

## Flip-Flop

Flexibler On-Demand Verkehr

## Mobilität Verkehr & Logistik



**AIT Austrian Institute of Technology GmbH**

DatenVorsprung GmbH  
KMG Klagenfurt Mobil GmbH  
Klagenfurt am Wörthersee  
pdcp GmbH

Tech Meets Legal GmbH

[wolfgang.ponweiser@ait.ac.at](mailto:wolfgang.ponweiser@ait.ac.at)

<https://projekte.ffg.at/projekt/5121432>

TRL ●●●

**Datenkomplexität** ●●

**Kosten & Energie** ●●

**Umfang** ●●●

**Wirkung** ●●●

**Machbarkeit** ●●

● Gering, ●● Mittel, ●●● Hoch



© SURAAA Autonomes Fahren – Testgebiet Klagenfurt West

**Optimierte Nutzung des öffentlichen Verkehrs**

### ANWENDER

ÖV-Betreiber, Stadtwerke, Mobilitätsdienstleister und Verkehrsplaner



Im Projekt FLIP-FLOP wird ein KI-basiertes Tool entwickelt, das einen nachhaltigeren und effizienteren urbanen Mobilitätsdienst ermöglicht.

Das Service verbindet die Effizienz klassischer Buslinien mit der Flexibilität von Anrufsammeltaxis, indem Fahrzeugeinsatz und Routen in Echtzeit an die Nachfrage angepasst werden. So entsteht zu Spitzenzeiten ein hoch performantes System, während in Nebenzeiten ein flexibles On-Demand-Angebot bereitsteht. Der nahtlose Übergang wird durch KI-Methoden unterstützt:

(1) generative neuronale Netze verbessern Nachfrageprognosen durch synthetische Populationen sowie die Integration zusätzlicher Datenquellen (z.B. OD-Matrizen, Mobilfunkdaten); wegen Datenknappheit werden auch simulationsbasierte Ansätze genutzt.

(2) raum-zeitliche ML-Modelle kombinieren historische und Echtzeitdaten zur Fahrzeitprognose.

(3) Optimierungsverfahren werden mit Reinforcement Learning für strategische und operative Planung gekoppelt (Fahrzeugtypen, Haltestellen-/Stationskonzepte, On-Demand-Betrieb) auf Basis von Echtzeitprognosen.

Fahrgäste können Fahrten vorab oder kurzfristig anfordern; das System reagiert dynamisch auf neue Nachfrage. Zusätzlich werden alternative Antriebe und Technologien (z.B. Elektrobusse, automatisierte Fahrzeuge) untersucht und bewertet.



### VERWENDETE KI-TECHNOLOGIE

Digitaler Zwilling

Simulationsgestützte KI

KI-gestützte Datenanalyse und Optimierung





## IMPLEMENTIERUNG

Zunächst werden relevante Nutzungsszenarien definiert, etwa Pendler- und Spitzenzeiten, Randzeiten sowie Stadtteile mit geringer ÖV-Dichte, und daraus ein konzeptioneller Rahmen für einen hybriden Betrieb aus klassischen Linien und On-Demand-Angeboten entwickelt.

Anschließend werden unterschiedliche Datenquellen zusammengeführt – beispielsweise Fahrplandaten, Nachfrageschätzungen aus Mobilfunkdaten, Quelle-Ziel-Matrizen und Ticketdaten – und durch Datenbereinigung sowie Harmonisierung so aufbereitet, dass eine robuste Grundlage für KI-Modelle entsteht.

Die entwickelten Algorithmen werden danach in einer Simulationsumgebung validiert, um Leistungsfähigkeit, Stabilität und Wirkung unter verschiedenen Rahmenbedingungen zu prüfen, bevor reale Pilotierungen erfolgen.

Mögliche Anwender sind vor allem ÖV-Betreiber und Stadtwerke, die flexible Linien- und Mikro-ÖV-Bausteine in bestehende Angebote integrieren möchten, sowie Mobilitätsdienstleister (z.B. On-Demand-Shuttle-Anbieter), die ihre Disposition und operative Steuerung optimieren wollen. Darüber hinaus können Verkehrsplanungsbüros das System nutzen, um Nachfrageprognosen und Szenarien zu modellieren, Services frühzeitig abzubilden und Wirkungsszenarien systematisch zu evaluieren.



## LESSONS LEARNED

Das Projekt befindet sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium (TRL 3); technologische Machbarkeit und Nutzerakzeptanz sind daher noch offen. Insbesondere muss in den nächsten Phasen validiert werden, ob sich Echtzeitdaten zuverlässig integrieren lassen und KI-basierte Optimierungsverfahren im Live-Betrieb des öffentlichen Verkehrs stabil und robust funktionieren.

Ein wesentliches Risiko ist der begrenzte Zugang zu qualitativ hochwertigen Echtzeit- und historischen Verkehrsdaten. Zudem erfordert die Kombination aus generativen Modellen, Reinforcement Learning und Optimierungsverfahren umfangreiche Tests und Validierungen, um Fehlprognosen oder unerwünschte Systemreaktionen zu vermeiden – gerade mit Blick auf die Einbettung eines hybriden Linien- und On-Demand-Betriebs in bestehende Betriebsabläufe und IT-Systeme.

Schließlich kann eine niedrige Nutzerakzeptanz die Wirksamkeit des Dienstes deutlich mindern, selbst wenn die technische Lösung grundsätzlich funktioniert.





## REGULIERUNGEN

### Verordnung über künstliche Intelligenz (EU) 2024/1689 (KI-VO)

KI-Hochrisikosysteme gelten nach Art 6 Abs 2 iVm Anhang III Z 2 KI-VO als hochriskant, wenn sie als Sicherheitskomponente in kritischen Infrastrukturen eingesetzt werden und deren Ausfall erhebliche Gefahren oder Störungen verursachen könnte. Unter der Annahme, dass das geplante System zur Fahrgastoptimierung nicht nur ein Analyse- und Optimierungsinstrument ist, sondern automatisiert Entscheidungen trifft, könnte von einem Hochrisiko-KI-System ausgegangen werden, das einem umfassenden Pflichtenkatalog unterliegt. Zentrale Vorgaben betreffen ein systematisches Risikomanagement, hohe Anforderungen an Datenqualität und Repräsentativität sowie eine ausführliche technische Dokumentation. Ergänzend müssen Anbieter eine lückenlose Protokollierung sicherstellen, Transparenz gegenüber nachgeschalteten Nutzern gewährleisten und geeignete Formen menschlicher Aufsicht vorsehen. Ebenso verpflichtend sind Maßnahmen zur Sicherstellung von Genauigkeit, Robustheit und Cybersicherheit, wie sie in den Art 9 ff KI-VO festgelegt sind. Neben diesen technischen Anforderungen bestehen weitreichende organisatorische Pflichten. Dazu zählen die Registrierung des Systems, die Durchführung einer Konformitätsbewertung, die CE-Kennzeichnung, Informationspflichten gegenüber Behörden und Nutzer:innen sowie die Aufbewahrung relevanter Unterlagen. Anbieter müssen zudem schwerwiegende Vorfälle melden und aktiv mit den zuständigen Behörden kooperieren.

### Datenschutz-Grundverordnung (EU) 2016/679 (DSGVO)

On-demand Shuttle Services verarbeiten grundsätzlich Daten die als personenbezogene Daten iSd DSGVO einzustufen sind (zB Bewegungsprofile, Kontaktdaten, Standortdaten, Nutzungsdaten, ...). Die DSGVO ist damit anwendbar. In diesem Fall müssen die Grundsätze der Datenverarbeitung nach Art 5 DSGVO eingehalten werden, insbesondere Rechtmäßigkeit, Transparenz, Zweckbindung und Datenminimierung. Zudem ist eine Rechtsgrundlage nach Art 6 DSGVO erforderlich, und die Rechte der betroffenen Personen nach Art 12 ff DSGVO sind zu gewährleisten. Datenschutz und Datensicherheit müssen durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen sichergestellt werden, einschließlich „Privacy by Design“ und „Privacy by Default“ nach Art 25 DSGVO sowie Maßnahmen zur Sicherheit der Verarbeitung gemäß Art 32 DSGVO, etwa Verschlüsselung, Zugriffsbeschränkungen und Protokollierung. Darüber hinaus kann aufgrund der systematischen Überwachung öffentlich zugänglicher Bereiche eine Datenschutz-Folgenabschätzung nach Art 35 Abs 3 lit c DSGVO erforderlich sein.

### NIS-2-Richtlinie

<https://www.nis.gv.at/fragen-und-antworten/nis-2-richtlinie/allgemeine-informationen-zu-nis-2.html>

Umsetzung durch Netz- und Informationssystemsicherheitsgesetz (NISG) verpflichtet Betreiber kritischer Infrastrukturen wie etwa den Verkehrssektor, der zu den „Sektoren mit hoher Kritikalität“ zählt, zu umfassenden Maßnahmen im Bereich Cybersicherheit;

Risikomanagementmaßnahmen (Incident Reporting), Konzepte zum Risikomanagement und zur Sicherheit von Netz- und Informationssystemen, Dokumentation und regelmäßige Aktualisierung der Nachweise zur Einhaltung der Vorgaben;

Anforderungen bzgl. Barrierefreiheit;

Web-Accessibility-Directive

Barrierefreiheitsgesetz – BaFG

Gelegenheitsverkehrs-Gesetz (GelverkG, 1996)

*Diese Angaben stellen keine abschließende rechtliche Beurteilung dar. Sie dienen ausschließlich der allgemeinen Orientierung. Insbesondere können, abhängig vom konkreten Sachverhalt und der detaillierten Ausgestaltung der jeweiligen Use Cases, weitere rechtliche Regelungen einschlägig sein.*

