Online-Ausgabe 9-10 | 2026

Nahverkehrs PRAXIS

Mit Special InnoTrans

Plattform für moderne Mobilität

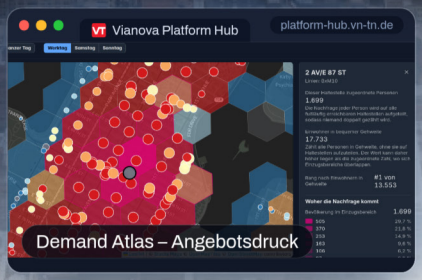
vianova Technologies

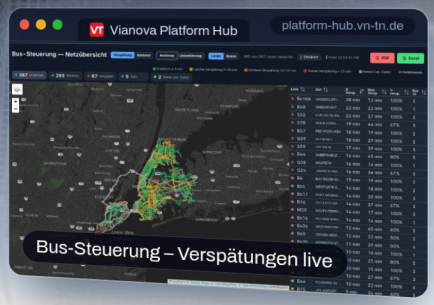
VIANOVA PLATFORM HUB

Wie der digitale Zwilling den Verkehrsbetrieb transparent macht









InnoTrans

Treffen Sie uns auf der InnoTrans!

Halle 2.1 · Stand 610

platform-hub.vn-tn.de/start

INTERVIEW: STEFAN SCHNORR
An die Arbeit bei der digitalen Schiene!

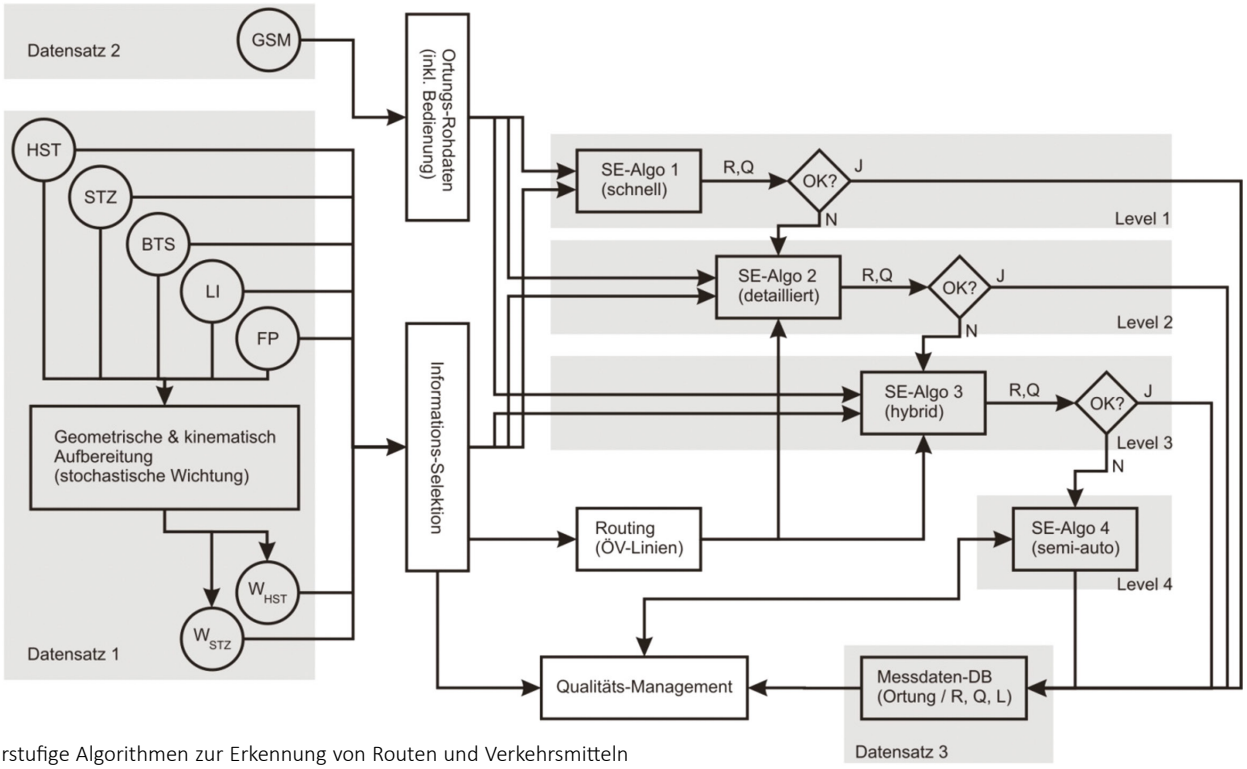
30 JAHRE INNOTRANS
Und jetzt?

40 JAHRE VCD
Raus aus dem Betondenken

Von der Zählung zur repräsentativen Stichprobe

App-basierte Mobilitätserfassung als kostengünstige Datenbasis

Mit dem Deutschlandticket wird eine nutzungsorientierte Einnahmenaufteilung zur zentralen Herausforderung. App-basierte, DSGVO-konforme Mobilitätserfassung per Smartphone kann AFZS und klassische Fahrgasterhebungen kostengünstig ergänzen und Mobilitätsdaten über Verkehrs- und Verbundgrenzen hinweg nutzbar machen.



Grafik: highQ

Mehrstufige Algorithmen zur Erkennung von Routen und Verkehrsmitteln mit Stochastik-Ansatz (fehlertolerantes Processing) samt KI.

Mit dem Deutschlandticket ist der räumliche Bezug zwischen Ticketverkauf und tatsächlicher Nutzung weitgehend entfallen. Für eine nachfrageorientierte Einnahmenaufteilung muss deshalb überregional bekannt sein, wer welche Verkehrsmittel auf welchen Strecken nutzt. Zugleich verursachen automatische Fahrgastzählsysteme (AFZS) und Fahrgasterhebungen erhebliche Kosten. Eine Smartphone-basierte Mobilitätserfassung ist hier eine Alternative, wenn Kosten und Stichprobendesign gemeinsam betrachtet werden.

AFZS sind für Nachfrageplanung und Erlösverfahren wichtig. Die VDV-Schrift 457 definiert statistische Anforderungen, Messgenauigkeit, Stichprobenplanung und Testierung. Hinzu kommen Datenübertragung, Hintergrundsysteme, Wartung, Rezertifizierung und Qualitätsmanagement. Ein Beispiel: Im Main-Tauber-Kreis wurden für 60 Busse 360.000 Euro für Beschaffung und Einbau sowie jährlich rund 36.600 Euro für Betrieb und Personal angesetzt – etwa 6.000 Euro Investition je Fahrzeug.

Klassische Fahrgasterhebung versus App-basierte Erfassung

Klassische Fahrgasterhebungen verursachen vor allem Feldkosten: Personal muss rekrutiert, geschult und disponiert, Fahrten abgedeckt sowie Daten plausibilisiert und hochgerechnet werden. Externe Dienstleister übernehmen meist Stichprobenplanung, Felderhebung, Auswertung und Dokumentation. Dadurch lassen sich auch Ticketarten, Vertriebswege, Reisewege und Fahrtzwecke erfassen – Informationen, die ein reines AFZS nicht liefert. Eine App-basierte Erfassung verlagert den Messpunkt vom Fahrzeug auf den Fahrgast. Die Patentanmeldung EP 4 700 684 A1 beschreibt ein Verfahren, bei dem wiederholt zufällige Teilmengen aus einer großen Fahrgastpopulation ausgewählt werden. Deren sensorisch erkannte, strecken- und verkehrsmittelgenaue Nutzung wird teilerhoben und hochgerechnet. Regionale Gewichtungen, gezielte Nachbefragungen unterrepräsentierter Gruppen und Konfidenzbewertungen sind dabei vorgesehen. Auch die Kostenstruktur ändert sich: Statt Fahrzeuge auszurüsten oder große Feldorganisationen aufzubauen, werden Smartphones als Sensorplattform genutzt. Kosten entstehen vor allem für App-Integration, Verkehrsmittelerkennungsalgorithmus, Datenschutz, IT-Sicherheit, Qualitätssicherung und Teilnahmeincentives. Bestehen bereits Ticket-App und Kundenkonto, steigen die

Grenzkosten zusätzlicher Beobachtungen deutlich langsamer als bei Fahrzeugausrüstung oder Personal, mit Skaleneffekten für große Verbünde und bundesweite Verfahren. Entscheidend ist die Repräsentativität, nicht allein die Zahl der App-Nutzer. Eine Million freiwillige Nutzer können weniger aussagekräftig sein als 20.000 repräsentativ ausgewählte Personen. Smartphone-Erhebungen sind anfällig für Selbstselektion durch Unterschiede bei Smartphone-Besitz, digitaler Affinität, Datenschutzbereitschaft und Teilnahmeausdauer. Die Forschung verweist daher auf Rekrutierungs-, Nonresponse- und Selektionsprobleme, welche dazu führen, dass Personengruppen unterrepräsentiert sind, wenn nicht geeignete Verfahren zur Bereinigung durchgeführt werden.

Das Ziel: statistisch kontrollierbare Stichproben

Beim Deutschlandticket und anderen digital erworbenen Zeitkarten besteht jedoch ein besonderer Vorteil: Die relevante Population ist über personalisierte Ticket- und Kundenbeziehungen weitgehend bestimmbar. Wird daraus zufällig ausgewählt und werden Merkmale wie Region, Alter, Vertriebsmedium, Stadt/Land oder Ticketvariante geschichtet und gewichtet, kann eine statistisch kontrollierbare Stichprobe entstehen. Chipkartennutzer und Menschen ohne geeignetes Smartphone müssen über ergänzende Stichproben oder Kalibrierungsdaten berücksichtigt werden. Eine Zufallsauswahl nur innerhalb einer freiwilligen App-Population ist nicht repräsentativ.

Die Stichprobengröße kann nicht pauschal festgelegt werden. Für einen einfachen Anteilswert sind bei 95 Prozent Konfidenz mit ±1 ProzentGenauigkeit rund 9.600 unabhängige Beobachtungen erforderlich, bei ±0,5 Prozent rund 38.400. Im Einnahmenaufteilungsverfahren steigt die hierzu notwendige Stichprobengröße, wenn Wiederholungsmessungen mit denselben Personen durch die Differenzierung nach Regionen, Linien, Betreibern, Zeiten und Relationen nicht vollständig unabhängig sind. Maßgeblich sind Schichtungsplan, Design-Effekt und ausreichende Fallzahlen je Erlösrelation, nicht allein die absolute Zahl getrackter Personen. Für das Deutschlandticket ist dieser Ansatz besonders relevant. In der bundesweiten Einnahmenaufteilung spielt in Stufe 2 vor allem der Wohnort beziehungsweise die Postleitzahl der Ticketnutzer eine Rolle. Eine künftige Stufe 3 soll die tatsächliche Nutzung stärker abbilden. App-Daten können dafür Personenkilometer, Relationen und genutzte Verkehrsmittel über Betreiber- und Verbundgrenzen hinweg liefern.

Sinnvolle Zusammenarbeit

Ein vollständiger Ersatz klassischer Systeme kann schrittweise erfolgen. AFZS bleiben sinnvoll, wenn absolute Besetzungen und Spitzenlasten aller Fahrgäste unabhängig von Teilnahme oder Ticketmedium benötigt werden. Für Einnahmenaufteilung und detaillierte Mobilitätsanalysen kann die App mehr Informationen je Messfall liefern. Sinnvoll ist daher ein hybrides Verfahren: App-Stichproben als primäre Quelle, ergänzt durch AFZS und punktuelle Erhebungen zur Validierung. Sind Gewichtungen, Abweichungen und Konfidenzen nachvollziehbar justiert, kann so ein deutlich schlankeres Datenmodell entstehen. Der AIAMO nexus kann nach den Erfahrungen aus über 36 Monaten Projektlaufzeit als souveräne Datenintegrations- und KI-Schicht dienen, um App-basierte Mobilitätsdaten mit weiteren Daten zu harmonisieren und qualitätszusichern.

Und der EDIH MID kann diese Lösung als Erprobungs-, Transfer- und Skalierungspartner unterstützen, indem er den Transfer in Verkehrsunternehmen, Kommunen und Verbünde begleitet. Kern der Lösung sind dabei die App-basierte Mobilitätsmustererkennung und die methodisch innovative Stichprobenlogik: Nicht möglichst viele Fahrzeuge und Fahrten vollständig beobachten, sondern wiederholt, repräsentativ und prüfbar aus einer bekannten Population auswählen. Bei methodisch belastbarer Umsetzung kann die App Erhebungskosten senken und eine dauerhaft aktuelle Grundlage für eine nutzungsorientierte Einnahmenaufteilung schaffen.

AIAMO und der European Digital Innovation Hub MID Germany bündeln Kompetenzen und Förderung für KI-gestützte, datenschutzkonforme Mobilitätslösungen. AIAMO ist ein KI-Leuchtturmprojekt des Bundesministeriums für Digitales und Staatsmodernisierung (BMDS); der EDIH MID wird von der Europäischen Union kofinanziert.

highQ auf der InnoTrans
Auf der InnoTrans finden Sie highQ in der Halle 2.1 am Stand 320. Weitere Informationen erhalten Sie unter https://www.highq.de

AUTOREN:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck
ist Leiter der Professur Verkehrssystemplanung an der Bauhaus-Universität Weimar und des European Digital Innovation Hub MID, eines von der Europäischen Kommission geförderten Transferzentrums für Mobilität und Digitalisierung. Er ist ferner Gründer und wissenschaftlicher Leiter der pwp-systems GmbH.



Foto: Friedrich Gerlach

Dipl.-Phys. Thomas Hornig
ist Geschäftsführer und Gründer der highQ Computerlösungen GmbH, Vorstand der Zeitmeilen AG (Mobilitätsverhaltensänderung durch Incentivierung) und Vizepräsident des gemeinnützigen Vereins ITS Germany e.V. Ferner ist highQ Konsortialpartner im KI-Leuchtturmprojekt AIAMO des Bundesministeriums für Digitales und Staatsmodernisierung (BMDS).



Foto: highQ

Noch nicht abonniert?

Jetzt mit dem Promocode **InnoTrans26**
das Jahresabonnement im 1. Jahr für nur 49,99 Euro*
zzgl. Versandkosten statt 69,99 Euro sichern!



www.nahverkehrspraxis.de/shop

Nahverkehrs PRAXIS
Plattform für moderne Mobilität

*gültig bis zum 31.10.2026