

## SWEG

Autonomous Sweeping Robot Based On Galileo

|                                 |   |                        |            |
|---------------------------------|---|------------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | WRLT 24/26, WRLT 24/26, ASAP 2025                                 | <b>Status</b>          | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.10.2025  | <b>Projektende</b>     | 30.09.2027 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2025 - 2027   | <b>Projektlaufzeit</b> | 24 Monate  |
| <b>Projektförderung</b>         | € 350.302   |                        |            |
| <b>Keywords</b>                 | Galileo; urbane Navigation; smart cities; autonome Stadtreinigung |                        |            |

### Projektbeschreibung

Städtische Sauberkeit ist ein zentraler Aspekt urbaner Lebensqualität, beeinflusst sowohl die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum als auch Umwelt- und Gesundheitsaspekte wie Feinstaubbelastung. Aktuell setzt die Stadtreinigung auf eine Kombination aus großflächig eingesetzten Kehrmaschinen und manuell durchgeführten Reinigungsarbeiten. Während Kehrfahrzeuge effizient große Straßen und Plätze reinigen, stoßen sie in engen Gassen oder in Fußgängerzonen an ihre Grenzen. In diesen schwer zugänglichen Zonen übernehmen Reinigungskräfte die manuelle Säuberung – ein körperlich anstrengender, zeitaufwendiger und personalintensiver Prozess, insbesondere zu Stoßzeiten mit hohem Passantenaufkommen.

Gleichzeitig sehen sich städtische Dienstleister mit einem wachsenden Personalmangel konfrontiert, wodurch die Aufrechterhaltung eines konstant hohen Sauberkeitsniveaus zunehmend zur Herausforderung wird. Vor diesem Hintergrund gewinnt der Einsatz von Automatisierungstechnologien an Bedeutung. Der Markt bietet bereits erste autonome Lösungen, jedoch sind diese vorwiegend auf große Maschinen oder Indoor-Bereiche beschränkt und wenig geeignet für enge, komplexe urbane Umgebungen.

Hier setzt SWEG - Autonomous Sweeping Robot Based On Galileo an: Ziel ist die technologische Weiterentwicklung eines bestehenden Prototyps der MOTION-HUB GmbH hin zu einem kompakten, autonomen Kehrroboter für den Außenbereich. Dabei sollen sowohl hardware- als auch softwareseitige Komponenten erforscht und optimiert werden. Wesentliche Innovationsfelder umfassen die GNSS-basierte Navigation unter Einsatz des neuen GALILEO High Accuracy Service (HAS) und die Entwicklung eines robusten Positionierungsalgorithmus für urbane Multipath-Umgebungen. Dafür wird die Kombination umgebungswahrnehmender Sensorik (z. B. LiDAR) mit Signalanalyseverfahren auf Basis von Machine Learning für ein adaptives Gewichten von GNSS-Messungen erforscht.

Ein weiteres zentrales Innovationsziel ist die Entwicklung einer automatisierten Schmutzaufnahmeerkennung während des Kehrvorgangs. Diese soll über GNSS-gestützte Georeferenzierung in dynamische Sauberkeitskarten überführt werden, welche wiederum als Grundlage für eine intelligente, lernfähige Routenplanung dienen. So kann die Reinigungsleistung nicht nur dokumentiert, sondern auch bedarfsorientiert optimiert werden.

Die angestrebten Ergebnisse des Projekts umfassen:

- die Entwicklung und Laborerprobung eines Outdoor-Kehrroboters mit autonomer Steuerung,

- neue Erkenntnisse zur urbanen GNSS-Navigation mit GALILEO HAS unter Berücksichtigung von LOS/NLOS-Klassifizierung,
- die Konzeption und prototypische Umsetzung eines Systems zur flächenbezogenen Sauberkeitsbewertung,
- sowie eine auf der Sauberkeitskarte aufbauende smarte Routenplanung.

Neben der technologischen Innovation leistet das Projekt auch einen Beitrag zu mehreren Nachhaltigkeitszielen, insbesondere SDG 8 („Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum“) durch Produktivitätssteigerung mittels Automatisierung, sowie SDG 11 („Nachhaltige Städte und Gemeinden“) durch emissionsarme, lärmarme und ressourcenschonende Reinigungssysteme. Insgesamt trägt das Vorhaben dazu bei, die technologische Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu stärken und die Grundlage für neue Produkte, Geschäftsmodelle und wissenschaftliche Folgeprojekte zu schaffen.

## Abstract

Urban cleanliness is a central aspect of urban quality of life, influencing both the quality of life in public spaces and environmental and health aspects such as fine dust pollution. At present, the city cleaning service relies on a combination of sweepers deployed over large areas and manual cleaning work. While sweepers efficiently clean large streets and squares, they reach their limits in narrow alleyways or pedestrian zones. In these hard-to-reach zones, cleaners take over the manual cleaning - a physically demanding, time-consuming and labour-intensive process, especially at peak times with high pedestrian volumes.

At the same time, urban service providers are facing a growing shortage of labour, making it increasingly challenging to maintain a consistently high level of cleanliness. Against this backdrop, the use of automation technologies is becoming increasingly important. The market already offers the first autonomous solutions, but these are mainly limited to large machines or indoor areas and are less suitable for confined, complex urban environments.

This is where SWEG - Autonomous Sweeping Robot Based On Galileo comes in: The aim is to further develop the technology of an existing MOTION-HUB GmbH prototype into a compact, autonomous sweeping robot for outdoor use. Both hardware and software components are to be researched and optimised. Key areas of innovation include GNSS-based navigation using the new GALILEO High Accuracy Service (HAS) and the development of a robust positioning algorithm for urban multipath environments. To this end, the combination of environment-perceiving sensors (e.g. LiDAR) with signal analysis methods based on machine learning for adaptive weighting of GNSS measurements will be investigated.

Another key innovation goal is the development of an automated dirt pick-up detection system during the sweeping process. This is to be transferred into dynamic cleanliness maps using GNSS-supported georeferencing, which in turn serve as the basis for intelligent, adaptive route planning. This means that cleaning performance can not only be documented, but also optimised in line with demand.

The intended results of the project include

- the development and laboratory testing of an outdoor sweeping robot with autonomous control,
- new findings on urban GNSS navigation with GALILEO HAS, taking into account LOS/NLOS classification,
- the design and prototypical implementation of a system for area-based cleanliness assessment,
- as well as smart route planning based on the cleanliness map.

In addition to technological innovation, the project also contributes to several sustainability goals, in particular SDG 8 (‘Decent work and economic growth’) by increasing productivity through automation, and SDG 11 (‘Sustainable cities and communities’) through low-emission, low-noise and resource-efficient cleaning systems. Overall, the project contributes to strengthening the technological competitiveness of the participating companies and research institutions and creating the basis for new products, business models and scientific follow-up projects.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

- MOTION-HUB GmbH
- Holding Graz - Kommunale Dienstleistungen GmbH