

## Themenvorschlag Masterarbeit

### **Digitaler Zwilling für immersive Ende-zu-Ende Prüf- und Trainingskonzepte teleoperierter Rettungsroboter im Hardware-in-the-Loop-Experimentalsystem**

Die Entwicklung heterogener Rettungssysteme zum Schutz und zur Rettung von Leben durchdringt BOS-Einsatzkonzepte aufgrund signifikanter Sicherheits- und Effizienzvorteile zunehmend. Trotz unstrittiger Vorteile ist der Weg zur Integration derartiger Innovation in die Einsatzpraxis aufgrund unbekannter Technologieeinsätze und disruptiver Einsatzkonzepte herausfordernd.

Die Erprobung und ein kontinuierlicher Trainingseinsatz sind aufgrund der zugrundeliegenden Systemkomplexität nur unter Einsatz großer Aufwände für ausgewählte Situationen realisierbar, aber nicht in der Breite skalierbar.

An dieser Stelle setzt der vorliegende Themenvorschlag an. Ziel ist es, einen digitalen Zwilling für immersive Ende-zu-Ende Prüf- und Trainingskonzepte teleoperierter Rettungsroboter zu realisieren in welchem am Beispiel einer Suchmission in einem Untergrundszenario, angelehnt an eine international renommierte SubT-Challenge [1], der umgebungsspezifische Einfluss auf die zugrundeliegende Drahtlosvernetzung ortsspezifisch und realitätsgetreu aufgeprägt wird [2], [3]. Gleichzeitig wird in einem Hardware-in-the-Loop Ansatz der Effekt der umgebungsspezifischen Einschränkung der Netzwerkperformance auf die Teleoperation innerhalb des digitalen Zwillings auf ein reales Robotersystem aufgeprägt und das herausgeforderte Mobilitätsverhalten des Realsystems wechselseitig zurück an die virtuelle Repräsentation im digitalen Zwilling übertragen.

Auf diesem Wege können Rettungskräfte mit deutlich geringerem Aufwand authentisch die herausfordernde Teleoperation in harschen Einsatzszenarien trainieren und sich durch den hohen Grad der Immersivität bestmöglich auf einen Realeinsatz vorbereiten.

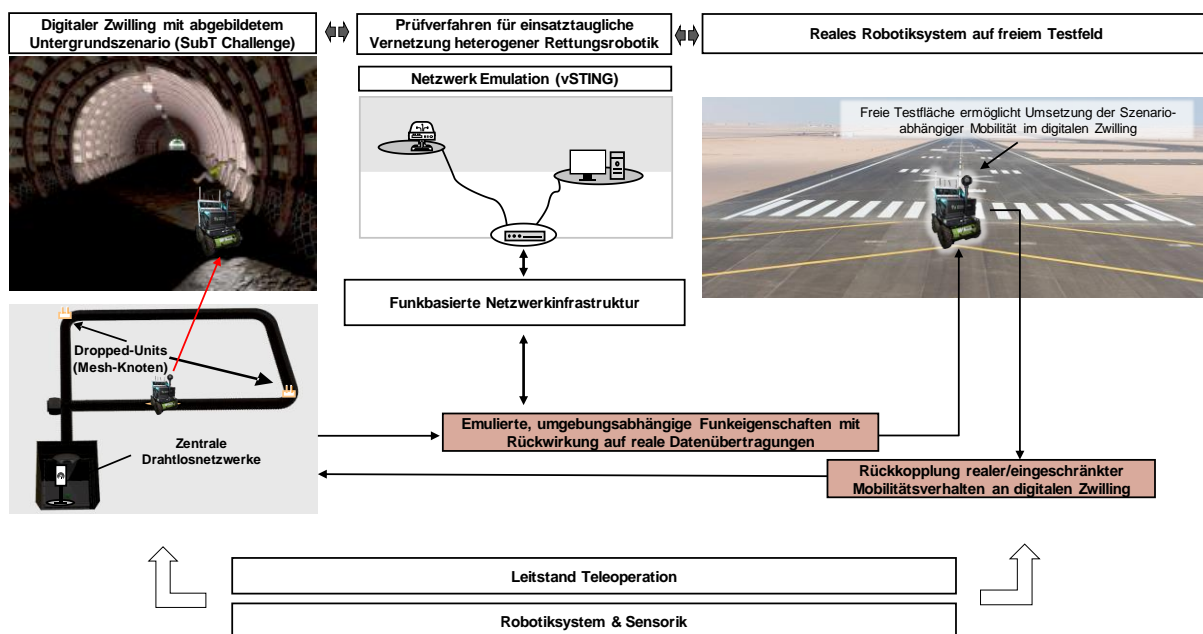


Abbildung 1: Immersive Prüf- und Trainingskonzepte als Grundlage einsetztauglicher Vernetzungslösungen heterogener Rettungsrobotik

Folgende Arbeitsschritte werden im Rahmen deiner Masterarbeit adressiert:

- **Arbeitsschritt 1 – Umsetzung eines digitalen Zwillings** als Grundlage komplexer Rettungsszenarien am Beispiel einer Search & Rescue Mission in SubT Challenge [1]
- **Arbeitsschritt 2 – Netzwerkemulation mittels vSTING [2]** zur wechselseitigen Kopplung des Umgebungs-, Netzwerks- und Mobilitätsverhalten des Szenarios innerhalb des digitalen Zwillings an ein reales Robotersystem im Freifeld

- **Arbeitsschritt 3 – Hardware-in-the-Loop Anbindung** eines realen Rettungsrobotiksystem im Freifeld als Grundlage einer Rückkopplung realer, eingeschränkter Mobilitätsverhalten an den digitalen Zwilling

Die vorliegende Arbeit baut auf umfangreiche Forschungsarbeiten auf, sodass dir ein schneller Einstieg in die Thematik mit Unterstützung unseres Teams garantiert wird.

**Referenzen:**

- [1] E. Ackermann, "Inside Darpa's Subterranean Challenge: What SubT means for the future of autonomous robots", IEEE Spectrum, Apr 2022, Online: <https://spectrum.ieee.org/darpa-subterranean-challenge-2657170650>
- [2] M. Patchou, J. Tiemann, C. Arendt, S. Böcker, C. Wietfeld, "Realtime Wireless Network Emulation for Evaluation of Teleoperated Mobile Robots", In 2022 IEEE International Conference on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), Sevilla, Spain, November 2022. [\[pdf\]](#)
- [3] M. Patchou, T. Gebauer, C. Krieger, S. Böcker, C. Wietfeld, "Distributed Realtime Wireless Network Emulation for Multi-Robot and Multi-Link Setup Evaluation", In 2023 IEEE International Conference on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), Fukushima, Japan, November 2023. [\[pdf\]](#)