



Shared Micro-Mobility City Performance Index

Entwicklung eines Shared Micro-Mobility City Performance Indexes (SMM-CPI) zur standardisierten Evaluierung verkehrlicher Auswirkungen von geteilten Mikromobilitätsangeboten in Städten

David Rüdiger, Holger Friedel
Connected Mobility Düsseldorf GmbH

Sebastian Schlebusch
movingfutures GmbH
(Unterauftragnehmer)

18. Mai 2026

Gefördert durch:



Ausarbeitung im Rahmen des mFUND-geförderten
Scoop2City Projektes (FKZ: 01F2261D)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Zusammenfassung - Executive Summary	4
1. Einleitung	6
2. Ausgangslage: Stand der Benchmarking-Methoden	6
2.1 Cycling Industries Europe (CIE) Bike Share Benchmarking	6
2.2 Fluctuo European Shared Mobility Index (ESMI)	8
2.3 Cycling Counts Projekt (Rupprecht Consult, Kevin Mayne, Fluctuo)	8
2.4 Anforderungen an einen erweiterten Benchmarking-Ansatz	9
3. Zielbild: Warum ein City Performance Index für Shared Micromobility?	10
4. Methodik des Shared Micromobility City Performance Index	10
4.1 Auswahl und Begründung der Leistungsindikatoren	10
4.1.1 Nutzungs- und Angebots-Indikatoren	10
4.1.2 Räumliche Abdeckung als eigenständiger Leistungsindikator	11
4.2 Datengrundlagen und Verarbeitungsschritte	11
4.2.1 Datenquellen	11
4.2.2 Definition der funktionalen Bezugsfläche	12
4.2.3 Definition der Bedienegebiete	13
4.2.4 Bevölkerungsgewichtung und räumliche Verschneidung	14
4.2.5 Berechnung des Population Coverage Index	16
4.2.6 Integration in den Gesamtindex	16
5. städtische Fallbeispiele: Anwendung und Erkenntnis- gewinn durch den SMM-CPI	19
5.1 Das Fallbeispiel Düsseldorf	19
5.1.1 räumliche und demografische Eingabeparameter	19
5.1.2 Shared Micromobility Angebot in Düsseldorf	21
5.1.3 räumliche und bevölkerungsgewichtete Abdeckung für Düsseldorf	21
5.1.4 Shared Micromobility Performanz innerhalb des städtischen Kerns im Vergleich zur Pendlerzone im Jahr 2025	23
5.1.5 Fachliche Einordnung und Resümé	25
5.2 Vergleichsbetrachtung mit anderen Städten und FUAs	26
5.2.1 Entwicklung datengestützter Zielmarken für die geteilte Mikromobilität	26
5.2.2 Korrelationsanalyse: Einflussfaktoren auf eine hohe Nutzungsintensität	30
5.2.3 Erkenntnisse zum Einfluss von Flottengröße und -dichte	32

5.2.4 Systemlogik und Fahrzeug-Mix als Einflussfaktoren	33
5.2.5 Die Adoptions-Schwelle der Flotten-Dichte	35
6. Schlussfolgerungen und Ausblick	36
6.1 Fazit: Leistung des SMM-CPI und zentrale Erkenntnisse	36
6.2 Handlungsempfehlungen für Kommunale Entscheider	36
6.3 Ausblick	37
Glossar.....	39

Zusammenfassung - Executive Summary

Der Shared Micromobility City Performance Index (SMM-CPI) wurde entwickelt, um ein konsistentes, vergleichbares und methodisch erweitertes Instrument zur standardisierten Evaluierung geteilter Mikromobilitätsangebote (Fahrräder, E-Bikes, E-Scooter) bereitzustellen. Ziel ist es, die Limitationen bestehender Benchmarking-Ansätze (wie Fokus auf Einzelverkehrsträger oder inkonsistente Datenquellen) zu überwinden. Die Arbeiten wurden im Rahmen des mFund-Projekts Scoop2City als neuen Service für kommunale Entscheidungsträger durchgeführt und abgeschlossen.

1. Methodik: Eignung als Standard-Evaluierungstool

Der SMM-CPI ist als Standard-Evaluierung-Werkzeug geeignet, weil er folgende methodische Neuerungen und Präzisierungen einführt:

- **Multimodaler und validierter Ansatz:** Er integriert alle relevanten Mikromobilitätsangebote (Fahrräder, E-Bikes und E-Scooter) in die Berechnung der Kernindikatoren (Fahrten pro 1.000 Einwohner/Tag, Fahrten pro aktivem Fahrzeug/Tag, Aktive Fahrzeuge pro 1.000 Einwohner).
- **Datenqualität durch MDS:** Im Gegensatz zu ungenauen GBFS-Feeds basiert der Index primär auf direkten Daten der Anbieter, **automatisierbar über die Mobility Data Specification (MDS)-Schnittstelle**, was eine valide Erfassung tatsächlicher Fahrten und Betriebszustände ermöglicht.
- **Standardisierte Bezugsfläche (FUA):** Statt auf administrativen Stadtgrenzen basiert die Analyse auf dem gemäß Eurostat standardisierten **funktionalen städtischen Raum (FUA)** und urbanen Flächen nach satellitengestützten Landnutzung-Daten, um eine belastbare Vergleichbarkeit zwischen heterogenen Städten und Regionen zu gewährleisten.
- **Bevölkerungsgewichtete Service-Abdeckung:** Der **Population Coverage Index (PCI)** wird als eigenständige Leistungsdimension integriert. Er misst den Anteil der Bevölkerung in urbanen Räumen, der tatsächlich vom Shared Micromobility-Angebot erreicht wird, und ergänzt so die klassische anbieterorientierte KPI-Logik.
- **Übertragbarkeit:** Das methodische Konzept ist verkehrsträgerneutral und für die Erweiterung auf andere New Mobility-Angebote (z.B. Car-Sharing, Ride-Hailing) geeignet.
- **Kompatibilität mit TEN-T Regulation 2024/1679:** Räumliche und fachliche Kompatibilität mit den Anforderungen der Europäischen Union bezüglich der Monitoring-Verpflichtungen der **städtischen Kerne (Urban Modes)** und ihrer FUAs zu ihren **Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP)**s).

2. Zentrale Erkenntnisse:

Die zentrale Frage ist nicht, wie das Angebot aussieht, sondern wie gut es genutzt wird. Das Benchmarking der untersuchten Stadtregionen stellt wesentliche Einflussfaktoren auf eine starke Nutzung heraus.

- **Adoptions-Schwelle der Flottendichte:** Eine substantielle Nachfrage (funktionierender Markt) generiert sich empirisch erst ab einer Flottendichte von ungefähr **4–6 aktiven Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner**. Unterhalb dieser Schwelle ist die Nutzung sehr gering.
- **Netzwerkeffekte:** Eine höhere Dichte aktiver Fahrzeuge pro Einwohner korreliert signifikant mit einer höheren Nutzungsintensität und einem größeren verkehrlichen Nutzen.
- **multimodaler Fahrzeug-Mix:** Ein multimodales Angebot, das E-Scooter und Fahrräder integriert, ist für das Erreichen hoher Leistungswerte und signifikanten verkehrlichen Nutzens – auch in Klein- und Mittelstädten der Pendlerzonen – notwendig.
- **Räumlich-flexible Systemlogiken:** Hybride Systeme aus stationsbasiert und free-floating sind für eine hohe Leistungsfähigkeit und Systemabdeckung – auch und gerade in Klein- und Mittelstädten – notwendig.

3. Wichtigste Handlungsempfehlungen für Kommunale Entscheider:

- **Regionale Steuerung: Integrierte Governance** mit klaren KPI für den gesamten **Funktionalen städtischen Raum (FUA)** inklusive seiner Pendlerzone, um gerade dort das strukturelle Mobilitäts-Defizit zu verringern und Angebote in die Fläche zu skalieren.
- **Strategische Planung: Verwendung der SMM-CPI-Indikatoren** als Kennzahlen für die Überwachung und Fortschrittskontrolle im Rahmen des **Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP)**.
- **Daten-Governance: Obligatorische Integration der MDS-Spezifikation** in Dienstleistungs- und Konzessionsverträge, um eine valide, faktenbasierte Steuerung und Planung zu gewährleisten.
- **Flottenmanagement: Vermeidung künstlicher Flotten-Obergrenzen** unterhalb der empirisch ermittelten Adoptions-Schwelle von 4–6 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner, um Netzwerkeffekte zu ermöglichen.

1. Einleitung

Geteilte Mikromobilität (Fahrräder, E-Bikes und E-Scooter) ist in vielen deutschen Städten längst ein integraler Bestandteil urbaner Mobilitätssysteme – doch ein konsistentes, methodisch belastbares Benchmarking existiert bislang kaum. Die heute verfügbaren Ansätze wie die Cycling Industries Europe (CIE) Benchmarking Studie¹, der davon abgeleitete Ansatz des Cycling Counts Projekts² oder Fluctuo's European Shared Mobility Index³ liefern zwar wertvolle Einblicke, ihre Aussagekraft bleibt jedoch aufgrund eingeschränkter Datenlagen, unterschiedlicher Methoden oder bewusster Fokussierung auf einen einzelnen Verkehrsträger begrenzt. Gleichzeitig steigt der Bedarf von Akteuren in Verwaltung, Politik und Mobilitäts-Anbietern, z.B. im Zuge der Erstellung und des Monitorings von Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP), nach belastbaren und vor allem vergleichbaren Kennzahlen, die die tatsächliche Nutzung, Qualität und räumliche Erreichbarkeit von Shared-Micromobility- Angeboten abbilden.

Im Rahmen des mFUND-geförderten Projekts *Scoop2City* wird daher ein Shared Micromobility City Performance Index (SMM-CPI) entwickelt, der diese Lücke schließt und der methodisch für die Erweiterung auf andere New Mobility Angebote (Carsharing, Moped Sharing, Ride-Hailing, Robotaxen, etc) geeignet ist. Der CPI kombiniert validierte Branchen-Kennzahlen mit präzisen MDS (Mobility Data Specification) Daten, berücksichtigt sowohl Fahrräder als auch E-Scooter und integriert detaillierte städtische Kontextinformationen wie Bevölkerungsdichte und Bedienegebiete. Ziel ist die Entwicklung eines konsistenten, vergleichbaren und kommunal anschlussfähigen Bewertungsinstruments, das erstmals ein ganzheitliches Bild der Leistungsfähigkeit geteilter Mikromobilitätsangebote in deutschen (und europäischen) Städten und funktionalen städtischen Räumen ermöglicht.

2. Ausgangslage: Stand der Benchmarking-Methoden

Im Folgenden werden die drei derzeit maßgeblichen Benchmarking-Ansätze für geteilte Mikromobilität nach ihrer Zielsetzung, Datenbasis und Indikatorik vorgestellt. Auf dieser Grundlage werden anschließend die methodischen Anforderungen abgeleitet, die der SMM-CPI adressiert.

2.1 Cycling Industries Europe (CIE) Bike Share Benchmarking

Die CIE Bike Share Benchmarking Studie bildet derzeit den zentralen europäischen Referenzrahmen für die Bewertung von Fahrradverleih-Systemen, insbesondere als Instrument zur Entwicklung der Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP)⁴, die für alle 431 TEN-T Urban

¹ <https://cyclingindustries.com/news/details/the-2024-edition-of-cies-bike-sharing-in-148-cities-report>

² noch unveröffentlicht, Projektinfos unter <https://www.linkedin.com/company/cyclingcounts/>

³ <https://european-index.fluctuo.com/>

⁴ https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/urban-transport/sustainable-urban-mobility-planning-and-monitoring_en

Nodes⁵ und 100+ Climate Neutral Mission Cities⁶ ab 2027 verpflichtend sein werden und die strategisch auf die Skalierung und Optimierung von Bike Sharing Systemen setzen sollten. Für Deutschland betrifft dies 79 Städte mit ca. 40 Mio Einwohnern.

Kategorie	Städte
Mission City	Aachen, Dortmund, Dresden, Heidelberg, Münster
TEN-T Urban Node (städtischer Kern)	Aachen, Augsburg, Berlin, Bielefeld, Bochum, Bonn, Bottrop, Braunschweig, Bremen, Bremerhaven, Chemnitz, Darmstadt, Dortmund, Dresden, Duisburg, Düsseldorf, Erfurt, Erlangen, Essen, Frankfurt am Main, Freiburg im Breisgau, Fürth, Gelsenkirchen, Gießen, Göttingen, Gütersloh, Hagen, Halle (Saale), Hamburg, Hamm, Hannover, Heidelberg, Heilbronn, Herne, Hildesheim, Ingolstadt, Jena, Kaiserslautern, Karlsruhe, Kassel, Kiel, Koblenz, Köln, Krefeld, Landshut, Leipzig, Leverkusen, Lübeck, Ludwigshafen am Rhein, Magdeburg, Mainz, Mannheim, Mönchengladbach, Mülheim an der Ruhr, München, Münster, Neuss, Nürnberg, Oberhausen, Offenbach am Main, Oldenburg, Osnabrück, Paderborn, Pforzheim, Potsdam, Recklinghausen, Regensburg, Rostock, Saarbrücken, Siegen, Solingen, Stuttgart, Trier, Ulm, Wiesbaden, Wolfsburg, Wuppertal, Würzburg
Mission City & TEN-T Urban Node	Frankfurt am Main, Leipzig(-Halle), Mannheim, München

Tabelle 1: Deutsche Mission Cities und TEN-T Urban Nodes

Die Studie umfasst stationsbasierte und “free-floating” bzw. “dockless” Systeme, sowie öffentlich und privat finanzierte und betriebene Angebote, klammert andere Fahrzeugtypen wie E-Scooter aber bewusst aus. Die Daten kommen im Wesentlichen von Fluctuo (siehe unten), die wiederum teilweise auf direkten Anbieterdaten basieren, teilweise auf GBFS-Scraping (siehe unten).

Die Methodik der Studie basiert auf 3 Indikatoren:

- **Primär-Indikator:** Fahrten pro 1.000 Einwohner pro Tag als Indikator für die Marktdurchdringung der Sharing-Angebote und Akzeptanz durch die Stadtbevölkerung
- **Sekundär-Indikator #1:** Fahrzeuge pro 1.000 Einwohner als Indikator der Angebotsdichte und Verfügbarkeit
- **Sekundär-Indikator #2:** Fahrten pro aktivem Fahrzeug pro Tag als Indikator der Auslastung und Effizienz der bereitgestellten Flotten

⁵ https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_en

⁶ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en

2.2 Fluctuo European Shared Mobility Index (ESMI)

Der European Shared Mobility Index verfolgt einen multimodalen Ansatz und integriert (E-)Bikes, E-Scooter, Mopeds und Carsharing. Die Datengrundlage basiert überwiegend auf GBFS-Echtzeitdaten ("Scraping"), teilweise ergänzt durch direkte Daten von Anbietern über die Anzahl der Fahrten und durchschnittlich aktiver Fahrzeuge im monatlichen Verlauf.

Definition GBFS-Scraping

Beim GBFS-Scraping werden die Echtzeit-Feeds der Anbieter zu Fahrzeug-Standorten und -verfügbarkeit automatisiert in definierten Intervallen abgerufen. Die Rohdaten werden aggregiert, z. B. zur Berechnung täglicher Fahrten oder aktiver Fahrzeuge. Diese Methode ermöglicht eine zeitnahe Datenerhebung, weist jedoch zentrale Limitationen auf: (1) GBFS-Feeds spiegeln nur die Echtzeit-Verfügbarkeit wider und liefern keine direkten Fahrtdaten, (2) nicht alle Anbieter stellen konsistente Daten bereit, bzw manche haben das Scraping explizit untersagt, (3) Standortveränderungen können auch auf Betriebsprozessen (Umverteilungen) beruhen. Abgleiche zwischen GBFS-gescrapten Datensätzen und der tatsächlichen Anzahl von Fahrten direkt von Anbietern zeigt eine Differenz von +/-10%. Eine zusätzliche Kalibrierung anhand belastbarer Referenzdaten mittels geeigneter statistischer Verfahren wäre also notwendig.

Kasten 1: Definition GBFS-Scraping

Fluctuo's Datensatz umfasst eigenen Angaben zufolge mittlerweile 180 europäische Städte, wobei der Shared Mobility Index die Daten auf 5 Großregionen (Nordeuropa, DACH, Frankreich+Benelux, Südeuropa, Osteuropa) aggregiert und pro Verkehrsmittel die Top 5 Städte mit den jeweils meisten Fahrten („Top Ridership“) herausstellt. Es bleibt unklar, ob die GBFS-gescrapten Daten kalibriert werden.

Der ESMI stellt die Entwicklung der Branche über die Zeitachse seit 2020 dar betrachtet dabei sämtliche Segmente der Shared Mobility Branche gesondert.

2.3 Cycling Counts Projekt (Rupprecht Consult, Kevin Mayne, Fluctuo)

Das Cycling Counts Projekt überträgt die CIE-Methodik auf die nationale Ebene und umfasst alle Städte über 150.000 Einwohner unter Zuhilfenahme der Datensätze von Fluctuo. Es kombiniert Anbieter- und weitere Kontextdaten wie Radverkehrsanteile am Modal Split auf nationaler Ebene und wertet den Anteil von Bike Sharing Fahrten am gesamten Radverkehr aus. Ziel ist es, Bike Sharing auf nationaler Ebene vergleichbar zu machen, um strategische Handlungsfelder für nationale Ministerien zu identifizieren und dieses Mobilitätsangebot in der Fläche zu verbessern.

2.4 Anforderungen an einen erweiterten Benchmarking-Ansatz

Trotz ihrer nachgewiesenen Aussagekraft und fundierter Handlungsempfehlungen für Städte weisen sowohl die CIE-Benchmarking-Methodik als auch der Europea Shared Mobility Index mehrere Limitationen auf.

CIE Benchmarking Studie / Cycling Counts	Fluctuo European Shared Mobility Index
Der Primär-Indikator „Fahrten pro 1.000 Einwohner pro Tag“ basiert auf unvollständigen Datensätzen, da nicht für alle Städte vollständige Nutzungsdaten vorliegen, wodurch die Vergleichbarkeit eingeschränkt wird.	Er stellt lediglich einen groben Überblick über die Branche auf europäischer Ebene dar.
Die Studie fokussiert sich ausschließlich auf Fahrräder und vernachlässigt andere Mikromobilitätsangebote wie E-Scooter, was ein unvollständiges Bild der geteilten Mikromobilitätssysteme erzeugt.	Der Index fokussiert sich auf absolute Zahlen („Top Ridership“), was zwangsläufig die großen Hauptstädte priorisiert.
Städtische Heterogenitäten, etwa Geschäftsgebietsgröße, Pendlerverflechtungen oder räumliche Dichte, werden nicht berücksichtigt, sodass strukturelle Verzerrungen möglich sind.	
Es bestehen Inkonsistenzen in den Datenquellen zu Einwohnerzahlen (städtischer Kern vs Metropolregion), Flottengrößen (offizielle vs. durchschnittlich aktive) und Nutzungen (GBFS Scraping vs. direkte Daten von Anbietern).	
Bezugnahme auf GBFS Datensätzen aufgrund der Verfügbarkeit ist zwar pragmatisch, aber inkonsistent und ungenau. Dies reduziert die Vergleichbarkeit und die methodische Belastbarkeit der Ergebnisse.	

Diese Limitationen bewirken, dass diese Studien zwar eine tendenzielle Aussagekraft innehaben, aber keine exakte Vergleichbarkeit zwischen Städten möglich ist. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an den SMM-CPI:

1. Die Einbeziehung aller wesentlicher Fahrzeugtypen (Fahrräder, E-Bikes, E-Scooter).
2. Eine exakte Definition der Input-Parameter (durchschnittliche Flottengrößen, Fahrten, Bedienegebiete)
3. Die Adaption etablierter europäischer Regionalisierungen, insbesondere der Urban Nodes und Functional Urban Areas FUAs).
4. Die explizite Einbeziehung kleinerer und mittelgroßer Städte innerhalb der FUAs
5. Die Nachschärfung der räumlichen Bezugsebenen (urbane Fläche vs administrative Stadtgrenzen)

Zudem ist vor dem Hintergrund des verstärkten politischen Fokus auf die Überwindung von Mobilitätsarmut die Einbeziehung der Bevölkerungsverteilung sinnvoll.

3. Zielbild: Warum ein City Performance Index für Shared Micromobility?

Ziel des Shared Micromobility City Performance Index (SMM-CPI) ist die Entwicklung eines belastbaren, vergleichbaren Bewertungsinstruments für die Leistungsfähigkeit geteilter Mikromobilität in Städten. Der SMM-CPI adressiert die Limitationen bestehender Benchmarking Ansätze, indem er sowohl Fahrräder, E-Bikes (Pedelecs) als auch E-Scooter integriert, präzise städtische Kontextdaten (durch Verschneidung von räumlichen Bevölkerungsverteilungen mit Geschäftsgebieten der Mikromobilitätsanbieter, Pendlerverflechtungen, etc) berücksichtigt und auf qualitativ hochwertige MDS-Daten statt ungenauer und fachlich unsauberer GBFS-Feeds zurückgreift. Aufbauend auf validierten Kennzahlen wie Fahrten pro 1.000 Einwohner pro Tag ermöglicht der SMM-CPI eine differenzierte Bewertung von Verfügbarkeit, Auslastung und räumlicher und demographischer Abdeckung. Damit liefert er eine fundierte Grundlage für kommunale Planung, strategische Optimierung von Bike- und Scooter-Sharing-Angeboten sowie eine faktenbasierte politische Kommunikation.

4. Methodik zu Shared Micromobility City Performance Index

4.1 Auswahl und Begründung der Leistungsindikatoren

Der SMM-CPI verfolgt einen mehrdimensionalen Ansatz zur Bewertung geteilter Mikromobilität. Ziel ist es, sowohl die Nutzungsintensität und Effizienz der Angebote als auch deren räumliche Erreichbarkeit für die Bevölkerung auf städtischer Kern- als auch auf funktionalem städtischen Raum-Ebene (*Functional Urban Area (FUA)*) abzubilden. Die Indikatorenauswahl orientiert sich an etablierten europäischen Benchmarking-Ansätzen (insb. CIE / Cycling Counts), wird jedoch methodisch erweitert und präzisiert.

4.1.1 Nutzungs- und Angebots-Indikatoren

Als leistungsbezogene Kernindikatoren werden verwendet:

- Fahrten pro 1.000 Einwohner / Tag
(Primär-Indikator zur Bewertung von Marktdurchdringung und Akzeptanz)
- Fahrten pro aktivem Fahrzeug / Tag
(Sekundär-Indikator für Flottenauslastung und betriebliche Effizienz)
- Aktive Fahrzeuge pro 1.000 Einwohner
(Sekundär-Indikator für Angebotsdichte und Verfügbarkeit)

Diese Indikatoren werden inhaltlich von bestehenden Benchmarking-Ansätzen übernommen und auf alle Fahrzeugtypen übertragen. Sie ermöglichen damit eine direkte Vergleichbarkeit mit bestehenden Bike Share Benchmarking-Auswertungen. Im SMM-CPI werden sie verkehrsmittelübergreifend (Fahrräder, E-Bikes und E-Scooter) berechnet und könnten in zukünftigen Weiterentwicklungen auch für andere Fahrzeug- und Service-Kategorien wie Car Sharing, Ride Hailing, Robotaxen, etc angewendet werden.

4.1.2 Räumliche Abdeckung als eigenständiger Leistungsindikator

Die wesentliche methodische Neuerung des SMM-CPI gegenüber bestehenden Ansätzen ist die Einführung der räumlichen Service-Abdeckung als eigenständige Leistungsdimension. Hohe Nutzungs- oder Effizienzwerte allein gewährleisten keine flächendeckende oder sozial ausgewogene Bereitstellung. Zur Abbildung dieser Dimension wird der Population Coverage Index (PCI) eingeführt. Er misst den Anteil der in mobilitätsrelevanten urbanen Räumen lebenden Bevölkerung, der innerhalb der definierten Bedienegebiete erreicht wird. Damit erweitert der SMM-CPI die klassische Anbieter-KPI-Logik um eine explizit räumlich-demografische Perspektive und ermöglicht eine differenzierte Bewertung der Angebotswirkung. Erst der PCI macht den Aspekt der räumlichen Abdeckung erstmals systematisch messbar und vergleichbar.

4.2 Datengrundlagen und Verarbeitungsschritte

4.2.1 Datenquellen

Die Datengrundlage des SMM-CPI basiert primär auf belastbaren Fahrten-, Flotten- und Abdeckungsdaten der Shared-Micromobility-Anbieter. Eine geeignete und hier teilweise genutzte Datenquelle ist Mobility Data Specification (MDS)⁷. Im Gegensatz zu GBFS-Feeds, die lediglich Echtzeit-Verfügbarkeit abbilden, ermöglicht MDS über seine historischen Daten eine belastbare Erfassung tatsächlicher Fahrten und aktiver Fahrzeuge, auch wenn die Datenqualität zwischen den Anbietern variieren kann. Für die vorliegende Validierung wurden aggregierte Fahrten- und Flottendaten sowohl direkt von den Betreibern als auch über städtische Datenplattformen, die MDS Schnittstellen angebunden haben, bezogen.

Definition Mobility Data Specification (MDS)

MDS ist ein offenes technisches Daten- und API-Standardwerk, das von der Open Mobility Foundation (OMF) entwickelt wird. Es dient als Schnittstelle zwischen Städten/Behörden und Mobilitätsanbietern (z. B. E-Scooter-Sharing, Bike-Sharing, Car-Sharing). MDS legt einheitliche Datenformate und Kommunikationsprotokolle fest, mit denen Städte:

- Echtzeitdaten zu Fahrzeugen erhalten (z. B. Standort, Status)
- Flotten aktiv verwalten können (z. B. Geofencing, Abstellverbote)
- Nutzungsstatistiken und Berichte abrufen können usw.

MDS besteht aus verschiedenen Modulen/APIs:

- **Provider API** – liefert Echtzeit- und historische Informationen an die Stadt
- **Policy API** – definiert digitale Mobilitätsregeln (z. B. Parkverbots-Zonen)
- **Agency API** – ermöglicht Städten, Regeln und Vorgaben an Anbieter zu senden
- **Geography API** – verwaltet raumbezogene geometrische Daten
- **Metrics API** – für aggregierte Statistiken und Analyse

MDS wurde entwickelt um:

⁷ Die Nutzung von MDS über eine zentrale Datenvereinbarung mit den Anbietern wäre der Idealzustand, um alle Fahrten zu verorten und mit den Städte- und Gemeindegrenzen zu verschneiden. Zudem würde dies eine bessere Automatisierung und Skalierung ermöglichen. Für die Validierung der Methodik des SMM-CPI wurde hier jedoch auf bereits aggregierte Daten städtischer Datenplattformen bzw. der direkten Übermittlung der aggregierten Fahrten- und Flottendaten durch die Betreiber zurückgegriffen.

- Interoperabilität zwischen Städten und Anbietern zu verbessern
- Datenqualität zu vereinheitlichen
- Governance digitaler urbaner Mobilität zu ermöglichen
- Transparenz und Kontrolle über geteilte Mobilitätsformen sicherzustellen

Im Gegensatz zum offenen Datenstandard GBFS ist MDS kein Open-Data-Standard, sondern ein regulatives Datenformat für den geschützten Austausch zwischen Städten und Mobilitätsanbietern. Die Nutzung erfordert daher eine schriftliche Datenvereinbarung zwischen kommunaler Verwaltung und Betreiber und entsprechender Authentifizierung. Zunehmend stellen Städte weltweit die Bereitstellung von MDS-Daten als Bestandteil von Lizenz- oder Konzessionsvergaben oder als Voraussetzung für den Betrieb von Shared-Mobility-Flotten im öffentlichen Raum auf.

Kasten 2: Definition Mobility Data Specification⁸

Ergänzend werden spezifische räumliche und demografische Datensätze genutzt, die fachlich relevant, hinreichend präzise und auf EU-Ebene (sowie EEA38) verfügbar und vergleichbar sind.

4.2.2 Definition der funktionalen Bezugsfläche

Als räumliche Bezugsgröße werden keine administrativen Stadtgrenzen verwendet, da diese in der Regel Flächen ohne relevante Mobilitätsnachfrage, wie Gewässer, Wälder, etc enthalten. Stattdessen wird eine funktionale Bezugsfläche definiert, die urbane Nutzungsräume abbildet. Hierzu werden die Urban-Fabric-Klassen des Copernicus Urban Atlas⁹ herangezogen, insbesondere die kontinuierlichen und diskontinuierlichen Siedlungsstrukturen. Diese repräsentieren Wohn-, Misch- und verdichtete Nutzungen und stellen eine belastbare

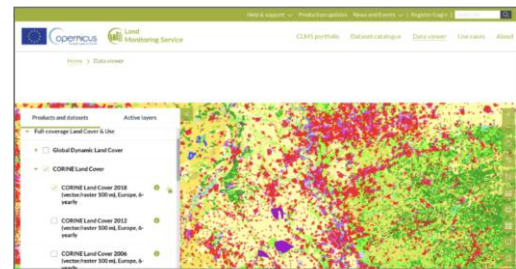


Abbildung 2: Copernicus CLC Data Viewer

Annäherung an potenzielle Nachfrage-Orte für Shared-Mobility- Angebote dar. Die europaweite Harmonisierung des Urban Atlas unterstützt die Vergleichbarkeit zwischen Städten.

Für die Abgrenzung urbaner Flächen wird auf vektorisierte Corine-Land-Cover-Daten (CLC, Klassen 111, 112 und 121) zurückgegriffen. Dieser Ansatz wurde bewusst gewählt, da CLC-Daten europaweit standardisiert und frei verfügbar sind und damit die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit zwischen Städten gewährleisten. Kleinräumige Aufenthaltsdaten (z.B. Mobilfunkdaten) könnten Nachfrageorte theoretisch präziser abbilden, sind jedoch nicht flächendeckend, standardisiert und kostenfrei verfügbar. Die Verwendung der CLC-Klassen 111, 112 und 121 als Bezugsfläche folgt dem etablierten Ansatz, Siedlungs- und Gewerbeflächen als räumlichen Proxy für Mobilitätsnachfrage zu verwenden (vgl. Camagni et al. 2002¹⁰; Gallego &

⁸ <https://www.openmobilityfoundation.org/about-mds/>

⁹ <https://land.copernicus.eu/en/products/urban-atlas/urban-atlas-2018>

¹⁰ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800901002543?via%3Dihub>

Peedell 2001¹¹). Auch für die Analyse der Zugänglichkeit von Bike Sharing Systemen wurde dieser Ansatz bereits gewählt (Mahajan & Sanchez-Vaquerizo 2024¹²).

4.2.3 Definition der Bedienegebiete

Daten der räumlichen Bedienegebiete von Shared Micromobility liegen i.d.R. als GBFS Open Data Format vor, unterschieden in „Geofencing Zones“ (Bedienegebiete, Parkverbotszonen) für Free-floating Systeme) und „Stations“ für stationsbasierte Systeme. Die verfügbaren GeoJSONs aller Anbieter werden dabei zusammengeführt, danach die Parkverbotszonen ausgeschnitten und anschließend die Punkt-Layer von Sharingstationen und stationsbasierten Systemen mitsamt einem Einzugsgebietspuffern von 250m hinzugefügt. Der Puffer von 250 m entspricht der empirisch ermittelten Kernzone des Einzugsbereichs stationsbasierter Systeme. Kabra, Belavina & Girotra (2020)¹³ zeigen auf Basis des Pariser Vélib'-Systems, dass rund 80 % der Nutzung aus einem Radius von unter 300 m um Stationen stammt, mit besonders starkem Nutzungsrückgang jenseits dieser Grenze. Während Askardzadeh et al (2021)¹⁴ aufzeigt, dass die stationsgebundene Bike Sharing Planung für Kerneinzugsgebiete außerhalb der großen Metropolen i.d.R. 300m als Basis nimmt, zeigen Berg Wincent (2023) et al. auf, dass für E-Scooter im urbanen Raum der empfohlene Einzugsbereich im 75% Perzentil bei 128-203m liegt¹⁵. Klingen (2019)¹⁶ bestätigt für Paris einen erhöhten Bike Sharing Abfluss bei Metro-Unterbrechungen bei Stationen innerhalb von 200 m. Aus dieser empirischen Datenlage wurde für den SMM-CPI ein Mittelwert von 250m Puffer zugrunde gelegt, der sowohl für dichte urbane Räume als auch für Stationen im suburbanen Raum gleichermaßen gilt.

Für Free-Floating-Angebote ohne feste Stationen entfällt die Pufferlogik. Dort entspricht das gesamte Bedienegebiet der Angebotsreichweite.

Parameter	Definiert als	Datenformat	Datenquelle
geografische Daten (GIS-kompatibel)			
Funktionale Stadtregion (Functional Urban Area (FUA))	FUA = statistisch abgegrenzter funktionaler Stadtbereich, bestehend aus einem hochverdichteten städtischen Kern und einem funktionalen Umland, das durch Pendlerverflechtungen (mindestens 15 % Einpendler) definiert wird.“ (Eurostat / OECD)	.shp Vektor Datei	European Environment Agency
Städte und Gemeinden (Local Administrative Units (LAU))	Gemeinden, die zur FUA gehören, entspricht NUTS3 / LAU2 Ebene	.shp Vektor Datei	Eurostat

¹¹ Gallego, J., & Peedell, S. (2001). Using CORINE Land Cover to map population density, Topic report 6/2001.

¹² <https://www.nature.com/articles/s41598-024-70706-x>

¹³ https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2555671

¹⁴ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2021/9808922>

¹⁵ <https://doaj.org/article/9ce348cc8b0f4aa6b2585bf31d95ae09>

¹⁶ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856417312107>

urbane Fläche	= Siedlungs-, Verkehrs-, Industrie- und Gewerbeflächen Codes 111 (Continuous Urban Fabric), 112 (Discontinuous Urban Fabric), 121 (Industrial Or Commercial Units)	.tiff Raster Datei (10x10m), vektoriert	Copernicus Urban Atlas (2018)
Maximales Bediengebiet	Verschmelzung der Bediengebiete aller Anbieter, bei stationsbasierten Systemen inkl. Puffer von 250m um die Stationen, abzgl. Parkverbotszonen	GeoJSON	Anbieter via GBFS Open Data

Tabelle 2: Übersicht geographische Eingabeparameter

Hieraus ergeben sich für den SMM-CPI 5 verschiedene Raumkategorien:

Raumkategorie
städtischer Kern (SK) (= Urban Node gemäß TEN-T Verordnung)
Funktionaler städtischer Raum (FUA, (Functional Urban Area)
Pendlerzone (pen)
urbane Fläche städtischer Kern (SK_urb)
urbane Fläche FUA (FUA_urb)

Tabelle 3: Übersicht relevante Raumkategorien

4.2.4 Bevölkerungsgewichtung und räumliche Verschneidung

Die Bewertung der Abdeckung erfolgt bevölkerungsgewichtet. Die räumliche Verteilung der Bevölkerung wird über das Geostat Population Grid Raster¹⁷ modelliert, während die absolute Bevölkerungszahl je Gemeinde auf den offiziellen Meldedaten zum Stichtag 31.12.2024 basiert. Das Geostat Population Grid steht in zwei Auflösungen zur Verfügung: einem 1x1 km-Raster (verfügbar auch nach Altersgruppen und anderer demografischer Kategorien) und einem hochauflösenden 100x100 m-Raster (nur Gesamtbevölkerung).

Zunächst wird das Raster mit den Bediengebieten der Anbieter (BG_max) und den als urban genutzt definierten Flächen vom Urban Atlas (SK_urb, FUA_urb) verschnitten. Diese Vorgehensweise stellt sicher, dass dicht besiedelte Stadtbereiche stärker in die Bewertung eingehen als gering verdichtete Randlagen und ermöglicht eine realitätsnahe Abbildung der tatsächlichen Erreichbarkeit. Die Bevölkerungsabdeckung wurde rasterbasiert berechnet. Dabei wurden ausschließlich Rasterzellen berücksichtigt, deren Zell-Zentrum innerhalb der Shared-Micromobility-Abdeckung liegt (Cell-Centre Logik), um eine eindeutige und reproduzierbare Zuordnung sicherzustellen.

Zur Erhöhung der inhaltlichen Relevanz des Bevölkerungsrasters für den spezifischen Anwendungsfall des SMM-CPI wurde zunächst die Verwendung eines Total Addressable Market

¹⁷ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/population-distribution/population-grids>

(TAM) Ansatzes geprüft. In diesem Kontext erschien insbesondere die Fokussierung auf die räumliche Verteilung der Alterskohorte 15–64 Jahre, die für den Geostat-Bevölkerungsraster mit einer Auflösung von 1x1km verfügbar ist, fachlich sinnvoll, da sie das potenzielle Nutzungsspektrum von Shared-Micromobility-Angeboten realitätsnäher abbildet als die Gesamtbevölkerung, da sie nur Personengruppen berücksichtigt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit als tatsächliche Nutzerinnen und Nutzer infrage kommen.

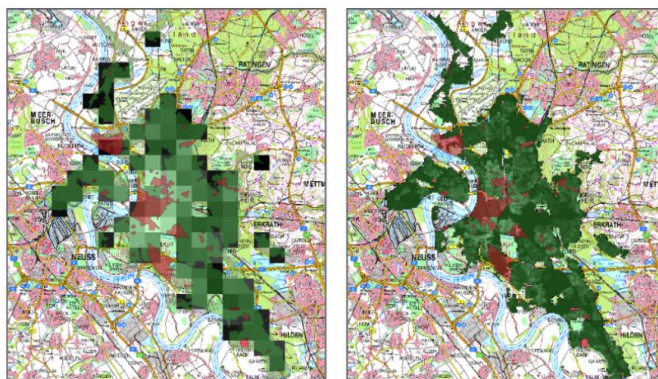


Abbildung 3: Geostat Population Grid Raster 1x1km vs 100x100m

1x1km Raster, mit erheblichen Aussparungen aufgrund der Cell Centre Logik

100x100m Raster, mit sehr guter Abdeckung der Shared Micromobility Bedienegebiete

Von der Umsetzung dieses Ansatzes wurde jedoch bewusst abgesehen. Ausschlaggebend hierfür ist die unzureichende räumliche Auflösung des 1x1km Rasters, die für die kleinteilige räumliche Verschneidung von Bedienegebieten, urbanen Nutzungsflächen und Bevölkerungsverteilung im städtischen Kontext nicht ausreichend präzise ist. Für den SMM-CPI wird stattdessen ein 100×100m Bevölkerungsraster verwendet, das eine um den Faktor 100x höhere räumliche Genauigkeit aufweist und damit eine deutlich belastbarere Abbildung der tatsächlichen Erreichbarkeit ermöglicht.

Diese Entscheidung ist nicht nur datenmethodisch begründet, sondern auch konzeptionell bewusst gewählt. Durch die Verwendung der Gesamtbevölkerung in einem hochaufgelösten Raster bleibt der methodische Ansatz verkehrsträgerneutral und übertragbar. Dies ist insbesondere im Hinblick auf zukünftige Anwendungen des SMM-CPI auf andere Mobilitätsformen, etwa Ride-Hailing-Dienste oder Robotaxis relevant, bei denen alters- oder nutzergruppenspezifische Einschränkungen keine oder eine geringere Rolle spielen als bei E-Bikes oder E-Scootern.

Ergänzend wurde geprüft, die Tagesbevölkerung als zusätzlicher Bezugsindikator heranzuziehen, berechnet aus Wohnbevölkerung zuzüglich Einpendler minus Auspendler auf Basis der Pendlerdaten der Bundesagentur für Arbeit¹⁸. Dieser Ansatz ist für die Bewertung von städtischen Kernen grundsätzlich relevant, wurde jedoch verworfen, da er keine räumlich differenzierte Verteilung der Bevölkerung innerhalb der funktionalen Stadtregion abbildet und seine europaweite Verfügbarkeit sowie Vergleichbarkeit nicht gesichert ist. Entsprechend eignet sich die Tagesbevölkerung allenfalls als ergänzender Kontextindikator für einzelne städtische Kerne, nicht jedoch als robuste Grundlage für den SMM-CPI.

¹⁸ <https://pendleratlas.de/>

Parameter	Definiert als	Datenformat	Datenquelle
demografische Daten			
Einwohner städtischer Kern	amtliche Meldebevölkerung zum Stichtag (31.12.2024)	.shp Vektor	Eurostat (Attribut-Tabelle)
Einwohner FUA	Summe der Meldebevölkerung aller Gemeinden innerhalb der FUA	.shp Vektor	Eurostat (Attribut-Tabelle)
Bevölkerungsverteilung	100x100m Raster	.tiff Raster	Geostat Population Grid (100x100m)

Tabelle 4: Übersicht demografische Eingabeparameter

4.2.5 Berechnung des Population Coverage Index

Der Population Coverage Index (PCI) wird für jede lokale Verwaltungseinheit wie folgt berechnet:

$$PCI = \frac{\text{Bevölkerung innerhalb (Bediengebiet} \cap \text{Bezugsfläche)}}{\text{Gesamtbevölkerung innerhalb der Bezugsfläche}}$$

Der Index nimmt Werte zwischen 0 und 1 an und kann als prozentualer Abdeckungsgrad interpretiert werden. Er misst also nicht, wo ein Angebot existiert, sondern wie viele Menschen es tatsächlich erreicht. „Wie viel % der Bevölkerung lebt in abgedeckten Flächen, hat also Zugang zu Shared Micromobility Angeboten?“ anstatt „Wie viel % der Fläche ist abgedeckt?“

4.2.6 Integration in den Gesamtindex

Die nutzungs- und angebotsorientierten KPI sowie der bevölkerungsgewichtete räumliche Abdeckungsindikator (PCI) bilden gemeinsam die Indexarchitektur des SMM-CPI. Durch diese Kombination werden Nutzung, Effizienz, Angebotsdichte und räumliche Erreichbarkeit systematisch gemeinsam bewertet. Der SMM-CPI ermöglicht damit eine vergleichbare und planerisch relevante Bewertung geteilter Mikromobilität.

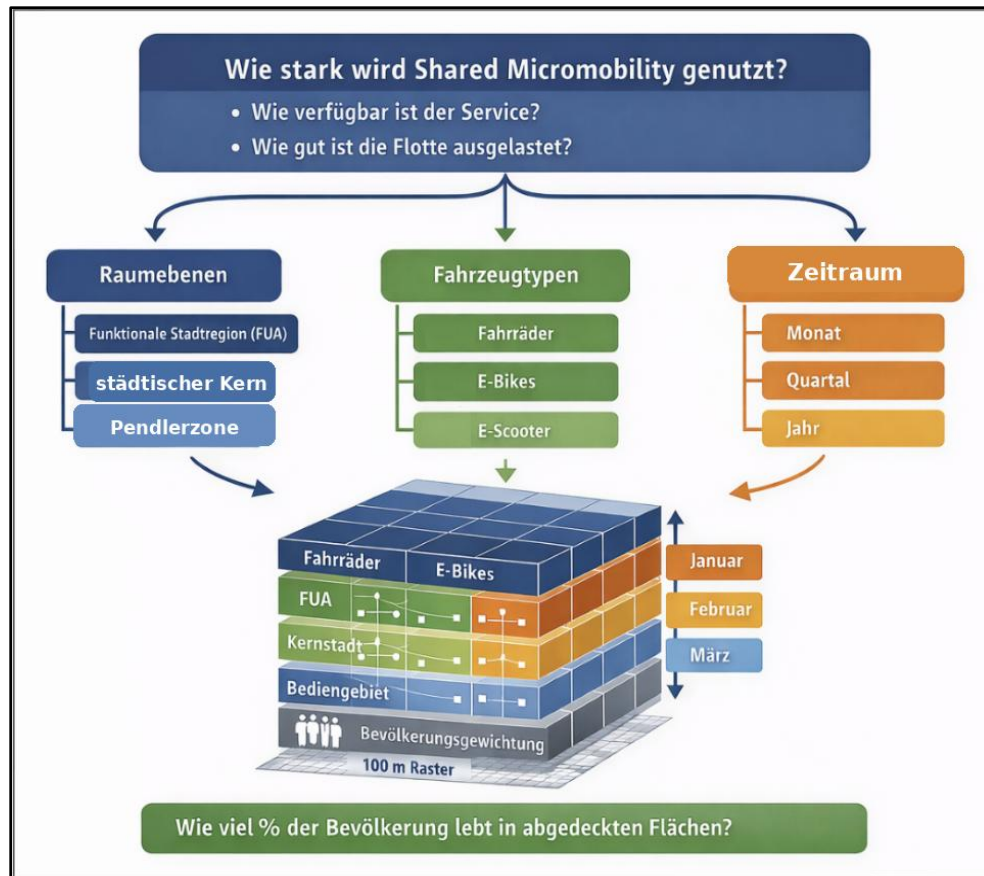


Abbildung 4: visuelle Darstellung der Index-Architektur.

Der Index umfasst eine Liste an Indikatoren, die je nach Raumbezugsebene (städtischer Kern oder FUA) herangezogen werden kann.

Indikator-Kürzel	Definiert als	Indikator-Bezeichnung
1. Primär-Indikator: Fahrten / Demographische Kategorie / Tag		
F_SK / EW_SK	Alle Fahrten (städtischer Kern) / 1.000 Einwohner (städtischer Kern)	Fahrten / 1.000 Einw. städtischer Kern
F_fua / EW_fua	Alle Fahrten (städtischer Kern) + regionalem Einzugsgebiet (Functional Urban Area (FUA)) / 1.000 Gesamteinwohner (FUA)	Fahrten / 1.000 Einwohner FUA
F_fua / EW_pen	Alle Fahrten (Pendlerzone) / 1.000 Einwohner außerhalb Kernstadt (Pendlerzone)	Fahrten / 1.000 Einwohner Pendlerzone
2. Sekundär-Indikator #1: Fahrzeuge / Demographische & räumliche Kategorie		
FI_aktiv / EW_SK	Aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / 1.000 Einwohner (städtischer Kern)	Fahrzeuge / 1.000 Einw. städtischer Kern
FI_aktiv / EW_fua	Aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / 1.000 Einwohner (FUA)	Fahrzeuge / 1.000 Einwohner FUA
FI_aktiv / EW_pen	Aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / 1.000 Einwohner (Pendlerzone)	Fahrzeuge / 1.000 Einwohner Pendlerzone

3 Sekundär-Indikator #2: Fahrten / Fahrzeug / Tag		
F_SK / FI_aktiv / 365	Alle Fahrten (städtischer Kern) / aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / 365 Tage	Nutzungsrate städtischer Kern
F_FUA / FI_aktiv / 365	Alle Fahrten (FUA) / aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / 365 Tage	Nutzungsrate FUA
F_pen / FI_aktiv / 365	Alle Fahrten (Pendlerzone) / aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / 365 Tage	Nutzungsrate Pendlerzone
4. räumlicher Abdeckungs-Indikator		
BG_max / SK_urb	Max Bediengebiet / urbane Fläche (%)	Räumliche Abdeckung
EW_SK n BG_max	Einwohner städtischer Kern innerhalb des Max Bediengebiets (%)	Bevölkerungsabdeckung (Population Coverage Index) städtischer Kern
EW_fua n BG_max	Einwohner innerhalb des Max Bediengebiets (%)	Bevölkerungsabdeckung (PCI) FUA
EW_pen n BG_max	Einwohner innerhalb des Max Bediengebiets (%)	Bevölkerungsabdeckung (PCI) Pendlerzone
FI_aktiv / SK_urb	Aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / urbane Fläche städtischer Kern	Flottendichte städtischer Kern
FI_aktiv / FUA_urb	Aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / urbane Fläche FUA	Flottendichte FUA
FI_aktiv / PEN_urb	Aggregierte Tagesdurchschnittsflotte im Kalenderjahr / urbane Fläche FUA	Flottendichte Pendlerzone

Tabelle 5: Übersicht aller Indikatoren

5. Städtische Fallbeispiele: Anwendung und Erkenntnisgewinn durch den SMM-CPI

Die empirische Anwendung des SMM-CPI auf ausgewählte urbane Räume dient der Validierung der vorgestellten Methodik und der Demonstration des gewonnenen Mehrwerts im Vergleich zu konventionellen Benchmarking-Ansätzen. Die Fallbeispiele illustrieren, wie der Index die Performance geteilter Mikromobilität unter Berücksichtigung der städtischen und räumlich-demografischen Rahmenbedingungen differenziert bewertet.

5.1 Das Fallbeispiel Düsseldorf

Die Stadt Düsseldorf dient als primäres Fallbeispiel für die detaillierte Anwendung des SMM-CPI. Als eine der TEN-T Urban Nodes (Tabelle 1 in Kap. 2.1) stellt sie einen relevanten Referenzpunkt für die nachhaltige Mobilitätsentwicklung im Kontext europäischer Zielvorgaben (SUMP) dar.

5.1.1 räumliche und demografische Eingabeparameter

Die Landeshauptstadt Düsseldorf mit ihren 658.245 Einwohnern (Stand 31.12.2024)¹⁹ ist der städtische Kern eines funktionalen städtischen Raums mit einer Gesamtbevölkerung von 1.606.232 Einwohnern²⁰, der sich über insgesamt 19 Städte und Gemeinden erstreckt. Benachbarte Großstädte wie Duisburg oder Krefeld gehören trotz ihrer räumlichen Nähe nach der Eurostat/OECD-Definition nicht zur FUA Düsseldorf, da weniger als 15 % ihrer Beschäftigten in den städtischen Kern Düsseldorf einpendeln.

<i>Stadt / Gemeinde innerhalb des Funktionalen städtischen Kerns Düsseldorf</i>	<i>Einwohner (31.12.2024)</i>	<i>Stadt / Gemeinde innerhalb des Funktionalen städtischen Kerns Düsseldorf</i>	<i>Einwohner (31.12.2024)</i>
<i>Düsseldorf (städtischer Kern)</i>	658.245	<i>Langenfeld</i>	59.975
<i>Dormagen</i>	63.799	<i>Meerbusch</i>	57.078
<i>Erkrath</i>	43.706	<i>Mettmann</i>	39.542
<i>Grevenbroich</i>	65.983	<i>Monheim</i>	43.630
<i>Haan</i>	30.086	<i>Neuss</i>	154.317
<i>Heiligenhaus</i>	26.252	<i>Ratingen</i>	89.368
<i>Hilden</i>	55.157	<i>Rommerskirchen</i>	14.079
<i>Jüchen</i>	23.926	<i>Velbert</i>	82.463
<i>Kaarst</i>	43.295	<i>Wülfrath</i>	20.731
<i>Korschenbroich</i>	34.600	Gesamt	1.606.232

Tabelle 6: Die 19 Städte und Gemeinden des funktionalen städtischen Raums Düsseldorf nach Eurostat / OECD Definition

¹⁹ <https://statistik.duesseldorf.de/?open=1&result=05A2977CF8FA46BD8D6FFDB7B368003B#app/mainpage///>

²⁰ <https://statistik.nrw/gesellschaft-und-staat/gebiet-und-bevoelkerung/bevoelkerung/bevoelkerung-nach-gemeinden?>

Nach Extraktion der Copernicus Landnutzungs-Codes 111 ("Continuous Urban Fabric"), 112 ("Discontinuous Urban Fabric") und 121 ("Industrial and Commercial Units") gliedert sich der urban genutzte funktionale Stadtraum wie folgt (siehe Abbildung 5):

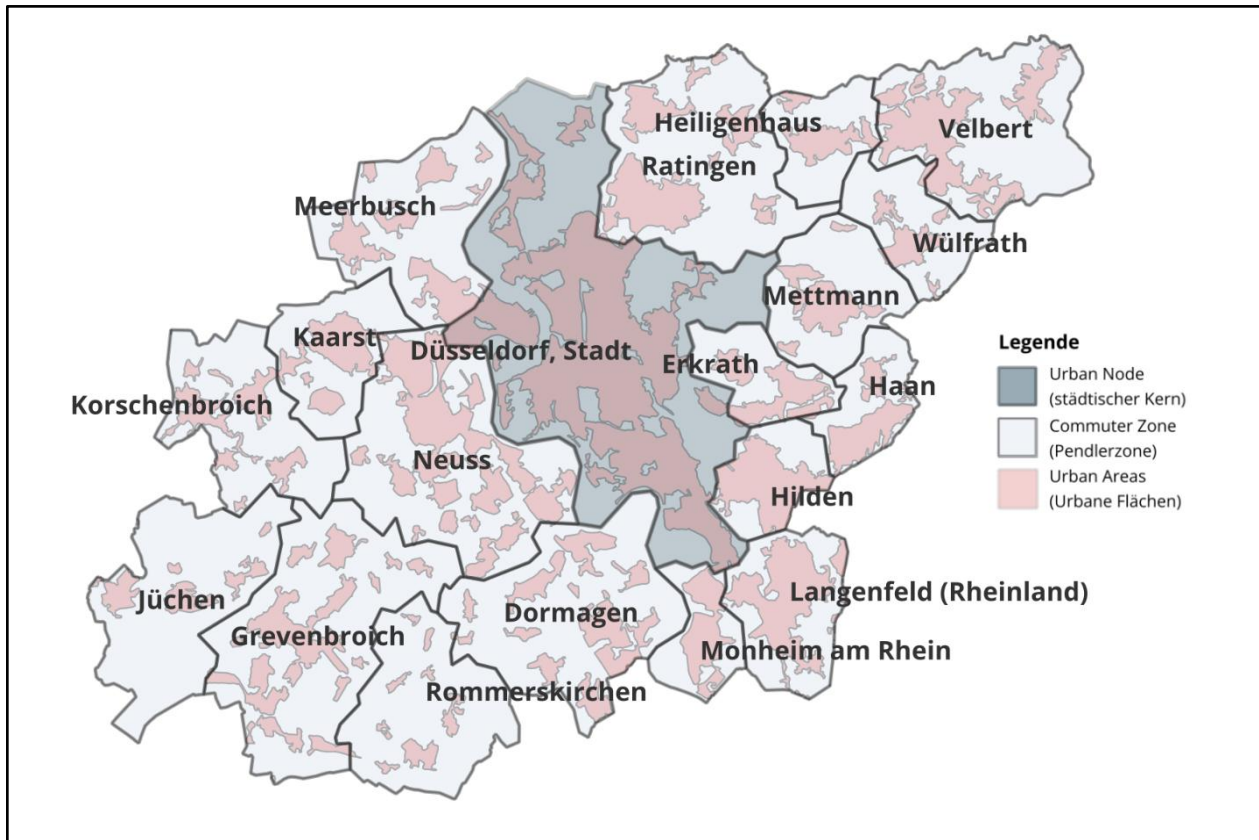


Abbildung 5: Grafische Darstellung der FUA Düsseldorf und ihrer Städte und Gemeinden.

5.1.2 Shared Micromobility Angebot in Düsseldorf

Die Stadt Düsseldorf regelt Shared Micromobility Angebote über Sondernutzungserlaubnisse mit klaren Vorgaben zur Flottensteuerung, Raumnutzung und Datenbereitstellung. Für E-Scooter und E-Bikes ist die Gesamtflotte auf 12.000 Fahrzeuge begrenzt (max. 8.400 E-Scooter, max. 3.600 E-Bikes) aufgeteilt auf die Anzahl der aktiven Anbieter. Es gibt 3 Zonen mit jeweils individuellen Obergrenzen, um eine stadtverträgliche Angebotsdichte sicherzustellen. Das Abstellen der Fahrzeuge soll bevorzugt an definierten Sharingstationen (aktuell 267) erfolgen, die von allen Anbietern gemeinsam genutzt werden können. Gleichzeitig sind Parkverbotszonen festgelegt, insbesondere in sensiblen Bereichen wie der Altstadt, zentralen Plätzen und Grünflächen, deren Einhaltung durch Geofencing technisch abgesichert wird. Die Anbieter sind verpflichtet, Betriebs- und Nutzungsdaten in Form von MDS bereitzustellen, um Monitoring, Steuerung und Weiterentwicklung der Angebote zu ermöglichen. In Düsseldorf gibt es Stand 31.12.2025 vier Shared Micromobility Anbieter für E-Bikes und E-Scooter, deren aggregierte Daten hier in die Analyse einfließen.

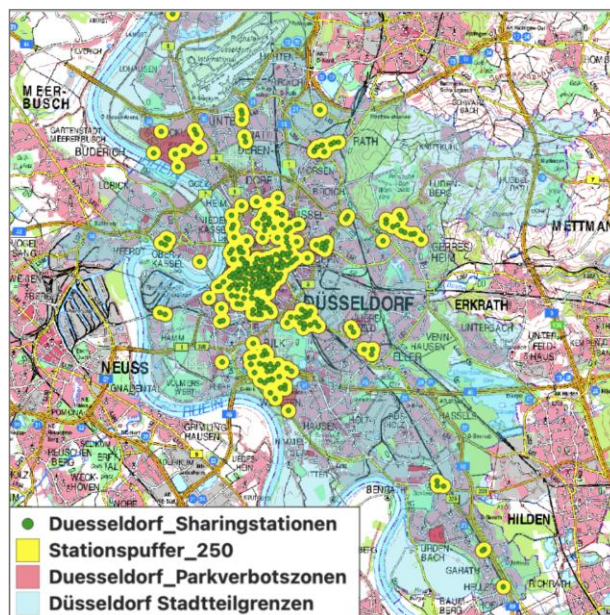


Abbildung 6: Stadtgebiet Düsseldorf mit Mobilitätsstationen (inklusive 250m Puffer) und Parkverbotszonen

Innerhalb der Pendlerzone von Düsseldorf gab es im Jahr 2025 Shared Micromobility-Angebote von 4 verschiedenen Anbietern in den Städten Neuss (4 Anbieter), Langenfeld (2 Anbieter), Meerbusch (1 Anbieter), Hilden (2 Anbieter), und Monheim am Rhein (2 Anbieter). Insgesamt waren dort durchschnittlich 1.703 Fahrzeuge im Einsatz, davon 97,2% E-Scooter.

5.1.3 räumliche und bevölkerungsgewichtete Abdeckung für Düsseldorf

Der räumliche Abdeckungsgrad des Shared Micromobility Angebots in der Landeshauptstadt Düsseldorf beträgt 87,3%. Lücken ergeben sich vor allem aufgrund der Aussparungen der Parkverbotszonen, die nicht durch die Sharingstationen inklusive ihrer 250m Radius Puffer (als Proxy für eine fußläufig zumutbare siehe 4.2.4) abgedeckt ist, wie z.B. in diesem Beispiel des Düsseldorfer Messegeländes (Abb. 7).

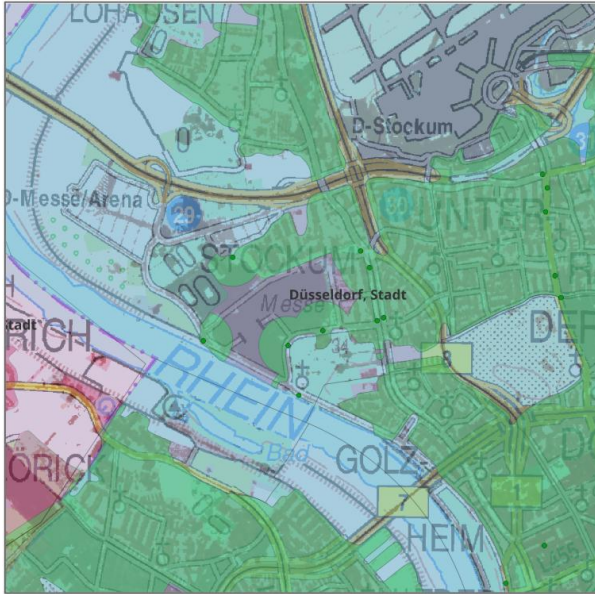


Abbildung 7: Beispiel einer urban genutzten Fläche, die durch eine Parkverbotszone aus dem Bediengebiet ausgespart ist (Messe)

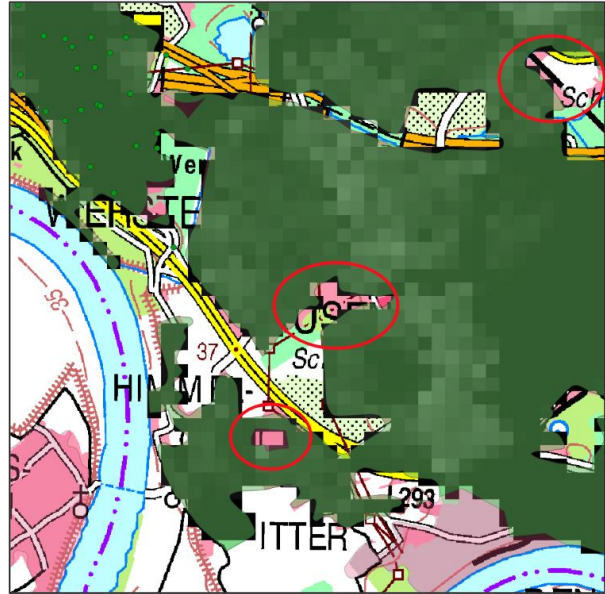


Abbildung 8: Beispiel von urban genutzten Flächen, deren Rasterzellen-Zentren außerhalb des Bediengebiets liegen

Wenn wir uns den Population Coverage Index, also die bevölkerungsgewichtete Abdeckung anschauen, dann fällt auf, dass dieser Wert mit 81,7% immer noch recht hoch ist, aber eben auch 5,6 Prozentpunkte niedriger als der räumliche Abdeckungsgrad. Dies lässt sich entweder darauf zurückführen, dass einige Rasterzellen, deren Zentrum sich innerhalb eines durch eine Parkverbotszone ausgesparten Bereiches oder außerhalb des Bediengebiets befindet (Abb. 8), oder dass diejenigen Rasterzellen, die ausgespart werden, eine recht hohen Bevölkerungsdichte aufweisen.

Dies verdeutlicht, dass es wenig sinnvoll ist, im Städtevergleich aus Unterschieden im einstelligen Prozentbereich qualitative Unterschiede der Serviceverfügbarkeit in städtischen Kernen abzuleiten. Erst bei größeren Unterschieden (10%+) wird diese Unterscheidung relevanter. Zielführender ist hier wohl die Betrachtung auf funktionaler städtischer Raum-Ebene.

Der funktionale städtische Raum Düsseldorf mit seinen 19 Städten und Gemeinden weist einen räumlichen Shared Micromobility Abdeckungsgrad von insgesamt 43,1% auf. Wenn man die Pendlerzone exklusiv betrachtet, beträgt der Wert 26,5%. Bevölkerungsgewichtet liegt der Abdeckungsgrad bei 52,6% (32,4% in Pendlerzone). Das bedeutet, dass nur rund $\frac{1}{3}$ der Bevölkerung in der Pendlerzone eine intermodale Wegeketten nutzen kann, ohne auf private Verkehrsmittel zurückgreifen zu müssen.

	Shared Micromobility Abdeckungsgrad	Einwohner innerhalb Shared Micromobility Bediengebiet	Population Coverage Index (bevölkerungsgewichteter Abdeckungsgrad)
	$BG_{max} / SK, FUA, PEN_{urb}$	$EW \cap BG_{max}$	$EW_{sk, fua, pen} \cap BG_{max}$
städtischer Kern	87,3%	537.951	81,7%
Pendlerzone	26,5%	307.395	32,4%
funktionaler städtischer Raum	43,1%	845.346	52,6%

Tabelle 7: räumlicher und bevölkerungsgewichteter Abdeckungsgrad der verschiedenen Raumeinheiten Düsseldorfs.

5.1.4 Shared Micromobility Performanz innerhalb des städtischen Kerns im Vergleich zur Pendlerzone im Jahr 2025

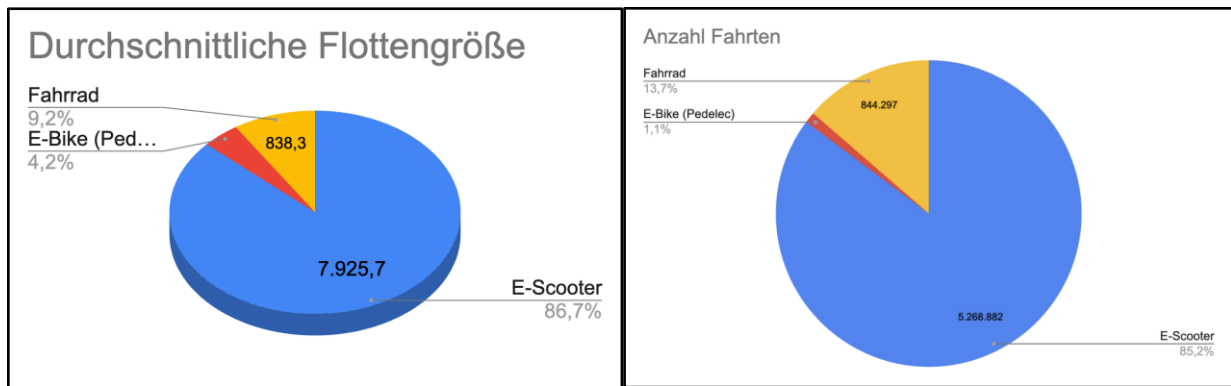
Basierend auf den oben dargestellten räumlichen und demographischen Eingabedaten schauen wir uns nun den Primär-Indikator und die zwei Sekundär-Indikatoren des SMM-CPI an. Sie ergeben sich aus zwei Datenpunkten, die von der MDS-Datenplattform der Stadt Düsseldorf gezogen wurden:

1. Anzahl der Fahrten im Kalenderjahr 2025, aggregiert über alle Anbieter und Fahrzeugtypen.
2. Die Tagesdurchschnittsflotte aller Anbieter und Fahrzeugtypen aggregiert im Kalenderjahr 2025.

In Düsseldorf wurden im Jahr von durchschnittlich 9754,1 Fahrzeugen 6.183.065 Fahrten generiert. In der Pendlerzone waren es 1.702,9 Fahrzeuge mit 962.057 Fahrten. Der überwiegende Anteil der Fahrten wurde dabei durch E-Scooter generiert.

	städtischer Kern (Urban Node)					Pendlerzone				
	Q1 2025	Q2 2025	Q3 2025	Q4 2025	Gesamt 2025	Q1 2025	Q2 2025	Q3 2025	Q4 2025	Gesamt 2025
Durchschnittsflottengröße										
E-Scooter	7.382,7	7.933,0	8.167,7	8.321,7	7.925,7	390,0	672,7	634,8	618,8	1.611,1
E-Bike (Pedelec)	670,3	279,3	384,3	219,3	382,4	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0
Fahrrad	842,3	850,0	827,0	834,0	838,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamt	8.895,3	9.062,3	9.379,0	9.375,0	9.146,4	390,0	672,7	634,8	618,8	1.645,1
Fahrten										
E-Scooter	954.118	1.432.794	1.611.644	1.270.326	5.249.492	104.551	109.093	124.917	102.775	643.119
E-Bike (Pedelec)	18.090	12.483	28.152	11.161	68.879	8	0	179	399	4.338
Fahrrad	0	0	0	0	844.297	0	0	0	0	0
Gesamt	972.208	1.445.277	1.639.796	1.281.487	6.162.668	104.559	109.093	125.096	103.174	647.457

Tabelle 8: Durchschnittliche Flottengröße und Anzahl Fahrten pro Fahrzeug-Typ im Vergleich zwischen dem städtischen Kern und der Pendlerzone



Abbildungen 9 & 10: Durchschnittliche Flottengröße und Anzahl Fahrten aggregiert nach Fahrzeugtypen.

Die Methodik ermöglicht es, abhängig von der Granularität der erhobenen Daten, diese Werte differenziert für E-Scooter, E-Bikes und Fahrräder zu betrachten, oder sich einzelne Monate oder Quartale anzuschauen. Hier ein Überblick über die Shared Micromobility Performance in Düsseldorf und seiner Pendlerzone für das Jahr 2025, aufgliedert per Verkehrsträger:

	Städtischer Kern	Pendlerzone	FUA
1. Primär-Indikator: Fahrten / 1,000 EW / Tag			
Gesamt	25,7	1,9	11,6
Nur Scooter	21,8	1,9	11,6
Nur Bike	3,8	0,01	0,0
2. Sekundär-Indikator #1: Fahrzeuge / 1,000 EW			
Gesamt	13,9	1,7	6,7
Nur Scooter	12,0	1,7	5,9
Nur Bike	1,9	0,0	0,8
3. Sekundär-Indikator #2: Fahrten / Fahrzeug / Tag			
Gesamt	1,8	1,1	1,7
Nur Scooter	1,8	1,1	1,7
Nur Bike	2,0	0,3	2,0
4. Service-Dichte: Fahrzeuge / km2			
Gesamt	89,6	6,1	28,9
Nur Scooter	77,6	5,9	25,5
Nur Bike	12,0	0,1	3,4
5. Service-Verfügbarkeit / räumliche Abdeckung			
Bediengebiet n Urbane Fläche	87,3%	26,5%	43,1%
6. Service-Verfügbarkeit / bevölkerungsgewichtete Abdeckung			
Einwohner n Bediengebiet	81,7%	32,4%	52,6%

Tabelle 9: Ausgabe-Indikatoren des SMM-CPI für Düsseldorf, seine Pendlerzone und die FUA

Es lässt sich anhand dieser Daten erkennen, dass Düsseldorf und seine Pendlerzone überwiegend durch E-Scooter versorgt wird (85,2% der Fahrten). Dies liegt v.a. daran, dass es im Jahr 2025 kein öffentliches Fahrradverleihsystem gab und die E-Bike Kontingente über die Sondernutzungserlaubnis von den Anbietern nicht ausgeschöpft wurde.

Ebenso ist aus den Daten ersichtlich, dass die Angebotsdichte und Service-Verfügbarkeit in der Pendlerzone stark abnimmt, wobei diese sehr ungleich verteilt ist. Mit Neuss, Langenfeld, Meerbusch, Hilden und Monheim am Rhein sind 5 der 18 Städte und Gemeinden der Pendlerzone Düsseldorf in die Bedienegebiete der Anbieter integriert, jedoch mit jeweils separaten Vereinbarungen oder Sondernutzungen. Es zeigt sich, dass auch Städte und Gemeinden außerhalb des städtischen Kerns, wie z.B. Langenfeld oder Hilden relativ gute Nutzungen erzielen können, wenn sie über eine ausreichende Flottengröße und Abdeckung verfügen (Tabelle 10).

City	FUA	Country	Population (Eurostat 2024)	Public Bike Sharing (PBS) System	Concessions for Shared Micromobility	Mode	Trips / 1,000 Pop	Vehicles / 1,000 Pop	Utilisation Rate	Vehicles / km2	Spatial Coverage (%)	PCI % (Pop Coverage)
Neuss	Düsseldorf	Germany	154.317	no	yes	E-Scooter E-Bikes	5,8	5,3	1,1	27,5	74,7%	84,6%
Monheim am Rhein	Düsseldorf	Germany	35.359	no	yes	E-Scooter E-Bikes	6,6	5,6	1,2	27,7	97,0%	91,9%
Hilden	Düsseldorf	Germany	55.157	no	yes	E-Scooter E-Bikes	5,7	3,3	1,7	19,1	66,2%	86,7%
Langenfeld (Rheinl.)	Düsseldorf	Germany	59.975	no	yes	E-Scooter E-Bikes	3,9	3,2	1,2	15,6	63,5%	75,1%
Meerbusch	Düsseldorf	Germany	57.078	no	yes	E-Scooter E-Bikes	1,5	3,8	0,4	19,7	65,4%	75,3%

Tabelle 10: Ergebnisse für die 5 Gemeinden der Düsseldorfer Pendlerzone, die über ein Shared Micromobility Angebot verfügen

5.1.5 Fachliche Einordnung und Resümee

Die Landeshauptstadt Düsseldorf verfügt über ein quantitativ signifikantes Shared Micromobility Angebot. Basierend auf dem Primär-Indikator *Fahrten pro 1.000 Einwohner / Tag* von 25,7 Fahrten würde sich die Stadt im CIE Bike Sharing Benchmarking 2024 auf Rang 4, knapp hinter Ljubljana positionieren.

City	Trips/1000 inhabitants/day
Paris	36.9
Antwerp	36.1
Ljubljana	26.0
Tartu	20.4
Toulouse	19.8

Tabelle 11: Vergleichbare Ergebnisse des Primär-Indikators aus der CIE Bike Sharing Benchmarking Studie 2024.

Es ist festzuhalten, dass dieser direkte Vergleich aufgrund der in Kapitel 2.1 dargelegten methodischen Limitationen des CIE-Ansatzes (z. B. fehlende Berücksichtigung von E-Scootern und inkonsistente Datenbasis) nur bedingt aussagekräftig ist. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass Düsseldorf durch die signifikanten privaten Investitionen der Anbieter eine Shared-

Micromobility-Performance erzielt, die ohne substanzielle öffentliche Investitionen in den Betrieb der Dienste mit den leistungsstärksten öffentlichen Fahrradverleihsystemen Europas vergleichbar ist. Welchen eigenständigen Beitrag das datengestützte und proaktive Mobilitätsmanagement (Connected Mobility Düsseldorf GmbH) zu diesem Ergebnis leistet, lässt sich auf Basis dieser Analyse nicht isolieren. Die Performance-Werte in der zugehörigen Pendlerzone fallen erwartungsgemäß signifikant geringer aus. Eine abschließende qualitative Bewertung der Performance-Stärke ist jedoch erst durch die vergleichende Analyse mit anderen Regionen (Kap. 5.2) möglich.

5.2 Vergleichsbetrachtung mit anderen Städten und FUAs

Der Vergleich mit weiteren deutschen und europäischen Großstädten und FUAs im Rahmen dieser Arbeit dient der Validierung der Methodik und dem Erkenntnisgewinn über Korrelationen und Zielmarken. Durch diese differenzierte Analyse wird es kommunalen und regionalen Planern ermöglicht, regulatorische Stellschrauben (Flottengrößen, Bedienegebiete) auf Basis empirischer Daten zu optimieren.

5.2.1 Entwicklung datengestützter Zielmarken für die geteilte Mikromobilität

Es ist gut, multimodale Mobilitätsoptionen inklusive diverser Sharing Angebote zur Verfügung zu haben, um die Abhängigkeit vom motorisierten Individualverkehr zu verringern. Noch besser ist es, wenn diese auch gut genutzt werden.

Die folgende Tabelle zeigt eine Liste von 35 untersuchten Städten in 3 Größenkategorien (500.000+ Einwohner, 100-250.000 Einwohner & 20-100.000 Einwohner), sortiert nach ihrer Nutzungsintensität gemessen anhand des Primär-Indikators Fahrten pro 1.000 Einwohner / Tag. Die Liste umfasst alle Großstädte mit mehr als 100.000 Einwohnern, die Teil der funktionalen Stadträume der untersuchten städtischen Kerne sind. Für die FUA Düsseldorf wäre dies z.B. Neuss mit seinen 154.000 Einwohnern. Bei den Klein- und Mittelstädten konnten diejenigen mit in diese Liste aufgenommen werden, die über ein geteiltes Mikromobilitätsangebot verfügen, und bei den die Datenlage seitens der Anbieter auf Gemeinde-Ebene eindeutig ist, ohne Schätzungen. Ausgeklammert sind diejenigen Städte, wo zwar Daten, z.B. über regionale Systeme zur Verfügung stehen, diese seitens der Datenbereitstellerinnen aber nicht auf die einzelnen Gemeinden aufgeschlüsselt worden sind.

	City	Population	Trips / 1,000 Pop	Vehicles / 1,000 Pop	Utilisation Rate	Spatial Coverage (%)	PCI % (Pop Coverage)	Vehicles / km2
Urban Nodes (500.000+ Einwohner)	Antwerp	544.759	65,6	15,0	4,4	77,6%	90,3%	98,9
	Frankfurt	775.790	39,8	16,9	2,4	76,2%	81,7%	125,7
	Cologne	1.087.353	30,0	9,4	3,2	56,4%	77,8%	53,4
	Düsseldorf	658.245	25,7	14,8	1,7	87,3%	81,7%	95,7
	Hamburg	1.910.160	24,3	10,4	2,3	76,8%	79,0%	60,2
	Milano	1.371.850	23,4	13,4	1,7	66,6%	76,4%	150,1
	Berlin	3.782.202	16,7	12,1	1,4	61,0%	74,1%	88,4
	Munich	1.510.378	14,9	9,5	1,6	78,5%	80,0%	128,4
Großstädte (100-250.000 Einwohner)	Potsdam	187.119	10,3	8,0	1,3	53,0%	66,9%	62,7
	Heilbronn	166.414	7,5	5,7	1,3	52,7%	51,0%	97,6
	Neuss	154.317	5,8	5,3	1,1	74,7%	84,6%	25,6
	Monza	135.490	4,9	5,0	1,0	71,6%	72,2%	35,3
	Leverkusen	130.093	3,7	3,6	1,0	75,3%	73,9%	28,8
	Offenbach	123.121	0,4	0,4	1,0	90,5%	93,4%	3,7
	Bergisch Gladbach	112.660	0,1	0,1	0,8	7,9%	9,4%	6,1
	Hanau	103.184	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0
Klein- und Mittelstädte (20-100.000 Einwohner)	Pinneberg	35.268	21,3	13,6	1,6	77,6%	83,5%	70,9
	Elmshorn	45.009	19,2	10,8	1,8	78,6%	93,8%	47,8
	Unterschleißheim	29.661	10,2	6,4	1,6	82,6%	85,0%	35,6
	Brühl	45.515	9,7	6,9	1,4	81,6%	78,4%	30,5
	Mühlheim am Main	29.452	9,5	5,1	1,9	80,8%	81,9%	29,9
	Dachau	48.337	8,4	4,6	1,8	52,8%	68,4%	36,3
	Germering	41.822	7,9	3,6	2,2	90,4%	88,6%	26,5
	Monheim am Rhein	35.359	6,6	5,6	1,2	97,0%	91,9%	27,7
	Langenfeld (Rheinl.)	59.975	5,8	5,3	1,1	74,7%	84,6%	27,5
	Hilden	55.157	5,7	3,3	1,7	66,2%	86,7%	19,1
	Rüsselsheim am Main	67.656	5,1	6,0	0,8	53,1%	69,5%	50,0
	Fürstenfeldbruck	38.187	4,2	2,1	2,0	53,9%	78,2%	14,3
	Kleinmachnow	20.152	4,1	11,7	0,3	99,8%	91,9%	30,6
	Norderstedt	82.719	2,8	3,0	0,9	14,7%	14,7%	69,2
	Gauting	21.435	1,7	1,1	1,5	16,9%	17,2%	22,9
	Meerbusch	57.078	1,5	3,8	0,4	65,4%	75,3%	19,7
	Haar	23.056	1,2	9,1	0,1	72,4%	80,6%	57,8
Eschborn	22.551	0,8	0,8	1,0	57,9%	58,8%	5,7	
Friedrichsdorf	25.937	0,3	1,2	0,2	29,3%	93,0%	17,2	

Tabelle 12: Liste von 35 Städten verschiedener Stadtgrößen und der Leistungsfähigkeit ihrer Shared Micromobility Angebote.

Durch die direkte Vergleichbarkeit der Daten können nun quantitative Zielmarken definiert werden, die gleichermaßen ambitioniert und realistisch sind und, z.B. im Rahmen der Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP) erreicht werden sollen. Es geht also nicht mehr darum, in traditioneller ÖPNV Logik Angebote lediglich zur Verfügung zu stellen, sondern die Nutzung der Angebote und damit die verkehrlichen Wirkung von Shared Micromobility zu stärken.

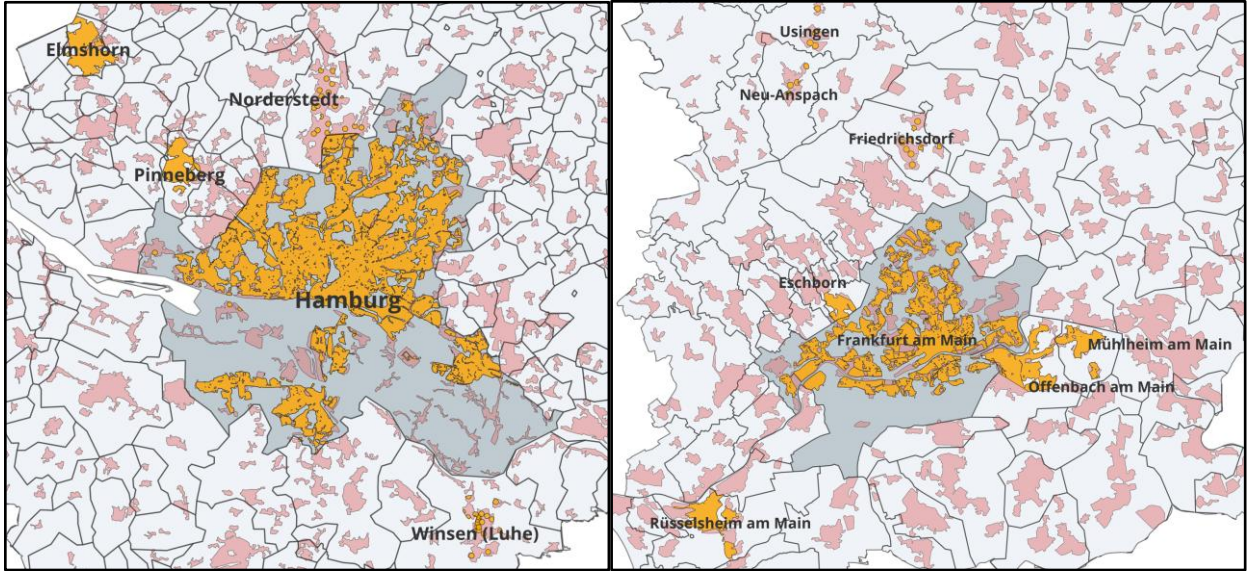
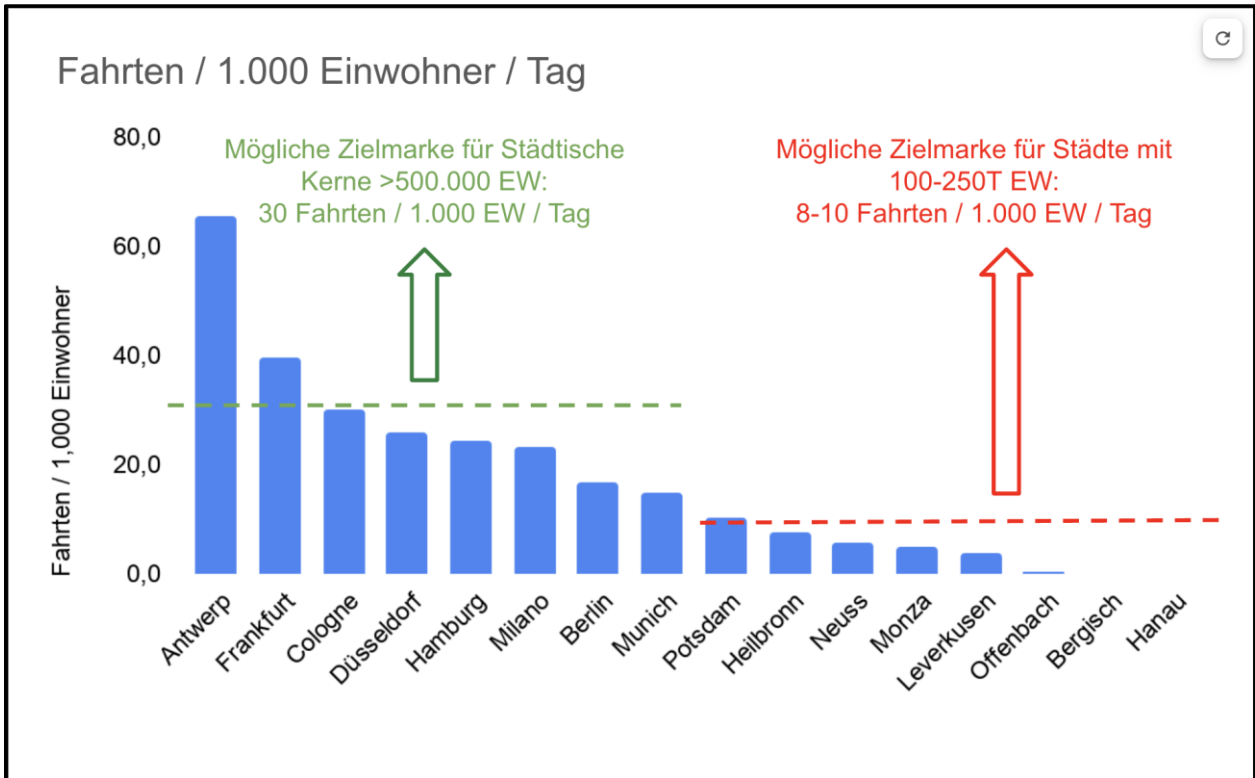


Abbildung 11 & 12: Beispiel FUAs von Hamburg und Frankfurt mit aktiven Shared-Micromobility Märkten

Schauen wir uns die Nutzungsintensität der untersuchten Städte im Vergleich an:



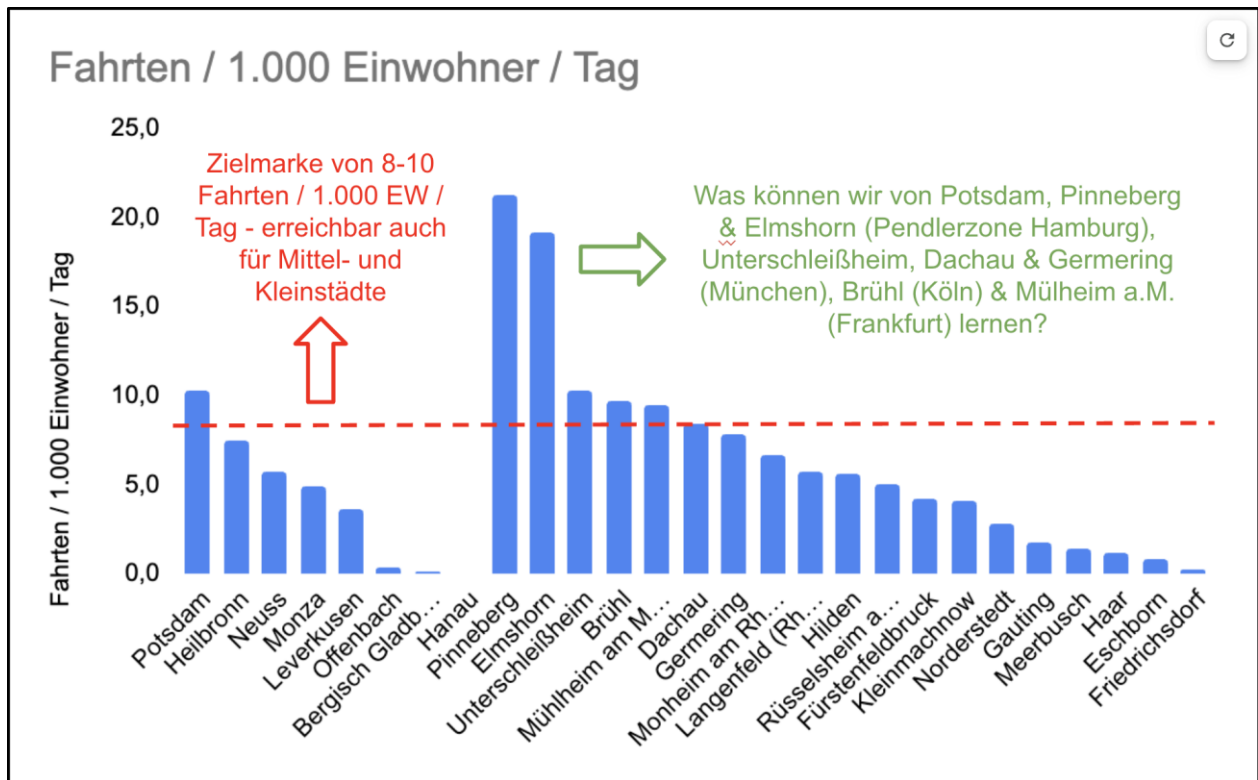


Abbildung 13 & 14: Mögliche Zielmarken für die Nutzungsintensität von Shared Micromobility Systemen in verschiedenen Stadtgrößenklassen

Städtische Kerne haben aufgrund der höheren Tagesbevölkerung naturgemäß mehr Mobilitätsnachfrage als Städte und Gemeinden der Pendlerzone. Dementsprechend können die Zielmarken entsprechend höher gesetzt werden als in kleineren Städten. Nichtsdestotrotz zeigen die Daten, dass auch kleinere Großstädte, Mittel- und Kleinstädte eine hohe Nutzungsintensität von Shared Micromobility Angeboten erreichen können, wenn sie die richtigen Rahmenbedingungen dafür schaffen. Aus der Liste der untersuchten Städte sind hier insbesondere Pinneberg, (21,3 Fahrten / 1.000 EW), Elmshorn (19,2), Potsdam (10,3), Unterschleißheim (10,2), Brühl (9,7), Mühlheim am Main (9,5), Dachau (8,4), Germering (7,9) und Heilbronn (7,5) hervorzuheben.

Durch die Aggregation auf FUA Ebene erlaubt der SMM-CPI zudem, regional integrierte Zielmarken zu definieren, die durch eine integrierte regionale Mobilitätssteuerung und SUMP-Governance erreicht werden können. So könnte sich z.B. Frankfurt, obwohl Deutschlands Top-Performer, zum Ziel setzen, die Region stärken zu helfen und die Klein- und Mittelstädte in ihrer Pendlerzone bei Ihren Anstrengungen unterstützen, multimodale Angebote in die Fläche zu bringen, wo sie bisher im Vergleich der FUAs noch nicht angekommen sind, wie etwa an der Verfügbarkeit und Konsistenz der Angebote für die Pendlerzone rund um Frankfurt deutlich wird (siehe Farbkodierung in Tabelle 13).

Urban Node	Country	Population Urban Node (Eurostat 2024)	Population FUA (Eurostat 2024)	Public Bike Sharing (PBS) System	Concessions for Shared Micromobility	Commuter Zone					
						Trips / 1,000 Pop	Vehicles / 1,000 Pop	Vehicles / km2	Utilisation Rate	Spatial Coverage (%)	PCI % (Pop Coverage)
Antwerp	Belgium	544.759	1.095.708	harmonised	only core city	1,1	2,1	0,5	4,3	13,4%	22,7%
Berlin	Germany	3.782.202	5.552.922	only core city	only core city	1,3	1,3	1,0	2,1	3,4%	8,7%
Frankfurt	Germany	775.790	2.867.121	no / unknown	fragmented	0,3	0,3	1,0	1,2	6,0%	10,3%
Hamburg	Germany	1.910.160	3.570.631	only core city	fragmented	1,4	0,9	1,5	2,4	4,6%	6,6%
Milano	Italy	1.371.850	2.391.491	only core city	fragmented	1,2	1,1	1,1	1,3	3,3%	14,2%
Munich	Germany	1.510.378	2.989.356	harmonised	fragmented	1,2	0,9	1,3	3,1	13,4%	16,9%
Düsseldorf	Germany	658.245	1.606.232	no / unknown	only core city	1,9	1,7	1,1	6,1	26,5%	32,4%
Cologne	Germany	1.087.353	2.021.534	fragmented	fragmented	1,5	1,7	0,9	5,7	24,9%	29,0%
Heilbronn	Germany	130.093	485.452	no / unknown	only core city	0,0	0,0	#DIV/0!	0,0	36,7%	10,1%

Tabelle 13: Die Ergebnisse der Pendlerzonen im Vergleich

Aufgrund der Granularität der Daten lässt sich zudem ein Vergleich zwischen den verschiedenen Fahrzeugtypen herstellen. In dem Datensatz wird sehr gut sichtbar, dass die Leistungsfähigkeit mancher Städte im Bereich der Shared Micromobility vor allem durch E-Scooter Angebote gesichert wird (z.B. in Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg & München). Andere Städte weisen einen substantiellen Anteil an Leih-Fahrrad Nutzung auf, v.a. durch die Existenz langjährig etablierter öffentlicher Fahrradverleihsysteme (Antwerpen, Berlin, Köln, Mailand). Die bisherigen Daten lassen jedoch darauf schließen, dass beide Fahrzeugtypen benötigt werden, um im vergleichenden Städteranking eine gute Position zu erzielen.

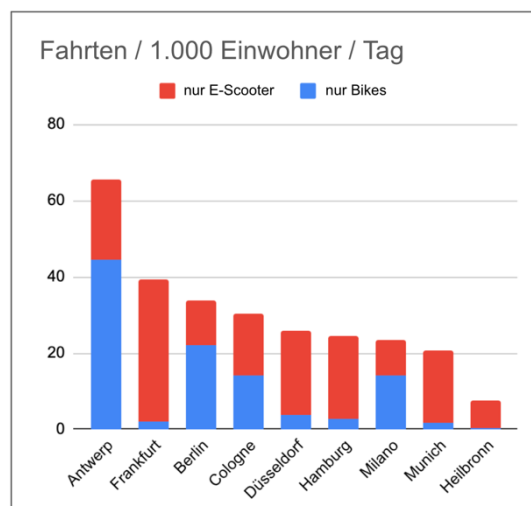


Abbildung 15: Vergleich der Urban Nodes, aufgegliedert in E-Scooter und Bikes (Fahrräder + E-Bikes)

Aber welche Einflussfaktoren zählen am stärksten auf die Nutzungsintensität und Leistungsfähigkeit der Mikromobilitätsangebote ein? Welche Stellschrauben haben Verwaltungen, um die Leistungsfähigkeit ihrer Mikromobilitätssysteme zu stärken? Dieser Frage widmen wir uns anhand einer Korrelationsanalyse.

5.2.2 Korrelationsanalyse: Einflussfaktoren auf eine hohe Nutzungsintensität

Schauen wir uns die verschiedenen Indikatoren und ihre Pearson Korrelations-Koeffizienten, also dem Maß für den Zusammenhang zweier Messgrößen, der sowohl gleichgerichtet (positive Werte zwischen 0 und 1) als auch gegenläufig (negative Werte zwischen 0 und -1) ausgeprägt sein kann, einmal genauer an. Es handelt sich dabei um bivariate Pearson-Korrelationen; multivariate Zusammenhänge werden nicht kontrolliert. Zudem sind die Indikatoren „Fahrten / 1.000 EW / Tag“, „Fahrzeuge / 1.000 EW“ und „Fahrten / Fahrzeug / Tag“ rechnerisch eng verwandt, da sie aus denselben Grundgrößen (Fahrten, Fahrzeuge, Einwohner) abgeleitet werden. Hohe Korrelationswerte können daher teilweise auf diese algebraische Abhängigkeit zurückgehen und sind entsprechend vorsichtig zu interpretieren.

Rang	Indikator	Parameter	Pearson Koeffizient (r)			
			Gesamt (34 Städte)	Nur Urban Nodes (500.000+ Einwohner)	Nur Großstädte (100-250.000 Einwohner)	Nur Klein- und Mittelstädte (20-100.000 Einwohner)
1	Nutzungsrate	Fahrten / Fahrzeug / Tag	0,91	0,96	0,92	0,85
2	Flottenverfügbarkeit	Fahrzeuge / 1.000 Einwohner	0,85	0,90	0,85	0,80
3	Service-Dichte	Fahrzeuge / km ²	0,55	0,72	0,58	0,38
4	räumliche Abdeckung	Bediengebiet \cap Urbane Fläche	0,47	0,60	0,47	0,32
5	bevölkerungsgewichtete Abdeckung	Einwohner \cap Bediengebiet	0,43	0,56	0,42	0,27
6	Bevölkerungsgröße	Melde- bevölkerung	0,40	0,28	0,35	-0,08

Tabelle 14: Korrelationskoeffizienten der verschiedenen SMM-CPI Indikatoren mit der Nutzungsintensität (Fahrten / 1.000 EW / Tag)

Die Nutzungsrate und die Flottenverfügbarkeit zeigen die stärksten Zusammenhänge mit der Nutzungsintensität. Die Daten stützen die Annahme von Netzwerkeffekten: Eine größere Flotte pro Einwohner korreliert stark mit einem höheren Fahrtenvolumen und damit einem größeren Potential zur Verkehrsverlagerung. Dies legt nahe, wenngleich Korrelationsanalysen keinen formalen Kausalitätsnachweis erbringen können, dass künstliche Verknappungen, z.B. willkürlich gesetzte Flotten-Obergrenzen durch Verwaltungen, den verkehrlichen Nutzen von geteilter Mikromobilität einschränken.

Die Angebotsdichte und die räumliche Abdeckung haben ebenfalls einen moderaten bis starken Einfluss auf die Nutzungsintensität. Die Angebotsdichte wird mit zunehmender Stadtgröße wichtiger. Je größer die Stadt, desto wichtiger wird die Service-Dichte, also die räumliche Nähe zum nächsten Fahrzeug, v.a. für Spontan-Fahrten.

Die Bevölkerungsgröße erklärt kaum Unterschiede in der Nutzung. Sie hat zwar aufgrund der wesentlich höheren Tagesbevölkerung in den Urban Nodes einen Einfluss, wenn man über alle Städte mit verschiedenen Stadtgrößen korreliert, spielt aber innerhalb einzelner Stadtgrößenklassen eine untergeordnete bis gar keine Rolle.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Korrelationen im Detail:

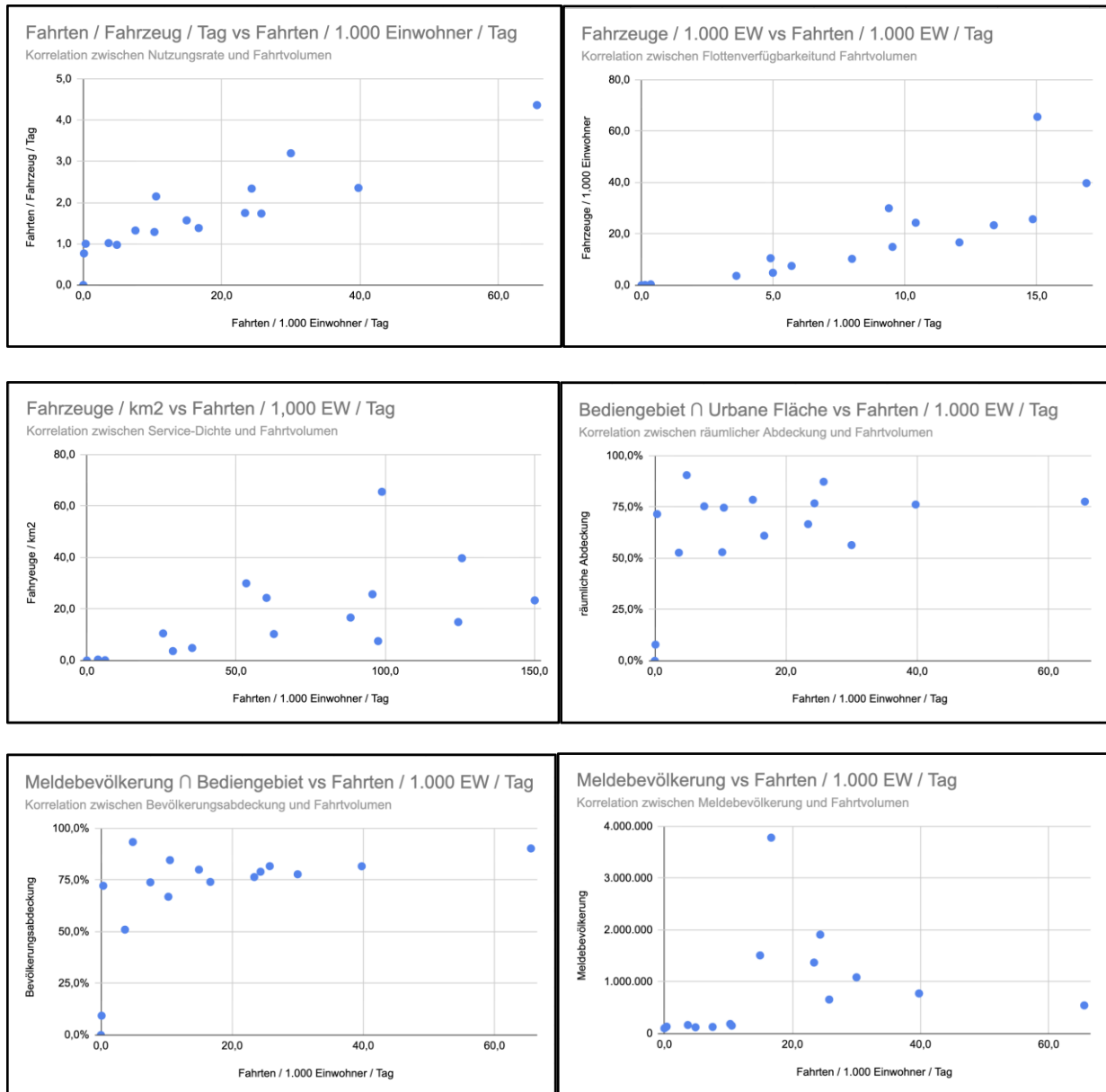


Abbildung 16-21: Die Korrelationen im Detail (nur Großstädte und Urban Nodes)

5.2.3 Erkenntnisse zum Einfluss von Flottengröße und -dichte

Die Korrelationsanalyse (Kap. 5.2.2) gestützt die signifikante Rolle von Nutzungsrate und Flottenverfügbarkeit für die Leistungsfähigkeit von Shared Micromobility-Systemen. Das Konzept von Netzwerkeffekten wird empirisch gestützt: Eine größere Flotte pro Einwohner korreliert stark mit einem höheren Fahrtenvolumen und damit höheren Verlagerungspotentialen. Dies liefert starke Hinweise darauf, wenngleich kein formaler Kausalitätsnachweis, dass künstliche Verknappungen, insbesondere willkürlich festgesetzte Flottenobergrenzen seitens der Verwaltung, den positiven verkehrlichen Effekt der geteilten Mikromobilität einschränken.

Die Angebotsdichte (Fahrzeuge pro Flächeneinheit) und die räumliche und bevölkerungsgewichtete Abdeckung (PCI) haben einen moderaten bis starken Einfluss auf die Nutzungsintensität. Die Angebotsdichte gewinnt mit zunehmender Stadtgröße an Bedeutung, da die räumliche Nähe zum nächsten Fahrzeug essenziell für Spontanfahrungen und die Attraktivität des Gesamtangebots ist. Die Bevölkerungsgröße an sich ist hingegen kein primärer Erklärungsfaktor für die Nutzungsunterschiede innerhalb homogener Stadtgrößenklassen.

5.2.4 Systemlogik und Fahrzeug-Mix als Einflussfaktoren

Ein Blick auf den Fahrzeug-Mix in den Städten der Pendlerzone indiziert, dass ein Angebot, das ausschließlich auf Fahrrädern und E-Bikes basiert, keine hinreichende Bedingung für eine hohe Performance darstellt. Erst das Zusammenspiel mit E-Scooter-Angeboten ermöglicht es Klein- und Mittelstädten, eine signifikante verkehrliche Wirkung zu erzielen (Abbildung 21).

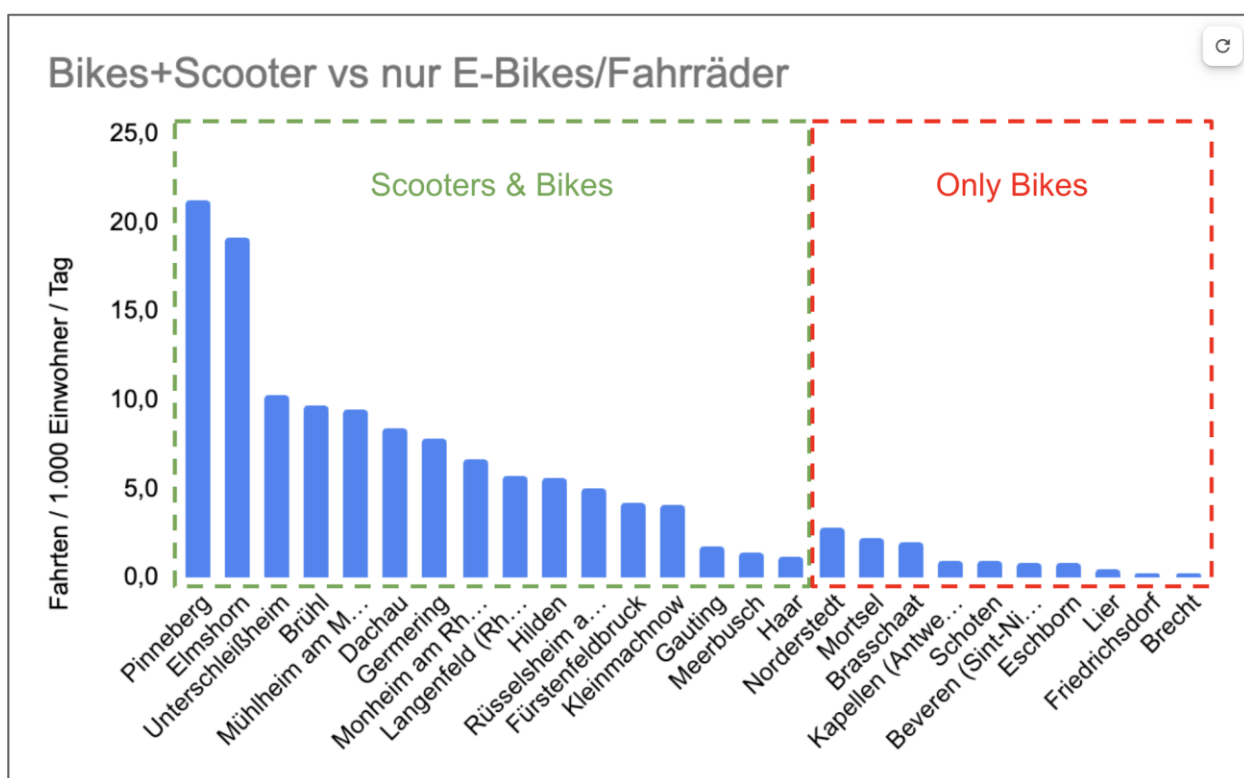


Abbildung 22: Vergleich des Primär-Indikators zwischen Städten mit einem Fahrzeug-Mix und Städten mit nur Fahrrädern und E-Bikes, inklusive Städte der Pendlerzone Antwerpen zum Vergleich.

Schauen wir uns diejenigen Städte genauer an, die mindestens 7,5 Fahrten / 1.000 Einwohner / Tage generieren. Es fällt auf, dass alle diese Städte einen breiten Fahrzeug-Mix aus Fahrrädern und E-Scootern aufweisen. Zudem ist auffällig, dass bei allen 9 Städten eine hohe räumliche und Bevölkerungs-Abdeckung vorliegt.

City	FUA	Country	Population (Eurostat 2024)	Public Bike Sharing (PBS) System	Concessions for Shared Micromobility	Mode	Trips / 1,000 Pop	Vehicles / 1,000 Pop	Utilisation Rate	Vehicles / km2	Spatial Coverage (%)	PCI % (Pop Coverage)	Comment
Pinneberg	Hamburg	Germany	35.268	no	yes	E-Scooter E-Bikes	21,3	13,6	1,6	70,9	77,6%	83,5%	
Elmshorn	Hamburg	Italy	45.008	no	yes	E-Scooter E-Bikes	19,2	10,8	1,8	47,8	78,6%	93,8%	
Potsdam	Berlin	Germany	187.118	yes	yes	E-Bikes Fahrräder	11,5	10,3	1,1	81,0	53,0%	66,9%	
Unterschleißheim	Munich	Germany	29.661	yes	yes	E-Scooter E-Bikes Fahrräder	10,2	6,4	1,6	35,6	82,6%	85,0%	
Brühl	Cologne	Germany	45.515	yes	yes	E-Scooter E-Bikes Fahrräder	9,7	6,9	1,4	30,5	81,7%	78,4%	one service estimated
Mühlheim am Main	Frankfurt	Germany	29.452	no	yes	E-Scooter	9,5	5,1	1,9	29,9	80,8%	81,9%	
Dachau	Munich	Germany	48.337	no	yes	E-Scooter E-Bikes Fahrräder	8,4	4,6	1,8	36,3	52,8%	68,4%	
Germering	Munich	Germany	41.822	yes	yes	E-Bikes Fahrräder	7,9	3,6	2,2	26,5	90,4%	88,6%	
Heilbronn	Heilbronn	Germany	130.093	no	yes	E-Scooter E-Bikes	7,5	5,7	1,3	97,6	75,3%	73,9%	

Tabelle 15: SMM-CPI Ergebnis-Tabelle für die Top-Performer außerhalb der Metropolen

Dies ist darauf zurückzuführen, dass alle Städte mit hoher Nutzung Konzessionen für privatwirtschaftliche Angebote vergeben haben, die überwiegend mit flexiblen Free-Floating/Hybrid-System operieren. Jene Städte, die ausschließlich öffentlich finanzierte Fahrradverleihsysteme vorweisen, die i.d.R. eher stationsbasiert sind und damit eine reduzierte räumliche Abdeckung liefern fallen im Ergebnis deutlich ab.

	Vorbilder (>7,5 Fahrten / 1.000 EW / Tag)	Mittelfeld (2,5 - 7,5 Fahrten / 1.000 EW / Tag)	Nachholbedarf (<2,5 Fahrten / 1.000 Einwohner / Tag)
E-Scooter	1 Mühlheim am Main	0	0
E-Scooter E-Bikes	5 Brühl, Dachau, Elmshorn, Heilbronn, Pinneberg	6 Monza, Neuss, Monheim, Hilden, Kleinmachnow, Langenfeld	1 Meerbusch
E-Scooter E-Bikes Fahrräder	3 Germering, Potsdam, Unterschleißheim	2 Rüsselsheim, Fürstenfeldbruck	2 Haar, Gauting
E-Bikes Fahrräder	0	2 Leverkusen, Norderstedt	6 Bergheim, Bergisch Gladbach, Ertstadt, Frechen, Kerpen, Pulheim
E-Bikes	0	0	2 Friedrichsdorf
Fahrräder	0	0	2 Eschborn, Offenbach

Tabelle 16: Verteilung der Städte der Pendlerzone nach Fahrzeug-Mix und Nutzungsintensität

Die Analyse der räumlichen und Bevölkerungs-Abdeckung belegt, dass eine hohe Nutzungsintensität in der Pendlerzone durch ein Systemdesign erreicht wird, das entweder auf Free-Floating-Modellen oder einem sehr dichten Netz von Parkflächen (z.B. Pinneberg, Brühl) basiert. Ein solches Systemdesign wird als notwendig erachtet, um eine hohe Nutzung zu generieren, da es die Flexibilität und Erreichbarkeit für die Nutzer maximiert.

	Ø räumliche Abdeckung	Ø Bevölkerungs-Abdeckung
Urban Nodes	72,6%	80,1%
Vorbilder	74,8%	80,0%
Mittelfeld	66,6%	73,7%
Nachholbedarf	31,3%	37,5%
Pendlerzone		

Tabelle 17: Der Einfluss der System-Abdeckung

5.2.5 Die Adoptions-Schwelle der Flotten-Dichte

Die datengestützte Analyse identifiziert eine klare Adoptions-Schwelle für Shared Micromobility-Systeme, d.h. ein Mindestangebot, das notwendig ist, um eine substantielle Nachfragegenerierung zu bewirken. So ist erst ab einer Flottendichte von ungefähr 3–6 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner ein entsprechender Anstieg der Nutzung zu beobachten. Unterhalb dieser Schwelle ist die Nutzung praktisch kaum vorhanden.

Phase	Flotten- dichte (Fahrzeuge / 1.000 Einw.)	Nachfrage (Trips / 1.000 Einw.)	Implikation
Phase 1 – Unterkritische Flotte	< 3	0-1	Keine signifikante Nachfrage aufgrund mangelnder Verfügbarkeit; System erscheint als "schwacher Markt".
Phase 2 – Frühe Adoption	3-6	3-7	Nachfrage beginnt moderat zu steigen.
Phase 3 – Funktionierender Markt	6-10	10-25	Klare Skalierung der Nachfrage; Netzwerkeffekte werden wirksam.
Phase 4 – High-Performance Systeme	>10	25-65	Überproportionales Wachstum der Nachfrage; System ist integraler Bestandteil des urbanen Verkehrs.

Tabelle 18: Phasen der Nachfrage und Nutzung, abhängig von der Flottengröße

Diese Erkenntnis hat direkte Regulierungs- und Marktimplikationen, da zu kleine Flotten sowohl die Netzwerkeffekte für Anbieter als auch die wahrgenommene Zuverlässigkeit und spontane Nutzung durch die Bevölkerung verhindern.

6. Schlussfolgerungen und Ausblick

6.1 Fazit: Leistung des SMM-CPI und zentrale Erkenntnisse

Der Shared Micromobility City Performance Index (SMM-CPI) soll zu einer konsistenteren und methodisch erweiterten Evaluierung geteilter Mikromobilitätsangebote beitragen. Gegenüber bestehenden Ansätzen erweitert er insbesondere die verkehrsträgerübergreifende Betrachtung, die räumlich-demografische Abdeckungsperspektive (PCI) und die Qualität der Datengrundlage. Er kann damit eine zusätzliche Grundlage für stadtpolitische Entscheidungen schaffen, ersetzt aber noch keine umfassende Wirkungsanalyse. Zudem wäre eine breitere Datenbasis zur vollständigen methodischen Validierung notwendig.

Die Kernleistung des Index liegt in der Standardisierung der Bezugsbasis (FUA, urbane Flächen) und der Integration räumlich-demografischer Gerechtigkeitsaspekte (PCI). Der Index dient somit nicht nur als Leistungsmessinstrument, sondern als Governance-Tool, das Kommunen eine faktenbasierte Verhandlungsgrundlage mit Mobilitätsanbietern bietet.

Deskriptive Aussagen aus der Datenanalyse:

- **Einfluss von Flottenverfügbarkeit:** Die Analyse belegt eine direkte Korrelation: Eine höhere Dichte aktiver Fahrzeuge pro Einwohner erhöht die Nutzung signifikant.
- **Adoptions-Schwelle:** Shared Micromobility-Systeme generieren erst ab einer Dichte von 4–6 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner eine substantielle Nachfrage.
- **Notwendigkeit eines Fahrzeug-Mix:** Ein multimodales Angebot, das E-Scooter, E-Bikes und Fahrräder integriert, ist für das Erreichen hoher Performance-Werte auch in Klein- und Mittelstädten notwendig.

6.2 Handlungsempfehlungen für Kommunale Entscheider

Basierend auf den strukturierten Erkenntnissen des SMM-CPI lassen sich folgende konkrete Handlungsempfehlungen für kommunale Akteure ableiten:

Fokusbereich	Handlungsempfehlung	SMM-CPI-Bezug
Daten-Governance	Obligatorische Integration der MDS-Spezifikation in Lizenz- und Konzessionsverträge für alle Sharing-Angebote im öffentlichen Raum.	Unterstützung einer belastbareren und standardisierteren Datenbereitstellung als Grundlage für die Kernindikatoren.

Regionale Steuerung	Integrierte Governance mit klar definierten KPI für den gesamten funktionalen städtischen Raum (FUA) und die Ausarbeitung konsistenter, regionaler Regularien und Prozesse.	Skalierbarkeit von Angeboten in die Fläche, zur Verringerung des strukturellen Mobilitäts-Defizits in der Pendlerzone.
Flottenmanagement	Vermeidung künstlicher Flotten-Obergrenzen unterhalb der empirisch ermittelten Adoption-Schwelle von 4-6 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner.	Steigerung der Nutzungsintensität und des verkehrlichen Nutzens durch Ermöglichung von Netzwerkeffekten.
Bedienggebiete & Parkinfrastruktur	Ausbau eines dichten Netzes von Abstellflächen (Mobilitätsstationen, Sharing-Zonen), sowohl zur Maximierung der räumlichen Abdeckung als auch zur Vermeidung von Konflikten im öffentlichen Raum.	Erhöhung der Bevölkerungsabdeckung (PCI), Erreichbarkeit und Zugänglichkeit des Angebots in der Fläche.
Strategische Planung	Verwendung der SMM-CPI-Indikatoren als Kennzahlen für die Überwachung und Fortschrittskontrolle, z.B. im Rahmen von Mobilitätskonzepten oder SUMPs .	Etablierung eines konsistenten Benchmarking Instrumentariums für die strategische Entwicklung nachhaltiger Mobilität in städtischen Kernen und deren Pendlerzonen.

Tabelle 19: Handlungsempfehlungen für kommunale Akteure

6.3 Ausblick

Der SMM-CPI bietet drei komplementäre Entwicklungspfade, die aufeinander aufbauen und sich gegenseitig verstärken.

Skalierung auf alle europäischen Urban Nodes und FUAs. Der unmittelbar naheliegende nächste Schritt ist die systematische Anwendung des SMM-CPI auf alle 431 TEN-T Urban Nodes und ihre funktionalen Stadträume in Europa. Dies würde erstmals einen robusten, methodisch konsistenten europäischen Benchmarking-Rahmen für geteilte Mikromobilität schaffen — als faktenbasierte Grundlage für die SUMP-Berichtspflichten ab 2027 und als Instrument für die strategische Ressourcenallokation auf nationaler und europäischer Ebene. Die dafür notwendige Dateninfrastruktur (MDS-Pflicht in Konzessionsverträgen, zentrale Datenplattformen) ist in einer wachsenden Zahl europäischer Städte bereits im Aufbau.

Ausweitung auf weitere New Mobility-Angebotsformen. Die Indexarchitektur des SMM-CPI ist konzeptionell verkehrsträgerneutral angelegt und kann auf Car-Sharing, Moped-Sharing und mittelfristig auf Ride-Hailing und Robotaxi-Dienste übertragen werden. Die methodischen Grundbausteine — bevölkerungsgewichteter PCI, MDS-basierte Fahrten- und Flottendaten, FUA als Bezugsraum — bleiben dabei unverändert, während fahrzeugtyp- und servicespezifische Kennzahlen ergänzt werden.

Methodische Weiterentwicklung: Verschneidung mit qualitativen Kontextdaten. Die wichtigste inhaltliche Weiterentwicklung des SMM-CPI liegt in der Verknüpfung der quantitativen Leistungsindikatoren mit qualitativen Kontextdaten, insbesondere aus standardisierten Nutzerbefragungen. Derzeit erheben Shared Micromobility-Anbieter Befragungsdaten zu Nutzungsmotiven, intermodalen Wegeketten, Multimodalität und demografischen Nutzerprofilen — jedoch separat, methodisch heterogen und nicht stadtübergreifend vergleichbar. Zentralisierte, harmonisierte Befragungen, die über alle Anbieter, Fahrzeugtypen und Städte hinweg einheitlich konzipiert und gemeinsam etabliert werden, wären ein entscheidender nächster Schritt. Sie würden es ermöglichen, die im SMM-CPI gemessene Nutzungsintensität und räumliche Abdeckung mit der tatsächlichen Verkehrswirkung — etwa dem Anteil substituierter MIV-Fahrten oder der Rolle geteilter Mikromobilität in intermodalen Wegeketten — in Beziehung zu setzen. Dies läge im gemeinsamen Interesse der Anbieter, der Städte und der Forschung und würde den SMM-CPI von einem Leistungsmessungsinstrument zu einem vollständigen Wirkungsevaluierungsinstrument weiterentwickeln.

Kontakt

Dr. David Rüdiger
Geschäftsführer
Connected Mobility Düsseldorf GmbH
david.ruediger@cmd.nrw

Dipl. Geogr. Sebastian Schlebusch
Visiting Principal, Micromobility Lead
movingfutures
sebastian.schlebusch@movingfutures.de

Glossar

Aktive Fahrzeuge: Basierend auf MDS (siehe unten) Definition der Durchschnitt der Summe aller Fahrzeuge, die täglich zur Ausleihe bereit stehen (abzüglich deaktivierter Fahrzeuge oder Fahrzeuge mit leerer Batterie).

Funktionaler städtischer Raum (EN "Functional Urban Area (FUA)):, laut OECD / Eurostat definiert als "statistisch abgegrenzter funktionaler Stadtbereich, bestehend aus einem **hochverdichteten städtischen Kern** und einem **funktionalen Umland (Pendlerzone)**, das durch Pendlerverflechtungen (**min. 15 % Einpendler**) definiert wird."²¹

Städtischer Kern: Ein städtischer Kern besteht aus zusammenhängenden Rasterzellen, die:

- eine **Bevölkerungsdichte von min. 1.500 Einwohnern pro km²** aufweisen,
- eine **Gesamtbevölkerung von min 50.000 Einwohnern** erreichen.

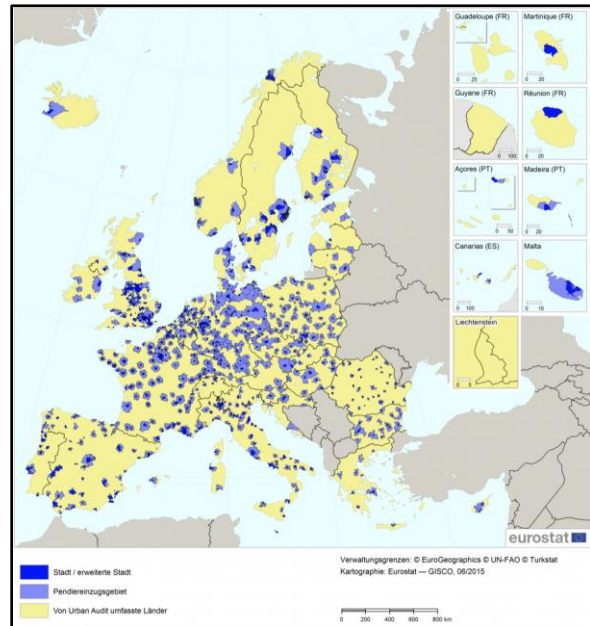


Abbildung 1: Übersicht über die FUAs der EU

Pendlerzone: Die Pendlerzone umfasst die **umliegenden Gemeinden**, die funktional mit dem städtischen Kern verbunden sind. Eine Gemeinde gehört zur Pendlerzone, wenn **mindestens 15% der beschäftigten Einwohner** zum Arbeiten in den städtischen Kern pendeln.

General Bike Sharing Feed Specification (GBFS) GBFS ist ein offener Datenstandard für Mobilitätsdienste, der **Informationen über den aktuellen Status von Fahrzeugen** wie Fahrrädern oder E-Scootern liefert. Es handelt sich um eine Echtzeit-API im JSON-Format, die genutzt wird, um Standorte, Verfügbarkeiten und Tarife an Apps und städtische Plattformen zu übermitteln.

Mikromobilität / Micromobility: Fortbewegung durch kleine, leichte und per Muskelkraft oder (teil-)elektrisch betriebene Fahrzeuge (Kleinstfahrzeuge) für den individuellen Personenverkehr, meist über kurze Distanzen. Dazu gehören v.a. Fahrräder, E-Bikes ((Speed-)Pedelects), E-Scooter, und Lastenräder, die oft als flexible Lösung für Fahrten im urbanen Raum dienen. Laut OECD-Definition sind die Fahrzeuge durch ein Maximalgewicht von 350kg und eine Maximalgeschwindigkeit von 20-45km/h begrenzt.²²

²¹ [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Territorial typologies for European cities and metropolitan regions/de](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Territorial_typologies_for_European_cities_and_metropolitan_regions/de)

²² https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/03/safer-micromobility_f7dee627/0d2e0dd5-en.pdf

Die englischen Begriffe “**Shared (Micro-)mobility**” und “**Bike Sharing Systems**” und die deutschen Begriffe “**geteilte (Mikro-)mobilität**” und “**Fahrradverleihsysteme**” werden im folgenden synonym verwendet.

Mobility Data Specification (MDS): MDS ist ein technischer Standard und ein Satz von Schnittstellen (APIs), der den **digitalen Datenaustausch zwischen Städten/Kommunen und privaten Mobilitätsdienstleistern** (z. B. E-Scooter-, Bike-Sharing- oder Ride-Hailing-Unternehmen) standardisiert. Sie wurde ursprünglich von der Verkehrsbehörde von Los Angeles (LADOT) entwickelt und wird heute von der Open Mobility Foundation (OMF) verwaltet.²³

Lokale Verwaltungseinheiten (Local Administrative Units): Lokale Verwaltungseinheiten sind die Bausteine der NUTS (Nomenklatur der Gebietseinheiten für die Statistik) und der statistischen Regionen, die die Kommunen und Gemeinden des Europäischen Statistischen Systems (ESS) umfassen. In Deutschland sind diese kongruent mit den Städte- und Gemeinden (NUTS3, LAU2 Ebene).

Urbane Fläche: Urbane Flächen im Kontext dieser Arbeit sind die Flächen, die urbane Nutzungen beinhalten, also insbesondere Siedlungs, Industrie- und Gewerbenutzungen. Sie werden abgebildet durch die Copernicus Corine Land Cover Codes 111 (Continuous Urban Fabric), 112 (Discontinuous Urban Fabric), 121 (Industrial Or Commercial Units).²⁴

²³ <https://www.openmobilityfoundation.org/about-mds/>

²⁴ Für eine Übersicht der Landnutzungs-Codes, siehe European Environmental Agency, Copernicus (2017): Technical guidelines – CORINE Land Cover 2018 and Corine Land Cover Change 2012-2018, page 68, (Annex I). <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/clc-product-user-manual/> oder im Data Viewer unter <https://land.copernicus.eu/en/map-viewer?dataset=0407d497d3c44bcd93ce8fd5bf78596a>