

## Bachelor Thesis

# Simulation der Verbindungslatenz in sub-6 GHz Backhaul-Netzen für 5G

5G ist durch die Verwendung hoher Frequenzen bis in das 60 GHz Band auf kurze Distanzen und kleine Zellengrößen angewiesen. Die Dichte der Basisstationen (BS) wird im Vergleich zu 4G noch deutlich zunehmen, da mit steigender Frequenz die Reichweite sinkt, bzw. der Energiebedarf steigt. Für den Aufbau dieser "Small Cells" genannten Infrastruktur sind leistungsfähige Backhaul-Netze nötig, die die Basisstationen mit den Gateways des Mobilfunknetzes verbinden. Backhaul-Netze werden zunehmend auch drahtlos sein und multi-hop Charakteristiken aufweisen müssen. Beispielsweise können Straßenlaternen als Standorte für Basisstationen dienen. Die Gerätedichte kann bei 5G bis zu  $10^6$  pro Quadratkilometer betragen, für 6G sogar etwa 100 pro Kubikmeter.

Ziel dieser Arbeit ist es, eine Simulation eines 5G Netzes in einer begrenzten Region durchzuführen und die Kommunikationslatenz zu modellieren. Die Stadt Magdeburg (oder ein repräsentatives Teilgebiet) kann als Vorbild für das Simulationsmodell dienen.

Als Workload für die Untersuchungen ist Haptische Kommunikation [2,3] besonders interessant, für die optimalerweise eine Latenz von einer Millisekunde erreicht werden sollte. Interessant wäre etwa das Latenzverhalten zwischen den Endgeräten (UEs) dieses Netzes, insbesondere, wie sich die Latenz zu der Anzahl der Hops, der Gerätedichte und der Kommunikationsreichweite (Distanz Gateway -> UE oder UE -> UE) verhält.

## Plan

- Recherche zu Backhaul-Netzen und verwendeten Technologien [1].
- Recherche und Wahl des Simulationstools.
- Modellierung eines räumlich begrenzten Netzes.
- Design von Experimenten im selbst gesteckten Rahmen. Z.B. können typische Bewegungsmodelle (Fußgänger, Autofahrten, ...), Nutzermodelle (Haptische Kommunikation [2,3], (Video-) Telefonie, ...) und Netzwerktopologien (unterschiedliche BS-Dichte, ...) betrachtet werden.
- Auswertung der erzielten Kommunikationslatenz in den verschiedenen Experimenten.
- Ziehen von Rückschlüssen. Was kann man über das Erreichen einer guten Netzabdeckung aussagen? Ist es realistisch, dass die 1-ms-Marke zwischen den UEs mit drahtlosen multi-hop Backhaul-Netzen eingehalten werden kann?

**Projektart** Bachelor Thesis  
**Dauer** 1 Semester  
**Sprache(n)** German, English  
**Bereich** Computer Science

**Kontakt** Frank Engelhardt  
**E-Mail** frank.engelhardt@ovgu.de  
**Raum** G29-311

## References

- [1] Zhang, G.; Quek, T. Q. S.; Kountouris, M.; Huang, A.; Shan, H.: Fundamentals of Heterogeneous Backhaul Design—Analysis and Optimization. *IEEE Transactions on Communications*, 2016, 64, 876-889
- [2] Steinbach, E.; Hirche, S.; Kammerl, J.; Vittorias, I.; Chaudhari, R.: Haptic Data Compression and Communication. *IEEE Signal Processing Magazine*, 2011, 28, 87-96
- [3] Engelhardt, F.; Behrens, J., Günes, M.: The OVGU Haptic Communication Testbed (OVGU-HC). *31st Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications: Track 3: Practical and Experimental Systems (PIMRC'20 Track 3 Practical & Exper Sys)*, 2020, 31

---

**Projektart** Bachelor Thesis  
**Dauer** 1 Semester  
**Sprache(n)** German, English  
**Bereich** Computer Science

**Kontakt** Frank Engelhardt  
**E-Mail** frank.engelhardt@ovgu.de  
**Raum** G29-311