

SynEcoAI

SynEcoAI: KI-gestützte Optimierung und nachhaltige Digitalisierung der kommunalen Abfallentsorgung

Programm / Ausschreibung	SDT, SDT-Förderung , Go Digital	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2025	Projektende	31.12.2025
Zeitraum	2025 - 2025	Projektlaufzeit	12 Monate
Keywords	Mensch-KI-Symbiose; intelligente Routenoptimierung; Reinforcement Learning; geospatiale Analyse; Nachhaltigkeitsstrategien;		

Projektbeschreibung

Die Abfallwirtschaft steht vor der dringenden Aufgabe, Effizienz und Nachhaltigkeit gleichzeitig zu steigern. Bestehende Systeme stoßen jedoch an ihre Grenzen: Sie können nicht alle relevanten Parameter und das lokale Wissen der Fahrer in ihre Planungen einbeziehen. Fahrer verfügen über wertvolles Wissen zu lokalen Verkehrsverhältnissen, saisonalen Schwankungen und spezifischen Bedingungen vor Ort, die für die präzise Routenanpassung entscheidend sind. Aktuelle Systeme können diese dynamischen Faktoren nicht zuverlässig in Echtzeit integrieren, sodass Potenziale zur Emissionsreduktion und Effizienzsteigerung ungenutzt bleiben.

Das Projekt „SynEcoAI“ entwickelt ein intelligentes, marktfähiges System, das sowohl die Stakeholder-Inputs als auch das Wissen der Fahrer systematisch integriert. Durch KI-gestütztes Reinforcement Learning und geospatiale Datenanalyse entsteht eine dynamische Lösung, die kontinuierlich optimiert wird. Die Plattform verbessert nicht nur die Routenplanung, sondern reagiert auch auf Marktanforderungen wie den Einsatz emissionsfreier Elektrofahrzeuge, um den ökologischen Fußabdruck zu minimieren.

Ein zentraler Bestandteil des Projekts ist die aktive Bürgerbeteiligung. Über Apps und Microsites können Bürger Abholungen ihrer Müllbehälter im Voraus absagen, wenn keine Leerung notwendig ist. Dadurch werden unnötige Fahrten vermieden, die Routen dynamisch angepasst und die Effizienz weiter gesteigert. Dies führt nicht nur zu einer Kostensenkung für die Entsorgungsunternehmen, sondern stärkt auch das Bewusstsein der Bürger für ihre eigene Rolle im Abfallmanagement und den Umweltschutz.

Ein weiterer innovativer Aspekt von SynEcoAI ist die Förderung des Verursacherprinzips der EU. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Entsorgungsunternehmen, Gemeinden und Bürgern werden alle Beteiligten miteinander vernetzt. Das Projekt fördert eine integrierte Kreislaufwirtschaft, bei der Daten aus verschiedenen Quellen gesammelt und systematisch ins System eingespeist werden. Diese Daten ermöglichen eine umfassende Optimierung der Prozesse und tragen zur Effizienzsteigerung und zur Reduktion von Emissionen bei.

Die Ausgangssituation ist geprägt durch starre Sammelrouten, die einmal jährlich festgelegt werden. Dies führt zu unnötigen Fahrten und einem hohen CO₂-Ausstoß. In Österreich verursachen Müllsammelfahrzeuge etwa 60.000 Tonnen CO₂ pro Jahr. Eine Reduktion des Dieserverbrauchs um 5-10 % könnte bis zu 6.000 Tonnen CO₂ einsparen. Das Projekt entwickelt eine Plattform, die durch Bürgerbeteiligung und Echtzeitdaten dynamische Routen anpasst und den Betrieb effizienter gestaltet.

Angestrebte Ergebnisse sind eine ressourceneffiziente Abfallsammlung, reduzierte Betriebskosten und eine signifikante Verringerung der CO₂-Emissionen. Die Plattform bietet eine innovative, marktfähige Lösung, die sowohl technische als auch wirtschaftliche und ökologische Vorteile bringt. Sie stellt einen wichtigen Schritt zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und zur nachhaltigen Abfallwirtschaft dar.

Abstract

The waste management sector faces the urgent challenge of simultaneously increasing efficiency and sustainability. However, existing systems are reaching their limits: they are unable to incorporate all relevant parameters and the local knowledge of drivers into their planning. Drivers possess valuable knowledge about local traffic conditions, seasonal fluctuations, and specific on-site circumstances that are crucial for precise route adjustments. Current systems cannot reliably integrate these dynamic factors in real time, leaving potential for emission reduction and efficiency gains untapped.

The SynEcoAI project develops an intelligent, market-ready system that systematically integrates both stakeholder inputs and the knowledge of drivers. Through AI-supported reinforcement learning and geospatial data analysis, a dynamic solution is created that is continuously optimized. The platform not only improves route planning, but also responds to market demands, such as the use of emission-free electric vehicles, to minimize the ecological footprint.

A key element of the project is active citizen participation. Through apps and microsites, citizens can cancel the collection of their waste bins in advance if no pickup is required. This avoids unnecessary trips, dynamically adjusts routes, and further increases efficiency. This not only reduces costs for waste management companies, but also strengthens citizen awareness of their role in waste management and environmental protection.

Another innovative aspect of SynEcoAI is the promotion of the EU's polluter-pays principle. By fostering close collaboration between waste management companies, municipalities, and citizens, all parties are interconnected. The project promotes an integrated circular economy, where data from various sources is collected and systematically fed into the system. This data enables comprehensive process optimization, contributing to efficiency gains and emission reductions.

The initial situation is characterized by rigid collection routes that are set once a year. This leads to unnecessary trips and high CO₂ emissions. In Austria, waste collection vehicles generate approximately 60,000 tons of CO₂ per year. A reduction in diesel consumption by 5-10% could save up to 6,000 tons of CO₂. The project is developing a platform that, through citizen participation and real-time data, adjusts routes dynamically, making operations more efficient.

The desired outcomes include resource-efficient waste collection, reduced operational costs, and a significant reduction in CO₂ emissions. The platform offers an innovative, market-ready solution that brings technical, economic, and ecological benefits. It represents an important step towards promoting the circular economy and sustainable waste management.

Endberichtkurzfassung

Im Rahmen des Projekts „SynEcoAI“ wurde erfolgreich eine marktreife Softwareplattform (Reifegrad TRL 8) zur dynamischen, datengetriebenen Tourenplanung für die kommunale Abfallwirtschaft entwickelt. Das Kernziel bestand darin, historisch gewachsene, starre Sammelrouten durch eine intelligente und digitalisierte Disposition abzulösen, um Logistikprozesse messbar effizienter und nachhaltiger zu gestalten.

Da Standard-Logistiklösungen die hochkomplexen Vorgaben der Abfallwirtschaft (z. B. verpflichtende rechtsseitige Sammlung bei Seitenladern, Einschränkungen bei Wendemanövern für schwere Nutzfahrzeuge) nicht abbilden können, wurde eine branchenspezifische algorithmische Architektur geschaffen. Diese Algorithmen generieren praxistaugliche, verlässliche und für den Disponenten vollständig nachvollziehbare Routen ("Explainable Optimization").

Eine weitere zentrale Innovation des Projekts ist der Aufbau einer hochdetaillierten Geodaten-Logik. Diese ermöglicht es, logistikrelevante physische Restriktionen präzise in die Planung einzubeziehen. Durch die Einbindung von Fahrern ("Human-in-the-Loop") wird lokales Expertenwissen digitalisiert und systematisch für künftige Planungszyklen nutzbar gemacht.

Die Plattform wurde in einem großflächigen operativen Feldtest mit ca. 25.000 Behälterstandorten und über 60 realen Sammeltouren erfolgreich unter Last validiert.

Wesentliche Erfolge und Mehrwerte:

Prozesseffizienz: Der Planungsaufwand für die Neudisposition komplexer Großgebiete konnte von mehreren Wochen auf wenige Tage massiv reduziert werden.

Digitale Vernetzung: Eine API-First-Architektur ermöglicht den nahtlosen Datenaustausch zwischen Kommunen, privaten Entsorgern und Telematik-Systemen, wodurch Datensilos abgebaut werden ("Single Source of Truth").

Nachhaltigkeit & Flottentransformation: Die entwickelte Plattform liefert die zwingend notwendige Dispositionsgrundlage (Kapazitäts- und Reichweitenmanagement) für den wirtschaftlichen und ressourcenschonenden Einsatz alternativer Antriebe (E-LKW) in der kommunalen Logistik.

Mit Projektabschluss steht SynEcoAI als voll funktionsfähige Cloud-Lösung zur Verfügung, die den operativen Logistikalltag digitalisiert und eine messbare Reduktion von Emissionen unterstützt.

Projektpartner

- Sustario FlexCo