Journal für Mobilität und Verkehr

ISSN 2628-4154

www.dvwg.de

Repräsentativität bei Mobilitätserhebungen mit GPS-Smartphone-Tracking: Methodische Ansätze im Überblick

Dr.-Ing. Mariana Batista*, Thuy Chinh Duong, Stephan Leppler

Siehe Autor*innenangaben

Abstract

Smartphonebasiertes GPS-Tracking hat sich als leistungsfähiges Instrument zur Erhebung hochauflösender longitudinaler Mobilitätsdaten etabliert und bietet gegenüber konventionellen Verfahren signifikante Vorteile hinsichtlich zeitlicher Auflösung und Genauigkeit. Wie bei allen empirischen Erhebungsmethoden ist jedoch die Repräsentativität der Stichprobe entscheidend für die Validität und Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Dieser Artikel gibt einen Überblick über methodische Ansätze zur Stärkung der Repräsentativität in Smartphone-Tracking-Studien. Er beschreibt praxisorientierte Strategien zur Teilnehmerrekrutierung, Verfahren zur statistischen Gewichtung und Kalibrierung sowie Ansätze zur kontinuierlichen Datenvalidierung. Durch die Verbindung etablierter Methoden der klassischen Umfrageforschung mit modernen Erkenntnissen aus dem Bereich Smartphone-Tracking bündelt der Beitrag Ansätze zur Reduktion von Selektionseffekten und zur Generierung verlässlicher, hochwertiger Mobilitätsdaten als belastbare Grundlage für Verkehrsplanung und Mobilitätsforschung.

Schlagwörter:

GPS-Tracking, Repräsentativität, Längsschnittdaten

1 Einleitung

Smartphone-basiertes GPS-Tracking hat sich als innovatives Instrument in der Mobilitätsforschung etabliert. Neben akademischen Institutionen wie der ETH Zürich, der TU München und der TU Dresden setzen auch führende Markt- und Sozialforschungsinstitute wie infas und YouGov verstärkt auf diese Technologie. Die Methode ermöglicht eine passive, hochauflösende Erfassung longitudinaler Mobilitätsdaten – von präzisen Routenverläufen und Weglängen bis hin zu dynamischen Modal-Split-Veränderungen. Gegenüber traditionellen Erhebungsformen (z. B. Wegetagebüchern oder Telefoninterviews) bietet das Tracking signifikante Vorteile: eine überlegene zeitliche Granularität, minimierte Erinnerungsfehler (recall error) und ein hohes Potenzial für Langzeitbeobachtungen. Damit liefert es eine fundierte Datengrundlage für Verkehrsplanung, Einnahmenaufteilung und strategische Mobilitätsentscheidungen.

Wie bei allen empirischen Erhebungsverfahren ist die Repräsentativität der Stichprobe eine zentrale Voraussetzung für die Validität und Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Während traditionelle Erhebungen meist auf Zufallsstichproben beruhen, stehen Smartphone-Tracking-Projekte häufig vor der Herausforderung selektiver Teilnahmestrukturen (self-selection bias); sie erfordern dann zusätzliche methodische Absicherungen. Repräsentativität wird hier nicht als isolierter Schritt, sondern als koordinierter Gesamtprozess verstanden: Dieser umfasst eine zielgerichtete Rekrutierungsstrategie, statistische Gewichtungs- und Hochrechnungsverfahren sowie die kontinuierliche Validierung anhand externer Referenzdaten. In ihrer Gesamtheit sorgen diese

*korrespondierende Autorin

Elemente dafür, dass die Mobilitätskennziffern stabil und belastbar bleiben.

Der vorliegende Artikel versteht sich als strukturierte Zusammenstellung methodischer Ansätze zur Sicherung der Datenqualität in Smartphone-basierten Mobilitätserhebungen (Abbildung 1). Auf Basis etablierter Forschungsprinzipien und praktischer Projekterfahrung werden Strategien vorgestellt, die flexibel an unterschiedliche Forschungsfragen und operative Kontexte angepasst werden können.

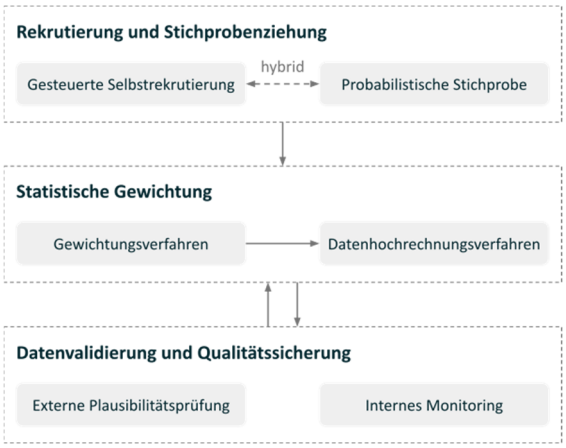


Abbildung 1: Überblick über die Ansätze (Eigene Darstellung, 2026)

2 Stichprobenziehung und Rekrutierungsstrategien zur Stärkung der Repräsentativität

Die Wahl des Sampling-Designs beeinflusst maßgeblich die Aussagekraft der Ergebnisse. Über reine Selbstrekrutierung hinaus gelten hybride Ansätze – die Verknüpfung klassischer Stichprobenverfahren mit digitalen Rekrutierungskanälen – in der Praxis als vielversprechend, um die Repräsentativität zu steigern (Heinonen et al. 2024; Lawson et al. 2023; Loder et al. 2024). Gleichzeitig prägt der gewählte Akquisekanal spezifische Verzerrungsmuster, die im nachgelagerten Gewichtungsprozess adressiert werden müssen: Während eine app-basierte Selbstrekrutierung besonders hochmobile Bevölkerungsgruppen ansprechen kann, erreichen postalische Einladungen häufiger Personen mit geringerer Mobilitätsfrequenz. Die hybride Kombination verschiedener Kanäle kann zu einer ausgeglicheneren Ausgangsstichprobe beitragen und strukturelle Verzerrungen bereits in der Akquisephase reduzieren.

2.1 Gesteuerte Selbstrekrutierung

Die Selbstrekrutierung ist aufgrund ihrer großen Reichweite und geringen Teilnahmehürden weit verbreitet. Um eine hinreichende Diversität der Stichprobe zu gewährleisten, bedarf es jedoch einer gezielten Steuerung (Meister et al. 2025; Heinonen et al. 2024; Piras et al. 2025). Die nachfolgend aufgeführten Kanäle lassen sich kontextspezifisch kombinieren, um die Repräsentativität aktiv zu fördern:

- Gezielte Online-Kampagnen: Spezifische demografische Segmente können über soziale Medien und Suchmaschinen mithilfe einer präzisen Zielgruppendefinition angesprochen werden (Micro-Targeting).
- Integration in bestehende Apps: Kooperationen mit etablierten Apps (vgl. BVG Fahrinfo-App – Meine Wege) ermöglichen den Zugang zu relevanten Nutzergruppen, wie z. B. Fahrgästen des öffentlichen Verkehrs.
- Medienbasierte Rekrutierung mit Screening: Über Print- und Rundfunkmedien lassen sich Zielgruppen ansprechen, die über digitale Kanäle möglicherweise schwerer erreichbar sind. Ein anschließendes Screening-Verfahren ermöglicht die Auswahl geeigneter Teilnehmender aus einem vorqualifizierten Interessiertenpool.
- Gezielte Ansprache bestehender Kundendatenbanken: Postalische Einladungen oder E-Mail-Kampagnen an Abonnent:innen sowie registrierte App-Nutzende ermöglichen eine zielgenaue und persönliche Akquise.
- Flyer und Vor-Ort-Präsenz: Der Einsatz von Flyern an Mobilitätsknotenpunkten, in Bürgerzentren oder bei öffentlichen Veranstaltungen bietet eine Möglichkeit, Personen direkt vor Ort anzusprechen. Kleine Werbegeschenke (z. B. Aufkleber oder Gutscheine) können das Interesse und die Anmeldequote steigern.
- Einbindung von Partnernetzwerken: Die Nutzung der Reichweite institutioneller Akteure und lokaler Multiplikatoren (z. B. E-Mail-Verteiler, Social-Media-Kanäle) kann die Rekrutierung durch persönliche oder institutionell vermittelte Empfehlungen unterstützen.
- Incentivierungssysteme: Gutscheine oder Verlosungen können als Anreize eingesetzt werden, um die Teilnahmebereitschaft über verschiedene Nutzungsgruppen hinweg zu steigern.

- Institutionelles Branding und transparente Kommunikation: Die Kooperation mit renommierten Institutionen (z. B. Hochschulen oder Verkehrsunternehmen) sowie eine transparente Kommunikation zum Datenschutz erhöhen die Glaubwürdigkeit und die Teilnahmequote.

2.2 Probabilistische Stichprobenverfahren

Zufallsstichproben finden auch in Smartphone-Tracking-Studien Anwendung. Theoretisch gelten Smartphonebesitz, digitale Kompetenzen und Installationsbereitschaft als Teilnahmevoraussetzung, wodurch methodisch eine bedingte Wahrscheinlichkeitsstichprobe entsteht. In der Praxis ist die Smartphone-Penetration jedoch so weit fortgeschritten, dass demografische Verzerrungen (z. B. nach Alter) kaum noch primär auf mangelnde Technikaffinität zurückzuführen sind. Die Wahl des passenden Verfahrens erfordert stets eine Abwägung zwischen statistischer Repräsentationsgüte und ökonomischem Aufwand, orientiert an der Struktur der Zielpopulation. Abbildung 2 veranschaulicht vier grundlegende probabilistische Stichprobenverfahren.

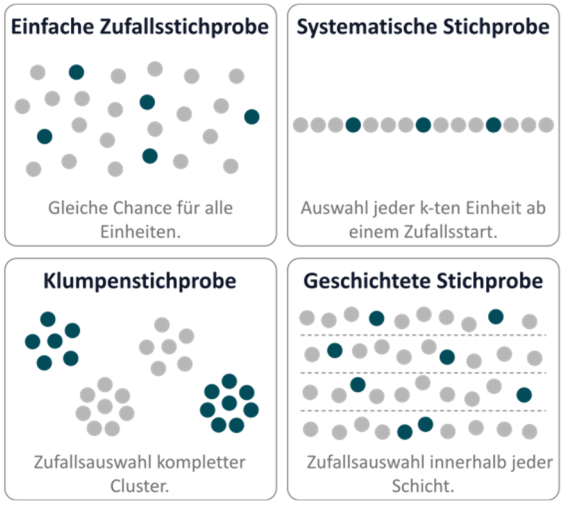


Abbildung 2: Überblick über probabilistische Stichprobenverfahren (Eigene Darstellung nach United Nations Statistics Division, 2008)

Die einfachste Form ist die einfache Zufallsstichprobe (Simple Random Sampling), bei der jede Person der Population die gleiche Auswahlwahrscheinlichkeit hat. Sie ist methodisch transparent, setzt jedoch einen vollständigen Stichprobenrahmen voraus, beispielsweise eine Kundendatenbank. Die systematische Stichprobe (Systematic Sampling) ermöglicht eine strukturierte Auswahl: Ausgehend von einem Zufallsstart wird jede k-te Person einer geordneten Liste ausgewählt. Bei großen Populationen kann dieses Verfahren die praktische Durchführung vereinfachen und eine gleichmäßige Verteilung der Stichprobe über den Auswahlrahmen begünstigen. Die beiden weiteren Verfahren berücksichtigen die Struktur der Population. Bei der Klumpenstichprobe (Cluster Sampling) werden zunächst natürliche Gruppen, beispielsweise Gemeinden, zufällig ausgewählt. Bei einer einstufigen Klumpenstichprobe werden anschließend alle Personen innerhalb der ausgewählten Gruppen einbezogen. Das kann die Erhebungskosten bei geografisch weit verteilten Populationen senken, geht jedoch häufig mit einer geringeren statistischen Präzision einher. Die geschichtete Stichprobe (Stratified Sampling) unterteilt die Population dagegen in sich gegenseitig ausschließende Schichten, beispielsweise nach Alter oder Raumtyp, aus denen jeweils Zufallsstichproben gezogen werden. Dadurch lassen sich wichtige Teilgruppen gezielt berücksichtigen und Stichprobenfehler bei geeigneter Schichtung reduzieren. Voraussetzung sind Informationen über die Merkmale, anhand derer die Schichten gebildet werden.

Nach der Auswahl müssen die Personen über verschiedene Rekrutierungskanäle bzw. Kontaktstrategien angesprochen werden. Postalische Einladungen an registerbasierte Zufallsstichproben (z. B. EWO-Daten) erreichen die Bevölkerung flächendeckend und bilden eine gute Basis für einen ausgewogenen Teilnehmendenpool. Einladungen per E-Mail setzen Adressen aus Datenbanken oder Registern voraus und lassen sich mit einer Schichtung verbinden, sodass schon die Kontaktliste die demografische Vielfalt abbildet. Gruppen mit geringer Online-Affinität, etwa ältere Menschen, lassen sich telefonisch oder persönlich vor Ort ansprechen. Das wirkt dem Non-Response-Bias entgegen, ist aber aufwendiger.

In der Praxis werden Auswahl und Ansprache häufig zu hybriden Designs kombiniert (Lawson et al. 2023; Masse et al. 2025; Bürbaumer et al. 2024). Eine Möglichkeit ist die Verknüpfung mit etablierten Mobilitätspanels. Sie stärkt die Stichprobenstruktur und erlaubt es, Ergebnisse über verschiedene Datentypen hinweg gegeneinander zu prüfen. Reichen die eigenen Kanäle nicht aus, können professionelle Access-Panels gezielt Quoten für bestimmte demogra-

fische oder verhaltensbezogene Gruppen füllen. Solche Stichproben werden häufig schon vor der finalen Gewichtung statistisch angepasst, um ihre Balance zu verbessern.

3 Statistische Gewichtung und Hochrechnung

Selbst bei optimierter Rekrutierung lassen sich systematische Stichprobenverzerrungen (Bias) kaum vollständig vermeiden. In Smartphone-Tracking-Studien – die primär auf Selbstrekrutierung oder hybriden Ansätzen basieren – erfordert die Analyse daher statistische Gewichtungsverfahren, um Abweichungen von der Zielpopulation zu korrigieren. Dieser Abschnitt beschreibt gängige Verfahren zur Gewichtung und Hochrechnung vor, die sich in der Praxis sowohl bei selbstrekrutierten als auch bei hybriden Stichproben anwenden lassen, um Indikatoren über das Mobilitätsverhalten der Gesamtbevölkerung zu gewinnen.

3.1 Gewichtungsverfahren

Vor der Gewichtung ist zu klären, in welchen Dimensionen die Stichprobe von der Zielpopulation abweicht. Je nach Studie kommen unterschiedliche Merkmale infrage. Vier Dimensionen sollten jedoch in der Regel immer berücksichtigt werden. Erstens kann die soziodemografische Struktur der Teilnehmenden von der Bevölkerung abweichen, etwa hinsichtlich Bildungsstands, Erwerbsstatus oder Haushaltszusammensetzung. Solche Unterschiede sollten durch eine demografische Gewichtung ausgeglichen werden. Zweitens kann die räumliche Verteilung verzerrt sein. Wenn die Rekrutierung nicht geografisch geschichtet erfolgt, können beispielsweise Menschen in Städten überproportional häufig in der Stichprobe vertreten sein, was das ermittelte Mobilitätsverhalten verzerren kann. Drittens beeinflusst die verhaltensbezogene Zusammensetzung die Ergebnisse. Je nach Rekrutierungskanal, beispielsweise über Apps, Gamification oder Anreize, beteiligen sich überdurchschnittlich häufig Personen, die besonders mobil oder an Mobilität interessiert sind und bestimmte Verkehrsmittel bevorzugen. Hier kann der Abgleich mit etablierten Referenzdatensätzen helfen, Wegehäufigkeiten und Modal Split besser an die Verhältnisse in der Bevölkerung anzupassen. Viertens ist die Panelmortalität (longitudinal dropout) zu berücksichtigen. Die Langzeitbeobachtung ist ein wesentlicher Vorteil des Trackings gegenüber Stichtagserhebungen. Allerdings scheiden Teilnehmende im Zeitverlauf aus. Die Gewichtung sollte deshalb nicht nur einzelne Datenlücken, sondern auch das Ausscheiden von Teilnehmenden über den Beobachtungszeitraum berücksichtigen, um die zeitliche Konsistenz der Ergebnisse zu wahren.

Um diesen Verzerrungen methodisch zu begegnen, kommen unter anderem folgende statistische Gewichtungsverfahren zum Einsatz:

Poststratifizierung: Die bereits erhobene Stichprobe wird anhand zentraler soziodemografischer und räumlicher Merkmale (z. B. Alter, Geschlecht, Region, Gemeindetyp) in Strata unterteilt. Die Gewichte der einzelnen Gruppen werden so angepasst, dass ihre Anteile in der Stichprobe den bekannten Strukturen der Gesamtbevölkerung entsprechen. Dieses Verfahren kann territoriale Disparitäten (z. B. Stadt-Land-Gefälle) sowie demografische Unterrepräsentationen adressieren.

Verhaltensbasierte Kalibrierung: Hierbei werden die Trackingdaten mit etablierten Referenzdatensätzen (z. B. MiD, ÖV-Panels) abgeglichen und die Gewichte entsprechend angepasst. Ziel ist die Korrektur verhaltensbezogener Verzerrungen, die beispielsweise durch eine Über- oder Unterrepräsentation spezifischer Verkehrsmittel (ÖV, aktive Mobilität), Wegelängen (z. B. Langstrecken) oder überdurchschnittlich mobiler Personen entstehen können. Die Referenzdaten dienen dabei als Orientierung und nicht als Zielwert, den die Trackingdaten reproduzieren müssen.

Raking Verfahren (Iterative Proportionale Anpassung): Dieses Verfahren passt die Gewichte iterativ entlang mehrerer Dimensionen an. Dadurch werden sie an bekannte Bevölkerungskennwerte angeglichen, was Verzerrungen in mehreren Variablen gleichzeitig reduziert. Raking wird nach der Poststratifizierung (oder unabhängig davon) angewendet und erlaubt eine simultane Berücksichtigung soziodemografischer, territorialer und mobilitätsbezogener Faktoren.

Modellierung longitudinaler Ausfälle (Attrition): Panelmortalität und Datenlücken können durch eine explizite Modellierung des Abbruchprozesses adressiert werden. Mithilfe von Attritionsmodellen (z. B. via logistische Regression oder Überlebenszeitanalyse) wird die Abbruchwahrscheinlichkeit geschätzt. Diese dient als Basis für Invers-Wahr-

scheinlichkeitsgewichte oder kalibrierte longitudinale Gewichte, um nicht-zufällige Abbrüche auszugleichen.

Diese Verfahren entsprechen etablierten Standards großskaliger Mobilitätsstudien und lassen sich grundsätzlich auf die Smartphone-basierte Datenerhebung übertragen. Dies unterstreicht, dass Repräsentativität eine methodenübergreifende Herausforderung darstellt und kein spezifisches Defizit einzelner Erhebungsinstrumente.

3.2 Datenhochrechnungsverfahren

Analog zu traditionellen Erhebungen beruht auch Smartphone-Tracking auf Stichproben, die nicht zwangsläufig die Gesamtbevölkerung abbilden. Während die statistische Gewichtung die strukturelle Zusammensetzung der Stichprobe korrigiert, dient die Datenhochrechnung als weiterer Schritt dazu, die gewichteten Daten auf die Populationsebene zu übertragen. Durch die Skalierung auf verschiedene räumliche Einheiten – von Städten über Regionen bis hin zu nationalen Aggregaten – lassen sich umfassende Mobilitätsindikatoren wie das Gesamtverkehrsaufkommen, regionale Modal Splits oder durchschnittliche Wegelängen schätzen.

Für eine belastbare Hochrechnung kommen verschiedene, sich ergänzende Ansätze zum Einsatz. Ausgangspunkt sind gewichtete Datensätze, auf deren Grundlage unter Einbeziehung soziodemografischer, räumlicher und verhaltensbezogener Merkmale aggregierte Mobilitätsindikatoren geschätzt werden. Hierfür eignen sich inferenzstatistische und prädiktive Modelle, beispielsweise Regressionsansätze, generalisierte additive Modelle oder probabilistische Imputationsverfahren. Zur Validierung und Feinjustierung können die Modellergebnisse mit aggregierten externen Daten abgeglichen werden, etwa mit Ticketingdaten, Verkehrszählungen oder zensusbasierten Pendlerstatistiken. Diese Triangulation kann dazu beitragen, die Belastbarkeit von Modal-Split-Schätzungen einzuschätzen und das Gesamtverkehrsaufkommen besser abzubilden.

Sind einzelne Räume oder Zeiträume nur dünn oder lückenhaft erfasst, können ergänzend räumliche und zeitliche Hochrechnungsverfahren eingesetzt werden. Die zeitliche Skalierung überträgt kurze Beobachtungsfenster auf vollständige Werktage, Wochen oder Saisons. Die räumliche Hochrechnung ermöglicht es, Schätzungen auf weitere geografische Einheiten zu übertragen und räumlich konsistente Indikatoren abzuleiten. Schließlich können modellbasierte synthetische Daten dazu beitragen, Datenlücken im Längsschnitt oder unterbesetzte Stichprobenzellen auszugleichen. Hierfür kommen beispielsweise probabilistisches Resampling, prädiktive Verhaltensmodellierung oder agentenbasierte Simulationen infrage, die auf beobachteten Mobilitätsmustern aufbauen.

4 Datenvalidierung und Qualitätssicherung

Die Validität von Smartphone-Tracking-Ergebnissen korreliert unmittelbar mit der Integrität und Plausibilität der erhobenen Daten. Dieser Abschnitt beschreibt zentrale Strategien zur Sicherung der Genauigkeit und Konsistenz. Die Qualitätssicherung stützt sich auf eine Kombination aus externem Benchmarking und kontinuierlicher, nutzerbasierter Validierung. Diese Prozesse sind eng mit den zuvor beschriebenen Strategien zur Repräsentativitätssicherung verzahnt und können sowohl vor als auch nach der statistischen Gewichtung erfolgen.

4.1 Externe Plausibilitätsprüfungen und Benchmarking

Der Abgleich zentraler Mobilitätsindikatoren mit anerkannten Referenzstudien dient der Beurteilung, inwieweit beobachtete Muster mit etablierten Referenzwerten übereinstimmen. Dazu lassen sich Kenngrößen wie Modal Split, Wegelängen und Wegehäufigkeiten mit Erhebungen wie „Mobilität in Deutschland“ (MiD) oder dem „System repräsentativer Verkehrsbefragungen“ (SrV) vergleichen. Ergänzend können soziodemografische und mobilitätsbezogene Merkmale, beispielsweise Pkw-Besitz oder ÖPNV-Nutzungshäufigkeit, anhand amtlicher Statistiken überprüft werden. Deutliche Abweichungen können auf systematische Verzerrungen durch Rekrutierung, Antwortausfälle oder Klassifikationsalgorithmen hinweisen und Anlass für eine Überprüfung der Stichprobenzusammensetzung, der Gewichtung oder der Datenverarbeitung geben.

Bei der Interpretation solcher Vergleiche ist jedoch zu berücksichtigen, dass auch die Referenzerhebungen mit Unsicherheiten behaftet sind. Sie können selbst Berichtsverzerrungen und eigene Fehlerrisiken aufweisen (z. B. Untererfassung kurzer Wege). Zudem bilden sie die Mobilität zu bestimmten Erhebungszeitpunkten ab, werden meist nur in mehrjährigen Abständen durchgeführt und können

daher von der aktuellen Situation abweichen. Benchmarking dient deshalb primär der Plausibilitätsprüfung und Einordnung der Ergebnisse, nicht der uneingeschränkten Anpassung an einzelne Referenzwerte.

Ergänzend zu externen Vergleichen sind interne und räumliche Konsistenzprüfungen erforderlich. So können beobachtete Mobilitätsmuster und Aktivitätsräume mit Bevölkerungsdichten und Flächennutzungsdaten verglichen werden, um die Plausibilität ihrer räumlichen Verteilung zu beurteilen. Darüber hinaus können automatische Prüfverfahren unplausible Datenpunkte identifizieren, etwa aufgrund extremer Reisegeschwindigkeiten oder unrealistischer Aufenthaltsdauern. Solche Auffälligkeiten lassen sich je nach Prüfverfahren kennzeichnen, einer manuellen Überprüfung zuführen oder nach festgelegten Regeln korrigieren.

4.2 Internes Monitoring, Nutzervalidierung und Panel-Retention

Ein wesentlicher Baustein der Qualitätssicherung ist das fortlaufende Monitoring der erfassten Daten sowie die Validierung automatisierter Wegeerkennungen durch die Nutzenden selbst (Molloy et al. 2023). Da automatisierte Tracking- und Klassifikationsverfahren systemimmanente Unschärfen aufweisen, dient direktes Nutzerfeedback als entscheidende Referenz (ground truth), um die Erkennungsgenauigkeit zu überwachen und die zugrunde liegende Algorithmik iterativ zu optimieren. Das Monitoring trägt dazu bei, das spezifische Mehrwertpotenzial des Smartphone-Trackings – die Erhebung hochauflösender Längsschnittdaten über Monate oder Jahre – voll auszuschöpfen und Datenreihen für tiefgreifende Analysen von Verhaltensänderungen und Saisonalitätseffekten zu gewinnen. Um diese Datenkontinuität zu gewährleisten, ist eine langfristige Nutzerbindung (panel retention) entscheidend. Basierend auf empirischen Projekterfahrungen skizziert dieser Abschnitt bewährte Strategien zur Förderung des Engagements und zur Sicherstellung einer dauerhaft hohen Datenqualität.

Nutzervalidierung und Klassifikationsgenauigkeit

Damit die erfassten Daten möglichst verlässlich sind, ist eine punktuelle oder gar vollständige Validierung der getrackten Daten hilfreich. Hierbei sind die interaktiven Funktionen der App so auszugestalten, dass ein möglichst qualifiziertes und aussagekräftiges Nutzerfeedback erhalten wird. In vielen Apps können Teilnehmende erkannte Wegsegmente, Verkehrsmittel oder Ticketinformationen bestätigen oder korrigieren. Diese Rückmeldungen sind hilfreich, um die Klassifikationsgüte zu quantifizieren und zu verbessern. Die aktive Einbindung kann zudem Transparenz schaffen und das Vertrauen in die Erfassungstechnologie stärken. Ergänzend können regelmäßige Push-Benachrichtigungen die Teilnehmenden dazu anregen, ihre Mobilitätsprotokolle zeitnah zu prüfen. Das kann Datenlücken verringern, das Bewusstsein für das eigene Mobilitätsverhalten schärfen und so das langfristige Interesse an der App-Nutzung festigen.

Strategien zur langfristigen Teilnahme und Nutzerbindung

Für die langfristige Teilnahme legen Beobachtungen aus der Praxis und aus vergleichbaren Panel-Studien nahe, dass transparente Kommunikation, kontinuierliches Feedback und durchdachte Anreize zusammenwirken können (Bürbaumer et al. 2024; Loder et al. 2024). Eine offene Kommunikation über Forschungsziele und Datennutzung kann Vertrauen aufbauen und das Engagement der Teilnehmenden fördern. Die Reputation der Trägerorganisation (z. B. Universität oder Verkehrsbehörde) kann dabei als Glaubwürdigkeitsanker wirken und die Teilnahmequoten erhöhen. Nach initialer Ansprache können gezielte, wiederholte Nachfassaktionen per E-Mail oder über Partnernetzwerke wie Kommunen oder NGOs helfen, inaktive Personen zurückzugewinnen und die Aktivität insgesamt aufrechtzuerhalten.

Ein weiterer Ansatz sind Rückmeldungen und spielerische Elemente. Individuelle Auswertungen zum eigenen Mobilitätsverhalten, etwa zur CO_2-Bilanz oder zum Modal Split, bieten einen direkten Mehrwert und können die Bindung der Teilnehmenden stärken. Gamification-Ansätze mit Wettbewerbselementen wie Challenges oder Ranglisten, zum Beispiel zur Anzahl der Validierungen oder Vielfalt der genutzten Verkehrsmittel, können die intrinsische Motivation ansprechen und eine verstetigte App-Nutzung fördern. Anreize lassen sich zudem dynamisch anpassen, etwa wenn sie auf das individuelle Teilnahmeverhalten reagieren oder gezielt unterrepräsentierte Gruppen adressieren. Das kann

zur Stabilisierung der Stichprobe beitragen. Eine längerfristige Anreizplanung, etwa mit Boni bei Meilensteinen oder regelmäßigen Verlosungen, kann die Motivation über ausgedehnte Erhebungszeiträume stützen. Wie stark diese Maßnahmen wirken, hängt vom Kontext der Studie ab und ist im Einzelfall zu prüfen.

5 Fazit

Smartphone-basiertes GPS-Tracking bietet erhebliche Potenziale für die Mobilitätsforschung, insbesondere durch die hochauflösende Erfassung räumlicher und zeitlicher Bewegungsmuster. Die Aussagekraft der gewonnenen Daten hängt jedoch wesentlich davon ab, inwieweit die untersuchten Personen die Zielpopulation abbilden und sich die beobachteten Mobilitätsmuster auf diese übertragen lassen. Die Annäherung an repräsentative Ergebnisse erfordert daher eine sorgfältige methodische Planung über den gesamten Forschungsprozess hinweg.

Die vorgestellten Ansätze verdeutlichen, dass die Verbesserung der Repräsentativität nicht auf eine einzelne Maßnahme reduziert werden kann, sondern ein Zusammenspiel verschiedener methodischer Schritte erfordert. Bereits bei der Rekrutierungsstrategie können kombinierte digitale, analoge und partnerbasierte Kanäle sowie gegebenenfalls probabilistische Auswahlverfahren dazu beitragen, Selektionsverzerrungen zu verringern. Gewichtung und Hochrechnung setzen anschließend an verbleibenden Abweichungen an, indem sie die Stichprobenzusammensetzung an relevanten soziodemografischen, räumlichen und verhaltensbezogenen Merkmalen ausrichten und die Übertragung der Ergebnisse auf die Zielpopulation unterstützen. Externe Referenzdaten und Datenvalidierungen durch Teilnehmende ergänzen diese Maßnahmen, indem sie die Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse ermöglichen und gleichzeitig zur kontinuierlichen Optimierung der algorithmischen Klassifikation beitragen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Smartphone-Tracking ein hochflexibles und erkenntnisreiches Instrument darstellt, das konventionelle Erhebungsmethoden nicht nur ergänzt, sondern in einigen Aspekten auch übertrifft. Seine Stärke liegt insbesondere in der detaillierten Erfassung tatsächlicher Bewegungsmuster über längere Zeiträume. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Gesamtbevölkerung bleibt dabei eine eigenständige methodische Herausforderung, die sich nicht allein durch statistische Anpassungsverfahren lösen lässt. Eine abgestimmte Kombination aus geeigneten Rekrutierungsstrategien, statistischer Gewichtung, Hochrechnung und systematischer Qualitätssicherung kann dazu beitragen, die Aussagekraft der Daten zu verbessern und ihr Potenzial für unterschiedliche Anwendungskontexte besser auszuschöpfen. Auf dieser Grundlage lassen sich Studien konzipieren, die methodische Anforderungen und projektspezifische Rahmenbedingungen berücksichtigen und fundierte Beiträge zur Verkehrsplanung und Mobilitätsforschung leisten können.

Literaturverzeichnis

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG): Fahrinfo-App – Meine Wege, [online] https://www.bvg.de/de/abos-und-tickets/alle-apps/fahrinfo-app/meine-wege [abgerufen am 16.09.2026].

Bürbaumer, M., Kirchberger, C., Berger, M. & Dorner, J. (2024): Recruitment, participant motivation and response rates in a smartphone-based travel survey: Mobility Panel in aspern Seestadt, in: Transportation Research Procedia, Bd. 76, S. 283–295, DOI: 10.1016/j.trpro.2023.12.055.

Heinonen, S., Meyer de Freitas, L., Meister, A., Schwab, L., Roth, J., Hintermann, B., Götschi, T. & Axhausen, K. W. (2024): The e-biking in Switzerland (EBIS) study: methods and dataset, in: Transportation, Online First, DOI: 10.1007/s11116-024-10552-y.

Lawson, C. T., Krans, E., Rentz, E. (Green) & Lynch, J. (2023): Emerging trends in household travel survey programs, in: Social Sciences & Humanities Open, Bd. 7, Nr. 1, DOI: 10.1016/j.ssaho.2023.100466.

Loder, A., Dahmen, V., Waldorf, I., Álvarez-Ossorio Martinez, S. & Bogenberger, K. (2024): The Mobilität.Leben Study: A 20-Month Mobility-Tracking Panel, DOI: 10.13140/RG.2.2.10552.35843.

Masse, F., Gumy, A., Schultheiss, M.-E., Kaufmann, V. & Drevon, G. (2025): The Lemanic Panel, a five-year monitoring of populations' lifestyles—focus on the first wave: recruitment phase, mobility survey and GPS tracking, in: Transportation, Bd. 52, S. 2215–2248, DOI: 10.1007/s11116-025-10634-5.

Meister, A., Bashan, N. F., Basu, R., Shen, X., Wang, R. Q. & Sevtsuk, A. (2025): The BostonWalks study: a longitudinal travel survey using smartphone tracking, in: Transportation, Bd. 52, S. 2249–2279, DOI: 10.1007/s11116-025-10637-2.

Molloy, J., Castro, A., Götschi, T., Schoeman, B., Tchervenkov, C., Tomic, U., Hintermann, B. & Axhausen, K. W. (2023): The MOBIS dataset: a large GPS dataset of mobility behaviour in Switzerland, in: Transportation, Bd. 50, Nr. 5, S. 1983–2007, DOI: 10.1007/s11116-022-10299-4.

Piras, F., Sottile, E., Tuveri, G. & Meloni, I. (2025): Exploring factors influencing car commuters' willingness to participate to an app-based Voluntary Travel Behaviour Change programme, in: Transportation Planning and Technology, Online First, DOI: 10.1080/03081060.2025.2518118.

United Nations Statistics Division (2008): Designing Household Survey Samples: Practical Guidelines, in: Statistical Papers, Series F, Nr. 98, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division.

Autor*innenangaben

Dr.-Ing. Mariana Batista
motiontag GmbH
Cuvrystr. 53 (Haus F, Scaling Spaces)
10997 Berlin

E-Mail: mariana.batista@motiontag.com