

INIT Lösung liefert präzise Besetztgradprognosen

Zuverlässige Fahrgastzahlen sind für Verkehrsunternehmen von immenser Bedeutung. Ob in der Angebotsplanung oder zum Nachweis erbrachter Leistungen bei Aufgabenträgern - valide Daten sind unverzichtbar für eine Vielzahl von Unternehmensprozessen. In der Pandemie ist mit der Besetztgradprognose eine weitere wichtige Funktion von Fahrgastzahlen hinzugekommen: Die Information, wie voll ein Bus oder eine Bahn werden wird, erlaubt Fahrgästen, ihre Reisepläne entsprechend anzupassen und gegebenenfalls auf eine weniger ausgelastete Verbindung auszuweichen. Dafür sind präzise Informationen über die Auslastung der Fahrzeuge in Echtzeit erforderlich, wie sie INITs System zur Ermittlung von Besetztgraden und Fahrgastlenkung liefert.

Fahrgastzähldaten als Basis für Besetztgradprognosen

Die Kenntnis, welche Fahrten besonders stark ausgelastet sein werden, gibt Fahrgästen die Möglichkeit, diese zu meiden. Damit unterstützen Besetztgradprognosen eine gleichmäßigere Verteilung von Fahrgästen im Bus- und Bahnverkehr. Sie sind daher besonders in Pandemiezeiten mit dem allgegenwärtigen Abstandsgebot wichtig. Bereits heute ist aber schon absehbar, dass dieser Trend anhalten wird: Besetztgradangaben werden auch in Zukunft gefragt sein, von ÖPNV-Betreibern zur Qualitätsverbesserung und von Fahrgästen als Ergänzung der klassischen Fahrgastinformation. Denn sie bringen neben dem Infektionsschutz noch weitere Vorteile mit sich: Eine gleichmäßigere Verteilung der Fahrgäste sorgt auch für kürzere Fahrgastwechselzeiten, eine verbesserte Pünktlichkeit und damit für mehr Effizienz. Für die Fahrgäste selbst erhöht sich mit dieser zusätzlichen

Autorin:

Anette Auberle,
Marketing Manager,
INIT GmbH

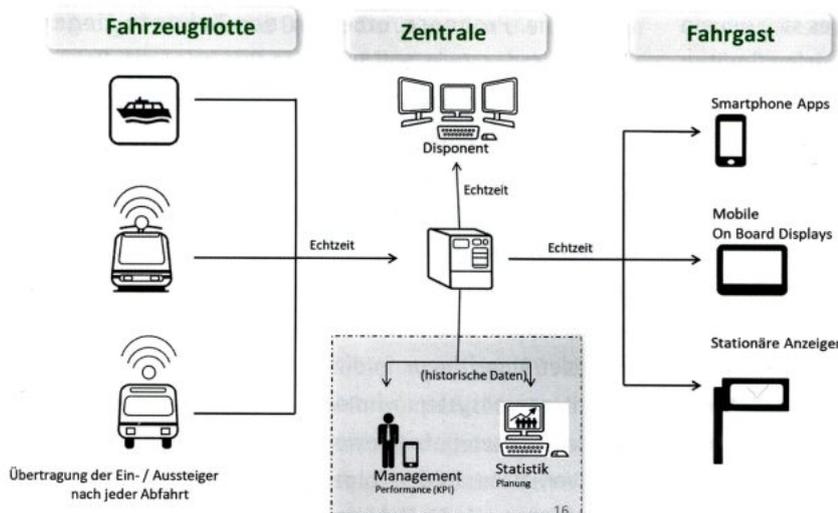
Information der Reisekomfort. Mit der steigenden Relevanz von Besetztgradprognosen wird der Einsatz technischer Systeme immer wichtiger.

Aufzeichnung, Übertragung und Verarbeitung der Fahrgastdaten

Die technologische Herausforderung liegt hierbei in der Bereitstellung einer soliden Datenbasis zur Bestimmung des aktuellen Besetztes eines Fahrzeugs. Aus diesem Grund basiert INITs System zur Ermittlung von Besetztesgraden und zur Fahrgastlenkung auf State-of-the-art-Technologien und ausgefeilten Rechenalgorithmen auf Basis einer hochmodernen Systemarchitektur.

Zur Ermittlung und **Aufzeichnung** der Fahrgastzähldaten steht aus der INIT Gruppe die vieltausendfach bewährte Sensorenfamilie IRMA bereit, und zwar seit

INITs System zur Ermittlung von Besetztesgraden und zur Fahrgastlenkung nutzt zur Besetztesgradprognose den aktuellen Besetztesgrad in Kombination mit historischen Daten (Bild: INIT).





Besetztgradprognosen sind in Pandemiezeiten mit dem allgegenwärtigen Abstandsgebot wichtig und ermöglichen Fahrgästen, gegebenenfalls auf eine weniger ausgelastete Verbindung auszuweichen (Bild: iStock/ViewApart).

mit in die Prognose ein. In einem einzigartigen, in Europa und in den USA patentierten Verfahren wird unter Einsatz von Funktionen des maschinellen Lernens der an einer bestimmten Haltestelle zu erwartende Besetztgrad berechnet – und zwar nach Abzug der prognostizierten Aussteiger. Damit übertrifft die INIT Lösung herkömmliche Systeme bei Weitem an Genauigkeit, und zwar besonders an Verkehrsknotenpunkten mit einer großen Zahl von Umsteigern.

Historische Fahrgastzählraten auf der Basis von Schichten

Die Genauigkeit der Besetztgradprognose wird auch durch die Art und Weise wesentlich verbessert, in welcher INIT die Zählraten der Ein- und Aussteiger aufbereitet. Da typischerweise in einer Flotte nicht alle Fahrzeuge mit Zählsensoren ausgestattet sind, wird die Lücke in den IST-Daten durch hochpräzise Hochrechnungen geschlossen. So entstehen „vollständige“ historische Daten. Dafür werden die erfassten Daten zunächst in sogenannten Schichten zusammengefasst. Das heißt, dass in die Ermittlung des typischen Ein- und Ausstiegsverhaltens nur Daten aus z. B. im Hinblick auf Tagesart und Tageszeit ähnlichen Fahrten einfließen. Die Daten werden also so zusammengefasst, dass sie Rückschlüsse unter jeweils gleichartigen Bedingungen erlauben.

Die Bearbeitung der Daten in INITs Auswertungs- und Statistiksystem MOBILEstatistics ist somit hochpräzise und entspricht vollständig den Anforderungen der VDV-Schrift 457. Insgesamt wird damit eine **Datenqualität** erreicht, die sogar **für die Einnahmenaufteilung zugelassen** ist, wie dies kürzlich im gemeinsamen Projekt mit den Verkehrsunternehmen VBK (Verkehrsbetriebe Karlsruhe) und AVG (Albtal-

Verkehrsgesellschaft) zertifiziert wurde. Daten von solcher Qualität sind aber auch eine wesentliche Voraussetzung für eine repräsentative Besetztgradprognose.

Besetztgradprognosen für die Fahrgastinformation

Die wie beschrieben ermittelten Informationen über den zu erwartenden Besetztgrad stehen aus dem Datenbroker heraus auch für die Nutzung in anderen Systemen zur Verfügung. Zum Beispiel

in den Fahrgastinformationskanälen Haltestellenanzeiger, Apps oder Websites der Verkehrsunternehmen. Darüber hinaus lässt sich der prognostizierte Besetztgrad zur Fahrgastlenkung z. B. über LED-Leuchten am Bahnsteig oder Leuchten an Bahnsteigtüren anzeigen, aber auch im Leitsystem. In INITs Intermodal Transport Control System MOBILE-ITCS ermöglicht die Besetztgradanzeige in Echtzeit das Eingreifen der Leitstelle. Die entsprechenden Schwellenwerte lassen sich vom Verkehrsunternehmen selbst definieren.

Fazit

Die Bedeutung von verlässlichen Daten zu Fahrgastzahlen ist in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Mit einer Bereitstellung in Echtzeit können Verkehrsunternehmen ihren Fahrgästen über die Besetztgradprognose einen neuen Service bieten, der es ihnen ermöglicht, den Fahrgastkomfort zu steigern und dabei Pünktlichkeit und Effizienz zu verbessern. INIT bietet dazu mit seinem System zur Ermittlung von Besetztgraden und Fahrgastlenkung eine ebenso technisch ausgereifte wie flexibel erweiterbare Lösung.

Linie	Station	Besetzungsprognose	Zeitpunkt
1	Oberreut	1 Min.	
S2	Blankenloch	2 Min.	
S5	Söllingen (b. Karlsruhe)	6 Min.	
S1	Neureut	6 Min.	
S5	Wörth Badepark	7 Min.	
4	Waldstadt	8 Min.	
4	Tivoli über Karlstor - Hbf		9:43 PM
S11	Rheinhafen ü. Yorckstr.		9:43 PM
S5	Albtalbahnhof über Hbf		9:46 PM
S1	Ettlingen Albgaubad		9:48 PM

Besetzungsprognosen können in allen Kanälen der Fahrgastinformation, beispielsweise in Apps, angezeigt werden (Bild: INIT).

Kurzem in der neuesten Generation IRMA 6. Mit einer Auflösung von 76.800 Pixeln und einer Genauigkeit von 98 bis 99 % erfüllt IRMA 6 die Anforderungen der VDV-Schrift 457 „Automatische Fahrgastzählensysteme“. Dank der Time-of-Flight-Technologie, bei der die Laufzeit von Infrarotlicht gemessen wird, entstehen 3D-Bilder, die es ermöglichen, Personen und Objekte zu erkennen, also zum Beispiel zwischen Erwachsenen, Kindern, Rollstühlen oder Fahrrädern zu unterscheiden.

Für die **Übertragung** der Daten von den Fahrzeugen in die Zentrale kommt das MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) Protokoll zum Einsatz. Hier handelt es sich um ein einfaches, ideal für die Datenübertragung von vielen Geräten geeignetes Protokoll, das bereits erfolgreich im Bereich IoT (Internet of Things) verwendet wird. Seine Vorteile liegen in der Standardisierung, der Skalierbarkeit, der hohen Verfügbarkeit und der Sicherheit gegenüber Hackerangriffen.

Abgelegt werden die Fahrgastzählensdaten in einem Kafka-Datenbroker, der dazu entwickelt wurde, **Datenströme zu speichern und zu verarbeiten** und der sich ebenso wie das MQTT-Protokoll durch hohe Skalierbarkeit, Verfügbarkeit und IT-Sicherheit auszeichnet. Der Kafka-Datenbroker agiert als Datendrehzscheibe für alle beteiligten Subsysteme, beispielsweise INITs Auswertungs- und Statistiksystem. Dieses entwickelt sich auch dadurch immer weiter in Richtung

Echtzeit-Fähigkeit, sodass die Daten innerhalb von Minuten in der Statistik zur Verfügung stehen.

Integration zusätzlicher Datenquellen

Ein weiterer Vorteil des Kafka-Datenbrokers liegt in der Möglichkeit, zusätzliche Daten und Systeme zu integrieren, um die Datengrundlage weiter zu verbessern – zum Beispiel, wenn nicht alle Fahrzeuge mit Zählsensoren ausgestattet sind. Als **weitere Datenquellen** kommen für die Fahrgastzählung zum Beispiel auch WLAN- und Bluetooth-Signale von Smartphones, Anfragen an die Verbindungsauskunft und die mCloud des BMVI infrage, ein offenes Datenportal, das Mobilitäts-, Geo- und Wetterdaten zur Verfügung stellt. An einer Fusion dieser bisher nur getrennt genutzten Datenquellen arbeitet derzeit das Forschungsprojekt Mobile Data Fusion, in dem INIT gemeinsam mit mehreren Partnern kooperiert. Im Fokus stehen Informationen über Quelle-Ziel-Verflechtungen und Umsteigeströme. Diese sollen im ersten Schritt dazu genutzt werden, durch eine genaue Kenntnis der Auslastung von Linien und Fahrzeiten die Angebotsplanung zu optimieren; in der Zukunft werden sie aber auch für Besetzungsprognosen zur Verfügung stehen.

Aktueller Besetzungsgrad und prognostizierter Besetzungsgrad

Für die Frage nach dem **aktuellen Besetzungsgrad** (wie voll ist der Bus oder die Bahn jetzt gerade?) werden die übertragenen Ein- und Aussteigerzahlen nach jeder Abfahrt von einer Haltestelle im Datenbroker verarbeitet. Das heißt, sie werden zunächst mit Fahrplandaten verknüpft und in der Folge auf Plausibilität geprüft. Damit liegt eine genaue, tatsächlich gemessene und nicht etwa geschätzte Anzahl der Fahrgäste in einem Fahrzeug vor. Das ist die ideale Grundlage für weitere Berechnungen. Unter Heranziehung der Fahrzeugkapazitäten berechnet der Datenbroker die aktuellen Besetzungsgrade und speichert sie ab.

Für die Prognose eines in der **Zukunft liegenden Besetzungsgrades** (wie voll wird der Bus oder die Bahn nach Abfahrt an der nächsten Haltestelle sein?) kommt bei INIT ein besonderes Verfahren zum Einsatz. Herkömmliche Systeme, wie sie in Bahnsystemen großer Verkehrsunternehmen bereits vereinzelt im Einsatz sind, basieren lediglich auf dem aktuellen Besetzungsgrad, der an die jeweils nächste Station übermittelt wird. Doch die INIT Lösung geht einen wichtigen Schritt weiter, indem historische Fahrgastzählensdaten und ein selbstlernender Algorithmus in die Prognose mit einfließen. Denn im Hintergrundsystem wird der Echtzeit-Besetzungsgrad mit dem aus historischen Daten gewonnenen typischen Ein- und Aussteigerverhalten an der Folgestation korreliert. Auf diese Weise fließt auch die **Zahl der voraussichtlichen Aussteiger**