

Bedarfsgesteuerte ÖV-Angebote: Virtuelle Haltepunkte im Pilotprojekt «Pikmi»

Unter dem Namen «Pikmi» haben die Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) seit November 2020 ein urbanes «on demand ride pooling»-Pilotprojekt in den beiden Stadtquartieren Altstetten und Albisrieden lanciert. Eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung spielen dabei die Anzahl, die Ortslage und die Erkennbarkeit von Ein- und Ausstiegorten. Anhand verschiedenster Kriterien wurden mithilfe von georeferenzierten Daten und Erfassungen vor Ort die sogenannten «virtuellen Haltepunkte» im Untersuchungsgebiet bestimmt.



VON
MARCO ROTHENFLUH
MSc RE&IS, Verkehrsplaner,
Projektleiter, EBP Schweiz AG, Zürich



VON
SILVAN WEBER
MSc RE&IS / MAS Mobilität der Zukunft,
Verkehrsplaner, Projektleiter Pikmi,
Verkehrsbetriebe Zürich

MOBILITÉ À LA DEMANDE

Offres de TP à la demande: points d'arrêts virtuels du projet pilote «Pikmi»

En novembre 2020, les transports publics zurichois (VBZ) ont lancé «Pikmi», un projet pilote consistant à tester une offre urbaine de transport à la demande (pooling) dans les deux quartiers d'Altstetten et Albisrieden. Le nombre d'arrêts de montée et de descente, leur emplacement et leur caractère identifiable jouent un rôle décisif dans la mise en œuvre. Au moyen de critères les plus divers, les dits «points d'arrêts virtuels» ont été définis dans la zone étudiée à l'aide de données géoréférencées et de saisies effectuées sur site.

Pilotprojekt «Pikmi»

Die Stadt Zürich möchte Kenntnisse über die «Zukunftsformen der integrierten öffentlichen Mobilität» gewinnen. Nebst der Inbetriebnahme einer multimodalen Mobilitätsplattform («ZüriMobil»), der Erprobung verschiedensten Entwicklungsschritte im Bereich der Elektrifizierung der Busflotte in Richtung eines emissionsfreien Betriebs («e-Bus VBZ») und ersten Tests mit automatisierten Kleinbussen («Self-e») sollen mit dem Pilotprojekt «Pikmi» Erfahrungen im Betrieb von bedarfsgesteuerten ÖV-Angeboten gesammelt werden.

Projet pilote «Pikmi»

La ville de Zurich souhaite acquérir des connaissances sur les «futures formes de la mobilité publique intégrée». En plus de la mise en service d'une plateforme de mobilité multimodale («ZüriMobil»), du test de diverses étapes de développement pour électrifier la flotte de bus et parvenir ainsi à une exploitation sans émissions («e-Bus VBZ»), et des premiers essais avec minibus automatisés («Self-e»), la ville de Zurich a lancé le projet pilote «Pikmi» afin d'acquérir des expériences dans l'exploitation d'offres de TP à la demande.



1 | Die «Pikmi»-Fahrzeuge stehen tagsüber Mobility-Kunden zur Verfügung (Foto: VBZ/Patrick Mattes).

1 | Les véhicules «Pikmi» sont à la disposition des clients de Mobility en journée (photo: VBZ/Patrick Mattes).

Im Unterschied zum regulären ÖV-Linienbetrieb kehrt «Pikmi» nicht auf vordefinierten Routen oder nach fixem Fahrplan. Eine Fahrt muss vorgängig über die «Pikmi»-App oder alternativ telefonisch über den Kundendienst gebucht werden. Der «digitale Rufbus» versucht, Buchungsanfragen mit ähnlicher Fahrtrichtung zu bündeln, um die «Pikmi»-Fahrzeuge möglichst effizient einzusetzen. Man spricht dabei von «on demand ride pooling».

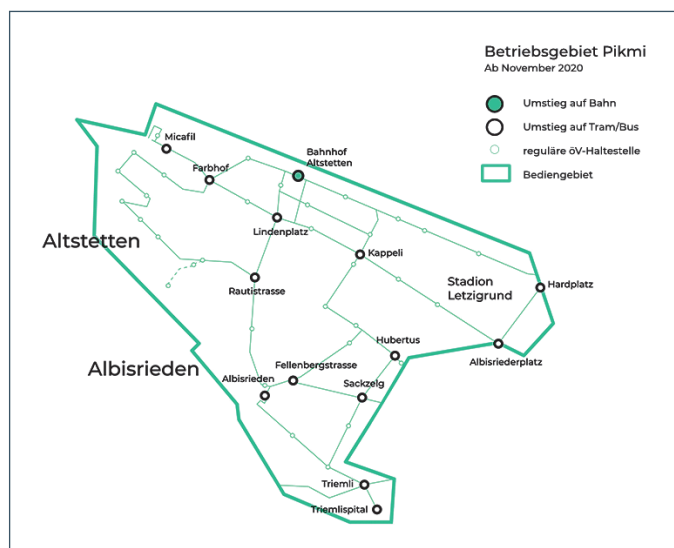
Mittels eines 18-monatigen Pilotbetriebs sollen verschiedenste Fragestellungen beantwortet werden:

- Welchen Einfluss haben On-Demand-Angebote auf das Mobilitätsverhalten? Werden durch «Pikmi»-Fahrten Fusswege, Auto- oder Velofahrten ersetzt oder eher bestehende Tram- und Buslinien kannibalisiert?
- Wie werden die Unterschiede zwischen Linien- und On-Demand-Verkehren aus Nutzersicht beurteilt? Überwiegen Vorteile wie Flexibilität und kurze Zugangswege die Nachteile wie vorausgesetzte Buchungsprozesse und Umwegfahrten zugunsten der Nachfragebündelung?

À la différence d'une ligne régulière de TP, «Pikmi» ne circule pas sur des itinéraires prédéfinis ni selon un horaire fixe. Il faut réserver préalablement un trajet via l'application «Pikmi» ou par téléphone auprès du service clientèle. Le «bus sur appel digital» tente de regrouper les réservations présentant un itinéraire similaire afin de garantir l'utilisation efficiente des véhicules «Pikmi». On parle alors de regroupement de voyageurs effectuant un trajet similaire à la même heure ou pooling.

L'exploitation pilote de 18 mois doit apporter des réponses à diverses questions:

- Quelle est l'influence des offres à la demande sur les comportements en matière de mobilité? Les trajets «Pikmi» vont-ils remplacer les trajets à pied, en voiture ou à vélo ou les lignes de tram et de bus vont-elles être cannibalisées?
- Comment les utilisateurs vont-ils évaluer les différences entre les transports en service régulier et les transports à la demande? Les avantages comme la flexibilité et les trajets courts vont-ils prédominer sur les inconvénients comme l'obligation de réserver et les détours afin de regrouper les trajets demandés?



2 | Betriebsgebiet VBZ «Pikmi» seit November 2020.

2 | Zone de desserte VBZ «Pikmi» depuis novembre 2020.

- Können On-Demand-Angebote als Teil einer intermodalen städtischen Reisekette funktionieren, um das ÖV-Angebot insbesondere dort zu verbessern, wo dieses seine Schwächen hat?
- Welche typischen Kenngrößen wie Wartezeiten, Belegungsgrade oder Poolingquoten lassen sich im städtischen Raum erzielen? Wie wirtschaftlich lässt sich ein solches On-Demand-Angebot betreiben?

Die Versuchsanordnung zur Beantwortung dieser Fragestellungen sieht aktuell einen Abendbetrieb von 20 bis 24 Uhr vor. In den Randverkehrszeiten können On-Demand-Angebote das reguläre ÖV-Angebot, welches dann oftmals ausgedünnt oder eingestellt wird und somit zu längeren Reisezeiten führt, optimal ergänzen. Im Sinne einer besseren Feinverteilung und Quartierserschließung ist das Bediengebiet beschränkt auf die Zürcher Stadtquartiere Altstetten und Albisrieden sowie die wichtigen ÖV-Knotenpunkte Triemli, Hardplatz und Albisriederplatz (siehe Abb. 2).

Zum Einsatz gelangen fünf Mercedes-Vans à je fünf Sitzplätzen, wobei während der Corona-Pandemie vorläufig nur drei Sitzplätze freigegeben werden. Die Fahrzeuge werden abends jeweils exklusiv durch Mobility zur Verfügung gestellt, wobei die gleichen Fahrzeuge tagsüber für das klassische Car-Sharing durch die Mobility-Kundschaft genutzt werden können. Während der «Pikmi»-Betriebszeiten werden die Fahrzeuge durch das VBZ-Busfahrpersonal gelenkt.

Die «Pikmi»-App wurde durch das Technologieunternehmen ViaVan entwickelt, welches u. a. auch in Ber-

- Est-ce que les offres à la demande peuvent être proposées dans le cadre d'une chaîne de voyage urbaine intermodale, afin d'améliorer l'offre de TP en comblant ses lacunes?
- Les grandeurs caractéristiques types comme les temps d'attente, les taux d'occupation ou les taux de regroupement de trajets peuvent-elles être atteintes dans l'espace urbain? Dans quelle mesure l'exploitation d'une telle offre à la demande peut-elle être rentable?

Le banc d'essai pour répondre à ces questions prévoit actuellement une exploitation en soirée de 20 heures à minuit. Aux heures de circulation marginales, les offres à la demande peuvent compléter idéalement l'offre de TP régulière, qui est souvent réduite ou arrêtée et qui entraîne ainsi des temps de trajet plus longs. Dans un souci d'améliorer la répartition fine et la desserte des quartiers, la zone de desserte est limitée aux quartiers zurichois d'Altstetten et d'Albisrieden et aux principaux points nœuds des TP que sont Triemli, Hardplatz et Albisriederplatz (voir fig. 2).

Les véhicules utilisés sont cinq vans Mercedes de cinq places; toutefois, pendant la pandémie de coronavirus, seules trois places sont attribuées à titre provisoire. Les véhicules sont mis à disposition le soir par Mobility à titre exclusif; en journée, les mêmes véhicules peuvent être utilisés par la clientèle Mobility pour l'autopartage classique. Pendant les heures de service de «Pikmi», les véhicules sont conduits par les chauffeurs de bus des transports publics zurichois (VBZ).

L'application «Pikmi» a été développée par l'entreprise technologique ViaVan qui est responsable de l'infrastructure informatique de l'offre à la demande, notamment à Berlin («Berlkönig») et dans 50 autres villes en Europe. La version zurichoise se distingue par sa forte intégration dans l'offre des TP: des possibilités de trajet alternatives avec le tram et le bus sont également affichées à chaque demande de trajet. Étant donné que l'offre «Pikmi» peut être utilisée au tarif des TP, les usagers doivent présenter un billet ou un abonnement valable avant le début du trajet.

Le système fonctionne en temps réel et permet des trajets spontanés. Lors d'une réservation, plusieurs variantes peuvent être sélectionnées: un départ dans les plus brefs délais ou un trajet légèrement différé, par exemple pour que l'utilisateur puisse avoir le temps de régler préalablement sa note au restaurant.

Des réponses aux questions mentionnées ci-dessus ont été apportées au moyen d'analyses détaillées des données d'exploitation, de différentes études de marché et d'une procédure participative qui vise à impliquer

lin («Berlkönig») und weiteren 50 Städten in Europa verantwortlich für die Intelligenz hinter dem On-Demand-Angebot ist. Die Zürcher Version zeichnet sich durch eine starke Integration in das ÖV-Angebot aus – bei jeder Fahrtanfrage werden auch alternative Reisemöglichkeiten mit Tram und Bus angezeigt. Da das «Pikmi»-Angebot zum ÖV-Tarif genutzt werden kann, ist bei Fahrtantritt jeweils ein gültiges Ticket oder Abonnement vorzuweisen.

Das System funktioniert grundsätzlich in Echtzeit und ermöglicht spontane Fahrten. Bei der Buchung können mehrere zeitliche Varianten ausgewählt werden – eine möglichst baldige Abfahrt oder eine etwas spätere Möglichkeit, um beispielsweise vorher noch die Rechnung im Restaurant begleichen zu können.

Die eingangs erwähnten Fragen werden durch ausführliche Analysen von Betriebsdaten, verschiedene Marktforschungsumfragen sowie ein partizipatives Verfahren zur Einbindung der Quartierbevölkerung beantwortet. Das Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme der ETH Zürich untersucht zudem mit einer Begleitstudie das Mobilitätsverhalten von freiwilligen Studienteilnehmenden. Die Resultate des Pilotversuchs werden mit verschiedensten Stakeholdern in entsprechenden Gremien gespiegelt.

Virtuelle Haltepunkte

Im Gegensatz zum konventionellen Linienbetrieb kann bei «Pikmi» nicht nur an den bestehenden Haltestellen des öffentlichen Verkehrs ein- und ausgestiegen werden. Vielmehr verkürzt ein feinmaschiges Netz an virtuellen Haltepunkten die bestehenden Haltestellenabstände und erschliesst weitere Strassenachsen, in denen bisher kein ÖV-Angebot verkehrt. Dadurch reduzieren sich die Zu- und Abgangswege für Fahrgäste deutlich. Virtuelle Haltepunkte sind als solches im Strassenraum nicht erkennbar, da sie keine physische Infrastruktur aufweisen. Einzig in der App, welche neben den Koordinaten auch die Adresse und eine kurze Beschreibung eines auffälligen Punkts (POI) beinhaltet, werden die virtuellen Haltepunkte für Fahrgäste und Fahrpersonal auffindbar. Zur Ermittlung der Anzahl und Lage der virtuellen Haltepunkte wurde eine eigene Methodik entworfen.

Strassenverkehrsrechtliche Rahmenbedingungen

Damit die Sicherheit der Fahrzeuglenkenden und der Kundschaft gewährleistet ist, gab eine Recherche der rechtlichen Rahmenbedingungen erste Hinweise, an welchen Stellen im Netz Anhaltevorgänge bzw. das Ein- und Aussteigen für Fahrgäste nicht erlaubt

la population des quartiers. Dans le cadre d'une étude concomitante, l'Institut de planification du trafic et des systèmes de transport de l'EPF de Zurich analyse en outre les comportements en matière de mobilité d'étudiants volontaires. Les résultats du projet pilote sont discutés avec différentes parties prenantes dans des organes correspondants.

Points d'arrêts virtuels

Contrairement au service de ligne conventionnel, les utilisateurs de «Pikmi» peuvent monter et descendre non seulement aux arrêts du réseau de transport public, mais aussi à d'autres arrêts. Un réseau dense de points d'arrêt virtuels réduit les distances entre les arrêts et dessert des axes routiers où l'offre de TP était inexistante jusqu'à présent. Ainsi, les trajets pour accéder aux arrêts et en revenir sont sensiblement plus courts pour les passagers. En tant que tels, les points d'arrêt virtuels ne peuvent pas être identifiés dans l'espace urbain car ils ne possèdent pas d'infrastructure physique. Ils sont uniquement visibles sur l'application utilisée par les passagers et les chauffeurs. En plus des coordonnées, celle-ci indique l'adresse et la description brève d'un éventuel point d'intérêt (POI). Une méthode a été développée pour déterminer le nombre et la position des points d'arrêt virtuels.

Conditions-cadres juridiques concernant la circulation routière

Pour garantir la sécurité des chauffeurs et de la clientèle, une étude des conditions-cadres juridiques a montré à quels endroits du réseau les arrêts de montée et de descente n'étaient pas autorisés. Conformément à l'article 33 de la loi sur la circulation routière, tous les usagers de la route doivent prendre garde aux personnes qui montent dans des véhicules ou qui en descendent. En complément, l'article 18, alinéa 2 de l'ordonnance sur les règles de la circulation routière (OCR) stipule que l'arrêt volontaire est interdit aux en-droits dépourvus de visibilité, aux en-droits resserrés, sur les tronçons servant à la présélection, aux passages sous voies, aux abords d'intersections et à moins de 5 m avant des passages pour piétons. Par ailleurs, l'article 41 de l'OCR dispose que les véhicules peuvent s'arrêter sur des bandes pour piétons ou des trottoirs uniquement pour charger ou décharger des marchandises ou pour laisser monter ou descendre des passagers à condition de laisser un espace d'au moins 1,50 m pour les piétons. Les chargement/déchargement et montée/descente doivent s'effectuer sans délai. Selon le service de la circulation et l'Office du génie civil de la ville de Zurich, il convient tout particulièrement de garantir

sind. Grundsätzlich gilt gemäss Art. 33 des Strassenverkehrsgesetz, dass jegliche Verkehrsteilnehmer Rücksicht auf ein- und aussteigende Personen nehmen müssen. Ergänzend dazu führt Art. 18, Abs. 2 der Verkehrsregelnverordnung (VRV) aus, dass das freiwillige Halten u. a. bei unübersichtlichen Stellen, Engpässen, Einspurstrecken, Unterführungen, im Einflussbereich von Strassenverzweigungen sowie 5 m vor Fussgängerstreifen untersagt ist. Weiter hält Art. 41 der VRV fest, dass Fahrzeuge auf Fusswegen, Trottoirs nur zum Güterumschlag oder zum Ein- und Aussteigenlassen von Personen halten dürfen, sofern für Fussgänger mindestens ein 1.5 m breiter Raum frei bleibt. Die Ladetätigkeit und das Ein- und Aussteigenlassen gilt es ohne Verzug zu beenden. Auf Hinweise der Dienstabteilung Verkehr sowie dem Tiefbauamt der Stadt Zürich gilt es zudem besondere Aufmerksamkeit auf ausreichende Sichtweiten bei Fussgängerstreifen sowie auf ausreichende Platzverhältnisse beim Überholen der haltenden Fahrzeuge zu geben. Es ist zu bedenken, dass Fahrzeuge mitunter mehrere Minuten am Haltepunkt stehen, um auf Fahrgäste zu warten und etwa mobilitätsbeeinträchtigten Personen beim Einstieg zu helfen.

GIS-Analysen

Mithilfe von georeferenzierten Daten wurde eine erste Triage von möglichen Strassenabschnitten für die Standortwahl von virtuellen Haltepunkten durchgeführt. Die GIS-Analysen umfassen folgende Datensätze: Strassenkategorisierung, Einbahnstrassen, Fahrverbote, Fussgängerstreifen, Strassenseitige Parkierung, Tram- und Busnetz sowie die ÖV-Haltestellen. Weitere Datensätze wie beispielsweise Halteverbote, Parkverbote oder wichtige private Einfahrten standen nicht zur Verfügung und mussten bei der Erfassung vor Ort berücksichtigt werden.

Mithilfe der Strassenkategorisierung wurden nur die für PW befahrbaren Strassenabschnitte gefiltert. Diese umfassen im Untersuchungsraum eine gesamthafte Streckenlänge von rund 75 Strassenkilometer. Aus den verbleibenden Strassenabschnitten wurden aus betrieblichen oder sicherheitstechnischen Gründen folgende Streckenabschnitte aus dem Analysebereich ausgeschlossen:

- Streckenabschnitte im Einflussbereich von Knoten, Umsetzung mittels 15 m Radius um die Knotenmittelpunkte;
- Streckenabschnitte im unmittelbaren Bereich um Fussgängerstreifen, Umsetzung mittels 5 m Radius um den Punktdatensatz der Fussgängerstreifen;
- Streckenabschnitte mit strassenseitiger Parkierung, da das Anhalten der «Pikmi»-Fahrzeuge

eine visibilität suffisante au niveau des passages pour piétons et un espace suffisant au moment de dépasser des véhicules à l'arrêt. Il faut tenir compte du fait que les véhicules sont parfois immobilisés pendant plusieurs minutes à un point d'arrêt pour attendre des passagers ou pour aider des personnes à mobilité réduite à monter à bord du véhicule.

Analyses SIG

À l'aide de données géoréférencées, un premier tri des tronçons routiers possibles a été effectué pour sélectionner l'emplacement des points d'arrêt virtuels. Les analyses SIG incluent les jeux de données suivants: la catégorisation des routes, les routes à sens unique, les interdictions de circuler, les passages pour piétons, le stationnement dans l'espace routier, le réseau de tram et de bus ainsi que les arrêts des TP. D'autres jeux de données comme les interdictions d'arrêt, les interdictions de stationnement ou les entrées privées importantes n'étaient pas disponibles et ont dû être pris en compte lors de la saisie sur place.

Seuls les tronçons routiers praticables pour les véhicules de tourisme ont été filtrés à l'aide de la catégorisation des routes. Dans la zone étudiée, ils représentent une longueur totale d'environ 75 kilomètres. Sur les tronçons routiers restants, les sections suivantes ont été exclues du champ d'analyse pour des raisons liées à l'exploitation ou à la sécurité:

- Sections à proximité de nœuds; mise en œuvre au moyen d'un rayon de 15 mètres autour des points centraux de nœuds;
- Sections à proximité directe de passages pour piétons; mise en œuvre au moyen d'un rayon de 5 m autour du jeu de données des passages pour piétons;
- Sections avec stationnement dans l'espace routier car l'arrêt des véhicules «Pikmi» ne peut pas être garanti à tout moment en raison de l'occupation de l'aire de stationnement;
- Impasses, à l'exception de l'accès à l'hôpital Triemli et en raison de la demande potentielle liée à des impasses sélectionnées manuellement (par exemple autour du quartier Freilager).

Une grille d'environ 200 points d'arrêt virtuels potentiels a été définie sur le reste du réseau routier, en incluant les actuels arrêts des TP. À l'exception des arrêts uniquement destinés à la circulation des trams, presque tous les arrêts des TP peuvent servir de points d'arrêt. Toutefois, une condition importante doit être remplie: il faut que les véhicules «Pikmi» à l'arrêt puissent être dépassés par le TIM ou par les

aufgrund der Parkplatzbelegung nicht jederzeit gewährleistet werden kann;

- Sackgassen, Ausnahme Zufahrt Triemlisplatz und allenfalls aufgrund des Nachfragepotenzials handverlesene Sackgassen (wie z.B. im Umfeld des Freilagerareals).

Unter Einbezug der bestehenden ÖV-Haltestellen wurde im verbleibenden Strassennetz ein Raster von rund 200 potenziellen virtuellen Haltepunkten bestimmt. Mit Ausnahme der nur auf den Tramverkehr ausgelegten Haltestellen können fast alle bestehenden ÖV-Haltestellen als Haltepunkte fungieren – wichtige Voraussetzung ist, dass haltende «Pikmi»-Fahrzeuge durch den MIV oder nachfolgende Linienbusse überholt werden können. Bei der Festlegung des Rasters wurde einerseits auf eine möglichst gleichmässige Verteilung der virtuellen Haltepunkte innerhalb des Netzes geschaut. Andererseits sollen insbesondere bestehende Erschliessungslücken des liniengebundenen ÖV-Angebots geschlossen werden.

Erfassung virtueller Haltepunkte

Ergänzend zu den GIS-Analysen sind in Absprache mit der VBZ, der Dienstabteilung Verkehr sowie dem Tiefbauamt der Stadt Zürich weitere Kriterien für die Lage der virtuellen Haltepunkte bestimmt worden. Tabelle 1 zeigt eine Auflistung an Ausschluss- und Nice-to-have-Kriterien, die bei der Erfassung der virtuellen Haltepunkte berücksichtigt sind.

bus du service régulier qui les précèdent. Lors de la définition de la grille, on a d'une part veillé à répartir de manière uniforme les points d'arrêt virtuels du réseau. D'autre part, on a comblé les lacunes existantes de l'offre régulière de TP en matière de desserte.

Saisie des points d'arrêts virtuels

En complément des analyses GIS, d'autres critères ont été définis pour l'emplacement des points d'arrêt virtuels, en concertation avec la VBZ, le service de la circulation et l'Office du génie civil de la ville de Zurich. Le tableau 1 présente une liste des critères d'exclusion et des critères souhaitables qui ont été pris en compte lors de la saisie des points d'arrêt virtuels.

À partir de la grille de points d'arrêt virtuels issus des analyses SIG et des critères ci-dessus, il a fallu définir la position optimale – du point de vue des passagers et de l'exploitant – des points d'arrêt virtuels le long des tronçons routiers. Hormis les routes à sens unique et les points d'arrêt situés à proximité de nœuds, l'objectif a été, lors de la saisie, de créer un point virtuel distinct pour chaque côté de rue, pour des raisons liées à l'exploitation. En effet, la direction du véhicule qui arrive peut varier selon le choix de la destination.

La saisie a été effectuée à l'aide de l'application Collector d'ArcGIS Online. Les jeux de données SIG créés précédemment ont été intégrés dans l'application sous

Ausschlusskriterien Critères d'exclusion	Nice-to-have Kriterien Critères souhaitables
Halteverbot Interdiction de s'arrêter	Ausreichender Anhaltebereich Périmètre d'arrêt suffisant
Tramhaltestelle, Halt auf dem Tramtrasse Arrêt de tram, arrêt sur la voie de tram	Gute Sichtweite für überholende Fahrzeuge Visibilité suffisante pour les véhicules qui doublent
Fussgängerstreifen (mind. 5 m Abstand) Passages pour piétons (distance d'au moins 5 m)	Komfort Einstieg (Höhe der Einstiegskante) Confort pour monter à bord du véhicule (hauteur du bord de montée)
Einflussbereich von Knoten (mind. 15 m Abstand) Zones aux abords de nœuds (distance d'au moins 15 m)	Keine Behinderung des Veloverkehrs Aucune entrave du trafic cycliste
Minimale Haltemöglichkeit von 60 sec nicht möglich (Abschätzung vor Ort) Impossibilité de s'arrêter pendant au moins 60 secondes (estimation sur place)	Querungsmöglichkeit für Fahrgäste, die auf der gegenüberliegenden Strassenseite warten Possibilité de traverser pour les passagers qui attendent de l'autre côté de la rue
Strassenseitige Parkierfläche Aire de stationnement dans l'espace routier	Beleuchtung für wartende Fahrgäste Éclairage pour les passagers qui attendent
Zufahrt Feuerwehr Accès pour les pompiers	Komfort Wartebereich (Subjektives Sicherheitsgefühl, Witterungsschutz) Confort de la zone d'attente (sentiment de sécurité subjectif, possibilité de s'abriter)
Keine Überholmöglichkeit, insbesondere bei bestehenden ÖV-Haltestellen Pas de possibilité de dépassement, notamment aux arrêts des TP existants	Anbindung Fusswegnetz für möglichst kurze Zu- und Abgangswege Liaison avec le réseau de chemins piétonniers pour garantir des trajets courts vers/à partir des points d'arrêt
Unterführung Passage sous voie	Auffälliger Point of interest Point d'intérêt (POI)
	Anfahrmöglichkeit aus möglichst vielen Richtungen Possibilité d'approche à partir du plus grand nombre possible de directions

Tabelle 1: Kriterienauswahl für die Lage der virtuellen Haltepunkte.

Tableau 1: Critères sélectionnés pour la position des points d'arrêt virtuels.

Ausgehend vom Raster an virtuellen Haltepunkten aus den GIS-Analysen und den obigen Kriterien galt es, die aus Fahrgast- und Betreibersicht optimale Lage der virtuellen Haltepunkte entlang der Strassenabschnitte zu bestimmen. Mit Ausnahme von Einbahnstrassen und Haltepunkten in der Nähe von Knoten wurde bei der Erfassung aus betrieblichen Gründen je Strassenseite ein separater virtueller Haltepunkt angestrebt. Dies deshalb, da die Richtung des eintreffenden Fahrzeugs je nach Zielwahl variieren kann.

Die Erfassung wurde mithilfe der Collector-App von ArcGIS Online durchgeführt. Die vorgängig erstellten GIS-Datensätze wurden als Kartenansicht in die App integriert und mit Funktionen zur Erfassung verschiedener Attribute ergänzt. Diese beinhalten sowohl die in Tabelle 1 aufgeführten Kriterien als auch weitere, für Fahrgäste relevante Informationen wie beispielsweise das Vorhandensein eines Billetautomats bei bestehenden ÖV-Haltestellen oder mögliche Sitzgelegenheiten für wartende Fahrgäste. Des Weiteren sind je Haltepunkt die Koordinaten, die Adresse des nächstgelegenen Gebäudes sowie ein Situationsfoto erfasst. Mithilfe dieser Angaben soll den Fahrgästen und dem Fahrpersonal auch bei Dunkelheit das Auffinden eines virtuellen Haltepunkts so einfach wie möglich gestaltet werden.

Neben den virtuellen Haltepunkten sind innerhalb des Perimeters zusätzlich sieben Wartepositionen erfasst, bei denen die «Pikmi»-Fahrzeuge bei ausbleibender Nachfrage auf Fahrgäste warten können. Diese sind dezentral angeordnet, damit bei einer Fahrtanmeldung der Fahrgast schnellstmöglich bedient werden kann. Zudem wurden verschiedene Anforderungen des Fahrpersonals bedacht, wie etwa das Vorhandensein von sanitären Anlagen oder Verpflegungsmöglichkeiten.

Insgesamt können «Pikmi»-Fahrgäste im Raum Altstetten/Albisrieden von einem Angebot an circa 250 Haltepunkten profitieren. Davon sind circa 180 virtuelle Haltepunkte ohne Erkennbarkeit im öffentlichen Raum. Die restlichen 70 Haltestellen sind bereits bestehende ÖV-Haltestellen mit einer entsprechenden Infrastruktur. Jeder virtuelle Haltepunkt ist vor Inbetriebnahme durch das Fahrpersonal auf Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit geprüft worden. Das flexible Angebot ermöglicht es ohne grossen Aufwand zusätzliche virtuelle Haltepunkte in das System zu integrieren bzw. bestehende Haltepunkte bei Streckenunterbrüchen oder Baustellen inaktiv zu setzen.



3 | Hohe Erschliessungsdichte dank virtueller Haltepunkte.

3 | Densité de desserte élevée grâce aux points d'arrêt virtuels.

forme de vue de carte et ont été complétés avec des fonctions pour la saisie de différents attributs. Ces derniers contiennent à la fois les critères indiqués dans le tableau 1 et d'autres informations pertinentes pour les passagers, par exemple la présence d'un distributeur de billets aux arrêts des TP ou la présence de sièges pour les passagers qui attendent. De plus, les coordonnées, l'adresse du bâtiment le plus proche et une photo de l'emplacement sont enregistrées pour chaque point d'arrêt. Ces informations doivent permettre aux passagers et aux chauffeurs de retrouver le plus facilement possible un point d'arrêt virtuel, même dans l'obscurité.

En plus des points d'arrêt virtuels, sept positions d'attente situées à l'intérieur du périmètre sont également saisies. Les véhicules «Pikmi» ont la possibilité d'attendre des passagers à ces positions quand il n'y a pas de demande. Ces positions sont disposées de manière décentralisée afin que le passager puisse être pris en charge dans les meilleurs délais en cas de réservation d'un trajet. De plus, différentes exigences des chauffeurs ont été prises en compte, par exemple la présence de sanitaires ou de possibilités de se restaurer.

De manière générale, les usagers de l'offre «Pikmi» dans le périmètre Altstetten/Albisrieden bénéficient d'une offre d'environ 250 points d'arrêt. Parmi ceux-ci, environ 180 points d'arrêt virtuels ne sont pas visibles dans l'espace public. Les 70 arrêts restants sont déjà des arrêts des TP, et sont donc dotés de l'infrastructure correspondante. Les chauffeurs doivent vérifier la praticabilité et la sécurité routière avant de desservir chaque point d'arrêt virtuel. L'offre flexible permet,

Erste Erfahrungen sind positiv

Seit der Betriebsaufnahme am 10. November 2020 konnten bereits erste Erfahrungen gesammelt werden, auch wenn die Rahmenbedingungen durch die Corona-Pandemie erschwert wurden. In den ersten Monaten konnte jedoch ein stetiger Zuwachs an Fahrgästen verzeichnet werden, insbesondere an Wochenenden und zwischen Weihnachten und Neujahr. Trotz steigenden Frequenzen mit teilweise über 100 Fahrgästen pro Abend ist die Angebotsqualität in den ersten Monaten bisher stets hoch geblieben: Die Wartezeit beträgt im Schnitt zwischen fünf und sieben Minuten, die Zugangswege sind mit durchschnittlich 80 Meter kurz und der Anteil an Fahrten, die durch das System infolge mangelnder Verfügbarkeit freier Sitzplätze abgelehnt werden mussten, liegt zwischen 0 und 5 %. Einzig die Tage mit starkem Schneefall Mitte Januar, als während zweier Tage das reguläre ÖV-Angebot stark beeinträchtigt war, führten zu erhöhter Nachfrage und längeren Wartezeiten, wobei die prognostizierten Ankunftszeiten dank Einbezug von Echtzeitverkehrsdaten dennoch verlässlich blieben.

Die Kundenbewertungen sind fast ausschliesslich positiv. Neben dem guten Service per se wird vor allem das Fahrpersonal sehr positiv bewertet. Es besteht aber auch ein grosses Bedürfnis nach Ausweitung des Bediengebiets und der Betriebszeiten. Auf der anderen Seite wird das On-Demand-System mit flexiblen Abholorten und dynamischen Routenführungen noch nicht von allen Fahrgästen hinreichend verstanden – diesbezüglich ist kommunikativ weiterer Informationsbedarf vorhanden.

Bezüglich der Nachhaltigkeit (Belegungsgrad, Poolingquote, Leerfahrtenanteil, Umwegfaktor etc.) und Wirtschaftlichkeit des Angebots ist der Zeitpunkt für eine Beurteilung noch zu früh – «Pikmi» befindet sich noch in der Wachstumsphase, zudem werden Weiterentwicklungen und Optimierungen im Betriebssetting erst während des weiteren Pilotbetriebs zu verlässlichen Resultaten führen.

Integration in die ÖV-Reisekette

Das Prinzip der Integration in die ÖV-Reisekette scheint sich indes zu bewähren – die «Pikmi»-Fahrten beginnen oder enden mehrheitlich an ÖV-Umsteigeknoten. Der Bahnhof Altstetten wird etwa in jeder fünften Fahrt als Start- oder Zielpunkt gewählt und ist somit der zentrale Hub im Bediengebiet. Die weiteren wichtigsten Haltepunkte sind die ÖV-Knoten Albisriederplatz, Triemli und Lindenplatz sowie das Triemlisplatz. Das Prinzip der virtuellen Haltepunkte

sans difficultés majeures, d'intégrer des points d'arrêt virtuels supplémentaires dans le système et/ou de désactiver des points d'arrêt en cas de chantiers ou d'interruptions de tronçon.

Les premières expériences sont positives

De premières expériences ont pu être acquises depuis la mise en service le 10 novembre 2020, même si la pandémie de coronavirus a compliqué les conditions-cadres. Au cours des premiers mois, on a tout de même observé une hausse constante du nombre de passagers, en particulier le weekend et entre Noël et le Nouvel an. Malgré des chiffres de fréquentation en hausse, avec parfois plus de 100 passagers par soir, la qualité de l'offre est restée durablement élevée au cours des premiers mois: le temps d'attente moyen est compris entre cinq et sept minutes, les trajets d'accès sont courts (80 mètres en moyenne), et la part des trajets qui sont refusés par le système en raison d'un manque de places assises disponibles oscille entre 0 et 5 %. Une demande accrue et des temps d'attente plus longs ont seulement été observés mi-janvier, durant deux jours marqués par de fortes chutes de neige, pendant les-quels l'offre régulière de TP a été fortement perturbée. Toutefois, les heures d'arrivée prévues sont restées fiables grâce à l'utilisation des données du trafic en temps réel.

Presque toutes les évaluations des clients sont positives. En plus de la qualité du service en soi, les chauffeurs ont également des appréciations très positives. Il existe toutefois un besoin important d'agrandir la zone de desserte et d'allonger les heures de service. En revanche, le système à la demande avec des lieux de prise en charge flexibles et des guidages d'itinéraire dynamiques n'est pas suffisamment compris par tous les passagers. Un besoin d'information existe en la matière.

Il est encore trop tôt pour effectuer une évaluation concernant la durabilité de l'offre (taux d'occupation, taux de regroupement, part de trajets à vide, facteur de détour, etc.) et sa rentabilité car «Pikmi» se trouve encore en phase de croissance. De plus, les perfectionnements et optimisations apportés à la configuration de l'exploitation ne pourront donner des résultats fiables que pendant la suite de l'exploitation pilote.

Intégration dans la chaîne de voyage des TP

Le principe de l'intégration dans la chaîne de voyage des TP semble faire ses preuves; les trajets «Pikmi» commencent ou se terminent le plus souvent à des nœuds de correspondance des TP. La gare d'Altstetten

wird von den Fahrgästen grundsätzlich gut verstanden. Dazu haben möglicherweise auch einige Hilfsmittel beigetragen wie «Pikmi»-Bodenmarkierungen und zusätzliche ÖV-Fahrgastinformationsstände an wichtigen virtuellen Haltepunkten oder «Pikmi»-Schilder an bestehenden Bushaltestellen.

Die Kennzahlen und Auswertungen werden laufend dazu genutzt, das Angebot noch stärker auf die Nachfrage auszurichten und die Produktivität auf Anbieterseite zu verbessern. Im Fokus steht im weiteren Verlauf vor allem die Beantwortung der eingangs erwähnten Leitfragen mittels Marktforschung, ETH-Studie, Datenanalyse und Begleitgremien. Das Partizipationsverfahren, das einen einmonatigen Online-dialog sowie eine Grossgruppenveranstaltung umfasst, soll Erfahrungen, Ideen und Anregungen aus der Bevölkerung aufnehmen und ggf. in den weiteren Projektverlauf einfließen lassen. So besteht für die zweite Hälfte des Pilotbetriebs die Möglichkeit, die Fahrzeugflotte um zwei Fahrzeuge und das Gebiet bis zum Bahnhof Wiedikon zu erweitern sowie allenfalls testweise und temporär eine Quartierbuslinie durch «Pikmi» zu ersetzen – immer mit dem Ziel, mit einem On-Demand-Pilotbetrieb möglichst viele Fragen zu dieser neuen Mobilitätsform zu beantworten.

Fazit

Die ersten Erfahrungen im Pilotprojekt «Pikmi» haben gezeigt, dass ein «on demand ride pooling»-Angebot auch im urbanen Raum Chancen bietet. Es können im Rahmen dieses 18-monatigen Pilotprojekts wertvolle Erfahrungen für eine zukünftige Ergänzung des Linienangebots gesammelt werden. Mit der zunehmenden Automatisierung ergibt sich dereinst das Potenzial, die Betriebskosten signifikant zu reduzieren und den Fahrgästen ein individuelleres ÖV-Angebot mit attraktiven Zugangswegen zu ermöglichen. Die vorgestellte Methodik zur Bestimmung der Ein- und Ausstiegsorte umfasst eine schrittweise Eingrenzung des Untersuchungsraums anhand vorgängig festgelegter Kriterien. Aufgrund der Komplexität des Strassenraums und den hohen Anforderungen an die Verkehrssicherheit und Komfort für Fahrgäste ist eine Erfassung vor Ort unumgänglich. Die Bestimmung virtueller Haltepunkte für ein heutiges, mit Fahrpersonal betriebenes On-Demand-Angebot simuliert in einer ersten Annäherung bereits verschiedene Fragestellungen für den Ein- und Ausstieg bei künftig automatisiert betriebenen Robotaxis im städtischen Raum.

Quellen

- VBZ Pikmi Homepage (www.pikmi.ch)
- Strassenverkehrsgesetz (SVG) 741.01, Stand 1. Januar 2019
- Verkehrsregelverordnung (VRV) 741.11, Stand 1. Februar 2019

est sélectionnée comme point de départ ou d'arrivée dans environ un trajet sur cinq et constitue donc la plate-forme centrale dans la zone de desserte. Les autres principaux points d'arrêt sont les nœuds Albisriederplatz, Triemli, Lindenplatz et l'hôpital de Triemli. De manière générale, les passagers comprennent bien le principe des points d'arrêt virtuels. Certains outils ont pu contribuer à cette bonne compréhension, comme les marquages au sol «Pikmi», les tableaux d'information pour les passagers des TP à des points d'arrêt virtuels importants ou les panneaux «Pikmi» disposés aux arrêts de bus.

Les indicateurs et analyses sont constamment mis à profit pour adapter encore mieux l'offre à la demande et améliorer la productivité du prestataire. Lors des prochaines étapes, il faudra répondre en priorité aux questions directrices mentionnées ci-dessus au moyen d'une étude de marché, d'une étude de l'EPFZ, d'une analyse des données et des organes de suivi. La procédure de participation qui englobe un dialogue en ligne d'une durée d'un mois et une réunion de grands groupes doit permettre d'acquérir des expériences, des idées et des suggestions de la population et de les intégrer dans la suite du projet, le cas échéant. Pour la deuxième moitié du projet pilote, il sera possible de compléter le parc par deux véhicules, d'étendre la zone de desserte jusqu'à la gare de Wiedikon et de remplacer – à titre expérimental et temporaire – une ligne de bus de quartier par «Pikmi». L'objectif de cette exploitation pilote à la demande est d'apporter le plus de réponses possible au sujet de cette nouvelle forme de mobilité.

Conclusion

Les premières expériences acquises avec le projet pilote «Pikmi» ont montré que le pooling offre aussi des opportunités en milieu urbain. Dans le cadre de ce projet pilote de 18 mois, des enseignements précieux peuvent être tirés en vue de compléter à l'avenir l'offre de service régulier. Avec l'automatisation croissante, un potentiel existe pour réduire de manière significative les coûts d'exploitation et offrir aux passagers une offre de TP davantage personnalisée, avec des trajets attractifs. La méthode présentée pour déterminer les arrêts de montée et de descente comprend une délimitation progressive du champ d'analyse au moyen de critères définis au préalable. En raison de la complexité de l'espace routier et des exigences élevées en termes de sécurité routière et de confort des passagers, une saisie sur le terrain est indispensable. La définition de points d'arrêt virtuels pour une offre à la demande actuelle avec chauffeur préfigure déjà différentes problématiques pour la montée et la descente des passagers avec les futurs robots taxis autonomes dans l'espace urbain.