

## DIGITAL-TWIN-LAB

Komplettierte digitale Zwillinge für Simulation und Validierung von autonomen Systemen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	F&E Infrastruktur, F&E Infrastruktur, F&E Infrastruktur 3. Ausschreibung	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.04.2021	<b>Projektende</b>	30.06.2023
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2023	<b>Projektlaufzeit</b>	27 Monate
<b>Keywords</b>	Digitaler Zwilling, Mobile Mapping, Simulation, Validierung, Autonome Systeme		

### Projektbeschreibung

Die JOANNEUM RESEARCH - DIGITAL (JRD) engagiert sich seit 2017 im Forschungsbereich für hochautomatisiertes Fahren. Die Ableitung von hochgenauen digitalen Zwillingen der Straße ist hierbei das zentrale Stärkefeld. Die hochgenauen, korrekten und vollständigen digitalen Abbildungen der Realität werden als Referenz für Testfahrten und für die Simulation von automatisierten Fahrzeugen eingesetzt.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass zahlreiche Forschungsthemen und Anwendungen für digitale Zwillinge wesentlich höhere Anforderungen an Informationsgehalt und Vollständigkeit stellen, als derzeit produziert werden können. Die vollständige, dreidimensionale Abbildung von Gebäuden, überdachten Bereichen und Vegetationsflächen mit hohem Detailgrad kann neue Themenfelder in Simulation, Raumplanung, Asset Management, Building Information Modeling und Ausbildung eröffnen. Derzeitige Einzelsysteme zur Erstellung der digitalen Zwillinge können diese Komplettierung alleine nicht leisten. Ein einzelnes Sensorsystem kann seine Umgebung nur aus seiner speziellen Perspektive abtasten, wodurch Verdeckungen und unvollständige digitale Abbilder entstehen. In zahlreichen Anwendungen ist dies problematisch. Ein Beispiel ist die Simulation von Wellenausbreitung, da simulierte Reflexionen auch nicht erfasste Bereiche des Zwillings treffen können. Die fehlerhafte Simulation kann in Folge auch nicht in realen Tests reproduziert und bestätigt werden. Es ergibt sich daraus ein dringender Bedarf nach weitgehend kompletten digitalen Zwillingen, welche die Umgebung lückenlos abbilden und wesentlich breitere Simulationsaufgaben erst ermöglichen. Zusätzlich führen nicht vollständige Abbildungen zu signifikant verringerten Erkennungs- und Klassifikationsraten basierend auf 3D Methoden des maschinellen Lernens.

Die Problemstellung soll durch die Kombination von fahrzeuggetragenen, luftgestützten und personengetragenen Mobile Mapping Methoden adressiert werden. Konkret sollen dazu drei Mobile Mapping Systeme angeschafft und betrieben werden, welche eine hochgenaue Vermessung ihrer Umgebung von der Straße, abseits der Straße und aus der Luft, ermöglichen. Die geplante Nutzung der Infrastruktur kann in vier Anwendungssäulen dargestellt werden: (i) Nutzung in nationalen und Europäischen kooperativen Forschungsprojekten, (ii) Nutzung in Auftragsforschungsprojekten, (iii) Nutzung der Infrastruktur durch geschulte Partner sowie (iv) Nutzung in der universitären Ausbildung. Aufgrund der benötigten Expertise und der nationalen Einzigartigkeit der Infrastruktur ist eine gemeinschaftliche Nutzung wirtschaftlich notwendig und von den LOI Partnern MAGNA, AVL, ÖBB, ASFINAG, Terragon, Höppl und ALP.Lab gewünscht. Ergänzend soll die Infrastruktur auch im Rahmen von universitären Vorlesungsübungen an der TU-Graz sowie in Bachelor- und Masterarbeiten an der JRD genutzt

werden.

## **Abstract**

JOANNEUM RESEARCH - DIGITAL has been involved in the research area for highly automated driving since 2017 and has very successfully established an internationally recognized strength in the field of automated derivation of high-precision reference maps from digital twins of real test tracks. Industry partners are already using the highly accurate, correct and complete maps as a reference for test drives of automated vehicles.

The latest research by JOANNEUM RESEACH in the research laboratory for highly automated driving has clearly shown that a digital twin must be complete in any case in order to be useful. For example, buildings must not only be represented by their front facades or, in the case of transparent noise barriers, the background must also be visible. Current methods for creating the digital twins cannot do this completion alone.

The problem arises from the fact that each sensor can only scan its surroundings from its own perspective and unavoidable concealments create incomplete digital twins. In simulations, this quickly becomes problematic, as simulated sensor signals, for example, don't produce signal reflections to due missing completeness of digital twins. The faulty simulation cannot be reproduced and confirmed in real tests. This results in an urgent need for complete digital twins, which map the environment without gaps and enable the most realistic simulation possible even for a wide variety of virtual sensor configurations. Furthermore, missing completeness of digital twins is complicating the automated semantic interpretation of scenes by methods based on 3D deep learning. Incomplete digital scans lead to a significantly decreased neural network based detection and classification performance, increasing unwanted efforts for human labeling and quality control.

The problem is to be addressed by the combination of vehicle-supported, airborne and person-supported mobile mapping methods, thereby achieving a new quality of the achievable survey data for the derivation of digital twins as complete as possible. Specifically, three mobile mapping systems are to be purchased and operated, which enable a high-precision survey of their surroundings from the road, off the road and from the air.

The planned use of the infrastructure can be presented in four application pillars: (i) use in national and European cooperative research projects, (ii) use in contract research projects, (iii) leasing to trained civil engineers and (iv) use in university education. Due to the high costs, the complex operation and the national uniqueness of the infrastructure, a joint use is economically necessary and highly desired by current national partners such as MAGNA, AVL, ÖBB, ASFINAG or ALP.Lab. In addition, the infrastructure will also be used in university lecture exercises at the GRAZ University of Technology as well as in bachelor and master theses at JOANNEUM RESEARCH.

## **Projektpartner**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH