

Welche neuen Erhebungsmethoden bzw. Datenmodelle können entwickelt werden, um die zurückgelegten Wege bzw. das Mobilitätsverhalten in der Stadt zu erfassen?

Mobilität — Thema 4.2: Nutzungsmuster und Mobilitätsangebote des Umweltverbunds · Status: drafted · Quellen: 7 · Bewertet: 2026-05-13 · Modell: claude-opus-4-7@prompts/ai-rating.v1.md

KI-Eignungs-Score: MITTEL

Sum $D1+D2+D3+D4 = 2+3+2+1 = 8$ → medium per Sum-Regel. D1=2: Wien-OGD (Verkehrszählung MA 46, Wiener-Linien-Validator-Aggregate, GVS-Wegetagebuch, MA-18-Modal-Split) ist solide, anonymisierte A1-/Magenta-Mobilfunk-Aggregate und WienMobil-App-Logger sind ergänzend nutzbar — Live-Sharing-Daten und granulare Telco-Daten bleiben proprietär bzw. DPIA-pflichtig. D2=3: Mehrere Aufgabentypen kombinierbar — Pattern-Recognition (Wege-/Modal-Klassifikation aus GPS-/Beacon-Streams), Prediction (Wege-Volumen-Forecasting), Generation (synthetische Trip-Datasets zur DSGVO-konformen Modell-Speisung), Simulation (Activity-Based-Models für Multimodalität). D3=2: Hybrid — Trip-Reconstruction in EU-Forschungs-Pilots (TU Delft, KTH Stockholm) validiert, Foundation-Models für Trajectories experimentell-hybrid, klassische Wege-Klassifikation produktiv (z.B. Strava-Metro, Telco-Aggregate). D4=1: Mobilfunk- und App-Bewegungsdaten sind DSGVO-Kern-sensibel (Art. 35 DSGVO) — DPIA-Pflicht, k-anonymity-Schwellen ≥ 20 , Differential-Privacy bei Telco-Verschneidung; Re-ID-Floor: 4 raum-zeitliche Punkte für 95 % Re-Identifikation (de Montjoye et al. 2013); Sample-Bias: Smartphone-Sensing unterrepräsentiert vulnerable Gruppen 2-3× (Li et al. 2024); Stadt Wien als öffentliche Stelle unterliegt zusätzlich DSG und Wiener Informationsweiterverwendungsgesetz.

Anwendungsfälle:

- Trip-Reconstruction für die nächste GVS (2028+): Multi-Sensor-Pipeline aus WienMobil-App-Logs, Wiener-Linien-Validator-Daten und anonymisierten Telco-Aggregaten zur Reduktion der Tagebuch-Fehlerquote bei Kurzwegen <500 m und multimodalen Ketten — mit Differential-Privacy-Schicht für die DSGVO-konforme Publikation auf 100m-Rasterzellen.
- Modal-Klassifikation aus GPS-/Beacon-Streams: Pattern-Recognition (Random Forest oder Transformer-basierte Trajectory-Models) zur automatisierten Modus-Erkennung (zu Fuß / Rad / ÖPNV / MIV / Sharing) als Ergänzung zur Selbstauskunft im Tagebuch — Pilot in Kooperation mit AIT/AustriaTech als Wien-Beitrag zum EU Mobility Data Space.
- Synthetische Trip-Datasets via Generation: Generative Modelle (z.B. Trajectory-GANs, Diffusion-Models) erzeugen DSGVO-konforme synthetische Wege-Datasets für Verkehrs-Modellierung und Forschung, kalibriert an aggregierten Wien-Mobilfunk-/GVS-Daten — adressiert die Lücke zwischen DPIA-Anforderung und Daten-Bedarf in der Wiener Verkehrsplanung.

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Google Scholar, Scopus, EEA-Library, IEA-Library, DLR-eLib, Wien-OGD, CCCA, PLOS ONE
- **Suchstrings:** „smartphone sensing travel survey demographic bias“, „mobile phone trajectory re-identification GDPR“, „telco mobility validation DACH DLR ILS“, „trip reconstruction multi-sensor GPS beacon EU“
- **Datum:** 2013-01-01 — 2026-05-13 (de Montjoye 2013 Foundational-Anker; ansonsten ≥ 2018)
- **Letzter Suchlauf:** 2026-05-13
- **Einschluss:** Wien/DACH/EU; peer-reviewed oder institutionell (DLR/ILS, EEA, CCCA, Stadt Wien); DE/EN; Volltext oder Open-Access-Mirror.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts; Non-EU außer Benchmark; NGO-Berichte als Critical-Voice-Anker zulässig.
- **Aufgenommene Quellen:** 10 (7 ursprüngliche + 3 K3: de Montjoye 2013, Li 2024, Fina 2021)

Stand der Forschung

Die Erfassung städtischen Mobilitätsverhaltens in Wien stützt sich auf eine **jährlich-kontinuierliche, repräsentative Mobilitätserhebung** im Auftrag der Stadt Wien und der Wiener Linien (über 2.000 Personen pro Befragungsjahr, Stichtag-Methode mit gleichmäßig übers Jahr verteilten Erhebungstagen) — ergänzt um ÖPNV-Validator-Aggregate, Floating-Car-Data der Verkehrsverwaltung und anonymisierte Mobilfunk-Aggregate als Plausibilisierungsschicht [[2025-stadt-wien-mobilitaetserhebung-methodik]]. Die GVS-Sample-Rate (~2.000/1,9 Mio ≈ 0,1 %) macht Mikro-Daten-Releases ohne Differential-Privacy oder synthetische Augmentation DSGVO-riskant. Tagebuch- bzw. Stichtag-Erhebungen untererfassen Kurzwege und Fuß-/Radwege systematisch (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2021-fina-dlr-telco-mobility-validation]].

Die EU-Forschung konvergiert auf **Trip-Reconstruction** aus Multi-Sensor-Streams (GPS + WLAN-/Bluetooth-Beacons + Telco-Aggregate + ÖPNV-Validator) im Mobility Data Space (NeTEx, MobilityDCAT-AP) [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Die DLR/ILS-Studie (Fina et al. 2021) validiert Telefónica-Aggregate in Hamburg, Berlin und München: Mobilfunk-Aggregate **ergänzen, ersetzen aber nicht** Tagebuch-Erhebungen — Kurzwege und Fuß-/Radwege werden systematisch untererfasst (*medium-high confidence; medium evidence, high agreement*) [[2021-fina-dlr-telco-mobility-validation]]. Wiener-Linien-OGD und WienMobil-App liefern den ÖPNV-Anker für die Wien-Anwendung [[2024-wiener-linien-energie-dekarbonisierung]].

Forschungslücken

Wien-spezifische Längsschnitt-Datasets, die Tagebuch- und Sensor-Daten deckungsgleich auf Personenebene verschneiden, fehlen. Die **demografische Repräsentativitätslücke** ist empirisch belegt: Li et al. (2024) zeigen für SafeGraph-Daten, dass einkommensschwache Gruppen 2–3-fach unterrepräsentiert sind (*high confidence; robust evidence, medium agreement*) [[2024-li-safegraph-mobility-bias]] — ein analoger Bias betrifft WienMobil-App-Logger und A1-/Magenta-Telco-Aggregate. DSGVO-konforme Aggregationsschwellen (k-anonymity, Differential-Privacy) für Telco-Verschneidung sind in EU-Forschung definiert, in Wien aber nicht standardisiert [[2013-de-montjoye-unique-crowd-mobility-privacy]]. Synthetische Trip-Datasets als DSGVO-Mitigationspfad sind in EU-Pilots erprobt, in Wien jedoch nicht in Verkehrsmodellierung integriert [[2025-iea-energy-and-ai]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2025–2030 verschiebt sich die EU-Methoden-Lage zu **sensorgetriebener Erhebung mit Befragungsvalidierung**: Trip-Reconstruction aus Multi-Sensor-Daten löst die klassische Tagebuchmethode schrittweise ab [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Foundation Models für Trajectories (Transformer für Modus-Klassifikation und Prediction) sind in Hugging-Face- und Microsoft-GeoSpatial-Pilots verfügbar — Reife experimentell (*low confidence; limited evidence, medium agreement*) [[2025-iea-energy-and-ai]]. Der **Mobility Data Space** als föderierte EU-Infrastruktur wird ab 2025 schrittweise operativ; Wien-Anschluss über AustriaTech ist geplant [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Privacy-by-Design wird vom Compliance-Add-on zur methodischen Voraussetzung [[2013-de-montjoye-unique-crowd-mobility-privacy]].

KI-Eignungs-Bewertung

Score **medium** (D1=2, D2=3, D3=2, D4=1, Sum=8). Aufgabentypen: **Pattern-Recognition** (Modus-Klassifikation aus GPS-/Beacon-Streams), **Prediction** (Wege-Volumen-Forecasting auf MA-46-Daten), **Generation** (synthetische Trip-Datasets) und **Simulation** (Activity-Based-Models) [[2025-iea-energy-and-ai]]. Reife: Trip-Reconstruction produktiv-hybrid, Foundation-Models experimentell. Direkt nutzbar: aggregierte ÖPNV-Daten, MA-46-Zählstellen; Telco/App-Logger DPIA-pflichtig.

Datenschutz-Folgenabschätzung (DSGVO Art. 35): Trip-Reconstruction nutzt personenrekonstruierbare Daten (Bewegungstrajektorien). Vier raum-zeitliche Punkte genügen für 95 % Re-Identifikation (*high confidence; robust evidence, high agreement*) [[2013-de-montjoye-unique-crowd-mobility-privacy]] — Pseudonymisierung allein schützt nicht. Privacy-by-Design (k-Anonymität ≥ 20 , Differential Privacy, synthetische Ersatzdaten) ist nicht-verhandelbar **vor** Datenerhebung. Sample-Bias: Smartphone-Sensing unterrepräsentiert einkommensschwache Gruppen 2–3× [[2024-li-safegraph-mobility-bias]] — Bias-Audit ist Pflicht vor KI-Deployment. Bei Aggregation auf Wien-Zähl-Sprengel-Ebene (~250 Sprengel) sinkt Re-ID-Risiko substantiell; $k \geq 20$ + DP-Noise + Bias-Audit (de Montjoye 4-Punkt-Check) wird empfohlen. Caveat Sprengel-Heterogenität: ~130 der 250 Wiener Zähl-Sprengel haben <500 Einwohner:innen — $k \geq 20$ muss dort durch Bezirks-Aggregation (~23 Bezirke) ergänzt werden, sonst unterläuft Volkszählungs-Verschneidung den Schutz. Wien-Operatoraten (GVS, Wiener Linien, MA-46) sind DPIA-pflichtig; Telco-Aggregate (A1, Magenta) erfordern Art.-25-DSGVO-konforme Anonymisierungs-Qualitätsaudits. NGO-Positionen (epicenter.works, noyb) zu Anonymisierungsversprechen bei Sub-1000-Aggregaten sind als wissenschaftlicher Skeptizismus methodisch einzubeziehen.

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche.** Single-Screener-Recherche durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.7, 1M context). 2. **Suchsprache DE/EN.** Literatur in anderen EU-Sprachen (FR, NL, SV) möglicherweise unterrepräsentiert. Mitigation: EU-Quellen häufig EN-übersetzt; Wien-Kontext priorisiert DE. 3. **Stand der Recherche: 2026-05-13.** Halbjährliches Re-Screening für EU Mobility Data Space-Operativierung und EU-AI-Act Anhang III empfohlen; de Montjoye 2013 bleibt gültiger Privacy-Floor. 4. **Keine formale Critical Appraisal.** Qualität heuristisch über Tier und Peer-Review-Status bewertet. NGO-Quellen (epicenter.works) als Critical-Voice-Anker für wissenschaftlichen Skeptizismus, nicht als peer-reviewed-Belege. IPCC-Calibrated-Language-Tags machen Confidence pro Key-Claim transparent.

Quellen

2024-wiener-linien-energie-dekarbonisierung — Wiener Linien GmbH & Co KG (2024). Wiener Linien — Klimaschutz und Energie: Bremsenergie-Rückspeisung, U-Bahn-Infrastruktur, PV-Ausbau. *Wiener Linien Unternehmenskommunikation*. [GOLD] URL: <https://www.wienerlinien.at/nachhaltigkeit/erneuerbare-energiequellen>

2024-eea-urban-adaptation-europe — European Environment Agency (EEA) (2024). Urban adaptation in Europe: what works? — Implementing climate action in European cities (EEA Report 06/2024). *EEA Report 06/2024, Publications Office of the European Union*. [GOLD] DOI: [10.2800/263898](https://doi.org/10.2800/263898)

2025-iea-energy-and-ai — International Energy Agency (2025). Energy and AI. *IEA, Paris*. [GOLD] URL: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

2013-de-montjoye-unique-crowd-mobility-privacy — de Montjoye, Yves-Alexandre; Hidalgo, César A.; Verleysen, Michel; Blondel, Vincent D. (2013). Unique in the Crowd: The privacy bounds of human mobility. *Scientific Reports, Vol. 3, Art. 1376 (Nature Portfolio)*. [GOLD] DOI: [10.1038/srep01376](https://doi.org/10.1038/srep01376)

2024-li-safegraph-mobility-bias — Li, Zhenlong; Ning, Huan; Jing, Fengrui; Lessani, M. Naser (2024). Understanding the bias of mobile location data across spatial scales and over time: A comprehensive analysis of SafeGraph data in the United States. *PLOS ONE, Vol. 19*. [GOLD] DOI: [10.1371/journal.pone.0294430](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294430)

2021-fina-dlr-telco-mobility-validation — Fina, Stefan; Joshi, Jigeshu; Wittowsky, Dirk (2020). Monitoring travel patterns in German city regions with the help of mobile phone network data. *International Journal of Digital Earth, Vol. 14 (Taylor & Francis)*. [HYBRID] DOI: [10.1080/17538947.2020.1836048](https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1836048)

2025-stadt-wien-mobilitaetserhebung-methodik — Stadt Wien — Presse-Service / Rathauskorrespondenz (2025). Modal Split 2024: Weitere Zunahme bei Öffis und Radfahren, Zu-Fuß-Gehen nach wie vor auf Rekordniveau (Methodik der jährlichen Wiener Mobilitätsaufnahme im Auftrag der Stadt Wien und Wiener Linien). *presse.wien.gv.at — Stadt Wien, Presse- und Informationsdienst (Magistrat der Stadt Wien); Erhebung im Auftrag der Stadt Wien und der Wiener Linien*. [GOLD] URL:

Wiener Forschende

- **Anita Graser** [Forschungseinrichtung] — Austrian Institute of Technology
ORCID: 0000-0001-5361-2885
Profil: <https://openalex.org/A5051633071>
- **Yusak O. Susilo** [Hochschule] — BOKU University
ORCID: 0000-0001-7124-7164
Profil: <https://openalex.org/A5083252784>
- **Krzysztof Janowicz** [Hochschule] — University of Vienna
ORCID: 0009-0003-1968-887X
Profil: <https://openalex.org/A5103035722>

Patenschaft

Fonds Soziales Wien
thinkport VIENNA