Sachbericht zum Verwendungsnachweis

DAKIMO:
Daten und KI als Befähiger für nachhaltige, intermodale Mobilität
kamo.one/dakimo/

in der Fördermaßnahme

Zukunft der Wertschöpfung — Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit

Autor(en)
Tanja Plöger, raumobil GmbH, t.ploeger@raumobil.com
Michael Böttger, raumobil GmbH, m.boettger@raumobil.com

Projektlaufzeit: 01.10.2021 – 31.03.2025

Erstellungsdatum: 15.05.2025

Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB (IOSB)
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Verkehrswesen (KIT-IfV)
- INIT Innovative Informatikanwendungen in Transport-, Verkehrs- und Leitsystemen GmbH (INIT)
- raumobil GmbH, FKZ: 02J21E012 (raumobil)
- INOVAPLAN GmbH (INOVAPLAN)

Assoziierte Partner:

- Karlsruher Verkehrsverbund (KVV)

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Inhaltsverzeichnis

I. Teil I Kurzfassung 3
I.1 Aufgabenstellung 3
I.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens 4
I.3 Wesentliche Ergebnisse im Überblick 4
II. Teil II Eingehende Darstellung 4
II.1 Motivation und Aufgabenstellung 4
II.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens 6
II.3 Planung und Ablauf des Vorhabens 7
II.4 Erzielte Ergebnisse 10
II.5 Darstellung des während des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen 15
II.6 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit der Ergebnisse 15
II.7 Zusammenarbeit mit anderen Stellen außerhalb des Verbundprojektes 15
II.8 Veröffentlichungen, Vorträge Referate, etc. 16
II.9 Literaturverzeichnis 16

I. Teil I Kurzfassung

*Das Projekt DAKIMO verfolgte die Zielsetzung, nachhaltige und intermodale Mobilität mit Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) attraktiver und nahtloser zu gestalten. Im Projekt arbeiteten die Karlsruher Einrichtungen Fraunhofer IOSB, raumobil GmbH, INIT GmbH, INOVAPLAN GmbH, Institut für Verkehrswesen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und KVV zusammen, um über vielfältige Daten von Endnutzer*innen, Kommunen und Verkehrsbetrieben und deren intelligenter Fusion Mobilitätsdienste anzubieten, die Menschen zuverlässig, bequem, flexibel und nachhaltig als Ziel bringen. Das Projekt hat wesentliche Beiträge zum Verständnis von Einflussfaktoren auf Mobilitätsverhalten geleistet, insbesondere die Abhängigkeit von Witterungseinflüssen, und gezeigt, wie ein solches Verständnis von Mobilitätszusammenhängen genutzt werden kann, um ein effizientes KI-Modell zu definieren, das Verfügbarkeiten von Sharing-Verkehrsmitteln prognostizieren kann, die in intermodales Routing einfließen können. Durch die Erweiterung des international verbreiteten GBFS-Standards können diese Ergebnisse nun standardkonform in Routing-Apps genutzt und durch zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich KI und »explainable AI« weiterentwickelt werden.*

Bei raumobil wurden zunächst anhand von Analysen des Nutzerverhaltens passende Anwendungsfälle definiert. Daraufhin wurde die Routing-App von raumobil um Wettervorhersagen und, basierend auf den gemeinsamen Projektergebnissen, eine Bikesharing-Prognose-Funktion erweitert. Zum Abschluss des Projektes wurde in Zusammenarbeit mit dem KIT-IFV eine große Umfrage zur Akzeptanz der neuen Funktionen durchgeführt und ausgewertet.

I.1 Aufgabenstellung

Zentrales Ziel des Vorhabens war es, aufzuzeigen, wie heterogene Daten aus dem Mobilitätsumfeld durch Verfahren der künstlichen Intelligenz (KI) und des maschinellen Lernens (ML) aufbereitet werden können, um neue Mobilitäts- und Informationsdienstleistungen zu entwickeln und anzubieten, die die Herausforderungen beim Wechsel auf nachhaltige, intermodale Mobilitätsformen erfolgreich adressieren, und diese für den Bürger damit zu einer deutlich attraktiveren Alternative zum PKW machen. Neben der Schaffung neuer Dienstleistungen soll der Datenraum die Informationsgrundlage dafür bieten, bestehende Angebote, insbesondere den ÖPNV, dahingehend anpassen zu können, dass sie Intermodalität erleichtern und nachhaltiges Mobilitätsverhalten fördern.

Als zentrale Aufgabe des Projekts wurde definiert, die regiomove-App des Karlsruher Verkehrsverbunds KVV auszubauen. Die Partner sollten untersuchen, wie das Potential der vielen bereits verfügbaren Daten etwa aus mobilen Apps, ÖPNV-Betrieb sowie Verkehrs- und Wettervorhersage ausgeschöpft werden kann, um Anwenderinnen und Anwendern passgenaue Vorschläge Verkehrsmittel machen, die optimal zu ihren Bedürfnissen und ihrer Route passen, Dienstleistungen zu verbessern und Nutzungshürden bei umwelt- und klimafreundlichen Verkehrsmitteln abzubauen.

*Die Daten öffentlicher Verkehrsbetriebe, von Städten und Kommunen, Endnutzerinnen und Endnutzern sowie der regiomove-Ports (Knotenpunkten, an denen sich Bürgerinnen und Bürger über unterschiedliche Mobilitätsangebote in der Region Karlsruhe informieren und zwischen diesen wechseln können), wurden mit Umgebungsinformationen zu Wetter und Verkehr zusammengeführt. KI-Methoden wurden eingesetzt, um diese Datenmengen aufzubereiten und so zu analysieren, dass sie zu individuell sinnvollen Empfehlungen für Verkehrsmittel führen. Neben der technischen Realisierung standen insbesondere die Sicherstellung der Nachhaltigkeit, die Benutzungsfreundlichkeit und der Datenschutz im Vordergrund: Eingesparte CO_2-Emissionen durch eine effizientere Nutzung der Verkehrsmittel sollten abgeschätzt, die Akzeptanz von in Studien mit Proband*innen untersucht, und ein umfassendes Datenschutzkonzept erarbeitet werden.*

Das Potential des Ansatzes lag in der Harmonisierung der laufenden Aktivitäten im Bereich Mobilitätsdatenräume mit den technischen Entwicklungen von Vernetzung und Automatisierung und

den individuellen Mobilitäts- und Informationsangeboten, um daraus über ein KI-gestütztes Daten-Ökosystem ein neues Verständnis für Mobilität zu entwickeln, das die Mobilitätswende aktiv positiv befördert, und Herstellern, Betreibern und Dienstleistern die Möglichkeit bietet, Bedürfnisse und Möglichkeiten schneller und genauer zu verstehen und somit nachhaltig erfolgreiche Angebote zu gestalten.

Auf diesem Wege sollte das zugrundeliegende Forschungsziel erreicht werden, die Möglichkeiten von KI-basierter Datenauswertung im Mobilitätsanwendungsfall systematisch zu analysieren sowie Verfahren und Architekturen methodisch zu entwickeln. Ihre Eignung wurde fundiert am realen Anwendungsfall evaluiert, um die Zukunftspotentiale des Projektansatzes zu bewerten.

I.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens

In (deutschen) Nahverkehrsapps gab es zu Beginn des Vorhabens keine Prognosen zur Verfügbarkeit von Sharing-Fahrzeugen und entsprechend auch kein intermodales Routing für zukünftige Zeitpunkte. Für Bahnverbindungen im Nah- und Fernverkehr waren hingegen bereits stellenweise Prognosen zur Fahrzeugauslastung zu finden (z.B. im DB Navigator). Die von raumobil entwickelte regiomove-App vereinte bereits 2022 eine Vielzahl von buchbaren Mobilitätsangeboten (ÖPNV, Bikesharing, Carsharing) und dazu passende Informationsdienste, verfügte aber noch nicht über eine zuverlässige intermodale Streckenplanung.

I.3 Wesentliche Ergebnisse im Überblick

Als erstes wesentliches Ergebnis sind die neu entwickelten App-Funktionen „Wetterinformations-dienste“ und „nextbike-Prognose“ zu nennen. Die neu entwickelten App-Funktionen wurden bei einer von raumobil veranstalteten Testsession von unabhängigen Nutzenden getestet und haben überwiegend positives Feedback bekommen. Auch in der zum Projektabschluss durchgeführten Umfrage gab es ein breites Interesse an Funktionen dieser Art.

Um mit Verfügbarkeitsprognosen von Sharing-Fahrzeugen das Ziel, intermodales Routing für in der Zukunft liegende Verbindungen zu berechnen, in naher Zukunft erreichen zu können, wurde von raumobil eine Erweiterung des internationalen GBFS (General Bikeshare Feed)-Standards initiiert. Diese Erweiterung wurde im Rahmen eines Panels auf dem **Mobility Data Summit** diskutiert und der Vorschlag wurde schlussendlich im März 2025 von MobilityData akzeptiert und somit international anerkannt. Die hierzu nötige Weiterentwicklung wird raumobil im Anschluss an das Projekt weiterverfolgen.

Parallel zum Projekt hat raumobil die intermodale Streckenplanung in der regiomove-App durch den Einsatz des Open Trip Planner verbessert und damit den Grundstein für die Integration der Sharing-Prognosen gelegt.

II. Teil II Eingehende Darstellung

II.1 Motivation und Aufgabenstellung

Die Transformation der Mobilität in Bezug auf die Verwendung intermodaler, nachhaltiger Verkehrsmittel, schreitet nur langsam voran. Eine Analyse und Prognose des Modal Split im Personenverkehr in Deutschland von 2013 bis 2024 im Auftrag des BMVI [1] kommt zu dem ernüchternden Ergebnis, dass der motorisierte Individualverkehr im betrachteten Zeitraum von zehn Jahren lediglich von 80,5% auf 79% fallen wird; mit nur geringen Streuungen im ÖV, und sogar einem leichten Anstieg im Luftverkehr. Eine ADAC-Umfrage von 2017 [2] kommt zu dem Ergebnis, dass trotz grundsätzlicher Bereitschaft zum Umstieg auf ÖPNV noch deutliche Hindernisse gesehen werden. Zu

diesen zählen 60% Schwierigkeiten beim Transport von Sachen, 47% Schwierigkeiten beim häufigen Umsteigen und indirekten Verbindungen, und immerhin 38% den Umstand, dass ÖPNV bei bestimmten Tageszeiten nicht sicher sei. Zur Fahrradnutzung kommt eine vom BMVI geförderte sinus-Studie 2019 [3] zu ähnlichen Ergebnissen: Zwar steigt die Bereitschaft zur Fahrradnutzung stetig; gegen die Nutzung des Fahrrads sprechen aber unter anderem weite Wege (42%), Wind und Wetter (41%) sowie Zeitmangel (39%), aber auch Gefahren (19%).

Die Ergebnisse zeigen, dass auch heute noch der PKW überwiegend als das Verkehrsmittel wahrgenommen wird, das Flexibilität, Zuverlässigkeit und Freiheit bestmöglich verkörpert. Eine forsa-Studie für das BMU [4] kommt zu dem Ergebnis, dass 64% der Befragten am PKW den Vorteil sehen „mehrere [im] Alltag notwendige Wege gut miteinander [zu] verbinden" – dem ÖPNV trauen dies nur 25% der Befragten zu. Der zögerliche Wechsel hin zu alternativen Mobilitätsangeboten setzt sich auch in jüngeren Generationen und quer durch die meisten Milieus [4] fort. Beispielsweise kommt eine Studie von Ford, YouGov / Zukunftsinstitut aus dem Jahr 2020 zu dem Ergebnis [5], dass 54% der Befragten zwischen 18 und 23 Jahren der Ansicht sind, dass nur ein eigener PKW ihnen Flexibilität gewährt; über 60% erwarten von Mobilitätsalternativen ein „nahtloses Ineinandergreifen verschiedener Fortbewegungsoptionen, [und einen möglichst reibungslosen] Übergang von einem Verkehrsmittel zum anderen" sowie die „Verbindung von individueller Mobilität und öffentlichem Verkehr".

Technische Neuerungen hingegen werden wesentlich bereitwilliger aufgegriffen: So zeigen laut einer Erhebung von Statista und der TAF mobile GmbH [6] 83% der Befragten, die ihre Tickets bislang nicht über eine App beziehen, die grundsätzliche Bereitschaft dafür, und nennen dafür Zeitersparnisse (65%), einfachere Zahlung (63%), aber auch die Probierfreudigkeit an technischen Neuerungen (28%) als Motivation. Als wesentlich für die weiterführende Nutzung nennen 63% der Endkunden die Möglichkeit für Echtzeitauskünfte zu Fahrzeiten und Verspätungen, ferner Individualisierbarkeits-Funktionen und Routenplanungen – wobei sich immerhin knapp jeder Dritte bereits eine „mitlernende App" wünscht, die Vorschläge zu Fahrstrecken unterbreitet.

Davon jedoch können alternative Mobilitätsangebote in ihrer Breite nur bedingt profitieren: Die Integration weiterer Mobilitätsangebote wie Carsharing wird in derselben Erhebung nur von 14% der Menschen als relevant empfunden, was andeutet, dass die echte intermodale Nutzung von Verkehrsmitteln heute selbst bei Nutzern des ÖPNV keineswegs verbreitete Praxis ist, oder als Teil einer konkret absehbaren Zukunft wahrgenommen wird.

Dies zeigt im Hinblick auf die Chancen und Herausforderungen der Transformation der Mobilität einerseits, dass alternative Fortbewegungsmittel zwar wahrgenommen werden, eine grundlegende Trendwende jedoch voraussetzt, dass diese Fortbewegungsmittel die Flexibilität, Sicherheit und Universalität eines PKW erreichen; was mit Entwicklungen in den einzelnen Verkehrsmitteln selbst kaum erreichbar ist, angesichts der von den Bürgerinnen und Bürgern genannten Hinderungsgründe.

Es zeigt jedoch gleichzeitig das Potential, das Ziel auf anderem Wege zu erreichen: Durch intermodale Angebote, die es erlauben, Vorteile aller Verkehrsmittel sogar entlang einer einzelnen Tür-zu-Tür-Verbindung zu kombinieren, um die Abhängigkeit vom PKW als „Universal-Fortbewegungsmittel für alle Zwecke" zu lösen, und welche gleichzeitig so nahtlos miteinander (und mit der wechselnden Lebenswirklichkeit der Nutzerinnen und Nutzer) verknüpft sind, dass die jeweiligen Vorzüge der Angebote mit minimalen Widerständen genutzt werden können – einschließlich, aber nicht mehr ausschließlich durch die Nutzung von privaten PKWs, wo entsprechend attraktivere Alternativangebote (noch) nicht bereitstehen.

Gemäß der Forschungshypothese des Projekts birgt ein niederschwelliges, nahtloses und intermodales Verkehrsangebot das Potential, die eingefahrene Routine der PKW-Nutzung aufzubrechen und den kontinuierlichen Wechsel zu nachhaltigen Alternativen über gesellschaftliche Präferenzen und wirtschaftliche Angebote zu treiben. Dabei soll die Offenheit der Menschen für Technologie und technische Erleichterungen als Grundlage dienen, die dafür erforderlichen Entwicklungen hin zu einem intermodalen, nahtlosen Verkehrssystem über neue Informations- und Mobilitätsangebote in die Gesellschaft zu bringen.

Das Ziel, über die Kombination von alternativen Verkehrsmitteln eine Alternative zum privaten PKW anzubieten und deren Attraktivität zu steigern, verfolgt raumobil mit seinen Produkten bereits seit längerer Zeit. Die Motivation für das Vorhaben ergibt sich in der Chance, hierfür das Potential neuer KI-Methoden anzuwenden und die Wirkung einzelner Maßnahmen durch Test und Nutzerbefragungen festzustellen.

II.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens

Die Anwendung von KI-Methoden für Mobilitätsanwendungen war insbesondere zu Beginn des Vorhabens stark geprägt durch Arbeiten im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens, das einer der wesentlichen initialen Treiber für Entwicklungen des Deep Learning war. Das Projekt KI Data Tooling (2020–2023, BMWi) legte den Fokus auf Daten-Werkzeuge und Daten-Handhabung bezüglich realer, synthetischer und augmentierter Daten für die Entwicklung und Validierung von KI-basierten Fahrzeugfunktionen, jedoch nicht für das übergreifende, intermodale Mobilitätssystem. Das Projekt KIsSME (2021–2023, BMWi) befasste sich mit den künftigen Möglichkeiten, Verkehrsdaten aus der Flotte automatisierter Fahrzeuge mit deren Umgebungssensorik und On-Board-Systemen zu erheben, und die Daten effizient aus dem Verkehr in die Entwicklung nachfolgender Systemgenerationen zurückzuführen. Im Projekt RELAI (2019–2022, BMVI) war das Ziel, mikroskopisches Verhalten insbesondere von Fußgängern zu modellieren und simulativ abzubilden, jedoch mit dem Fokus der Absicherung automatisierter Fahrfunktionen. Das Projekt bwirkt (2019–2022; Land BaWü) modelliert die Risiken und Chancen durch die Digitalisierung von Mobilität und Smart Cities, in Bezug auf intermodalen Verkehr, jedoch primär auf die Folgen von Automatisierung. Das Projekt MobileCityGame (2020–2023, BMBF) entwickelte über Gamification eine interaktive Simulation künftiger Mobilitätsszenarien, um spielerische Einblicke in Städteplanung in der Mobilitätstransformation zu geben, und Handlungsoptionen exemplarisch zu explorieren, ohne jedoch konkrete technische Entwicklungen auszugestalten. In den Projekten DiMo-OMP und DiMo-FuH (2017–2018, BMVI) wurden Grundlagen gelegt, um Mobilitätsplattformen interoperabel zu gestalten und gemeinsame Datengrundlagen zu schaffen. In DiMo-OMP waren hinsichtlich interoperabler Schnittstellen jedoch noch Folgearbeiten notwendig. In DiMo-FuH lag der Fokus auf der ÖV-Seite und es wurde hauptsächlich die Interoperabilität und die Standardisierung von ÖV-Schnittstellen betrachtet.

Pionierarbeit in der ganzheitlichen Betrachtung von heterogenen mobilitätsbezogenen Daten leistete das Projekt Data4UrbanMobility („D4UM“, 2017–2020, BMBF) [7], in dem bestehende Daten und Datenquellen zur Mobilitätslage, Veranstaltungen und Verkehrsaufkommen genutzt wurden, um ein zentrales Lagebild der urbanen Mobilität zu erreichen, und Nutzern Informationen etwa über mobile Endgeräte zur Verfügung zu stellen, die diese bei der intermodalen Verkehrsmittelwahl unterstützen. Auf den dort erarbeiteten Ergebnissen sollte DAKIMO aufbauen und diese erweitern. Dafür setzte DAKIMO bereits mit der regiomove-App auf einer im Realeinsatz befindlichen App auf, die eine große Nähe zu den in D4UM erarbeiteten Spezifikationen aufwies. Darauf basierend wurde im Projekt analysiert, wie Verfahren der künstlichen Intelligenz weiterführend dazu genutzt werden können, die relevanten Informationen auf die individuellen Mobilitäts-Bedürfnisse abzubilden und unmittelbar in bedarfsorientierte Angebote einfließen zu lassen, und gleichzeitig die Möglichkeiten einzuschließen, die durch zukünftige Datenquellen (wie erwartet GAIA-X) und Technologien (wie Smart Stations und vernetzte Verkehrssysteme) in naher Zukunft entstehen sollten. Zudem wurden in DAKIMO nicht nur aktuelle Daten in die App integriert, sondern vor allem auch Verkehrsnachfragemodelle in die Modellierung integriert. Somit war für DAKIMO hier die Prognosefähigkeit auf Basis von Verkehrsnachfragemodellen, Realdaten und Integration von Verhaltensdaten der Nutzenden ein Schwerpunkt, der die Mobilitätsvorschlage zielgerichteter gestaltbar machen sollte. Die Integration von Apps und Modellen in dieser Form war zu Projektbeginn Neuland. Ferner ging der in DAKIMO betrachtete Datenumfang insbesondere im ÖV-Bereich über den in Data4UrbanMobility hinaus, da in DAKIMO auch Daten direkt aus den Systemen von Verkehrsbetrieben einbezogen wurden. Durch die datenbasierten Anwendungen flossen des Weiteren die Ergebnisse wieder direkt in die ÖV-Systeme zurück, was einen erweiterten Verwertungsansatz gegenüber Data4UrbanMobility darstellt.

In (deutschen) Nahverkehrsapps gab es zu Beginn des Vorhabens keine Prognosen zur Verfügbarkeit von Sharing-Fahrzeugen und entsprechend auch kein intermodales Routing für zukünftige Zeitpunkte. Für Bahnverbindungen im Nah- und Fernverkehr waren hingegen bereits stellenweise Prognosen zur Fahrzeugauslastung zu finden (z.B. im DB Navigator). Die von raumobil entwickelte regiomove-App vereinte bereits 2022 eine Vielzahl von buchbaren Mobilitätsangeboten (ÖPNV, Bikesharing, Carsharing) und dazu passende Informationsdienste, verfügte aber noch nicht über eine zuverlässige intermodale Streckenplanung.

Für die Arbeiten in DAKIMO setzte das Konsortium unter anderem auf den Standards SensorThingsAPI für Sensordaten im Umweltkontext auf, und untersuchte die Eignung insbesondere der ASAM-Standards OpenLABEL, OpenDRIVE für die Darstellung von Sensorszenen im öffentlichen Bereich und deren virtuelle Nachbildung. Die VDV-Schrift VDV-431 TRIAS (Travelers Realtime Information Advisory Standard) und der amerikanischen Quasi-Standard GTFS-RT (General Transit Feed Specification – realtime) bildeten einen Ausgangspunkt für die Untersuchung neuer Datenmodelle, die eine Übertragbarkeit zwischen unterschiedlichen Anwendungsfällen darstellen. Dazu vertrat INIT das Projekt in den Gremien SIRI, Nettes, IBIS-IP, ITxPT.

Für die Integration der Projektergebnisse in regiomove setzte raumobil außerdem auf den offenen, internationalen Standard für Shared Mobility, GBFS. Bei Start des Vorhabens war dieses Datenformat lediglich auf Echtzeitdaten beschränkt – demnach war die Verfügbarmachung von Prognosedaten für Sharing-Fahrzeuge in Reiseplanungsapps und deren Integration in die jeweilige Routenplanung auch auf internationaler Ebene vor dem Projekt komplett neu. Eine Erweiterung des Standards um Prognosedaten wurde als Resultat des Projektes beschlossen.

II.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Um die KI-basierte Fusion von Daten bestmöglich an den Bedarfen der jeweiligen Datenlieferanten und -nutzer auszurichten, wurden im Rahmen des Vorhabens, wie in Abb. 1 dargestellt, vier wesentliche Perspektiven zugrunde gelegt:

Die Perspektive von Verkehr und Kommunen, die die Grundlage des AP2 darstellt, und breite Mobilitätsangebote und Verkehrsverhaltensdaten umfasst; die Perspektive der öffentlichen Verkehrsmittel (ÖV) und ihrer Betreiber (AP3), in denen einerseits umfangreiche Daten zu ÖV-Betrieb und Nutzern anfallen, welche datenschutzsicher fusioniert wurden, und die wiederum systemisch von einer verbesserten und aggregierten Datenlage profitieren sollen; die Perspektive von Endnutzern (AP4), die die Mobilitätsangebote nutzen möchten und dazu insbesondere über ihre mobilen Endgeräte und eine Anwendung auf Grundlage der regiomove-App den Zugang zu neuen Mobilitäts- und Informationsdiensten erhalten sollen, und über ihr Mobilitätsverhalten und individuelle Präferenzen zu einem Menschen-zentrierten Daten-Ökosystem beitragen; sowie die Perspektive der Smart Stations (AP5) als Ausblick auf künftige Umstiegplätze zum Wechsel der Verkehrsträger, die den bequemen, sicheren und effizienten Wechsel der Verkehrsträger für die Menschen gewährleisten sollen und dazu einerseits Daten zu ihrer Nutzung bereitstellen können, und andererseits fusionierte Informationsangebote an die Menschen zurückspiegeln können, um sie bedarfsorientiert und nahtlos beim Wechsel der Verkehrsträger zu unterstützen.

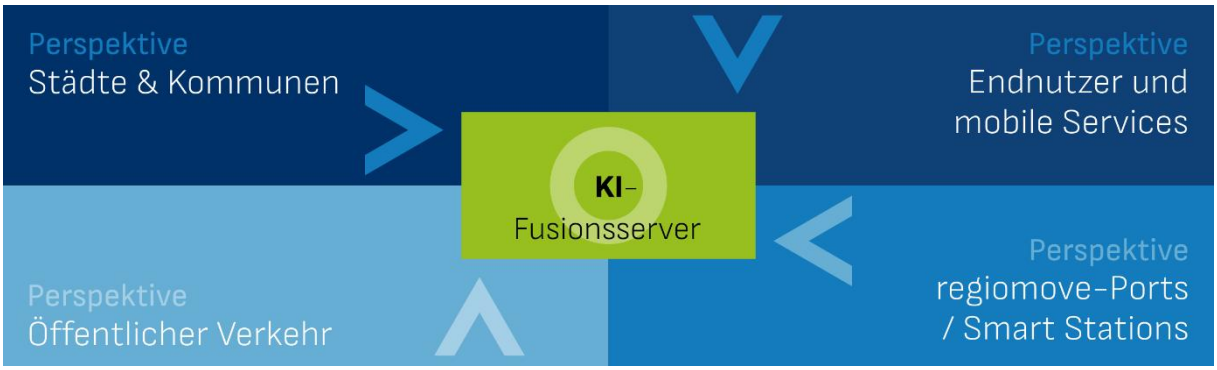


Abb. 1: Überblick über Projektstruktur, gemäß derer vier Perspektiven im KI-Fusionsserver verbunden werden, und von dort wiederum von Ergebnissen über individuelle Anwendungen profitieren.

Dabei leisteten die AP2–5 sowohl die prototypische Bereitstellung von Daten aus dem Mobilitätsbetrieb, als auch die Entwicklung von neuen Angeboten (in Bezug auf Mobilitätsleistungen und Informationen), die in der jeweiligen Perspektive einen Mehrwert für das Gesamtsystem bereitstellen können, sowie damit verbunden die Evaluation der Tauglichkeit dieser Angebote für den identifizierten Zweck, insbesondere in Hinblick auf das übergreifende Ziel, den Mobilitätswandel positiv auszugestalten und zu stützen.

Diese vier Datenquellen wurden aufbereitet, auf Datenschutzrisiken analysiert und über definierte Schnittstellen an einen Fusionsserver (AP6) übertragen, der inkrementell im Projekt entwickelt wurde, und die Daten auf Grundlage der Erkenntnisse und Bedarfe der zuliefernden und gleichzeitig verwertenden AP2–5 über KI-basierte Verfahren aggregiert, fusioniert, abstrahiert und für die jeweiligen Anwendungen disseminiert. Dabei sollte die frühe operative Anbindung der Datenquellen an AP6 sicherstellen, dass technische Hindernisse frühzeitig identifiziert und gelöst werden konnten, und im Projektverlauf agil auf Basis wissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse im laufenden prototypischen Betrieb reagiert, und der Betrieb angepasst werden konnte.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden im Projektverlauf im AP7 in den Transfer mit den bereits zu Beginn etablierten Datenlieferanten und -nutzern (AP2–4) gebracht, um mögliche Anwendungen und Verwertungen zu diskutieren, Anforderungen einzuholen, und dynamisch die Projektarbeiten im Bedarfsfall und bei Möglichkeit anzupassen, sowie Potentiale für aufbauende zukünftige Projekte mit weiteren Partnern zu identifizieren. Ferner erfolgte hier regelmäßig die interdisziplinäre Harmonisierung mit dem wissenschaftlichen Begleitprojekt.

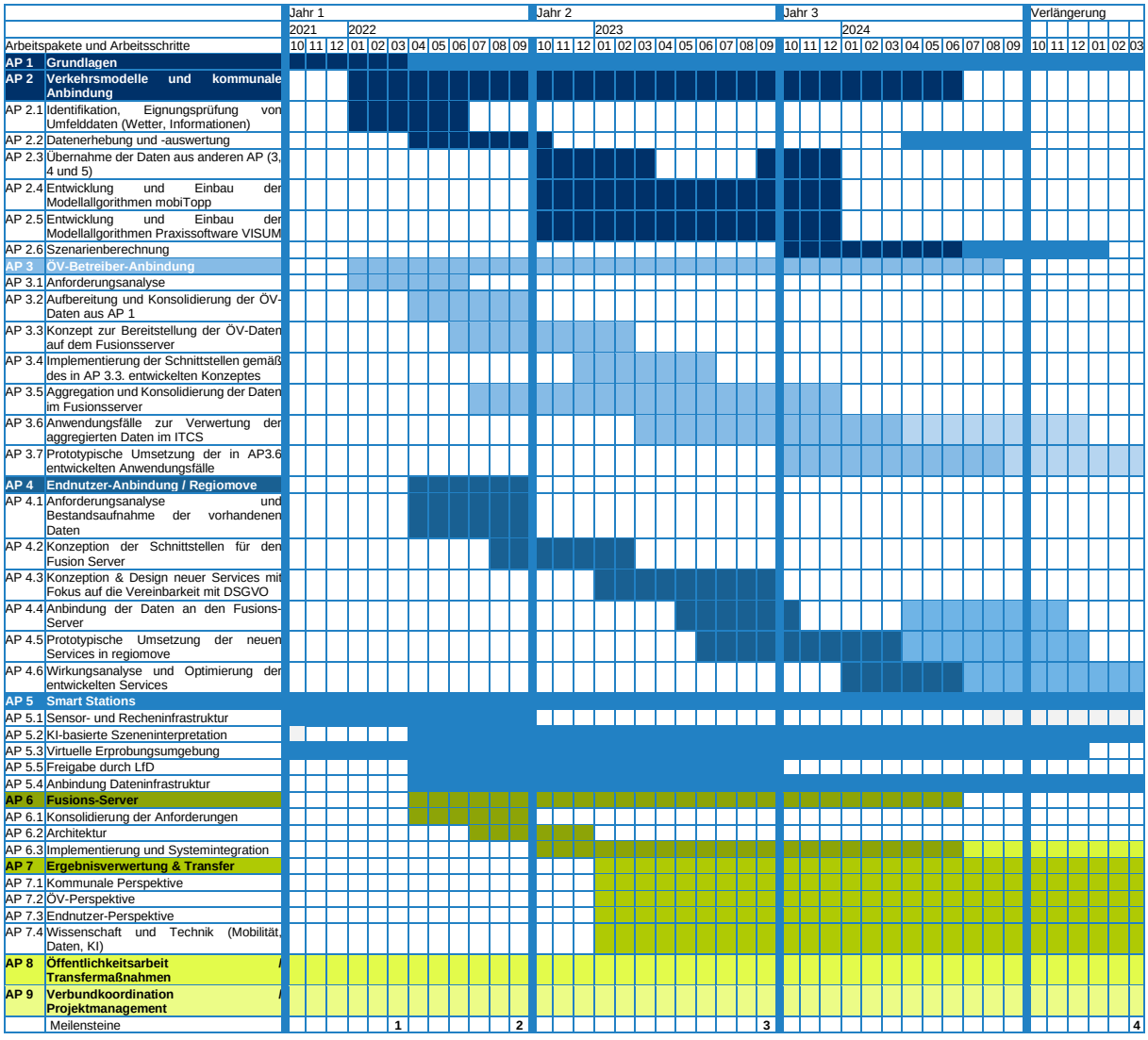
Im Rahmen des AP8 wurden zudem allgemeine Interessenten und Stakeholder sowie die breite Öffentlichkeit im Rahmen einer gemeinsamen Öffentlichkeitsarbeit adressiert. Tätigkeiten der Verbundskoordination und des Projektmanagements wurden im Rahmen des AP9 durchgeführt.

Das initiale AP1, in dessen Rahmen lediglich Grundlagen für den weiteren Projektverlauf erarbeitet werden sollten, wurde in Abstimmung mit den Partnern und dem Projektträger über die gesamte Laufzeit verlängert: Es war festgestellt worden, dass der gemeinsame themenoffene und interdisziplinäre Austausch, der in den Regelterminen stattfand, nur unzureichend durch die fachspezifischen und projektorganisatorischen Arbeiten der anderen APs abgedeckt werden konnte. Um die stetige Abstimmung aller inhaltlichen Arbeiten sicherzustellen und interdisziplinäre Fragen niederschwellig thematisieren und beantworten zu können, wurde das Arbeitspaket unter Leitung des KIT bis zum Projektende fortgeführt.

Im Projektverlauf wurden an mehreren Stellen Anpassungen der Planungen erforderlich. Im September 2022, zum Ende von Projektjahr 1, wurde der Bedarf identifiziert, Mobilfunkdaten für die verkehrliche Bewertung in das Vorhaben einzubeziehen, um eine neutrale Datenquelle zum Verkehrsaufkommen zu erhalten. Entsprechend wurde seitens KIT, wo die Datenauswertung verortet war, ein Aufstockungsantrag gestellt, um entsprechende Daten in das Vorhaben einzubeziehen.

Im Frühjahr 2024, zu Beginn des dritten Projektjahrs, wurde absehbar, dass erhebliche Verzögerungen mit Datenschutz und Betrieb von Sensorik an den Smart Stations (AP5) die geplante Realdatenerhebung projektkritisch verzögern würde. Während ursprünglich ein Erhebungsbeginn in Projektjahr 1 geplant war, konnte trotz unterschiedlicher positiver Signale in der Zwischenzeit, bis einschließlich Anfang Projektjahr 3 keine Sensorik installiert und betrieben werden. Da jedoch zu diesem Zeitpunkt die Klärung absehbar war, lediglich die erwartete Erhebungsdauer erheblich zu gering gewesen wären, um eine Auswertung der Daten zu ermöglichen, wurde im Mai 2024 eine Verlängerung des Projekts um sechs Monate beantragt. Diese betraf primär die Erhebung auf den Smart Stations (AP5), aber sekundär alle abgeleiteten Analysen in aufbauenden Arbeitspaketen. Im Rahmen der Verlängerung wurden aber auch weitere wesentliche Projektergebnisse erreicht, die nicht direkt mit der Erhebung der Smart Stations im Zusammenhang standen.

Tabelle 1: Überblick über die tatsächliche Projektstruktur inklusive der beantragten Verlängerung um 6 Monate. Hellere horizontale Balken entlang späterer Projektmonate stellen Laufzeitanpassungen der Arbeitspakete gegenüber der initialen Antragsplanung dar. Insbesondere wurde AP1 über die gesamte Projektdauer verlängert, um die Perspektiven der Partner stetig abzugleichen.



II.3.1 Planabweichungen und Verzögerungen

Im Jahr 2022 wurde im Projektkonsortium beschlossen, keine Nutzer:innendaten von regiomove an den Fusionsserver anzubinden. Es wurde kein konkreter Anwendungsfall identifiziert, für welchen dies notwendig gewesen wäre und welcher dies datenschutzrechtlich begründet hätte. Die Arbeiten an AP4 „Endnutzer-Anbindung / Regiomove“ wurden dadurch nicht negativ beeinflusst. Die projektübergreifende Nutzung dieser Daten (unabhängig vom Fusionsserver) aus regiomove war außerdem aufgrund von Verzögerungen bei der Erstellung eines Datennutzungsvertrages vom KVV mit dem gesamten Konsortium nicht gleich von Projektbeginn an möglich.

Im Jahr 2023 wurde beschlossen, die neuen Services, entgegen der ursprünglichen Planung, in der neu entwickelten regiomove-smap (Webanwendung) zu implementieren. Diese smap-Lösung ermöglicht ebenfalls die Darstellung aller Mobilitätsangebote und Routings im KVV-Gebiet in einer Kartenanwendung, beinhaltet allerdings im Gegensatz zur App keinen User-Account und keine Buchungsmöglichkeit, was im Rahmen des DAKIMO-Szenarios und für durchzuführende Nutzertests aber auch nicht erforderlich ist. Der Vorteil der Einbindung in der Webanwendung bzw. einer daraus einfach generierbaren PWA (Progressive Web App) liegt vor allem darin, dass Entwicklungen frontendseitig mit weniger Aufwand umgesetzt und einfacher modifiziert werden können, als in einer nativen App. Dies hatte keine Auswirkungen auf die Umfänge der Anwendungsfälle.

Da die im September 2024 durchgeführte Umfrage zu den im Projekt entwickelten App-Funktionen nicht zu der erwünschten Anzahl an Antworten geführt hat, wurde relativ kurz vor Projektabschluss im Frühjahr 2025 eine größere Befragung über ein Meinungsforschungsinstitut durchgeführt.

II.4 Erzielte Ergebnisse

Die erzielten Ergebnisse betreffen ein breites Anwendungsspektrum gemäß der Projektzielsetzung. Übergreifend hat das Projekt wesentliche Beiträge dazu geleistet, die Zusammenhänge von Mobilitätsnachfragen und Prognosen für intermodale Mobilität insbesondere für die Anwendung von KI zu analysieren und systematisieren. Entsprechende Arbeiten haben nicht nur dargestellt, wie Witterungseinflüsse Mobilitätsverhalten bestimmen, und wie entsprechende Modellierungen erfolgen können, sondern insbesondere auch dargestellt, wo heute die Grenzen der verfügbaren Daten liegen.

Diese Analysen sind eingeflossen in ein Konzept des KI-Fusionsservers, der über offene Datenquellen betrieben werden kann, und Kurz- sowie Langzeitprognosen von Sharing-Verfügbarkeiten errechnen kann. Die Funktion des Fusionsservers beruht auf einer für das Projekt entwickelten Struktur von mikroskopischen, irregulären, konvexen Zellen im Radius von wenigen Gehminuten, innerhalb derer eine zeitlich fein aufgelöste Prognose des Mobilitätsaufkommens bzw. der Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln durchgeführt werden kann. Auf Basis dieser Zellen wurden mathematische Modelle entwickelt, die über maschinelle Lernverfahren trainiert werden konnten, und eine recheneffiziente Prädiktion der Verfügbarkeiten leisten. Diese Modelle wurden auf dem gesamten Stadtgebiet von Karlsruhe und angrenzenden Gebieten erfolgreich angewendet, und mit einem System für intermodales Routing integriert. Durch die feine räumliche und zeitliche Auflösung der Zellen, und ihre geometrische Anordnung, wurde ermöglicht, dass diese eine präzise Zuordnung zu den geometrischen Planungsverfahren der Routenfindung ermöglichen, und feingranulare und akkurate Prädiktionen darstellen können.

Diese Entwicklungen wurden vom Partner raumobil in die Standardisierung überführt, indem der verbreitete GBFS-Standard (General Bikeshare Feed Specification), der zu Projektbeginn lediglich zur Kommunikation von aktuell existierenden Sharing-Fahrzeugen genutzt werden konnte, um Funktionen für die Darstellung von prognostizierten Verfügbarkeiten einschließlich Unsicherheiten ergänzt wurde. Im März 2025, zum Ende des Verlängerungszeitraums, wurde bei MobilityData die Abstimmung zur optionalen Erweiterung des GBFS-Standards beendet, und von der Community akzeptiert. Dadurch wurden prognostizierte Verfügbarkeiten Teil des GBFS-Releases 3.1 im Mai 2025, womit die

entwickelten KI-Verfahren Teil eines standardkonformen Routings durch Mobilitätsapps werden konnten.

Darüber hinaus wurde im Rahmen von DIN SAE SPEC 91518, in Kooperation mit dem etwa zeitgleich geförderten AVEAS-Projekt, ein Standard auf der Grundlage von ASAM OpenLABEL und OpenDRIVE entwickelt, mit dem Verkehrsszenen gemäß AP5 flexibel und vereinheitlicht dargestellt werden können, und Datenplattformen zum Austausch konsistenter Daten geschaffen werden können.

Im Jahr 2022 wurde der Datenbestand der regiomove-App umfassend analysiert und dem Projektkonsortium vorgestellt. Zudem erfolgte eine gründliche Sichtung und Bewertung externer Datenquellen hinsichtlich ihrer potenziellen Einbindung in neue Routing- und Prognosefunktionen. Besonderes Augenmerk galt dabei Wetterprognosedaten, deren möglicher Einfluss auf das Mobilitätsverhalten im intermodalen Kontext untersucht wurde. Eine systematische Auswertung der Buchungszahlen aus der App in Kombination mit Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ergab signifikante Korrelationen zwischen bestimmten Wetterparametern – insbesondere Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit – und der Nutzung von Bikesharing-Angeboten. Interessanterweise zeigte sich, dass der ÖPNV im Vergleich deutlich weniger wetterabhängig genutzt wird. Diese Erkenntnisse bildeten eine wichtige Grundlage für die Konzeption entsprechender Informations- und Prognosedienste in der App.

Ein zentrales Arbeitsergebnis war die Entwicklung eines datenschutzkonformen Konzepts zur Übertragung anonymisierter oder pseudonymisierter regiomove-Nutzungsdaten an den projektspezifischen Fusionsserver. Während ursprünglich eine Speicherung in der Microsoft Azure Cloud vorgesehen war, führten datenschutzrechtliche Bedenken zu einem Anbieterwechsel hin zur Bringe GmbH, einem deutschen Infrastrukturdienstleister. Dort wurde eine flexible, skalierbare Architektur aufgesetzt, die der bisherigen Struktur der regiomove-App entspricht und in drei getrennten Umgebungen (Dev, Stage, Prod) ausgerollt wurde. Die technische Umsetzung war maßgeblich für spätere Testszenarien und Schnittstellenentwicklungen.

In enger Zusammenarbeit mit den Partnern aus AP4 wurde eine Priorisierung der relevanten Funktionalitäten für die Nutzer:innen der App vorgenommen. Dabei wurden unter anderem Prognosefunktionen für die Verfügbarkeit von Sharing-Angeboten, Echtzeitinformationen zur Auslastung von Bus und Bahn, kontextbasierte Wetterdaten entlang geplanter Routen sowie Informationen zur Barrierefreiheit identifiziert. Diese Inhalte wurden in ein umfassendes Konzept überführt, das sowohl auf technische Machbarkeit als auch auf Nutzerakzeptanz geprüft wurde. Beispielsweise sollten die Wetterinformationen differenziert je nach gewähltem Verkehrsmittel dargestellt werden, während übergreifende Parameter wie Temperatur oder Niederschlagswahrscheinlichkeit unabhängig davon angezeigt werden.

Im Jahr 2023 erfolgte die technische Umsetzung erster Prototypen. Über die Schnittstelle brightsky.dev wurden stündlich aktualisierte Wetterdaten aus dem DWD in das regiomove-Backend eingebunden. Die visuelle Darstellung in der App wurde so gestaltet, dass Nutzer:innen jederzeit aktuelle und relevante Wetterinformationen entlang ihrer geplanten Verbindung erhalten (siehe Abbildung 1). Zudem wurde eine Favoritenfunktion für Routen eingeführt, um die Personalisierung der App weiter auszubauen.

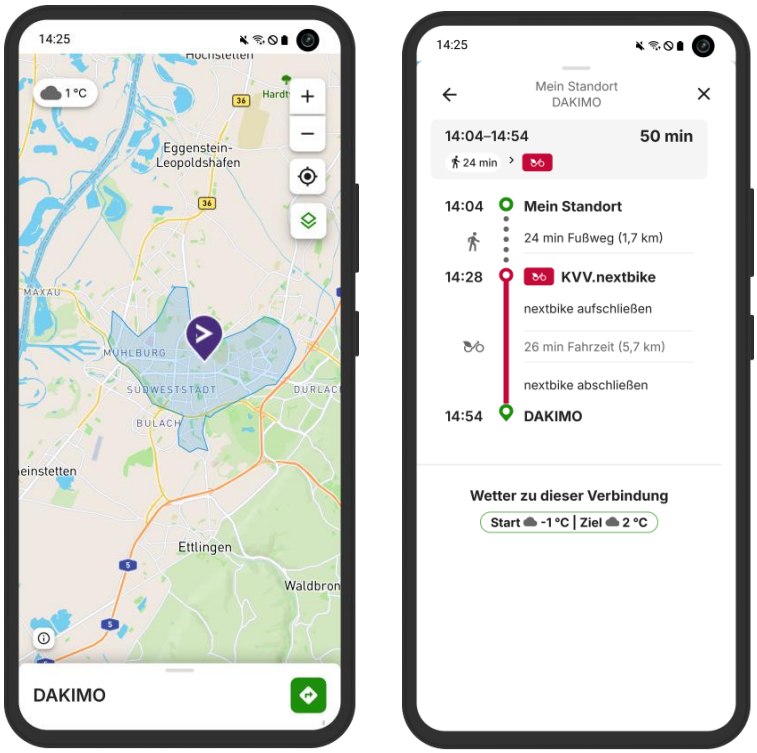


Abbildung 1: DAKIMO-PWA mit minimalistischer Wetteranzeige in der Kartenansicht (links) und Streckenwetter in den Routendetails (rechts)

Ein bedeutender Schwerpunkt lag in der Entwicklung eines technischen Verfahrens zur Integration von prognostizierten nextbike-Verfügbarkeiten in das Routing. Dabei wurden verschiedene Ansätze zur Abfrage und Darstellung diskutiert, insbesondere hinsichtlich der Herausforderungen bei Freefloating-Angeboten ohne feste Standorte. Die Lösung bestand darin, eine Erweiterung des internationalen GBFS-Standards vorzuschlagen, um auch probabilistische Prognosedaten in Routing-Systeme integrieren zu können. Der Vorschlag wurde 2024 von raumobil bei MobilityData eingereicht, beim Mobility Data Summit in Montreal vorgestellt und im März 2025 offiziell angenommen. Dies markiert einen bedeutenden Schritt in der internationalen Standardisierung und bietet eine Basis für zukünftige Anwendungen über das Projekt hinaus.

Parallel wurde ein auf der Smart Mobility Map (smap) von raumobil basierender Prototyp entwickelt, der erstmals die Darstellung und Nutzung von nextbike-Prognosedaten im Routing ermöglichte (siehe Abbildung 2). Die Anwendung wurde als Progressive Web App (PWA) realisiert, was insbesondere im Testbetrieb Vorteile hinsichtlich Wartung und schneller Anpassung bot. Erste Nutzertests zeigten eine hohe Verständlichkeit und Akzeptanz der Funktion. Dabei wurde deutlich, dass die Anzeige der Wahrscheinlichkeit für das Zustandekommen einer Verbindung mit nextbike zu einem bestimmten Zeitpunkt für die Nutzer:innen wesentlich hilfreicher war als beispielsweise eine rein geografische Darstellung auf der Karte.

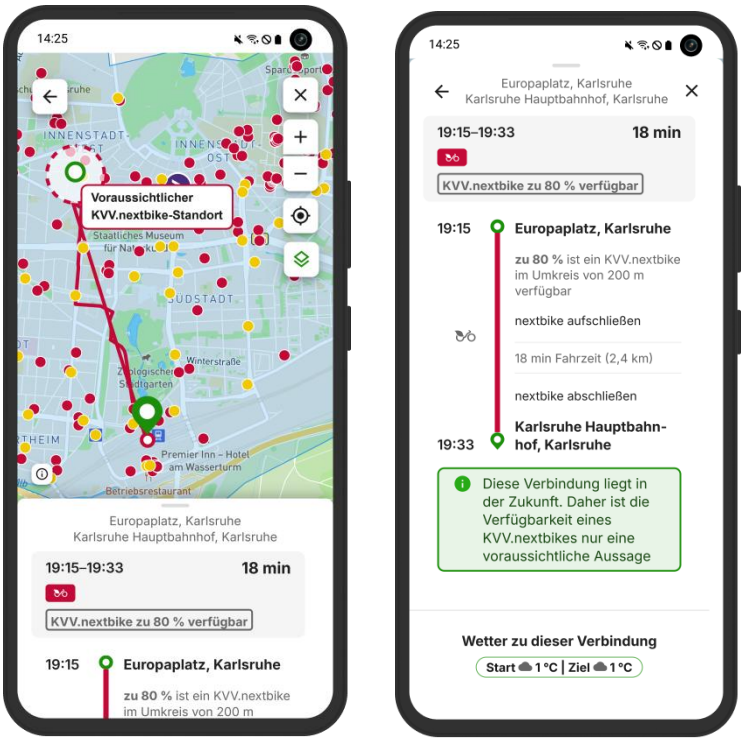


Abbildung 2: Darstellung der nextbike-Prognosedaten in der DAKIMO-PWA

Im Sommer 2024 fand ein Usability-Testessen mit 12 Teilnehmenden statt, bei dem ein Klickdummy getestet wurde. Die Rückmeldungen bestätigten die Nutzerfreundlichkeit der Funktion, zeigten jedoch auch Optimierungspotenziale in Bezug auf die Verständlichkeit von Icons und Informationsdichte. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde die Darstellung weiterentwickelt und um erläuternde Texte ergänzt. Im Herbst 2024 folgte eine größere Feldstudie, deren Rücklauf jedoch zunächst hinter den Erwartungen zurückblieb. Daher wurde Anfang 2025 eine zusätzliche Online-Befragung über ein Meinungsforschungsinstitut durchgeführt. Die Teilnahme von rund 1.500 Personen mit nachgewiesener Affinität zu Sharing-Angeboten ermöglichte eine valide Bewertung der neuen Funktionen.

Die Ergebnisse der Umfrage bestätigten eindrucksvoll die Relevanz der entwickelten Dienste: Rund 90 % der Teilnehmenden bewerteten die Prognosefunktion als „hilfreich“ oder „sehr hilfreich“ (siehe Abbildung 3). Besonders aufschlussreich war die differenzierte Einschätzung verschiedener Darstellungsvarianten. Während die bisher implementierte Wahrscheinlichkeitsanzeige gut bewertet wurde, sprach sich eine knappe Mehrheit für eine numerische Darstellung der zu erwartenden Fahrzeuganzahl aus (siehe Abbildung 4). Diese Erkenntnis wird nach Projektabschluss in künftige Iterationen einfließen. Auf die Frage, ob die neu entwickelte Funktion für die Befragten auch Wege erschließen könnte, die diese bisher nur mit dem Auto durchführen, war das Feedback ebenfalls weitestgehend positiv, was für die Weiterentwicklung motiviert (siehe Abbildung 5).

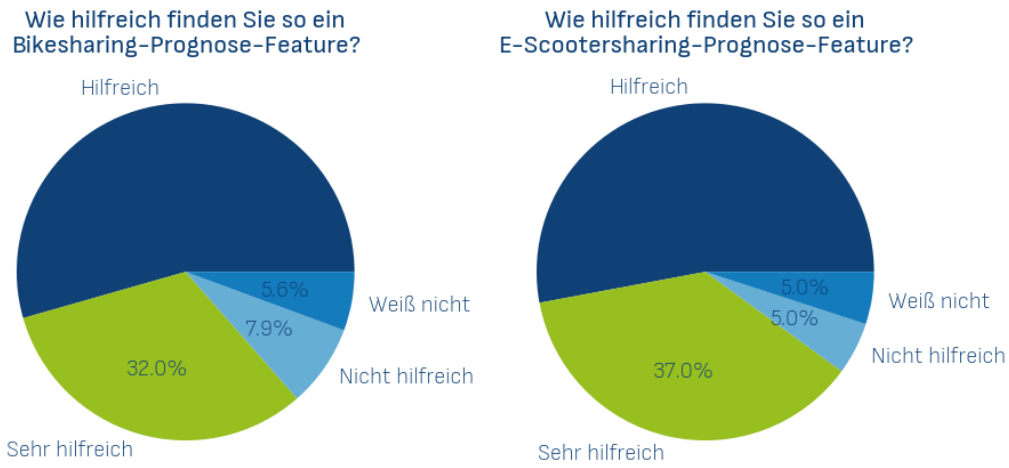


Abbildung 3: Feedback zum Prognose-Feature in der DAKIMO-PWA (Abbildung 2)

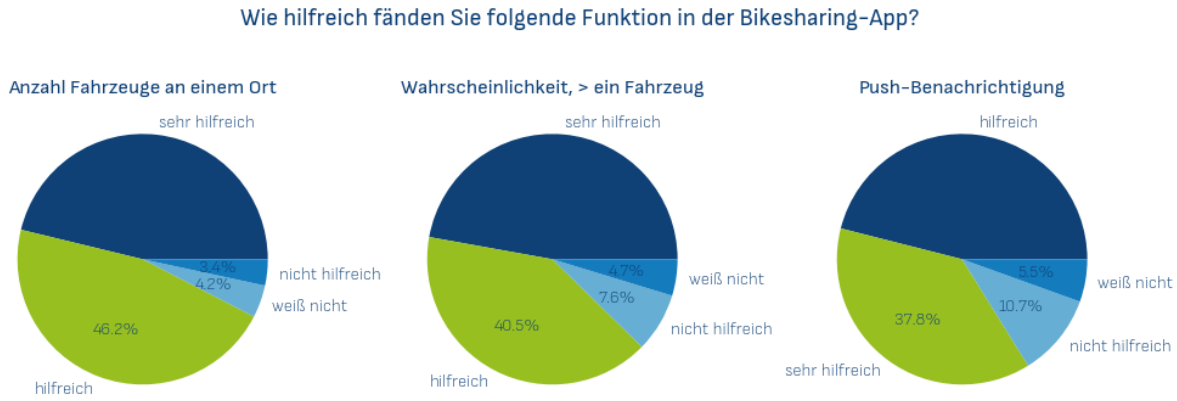


Abbildung 4: Feedback zur Darstellungsform des Prognosefeatures. Knapp bevorzugt wird die Angabe der voraussichtlich verfügbaren Anzahl von Fahrzeugen an einem bestimmten Ort.

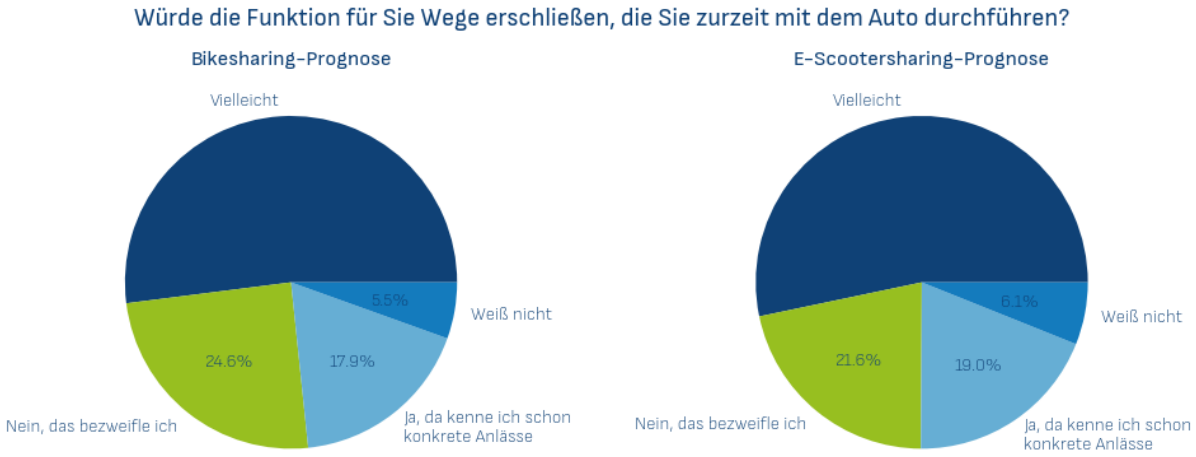


Abbildung 5: Weniger als ein Viertel der Befragten kann sich gar nicht vorstellen, dass die neue Funktion das Auto in Teilen ersetzen kann

Die Einbindung der Prognosedaten in die bestehende App-Logik konnte ohne Brüche realisiert werden. Sobald Nutzer:innen eine Verbindung mit einem zukünftigen Zeitpunkt planen, wird automatisch die entsprechende nextbike-Prognose aktiviert und angezeigt. Damit wird die relevante Information genau in dem Moment bereitgestellt, in dem sie gebraucht wird – ein Beispiel für kontextsensitives Design, das sich nahtlos in den Mobilitätsalltag einfügt. Der hohe Innovationsgrad dieser Lösung ergibt sich insbesondere aus ihrer Kombination von technischer Eleganz, Nutzerzentrierung und Standard-konformität.

Gleichzeitig wurde die intermodale Routingfunktion der App auf Basis des Open Trip Planner weiterentwickelt. Diese bildet die technische Grundlage für die Integration weiterer Prognosefunktionen – etwa für Carsharing, ÖPNV-Auslastung oder langfristig auch E-Scooter. Damit ist ein skalierbares System entstanden, das auch nach Projektende weiter ausgebaut und modular angepasst werden kann. Die Kombination aus verlässlicher Prognose, intuitiver Darstellung und offener Architektur versetzt raumobil in die Lage, ähnliche Lösungen künftig auch für andere Regionen oder Plattformen bereitzustellen.

II.5 Darstellung des während des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen

Trotz Literaturrecherche und des Besuchs von Konferenzen und Fachveranstaltungen sind keine relevanten Fortschritte auf diesem Gebiet bei anderen Stellen bekannt geworden.

II.6 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit der Ergebnisse

Abstimmungen mit den Stakeholdern und verwandten Initiativen im Projektverlauf belegen die hohe Chance, Projektergebnisse in die Anwendung zu überführen. Entsprechende Abstimmungen zur überregionalen Erweiterung der Lösungen wurden bereits in Projektjahr 2 geführt, und sind Gegenstand aktiver Initiativen. Die Erweiterung des GBFS-Standards durch den Partner raumobil ermöglicht insbesondere, die im DAKIMO-Projekt entwickelte KI-Prognose in Standard-Software für Routing einzusetzen. Dies stellt eine zentrale Verwertungsperspektive dar, da mit der Ergänzung des Standards internationale Anwendungsfälle geschaffen werden sollen, die diese Funktionalitäten praktisch unterlegen.

In den zu Projektabschluss durchgeführten Befragungen hat sich außerdem eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz gezeigt, so dass bei raumobil eine hohe Motivation besteht, die Entwicklungen an der Anwendung fortzuführen.

II.7 Zusammenarbeit mit anderen Stellen außerhalb des Verbundprojektes

Der regelmäßige Austausch mit dem Begleitforschungsprojekt DIONA hat zu wesentlichen Impulsen außerhalb des Scopes des Forschungsprojekts beigetragen. Erste intensive Diskussionen zur überregionalen Übertragung der Lösungen zwischen dem DAKIMO-Konsortium, der Invenium GmbH, der Stadt Freiburg, dem Verkehrsverbund Rhein-Sieg, der Stadt Dresden, MobiDataBW, KVV, sowie der KI-Allianz Baden-Württemberg, führten 2024 zur gemeinsamen Initiative eines mFUND-Förderantrags beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), dessen Ziel die Weiterführung der Arbeiten in Bezug auf erklärbare KI (XAI) und die Anwendung und Evaluation der Lösungen in anderen deutschen Regionen war. Die Ergebnisse flossen ferner ein in die Projektinitiative C2CBridge [1] als Teil des Deutschen Zentrums Mobilität der Zukunft des BMDV, sowie die

[1] https://www.kamo.one/c2c-bridge/

Projektinitiative BRAVE10K, die jeweils die beteiligten Forschungspartner und weitere Partner des Vorhabens verbinden.

II.8 Veröffentlichungen, Vorträge Referate, etc.

Das Projekt wurde im Rahmen der folgenden Publikationen vorgestellt (inkl. Präsentationen auf wissenschaftlichen Konferenzen, auf die aufgrund von eingereichten Papers eingeladen wurde):

- KAMO-Magazin Erstausgabe, August 2023: Wie bringen uns Künstliche Intelligenz und Daten nahtlos und nachhaltig ans Ziel?
- Straßenverkehrstechnik 9/2023: Einfluss des Wetters auf das Verkehrsverhalten.
- TRB Annual Meeting 2024: Impact Of Weather On Travel Behavior Throughout The Seasons – Analysis Of Two National German Household Surveys.
- Heureka 2024: Prognose der Verfügbarkeit von Bikesharing-Fahrrädern zur Ermöglichung intermodaler Mobilität.
- IATBR 2024 - 17th International Conference on Travel Behavior Research: Impact of weather on mobility characteristics – empirical findings based on the German Mobility Panel.
- hEART 2024 - 12th symposium of the European Association for Research in Transportation: Who commutes by bicycle all year round? Analysis of influencing factors based on a survey incorporating weather sensitivity.
- ETC 2025 – European Transport Conference: Beyond the Nearest Station: Enhancing Mobility Research with High-Resolution Weather Data. (Eingereicht)

Das Projekt war auf den folgenden Veranstaltungen, Messen und Kongressen vertreten:

- UITP Global Public Transport Summit 2023, Barcelona: Auftritt mit dem Leistungszentrum KAMO: Karlsruhe Mobility / dem Karlsruhe Mobility Lab der TechnologieRegion Karlsruhe durch Multimedia-Präsentation des Projektkonzepts, alle Projektpartner.
- Wissenswoche Mobilität 2023, Karlsruhe: Vortrag zur Projektidee mit Zwischenergebnissen vor öffentlichem Publikum von Tanja Klopper, raumobil, sowie Posterpräsentation im Rahmen des Leistungszentrums KAMO: Karlsruhe Mobility und Demo der Smart Mobility Map (smap) mit DAKIMO-Vorschau.
- Regionalkonferenz Mobilitätswende 2024, Wiesloch: Vortrag zu Projektzwischenergebnissen vor öffentlichem Publikum, Pia Tulodetzki, KIT.
- KAMO Seminarreihe 2024, Karlsruhe: Einfluss von Wetter auf die Mobilität - Zwischenergebnisse aus dem Projekt DAKIMO, Gabriel Wilkes, KIT.
- DVWG Summit 2024, München: Vortrag zu Projektergebnissen vor Fachpublikum und Studierenden, Jens Ziehn, Fraunhofer IOSB.
- Mobility Data Summit 2025, Montreal: Projektvorstellung und Diskussion der Erweiterung des GBFS-Standards um ein Prognosedatenformat von Bastian Leferink, raumobil.

II.9 Literaturverzeichnis

[1] INTRAPLAN Consult GmbH, „Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr - Mittelfristprognose Winter 2020/21," Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur, Bonn, 2021.

[2] ADAC, „Umfrage: Bereitschaft zum Umstieg auf ÖPNV vorhanden," adac.de, 2017.

[3] Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH, „Fahrrad-Monitor Deutschland 2019," Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Mannheim, 2019.

[4] BMU, forsa, „Umweltbewusstsein in Deutschland 2018," Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Berlin, 2019.

[5] Ford, YouGov, Zukunftsinstitut, „Mobility Zeitgeist Studie," Zukunftsinstitut, 2020.

[6] TAF u. Statista, „ÖPNV Marktstudie B2B und B2C," Statista, 2019.

[7] A. Anselm, C. Brüggebusch, P. D. V. M. Carlow, D. E. Demidova, A. Hagedorn, D. H. Kirschfink, L. Kleintje, I. Lishchuk, M. Löhdefink, O. Mumm, M. Murad, J. Peters, R. Rose, A. Sander und S. Schestakov, „Data4UrbanMobility," Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Hannover, 2020.