

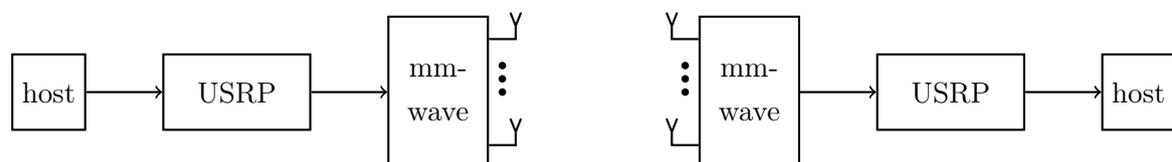
## Masterarbeit

# Implementierung eines mm-Wellen-Systems für die gemeinsame Kommunikations- und Radaranwendung

## Aufgabenstellung

Der stetig wachsende Bandbreitebedarf im Mobilfunk hat einen Trend zu höheren Frequenzen ausgelöst. Hier stehen einerseits größere Bandbreiten zur Verfügung, andererseits lassen sich aufgrund der kleiner werdenden Antennenelemente Systeme mit sehr vielen Antennen bauen. Mehrantennensysteme werden benötigt, um die großen Pfadverluste bei hohen Trägerfrequenzen durch Strahlformung zu kompensieren. Im kommenden 6G-Standard wird außerdem die Nutzung von Kommunikationssignalen für Radaranwendungen intensiv diskutiert. Die großen Signalbandbreiten würden hier eine hohe Schätzgenauigkeit der Radaranwendungen ermöglichen.

Am Institut für Nachrichtentechnik stehen sogenannte **USRP**-Geräte zur Verfügung, die eine maximale Signalbandbreite von 400 MHz bis zu einer Trägerfrequenz von 8 GHz ermöglichen. Die Trägerfrequenz kann mit einem mm-Wellen-Erweiterungssystem bis auf 29 GHz erhöht werden. Mit diesen Hardware-Komponenten wurde ein erstes Software-Defined-Radio-System aufgebaut, das Sende- und Empfangsalgorithmen in Software implementiert, die Übertragung aber über einen realen Kanal ermöglicht. Der prinzipielle Hardware-in-the-Loop-Aufbau ist im Bild unten dargestellt. Dabei können Sender und Empfänger auf den gleichen Hardware-Komponenten laufen, was die Synchronisation vereinfacht. Auf dem Host-PC läuft eine GNU-Radio-Software, welche um Python-Module ergänzt werden soll.



In dieser Masterarbeit soll das beschriebene mm-Wellen-Kommunikationssystem um die Radar-Funktionalität erweitert werden. Dafür sind die folgenden Aufgabenpunkte zu bearbeiten.

- Einarbeitung in die Funktionsweise von GNU-Radio und eine Literaturrecherche über die Grundlagen der Signalverarbeitung von Radar-Anwendungen
- Die Bedienung des Systems ist zu vereinfachen, indem die wichtigsten Parameter wie

Bandbreite, Trägerfrequenz u.a. über die Software direkt eingestellt werden können. Die Funktionalität ist zu Testen und die Grenzen der Hardware sind zu analysieren.

- Der Aufbau eines Testsystems für Radaranwendungen ist zu definieren
- Implementierung geeigneter Algorithmen in Python zur Schätzung des Abstandes von Objekten.
- Optional kann die Schätzung auch noch auf die Raumrichtung erweitert werden.

## Literatur

- [UDBox5G] TMYTEK UD Box frequency converter. <https://tmytek.com/products/frequency-converters/udbox5g>.
- [BBox5G] TMYTEK BBox 5G beamforming. <https://tmytek.com/products/beamformers/bbox>.
- [Ettus] Ettus USRG X410. <https://www.ettus.com/all-products/usrp-x410/>.
- [KWK21] Keskin, F., Wymeersch, H., Koivunen, V.: MIMO-OFDM Joint Radar-Communications: Is ICI Friend or Foe, *IEEE Journal on Selected Topics in Signal Processing*, 15(6), 2021, 1393-1408, <http://dx.doi.org/10.1109/JSTSP.2021.3109431>.
- [WQ+23] Wei, Z., Qu, H., Wang, Y., Yuan, X., Wu, H., Du, Y., Han, K., Zhang, N., Feng, Z.: Integrated Sensing and Communication Signals Toward 5G-A and 6G: A Survey, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 10, No. 13, 1 July 2023, 1168-1192.
- [WBV21] Wild, T., Braun, V., Viswanathan, H.: Joint Design of Communication and Sensing for Beyond 5G and 6G Systems, *IEEE ACCESS*, 15.02.2021,
- [LB+20] Liyanaarachchi, S.D., Barneto, C.B., Riihonen, T., Valkama, M.: Joint OFDM Waveform Design for Communications and Sensing Convergence, *IEEE International Conference on Communications (ICC), Dublin, Ireland, 2020*, pp. 1-6, [doi: 10.1109/ICC40277.2020.9149408](https://doi.org/10.1109/ICC40277.2020.9149408).
- [KWK21] Wu, K., Zhang, J.A., Huang, X., Guo, X.J.: Joint Communications and Sensing Employing Multi- or Single-Carrier OFDM Communication Signals: A Tutorial on Sensing Methods, Recent Progress and a Novel Design, *MDPI Sensors*, 22, 2022, <https://doi.org/10.3390/s22041613>.
- [CS+22] Chaccour, C., Soorki, M.N., Saad, W., Bennis, M., Popovski, P., Debbah, M.: Seven Defining Features of Terahertz (THz) Wireless Systems: A Fellowship of Communication and Sensing, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 24, No. 2, 967-993, 2022.



Institut für Nachrichtentechnik, Prof. Dr.-Ing. Volker Kühn

---

**Betreuer:**

Prof. Dr.-Ing. Volker Kühn, Prof. Dr.-Ing. Tobias Weber, Dr.-Ing. Henryk Richter

**Email:**

[volker.kuehn@uni-rostock.de](mailto:volker.kuehn@uni-rostock.de) [tobias.weber@uni-rostock.de](mailto:tobias.weber@uni-rostock.de) [henryk.richter@uni-rostock.de](mailto:henryk.richter@uni-rostock.de)