

## CARIPU

Cooperative Acting Robots in Industry and Public

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Digitale Technologien, Digitale Technologien, Digitale Schlüsseltechnologien: Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.02.2024	<b>Projektende</b>	30.11.2026
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	34 Monate
<b>Keywords</b>	autonomous mobile robots; human-centered design; production; logistics; technological sovereignty		

### Projektbeschreibung

Autonome mobile Roboter (AMR) finden immer mehr Einzug in verschiedene Bereiche des täglichen Lebens. Diese Maschinen arbeiten rund um die Uhr an monotonen und mühsamen Aufgaben, sind effizient, arbeiten präzise und ohne zu ermüden; sie neigen jedoch auch dazu, sich stur und rücksichtslos zu verhalten. Leider führen diese Eigenschaften oft zu Unbehagen oder Abneigung bei Menschen. Daher ist es notwendig, Methoden und Lösungen zu entwickeln, um diese Barrieren zu überwinden und Menschen wieder in den Mittelpunkt zu rücken.

Moderne AMRs gewährleisten einen sicheren Betrieb durch zertifizierte Sensoren zur Kollisionsvermeidung, nutzen aber kaum weitere semantische Informationen über ihre Einsatzumgebung zur weiteren Optimierung ihres Verhaltens. Dies führt zu einer nicht-intuitiven Interaktion mit Menschen und zu suboptimalen Verhaltensweisen der Roboter (z. B. Warten vor statischen Hindernissen, Fahren quer oder gegen den Menschenstrom).

In CARIPU identifizieren wir relevante Faktoren für die Nutzerakzeptanz sowie Anforderungen an die Interaktion mit AMRs, um den Grundstein für eine neue, benutzerbedürfnis-orientierte Generation von mobilen Robotern zu schaffen, welche sich nahtlos in bestehende Produktionsprozesse integrieren können, und intuitiv mit Menschen kooperieren, indem sie Gesten, Blickkontakt und leicht verständliche Indikatoren für die Roboterintention (z.B. Blinker, Displays) nutzen. Zusätzlich soll mit Hilfe eines ADAS-Nachrüst-Kit für bestehende, manuell betriebene Stapler, der Übergang zu höheren Automatisierungsgraden ermöglicht oder erleichtert werden.

Mit Hilfe von KI werden dafür semantische Informationen über die Umgebung gewonnen, die eine Optimierung des AMR-Betriebs in Bezug auf die Wegplanung und -ausführung sowie das umsichtige Verhalten gegenüber Menschen ermöglichen. Durch die Anwendung von Big-Data-Analysenmethoden auf gesammelte Metainformationen können globale Optimierungsstrategien abgeleitet, Anomalien erkannt und eine vorausschauende Wartung ermöglicht werden.

Wir demonstrieren die universelle Anwendbarkeit unserer Ergebnisse anhand von zwei bemerkenswert unterschiedlichen Anwendungsfällen: Autonome Transportshuttles in der Intralogistik und Zustellung von Paketen auf der sogenannten „letzten Meile“ in dynamischen öffentlichen Räumen wie einem Universitätscampus

Durch die zusätzliche Sensorik am AMR entfällt - für den Intralogistik-Anwendungsfall - zusätzlich die ansonsten aufwändige stationäre Sensorik zur Lagerplatzüberwachung ebenso wie die Notwendigkeit, Ladungsträger an exakt vordefinierten Positionen bereitzustellen. Diese Einsparung von Infrastruktur führt zu direkten Kosteneinsparungen und erhöhter

Flexibilität. Analog dazu können wir für den öffentlichen Raum ein präzises und aktuelles Umgebungsmodell des Einsatzgebietes erstellen und sogar in komplexen und stark frequentierten Bereichen navigieren.

CARIPU zielt darauf ab, das Optimierungspotenzial und die erzielten Verbesserungen von benutzerbedürfnis-orientierten Robotern hinsichtlich Akzeptanz, Zuverlässigkeit, Ausfallsicherheit, Effizienz und Anpassungsfähigkeit an dynamische Arbeitsumgebungen zu quantifizieren.

## **Abstract**

Autonomous mobile robots (AMRs) continue to find their way into various areas of our daily lives. These machines work 24/7 on monotonic and exhaustive tasks, are efficient, and perform precisely without getting tired, but they tend to be stubborn and inconsiderate. Unfortunately, these characteristics often lead to discomfort or aversion of people working cooperatively or staying in the same work- or public space. There is a need to develop methods and solutions to break down these barriers and put humans back in focus.

Present AMRs ensure safe operation using certified sensors for obstacle avoidance but do not utilize semantic information about their environment to optimize their behavior further. This causes non-intuitive interaction with humans and suboptimal actions of the robots (e.g., waiting in front of static obstacles or striving against the traffic stream).

In CARIPU, we identify relevant factors on user acceptance and concerns for the interaction with AMRs to lay the foundation for a new human-centered generation of mobile robots integrating themselves seamlessly into existing production processes and cooperating intuitively with people using gestures, eye contact, and easily understandable robot intention indicators (e.g., blinker, displays). Furthermore, we envision an advanced driver assistance upgrade kit for manual forklifts using the same technologies.

AI will be used to gain semantic information about the environment and thus enable optimization of the AMR operation in terms of path-planning and -execution and attentive behavior towards people.

By applying big-data analysis methods to collected meta information, we can derive global optimization strategies, perform anomaly detection, and enable predictive maintenance.

We demonstrate the universal applicability of the results with two remarkably different use cases: Autonomous transport shuttles in intralogistics and last-mile delivery in dynamic public spaces such as a university campus.

As an additional benefit due to the extended sensory capabilities of the AMRs, in the intralogistics use case, otherwise required complex stationary sensor technology for storage area monitoring becomes obsolete, as does the need to provide load carriers at precisely predefined positions. This infrastructure saving leads to direct cost savings and increased flexibility. Analogously, for the public space use case, we can create a precise and up-to-date environment model of the operational area and even navigate in complex and crowded situations.

CARIPU aims to quantify the optimization potential and the achieved improvements of human-centered robots regarding acceptance, reliability, resilience, efficiency, and adaptability to dynamic work environments.

## **Projektkoordinator**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

## **Projektpartner**

- Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H.
- Industrie-Logistik-Linz GmbH
- Technische Universität Graz

- KNAPP Industry Solutions GmbH