[PROJEKT.EINBLICK]

Wie bringen uns Künstliche Intelligenz und Daten nahtlos und nachhaltig ans Ziel?

Damit Mobilität wirklich nachhaltig ist, müssen wir verschiedene Verkehrsmittel kombinieren, manchmal sogar auf derselben Strecke: Erst in die Straßenbahn, dann in den Bus, und für die letzte Strecke das Sharing-Fahrrad – das klingt schon kompliziert. Und was, wenn die Straßenbahn voll ist, der Bus im Stau steht, und am letzten Halt keine Sharing-Fahrräder mehr verfügbar sind oder es regnet? Wo der Mensch den Überblick verliert, soll Künstliche Intelligenz (KI) einspringen. Im Forschungsprojekt DAKIMO wird eine KI für Verkehrsmittel-übergreifende Routenvorschläge entwickelt, die zukünftig zum Beispiel in der regiomove-App des KVV zum Einsatz kommt.[1]

Nachhaltige Mobilität braucht »intermodale« Mobilität, also den flexiblen Wechsel zwischen unterschiedlichen Verkehrsträgern – einerseits je nach Reiseziel, aber andererseits mitunter auch für einzelne Teilstrecken. Das Prinzip ist dabei so alt, wie es unterschiedliche Verkehrsträger gibt: Mit dem Fahrrad zum Bahnhof, und schließlich mit dem Bus ans Ziel, das war schon die Mobilität unserer Großeltern oder Urgroßeltern.

Aber einerseits ist das Mobilitätsangebot, vor allem in Städten, seither erheblich gewachsen – beispielsweise um Bike- und Car-Sharing, E-Scooter und Mitfahrangebote – und andererseits hat diese intermodale Mobilität, im Gegensatz zur Frühzeit der Dampfloks und Fahrräder, inzwischen breite Konkurrenz durch ein Verkehrsmittel, das manchmal unverzichtbar, aber fast nie das nachhaltigste ist: das eigene Auto.

Diese Herausforderung aus Sicht der Nachhaltigkeit hat unterschiedliche Lösungen, die hier im Maga-

→ Partner Fraunhofer IOSB

Jens Ziehn und Reinhard Herzog arbeiten im DAKIMO-Projekt auf Seiten des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in der Karlsruher Oststadt. »Wir entwickeln schon seit vielen Jahren intelligente, vernetzte Systeme. Die Verantwortung für den Aufbau des KI-Fusionsservers in DAKIMO haben wir deshalb bewusst übernommen. Die Prognose des Mobilitätsverhaltens für eine ganze Stadt wie Karlsruhe ist aber auch für uns eine neue Dimension, und erfordert neue methodische Ansätze in KI und maschinellem Lernen«, so Reinhard Herzog, der die Gruppe Modellbildung und Vernetzung leitet.

Sein Kollege Jens Ziehn leitet am IOSB die Gruppe Automotive und Simulation, sowie das Gesamtprojekt DAKIMO. Er sagt: »Im Projekt sehen wir direkt, wie Mobilität sich mit Daten weiterentwickeln kann. Mit Simulationen tragen wir dazu bei, KI-Verfahren datenschutzsicher auf die Datenauswertung zu trainieren. Ziel ist es, Bürgerinnen und Bürger von KI profitieren zu lassen, ohne vermeidbare Risiken einzugehen.«

1 *Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Programms »Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit« gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.*



Abb. 1: Das DAKIMO-Team beim Projektpartner und Gastgeber INIT in Karlsruhe (v.l.n.r.): Dominic Ziegler (INIT), Dr. Thomas Usländer (Fraunhofer IOSB), Dr. Uwe Zeltmann (IOSB), Dr. Arne Schumann (IOSB), PD Dr. Martin Kagerbauer (KIT), Dr. Reinhard Herzog (IOSB), Dominik Warzok (INIT), Stefan Scherr (PTKA), Jens Ziehn (IOSB), Dr. Tim Hilgert (INOVAPLAN), Bernhard Schönauer (INIT), Michael Böttger (raumobil), Pia Tulodetzki (KIT), Gabriel Wilkes (KIT) und Tanja Klopper (raumobil).

zin beleuchtet werden: nachhaltigere Antriebe, intelligente autonome Funktionen im Auto , aber auch bessere öffentliche Verkehrsanbindungen im ländlichen Raum (zum Beispiel auf Seiten 30, 44, 58). Aber um mehr Menschen von nachhaltigen, öffentlichen Verkehrsmitteln zu überzeugen, müssen diese vor allem in einer Hinsicht zum eigenen Auto aufschließen: Sie müssen sich zu einer ebenso unkomplizierten Universallösung entwickeln.

Dazu muss intermodale Mobilität einfacher, flexibler, zuverlässiger und planbarer werden. Die Komplexität der Angebote muss den Vorteil ausspielen, stets das individuell bestmögliche Verkehrsmittel zu bieten, ohne den Nachteil, dem Menschen den Überblick zu erschweren.

→ **Partner INIT**

Bernhard Schönauer, Dominic Ziegler und Dominic Warzok vertreten im Projekt das Unternehmen INIT GmbH.

INIT ist weltweit führender Anbieter von integrierten Planungs-, Dispositions-, Telematik- und Ticketinglösungen für Busse und Bahnen. Seit 40 Jahren unterstützt INIT Verkehrsunternehmen dabei, den öffentlichen Personenverkehr attraktiver, leistungsfähiger und effizienter zu gestalten.

Diese Erfahrung bringt INIT in das DAKIMO-Projekt ein, mit dem Ziel, in der Mobilitätskette den Wechsel von einem Verkehrsmittel zum nächsten zu erleichtern. Konkret liefert INIT Daten aus dem täglichen ÖPNV-Betrieb, die gemäß den erarbeiteten Anforderungen über maschinelle Lernverfahren aufbereitet werden und dadurch Prognosen, z.B. für Besetztgrade und Fahrtzeiten, verbessern, und den ÖPNV planbarer machen. Umgekehrt werden über DAKIMO weitere Datenquellen eingebunden, die neue Services ermöglichen und von denen z.B. der ÖPNV-Fahrgast durch Bereitstellung in den ÖPNV-Fahrzeugen über Anzeiger oder App profitiert. Als Beispiel seien hier Services genannt, die mobilitätseingeschränkte Personen oder Personen mit Gepäck oder Kinderwagen unterstützen, wenn z.B. defekte Infrastruktur ein Weiterkommen an Haltestellen verhindert.

Das DAKIMO-Projekt

Deshalb ist 2021 in Karlsruhe das DAKIMO-Projekt (»Daten und KI als Befähiger für nachhaltige, intermodale Mobilität«)[2] unter Leitung des Fraunhofer IOSB gestartet — mit einer Förderung von rund 3,5 Mio. Euro des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Das Projekt bündelt die Kompetenzen der Karlsruher Unternehmen INIT, INOVAPLAN, raumobil, des Karlsruher Verkehrsverbunds KVV, sowie der KAMO-Partner Karlsruher Institut für Technologie (KIT) — Institut für Verkehrswesen und Fraunhofer IOSB, wie in Abb. 1 repräsentiert.

Ziel des Forschungsprojekts ist es, am Beispiel der regiomove-App des KVV KI-unterstützte intermodale Routenvorschläge Realität werden zu lassen. Die Partner untersuchen dafür, wie das Potenzial bereits verfügbarer Daten etwa aus Apps, ÖPNV-Betrieb sowie Verkehrs- und Wettervorhersagen ausgeschöpft werden kann: Anwenderinnen und Anwender sollen passgenaue Vorschläge für Verkehrsmittel erhalten, die optimal zu ihren Bedürfnissen und ihrer Route passen. Dienstleistungen sollen verbessert, und Nutzungshürden nachhaltiger Verkehrsmittel abgebaut werden.

Dazu betrachtet das Projekt vier unterschiedliche Perspektiven (s. Abb. 3). Die jeweiligen Bereiche bringen einerseits spezifische Datenquellen ein, andererseits sind sie potenzielle Anwender der KI-basierten Mobilitätsprognosen und -empfehlungen.

Das Projekt fußt auf der Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern, Betreibern und Zulieferern eben-

2 https://dakimo.server.de

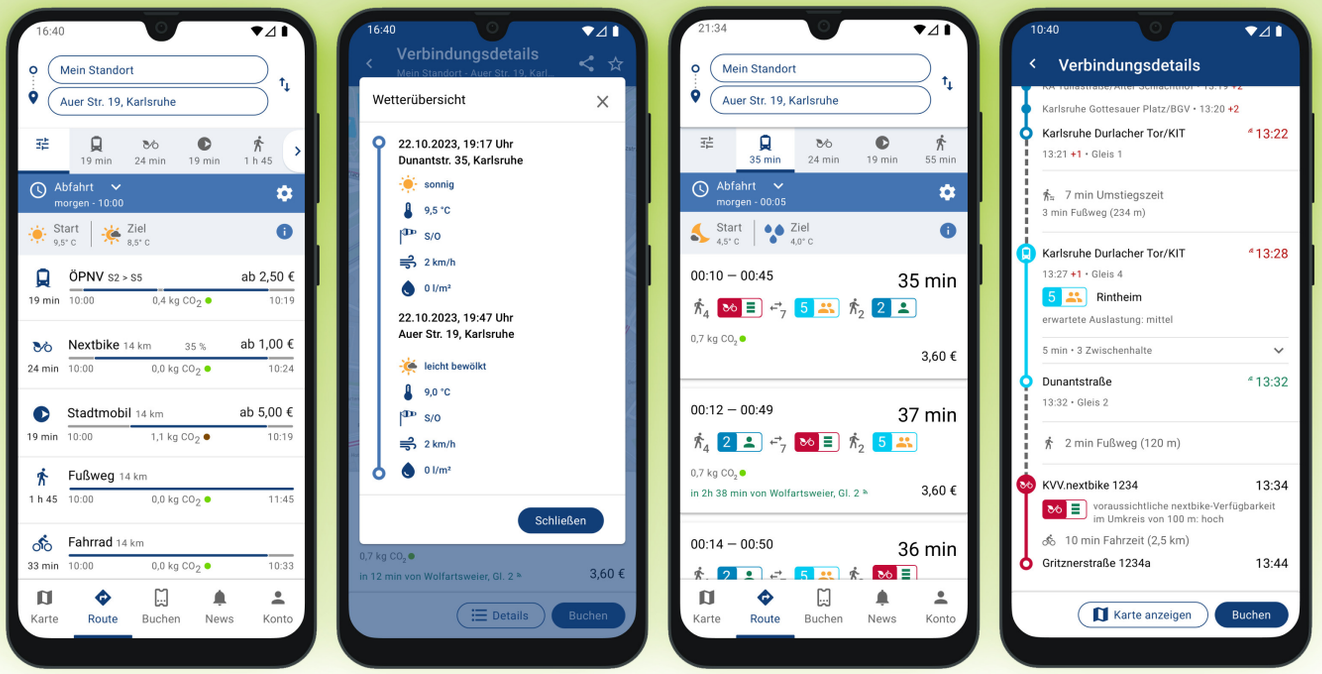


Abb. 2: Mobilitätsangebote, Verkehrslage und Wetter sollen in der KVV.regiomove-App intuitiv dargestellt werden, wie hier in Entwürfen vom Partner raumobil. Dazu zählen Wetterlage, Live-Informationen und Prognosen zu Auslastung, Verfügbarkeit von Bike-Sharing und Verspätungen bzw. Anschlussverbindungen.

so wie der öffentlichen Hand, um die individuellen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Potenziale eines solchen »Daten-Ökosystems« bestmöglich zu nutzen. Auf diesem Wege soll das zugrundeliegende Forschungsziel erreicht werden, die Möglichkeiten von KI-basierter Datenauswertung im Mobilitätsanwendungsfall systematisch zu analysieren sowie Verfahren und Softwarearchitekturen methodisch zu entwickeln. Deren Eignung wird am realen Anwendungsfall evaluiert, um die Zukunftstauglichkeit des Projektansatzes zu bewerten.

Wie entstehen Mobilitätsbedarfe?

Um zu verstehen, wie KI zukünftig Menschen bei Mobilitätsbedarfen helfen kann, muss man zunächst verstehen, wie Mobilitätsbedarfe überhaupt entstehen (vgl. Abb. 5). Dabei wählen Menschen in der Regel

→ Partner KIT — Institut für Verkehrswesen

Martin Kagerbauer, Gabriel Wilkes und Pia Tulodetzki bearbeiten das Projekt am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Am KIT-Institut für Verkehrswesen forschen sie zu Mobilität in ihrer ganzen Breite und erstellen Modelle und Simulationen, die das Mobilitätsverhalten aller Personen einer Region enthalten.

»Die Beweggründe für Mobilität und die Wahl von Verkehrsmitteln sind komplex. Wir bringen in das Projekt unsere Expertise zu Mobilitätsverhalten und Modellierung ein. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit ist sehr fruchtbar.«, sagt Martin Kagerbauer. Pia Tulodetzki ergänzt: »In DAKIMO analysieren wir unter anderem den Einfluss des Wetters auf das Mobilitätsverhalten mittels Befragungen und weiteren Datenquellen. Wir sehen hierbei faszinierende Zusammenhänge.« Gabriel Wilkes erläutert: »Mit unserem agentenbasierten Modellframework mobiTopp können wir die Mobilität genau nachbilden. Durch die Berücksichtigung des Aspekts Wetter werden die Simulationen noch realistischer.«

→ Partner raumobil GmbH

Tanja Klopper und Michael Böttger vertreten das Unternehmen raumobil im DAKIMO-Projekt. »Bereits seit der Gründung unseres Unternehmens im Jahr 2006 treibt uns das Ziel an, Mobilität durch die Entwicklung smarter Technologien nachhaltiger zu machen. Daher entwickelt raumobil nun schon seit über 15 Jahren digitale Mobilitätsplattformen für bspw. Kommunen, Mobilitätsdienstleister und Eventbetreiber, die ihren Endnutzern eine unkomplizierte Anreiseplanung inklusive CO_2-Berechnung ermöglicht«, beschreibt Michael Böttger, Geschäftsführer von raumobil, das Unternehmenskonzept.

»In DAKIMO haben wir uns das Ziel gesetzt, unsere Mobilitätsplattformen durch das Angebot neuer datengetriebener Services weiterzuentwickeln. Dazu gehört auch eine verbesserte und natürlich datenschutzkonforme Erhebung und Auswertung von Appnutzungsdaten und die Integration neuer, KI-gestützter Mobilitätsinformationen«, so Tanja Klopper, Produktmanagerin für das Thema Analyse und Projektmanagerin für DAKIMO.

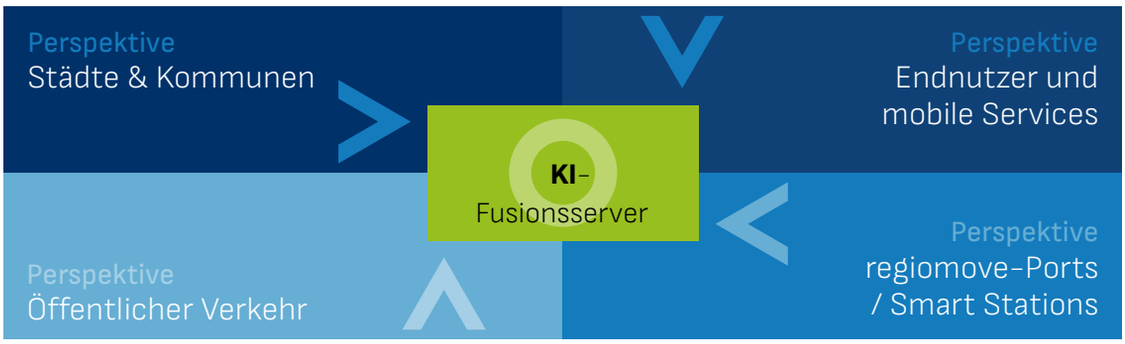


Abb. 3: Die vier im Projekt betrachteten Perspektiven, deren Daten in den KI-Fusionsserver einfließen, und die von den Fusionsergebnissen profitieren sollen.

zunächst eine Aktivität (bspw. Sport), dazu ihr Ziel, dann das Verkehrsmittel, mit dem sie zu dem Ziel gelangen wollen, und als letztes die konkrete Route. Sind diese Entscheidungen planbar und modellierbar, können Vorschläge gemacht oder passende Mobilitätsangebote bereitgestellt werden.

Dabei hängen alle diese Entscheidungen von vielen Faktoren ab – neben stabilen Faktoren wie der Erreichbarkeit je nach Verkehrsmittel spielt auch das Wetter eine Rolle: Ziele werden wetterabhängig gewählt – beispielsweise die Entscheidung zwischen Kino oder Freibad. Anschließend wird das, oder werden die, Verkehrsmittel ausgewählt – bei schlechtem Wetter eher geschlossene Verkehrsmittel wie Auto oder ÖV, bei gutem Wetter beispielsweise eher das Fahrrad oder es wird zu Fuß gegangen. Schließlich wählt man die genaue Route, beispielsweise abhängig von der erwarteten Auslastung der Verkehrsmittel, Winterdienst oder schattigen Wegen.

→ **Partner INOVAPLAN GmbH**

Tim Hilgert und Sascha Klein arbeiten im DAKIMO-Projekt auf Seiten der INOVAPLAN GmbH in der Karlsruher Oststadt. INOVAPLAN GmbH ist eine unabhängige Planungs- und Beratungsgesellschaft.

Seit dem Jahr 1985 berät INOVAPLAN Kunden aus Politik, Verwaltung und Wirtschaft bei allen verkehrlichen Fragestellungen. Die Firma bietet Lösungen in allen Bereichen des Verkehrswesens sowie in benachbarten Tätigkeitsfeldern wie Operations Research, Unternehmensberatung und Marktforschung.

»Ich wünsche mir, dass wir mit DAKIMO zu besseren Services für Nutzende beitragen können, zum Beispiel durch eine bessere Fahrtenplanung, als auch zu besseren Services für Kommunen und Mobilitätsanbieter, etwa durch verbesserte Verkehrsmodelle! Denn Mobilität beschäftigt uns alle und ist ein wichtiger Teil unseres Alltags«, so Tim Hilgert, der das Projekt bei der INOVAPLAN leitet.

Was kann KI über Mobilität lernen?

Unsere alltäglichen Mobilitätsentscheidungen basieren wesentlich auf persönlichen Möglichkeiten und Erfahrungen – besonders mit Verkehrsmitteln oder Wegen. Nur sind diese Erfahrungen immer auch begrenzt. Vielleicht hat man sich vor langer Zeit einmal entschieden und kennt neuere oder andere Optionen einfach nicht. Hier kann KI, genauer gesagt maschinelles Lernen (ML), helfen: Was wir Menschen als Erfahrungen nutzen, sind für ML-Verfahren Daten – etwa aus Verkehrsflussmessungen, ÖPNV-Auslastungen, Verfügbarkeiten von Sharing-Angeboten, und vieles mehr. ML-Verfahren können aus diesen Daten Regelmäßigkeiten und Zusammenhänge lernen, die eine deutlich umfassendere und genauere Bewertung von Mobilitätsangeboten ermöglichen.

Und tatsächlich finden wir viele Zusammenhänge in unserem Mobilitätsverhalten. Wie in Abb. 5 gezeigt variiert unser Mobilitätsverhalten wesentlich mit Wochentag und Ferien, der Temperatur, der Witterung oder – siehe Abb. 4 – Sonderereignissen.

Wie können Menschen profitieren?

Damit die Prognosen und Empfehlungen der KI bei Bürgerinnen und Bürgern ankommen, setzt das Projekt auf der bestehenden Mobilitätsapp KVV.regiomove auf, die schon heute Routenvorschläge für unterschiedliche Verkehrsmittel und deren unkomplizierte Buchung, etwa von ÖPNV, Leihfahrrädern und E-Scootern, für Karlsruhe und Umgebung anbietet. Was die App im DAKIMO-Projekt lernen soll, ist jedoch, deutlich fundiertere intermodale Routenvorschläge zu machen, und Endnutzerinnen und -nutzern verständliche Werkzeuge an die Hand zu geben, um sich für das in der jeweiligen Situation bestmögliche Verkehrsmittel zu entscheiden, wie in Abb. 2 gezeigt.

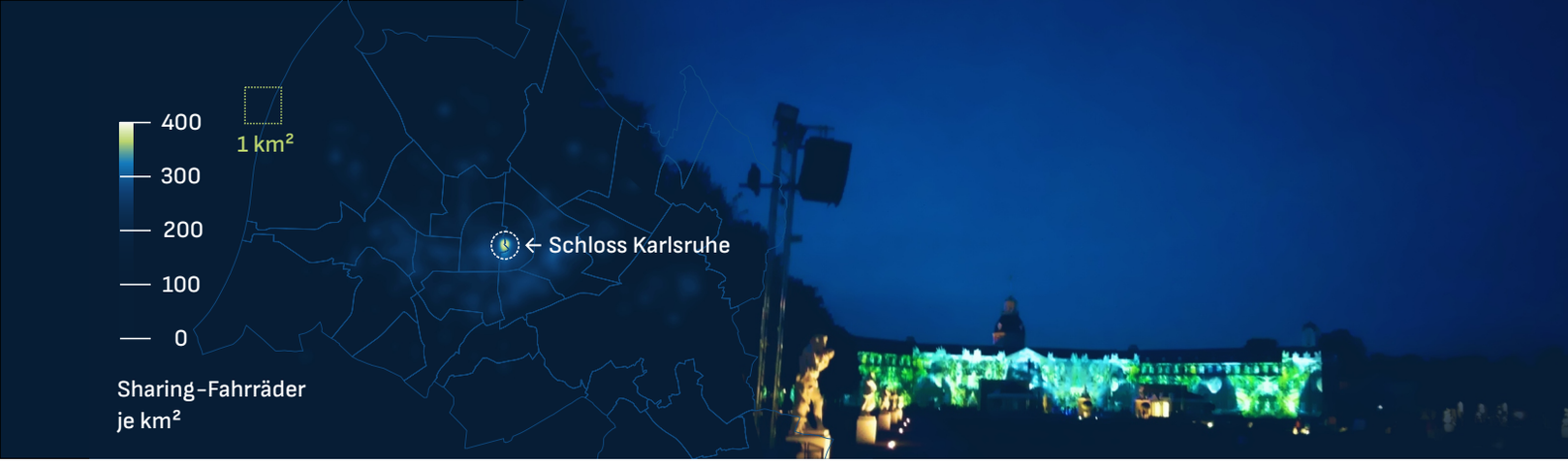


Abb. 4: Auch Sonderereignisse folgen einer inneren Systematik: Pünktlich zum Beginn der Schlosslichtspiele am 18. August 2022 sammelt sich die höchste Konzentration an freien KVV.nextbike-Sharing-Fahrrädern am Karlsruher Schlossplatz. Kurz danach verteilen sich die Fahrräder wieder in alle Himmelsrichtungen.

→ Projektträger Karlsruhe PTKA

Der Projektträger Karlsruhe PTKA, vertreten durch den Projektbevollmächtigten Stefan Scherr, betreut Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Auftrag verschiedener Fördergeber, insbesondere des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), und begleitet den Ergebnistransfer sowie übergeordnete Maßnahmen. PTKA ist eine unabhängige Organisationseinheit mit Sitz am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Im BMBF Forschungsprogramm »Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit«[3] werden Konzepte, Leistungen, Produkte und Verfahren zunächst prototypisch entwickelt, um danach erfolgreiche Lösungen allen Interessierten zur Verfügung zu stellen. Um aus Wissen Wert zu schöpfen, werden Mensch, Technik und Organisation integriert betrachtet. Die Fördermaßnahme »Auf dem Weg zur nachhaltigen Mobilität durch kreislauffähige Wertschöpfung (MobilKreis)« hat hierbei das Ziel, insbesondere Unternehmen der Automobil- und Mobilitätsbranche dabei zu unterstützen, innovative Systemlösungen zu entwickeln, zu gestalten und durch Prototypen umzusetzen und einzuführen. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Verbundprojekt »Daten und KI als Befähiger für nachhaltige, intermodale Mobilität (DAKIMO)« werden darin mit Mitteln des BMBF gefördert und von PTKA betreut.

Ein wesentlicher Baustein ist dazu, die Kriterien einer optimalen Route anpassbar zu gestalten, und die Eigenschaften übersichtlich darzustellen. So wurde ein Darstellungskonzept erarbeitet, wie künftig Prognosen zu Wetter, Auslastung oder Verfügbarkeit von Sharing-Angeboten auf einen Blick bei der Routensuche angezeigt werden können.

Wie können Kommunen und Unternehmen profitieren?

Chancen bietet DAKIMO auch in der Harmonisierung laufender Aktivitäten im Bereich Mobilitätsdatenräume, Vernetzung und Automatisierung, sowie individuellen Mobilitäts- und Informationsangeboten. Darüber soll ein KI-gestütztes Daten-Ökosystem ein neues Verständnis für Mobilität entwickeln, das die Mobilitätswende befördert und Herstellern, Betreibern und Dienstleistern die Möglichkeit bietet, Potenziale schneller und genauer zu verstehen und somit nachhaltig erfolgreiche Angebote zu gestalten. Kommunen und Verkehrsunternehmen können darauf aufbauend ihre Mobilitätsangebote besser und situationsgerechter bereitstellen. In die Ergebnisse der Datenanalysen und KI fließen dazu auch Verkehrsnachfragemodelle ein. Das agentenbasierte Verkehrsnachfragemodell mobiTopp kommt hierbei zum Einsatz. Mit dem Verkehrsnachfragemodell ist es möglich, verschiedene künftige Szenarien zu modellieren und deren Wirkungen zu quantifizieren.

Ausblick

Das DAKIMO-Projekt läuft noch bis Ende 2024. Bereits im Herbst dieses Jahres soll eine erste prototypische Version des KI-Fusionsservers in Betrieb gehen, über den KI-basierte Routenvorschläge gemacht werden können. Nach Projektabschluss sollen die technischen Entwicklungen einerseits in die KVV.regiomove-App aufgenommen werden, sowie andererseits auch in der Disposition im ÖPNV-Betrieb und Kommunen in der Verkehrsplanung unterstützen. Die DAKIMO-Ergebnisse werden zudem einfließen in den Aufbau der Datenplattform der KI-Allianz Baden-Württemberg eG.[4] Dann sollen sich die entwickelten Ansätze im dauerhaften Praxiseinsatz beweisen, und es muss untersucht werden, wie gut die Methoden und Ergebnisse sich auf andere Regionen übertragen lassen. Schließlich wird nötig sein, das System fortlaufend um neue Daten- und Mobilitätsangebot zu erweitern. DAKIMO ist also nur ein Anfang – aber ein essentieller Schritt auf dem Weg hin zu einer flächendeckenden, nachhaltigen intermodalen Mobilität. ■

3 https://www.zukunft-der-wertschoepfung.de
4 https://www.iosb.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2023/ki-allianz-bw-datenplattform-start.html

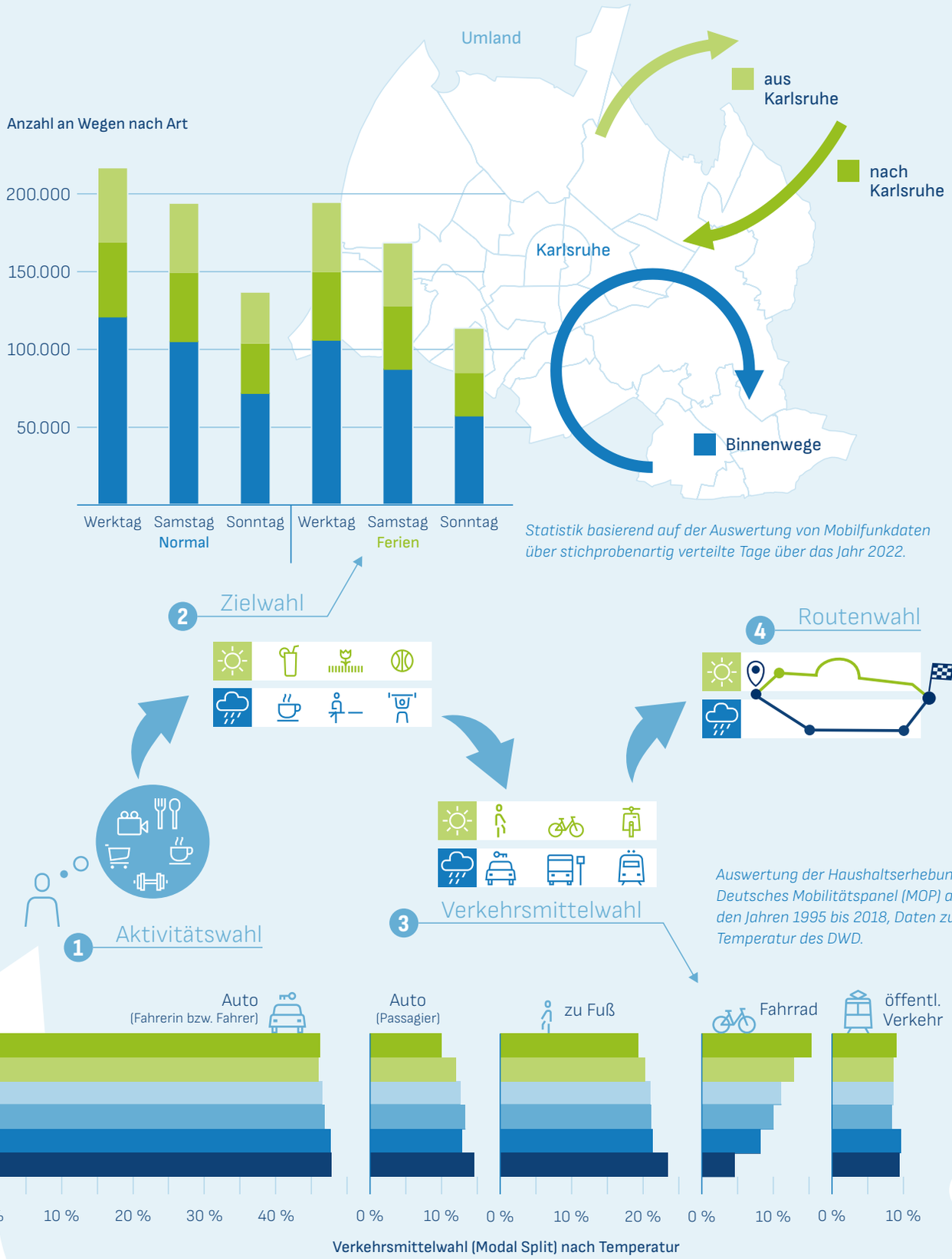


Abb. 5: Wie entsteht Mobilitätsverhalten, und wie sieht das in Daten aus? Vier Schritte führen von einer menschlichen Idee bis zur konkreten Route – immer in Abhängigkeit von externen Faktoren wie beispielsweise Wetter oder Ferienzeiten.