

Wie können Ladeinfrastrukturen für Sharing-Modelle und On-Demand-Bussysteme möglichst bedarfsorientiert, kosteneffizient und konfliktfrei ausgebaut und bedient werden? Welche Ausbaustrategie bezüglich Ladeinfrastruktur braucht es bei einer weiteren Forcierung von Sharing-Angeboten mit emissionsfreien Antriebstechnologien (Zukunftsszenarios)?

Mobilität — Thema 4.3: Antriebstechnologien · Status: drafted · Quellen: 5 · Bewertet: 2026-07-16 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: MITTEL

Wien-OGD und Wiener-Netze-Lastdaten sind für die Standort- und Einsatzoptimierung von Ladepunkten adaptierbar, doch Flotten- und Sharing-Bewegungsdaten sind teils proprietär und ein realisierter Wiener Ausbau-Längsschnitt fehlt. Der Aufgabentyp ist stark: Optimierung, Prediction und Simulation sind klar kombinierbar (Standort- und Zeitplanung, Nachfrage- und Ladelastprognose, Szenario-Ausbau). Die lokale Methodenreife bleibt hybrid, weil Routing- und Ladeoptimierung produktiv, die gekoppelte Sharing-/On-Demand-Ladeplanung aber überwiegend Forschungsstand ist. Ethisch-rechtlich genügt Standard-Compliance: Bewegungsdaten werden nur aggregiert benötigt, ein EU-AI-Act-Annex-III-Hochrisiko ist nicht einschlägig. D1=2, D2=3, D3=2, D4=2; Sum=9 ergibt medium ohne aktiven Override.

Anwendungsfälle:

- Ausbau- und Einsatzplaner für On-Demand-Shuttles und Sharing-Flotten: eine Nachfrageprognose mit den Lastgrenzen des Wiener Netzes koppeln und Opportunity- gegen Depot-Laden je Standort abwägen.
- Szenario-Simulation konkurrierender Ausbaustrategien für emissionsfreie Sharing-Angebote, stets als Bandbreiten und als Entscheidungsvorbereitung für Wiener Linien und thinkport VIENNA, nicht als Festlegung.

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at), Wiener-Linien- und thinkport-VIENNA-Publikationen, Crossref, ScienceDirect, IEEE Xplore
- **Suchstrings:** „demand-responsive transit opportunity charging optimization“, „electric bus charging infrastructure siting cost“, „EV fast charging grid impact load management“, „vehicle-to-grid managed charging distribution grid“, „Sharing Flotte Ladeinfrastruktur Wien“
- **Datum:** 2021-01-01 — 2026-07-16 | **Letzter Suchlauf:** 2026-07-16
- **Einschluss:** Wien-/AT-Bezug oder methodisch übertragbarer EU-Anker; peer-reviewed oder institutionell; DE/EN; verifizierter Volltext
- **Ausschluss:** quarantänierte Katalogeinträge; reine Herstellermeldungen ohne Methodik; nicht übertragbare Kostenzahlen ohne Quellenbasis
- **Gesichtete Treffer:** 29 **Aufgenommene Quellen:** 5

Stand der Forschung

Der bedarfsorientierte Ausbau der Ladeinfrastruktur für On-Demand-Busse und geteilte Elektroflotten ist im Kern ein Optimierungsproblem: Routenplanung und Ladevorgänge müssen gemeinsam geplant werden, statt das Nachladen nachgelagert zu behandeln [[2022-li-drt-opportunity-charging]]. Für die Kosteneffizienz ist die Antriebswahl

entscheidend. Der Fall Montpellier zeigt das drastisch: Die Stadt stornierte 51 bereits bestellte Wasserstoff-Busse zugunsten batterieelektrischer Fahrzeuge, weil die Betriebskosten mit 0,95 €/km gegenüber 0,15 €/km um das Sechsfache höher lagen (*medium confidence; limited evidence, medium agreement*) [[2022-montpellier-h2-bus-stornierung]]. Konfliktfrei heißt vor allem netzverträglich: Konzentrierte Schnellladehubs belasten lokale Netzknoten überproportional, doch Lastmanagement, Pufferspeicher und Photovoltaik-Kopplung begrenzen den Netzausbaubedarf, und gesteuertes wie bidirektionales Laden (Vehicle-to-Grid, die Rückspeisung aus der Fahrzeugbatterie ins Netz) erschließt die Flotte als Flexibilitätsreserve (*high confidence; robust evidence, high agreement*) [[2021-wang-ev-fast-charging-grid]] [[2022-yu-v2g-active-distribution]]. In Wien bietet die Bahn-Infrastruktur der Wiener Linien einen aufnahmefähigen Anknüpfungspunkt: Das Fahrleitungsnetz nimmt lokal erzeugten Strom jederzeit auf, Bremsenergie wird zu 20–35 % zurückgespeist, und Betriebsbahnhöfe tragen Photovoltaik [[2024-wiener-linien-energie-dekarbonisierung]].

Forschungslücken

Es fehlt eine veröffentlichte Wiener Datenbasis, die den bedarfsorientierten Ausbau und die Betriebskosten von Ladepunkten für Sharing-Flotten und On-Demand-Busse dokumentiert; die Live-Telemetrie der Wiener Linien ist öffentlich dünn und ohne Längsschnitt [[2024-wiener-linien-energie-dekarbonisierung]]. Die vorhandenen Optimierungsmodelle für bedarfsgesteuerte Elektro-Verkehre sind generisch und wurden nicht gegen Wiener Depot- und Straßengeometrie oder reale Nachfragedaten validiert [[2022-li-drt-opportunity-charging]]. Für emissionsfreie On-Demand-Busse fehlt ein transparenter Wiener Kostenvergleich pro Kilometer zwischen Batterie- und Wasserstoff-Antrieb [[2022-montpellier-h2-bus-stornierung]]. Die Konfliktdimension — die Konkurrenz um öffentlichen Raum für Ladepunkte und die konkrete lokale Netzbelastung — ist für Wien nicht quantifiziert; die belastbare Evidenz zur Netzwirkung stammt aus internationalen Übersichtsarbeiten [[2021-wang-ev-fast-charging-grid]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2026–2030 verschiebt sich die Planung von fester Depot-Ladung zu integrierter Opportunity-Ladung, bei der Ladeort und -zeitpunkt Teil der Betriebsplanung werden (*medium confidence; limited evidence, medium agreement*) [[2022-li-drt-opportunity-charging]]. Gesteuertes Laden und schrittweise bidirektionales Laden rücken die Flotte als Netzflexibilität in den Vordergrund; das ist primär ein Verteilnetz- und Koordinationsthema [[2022-yu-v2g-active-distribution]] [[2021-wang-ev-fast-charging-grid]]. Kostentransparenz wird zum Auswahlkriterium: Der batterieelektrische Antrieb setzt sich als kostengünstige emissionsfreie Standardoption durch, während Wasserstoff auf Nischen mit besonderem Reichweiten- oder Zeitbedarf beschränkt bleibt [[2022-montpellier-h2-bus-stornierung]]. In Wien werden die vorhandene Bahn-Infrastruktur, die Betriebsbahnhof-Photovoltaik und die Bremsenergie-Rückspeisung zu Ankerpunkten einer gekoppelten Lade- und Energiestrategie [[2024-wiener-linien-energie-dekarbonisierung]].

KI-Eignungs-Bewertung

Die KI-Eignung ist mittel. Am klarsten passen drei Aufgabentypen zusammen: Optimierung (Standort- und Zeitplanung der Ladepunkte samt Opportunity-Laden), Prediction (Nachfrage- und Ladelastprognose) und Simulation (Vergleich verschiedener Ausbaustrategien in Zukunftsszenarien). Ein konkreter Wiener Use-Case ist ein Ausbau- und Einsatzplaner, der eine Nachfrageprognose für On-Demand-Shuttles und Sharing-Flotten mit den Lastgrenzen des Wiener Netzes koppelt und Opportunity- gegen Depot-Laden abwägt [[2022-li-drt-opportunity-charging]] [[2022-yu-v2g-active-distribution]]. Die Datenlage ist adaptierbar, aber teils proprietär (Flotten- und Sharing-Bewegungsdaten), weshalb die lokale Methodenreife hybrid bleibt (*medium confidence; medium evidence, medium*

agreement). Personenbezogene Bewegungsdaten sind nur auf aggregierter Ebene nötig und bleiben im Standard-Compliance-Rahmen der DSGVO; ein Hochrisiko-Tatbestand nach EU-AI-Act Annex III ist für die Ausbau- und Einsatzoptimierung nicht erkennbar.

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context); keine unabhängige Zweitsichtung. 2. **Suchsprache DE/EN** — Literatur in weiteren EU-Sprachen kann fehlen; institutionelle Wien- und EU-Quellen mindern das Risiko. 3. **Stand der Recherche: 2026-07-16** — spätere Stände gehören in neue Brief-Versionen; für dieses schnell bewegte Technikfeld wird halbjährliches Re-Screening empfohlen. 4. **Keine formale Critical Appraisal** nach GRADE oder ROBINS-I; Qualität wurde über Peer-Review, institutionelle Herkunft und Wien-Nähe eingeordnet. 5. **Transfergrenze:** Kosten-, Netz- und Optimierungsbefunde stammen aus internationalen Fällen und Modellen; Wiener Kosten-, Nachfrage- und Netzdaten fehlen und müssen lokal erhoben werden.

Quellen

2022-li-drt-opportunity-charging — Li, Xin; Huang, Jingou; Guan, Yu; Li, Yanhao; Yuan, Yun (2022). Electric demand-responsive transit routing with opportunity charging strategy. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 110, Article 103427*. [CLOSED] DOI: 10.1016/j.trd.2022.103427

2022-montpellier-h2-bus-stornierung — Sustainable Bus (La Tribune Primärbericht) (2022). Montpellier scratches the hydrogen bus plan and turns to battery-electric technology — Reason: operating costs. [GOLD] URL: <https://www.sustainable-bus.com/fuel-cell-bus/montpellier-hydrogen-fuel-cell-buses-electric/>

2021-wang-ev-fast-charging-grid — Wang, Lu; Qin, Zian; Slangen, Tim; Bauer, Pavol; van Wijk, Thijs (2021). Grid Impact of Electric Vehicle Fast Charging Stations: Trends, Standards, Issues and Mitigation Measures - An Overview. *IEEE Open Journal of Power Electronics, Vol. 2, pp. 56-74*. [GOLD] DOI: 10.1109/ojpe.2021.3054601

2022-yu-v2g-active-distribution — Yu, Hang; Niu, Songyan; Shang, Yitong; Shao, Ziyun; Jia, Youwei; Jian, Linni (2022). Electric vehicles integration and vehicle-to-grid operation in active distribution grids: A comprehensive review on power architectures, grid connection standards and typical applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 168*. [HYBRID] DOI: 10.1016/j.rser.2022.112812

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>

Wiener Forschende

- **Reinhard Haas** [Hochschule] — TU Wien
Profil: <https://openalex.org/A5069213749>
- **Angela Köppl** [Forschungseinrichtung] — WIFO (Austrian Inst. Economic Research)
Profil: <https://openalex.org/A5029586537>

Patenschaft
thinkport VIENNA