Journal für Mobilität und Verkehr

ISSN 2628-4154

www.dvwg.de

Mobilitätsdaten als Grundlage für eine ganzheitliche ÖPNV-Planung: Die PIMO-Plattform

Marlene Grebe, Michael Ortgiese*, Pradeep Burla, Kerstin Stark

Siehe Autor*innenangaben

Abstract

Mobilitätsdaten sind ein zentraler Hebel für die Weiterentwicklung der Verkehrsplanung und bilden die Grundlage für effiziente, integrierte und evidenzbasierte Planungsprozesse. Technologische Entwicklungen in den Bereichen Sensorik, Vernetzung von Mobilitätssystemen und IoT sowie neue gesetzliche Anforderungen, beispielsweise im Rahmen der IVS-Richtlinie, führen zu einer wachsenden Verfügbarkeit offener Mobilitätsdaten. Vor diesem Hintergrund braucht es Tools und Plattformen, die Daten integrieren, verarbeiten und für die Planung niedrigschwellig nutzbar machen. Die im Forschungsprojekt entwickelte ÖPNV-Planungsplattform PIMO zielt darauf ab, die strategische mit der operativen Planung zu verknüpfen und die Bereitstellung eines attraktiven, nachhaltigen und resilienten ÖPNV-Angebots zu unterstützen. Hierfür stellt sie ein technisches System zur Verfügung, das zentrale Komponenten integriert: (1) ein Datenmanagement zur Integration und Verarbeitung von Daten, zur Sicherung ihrer Qualität sowie zur Nutzung von Datenräumen, um die Souveränität der Akteure zu wahren; (2) die Integration von Verkehrsmodellen verschiedener Planungsebenen (makroskopisch, mesoskopisch, mikroskopisch); (3) die Bereitstellung von Daten für verschiedene Akteure über angepasste Nutzer-oberflächen einschließlich der Anbindung bestehender Fahr- und Dienstplansysteme. Die PIMO-Plattform wird auf der Grundlage von Anwendungsfällen in der Region Oberspreewald-Lausitz entwickelt. Erste Erkenntnisse aus der Anwendung zeigen, dass die Plattform in Kombination mit einer konsistenten Datenbasis und insbesondere der Integration von Auslastungsdaten dazu beitragen kann, die Lücke zwischen der strategischen Netzplanung und der operativen Angebotsplanung zu schließen und eine ganzheitliche, zukunftsfähige ÖPNV-Planung zu unterstützen.

Schlagwörter:

ÖPNV-Planung, digitale Planungsplattform, Mobilitätsdaten

1 Einleitung: Treiber für eine neue Planungsinfrastruktur

Die Verkehrs- und Mobilitätsplanung steht zunehmend vielfältigen und komplexen Anforderungen gegenüber. Leitbilder und Rechtsvorschriften auf EU- und Bundes- und Landesebene fordern die Umsetzung von Klimaschutzzielen, die Förderung nachhaltiger, intelligenter Mobilität sowie die Etablierung integrierter Planungsansätze. Besonders hervorzuheben ist die EU-Verordnung zum transeuropäischen Verkehrsnetz (TEN-V), die städtische Knoten zur Aufstellung von nachhaltigen urbanen Mobilitätsplänen (SUMPs) und zur Übermittlung von Mobilitätsdaten verpflichtet und gleichzeitig einen ganzheitlichen Planungsansatz für das gesamte „funktionale Stadtgebiet“ und über Sektoren hinweg fordert (Verordnung (EU) 2024/1679). Insbesondere eine vertikal und horizontal integrierte Planung, die über Stadt- und Kreisgrenzen hinausgeht und Wirtschaftsverkehr, Energieinfrastruktur und Raumplanung mit einbezieht, erfordert ein digital vernetztes Planungssystem. Die Komplexität und wachsende Anzahl der zu beteiligenden Akteure in der Verkehrsplanung werden zudem durch die Integration neuer

*korrespondierender Autor

Mobilitätslösungen wie automatisierter Fahrzeuge, Sharing-Angebote und Bedarfsverkehre verstärkt. Eine weitere Anforderung mit zunehmender Relevanz besteht in der Resilienz und Sicherheit von Verkehrssystemen. Zunehmende Extremwetterereignisse und eine hybride geopolitische Bedrohungslage erfordern die Integration der zivilen mit der militärischen Planung, damit im Krisenfall schnell reagiert werden kann.

Mit diesen zunehmenden und neuen Anforderungen muss sich auch das Planungssystem weiterentwickeln. Erforderlich ist ein agiler, integrierter und digitaler Planungsprozess, der Akteure aus unterschiedlichen Bereichen einschließt und flexibel auf aktuelle Entwicklungen reagieren kann. Mobilitätsdaten bilden hier eine zentrale Grundlage. Sie ermöglichen es, das Verkehrssystem zunehmend digital abzubilden und in Kombination mit Modellen und Plattformen Szenarien zu simulieren, Wirkungen zu antizipieren und so evidenzbasierte Entscheidungen zu treffen. Die Verfügbarkeit von Mobilitätsdaten steigt zunehmend. In den vergangenen Jahren wurden insbesondere auf EU-Ebene mit dem Europäischen Datengesetz (Verordnung (EU) 2023/2854), der IVS-Richtlinie (Richtlinie (EU) 2023/2661), der TEN-V-Verordnung und der Daten-Governance-Verordnung (Verordnung (EU) 2022/868) Vorschriften zum Umgang mit Mobilitätsdaten erlassen, die Standards für die Erhebung, die Übermittlung und den Austausch von Daten festlegen. Die IVS-Richtlinie wird in Deutschland durch das Intelligente-Verkehrssysteme-Gesetz (IVSG) umgesetzt. Es sieht die Einführung definierter intelligenter Verkehrssysteme (IVS) vor, verpflichtet die zuständigen Stellen zur Bereitstellung definierter Mobilitätsdaten nach festgelegten Standards und regelt den Betrieb des nationalen Zugangspunktes, über den Daten bereitgestellt werden müssen (IVSG §§ 3-9, 2026). Die dynamische Entwicklung im regulatorischen Bereich trägt dazu bei, dass eine immer breitere Basis offener Mobilitätsdaten zur Verfügung steht, wodurch sich neue Potenziale für die digitale Verkehrsplanung eröffnen.

Um die vorhandenen Daten für die Planung nutzbar zu machen, sind entsprechende Infrastrukturen und Tools notwendig. Aktuelle Herausforderungen bestehen darin, heterogene Datenbestände zu harmonisieren, die Interoperabilität zwischen Systemen herzustellen und die Arbeitsprozesse von Akteuren aus unterschiedlichen Bereichen der strategischen und operativen Planung zu verzahnen. Einen Lösungsansatz bietet PIMO, eine Software-Plattform zur kollaborativen Planung von ÖPNV-Angeboten, die im Rahmen eines Forschungsprojekts vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt wird.

2 Herausforderungen in der ÖPNV-Planung

Der ÖPNV leistet einen entscheidenden Beitrag zur Daseinsvorsorge (BMV, 2025). Neben der Sicherstellung der alltäglichen Erreichbarkeit und dem Beitrag zur Mobilitätswende, spielt er auch in Krisenzeiten eine zentrale Rolle, indem er als potenziell kritische Infrastruktur die grundlegende Mobilität aufrecht erhält (BSI-KritisV § 9, 2016). Der ÖPNV steht vor der Herausforderung, trotz begrenzter finanzieller Mittel und neuer gesetzlicher Anforderungen ein attraktives, nachhaltiges und resilientes Angebot zur Verfügung zu stellen. ÖPNV-Planungen erfordern die Zusammenarbeit verschiedener Organisationen, Verwaltungsebenen und technischer Systeme. Demnach ist eine Vielzahl an Akteuren wie Aufgabenträger, Verkehrsunternehmen, Straßenbaulastträger sowie Stadt- und Regionalplanende beteiligt, die jeweils in ihrem eigenen Zuständigkeitsbereich arbeiten aber zur Erfüllung gemeinsamer Ziele aufeinander angewiesen sind. Die Zahl der relevanten Akteure nimmt durch das Aufkommen neuer Sharing- und On-Demand-Anbieter, die Elektrifizierung und Automatisierung von Angeboten sowie die Digitalisierung von Mobilitätsdiensten (beispielsweise in Form von Mobility as a Service (MaaS)-Plattformen) weiter zu. Insbesondere bei der Planung über kommunale und Landkreisgrenzen hinweg verstärkt die Akteursvielfalt die Herausforderung, trotz unterschiedlicher Datengrundlagen, Verkehrsmodelle und organisatorischer Strukturen zusammenzuarbeiten.

Hinzu kommt, dass die strategische und die operative Ebene der ÖPNV-Planung oft nicht ausreichend verknüpft sind. So werden die Verkehrsnachfrage bzw. Nachfragepotenziale und die Wirtschaftlichkeit des Angebots bei der übergeordneten strategischen Planung oft nur unzureichend berücksichtigt. Gleichzeitig liegt der Fokus bei der operativen Fahr- und Dienstplanung in erster Linie auf der Optimierung des vertraglich festgelegten Angebots des

Verkehrsunternehmens. Zwischen den beiden Ebenen fehlt eine systematische Rückkopplung, die strategische Zielsetzungen stärker mit operativen Umsetzungserfahrungen verbindet.

Neben der Verteilung der Zuständigkeiten über mehrere Organisationen und Verwaltungsebenen hinweg und der Notwendigkeit der Kopplung von Planung und Betrieb kommen die Heterogenität der Planungsfälle und die nur teilweise mögliche Formalisierbarkeit planerischer Abwägungen als Herausforderungen hinzu, die Komplexität und Unsicherheit in der Planung erhöhen können.

Diese Herausforderungen erfordern ein geteiltes Verständnis darüber, wie Rollen und Zuständigkeiten verteilt sind und welche Analysen zur Beantwortung einer konkreten Fragestellung sinnvoll sind. Um diesen Bedarf an Koordination und Transparenz zu decken, braucht es integrierte Planungsumgebungen, die kollaborative Prozesse und eine flexible, organisationsübergreifende Planung ermöglichen.

3 Die PIMO-Plattform: Konzept und Mehrwerte

Die Planungsplattform Intermodale Mobilität (PIMO) wird mit dem Ziel entwickelt, Akteure und Anwendungen aus der strategischen und operativen ÖPNV-Planung über eine flexible Plattformarchitektur mit offenen Schnittstellen zu verknüpfen, sodass eine integrierte Planung ermöglicht wird. Die Zielgruppe umfasst ÖPNV-Aufgabenträger, Verkehrsunternehmen und private Mobilitätsdienstleister. Auf der Ebene von Regionen bzw. funktionalen Stadtgebieten ist die Bereitstellung des ÖPNV-Angebots oft heterogen organisiert und es wird mit unterschiedlichen Systemen, Modellen und Datengrundlagen gearbeitet. Mit PIMO wird eine zentrale Softwareumgebung bereitgestellt, an die bestehende Fahrplan-, Dienstplan- und Leitsysteme sowie Datenbestände über offene Schnittstellen angeschlossen werden können. Zudem stellt die Plattform Verkehrsmodelle auf verschiedenen Planungsebenen bereit. Dies ermöglicht eine ganzheitliche, integrierte Planung bei der, je nach konkretem Planungsfall, Akteure und technische Infrastrukturen flexibel kombiniert werden können. Die gemeinsame Entwicklung und Bewertung von Szenarien, Ableitung von Maßnahmen und Visualisierung von Vorhaben stärkt die Transparenz, reduziert den Abstimmungsaufwand und beschleunigt Entscheidungen, beispielsweise in der Abstimmung von Stadt und Landkreis. Außerdem wird die Überführung strategischer Maßnahmen (beispielsweise Taktverdichtungen oder neue Bedarfsverkehre im Umland) in die Praxis erleichtert. Durch diese stärkere Verknüpfung der strategischen und operativen Ebene werden mögliche Konflikte zwischen Strategie- und Umsetzungsplanung frühzeitig erkannt und neue Angebote können schneller umgesetzt werden.

Die Vorteile einer datengestützten, kollaborativen Planung liegen vor allem darin, dass Entscheidungen auf einer breiten Grundlage an Daten, Modellen und interdisziplinären Abwägungen basieren und dadurch evidenzbasiert und nachvollziehbar sind. Zudem werden während des Planungsprozesses Organisationsaufwand und Ressourcen gespart, was insbesondere vor dem Hintergrund begrenzter finanzieller Mittel, gerade in ländlichen Regionen relevant ist. Durch die Simulation von Szenarien kann außerdem die Wirkung von Maßnahmen und Maßnahmenbündeln (z.B. Wirtschaftlichkeit, Nachfrageentwicklung oder Verlagerungseffekte) vorab ermittelt werden, sodass kostenintensive Fehlplanungen vermieden werden. Auch das indikatorbasierte Monitoring und damit die Rückführung operativer Daten in die strategische Planung kann über die digitale Planungsplattform stattfinden.

Neben der Optimierung des Regelbetriebs ist die PIMO-Plattform auch für zukunftsrelevante Planungsfälle geeignet, die mit einer höheren Unsicherheit verbunden sind. Dies betrifft beispielsweise die Einführung neuer Angebotsformen, wie bedarfsgesteuerter Verkehrsangebote (Demand Responsive Transport, DRT), deren Wirtschaftlichkeit, potenzielle Nachfrage und Netzintegration sich mit herkömmlichen Methoden deutlich schwerer abbilden lassen. Außerdem ermöglicht die Systemarchitektur die Kopplung und integrierte Planung mit weiteren Sektoren wie Wirtschaftsverkehr und Energie. Letzteres ist besonders für die Operation elektrifizierter Flotten relevant, deren Umfang, Routen und Ladezeiten eine direkte Abstimmung mit Netzkapazitäten erfordern. Über die in die Plattform integrierten Simulationsmodelle können zum Beispiel Vehicle2Grid-Konzepte geplant werden, bei denen Fahrzeugbatterien als Speicher zur Netzstabilisierung dienen. Besonders relevant ist die flexible Architektur der Plattform auch in Krisensituationen, in

denen eine schnelle, auf aktuellen Daten basierende Anpassung des ÖPNV-Systems notwendig wird, um eine grundlegende Mobilität aufrechtzuerhalten. Im Fall von Naturkatastrophen, Störungen der Infrastruktur oder militärischer Bedrohung muss innerhalb kürzester Zeit unter Einbezug verschiedener Akteure ein alternativer Betriebsplan erstellt werden, der ausgefallene Netzabschnitte umgeht und Ressourcen und Aufgaben verteilt. PIMO unterstützt dies durch die Möglichkeit, ad-hoc Szenarien zu simulieren, die Auswirkungen der eingeschränkten Infrastruktur unmittelbar zu bewerten und unter Einbezug aller relevanten Entscheidungsträger Handlungsmöglichkeiten abzuwägen.

4 Anforderungen an die Plattformarchitektur

Um die beschriebenen Mehrwerte in vollem Umfang realisieren zu können, muss eine Planungsplattform unterschiedliche Anforderungen erfüllen. Die Plattformarchitektur von PIMO kombiniert die folgenden Funktionen und Komponenten um einen kollaborativen und effizienten ÖPNV-Planungsprozess zu unterstützen.

Integration bestehender Anwendungen

Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen arbeiten bereits mit etablierten Softwaresystemen, beispielsweise zur Fahr- und Dienstplanung und zur Verkehrsmodellierung. Eine zentrale Anforderung an die Plattformarchitektur besteht deshalb darin, bestehende Anwendungen zu integrieren statt sie zu ersetzen. PIMO ermöglicht dies durch eine modulare Architektur mit offenen Schnittstellen (Konnektoren), die die Interoperabilität und Anbieterunabhängigkeit sicherstellt. Über diese Konnektoren können Softwaresysteme, regionale Verkehrsmodelle und Datenbestände angebunden und Medienbrüche vermieden werden. Gleichzeitig bleibt jeder Akteur für seinen Zuständigkeitsbereich verantwortlich und behält die Hoheit über die eigenen Daten. Auch operative Leitsysteme (z.B. ITCS, RTL) können über die Plattform integriert werden, sodass Betriebsdaten kontinuierlich in die strategische Planung zurückfließen. Insgesamt ermöglichen der modulare Aufbau und die offenen Schnittstellen eine dynamische Anpassung und Erweiterung der Plattform in Abstimmung mit aktuellen und zukünftigen Planungsfragen.

Verkehrsmodellierung, Simulation und Analyse

Die Verkehrsmodellierung über mehrere Planungsebenen bildet den methodischen Kern der Plattform. Durch die Kopplung makroskopischer, mesoskopischer und mikroskopischer Modelle (z.B. TAPAS, MATSim, SUMO) können Angebote systematisch geplant und gesteuert und strategische und operative Planungsschritte verknüpft werden. Die Modelle ermöglichen es, Maßnahmen wie Taktverdichtungen oder Bedarfsverkehre vorab auf ihre betriebliche Machbarkeit und Wirkung im Gesamtnetz zu prüfen. Der direkte Vergleich und die Visualisierung von Planungsszenarien durch Simulationen ermöglichen eine schnelle, kollaborative und evidenzbasierte Entscheidungsfindung. Zudem wird die Beteiligung externer Akteure wie Entscheidungsträger und Bürger*innen erleichtert und die Akzeptanz von Maßnahmen gesteigert. Basierend auf der breiten Datenbasis und den Ergebnissen von Modellierungen und Simulationen können detaillierte Analysen durchgeführt werden, die Indikatoren zu Kosten, Qualität und Nachfrage von Angeboten liefern. Neben Verkehrsmodellen ermöglicht die Architektur der Plattform außerdem die Integration von Modellen aus weiteren Sektoren wie Wirtschaft und Energie, beispielsweise für die Planung elektrisierter Flotten und Vehicle2Grid-Konzepten.

Spezialisierte Nutzeroberflächen

Da Planungsprozesse heterogene Rollen umfassen, braucht es Nutzeroberflächen (User Interfaces, UI), die auf die individuellen Anforderungen und Aufgaben zugeschnitten und niedrigschwellig nutzbar sind. Die Plattform stellt nutzerfreundliche Dashboards bereit, über die Parameter für Szenarien eingestellt und Ergebnisse visualisiert werden können, ohne dass ein tiefgreifendes Wissen über die zugrundeliegenden Modelle notwendig ist. Kooperatives Arbeiten wird durch eine Client-Server-Architektur unterstützt, die einen gemeinsamen Zugriff auf Planungsstände ermöglicht. Durch die übersichtliche Darstellung von KPIs (Key Performance Indicators) und Lagebildern wird die Interaktion zwischen Fachplaner*innen, Entscheidungsträger*innen und Bürger*innen erleichtert. Das System kann außerdem zwischen Regelbetrieb und Notstandsfall unterscheiden und in Krisensituationen entsprechende Ansichten bereitstellen und andere Prioritäten, Akteure und Zuständigkeiten adressieren.

Datenmanagement

Sämtliche Modelle und Analysen sind nur so belastbar wie die Daten, auf denen sie beruhen. Das Datenmanagement stellt daher das Fundament der Plattform dar und umfasst die Integration, Qualitätssicherung und Annotation heterogener Datenbestände. Relevant sind dabei unterschiedliche Datentypen: Betriebsdaten (z.B. Fahrplanleistung, Ist-Abfahrten), Auslastungsdaten (z.B. Fahrgastzahlen, Kapazitätsnutzung), Netzdaten (z.B. Haltestellen), Fahrplandaten, Verkehrsverhaltensdaten sowie soziodemografische Daten (z.B. Siedlungsstruktur, Einwohnerverteilung). Ein Datenmanagement mit standardisierten Schnittstellen und einem einheitlichen Datenmodell sichert einen durchgängigen Datenfluss ohne Medienbrüche. Da Zuständigkeiten und Datenbestände auf mehrere Organisationen verteilt sind, setzt PIMO nicht auf eine zentrale Datenhaltung. Stattdessen erfolgt der Datenaustausch über Datenräume, die es ermöglichen, dass jeder Akteur die Datenhoheit über seine Bestände behält und Daten unter definierten Bedingungen bereitstellt, statt sie abzugeben. So wird die Datensouveränität der Akteure gewahrt, was eine Voraussetzung für die Akzeptanz der Plattform bei Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen ist.

Semantische Schicht (Ontologie)

Die Ontologie bildet den semantischen Kern der Plattform. Sie verknüpft Planungsprozesswissen (z.B. Akteurskonstellationen, rechtliche Rahmenbedingungen, Planungsabläufe und Zuständigkeiten) mit Methoden- und Technologiewissen (z.B. über Verkehrsmodelle, Simulationsdienste und erforderliche Datengrundlagen). So werden fachliche Fragestellungen in ausführbare Prozessketten übersetzt und es wird sichergestellt, dass technische Komponenten kontextgerecht und nachvollziehbar eingesetzt werden. Dazu werden die Beziehungen zwischen organisatorischen Rollen und technischen Diensten maschinenlesbar abgebildet, sodass das System automatisch zuordnen kann, welche Werkzeuge für eine gegebene Planungsaufgabe geeignet und welche Akteure einzubinden sind. Ohne diese vermittelnde Schicht müsste jede Kombination aus Akteur, Planungsfall und Fachmodell einzeln und statisch verdrahtet werden – ein in einem verteilten, heterogenen und potenziell mit Krisenfällen konfrontierten System nicht tragfähiger Ansatz.

5 Funktionsweise der PIMO-Plattform

Die beschriebenen Komponenten und Funktionen der Plattform werden durch die technische Architektur umgesetzt und verbunden (Abb. 1). Die technische Funktionsweise von PIMO wird im Folgenden anhand eines konkreten Anwendungsfalls veranschaulicht: der Einführung eines bedarfsgesteuerten Verkehrs (DRT) in einer ländlichen Region. Diese Fragestellung ist repräsentativ, da sie sowohl strategische Überlegungen (Nachfragepotenziale, Wirtschaftlichkeit) als auch operative Anforderungen (Planbarkeit, Fahrzeugeinsatz) umfasst und die Zusammenarbeit mehrerer Akteure erfordert.

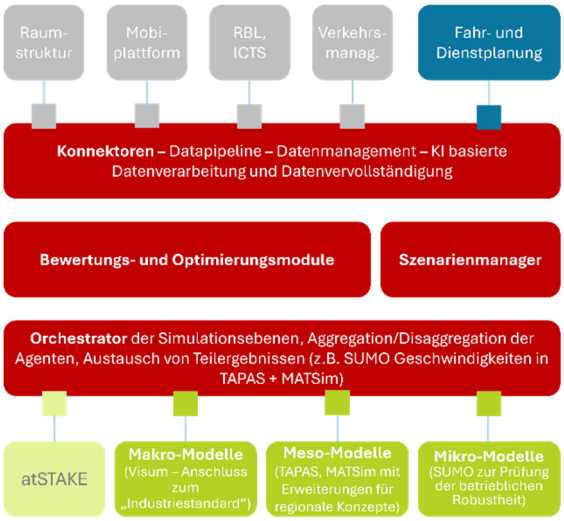


Abbildung 1: technische Architektur der PIMO-Plattform (Eigene Darstellung, 2026)

Ausgangspunkt ist die **Definition des Planungsszenarios**. Über ein nutzerfreundliches Dashboard geben die Planenden die Parameter für die Angebotsszenarien ein. Ausgewählt werden können beispielsweise das Untersuchungsgebiet (z.B. Landkreis oder Teilregion), ein Nachfrage-Schwellenwert (unter dem der Linienverkehr unwirtschaftlich wird), die DRT-Flottengröße, das gewünschte Service-Level (z.B. maximale Wartezeit, Fußweg zur Haltestelle) sowie die Strategie (Ersatz einzelner oder aller Linienabfahrten durch DRT). Diese Eingaben werden im **Szenarienmanager** verwaltet, der verschiedene Szenarien konsolidiert und für die weitere Verarbeitung vorbereitet. Die Ontologie interpretiert die Eingaben semantisch: sie erkennt, dass es sich um eine Angebotsplanung im ländlichen Raum handelt, identifiziert die relevanten Akteure und bestimmt, welche technischen Komponenten für die Fragestellung relevant sind.

Auf Basis dieser semantischen Zuordnung greift die Plattform über **Konnektoren** auf verteilte Datenbestände zu. So können über den Datenraum zum Beispiel Betriebsdaten, Auslastungsdaten, Netzdaten oder soziodemografische Daten abgerufen werden. Die Datenverarbeitung wird durch KI-basierte Verfahren unterstützt, die beispielsweise fehlende Werte ergänzen oder Muster in Nachfragedaten erkennen.

Anschließend erfolgt die Modellierung, die von einem **Orchestrator** koordiniert wird. Dieser koppelt die verschiedenen **Verkehrssimulationsmodelle** und stellt sicher, dass sie konsistent zusammenarbeiten. Im Beispiel der DRT-Planung können makroskopische Modelle wie Visum (PTV GmbH, 2026) beispielsweise die Nachfragepotenziale im Gesamtnetz berechnen und Abschnitte mit geringer Auslastung identifizieren. Mesoskopische Modelle wie MATSim (Horni et al., 2016) oder TAPAS (Heinrichs et al., 2016) können das DRT-Angebot auf individueller Ebene simulieren und abbilden, wie sich Fahrgastströme verlagern, wenn Linienverkehre durch DRT ersetzt werden. Mikroskopische Modelle wie SUMO (Alvarez Lopez et al., 2018) können die betriebliche Robustheit prüfen, etwa über den Verkehrsfluss an Haltestellen oder Fahrgastwechselzeiten.

Die Simulationsergebnisse werden von **Bewertungs- und Optimierungsmodulen** in entscheidungsrelevante Indikatoren überführt. Diese Module berechnen KPIs zu Nachfrageffekten (z.B. Verlagerung, Neugewinnung), Kosten (z.B. Fahrzeugeinsatz, Personalaufwand), Qualität (z.B. Reisezeit, Umsteigebeziehungen) und Angebotseffekten (z.B. Abdeckung, Taktung). Spezifische Optimierungsmodule für DRT können die Ausgestaltung des bedarfsgesteuerten Angebots unterstützen. Die Ergebnisse werden visuell vergleichbar aufbereitet, sodass Planende die Wirkungen von Szenarien im gesamten Netz betrachten und vergleichen können.

Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse über **Konnektoren zur Fahr- und Dienstplanung** an angeschlossene Systeme übergeben. So kann geprüft werden, welche Abfahrten sich betrieblich sinnvoll ergänzen lassen. Berücksichtigt werden können je nach System zum Beispiel Fahrzeug- und Personaleinsatz, Umlaufplanung, Dienstplanoptimierung und mögliche Leerlaufzeiten. Diese Rückmeldung fließt über die Konnektoren in die Plattform zurück, sodass der Szenarienmanager die Szenarien um ihre operative Machbarkeit erweitern kann.

Schließlich werden die Szenarien in der Nutzeroberfläche zur **kollaborativen Entscheidungsfindung** bereitgestellt (Abb. 2). Die Ontologie stellt sicher, dass alle Akteure Zugang zu den für sie relevanten Informationen haben. Durch die übersichtliche Visualisierung von Indikatoren und Szenarien können auch externe Akteure wie Entscheidungsträger*innen oder Bürger*innen ohne Fachkenntnisse in die Entscheidungsfindung einbezogen werden. Durch dieses Zusammenspiel technischer Komponenten ermöglicht PIMO eine evidenzbasierte Entscheidung darüber, ob im Untersuchungsgebiet DRT-Angebote umgesetzt werden sollen, welche klassischen Linien diese ersetzen sollen und wie die konkrete Ausgestaltung des Angebots aussehen kann.

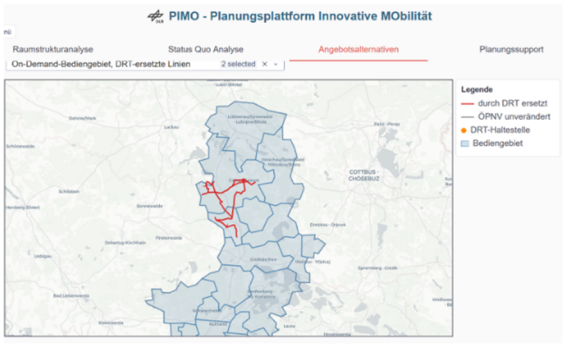


Abbildung 2: Visualisierung eines beispielhaften DRT-Angebotsszenarios in der PIMO-Nutzeroberfläche (Eigene Darstellung, 2026)

6 Anwendung und Pilotimplementierung

Die Architektur und Funktionsweise der PIMO-Plattform ermöglichen eine Vielzahl an Anwendungsfällen in unterschiedlichsten Bereichen der ÖPNV-Planung. Die durch die TEN-V-Verordnung vorgeschriebene Erstellung von SUMPs fordert explizit eine kooperative, zuständigkeitsübergreifende und ganzheitliche Planung für das „funktionale Stadtgebiet“ sowie die indikatorenbasierte Maßnahmenbewertung und datengestützte Entscheidungsfindung (Rupprecht Consult, 2026). PIMO unterstützt durch den modularen Aufbau, die offenen Schnittstellen und die nutzerspezifische Oberfläche die notwendige Integration von Planungsebenen, Planungssektoren, Zuständigkeitsbereichen, technischen Systemen und Datenbeständen. Die Plattform kann verwendet werden, um das vorhandene ÖPNV-

Angebot zu bewerten und zu optimieren und neue Angebote zu konzipieren, indem die Wirkungen von Maßnahmen (z.B. auf Nachfrage, Auslastung, Kosten) auf verschiedenen Ebenen simuliert werden. Dabei umfasst der Anwendungsbereich sowohl die strategische Planung, beispielsweise die Definition von Angebotsformen und -zielen oder die Erschließung neuer Bediengebiete, als auch die operative Planung, beispielsweise die Anpassung von Fahrplänen oder den Einsatz von Fahrzeugen und Personal.

Der Einsatzbereich von PIMO geht zudem über den Regelbetrieb hinaus und umfasst auch Krisen- und Notfallszenarien. Im Fall von Krisensituationen wie Naturkatastrophen, Infrastrukturausfällen oder Sicherheitslagen verändert sich das Verkehrsverhalten sowie die Verfügbarkeit von Infrastrukturen grundlegend und Datengrundlagen aus dem Regelbetrieb verlieren schnell ihre Aussagekraft. Die Plattform ermöglicht hier das Hinterlegen von Notfallplänen, die schnelle Integration neuer Datenquellen und die Generierung von Szenarien, um auch bei unvorhersehbaren Entwicklungen handlungsfähig zu bleiben. Zudem können weitere relevante Akteure und Systeme (beispielsweise aus dem Bereich der Bundeswehr) leicht eingebunden werden.

Die Pilotimplementierung in der Region Oberspreewald-Lausitz konkretisiert die beschriebenen Anwendungsbereiche unter realen Bedingungen. Der Landkreis Oberspreewald-Lausitz in Brandenburg ist ländlich geprägt, weist eine hohe Auspendlerstruktur auf und steht, wie viele weitere Landkreise, vor der Herausforderung, mit begrenzten finanziellen Mitteln ein attraktives ÖPNV-Angebot zu gewährleisten. Die PIMO-Plattform liegt aktuell als webbasierter Demonstrator vor und wird in Zusammenarbeit mit dem Transferpartner highQ Computerlösungen GmbH und dem Praxispartner Verkehrsgesellschaft Oberspreewald-Lausitz (VGOSL) umgesetzt und weiterentwickelt. Ziel der Zusammenarbeit mit der VGOSL ist es, die Praxistauglichkeit der Plattform unter realen Bedingungen zu testen und die Anwendung genau auf die Anforderungen der Planenden abzustimmen, damit ein möglichst hoher Mehrwert erzielt werden kann. Als kommunaler Verkehrsbetrieb stellt die VGOSL Regional- und Stadtbuslinien auch über die Landkreisgrenzen hinaus bereit und ist repräsentativ für zahlreiche Aufgabenträger in ländlich geprägten Regionen. Als Praxispartner gibt die VGOSL Anforderungen und Planungsfälle vor, die bei der Entwicklung berücksichtigt werden, stellt ausgewählte Planungsdaten zur Verfügung und wird den Prototyp im Realbetrieb testen sowie Feedback zu Bedienbarkeit, Praxistauglichkeit und Ergebnisqualität geben.

Im Folgenden werden exemplarische Anwendungsfälle beschrieben, die in der Region Oberspreewald-Lausitz mithilfe von PIMO umgesetzt werden sollen.

Ein zentraler Anwendungsfall ist die Einführung von DRT-Verkehren. Im Gebiet Calau/Großräschen soll ab 2027 testweise On-Demand-Verkehr statt liniengebundenen Angeboten erprobt werden. PIMO soll die VGOSL dabei unterstützen, weitere geeignete Gebiete für die Umstellung auf bedarfsgesteuerte Angebote zu identifizieren, die Auswirkungen auf den verbleibenden Linienverkehr, Umläufe, Dienste und Fahrzeugbedarf zu analysieren und nach der Implementierung zu evaluieren, ob das Angebot die gewünschte Wirkung erzielt hat. Dabei fließen unter anderem Betriebsdaten (Fahrplanleistung, Ist-Abfahrten), Auslastungsdaten (Fahrgastzahlen) und soziodemografische Daten (Einwohnerverteilung, Siedlungsstruktur) in die Modellierung ein.

Ein weiterer Use Case ist die Unterstützung des jährlichen Fahrplanwechsels. PIMO ermöglicht hier den Variantenvergleich verschiedener Fahrplanszenarien, die Versionierung von Arbeitsständen und die kartenbasierte Darstellung von Netzeffekten. Dies ist insbesondere für die Kommunikation mit dem Landkreis als Aufgabenträger und dem Kreistag als politisches Gremium relevant, da Karten und die Visualisierung von Linienstärken greifbarer sind als reine Zahlen.

Im Bereich der Notfallplanung besteht insofern Handlungsbedarf, als zwar Notfallpläne existieren, die jedoch manuell per Anruf oder E-Mail aktiviert werden müssen. PIMO soll vorbereitete Notfallszenarien bereitstellen, die bei Unwettern, Nebel oder anderen Störungen schnell aktiviert werden können. Priorisierte Points of Interest (POI) wie Schulen, Ärztehäuser oder Krankenhäuser sowie Mindestbedienanforderungen werden datenbasiert hinterlegt, sodass Ausdünnungsentscheidungen objektiv getroffen werden können.

Die Datenintegration im Landkreis Oberspreewald-Lausitz umfasst unter anderem Fahrplandaten,

Linien- und Haltestelleninformationen, Abo- und Ticketzahlen sowie perspektivisch auch Auslastungsdaten aus Zählsystemen, die ab 2027 in Bussen der VGOSL verfügbar sein werden. Insbesondere diese Auslastungsdaten sind von hoher Relevanz, da sie eine belastbare Grundlage für die Bewertung von Angeboten liefern. Auch Bahnfahrpläne und Fremdlinien sollen für die Anschlussplanung eingebunden werden. Über ein differenziertes Rollen- und Rechtekonzept wird sichergestellt, dass Akteure nur Zugriff auf für sie relevante Daten haben. So benötigt die VGOSL Bearbeitungsrechte, der Landkreis Einsichts- und Entscheidungsrechte, während externe Akteure wie privatwirtschaftliche oder wissenschaftliche Einrichtungen als Inputgeber mit begrenzter Sicht auftreten.

Technisch ist in der Pilotregion zudem die Verzahnung von PIMO mit der Software PlanB relevant, die zur Fahr- und Dienstplanung verwendet wird. Ein bidirektionaler Datenfluss ermöglicht es, dass PIMO Analyse- und Szenarienergebnisse an PlanB übergibt, und PlanB wiederum betriebliche Rückmeldungen (z.B. Fahrzeug- und Personaleinsatz, Leerlaufzeiten) an PIMO zurückspielt. So wird die Lücke zwischen strategischer Planung und operativer Machbarkeit geschlossen.

Die Pilotimplementierung im Landkreis Oberspreewald-Lausitz zeigt beispielhafte Anwendungsfälle der PIMO-Plattform und dient ihrer Validierung und Überführung in ein marktfähiges Produkt. Die Erkenntnisse aus der Praxis fließen kontinuierlich in den Entwicklungsprozess zurück, wodurch die Software genau mit den Anforderungen der Planungspraxis abgestimmt wird.

7 Fazit und Perspektive

Die PIMO-Plattform demonstriert, wie eine datengetriebene, kollaborative Planungsinfrastruktur dabei unterstützen kann, die ÖPNV-Planung an aktuelle und zukünftige Anforderungen anzupassen – von der Erfüllung gesetzlicher Vorgaben wie der TEN-V-Verordnung über die effiziente Nutzung finanzieller Mittel bis hin zur regionen- und zuständigkeitsübergreifenden Zusammenarbeit. Die Architektur der Plattform ermöglicht es, heterogene Datenbestände zu integrieren, Wirkungen auf verschiedenen Ebenen zu modellieren und Szenarien zu simulieren und vergleichend darzustellen, sodass evidenzbasierte Entscheidungen unter Einbezug aller relevanten Akteure getroffen werden können. Ein Kernmerkmal von PIMO ist dabei die niedrigschwellige Nutzbarkeit und die flexible Anpassbarkeit der Oberfläche und Funktionen, je nach Nutzergruppe, Planungsfall oder lokalen Gegebenheiten.

Die modulare Architektur ermöglicht es, PIMO über die klassische ÖPNV-Planung hinaus zu erweitern. Anwendungsbereiche wie Logistik und Güterverkehr oder Zivilschutz und Verteidigung können zukünftig an die Plattform angeschlossen werden, um eine ganzheitliche und resiliente Planung zu ermöglichen. Zudem ermöglicht der offene Aufbau der Plattform die schrittweise Integration sich weiterentwickelnder Technologien wie Künstlicher Intelligenz, die an verschiedenen Stellen der Plattform eingesetzt werden kann.

Die nächsten Schritte bestehen in der fortlaufenden Pilotimplementierung der Plattform und darauf basierenden Weiterentwicklung. Im Verlauf des Forschungsprojekts wird die Plattform von TRL 4 (Versuchsaufbau im Labormaßstab) auf TRL 7 (System im operationellen Umfeld) weiterentwickelt. Am Ende steht die Überführung in ein marktfähiges Produkt, das in der breiten Praxis angewendet werden soll.

Literaturverzeichnis

Alvarez Lopez, Pablo; Behrisch, Michael; Bieker-Walz, Laura; Erdmann, Jakob; Flötteröd, Yun-Pang; Hilbrich, Robert; Lücken, Leonhard; Rummel, Johannes; Wagner, Peter; Wießner, Evamarie (2018): Microscopic Traffic Simulation using SUMO, in: 2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC), Seiten 2575-2582. IEEE. The 21st IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, 2018-11-04 - 2018-11-07, Maui, USA. doi: 10.1109/ITSC.2018.8569938

Bundesministerium für Verkehr (BMV) (2025): ÖPNV - Öffentlicher Personennahverkehr. https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/oeffentlicher-personennahverkehr.html

Gesetz über intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr und deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern und über die Datenbereitstellung über den Nationalen Zugangspunkt (Intelligente-Verkehrssysteme-Gesetz - IVSG) vom 15. Mai 2026. (2026). Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 148. https://www.gesetze-im-internet.de/ivsg_2026/

Heinrichs, Matthias; Krajzewicz, Daniel; Cyganski, Rita; von Schmidt, Antje (2018): Disaggregated car fleets in microscopic travel demand modelling, in: The 7th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT 2016). The 7th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies, 2016-05-23 - 2016-05-26, Madrid, Spanien. doi: 10.1016/j.procs.2016.04.111.

Horni, Andreas; Nagel, Kai.; Axhausen, Kay. W. (Hrsg., 2016): The Multi-Agent Transport Simulation MATSim. London: Ubiquity Press. doi: http://dx.doi.org/10.5334/baw. License: CC-BY 4.0

PTV Planung Transport Verkehr GmbH (2026): PTV Visum. https://www.ptvgroup.com/de/produkte/ptv-visum

Richtlinie (EU) 2023/2661 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. November 2023 zur Änderung der Richtlinie 2010/40/EU zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern. (2023). Amtsblatt der Europäischen Union, L 2023/2661. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2661/oj

Rupprecht Consult - Forschung & Beratung GmbH (2026): Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan, 3. Auflage. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.

europa.eu/document/download/3fb33992-f63e-4c9e-b5cf-d18a576489f9_en?filename=SUMP%20

Guidelines_third%20edition_2026_final%20cover.pdf

Verordnung zur Bestimmung kritischer Anlagen nach dem BSI-Gesetz (BSI-Kritisverordnung - BSI-KritisV) vom 22. April 2016. (2016). Bundesgesetzblatt Teil I, 958. https://www.gesetze-im-internet.de/bsi-kritisv/

Verordnung (EU) 2022/868 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2022 über europäische Daten-Governance und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1724 (Daten-Governance-Rechtsakt). (2022). Amtsblatt der Europäischen Union, L 152, 1-44. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/868/oj

Verordnung (EU) 2023/2854 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2023 über harmonisierte Vorschriften für einen fairen Datenzugang und eine faire Datennutzung und zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/2394 und der Richtlinie (EU) 2020/1828 (Datenverordnung). (2023). Amtsblatt der Europäischen Union, L 2023/2854. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2854/oj

Verordnung (EU) 2024/1679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes, zur Änderung der Verordnungen (EU) 2021/1153 und (EU) Nr. 913/2010 und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 1315/2013. (2024). Amtsblatt der Europäischen Union, L 2024/1679. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1679/oj

Autor*innenangaben

Marlene Grebe
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
DLR Institut für Verkehrsforschung
Rudower Chaussee 7, 12489 Berlin

E-Mail: marlene.grebe@dlr.de

Prof. Dr. Michael Ortgiese
Professor für Verkehrs- und Mobilitätsmanagement
DLR Institut für Verkehrsforschung
Rudower Chaussee 7, 12489 Berlin

E-Mail: michael.ortgiese.@dlr.de

Pradeep Burla
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
DLR Institut für Verkehrsforschung
Rudower Chaussee 7, 12489 Berlin

E-Mail: pradeep.burla@dlr.de

Dr. Kerstin Stark
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
DLR Institut für Verkehrsforschung
Rudower Chaussee 7, 12489 Berlin

E-Mail: kerstin.stark@dlr.de