Arbeit sollen experimentelle Aufbauten aus der Laborumgebung der TU Dortmund in Miele Produktionsstätten überführt werden.*

#### Literatur:

- [1] A. Aijaz, "Private 5G: The Future of Industrial Wireless," in IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 14, no. 4, pp. 136-145, Dec. 2020.
- [2] Rischke, Justus, u. a. „5G Campus Networks: A First Measurement Study“. *IEEE Access*, Bd. 9, 2021, S. 121786–803.
- [3] 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.
- [4] C. Bektas, D. Overbeck, C. Wietfeld, "SAMUS: Slice-Aware Machine Learning-based Ultra-Reliable Scheduling", In *2021 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Montreal, Canada, June 2021.
- [5] C. Arendt, M. Patchou, S. Böcker, J. Tiemann, C. Wietfeld, "Pushing the Limits: Resilience Testing for Mission-Critical Machine-Type Communication", In *2021 IEEE 94th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)*, Virtual Event, September 2021.
- [6] 5G ACIA, "Performance Testing of 5G Systems for Industrial Automation", White Paper, 2021, Online available: [https://5g-acia.org/wp-content/uploads/2021/05/5G-ACIA\\_Performance\\_Testing\\_of\\_5G\\_Systems\\_for\\_Industrial\\_Automatin\\_single-pages.pdf](https://5g-acia.org/wp-content/uploads/2021/05/5G-ACIA_Performance_Testing_of_5G_Systems_for_Industrial_Automatin_single-pages.pdf).