

# Implementierung und Durchführung einer vernetzten Simulatorstudie zur validen Datenerhebung im urbanen Verkehrsraum

## Master's Thesis von Johannes Lindner

### Mentoren:

Dr. rer. nat. Andreas Keler (TUM)  
Georgios Grigoropoulos, M.Sc. (TUM)  
Patrick Malcolm, M.Sc. (TUM)

### Externe Mentoren:

Pascal Brunner, M.Sc. (THI Carissma)  
Florian Denk, M.Sc. (THI Carissma)

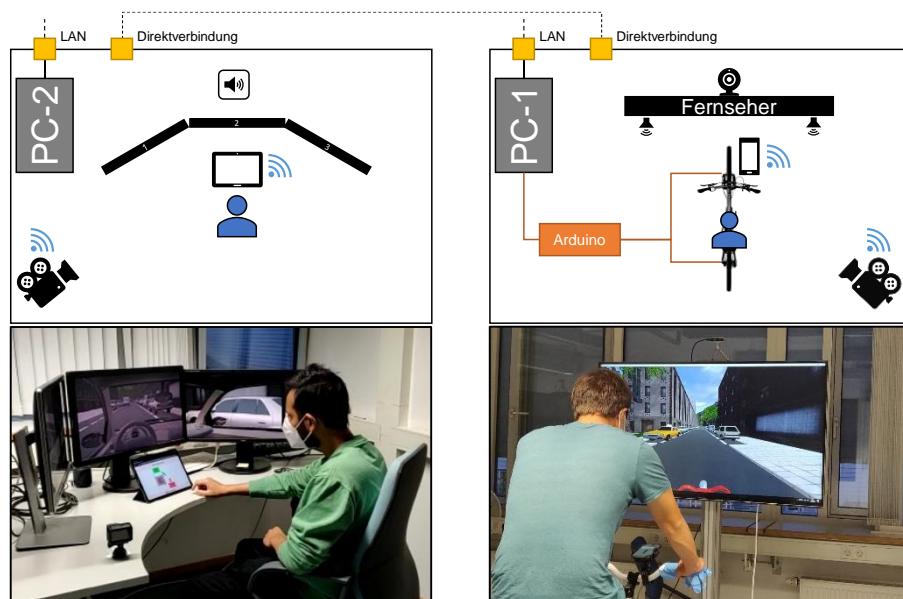


Abb. 1: Aufbau der Fahrsimulatoren

Außerdem wurde eine Kommunikationsapplikation entwickelt, die die Änderung der bestehenden Vorfahrtsregeln vom automatisierte Fahrzeug oder dessen Passagier ermöglicht und die beteiligten Verkehrsteilnehmer über diese Entscheidung informiert. Zum Testen des Implementierungskonzeptes der Vernetzung und der Kommunikationsapplikation wurden „Proof-of-Concept“-Studien durchgeführt. Während der Studien wurden Fahrzeugdaten sowie Daten zu den Bildschirmanzeigen der Applikation gesammelt. Nach den Untersuchungsszenarien wurden die Probanden nach der Performance der Applikation und nach der Studie zu den allgemeinen Eindrücken in der Simulation befragt. Die gesammelten Daten wurden hinsichtlich der Vorfahrtsentscheidungsdauer und -art der Passagiere des automatisierten Fahrzeugs, der Performance der Applikation an den einzelnen Szenarien und der allgemeinen Eindrücke während der Simulation ausgewertet.

Mit zunehmender Urbanisierung und dauerhaft steigendem motorisierten Individual- und Güterverkehr bedarf es neuer Fahrzeug- und Verkehrssysteme. Ein Lösungsbaustein, diesen Herausforderungen zu begegnen, ist automatisiertes Fahren. Diese technologische Transformation stellt die Verkehrsforschung vor neue Aufgaben. Eine davon ist, eine sichere Begegnung von automatisierten Fahrzeugen und schwachen Verkehrsteilnehmern, wie Fußgänger, E-Scooter- und Fahrradfahrer, zu ermöglichen. Die betreffenden Verkehrssituationen werden in vernetzten Fahrsimulatorstudien untersucht. Somit können – im Vergleich zur herkömmlichen Fahrsimulatorstudie – mehrere Probanden gleichzeitig in einer virtuellen Umgebung miteinander interagieren.

In dieser Arbeit wird eine Implementierungsmethodik für eine vernetzte Simulatorstudie vorgestellt. Ein automatisiertes Fahrzeug und ein Radfahrer können sich durch diese virtuelle Umgebung bewegen und die Bewegungen der Modelle werden über das Netzwerk synchronisiert (Abb. 1, 2).

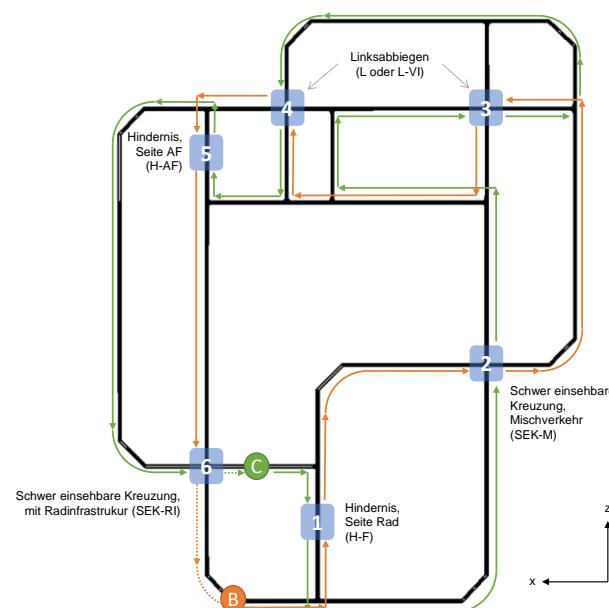


Abb. 2: Straßennetz der Simulationsumgebung

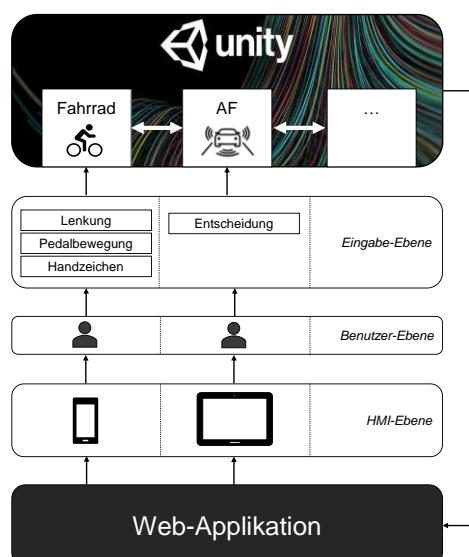


Abb. 3: Software-Gesamtkonzept

Die vernetzte Simulatorstudie ist in Bezug auf die Implementierungskomplexität deutlich aufwendiger als eine nicht vernetzte Studie. Insbesondere das reibungslose und effektive Zusammenspiel vieler einzelner Softwarelösungen ist eine große Herausforderung (Abb. 3). Für die Weiterentwicklung wird deshalb verstärkt eine interdisziplinäre Zusammenarbeit vorgeschlagen, um so systematisch hochwertige Simulationskomponenten zu entwickeln und zu verknüpfen.

Die gewonnenen Erkenntnisse und Weiterentwicklungsvorschläge aus dieser Arbeit werden in weiterführenden Simulatorstudien umgesetzt. Angedacht ist auch, den Immersionsgrad in der Simulation mit XR-Technologie zu erhöhen. Das beschriebene Simulations- und Vernetzungskonzept wird so sukzessive weiterentwickelt. Dadurch kann eine höhere Validität der vernetzten Simulatorstudie erreicht werden, was zu hochvaliden Simulationsergebnissen führt.