

Verwendungsnachweis Teil II

Eingehende Darstellung

Verbundprojekt: ANYMOS

Kompetenzcluster Anonymisierung für vernetzte Mobilitätssysteme

Teilvorhaben: INIT GmbH



ANONYMISIERUNG FÜR VERNETZTE MOBILITÄTSSYSTEME

Zuwendungsempfänger: INIT Innovative Informatikanwendungen in Transport-, Verkehrs- und Leitsystemen GmbH Käppelestraße 4-10 76131 Karlsruhe	Förderkennzeichen: 16KISA090
Projektleiter des Teilvorhabens: Dr. Jochen Wendel	Tel.: +49-(0)721-6100-128 Fax: +49-(0)721-6100-399 Email: jwendel@initse.com
Laufzeit des Teilvorhabens: von: 01.11.2022 bis: 31.12.2025	
Berichtszeitraum (Kalenderjahr): von: 01.11.2022 bis: 31.12.2025	Datum Bericht: 12.02.2026

Inhalt

1. Projektübersicht	2
1.1. Projektbeschreibung und Zielsetzung	2
1.2. Ablauf des Vorhabens	2
1.3. Planung des Vorhabens.....	2
1.4. Wissenschaftliche und technische Basis	4
1.5. Aktueller Stand der Wissenschaft und Technik	4
1.6. Zusammenarbeit mit externen Stellen	5
2. Verwendung der Zuwendung, Durchführung und Ergebnisse des Vorhabens	5
2.1. Übersicht des Projektverlaufs	5
2.1.1. Ergebnisse	5
2.1.2. Projektverlauf und Meilensteine	10
2.2. Erläuterung des zahlenmäßigen Nachweises.....	11
2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeiten.....	11
2.4. Voraussichtliche Nutzen	12
2.4.1. Wirtschaftliche Verwertung.....	12
2.4.2. Wissenschaftliche / technische Verwertung.....	12
2.5. Veröffentlichungen und Präsentationen	13

1. Projektübersicht

1.1. Projektbeschreibung und Zielsetzung

Im Rahmen von ANYMOS hat die INIT in Ihrem Teilvorhaben Kompetenzen zu Anonymisierungsmethoden und deren Anwendung im Kontext anwendungsnaher Mobilitätsforschung aufgebaut. Mithilfe ausgewählter Anonymisierungsverfahren konnte eine datenschutzkonforme Verwertung von Buchungs- und Nutzerdaten zum Zwecke der Angebotsverbesserung und Nutzerberatung erreicht werden. Sowohl aus ethischen wie auch aus wirtschaftlichen Gründen besteht Interesse, sicherere und effizientere Methoden zur Anonymisierung zu entwickeln und anzuwenden. Auf der anderen Seite steht das Interesse, die Daten im Sinne der Wirtschaftlichkeit und zur Verbesserung des Angebots und der Fahrgastzufriedenheit zu verwerten. Diesem Spagat gerecht zu werden, ist eines der Ziele dieses Teilvorhabens. Dazu wurden verschiedene Anonymisierungsverfahren analysiert und entsprechend der Anforderungen sowohl aus Nutzer-, als auch aus Verkehrsbetriebsicht ausgewählt und Anwendungsfälle konzipiert und umgesetzt. Ein weiteres Ziel, ist die Entwicklung präziserer oder kosteneffizienterer Methoden zur Erhebung des Fahrgastaufkommens, die dennoch die Privatsphäre des Nutzers wahren und dem Ansatz der Datenminimalität folgen. Ein konkretes Ziel dieses Teilvorhabens ist es auch, eine Exploration der Möglichkeiten innovativer Ansätze im Ticketing unter Verwendung neuester Anonymisierungsverfahren vorzunehmen, mit dem Ziel Nutzerfreundlichkeit und Kosteneffizienz beim Verkehrsbetrieb zu erreichen. Ein übergreifendes Ziel ist es ein Vorgehensmodell zu entwickeln und zu evaluieren das, bestehend aus den Best Practices von ANYMOS, für Anwendungsfälle im Bereich Mobilität die Auswahl geeigneter Anonymisierungsmethoden und deren korrekte Umsetzung in der Anwendung für Verkehrsbetriebe unterstützt.

1.2. Ablauf des Vorhabens

Die INIT hat in ANYMOS Methoden zur Rekonstruktion von Fahrgastströmen entwickelt, die auf Anfragen aus der Fahrgastapp, Fahrkartenverkaufsdaten, Ergebnissen der Fahrgastzählung (AFZ) sowie weiteren Informationen – etwa demographischen Daten (Zensusdaten des Statistischen Bundesamtes) – basieren. Zusammen mit den Projektpartnern KVV und dem FZI hat INIT diese Informationen verarbeitet und ausgewertet. Ein Schwerpunkt im Projekt lag dabei auf der anonymisierten und datenschutzkonformen Nutzung und Weiterverarbeitung der Mobilitätsdaten, die es ermöglichte Fahrgastströme im gesamten ÖPNV-Netz des KVV abzuleiten.

In einem ersten Schritt wurden die im Einsatz stehenden Systeme im ÖPNV und in (intermodalen) Mobilitätsplattformen erfassten Daten identifiziert. Anschließend wurde geprüft welche weiteren Daten durch die Systeme (Mobilitätsauskunft, Ticketing, kamerabasierte Fahrzeugüberwachung etc.) erfasst werden könnten, sofern die (unmittelbare) Anonymisierung der Daten sichergestellt werden kann. Die abschließende Analyse der Anwendungsfälle ergab, dass der Anwendungsfall zu innovativen Ansätzen zur Buchung und Nutzung von MaaS und die Ableitung von Fahrgastströmen aus den Anfragen und Buchungsdaten sich am besten für die Umsetzung im Projekt eignete und auf großes Interesse seitens der Verkehrsbetriebe gestoßen ist. Neben der Definition und Anforderungsanalyse sowie die Erstellung einer voll-ständigen Spezifikation wurden Datenverfügbarkeit, sowie Möglichkeiten der Datenbereitstellung geprüft und das Vorgehensmodell zur Anonymisierung abgestimmt.

1.3. Planung des Vorhabens

Die INIT leitete die Unterarbeitstakte AP 1.3 Anwendungsfälle – Öffentlicher Verkehr und AP 8.2 Demonstration – Öffentlicher Verkehr. An den Arbeitspaketen 3 Datenwertschöpfungsketten, 7 Vorgehensmodell und 9 Wissenschaftskommunikation ist INIT beteiligt. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Verantwortlichkeiten in ANYMOS.

Die im späteren Projektverlauf vorgenommene Verlängerung um 2 Monate werden in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt und erläutert.

1.4. Wissenschaftliche und technische Basis

Die INIT ist weltweit führender Anbieter von integrierten Planungs-, Dispositions-, Telematik- und Ticketing-Lösungen für den ÖV. Das Produktspektrum umfasst integrierte Hardware- und Softwarekomponenten insbesondere für die Aufgabenbereiche Planung und Disposition, Ticketing und Fahrgeldmanagement, Betriebssteuerung und Fahrgastinformation sowie Analyse und Optimierung. Ein für dieses Teilvorhaben relevante Basis ist die intermodale Mobilitätsplattform regiomove die seit 2023 in der KVV Buchungs-App integriert ist. INIT ist dabei für das Ticketing in regiomove verantwortlich und verarbeitet im Auftrag des KVV die personenbezogenen Daten der Fahrgäste. Aus diesem Grund ist es INIT möglich im Rahmen des Projektes ANYMOS auf den erhobenen Buchungs- und Nutzerdaten aufzubauen und diese zu nutzen und weiterzuverarbeiten. Anonymisierungsverfahren für Mobilitätsdaten sind für die INIT-Systeme für verschiedene Kunden innerhalb und außerhalb des Geltungsbereichs der EU-DS-GVO von großem Interesse.

In Zusammenarbeit mit dem FZI wurden deshalb zwei Konzepte entwickelt, um den Datenschutz technisch bestmöglich umzusetzen, ohne bei den funktionalen Anforderungen Abstriche zu machen. Dabei wird zum einem ein räumliches Aggregationsverfahren eingesetzt und zum anderen eine auf der Homomorphen Verschlüsselung basierendes Verfahren, um das verbleibende Restrisiko einer Re-Identifikation zu minimieren.

- Lokale Vorverarbeitung im Smartphone: Die Geo-Koordinaten der Suchanfrage der anfragenden Person werden in sogenannte „Zellen-Informationen“ transformiert (z. B. die Voronoi-Zelle des Hauptbahnhofs). Diese Zelleninformation dient als Meta-Information für die Anfragequelle und wird zusätzlich durch einen Vektor ergänzt, der anzeigt, für welche Zielstation sich die Person interessiert. Der Vektor ist so lang wie es Haltestellen im Stadt- und Landkreis Karlsruhe gibt, ist überall mit dem Wert 0 gefüllt und enthält an genau einer Stelle eine 1 (Index der Zielstation). Dieses Konzept adressiert bereits den Großteil der Datenschutzerfordernungen, ohne die Funktionalität der Statistiken zu beeinträchtigen.
- Homomorphe Verschlüsselung: Um auch das verbleibende Restrisiko einer Re-Identifikation durch den spezifischen $(0, \dots, 1, \dots, 0)$ -Anfragevektor auszuschließen, kommt homomorphe Verschlüsselung zum Einsatz. Dabei wird der Anfragevektor unverändert, aber verschlüsselt übertragen und aggregiert. So ist sichergestellt, dass selbst im schlimmsten Fall (z. B. durch interne oder externe Angriffe bzw. Malware) keine Re-Identifikation möglich ist, ohne die Korrektheit und Genauigkeit der Statistiken zu beeinträchtigen.

Potenziale für Erweiterungen: Dank der breiten Einsatzmöglichkeiten homomorpher Verschlüsselung lassen sich Anwendungsfall und Architektur aus den beiden Konzepten beliebig erweitern – auch für statistische Berechnungen, die über eine einfache Aggregation hinausgehen. Auf diese Weise können zusätzliche Kennzahlen erhoben werden, während Datenschutz und volle Funktionalität jederzeit gewahrt bleiben. Diese beiden Ansätze bilden die wissenschaftliche und technische Basis in diesem Teilvorhaben.

1.5. Aktueller Stand der Wissenschaft und Technik

Während der Durchführung des Vorhabens sind dem Zuwendungsempfänger keine Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen bekannt geworden.

1.6. Zusammenarbeit mit externen Stellen

Die Zusammenarbeit in diesem Teilvorhaben hat hauptsächlich zwischen den Projektpartnern FZI, KVV, IRIS und dem Fraunhofer Institut stattgefunden. Es gab technischen Austausch zwischen diesem Teilvorhaben und der INIT Tochterunternehmen DILAX zu dem Thema der Ableitung von Fahrgasströmen. Die Projektergebnisse aus ANYMOS wurden zudem in das vom BMFTR geförderten Forschungsprojekt ANYMOS2 eingebracht, das sich mit der Weiterführung von ANYMOS befasst. Während der Weiterführung von ANYMOS als ANYMOS2 sollen die Ableitung von Fahrgastströmen auf die Gesamtnutzer des Mobilitätssystem ausgeweitet werden (wie z.B. Zeitabonnentkunden und Deutschland-Ticket Nutzer). Da diese eher selten Fahrtauskünfte einholen, sondern eher die aktuellen Abfahrtszeiten für einzelne Haltestellen abrufen, sind ihre tatsächlichen Fahrten unbekannt. Für den KVV von Interesse sind dabei insbesondere auch notwendige Umstiege, um ggf. stark nachgefragte Umsteigerelationen zu verbessern. Durch die Verschneidung von Nutzerdaten mit den Auslastungsgraden der Busse und Bahnen sowie weiteren Betriebsdaten ist es möglich vollständige Reiseprofil aller Kunden im KVV, einschließlich intermodaler Verbindungen abzuleiten. Die Weiterentwicklung der Anonymisierungsmethodik aus ANYMOS spielt dabei eine große Rolle, da es sich bei den Zeitabonnent Kunden um hoch sensible personenbezogene Daten handelt die Rückschlüsse auf sozialen Status, Wohnort und Wegstrecken geben.

2. Verwendung der Zuwendung, Durchführung und Ergebnisse des Vorhabens

2.1. Übersicht des Projektverlaufs

Im Rahmen des Projektes, wurden Anwendungsfälle für Anonymisierungsverfahren im Kontext des ÖPNV definiert und durch die Konzeption und Entwicklung von Demonstratoren in Reallaboren umgesetzt. Bei der Erarbeitung der Anwendungsfälle liegt der Fokus für INIT auf der Entwicklung von innovativen Ansätzen zur Buchung und Nutzung von MaaS, sowie der Ermittlung von Synergien zwischen Fahrgastzählern und deren Ableitung als Fahrgastströme und Quelle-Ziel Matrizen (AP1.3). Diese Anwendungsfälle dienen mithilfe der definierten Anforderungen als Grundlage für den Entwurf und die Umsetzung von Demonstratoren (AP8.2). Hierbei werden die gewonnenen Erkenntnisse zu den verschiedenen Anwendungsfällen und deren Nutzbarkeit auf ihre Praxistauglichkeit überprüft und weitere Forschungsbedarfe und Optimierungsmöglichkeiten evaluiert. Des Weiteren fließen die Erkenntnisse hinsichtlich der Anonymisierungsverfahren in das zu entwickelnde Vorgehensmodell ein. Bei der Entwicklung des Vorgehensmodells trägt INIT zur Erarbeitung eines Leitfadens und des gesamten Vorgehensmodells bei (AP7). Es wird zudem an der Analyse der Datenwertschöpfungsketten mitgewirkt, wobei die Erfassung des IST-Zustandes bei der Erhebung, Speicherung und Nutzung von Nutzerdaten und MaaS-Daten im Fokus steht (AP3). INIT unterstützt zudem den Technologie- und Wissenstransfer der im Rahmen dieses Projektes gewonnenen Ergebnisse, mittels verschiedener Kommunikationskanäle (AP9).

2.1.1. Ergebnisse

Die INIT ist mit Ihrem Teilvorhaben in den Arbeitspaketen (AP) 1.3 und AP8.1 als Unterarbeitspaketleiter sowie in den APs 3, 7 und 9 als Projektpartner beteiligt. Im Folgenden sind die wesentlichen Ergebnisse nach AP aufgeschlüsselt.

AP1.3 Anwendungsfälle – Öffentlicher Verkehr (AP-Leitung)

Als Unterarbeitspaketleiter für das AP1.3 hat die INIT reguläre monatliche Arbeitstreffen organisiert in denen der Vorschritt sowie die Anwendungsfälle besprochen wurden. Zudem wurden mit den Projektpartnern KVV, IRIS und dem FZI die Anwendungsfälle vollständig definiert, spezifiziert und dokumentiert. Zur Konkreten Umsetzung und Demonstration in AP8 wurden zwei Anwendungsfälle, in enger Abstimmung mit AP3, ausgewählt. Des Weiteren koordinierte die INIT den Austausch mit AP 3 (Datenwertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle) sowie AP 7 (Vorgehensmodell) um den Informationsfluss zu den weiteren Projektbeteiligten zu ermöglichen.

Anwendungsfälle:

Die Anwendungsfälle setzten sich ausfolgenden zusammen:

- UAP1.3.2 Mobilitätsplanung für Verkehrsunternehmen über Mobilitätsbedürfnisse
- UAP1.3.3: Individuelle Mobilitätsplanung aus Nutzersicht
- UAP1.3.4: Innovative Ansätze zur Buchung und Nutzung von MaaS
- UAP1.3.5: Anonymisierte Bildauswertung

Alle Anwendungsfälle wurden vollständig ausgearbeitet und in einer Dokumentation die Definition, Stakeholder sowie eine Anforderungsanalyse und Spezifikation miteinschließt, zusammengefasst.

Zusammen mit den Projektpartnern KVV, FZI, IRIS und dem AP7 wurden dabei zwei Anwendungsfälle zur Umsetzung als Demonstrator ausgewählt.

UAP1.3.4: Innovative Ansätze zur Buchung und Nutzung von MaaS

Die abschließende Analyse der Anwendungsfälle ergab, dass dieser Anwendungsfall sich am besten für die Umsetzung als Demonstrator im Projekt eignet. Neben der Definition und Anforderungsanalyse sowie die Erstellung einer vollständigen Spezifikation wurden Datenverfügbarkeit, sowie Möglichkeiten der Datenbereitstellung geprüft und das Vorgehensmodell zur Anonymisierung (AP7) abgestimmt. Die Umsetzung als Demonstrator erfolgte dann in AP8.2.

UAP1.3.5: Anonymisierte Bildauswertung

Als zweiter Anwendungsfall zur Umsetzung als Demonstrator wurde die Anonymisiert Bildauswertung gewählt. Der Projektpartner IRIS hat zusammen mit der INIT und dem FZI die Definition, Anforderungsanalyse und die Erstellung einer vollständigen Spezifikation sowie eine Prüfung der Datenverfügbarkeit und Umsetzungsmöglichkeit durchgeführt. Die Umsetzung als Demonstrator erfolgte in AP8.2.

Die Ergebnisse wurden mit den Meilensteinen MS1 (AP1.3.1-1, AP1.3-2), MS2 (AP1.31-1, AP1.3.2-1) sowie MS3 (AP1.3.3-1, AP1.31) erfolgreich abgeschlossen.

AP3 Datenwertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle

Unter Leitung des Fraunhofer ISI hat INIT an Abstimmungstreffen zu AP3 aktiv teilgenommen. Das AP3 stand eng im Austausch mit AP1.3, die beschriebenen Anwendungsfälle aus AP1.3 wurden dem AP3 vorgestellt und den Ist-Zustand bei der Erhebung, Speicherung und Nutzung von Nutzerdaten und MaaS-Daten präsentiert. Zudem unterstützte die INIT bei der Charakterisierung des Mobilitätsökosystems sowie bei der anwendungsfallspezifischen Betrachtung datenschutzrechtlicher Anforderungen der Anonymisierung in Datenwertschöpfungsketten im Anwendungsfall Öffentlicher Verkehr.

Dabei wurden für den Anwendungsfall UAP1.3.4: Innovative Ansätze zur Buchung und Nutzung von MaaS Datenwertschöpfungsketten analysiert und bewertet. Des Weiteren wurden neue Geschäftsmodelle basieren auf der anonymisierten Auswertung der Daten aus dem Anwendungsfall UAP1.3.4 in mehreren Workshops mit den Projektpartnern KVV, FZI, KIT und dem ISI definiert.

AP7 Vorgehensmodell

Unter der Leitung des FZI hat die INIT in AP7 zusammen mit den Projektpartnern dem IOSB und der IRIS wurden Leitfragen zu einer Datensparsamen, sicheren und DSGVO-konformen Erfassung und Verarbeitung von intermodalen Buchungsdaten ausgearbeitet die direkt in die Entwicklung des Demonstrators in AP8 eingeflossen ist. Dabei wurde das Vorgehensmodell mit Bezug auf den ausgewählten Anwendungsfall UAP1.3.4 definiert und dokumentiert.

AP8 Demonstration (ÖPNV, AP - Leitung)

Die Konzipierung des Demonstrators wurde aus den Ergebnissen von AP1.3 und AP7 abgeleitet. Zudem wurden Schnittstellen zu den anderen Systemen wie der Anonymisierungsprozesse (Homomorphe

Verschlüsselung (FZI)) sowie den Daten aus dem Data Lake (KVV) spezifiziert und implementiert werden.

Für die Umsetzung als Demonstrator wurde der Use Case UAP 1.3.2 Mobilitätsplanung für Verkehrsunternehmen über Mobilitätsbedürfnisse gewählt. Im Fokus steht dabei die Ableitung von Fahrgastströmen basierend auf Anfrage- und Buchungsdaten aus der regiomove App des KVV.

In Zusammenarbeit mit dem FZI wurden zwei Konzepte entwickelt, um den Datenschutz technisch bestmöglich umzusetzen, ohne bei den funktionalen Anforderungen Abstriche zu machen. Dabei wurden Methoden aus der räumlichen Aggregation auf Geodatenenebene sowie Homomorphe Verschlüsselungsmethodik angewandt. Die INIT hat zusammen mit dem FZI und dem KVV ein Backend System, basierend auf Apache Airflow, bereitgestellt. Dies ermöglicht die automatisierte Abfrage von Nutzerdaten aus der KVV regiomove App sowie die homomorphe Verschlüsselung der Daten (FZI) und deren Aufbereitung. Anschließend werden die anonymisierten Daten in einer Datenbank gespeichert und nach Möglichkeit mit weiteren Daten datenschutzkonform verschnitten, sowie in einem Frontend für den Nutzer dargestellt (Abbildung 1).

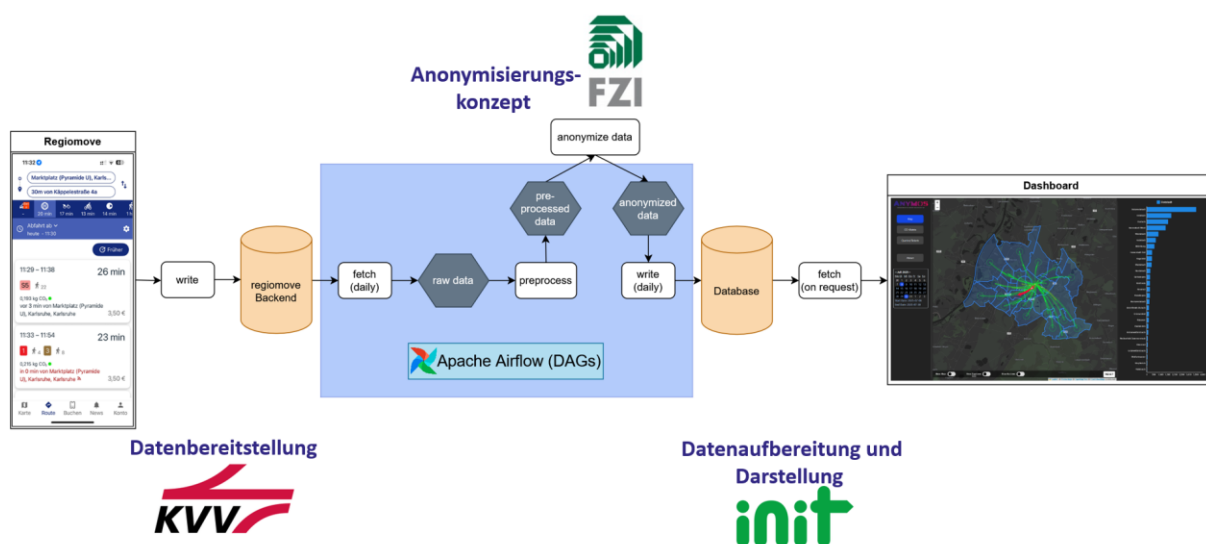


Abbildung 1 ANYMOS Backend System zur anonymisieren Darstellung von Fahrgastströmen

Auf Basis der homomorphen Verschlüsselung ist es möglich zusätzliche Kennzahlen zu erheben, während Datenschutz und volle Funktionalität jederzeit gewahrt bleiben. Als Grundlage zur Ermittlung der Fahrgastströme im Projekt ANYMOS diene die multimodale Mobilitätsplattform „regiomove“ des KVV, für die INIT die Buchungs- und Bezahlplattform bereitgestellt hat. Dabei wurden Eingaben der rund 64.000 Nutzerinnen und Nutzer in der Auskunftsmaske der regiomove-App erfasst und in einem Data Lake gespeichert. Diese Eingaben, auch Logdateien genannt, beinhalten Informationen über die Start- und Zielfrage, die Uhrzeit der Anfrage sowie die Geo-Koordinaten des Standorts, von dem die Anfrage getätigt wurde. Im nächsten Schritt wurden sie mit aktuellen Fahrkartenkäufen aus dem Ticketing-Hintergrundsystem von INIT verschmolzen. Um dem Datenschutz gerecht zu werden sowie die Re-Identifikation der personenbezogenen Daten zu vermeiden, wurden in Zusammenarbeit mit dem FZI Methoden zur Anonymisierung entwickelt, ohne dabei Abstriche bei der Erfassung der Fahrgastströme zu machen. Durch die Anwendung der homomorphen Verschlüsselung ist es möglich Daten weiteren Akteure wie unter anderem Verkehrsplaner:innen und externen Unternehmen datenschutzkonform weiterzugeben. Folgende Abbildung zeigt die Nutzeranfragen in Form von Quell-Ziel-Relation als Kartendarstellung (Abbildung 2 und 3).

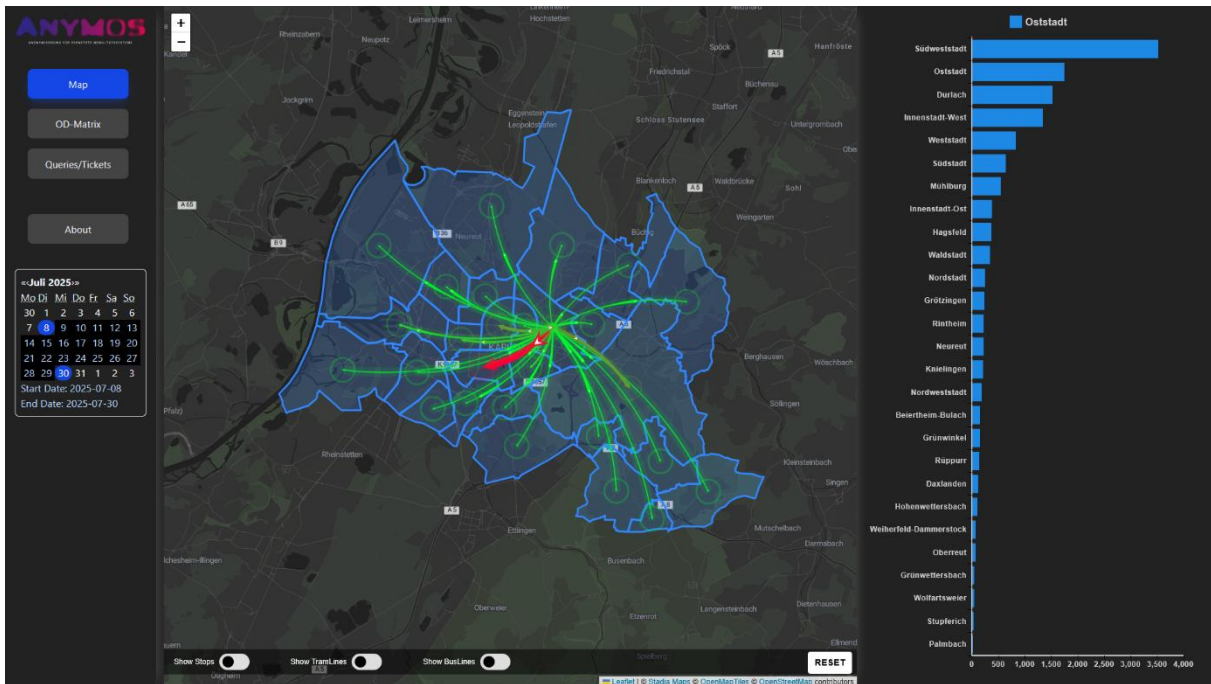


Abbildung 2 Darstellung aller Nutzeranfragen und der abgeleiteten Quell-Ziel-Relationen (Aggregations-ebene: Stadtgebiet)

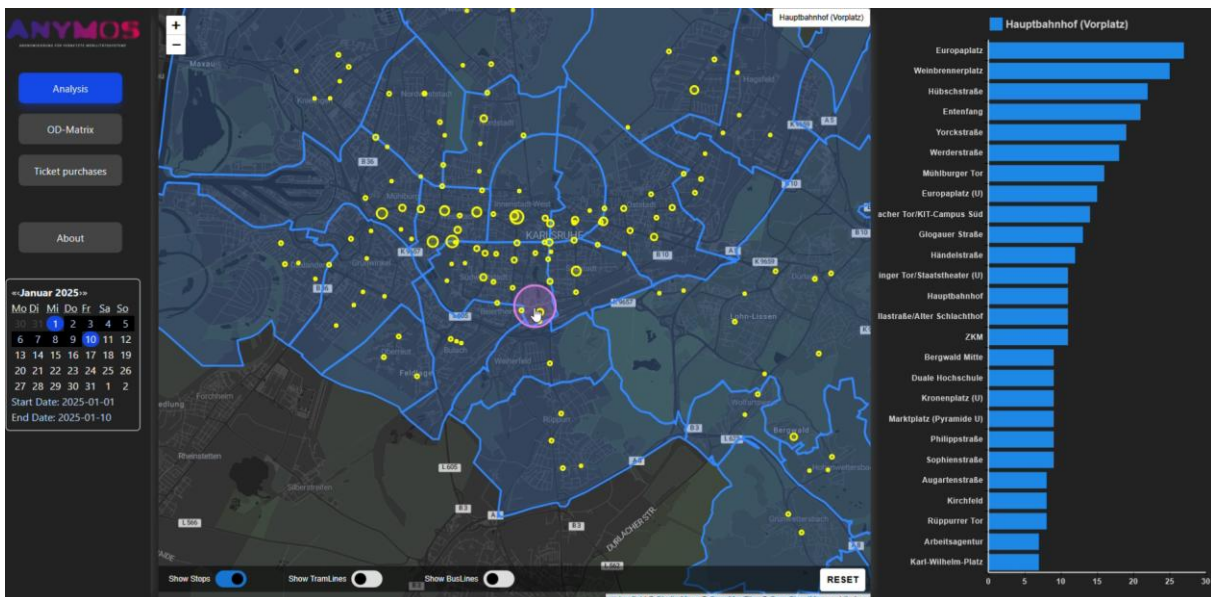


Abbildung 3 Darstellung aller Nutzeranfragen und der abgeleiteten Quell-Ziel-Relationen (Aggregations-ebene: Haltestellen)

Des Weiteren ist es möglich anonymisiert alle Quell-Ziel-Relationen zeitlich in einer sogenannten Quell-Ziel-Matrix darzustellen (Abbildung 4).

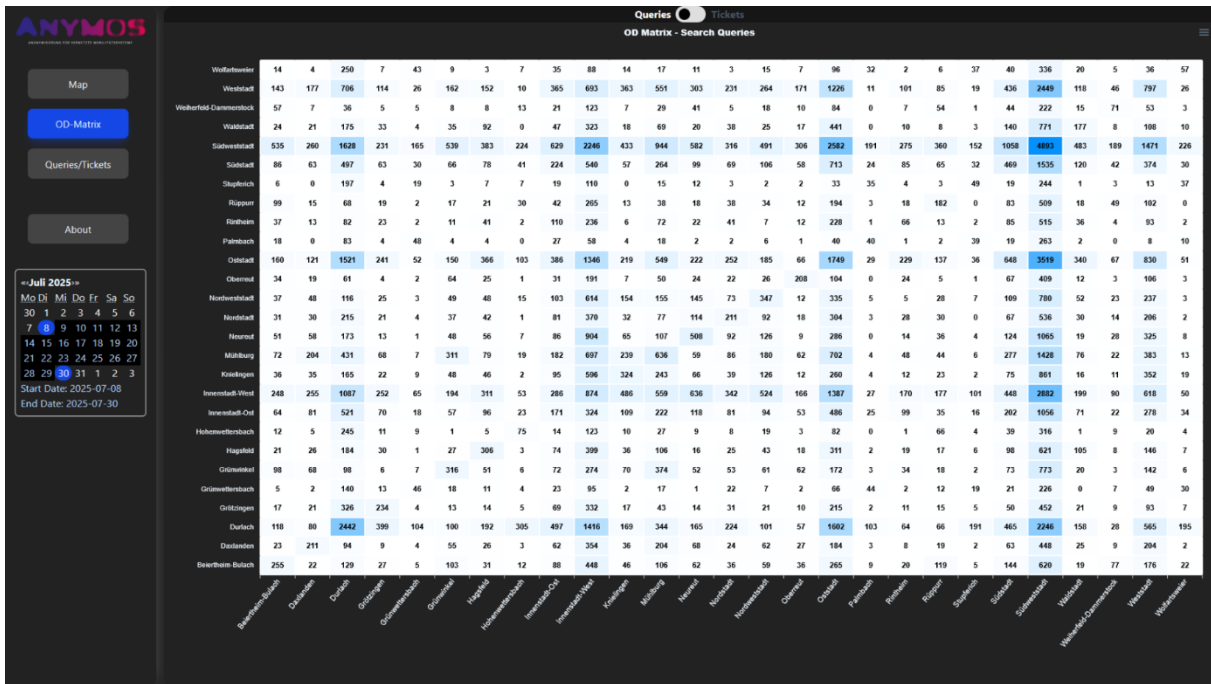


Abbildung 4 Matrizendarstellung der Quell-Ziel-Relationen

Darüber hinaus lässt sich die anonymisierte Bereitstellung der Daten mittels homomorpher Verschlüsselung beliebig erweitern. Als Beispiele im Anwendungsfall wurden statistische Kennzahlen zu Ticketverkäufen ermittelt. Die folgende Abbildung zeigt Ticketkäufe im Vergleich zu den Suchanfragen, die innerhalb eines Stadtteils über die regiomove App erfasst wurden (Abbildung 5).

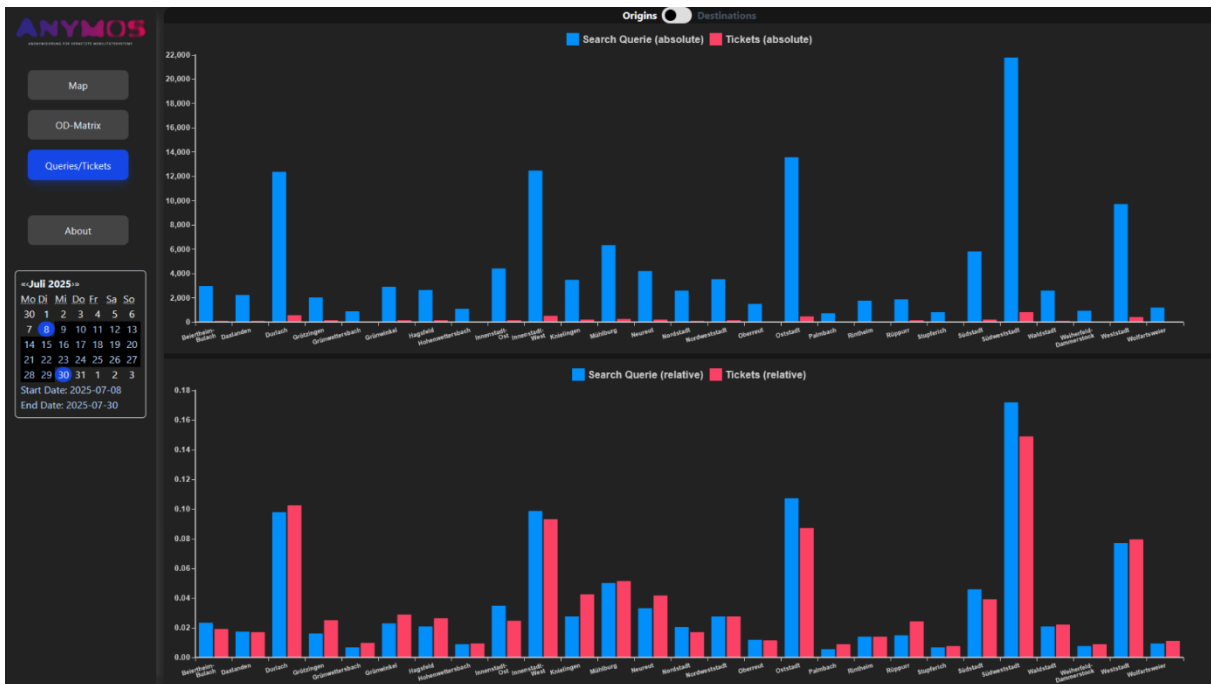


Abbildung 5 Anonymisierte Verschneidung der Benutzeranfragen mit Ticketverkäufen

Die finale Implementierung sowie die Evaluierung der Ergebnisse stehen für das Berichtsjahr 2025 an.

AP9 Wissenschaftskommunikation

In AP9 hat sich die INIT aktiv im Technologie- und Wissenstransfer eingebracht.

Das Projekt ANYMOS wurde von der INIT auf 4 internationalen und nationalen Konferenzen vorgestellt. Der Demonstrator wurde von der INIT auf verschiedenen externen Veranstaltungen und Messen wie der IT-TRANS (2023, 2025), der AnoSiDat (2025) sowie auf internen Veranstaltungen (INIT User Conference 2025) präsentiert. Zudem wurde der Anymos Demonstrator auf den ANYMOS Wissenswochen ein breites Publikum vorgestellt.

Als Mitglied in Standardisierungsgremien wie dem VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen) und der UITP (International Association of Public Transport) wurden Themen aus ANYMOS vorgestellt und die Wichtigkeit der Anonymisierung von Mobilitätsdaten platziert.

2.1.2. Projektverlauf und Meilensteine

Wie in Kapitel 1.3 bereits angekündigt, hat sich der Verlauf des Projektes im ersten Projektjahr leicht verändert. Diese Veränderungen wurden auch bereits im Zwischenbericht für das Jahr 2024 geschildert. Durch einen verzögerten Start des Projektes und den daraus entstandenen Abweichungen in den ersten Meilensteinen gab es Änderungen in der Arbeits-, Zeit-, und Kostenplanung im ersten Projektjahr. Diese Abweichungen hatten keinen Einfluss auf das Erreichen der Projektziele. Im Folgenden sind die Verschiebungen in der Arbeits- und Zeitplanung aufgeführt (Tabelle 4). Die anfängliche Verzögerung hatte keinen Einfluss auf das Erreichen der Ziele in diesem Projekt.

Tabelle 4: Vergleich der Meilensteine (Soll/Ist)

Meilenstein	Monat Soll / Ist	Begründung
MS1-AP1.3.1-1	6 / 12	Meilenstein wurde im Berichtszeitraum 2023 abgeschlossen
MS1-AP1.3-2	6 / 12	Meilenstein wurde im Berichtszeitraum 2023 abgeschlossen
MS2-AP1.3.1-1	12 / 16	Die Definition der Anforderungen aller Stakeholder als Grundlage für die Spezifikation wurde mit 4 Monaten Verzug fertiggestellt. Grund hierfür war ein erhöhter Abstimmungsaufwand der Partner.
MS2-AP1.3.2-1	12 / 16	Ein Anwendungsfall (samt User Story) für die Mobilitätsplanung für Verkehrsunternehmen über Mobilitätsbedürfnisse wurde mit 4-monatiger Verspätung fertiggestellt. Grund hierfür ist die verzögerte Fertigstellung von MS AP1.3.1-1 und MS1-AP1.3-2.
MS3-AP1.3.3-1	18 / 20	Die User Stories wurden definiert und ein Konzept zur Umsetzung einer nutzerzentrierten Mobilitätsplanung liegt vor. Grund für die Verzögerung war der verspätete Start der vorherigen Meilensteine.
MS3-AP1.3-1	18 / 20	Die Spezifikation der Anwendungsfälle wurden mit 2-monatigem Verzug fertiggestellt und liegen vor. Grund hierfür war die Verzögerung in den davor liegenden Meilensteinen.
MS5-AP8.2.2-1	30 / 30	Der entwickelte Demonstrator für die in AP7 entwickelten Verfahren wurde fristgemäß umgesetzt.
MS6-AP8.2.4-1	36 / 36	Die Methoden aus Demonstratoren sind getestet und die Erkenntnisse in Vorgehensmodell wurden fristgemäß dokumentiert

Neben den oben aufgelisteten Meilensteinen wurde das Gesamtvorhaben ANYMOS um 2 Monate verlängert. Alle Meilensteine wurden im Projekt erreicht.

2.2. Erläuterung des zahlenmäßigen Nachweises

Die beantragten Fördermittel für die Umsetzung dieses Teilvorhabens von ANYMOS beinhalten Personalkosten und Reisekosten. Materialkosten oder sonstige weitere Kosten würden für die Umsetzung dieses Vorhabens nicht notwendig.

Der mit Abstand größte Posten des zahlenmäßigen Nachweises ergibt sich bei den Personalkosten. Hierbei wurde innerhalb des 11-köpfigen Forschungsteams der INIT während der gesamten Projektlaufzeit durch hauptsächlich einen R&D Manager und drei R&D Engineers an dem Projekt gearbeitet und durch weitere Teammitglieder teilweise unterstützt. Zusätzlich erhielt das Projektteam Unterstützung aus den Entwicklungsteams der Ticketing Backoffice Entwicklung durch einen Software-Entwickler. Dadurch wurde auch eine zeitnahe Verwertbarkeit und für die Zukunft verwendbare Entwicklung der Systeme sichergestellt.

Von den anfänglich geplanten Personalkosten wurden 98% abgerufen. Eine genauere Erläuterung dieses Vorgehens findet sich im Erfolgskontrollbericht. Ein weiterer Posten waren die Reisekosten. Diese Kosten wurden genutzt, um die Konsortial- und Netzwerktreffen in Person wahrnehmen zu können. Gleichzeitig wurde durch die Reisekosten auch das Thema der Öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen realisiert. Zusätzlich wurde hat die INIT das Teilvorhaben auf mehreren nationalen und internationalen Konferenzen vorgestellt. Der Reisekostenabruf beläuft sich auf 136%.

Der Gesamtmittelabruf dieses Teilvorhabens beläuft sich auf 99%.

2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeiten

Dem ÖPNV, der durch seine flächendeckende und etablierte Verbreitung das Rückgrat der Mobilitätsbranche ist, kommt bei der Gestaltung der zukünftigen Mobilität eine zentrale Rolle zu, nicht zuletzt auch deswegen, weil er die ausreichende Bedienung der Bevölkerung mit Verkehrsleistungen im Sinne der Daseinsvorsorge sicherstellt. Die Ableitung von Fahrgastströmen, wie in ANYMOS umgesetzt, liefern einen wichtigen Beitrag zur Mobilitätswende. So können Fahrpläne bedarfsorientiert angepasst werden und ein besseres Angebot für den Kunden geschaffen werden.

Um das langfristige Ziel Anonymisierung als Enabling-Technologie zu verfolgen und hierdurch das Innovationspotential und die starke Position Deutschlands in den Bereichen Automotive und öffentlicher Verkehr auch bei daten-getriebenen Innovationen zu bewahren, wurde in ANYMOS ein Vorgehensmodell erarbeitet und bereitgestellt, das Unternehmen hilft für Mobilitäts-Anwendungsfälle Anonymisierungsbedarfe zu identifizieren, geeignete Anonymisierungsmethoden auszuwählen und diese korrekt anzuwenden. Da das Vorgehensmodell inklusive des in ANYMOS aufgebauten Wissens zur Anwendbarkeit verschiedener Anonymisierungsmethoden für Mobilitäts-Anwendungsfälle offen bereitgestellt werden soll, besteht die Notwendigkeit, dies entsprechend zu fördern.

INIT trägt in diesem Teilvorhaben als weltweit führender Anbieter von IT-Lösungen für den öffentlichen Personennahverkehr mit ihrer jahrelangen Expertise zur Entwicklung eines entsprechenden Vorgehensmodells bei. Die Entwicklung des Vorgehensmodells ist ohne das gebildete Projektkonsortium und die beantragten Fördermittel nicht umsetzbar, denn das Vorhaben erfordert die Beteiligung von ÖPNV-Verkehrsunternehmen genauso wie die Beteiligung von Experten aus dem Bereich der Anonymisierung von Daten, da in beide Richtungen Informationen ausgetauscht werden müssen. Eigene derart umfassende Expertise im Bereich der Anonymisierung aufzubauen und Anwendungsfälle zu entwickeln, wäre für INIT als IT-Anbieter für den ÖPNV wirtschaftlich nicht darstellbar. Die Förderung ermöglicht zudem eine Demonstration entlang einer Datenwertschöpfungskette im Mobilitätskontext,

die ohne ein gefördertes Verbundprojekt unter Beteiligung von Verkehrsunternehmen, Experten der Anonymisierung und Datenschutzexperten nicht möglich wären. Die Entwicklung verschiedener Anwendungsfälle zur Anonymisierung im öffentlichen Verkehr würde ohne Förderung und ohne die Verbundpartner einen enormen Aufbau von Anonymisierungs-Know-How einschließlich Kenntnissen hinsichtlich Rechts, Normung und Prozessen erfordern. Da es sich zudem bei der Anonymisierung von Daten um ein komplexes Feld mit vielen Realisierungsrisiken handelt, denen nur mit einem ganzheitlichen Forschungsansatz begegnet werden kann, wäre der Zeithorizont der Umsetzung eines vergleichbaren Projektes seitens der INIT ohne Förderung zusätzlich zu wirtschaftlichen Hürden nicht absehbar. Das zu entwickelnde Vorgehensmodell kann durch die beteiligten Universitätsinstitute unabhängig von jeglicher kommerziellen Zielsetzung evaluiert werden. Zudem kann das gesamte Projektkonsortium von der Expertise und der unabhängigen Bewertung des Datenschutzes der Universitäten profitieren.

Die INIT als Anbieter von IT-Systemen im ÖPNV kann durch die Finanzierung im Rahmen dieses Projektes die gewonnenen Erkenntnisse weiterführen und nutzen, um seine Systeme für die Einführung und Integration autonomer Fahrzeuge nach Projektende zu erweitern und so einen Beitrag zur Daseinsvorsorge und zur Stärkung der Mobilitätsbranche leisten

2.4. Voraussichtliche Nutzen

2.4.1. Wirtschaftliche Verwertung

Die anonymisierte und datenschutzkonforme Erfassung von Fahrgastströmen ist vom großen Interesse vieler Verkehrsunternehmen. Zwar gibt es mittlerweile Lösungen, die diese Daten direkt durch ihre Nutzung generieren – wie z. B. Check-in/Check-out-Systeme (CiCo) und Be-in/Be-out-Systeme (BiBo) – doch nicht jeder öffentliche Verkehrsbetrieb hat Zugang zu solchen Technologien. Empirische Fahrgastumfragen in Verbindung mit automatischen Fahrgastzählssystemen (AFZS) sind nach wie vor ein gängiges Mittel, um Fahrgastströme zu ermitteln und abzuleiten. Fahrgastbefragungen haben jedoch Schwächen, wie etwa Verzerrungen in der Stichprobenrepräsentation, unzureichende Aktualität, Wiederholbarkeit der Umfragen sowie einen hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand durch die manuelle Durchführung. Daher sind alternative Methoden zur Rekonstruktion von Fahrgastströmen entscheidend, um diese Lücken zu schließen.

Die INIT möchte daher die Ergebnisse aus ANYMOS direkt in die Weiterentwicklung der regiomove-Plattform integrieren und die anonymisierte Ableitung der Fahrgastströmen in Quelle-Ziel Matrizen in ihrem Produkt MOBILEstatistcs implementieren. Die Projektergebnisse können so nach Projektende in Produkte fließen und damit letztlich für neue Funktionalitäten und sicherere Systeme der 1.400 INIT-Kunden eingesetzt werden.

2.4.2. Wissenschaftliche / technische Verwertung

Die Ergebnisse von ANYMOS sind in die Entwicklung eines Demonstrators, der auf Produkte der INIT wie MOBILEstatistcs und MOBILEvario basiert, umgesetzt worden.

- MOBILEvario → Integration und Verschneidung von Ticketing-Daten und Anfragedaten aus der regiomove App, sowie anonymisierte und datenschutzkonforme Weiterverarbeitung der Daten für den Kunden, Anbindung der MOBILEvario Daten an eine Daten-Pipeline und einem externen Datalake
- MOBILEstatistcs → Integration von anonymisierten Kundendaten und Betriebsdaten sowie Visualisierung der Ergebnisse als Quelle-Ziel Matrizen

Nach Projektende werden diese weiterentwickelt und können somit in weiteren Projekten sowie bei Kunden eingesetzt werden.

Zusätzlich wird im Folgeprojekt ANYMOS2 die Ermittlung und Validierung von Start-/Ziel-Relationen sowie die Ableitung von Daten zu Umstiegen, um ggf. stark nachgefragte Umsteigerelationen erarbeitet werden. Durch die Verschneidung von Nutzerdaten mit den Auslastungsgraden der Busse und Bahnen sowie weiteren Betriebsdaten ist es möglich vollständige Reiseprofil aller Kunden im KVV-Einzugsgebiet, einschließlich intermodaler Verbindungen abzuleiten. Die Weiterentwicklung der Anonymisierungsmethodik spielt dabei eine große Rolle, da es sich bei den Zeitabonnement Kund*innen um hoch sensible personenbezogene Daten handelt die Rückschlüsse auf sozialen Status, Wohnort und Wegstrecken geben.

2.5. Veröffentlichungen und Präsentationen

Die INIT konnte das Projekt auf verschiedenen internen und externen Veranstaltungen in einem nationalen wie auch international Rahmen vorstellen. Des Weiteren wurde eine Veröffentlichung in einem Fachjournal zum Projektende eingereicht, der finale Review steht zum aktuellen Zeitpunkt noch aus. Die Projektergebnisse wurden dabei verschiedenen Personengruppen wie INIT-Kunden, Anwender, Forschende, Studierende sowie einer breiten Fachöffentlichkeit vorgestellt.

Präsentationen

1. Andrea Demetrio (2026) Where Are You Going? Using App Routing Requests to Estimate Mobility Patterns, Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, DC, USA, 13.01.2026.
2. Alexander Kuhn (2025) Ermittlung von Fahrgastströmen, AnoSiDat Konferenz 2025, Berlin, 29.10.2025.
3. Jochen Wendel (2025) Anonymisierte Mobilitätsdaten für Betrieb und Fahrgastangebote, 9. Regionalkonferenz Mobilitätswende, Karlsruhe, 23.09.2025.
4. Jochen Wendel (2025) Das Forschungsprojekt ANYMOS – Anonymisierte Mobilitätsdaten für neue Fahrgastangebote, ITS Germany, Karlsruhe, 28.05.2025

Veröffentlichungen

1. Andrea Demetrio, Alexander Kuhn, Eva-Maria Neumann, Jochen Wendel (2026) Where Are You Going? Using App Routing Requests to Estimate Mobility Patterns, Special Issue: Data Engineering for Smart City Science, Datenbank Spektrum, Springer (*Eingereicht und im Review Prozess*)
2. Andrea Demetrio, Alexander Kuhn, Eva-Maria Neumann, Jochen Wendel (2026) Where Are You Going? Using App Routing Requests to Estimate Mobility Patterns, Proceedings TRB 2026, National Academies of Science, Engineering, and Medicine, Washington, DC, USA.