

# Die urbane Mobilitätswende messbar machen? Konzeption und Anwendung eines Mobilitätswendeindex am Beispiel der Städte Darmstadt, Frankfurt und Wiesbaden

Julius Bücher , Johannes Aertker, Christian Neumann, Thomas Klinger , Martin Lanzendorf 

Received: 15 December 2023 ■ Accepted: 30 October 2024 ■ Published online: 6 December 2024

## Zusammenfassung

Der Beitrag diskutiert einen auf der Grundlage des Konzepts der Mobilitätskulturen entwickelten Index zur Messung der sozialökologischen Transformation urbaner Mobilität, auch als Mobilitätswende bezeichnet. Damit soll es kommunaler Politik und Planung möglich werden, Fortschritte bei der Umsetzung der Mobilitätswende quantitativ zu messen. Besonderheit des entwickelten Mobilitätswendeindex ist die Berücksichtigung objektiver und subjektiver Daten sowie das Ziel, möglichst viele frei verfügbare Daten einzubeziehen. In Workshops mit Expertinnen und Experten aus kommunaler Statistik und Ver-

kehrsplanung wurde der Index hinsichtlich der Anwendbarkeit sowie der Verfügbarkeit weiterer Daten diskutiert. Schließlich entstand ein Set von 78 Messindikatoren und 16 Kernindikatoren zur Berechnung des Mobilitätswendeindex. Dieser wurde dann für drei Städte (Darmstadt, Frankfurt am Main, Wiesbaden), berechnet und mit den Expertinnen und Experten kritisch diskutiert. Im Ergebnis zeigt sich das Potenzial des Mobilitätswendeindex für die Analyse von Veränderungen der Mobilitätskultur in Städten. Zugleich wurde deutlich, dass überwiegend solche Daten vorliegen, die auf die Gebaute Umwelt und das Verkehrsverhalten schließen lassen, während für die Verkehrspolitik und -planung sowie für Diskurse und Kommunikation Daten fehlen. Neben der Notwendigkeit, solche Daten vermehrt zu erheben, sollte auch zukünftig verstärkt die Aussagekraft und Bedeutung der vorhandenen Datensätze und Indikatoren zur Governance von Verkehr und Mobilität hinterfragt werden.


✉ **Julius Bücher**, Institut für Humangeographie, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Theodor-W.-Adorno-Platz 1, 60323 Frankfurt am Main, Deutschland  
buecher@geo.uni-frankfurt.de

**Johannes Aertker**, ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung, Brüderweg 22-24, 44135 Dortmund, Deutschland  
johannes.aertker@ils-forschung.de

**Christian Neumann**, utopicode, Eiserne Hand 9, 60318 Frankfurt am Main, Deutschland  
christian@utopicode.de

**Dr. Thomas Klinger**, ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung, Brüderweg 22-24, 44135 Dortmund, Deutschland  
thomas.klinger@ils-forschung.de

**Prof. Dr. Martin Lanzendorf**, Institut für Humangeographie, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Theodor-W.-Adorno-Platz 1, 60323 Frankfurt am Main, Deutschland  
lanzendorf@geo.uni-frankfurt.de

 © 2024 by the author(s); licensee oekom. This Open Access article is published under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence (CC BY).

**Schlüsselwörter:** Sozialökologische Transformation ■ Mobilitätskulturen ■ Urbane Mobilität ■ Indikatoren ■ Governance

## Making the urban mobility transition measurable? Development and application of a mobility transition index using the example of the cities of Darmstadt, Frankfurt and Wiesbaden

### Abstract

This paper discusses an index based on the concept of mobility cultures for measuring the socio-ecological transformation of urban mobility, also referred to as the mobility transition. This index, termed the Mobility Transition Index, aims to enable

municipal policymakers and planners to quantitatively assess progress in implementing the mobility transition. The uniqueness of the index lies in the consideration of both objective and subjective data, as well as the goal of incorporating as many open data sources as possible. In workshops with local experts of statistics and transport planning, the indicator set was discussed in terms of its applicability and the availability of additional data. Finally, a set of 78 measurement indicators and 16 core indicators for calculating the Mobility Transition Index emerged. Next, the index was calculated for three cities (Darmstadt, Frankfurt am Main, Wiesbaden), and discussed with experts again. The results demonstrate the potential of the index for analysing changes in urban mobility cultures. Furthermore, we identified a predominance of data related to the built environment and travel behaviour, but a lack of data for transport policy and planning, as well as for discourses and communication. We concluded that additionally to the necessity for collecting such data more extensively, a need arises for the critical examination of existing datasets and their contribution for the urban transformation of transport.

**Keywords:** Socio-ecological transformation ■ Mobility cultures ■ Urban mobility ■ Indicators ■ Governance

## 1 Einleitung

Fragen der Raumentwicklung spielen eine zentrale Rolle für Nachhaltigkeitstransformationen angesichts des global vorschreitenden Klimawandels (Coenen/Benneworth/Truffer 2012). Dabei wird Städten bei der gesellschaftlichen Anpassung an die damit verbundenen Herausforderungen ein hohes transformatives Potenzial zugeschrieben (WBGU 2016: 165–167; Wolfram 2016). Ein relevanter Ansatzpunkt hierbei ist die urbane Mobilität aufgrund der hohen Emissionen und sozialen Ungleichheiten, die vom autoorientierten Verkehrssystem ausgehen (Tsavachidis/Le Petit 2022: 2; Ternes/Marsden/Harrison 2024: 2). Allerdings stellt die grundlegende Veränderung des urbanen Mobilitätssystems aufgrund der zahlreichen, das Automobilitätssystem prägenden Pfadabhängigkeiten eine große Aufgabe dar, da sie sämtliche damit verbundenen Technologien, Institutionen, Infrastrukturen sowie kulturellen und sozialen Praktiken umfasst (Loorbach 2022: 4). Eine im politischen und akademischen Diskurs formulierte Antwort auf diese Herausforderung findet sich in der Mobilitätswende, die darauf abzielt, gesellschaftliche Bewegungsmuster grundlegend zu restrukturieren. Die Mobilitätswende als analytisches Konzept steht in einem „Steigerungsverhältnis“ (Manderscheid 2020: 39) zu den Begriffen Antriebs- und Verkehrswende, die vor allem auf technologische bzw. planerische Innovationen abstellen, da sie die Mobilität selbst sowie mit dieser verknüpfte Be-

deutungen und Sinneszuschreibungen in den Mittelpunkt rückt. Es handelt sich demnach um die Vision eines sozial-ökologischen Transformationsprozesses im Sinne eines radikalen Wandels des mit Mobilität in Verbindung stehenden gesellschaftlichen Naturverhältnisses und die damit einhergehende Neukonzeption politischer, sozialer und wirtschaftlicher Strukturierungsprozesse (Kister/Dorn/Hafner 2024: 4).

Auch wenn in den vergangenen Jahren vielfältige Ansätze zur Umsetzung der Mobilitätswende erprobt wurden, sind bislang doch allenfalls erste Erfolge zu erkennen (Bertolini 2020; Loorbach/Schwanen/Doody et al. 2021). Dieser Umstand ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass eine solche tiefgreifende Transformation der Mobilität über die materielle Veränderung von Infrastrukturen und räumlichen Ausstattungen hinaus einen Wandel von der Mobilität vorgelagerten und zugrunde liegenden Bedeutungs- und Sinneszuschreibungen voraussetzt – ein Prozess, den wir nachfolgend als Wandel urbaner Mobilitätskulturen bezeichnen (vgl. Götz/Deffner/Klinger 2016: 793). Solche Mobilitätskulturen lassen sich als Ergebnis eines komplexen Zusammenspiels von vier zentralen Dimensionen urbaner Mobilität messen: (i) Verkehrspolitik und -planung, (ii) Gebaute Umwelt, (iii) Diskurse und Kommunikation sowie (iv) Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile (Götz/Deffner 2009: 40–41).

Jedoch existiert bisher kein wissenschaftlich fundiertes Set an Indikatoren, das den Fortschritt der urbanen Mobilitätswende und der mit ihr verbundenen Prozesse ausreichend abzubilden vermag (Bücher 2023: 29). Zentrales Ziel dieses Beitrags ist daher die Entwicklung eines solchen Mobilitätswendeindex (MWI), der im Anschluss an das Konzept der Mobilitätskulturen sowohl objektive als auch subjektive Indikatoren für die Messung von Mobilität einbezieht, um die Mobilitätswende messbar zu machen. Es handelt sich also um ein Forschungsvorhaben mit explorativem Charakter unter Verwendung verfügbarer Datensätze und mit dem Ziel der Operationalisierung eines abstrakten, mehrdimensionalen Konzepts unter der Prämisse, dass dieses nur annäherungsweise erreicht werden kann (Kromrey/Strübing 2009: 163). Dennoch sollen mithilfe des Mobilitätswendeindex Veränderungen und Fortschritte bei der Mobilitätswende quantitativ erfassbar gemacht werden, um konkrete Ansatzpunkte für Planung und Politik zu identifizieren und zur wissenschaftlichen Debatte über die Einflussfaktoren einer sozialökologischen Transformation urbaner Mobilität beizutragen. Die Anwendung und Berechnung des Mobilitätswendeindex erfolgt für die drei Beispielstädte Darmstadt, Frankfurt am Main und Wiesbaden, um daraus Schlussfolgerungen zur Anwendbarkeit und Validität des Index zu gewinnen.

## 2 Stand der Forschung

Das Konzept der Mobilitätskulturen erweitert die in der Verkehrs- und Mobilitätsforschung zentrale Debatte über die Einflussfaktoren auf Verkehrsverhalten um einen integrierten Ansatz, der versucht, Verkehrsinfrastrukturen und -verhalten mit symbolischen und diskursiven Praktiken zu verknüpfen (Deffner/Götz/Schubert et al. 2006: 14; Götz/Deffner 2009: 39). Die durch das Zusammenspiel dieser Dimensionen konstituierten Mobilitätskulturen sind demnach als „soziotechnische [...] System[e]“ (Deffner/Götz/Schubert et al. 2006: 16) konzeptualisiert, die durch die dynamische Interaktion von mobilen Subjekten, Infrastrukturen und Technologien produziert werden. Der Ansatz hat also zum Anspruch, einen ganzheitlichen, objektive („harte“) wie subjektive („weiche“) Einflussfaktoren umfassenden Blick auf kollektives Mobilitätsverhalten zu ermöglichen (Götz/Deffner/Klinger 2016: 792). Die breite Verwendung des Konzepts ist auf diesen multidimensionalen Charakter zurückzuführen, der es für vielfältige Forschungsansätze im Bereich Mobilität und Verkehr anschlussfähig macht (vgl. Klinger/Lanzendorf 2016; Bamberg/Rollin/Schulte 2020). Zudem erlaubt es den Vergleich unterschiedlicher, regionaler Ausprägungen von Mobilität und Verkehr (Haustein/Sick Nielsen 2016: 174; Haustein/Koglin/Sick Nielsen et al. 2020). Ursprünglich für qualitative Fallstudien konzipiert, wurde der Begriff der Mobilitätskultur erstmals von Klinger, Kenworthy und Lanzendorf (2013) mit einem quantitativen Forschungsansatz operationalisiert. Seitdem wurden mehrere Studien durchgeführt, die lokale Ausprägungen von Mobilitätskulturen mittels quantitativer Forschungsmethoden analysieren (Haustein/Sick Nielsen 2016; Klinger/Lanzendorf 2016; Bamberg/Rollin/Schulte 2020; Haustein/Koglin/Sick Nielsen 2020; Holz-Rau/Heyer/Schultewolter et al. 2022). Zudem existieren insbesondere in der englischsprachigen Fachdebatte vor dem Hintergrund des „New Mobilities Paradigm“ (Sheller/Urry 2006) vielfältige Forschungsarbeiten, in denen kulturelle Bezüge des Mobilitätsgeschehens vor allem im Rahmen qualitativer Untersuchungen aufgegriffen werden (Hoor 2020: 9). Für unser Vorhaben, die urbane Mobilitätswende mit dem Ziel eines Städtevergleichs quantitativ zu operationalisieren, wird nachfolgend vorrangig auf quantitative Ansätze eingegangen. Zwar erschwert eine Indexkonstruktion den Einbezug von vorrangig qualitativ erfassbaren Teilbereichen von Mobilität, lässt aber andererseits die Aggregation der Daten auf Stadtebene zu (Rammert 2022: 280).

Darüber hinaus bergen Indikatoren ein signifikantes Potenzial bei der Konzeption und Planung von nachhaltiger Mobilität, insbesondere für die Analyse des verkehrlichen Status quo sowie die Evaluierung spezifischer Maßnahmen (Litman 2009: 1; Castillo/Pitfield 2010: 181; Alonso/

Monzón/Cascajo 2015: 579; Bücher 2023: 31). Daher gibt es einen reichhaltigen Kanon an systematischen Vorgehensweisen für die Auswahl geeigneter Indikatoren zur Evaluation nachhaltiger Mobilität (Litman 2009; Joumard/Gudmundsson 2010: 14; Castillo/Pitfield 2010). Einige Forschungsarbeiten beziehen sich explizit auf ökologisch verträgliche Mobilität im städtischen Raum (da Silva/da Costa/Ramos 2010; de Freitas Miranda/da Silva 2012: 143) sowie auf die Nachhaltigkeitsdimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales (Gillis/Semanjski/Lauwers 2016: 4; Danielis/Rotaris/Monte 2018: 386). In der deutschsprachigen wissenschaftlichen Debatte hat jüngst Rammert (2023) mit dem Mobilitätsindex Mobilität für die urbane verkehrsplanerische Praxis operationalisiert. Aber auch von politischer Ebene aus gibt es Bestrebungen für den Ausbau von indikatorengestützten Monitoringprozessen. Ein Beispiel hierfür sind die von der Europäischen Kommission erarbeiteten „Urban Mobility Indicators“ (UMI), die in engem Zusammenhang zu den „Sustainable Urban Mobility Plans“ (SUMP) stehen.<sup>1</sup> Neben diesen, auf (urbane) Mobilität im Allgemeinen abzielenden Ansätzen, existieren darüber hinaus verschiedene verkehrsmittelspezifische Strukturierungen wissenschaftlicher Indizes (vgl. Tabelle 1).

Aus der Analyse bestehender Indizes zur Bewertung von urbaner Mobilität ergeben sich jedoch auch einige unterrepräsentierte Bereiche. So finden sich derzeit in der Forschung bisher wenige empirische Anknüpfungspunkte hinsichtlich geeigneter Indikatoren für die Abbildung der diskursiven Dimension von Mobilitätskulturen (Klinger/Kenworthy/Lanzendorf 2013: 21). Kommunikation und Diskurse, also die Art und Weise, wie über Verkehr und Mobilität in einer Stadt gesprochen wird, sind einerseits von der gebauten Umwelt stark beeinflusst, zugleich beeinflusst der lokale Diskurs aber auch lokale verkehrspolitische Entscheidungen und wirkt somit selbst an der Hervorbringung von Materialitäten mit (Götz/Deffner 2009: 40). Zentral für eine gelingende Mobilitätswende sind demnach mit der sozialökologischen Ausgestaltung von Mobilität korrespondierende Narrative (te Brömmelstroet/Mladenović/Nikolaeva et al. 2022: 1). Darüber hinaus hat die kommunale Verkehrspolitik und -planung erheblichen Anteil an der Mobilitätskultur, auch hier gibt es einen Mangel an geeigneten Indikatoren.

<sup>1</sup> [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/urban-transport/sustainable-urban-mobility-planning-and-monitoring\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/urban-transport/sustainable-urban-mobility-planning-and-monitoring_en); [https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/new-urban-mobility-indicator-fiches-released-support-sump-implementation-2024-07-23\\_en](https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/new-urban-mobility-indicator-fiches-released-support-sump-implementation-2024-07-23_en) (23.10.2024).

**Tabelle 1** Verkehrsmittelspezifische Indikatoren

Forschungsfeld	Indikatoren
Walkability	Bevölkerungsdichte, Multifunktionale Flächennutzung, Dichtes Straßennetz (Frank/Sallis/Saelens et al. 2010; Winters/Brauer/Setton et al. 2013) Konnektivität, Durchlässigkeit des Straßennetzes, Erreichbarkeit potenzieller Ziele, Topographie, Grünflächenanteil (Bartsokas Tsiompras/Photis 2017; Schmitz/Fina/Gerten 2023)
Bikeability	Radwegedichte, Trennung vom Pkw-Verkehr, Konnektivität von fahrradfreundlichen Straßen, Topographie, Dichte potenzieller Wegeziele (Winters/Brauer/Setton et al. 2013) Hauptstraßen ohne separaten Radweg, blau-grüne Infrastrukturen, Landnutzungsmix, Tempolimits, Fahrradabstellanlagen, Qualität der Kreuzungsinfrastruktur (Krenn/Oja/Titze 2015; Schmid-Querg/Keler/Grigoropoulos 2021)
Öffentlicher Verkehr	Erreichbarkeit von Haltestellen, Zahl der Abfahrten (Haghshenas/Vaziri 2012; Collins/Hasan/Ukkusuri 2013; Alonso/Monzón/Cascajo 2015; Al Mamun/Lownes 2011)

### 3 Methodik

Ein Index dient der Beobachtung eines mehrdimensionalen Konzepts, das nicht über einzelne Messgrößen abbildbar ist, sondern nur durch das in Beziehung Setzen mehrerer Indikatoren, die gemäß bestimmter Regeln zu einer neuen Variablen zusammengefasst werden (Latcheva/Davidov 2014: 745; Döring/Bortz 2016: 278). Ausgangspunkt für die Indexkonstruktion ist die theoretische Konzeptualisierung des Untersuchungsgegenstands, weshalb sich die Güte eines Index aus der konzeptionellen Stringenz, der Qualität der verwendeten Daten sowie der Plausibilität der einzelnen Indikatoren ergibt (OECD 2008: 17–19). Auch die Gewichtungs- und Aggregationsvorschriften sowie die Korrespondenzregeln sind konzeptionell abzuleiten (Kromrey/Strübing 2009: 163). Es handelt sich demnach um eine Form der Datenreduktion, deren Vorteil darin besteht, einen mehrdimensionalen Zusammenhang auf eine einzige Kennzahl herunterzubrechen und ihn so kommunikativ handhabbarer zu machen. Jedoch liegt hierin auch eine Schwäche jeder Indexkonstruktion, da sie stark von der Qualität der aus dem theoretischen Konzept abgeleiteten Konstruktionsvorschriften und der verwendeten Daten abhängig ist (Döring/Bortz 2016: 277).

Zur Konstruktion des Mobilitätswendeindex wurden zunächst verfügbare und wünschenswerte Indikatoren für die vier Dimensionen der Mobilitätskulturen recherchiert und identifiziert, wobei auf ein ausgewogenes Verhältnis von objektiv und subjektiv messbaren Kennwerten geachtet wurde. Anhand der Datenlage und Relevanz für die Messung der Mobilitätswende wurden dabei für jede Dimension inhaltlich sinnvolle Gruppierungen von Messindikatoren hergeleitet, die nachfolgend als Kernindikatoren bezeichnet werden (vgl. Tabelle 2). Im Fall der Dimensionen „Gebaute Umwelt“ und „Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile“ war eine Differenzierung anhand von Verkehrsmitteln naheliegend, im Fall der Dimension „Verkehrspolitik und -planung“ erfolgte eine Unterscheidung anhand von Pull-

und Push-Maßnahmen (Rietveld/Daniel 2004: 545; Bles/Molter/Steinhauer 2019: 30; Hekler/Drews/Gertz et al. 2022: 20; Hille/Gather 2022: 42). Wenn dies möglich war, wurden Indikatoren, die Veränderungen im zeitlichen Verlauf abbilden, einbezogen. Auch wurden Indikatoren zu den Umlandgemeinden der Städte betrachtet, wobei das Umland nach unserer Festlegung alle Gemeinden umfasst, deren Gebiet vollständig oder mehrheitlich innerhalb eines 25 km-Radius um das Zentrum der Kernstadt liegt. Dies orientiert sich an den gleichen Festlegungen des Masterplans Mobilität für die Stadt Frankfurt am Main (2023). Berechnet wurden die Indikatoren demnach auf der städtischen Ebene, zum Teil ergänzt um das oben definierte, luftlinienbasierte Umland (z. B. für die Mobilitätskultur-Dimensionen „Gebaute Umwelt“ und „Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile“).

Des Weiteren sollten möglichst auch als *open data* verfügbare Daten genutzt werden, da der freie Zugang zu Mobilitätsdaten für die praktische Ausgestaltung nachhaltiger Mobilitätsangebote wie auch für die Verkehrs- und Mobilitätsforschung eine zunehmend wichtige Rolle spielt (van den Hurk/Pelzer/Riemens 2021; Marín 2022; Tumidata 2023). So greifen wir etwa im Bereich der Verkehrsinfrastruktur auf offene Daten des Projekts OpenStreetMap sowie des Rhein-Main-Verkehrsverbands zurück. Auch nutzen wir offene Datensätze verschiedener Ämter, wie z. B. der Bundesnetzagentur, des Kraftfahrtbundesamtes, des Umweltbundesamtes sowie der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Durch die Verwendung offener Daten soll sowohl eine möglichst große Transparenz hinsichtlich der Datengrundlagen des Mobilitätswendeindex gewährleistet als auch die Anwendbarkeit für Dritte vereinfacht werden.

Tabelle 3 zeigt die Grundlagen der von uns gewählten Vorgehensweise zur Indexkonstruktion. Nach der Festlegung der insgesamt 78 Messindikatoren wurden diese durch eine Skalierung auf die Werte von 0 bis 1 normalisiert und so umkodiert, dass ein höherer Wert eine höhere

**Tabelle 2** Indikatoren und Gewichtungen für den Mobilitätswendeindex

Kernindikator	Messindikatoren <sup>a</sup>	Gewichtung (% an Gesamt)	Datenquellen
<i>Mobilitätskultur-Dimension 1: Gebaute Umwelt</i>		25	
1. Walkability	Index zur Fußgängerfreundlichkeit unter Einbezug von Einrichtungen der Daseinsvorsorge, Bevölkerungsdichte, Fußwegenetz und Grünflächenanteil (1 Indikator)	5	Openstreetmap, Amtliche Statistik
2. Sharing-Angebote	Anzahl, Verteilung und Nutzungskosten von Bike- und Carsharing-Angeboten (6 Indikatoren)	3,75	Sharing-Anbieter (u. a. Call a Bike, book'n'drive)
3. Intermodale Verknüpfung im Stadt-Umland-Verkehr	Anzahl (Status quo und Entwicklung) und Qualität von Bike&Ride-Anlagen in Kernstadt und Umland; Anzahl von Park&Ride-Anlagen im Umland (7 Indikatoren)	3,75	Integriertes Verkehrs- und Mobilitätsmanagement Region Frankfurt RheinMain
4. Bikeability	Umfang und Qualität von Radverkehrsanlagen, wahrgenommener Komfort beim Radfahren (2 Indikatoren)	5	Openstreetmap, Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC)
5. Angebote der E-Mobilität im privaten und öffentlichen Verkehr	Anzahl der Ladepunkte pro Einwohner/Einwohner (Status quo und Entwicklung) und E-Fahrzeug, Elektrifizierung der Busflotte (4 Indikatoren)	2,5	Bundesnetzagentur, PricewaterhouseCoopers
6. ÖV-Angebot: zeitliche und räumliche Abdeckung	Netzabdeckung, Taktung (Kernstadt und Umland) und Barrierefreiheit des Angebot des öffentlichen Verkehrs (5 Indikatoren)	5	Rhein-Main-Verkehrsverbund, Basis-DLM, Openstreetmap, Agora Verkehrswende
<i>Mobilitätskultur-Dimension 2: Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile</i>		25	
7. Verkehrsmittelnutzung	Anzahl und Anteile der Fuß- und Radwege sowie Wege mit dem motorisierten Individualverkehr (Status quo und Entwicklung, Kernstadt und Umland) (14 Indikatoren)	7,5	Verkehrserhebung „Mobilität in Städten“ (SrV) 2013, 2018, Befragung „Mobilität in Deutschland“ (MiD) 2017
8. Verkehrsmittelspezifische Einstellungen	Anteile der Bevölkerung, die (sehr) gerne das Fahrrad und den ÖPNV nutzen (2 Indikatoren)	5	Befragung „Mobilität in Deutschland“ (MiD) 2017
9. Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln und Mobilitätsoptionen	Verfügbarkeit von Fahrrädern, ÖPNV-Monatstickets (Kernstadt und Umland), Pkws (Status quo und Entwicklung, Kernstadt und Umland), E-Autos (Status quo und Entwicklung), hochmotorisierten Pkws (>2000 ccm Hubraum) und Carsharing-Mitgliedschaften (12 Indikatoren)	5	Befragung „Mobilität in Deutschland“ (MiD) 2017, Kraftfahrt-Bundesamt
10. Objektive und subjektive Verkehrssicherheit	Anzahl Getöteter und Verletzter im Straßenverkehr, subjektives Sicherheitsempfinden (3 Indikatoren)	2,5	Amtliche Statistik, Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC)
11. Schadstoffbelastung	Jahresmittelwerte und Grenzwertüberschreitungen für Stickstoffdioxid und Feinstaub (4 Indikatoren)	2,5	Umweltbundesamt
12. Lärmbelastung	Lärmbelastung tags und nachts (2 Indikatoren)	2,5	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
<i>Mobilitätskultur-Dimension 3: Diskurs und Kommunikation</i>		25	
13. Zufriedenheit mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbundes	Subjektive Zufriedenheit mit der Fahrrad- (Status quo und Entwicklung) und ÖPNV-Nutzung sowie dem zu Fuß Gehen in der jeweiligen Stadt (4 Indikatoren)	17,5	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC 2023), Befragung „Mobilität in Deutschland“ (MiD) 2017
14. Berichterstattung zur Mobilitätswende	Anzahl von Tweets mit Bezug zur Mobilitätswende mit Erwähnung der jeweiligen Stadt bzw. veröffentlicht von der jeweiligen Stadtverwaltung, subjektive Wahrnehmung der Berichterstattung zum Radverkehr vor Ort (3 Indikatoren)	7,5	Twitter/X, Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC)

**Tabelle 2** (Fortsetzung)

Kernindikator	Messindikatoren <sup>a</sup>	Gewichtung (% an Gesamt)	Datenquellen
<i>Mobilitätskultur-Dimension 4: Verkehrspolitik und -planung</i>		25	
15. Pull-Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbunds	Vorhandensein von Instrumenten der Radverkehrsförderung (Lastenradförderung, Fahrradstellplätze bei Neubauvorhaben), Kosten von Einzelfahrschein und Sozialticket (5 Indikatoren)	12,5	Kommunen, Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC)
16. Push-Maßnahmen zur Steuerung des Autoverkehrs	Vorhandensein und Kosten von sechs Maßnahmen zur Einschränkung und Steuerung des Autoverkehrs, u. a. Planung von autofreien oder autoreduzierten Quartieren und Einführung einer Umweltzone (6 Indikatoren)	12,5	Kommunen
<i>Gesamt</i>		100	

<sup>a</sup>Für eine detaillierte Aufführung der Messindikatoren vgl. <https://doi.org/10.25716/gude.ttg3-svre> (25.10.2024).

**Tabelle 3** Konstruktion des Mobilitätswendeindex

Normalisierung	$x' = (x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$
Skalierung	Werte von 0 bis 1, höhere Werte = höhere Übereinstimmung mit Zielen der Mobilitätswende
Bestimmung der Minimal- und Maximalwerte	(i) Politische Zielwerte: z. B. „Vision Zero“ (Min: 0, Max: höchster empirischer Wert, Skala gegebenenfalls umgekehrt: $(x'=1-x)$ ) (ii) Empirische Werte: Recherchierte Werte aus Referenzsystemen (z. B. deutsche Großstädte), gegebenenfalls ambitionierte Aufschläge (iii) Diskussionsbasiert: Werte basierend auf Literaturanalysen und internen Reviewverfahren
Aggregationsverfahren	Lineare Aggregation

Übereinstimmung mit den Zielen der Mobilitätswende darstellt. Zur Normalisierung wurden für jeden Messindikator jeweils inhaltlich begründete Minimal- und Maximalwerte festgelegt, wobei der Maximalwert dem Zielwert der Mobilitätswende, der Minimalwert einem unteren Schwellenwert entspricht. Der Berechnungsaufwand ist aufgrund des gewählten linearen Aggregationsverfahrens relativ gering. Allerdings liegt eine Herausforderung in der Heterogenität der Datenquellen, da nicht alle verwendeten Datenquellen (z. B. die Verfügbarkeit von Sharing-Angeboten) leicht zugänglich sind, sondern selbst erhoben werden müssen.

Schließlich wurden die ausgewählten Indikatoren für die hessischen Großstädte Darmstadt, Frankfurt am Main und Wiesbaden berechnet. Zur Festlegung der Indikatoren des Mobilitätswendeindex wurden zwei Workshops mit Expertinnen und Experten der kommunalen Statistik und Verkehrsplanung aus den beteiligten Städten sowie der Metropolregion Rhein-Main durchgeführt. Zudem wurden die Ergebnisse für die Fallstudien präsentiert und kritisch reflektiert. Die Meinungen der Expertinnen und Experten sind im weiteren Verlauf in die Überarbeitung der Indexkonstruktion und die hier präsentierten Ergebnisse eingeflossen.

## 4 Entwicklung der Indikatoren für den Mobilitätswendeindex

Zur Konstruktion des Mobilitätswendeindex wird ein hierarchisches System von Indikatoren genutzt, welches auf den vier Dimensionen der Mobilitätskulturen aufbaut: Gebaute Umwelt, Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile, Diskurs und Kommunikation sowie Verkehrspolitik und -planung (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 4).

Die erste Dimension Gebaute Umwelt wird anhand der verkehrsmittelspezifischen Kernindikatoren (1) Walkability, (4) Bikeability und (6) ÖV-Angebot sowie der verkehrsmittelübergreifenden Kernindikatoren (2) Sharing, (3) Intermodalität sowie (5) E-Mobilität operationalisiert. Anzumerken ist allerdings, dass bei den verwendeten Datensätzen mitunter Leerstellen und Auslassungen bestehen, so etwa in Bezug auf die Radverkehrsinfrastruktur, wo eine differenziertere Aufschlüsselung der verschiedenen Radwegetypen wünschenswert wäre. Als Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile werden sowohl (7) die tatsächliche Verkehrsmittelnutzung, (8) die ihr zugrundeliegenden verkehrsmittelbezogenen Einstellungen sowie (9) die individuelle Ausstattung mit Mobilitätsressourcen gemessen. Darüber hinaus sind auch (10) die Verkehrssicherheit, (11) die Luft- sowie (12) die Lärmbelastung als unmittelbare Folgen des Verkehrs dieser Dimension zugeordnet. Die dritte Dimension Diskurs und Kommunikation wird mit den Kernindikatoren (13) Zu-

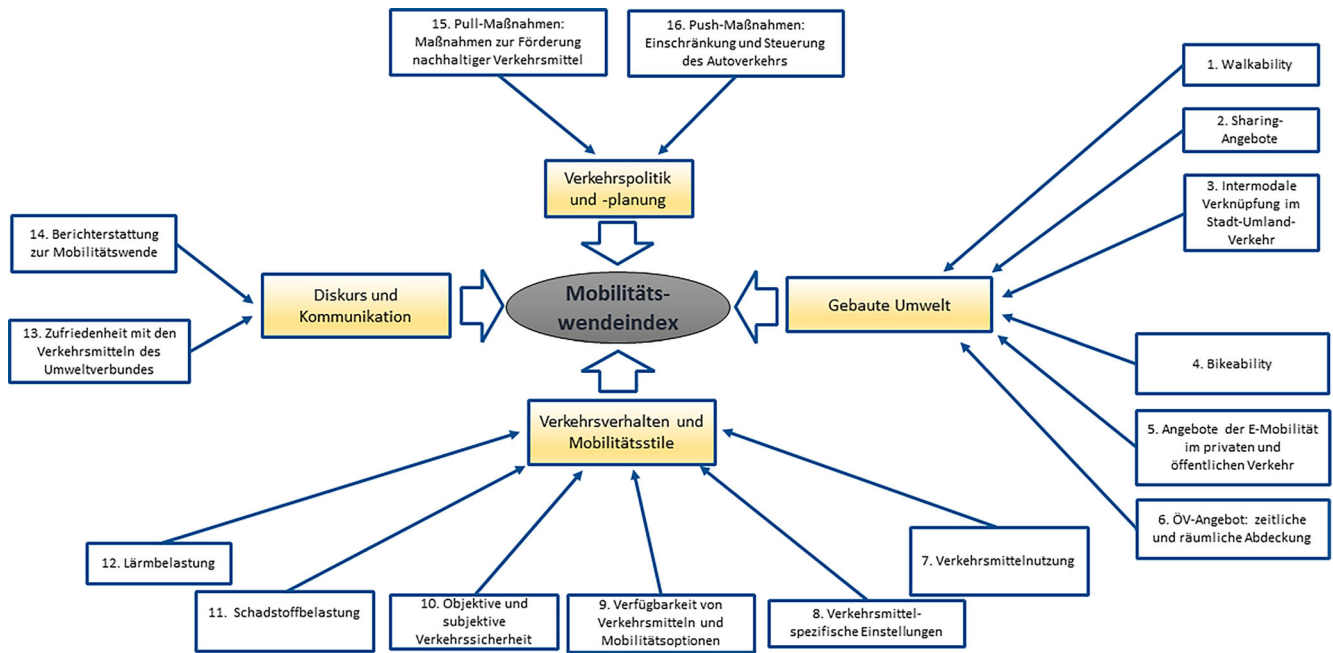


Abbildung 1 Kernindikatoren und Dimensionen des Mobilitätswendeindex

friedenheit mit dem Umweltverbund und (14) Debatte zur Mobilitätswende gemessen.

Eine hohe subjektive Zufriedenheit mit dem Fuß-, Fahrrad- und öffentlichen Verkehr wird als Indiz für die Identifikation mit den Zielen der Mobilitätswende interpretiert. Die Operationalisierung der Debatte zur Mobilitätswende erfolgt mit einer Auswertung von Beiträgen auf der Plattform X (ehemals Twitter). Es wird von uns angenommen, dass die Häufigkeit entsprechender Beiträge ein Indikator zur Bedeutung der Mobilitätswende in der öffentlichen Debatte ist. Diese Annahme basiert auf der Erkenntnis der Mobilitätsforschung, dass subjektive Einflussfaktoren wie Einstellungen und Nutzerzufriedenheit das Verkehrsverhalten und die Nutzung nachhaltiger Mobilitätsformen beeinflussen können (De Vos/Singleton/Gärling 2021). Hierfür wurden für die hier dargestellte erste Berechnung des Mobilitätswendeindex innerhalb eines begrenzten Zeitraums Posts von Nutzenden erhoben und anschließend ausgewertet. Einerseits wurden offizielle Posts der Städte untersucht auf ihren Bezug zur Mobilitätswende. Andererseits wurden Beiträge von Nutzenden mit Mobilitätswendebezug auf der Basis des Vorhandenseins von Stichwörtern in den Beiträgen untersucht. Für die Indikatoren berechnen wir jeweils das Verhältnis aus Posts mit Bezug und Posts ohne Bezug zur Mobilitätswende, um somit eine Sichtbarkeit des Mobilitätswendediskurses auf X zu messen. Die vierte Dimension Verkehrspolitik und -planung wird mithilfe der (15) Pull- und (16) Push-Maßnahmen in den politisch-planerischen Dokumenten der Städte erfasst, das heißt dem Zu-

sammenspiel aus der Förderung nachhaltiger Verkehrsmittel („Pull“) mit der Begrenzung des Autoverkehrs („Push“) (Rietveld/Daniel 2004: 545; Blee/Molter/Steinhauer 2019: 30; Hekler/Drews/Gertz et al. 2022: 20; Hille/Gather 2022: 42).

Die Verteilung der Indikatoren auf die Dimensionen des Konzepts der Mobilitätskulturen sowie die Angaben zu den jeweiligen Datenquellen veranschaulichen, dass neben der inhaltlichen Passgenauigkeit auch die Verfügbarkeit und Qualität entsprechender Daten ausschlaggebend bei der Konstruktion des Mobilitätswendeindex waren. Auffällig ist, dass von der amtlichen Statistik insbesondere Angaben zur Verkehrsinfrastruktur, zum Fahrzeugbestand und zur Verkehrssicherheit erfasst werden. Ebenfalls vergleichsweise zuverlässig erhoben werden die Angaben zu Mobilitätsverhalten und Verkehrsmittelnutzung der deutschen Bevölkerung anhand von repräsentativen Bevölkerungsbefragungen wie „Mobilität in Deutschland (MiD)“ und dem „System repräsentativer Verkehrsbefragungen (SrV)“, auch wenn die Zeiträume zwischen den Erhebungen mehrere Jahre umfassen. Angaben zur subjektiven Wahrnehmung des Mobilitätsgeschehens, zur Berichterstattung in den Medien und zur öffentlichen Debatte der Mobilitätswende sowie zu verkehrspolitischen Maßnahmen und Prioritäten werden dagegen im Rahmen der öffentlich finanzierten Erhebungen nicht oder nur sehr eingeschränkt erfasst. Alternativ wurden daher Erhebungen von Interessenverbänden und Nicht-Regierungs-Organisationen einbezogen, deren Ergebnisse zwar nicht repräsentativ sind, die aber in vie-

**Tabelle 4** Operationalisierung der Kernindikatoren des Mobilitätswendeindex

<b>Mobilitätskultur-Dimension</b>	<b>Kernindikator</b>	<b>Operationalisierung</b>	<b>Referenz</b>
<i>Gebaute Umwelt</i>	1. Walkability	Fußläufige Erreichbarkeit von Einrichtungen, Grünflächenanteil, Fußwegenetzdichte, Bevölkerungsdichte	Fina/Gerten/Pondi et al. (2022)
	2. Sharing-Angebote	Verfügbarkeit von Bike- und Carsharing-Fahrzeugen, inklusive Leih-Lastenräder	Eren/Uz (2020); Göddeke/Krauss/Gnann (2022)
	3. Intermodale Verknüpfung im Stadt-Umland-Verkehr	Anzahl von Bike&Ride- und Park&Ride-Stellplätzen, Anteil überdachter Stellplätze	Cervero/Caldwell/Cuellar (2013); Parkhurst/Meek (2014)
	4. Bikeability	Oberflächenbeschaffenheit, Höchstgeschwindigkeit, Radverkehrsinfrastruktur (z. B. Schutzstreifen oder baulich getrennter Radweg), subjektiver Komfort beim Radfahren	Winters/Brauer/Setton et al. (2013)
	5. Angebote der E-Mobilität im privaten und öffentlichen Verkehr	Ausbaugrad der Ladeinfrastruktur, Elektrifizierung der öffentlichen Busflotte	
	6. ÖV-Angebot: räumliche und zeitliche Abdeckung	Erreichbarkeit von Angeboten des öffentlichen Verkehrs, Barrierefreiheit von Haltestellen, Anzahl der Abfahrten	Al Mamun/Lownes (2011)
<i>Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile</i>	7. Verkehrsmittelnutzung	Modal Split, außerdem absolute Wegezähl für Fuß- und Radverkehr sowie motorisierter Individualverkehr, u. a. im Zeitverlauf und ergänzt um Kennwerte des Umlands, Verkehrsmittelnutzung auf Schulwegen („Elterntaxi“)	Vanoutrive/Huyse (2023)
	8. Verkehrsmittelspezifische Einstellungen	Präferenz für öffentlichen Verkehr und Fahrrad	Collins/Hasan/Ukkusuri (2013)
	9. Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln und Mobilitätsoptionen	Nachhaltige Mobilitätsoptionen: Fahrradverfügbarkeit, Monatsfahrkartenbesitz, Haushalte ohne Pkw, CarSharing-Mitgliedschaft; Pkw-Bestand, inklusive Hochmotorisierung und Elektrifizierung	Sander (2020); Rozynek/Lanzendorf (2023)
	10. Objektive und subjektive Verkehrssicherheit	Anzahl der Verkehrstoten und Verletzten, bewertet anhand der „Vision Zero“; subjektives Sicherheitsgefühl von Radfahrenden	Schmid-Querg/Keler/Grigoropoulos (2021); ADFC (2023); Copenhagenize Design Company (2023)
	11. Schadstoffbelastung	Einhaltung von Grenzwerten für Stickstoffdioxid und Feinstaub	Litman (2009); Barrigón Morrillas/Rey Gozalo/Montes González et al. (2018)
<i>Diskurs und Kommunikation</i>	12. Lärmbelastung	Anzahl der betroffenen Personen, die von Straßenverkehrslärm über 65db betroffen sind	
	13. Zufriedenheit mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds	Subjektive Zufriedenheit mit Fuß-, Fahrrad- und öffentlichem Verkehr	De Vos/Singleton/Gärling (2021)
<i>Verkehrspolitik und -planung</i>	14. Berichterstattung zur Mobilitätswende	Häufigkeit von Beiträgen mit Mobilitätswendebezug auf sozialen Medien	De Vos/Singleton/Gärling (2021)
	15. Pull-Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbunds	Preispolitik des ÖPNV, Radabstellanlagen in Stellplatzsätzen, Lastenradförderung, Zufriedenheit mit Förderung des Radverkehrs	Rietveld/Daniel (2004); Hille/Gather (2022)
	16. Push-Maßnahmen zur Steuerung des Autoverkehrs	Anteil des Straßennetzes mit Tempo 30 km/h-Zonen, Mitglied Initiative Tempo 30, autoreduzierte Wohnquartiere, Stellplatzsätzen, Kosten Anwohnerparken, gesamtstädtische Umweltzone	Blees/Molter/Steinhauer (2019)



len Fällen räumliche Vergleiche und Zeitreihenanalysen zulassen (vgl. insbesondere Fahrradclimatest des ADFC 2023). Als Ergebnis zeigt sich, dass die infrastruktur- und angebotsseitige sowie die verhaltensbezogene Dimension städtischer Mobilitätskulturen deutlich umfassender mit Indikatoren beschrieben werden können als dies bei den diskurs- und politikbezogenen Dimensionen der Fall ist. Tabelle 2 enthält zudem Angaben zu den Gewichtungen, mit denen die jeweiligen Indikatoren in die Bildung des Mobilitätswendeindex eingehen. Die einzelnen Mobilitätskultur-Dimensionen sind entsprechend des von Deffner, Götz, Schubert et al. (2006) erarbeiteten Konzepts gleichgewichtet und gehen zu jeweils 25% in den Index ein. Die Gewichtung der Messindikatoren wurde nach Auswertung des Forschungsstandes zu indikatorengestützten Analysen städtischer Mobilität (vgl. Kapitel 2) festgelegt, ergänzt um teaminterne Review- und Diskussionsprozesse, in die auch das Feedback aus den zwei durchgeführten Stakeholder-Workshops eingeflossen ist. Sie basieren demnach auch auf fachlichen Einschätzungen hinsichtlich der Relevanz und Wirkkraft einzelner Einflussfaktoren auf den Prozess der Mobilitätswende. In Dimension 1 „Gebaute Umwelt“ sind die Kernindikatoren mit Bezug zum Angebot des Umweltverbunds, das heißt zur Walkability (1), der Bikeability (4) und zum ÖV-Angebot (6) stärker gewichtet als die übrigen Kernindikatoren. Der geringfügigeren Höhergewichtung der Kernindikatoren (2) und (3) zu Sharing-Angeboten und intermodalen Verknüpfungen gegenüber dem Indikator zur E-Mobilität (5) liegt die Annahme zugrunde, dass die multimodale Verknüpfung nachhaltiger Verkehrsmittel stärker zu einer Mobilitätswende beiträgt als die Elektrifizierung des öffentlichen Verkehrs und die Verfügbarkeit von Ladepunkten für den motorisierten Individualverkehr. In Dimension 2 „Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile“ wird in Hinblick auf das Verkehrsverhalten die Verkehrsmittelnutzung (7) als realisiertes Verkehrsverhalten stärker gewichtet als die verkehrsmittelspezifischen Einstellungen (8) und die Angebotsverfügbarkeit (9), da wir diese als dem realisierten Verhalten vorgelagert verstehen. Die Indikatoren zur Verkehrssicherheit (10), Schadstoffbelastung und Lärmbelastung (11) sind untereinander gleich gewichtet, als Rahmenbedingungen des realisierten Verkehrsverhaltens jedoch geringer als (7), (8) und (9). In Bezug auf die Mobilitätskultur-Dimension „Diskurs und Kommunikation“ ist die Ungleichgewichtung der Kernindikatoren auf die Datenqualität der Kernindikatoren zurückzuführen, da hier relevante Unterschiede aufgrund der Diskrepanz zwischen dem großenteils auf der MiD basierenden Zufriedenheitsindikator (13) und den stärker explorativen Auswertungen der Social Media Plattform X (14) bestehen. Die Kernindikatoren (15) und (16) der vierten Dimension zur Verkehrspolitik und -planung sind gleichgewichtet,

da wir davon ausgehen, dass Pull- und Push-Maßnahmen gleichermaßen wichtig für den transformativen Wandel sind.

## 5 Anwendung des Indikatorensets: Darmstadt, Frankfurt am Main und Wiesbaden

Bei der Anwendung des Mobilitätswendeindex auf die drei Beispielstädte erzielt Darmstadt den höchsten Gesamtwert, knapp vor Frankfurt am Main und deutlicher vor Wiesbaden (vgl. Tabelle 5). Darmstadt erhält hinsichtlich der

**Tabelle 5** Kernindikatoren des Mobilitätswendeindex für Darmstadt, Frankfurt am Main und Wiesbaden

Kernindikatoren	Darmstadt	Frankfurt am Main	Wiesbaden
<i>Mobilitätskultur-Dimension 1: Gebaute Umwelt</i>	0,48	0,48	0,36
1. Walkability	0,68	0,59	0,64
2. Sharing-Angebote	0,48	0,55	0,31
3. Intermodale Verknüpfung im Stadt-Umland-Verkehr	0,47	0,38	0,28
4. Bikeability	0,37	0,42	0,28
5. Angebote der E-Mobilität im privaten und öffentlichen Verkehr	0,30	0,22	0,13
6. ÖV-Angebot: räumliche und zeitliche Abdeckung	0,50	0,59	0,39
<i>Mobilitätskultur-Dimension 2: Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile</i>	0,47	0,49	0,33
7. Verkehrsmittelnutzung	0,44	0,43	0,19
8. Verkehrsmittelspezifische Einstellungen	0,64	0,62	0,50
9. Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln und Mobilitätsoptionen	0,41	0,43	0,27
10. Objektive und subjektive Verkehrssicherheit	0,43	0,53	0,45
11. Schadstoffbelastung	0,71	0,65	0,73
12. Lärmbelastung	0,13	0,33	0,03
<i>Mobilitätskultur-Dimension 3: Diskurs und Kommunikation</i>	0,63	0,67	0,50
13. Zufriedenheit mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds	0,75	0,75	0,56
14. Berichterstattung zur Mobilitätswende	0,34	0,48	0,36
<i>Mobilitätskultur-Dimension 4: Verkehrspolitik und -planung</i>	0,55	0,38	0,33
15. Pull-Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbunds	0,53	0,35	0,32
16. Push-Maßnahmen zur Steuerung des Autoverkehrs	0,58	0,4	0,34
<b>Gesamt</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,38</b>

Mobilitätskultur-Dimension Verkehrspolitik und -planung deutlich höhere Bewertungen als Frankfurt am Main, während die anderen drei Dimensionen der Mobilitätskultur in beiden Städten vergleichbar bewertet werden. Die Nutzung sowohl von Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbundes als auch von solchen zur Beschränkung des ruhenden und fahrenden Autoverkehrs verweist auf die strategischen verkehrspolitischen Ziele Darmstadts, die in der jüngeren Vergangenheit durch ambitionierte Vorhaben, z. B. mit der vielfach ausgezeichneten Lincoln-Siedlung, der innovativen Parkraumpolitik sowie dem günstigen ÖPNV-Angebot, auch sichtbar umgesetzt wurden. Bei der Verkehrsinfrastruktur und dem Verkehrsangebot werden in Darmstadt besonders die Walkability, die intermodale Verknüpfung im Stadt-Umland-Verkehr sowie die Angebote für E-Mobilität besser als in Frankfurt am Main bewertet. Hingegen werden die vorhandenen Sharing-Angebote, die Bikeability sowie das raum-zeitliche Angebot öffentlicher Verkehrsmittel schlechter als in Frankfurt am Main bewertet. Letzteres dürfte zum Teil stark auf die Metropolfunktion Frankfurts und die damit einhergehende überregionale Bedeutung zurückzuführen sein. Deutlich werden vergleichsweise niedrige Werte für Verkehrssicherheit sowie Lärmbelastung in Darmstadt. Auch die Mobilitätswende-Debatte ist in Darmstadt überraschend wenig sichtbar im Vergleich zu Frankfurt am Main.

Frankfurt am Main erreicht in der Gesamtbewertung ähnliche Werte wie Darmstadt. Die Stadt verfolgt seit einigen Jahren, unter anderem angestoßen durch eine lokale Radentscheid-Kampagne, eine zunehmend ambitionierte Verkehrspolitik. Zugleich ist die Stadt eine (über)regionale Zieldestination vielfacher Verkehre und zeichnet sich nach wie vor durch ein hohes Aufkommen des motorisierten Individualverkehrs aus. Das Spannungsfeld zwischen der ambitionierten Radverkehrspolitik, den dichten und viel genutzten Angeboten des öffentlichen Verkehrs einerseits und den Realitäten als ‚Pendlerhochburg‘ andererseits, zeigt sich in den für die verkehrspolitische Dimension ermittelten Werten. So sind diese relativ hoch in Bezug auf den Radverkehr, nicht jedoch in Bezug auf die Preispolitik für den öffentlichen Verkehr. Darüber hinaus verweisen die ermittelten Werte der Mobilitätskultur-Dimension Diskurs und Kommunikation auf eine lebhaft lokale Debatte zur Mobilitätswende.

Wiesbaden schneidet im Vergleich zu den beiden anderen Städten deutlich schlechter bei allen Mobilitätskultur-Dimensionen ab. Die Stadt galt in der Vergangenheit nicht als Vorreiterstadt für alternative Mobilitätskonzepte, so wurde sie beispielsweise beim ADFC-Fahrradklimatetest 2021

Schlusslicht unter den Großstädten,<sup>2</sup> hat sich allerdings in den letzten Jahren auf den Weg gemacht, um die städtische Mobilität zu verbessern. Deutlich sind die niedrigen Werte bei vielen Aspekten des Verkehrsangebots und -verhaltens, insbesondere bei Bikeability, Sharing-Angeboten und öffentlichem Verkehr. Entsprechend ist auch die Zufriedenheit mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds relativ niedrig. Eine Ausnahme ist die Walkability, wo Wiesbaden sogar im Vergleich mit Frankfurt am Main bessere Werte erzielt. Trotz der Ambitionen der vergangenen Jahre befindet sich Wiesbaden erst am Beginn einer Mobilitätswende. Besonders werden Veränderungen bisher durch das Fehlen einer attraktiven Fahrradinfrastruktur sowie eines schienen-gestützten öffentlichen Verkehrsangebots gebremst.

## 6 Diskussion

### 6.1 Erkenntnisse des Städtevergleichs

Indikatoren-gestützte Ansätze können einen Beitrag zur sozialökologischen Transformation von Verkehr und Mobilität leisten, indem sie Akteure aus Planung, Politik und Verwaltung dabei unterstützen, Entscheidungen und Maßnahmen auf der Grundlage datengestützter Evidenz zu treffen (Souza Santos/Kahn Ribeiro 2015: 416; Rammert 2023: 234). Dies trifft auch auf die Anwendung des Mobilitätswendeindex für die drei Beispielstädte zu, wie die Praxis-Workshops mit Expertinnen und Experten der untersuchten Städte zeigen. Damit kann für jede einzelne Stadt ein introspektiver Blick auf den lokalen Prozess der Mobilitätswende geworfen werden. Das Konzept der Mobilitätskulturen liefert dabei die Grundlage, um die vier Dimensionen Gebaute Umwelt, Verkehrsverhalten und Mobilitätsstile, Diskurs und Kommunikation sowie Verkehrspolitik und -planung hinsichtlich des Status quo zu bewerten und daraus Schlussfolgerungen zu Erfolgen und zum Handlungsbedarf für eine Mobilitätswende zu ziehen. Für die Planungspraxis bietet das erarbeitete Indikatorenset darüber hinaus das Potenzial, konkrete Ansatzpunkte für planerische Interventionen auf allgemeiner Ebene zu identifizieren. Aufgrund der hierarchischen Struktur des Mobilitätswendeindex können so unterschiedliche Teilbereiche des Status quo im Politikfeld „Mobilität und Verkehr“ einer untersuchten Stadt in den Fokus und miteinander ins Verhältnis gesetzt werden. Insbesondere in Bezug auf die Dimensionen Gebaute Umwelt und Verkehrsverhalten ließe sich der Mobilitätswendeindex leicht auf andere

<sup>2</sup> <http://www.wiesbadenaktuell.de/startseite/news-detail-view/article/wiesbaden-immer-noch-deutschlands-fahrradunfreundlichste-grossstadt.html> (28.10.2024).

Fallbeispiele übertragen, da die Mehrzahl der verwendeten Messindikatoren auf öffentlichen Erhebungen wie der MiD beruhen. Liegen die Daten im Zeitverlauf vor, können auch Veränderungen gemessen werden, womit beispielsweise Erfolge von Maßnahmen mess- und evaluierbar werden, was Schlussfolgerungen zur Übertragbarkeit von Maßnahmen und Politiken auf andere Städte möglich macht. Zudem können mit dem Mobilitätswendeindex auch verschiedene Städte miteinander hinsichtlich wesentlicher Kriterien einer Mobilitätswende verglichen werden. Die Auseinandersetzung mit Unterschieden beim Mobilitätswendeindex könnte ein Ansatzpunkt für den produktiven Austausch und den Wissenstransfer zwischen den beteiligten Städten sein und zudem die interne, kommunale Diskussion zwischen beteiligten Akteuren im politischen Diskurs befruchten (Kitchin/Lauriault/McArdle 2015: 10). Die relativ niedrigen Werte einzelner Indikatoren sind ein Hinweis darauf, dass Handlungsbedarf besteht, wenn eine Mobilitätswende angestrebt wird. Allerdings zeigen die Werte der drei Städte, dass die Mobilitätswende durchaus ein angestrebtes Ziel ist, jedoch lokal unterschiedliche Ausprägungen haben kann. Jedoch müssen die Ergebnisse der einzelnen Indikatoren mit Sorgfalt interpretiert und hinterfragt werden. Etwa könnte eine Abnahme von Postings zur Mobilitätswende auf ‚X‘ auch mit einem Wechsel bestimmter Nutzergruppen auf andere Plattformen einhergehen.

## 6.2 Reflexion des Indikatorensets und Limitierungen der Studie

Der in Kapitel 3 formulierte Anspruch, alle vier Dimensionen des Konzepts städtischer Mobilitätskulturen angemessen und gleichberechtigt abzubilden, konnte im entwickelten Indikatorenset noch nicht vollständig eingelöst werden. Während insbesondere das Verkehrs- und Infrastrukturangebot sowie das Verkehrsverhalten vergleichsweise umfassend operationalisiert werden konnten, ist dies vor allem bei der diskursiven Dimension, der lediglich sieben Mess- und zwei Kernindikatoren zugeordnet werden konnten, nicht der Fall. Dieses Ergebnis spiegelt die lange geltenden Prioritäten der Verkehrspolitik und Verkehrsforschung in Deutschland wider. Verlässliche und öffentlich finanzierte Datenbestände werden insbesondere dann angelegt, wenn Investitionen gerechtfertigt, Schadensersatzansprüche begründet oder Todesfälle und Verletzungen als Folge von Verkehrsunfällen nachgewiesen werden müssen. Entsprechend liegen Daten zur Verkehrsinfrastruktur und zur Verkehrssicherheit flächendeckend und in guter Qualität vor. Dennoch bestehen auch hier, etwa im Bereich der Radverkehrsinfrastruktur, relevante Leerstellen, vor allem im Hinblick auf die Unterscheidung verschiedenartiger Radverkehrsanlagen. Ähnliches gilt für das Themengebiet des Parkraums, der, trotz

seiner hohen verkehrspolitischen Relevanz, nach wie vor in vielen Fällen eine Blackbox in den kommunalen Datenbeständen darstellt.

Unser Ansatz zeigt, dass die diskursive Ebene der Mobilitätswende, die aufgrund ihrer hohen Bedeutung für ein ganzheitliches Mobilitätsverständnis inzwischen als essenziell angesehen wird (Deffner/Götz/Schubert et al. 2006; Sheller/Urry 2006), durch quantitative Daten erschlossen werden kann. Dies gelingt durch die Auswertung alternativer Datenquellen wie (sozialer) Medien sowie durch den Einbezug von Datensätzen von Verbänden und Nicht-Regierungs-Organisationen. Auf diese Weise können beachtliche Datenbestände einbezogen werden, wie etwa die auch für kleinere Städte und Gemeinden vorliegenden Ergebnisse des ADFC-Fahrradklimatests (ADFC 2023). Damit bietet der Mobilitätswendeindex einen aufgrund seiner quantitativen Methodik skalierbaren Ansatz, der eine Ergänzung zu Analysen des Mobilitätswendediskurses darstellt, die auf einem qualitativen Forschungsdesign basieren (Drexler/Verse/Hauslbauer et al. 2022; Groth/Hesping/Klinger et al. 2023). Letztere bieten zwar eine potenziell größere inhaltliche Tiefe, sind aber in der Regel mit einem erheblichen Mehraufwand verbunden. Durch die von uns vorgeschlagene Operationalisierung lassen sich hingegen große Datenmengen in kurzer Zeit analysieren. Jedoch gilt es, insbesondere die Methoden zur Auswertung sozialer Medien im Hinblick auf den Mobilitätswendediskurs weiter voranzutreiben, z. B. durch die Implementierung KI-gestützter Kodierungsverfahren bei der Auswertung von Postings. Problematisch bei der Nutzung alternativer Datenquellen wie etwa Social Media oder von Nicht-Regierungs-Organisationen bereitgestellter Datensätze ist jedoch, dass der Datenzugang nicht dauerhaft garantiert werden kann und sie nicht notwendigerweise auf einer repräsentativen Stichprobe basieren. Für die erste, in diesem Beitrag vorgestellte, Berechnung des Mobilitätswendeindex bedeutete dies, dass die Dimensionen Diskurs und Kommunikation sowie Verkehrspolitik weniger Indikatoren enthalten als die Gebaute Umwelt und das Verkehrsverhalten. Wir haben uns dennoch dagegen entschieden, die Anzahl von Indikatoren in den Dimensionen 1 und 2 zu reduzieren, aufgrund der Annahme, dass eine höhere Anzahl von Indikatoren, die sich nicht inhaltlich überschneiden, tendenziell zu einer größeren Annäherung an die soziale Wirklichkeit führen (Kromrey/Strübing 2009: 171).

Zwar ist die stadtrregionale Ausrichtung in dem erarbeiteten Indikatorenset aufgrund der Integration von umlandbezogenen Indikatoren angelegt, aber noch nicht in einer ausreichend differenzierten Art und Weise. Die luftlinienbasierte Definition des Umlandes wird den funktionalen Verflechtungen und den regional orientierten Lebenswelten der dort lebenden Menschen nicht gerecht. Zudem wurde

für alle drei Untersuchungsstädte trotz deutlich unterschiedlicher Bevölkerungsgröße die gleiche Luftliniendistanz zur Abgrenzung des Umlandes herangezogen. Hinsichtlich der Überlagerung von Einzugsbereichen städtischer Zentren besteht zudem Forschungs- und Operationalisierungsbedarf bezüglich einer differenzierteren Erfassung stadtreionaler Verflechtungen. Durch die Aggregation der verwendeten Daten auf Stadtebene eignet sich der Mobilitätswendeindex zudem nicht für die Durchführung kleinräumlicher Analysen, etwa auf Quartiersebene. Eine weitere sinnvolle Ergänzung des Mobilitätswendeindex könnten Indikatoren zu verschiedenen Güteklassen des öffentlichen Verkehrs darstellen, um den Zugang zu spezifischen Angeboten des öffentlichen Verkehrs (etwa des schienengestützten Verkehrs) detaillierter abzubilden und qualitative Differenzen in Bezug auf die Bevölkerung aufzuzeigen (ÖROK 2022). Auch könnten aggregierte Erreichbarkeitsindikatoren den Mobilitätswendeindex um die Möglichkeit kleinräumiger Auswertungen erweitern. So könnte beispielsweise der bestehende Indikator zur Erreichbarkeit von Einrichtungen der Daseinsvorsorge zu Fuß (Walkability) mit der Erreichbarkeit mit dem Rad (Bikeability), entsprechend dem Konzept der 15-Minuten-Stadt, kombiniert und in Bezug auf die Wohnstandorte der Bevölkerung operationalisiert werden.

Auch sind die Definition von Zielwerten, die Standardisierung der Messwerte sowie die Gewichtung und Aggregation der Messindikatoren im Rahmen der Pilotstudie bisher vorrangig explorativ und wenig einheitlich umgesetzt worden. Sollte die Pilotstudie weiterentwickelt werden mit dem Ziel einer standardisierten und regelmäßigen Erfassung der Transformationsprozesse urbaner Mobilität in einer Vielzahl von Städten, sind hierfür vorab Verfahren zur Überprüfung der Robustheit und Sensitivität der ausgewählten Messindikatoren durchzuführen (OECD 2008: 34) sowie eine systematischere Gewichtung der Mess- und Kernindikatoren vorzusehen. Zwar haben sich die durchgeführten Experten-Workshops durch das anregende Feedback der Teilnehmenden als äußerst produktiv für den Entwicklungsprozess des Mobilitätswendeindex erwiesen, dennoch könnte eine systematischere Auswertung der erhaltenen Rückmeldungen, z. B. durch eine Erhebung unter den Teilnehmenden, zu einer höheren Validität des Index führen. Auch würden kartographische Auswertungen für künftige Vergleichsstudien für eine größere Anzahl von Städten eine sinnvolle Ergänzung darstellen.

Trotz der skizzierten Defizite offenbart das von uns generierte Indikatorenset auch vielfältige Potenziale. Zunächst ist es neben der Strukturierung entlang der Dimensionen städtischer Mobilitätskulturen und entsprechender Kernindikatoren gelungen, an vielen Stellen der raum-zeitlichen Variabilität urbaner Mobilität gerecht zu werden. So haben wir, wann immer möglich, auch Indikatoren, die sich auf die

Entwicklung von Kennzahlen im Zeitverlauf beziehen, einbezogen sowie Kennwerte, die sich auf die Verhältnisse im Umland der Untersuchungsstädte beziehen. Weiterhin wird anhand der Untergliederung des Index nach Dimensionen und Kernindikatoren ein gewisses Flexibilisierungspotenzial des Index deutlich. Etwa können diese Teilbereiche – je nach Untersuchungszusammenhang – angepasst, gewichtet werden. Entsprechend kann der Mobilitätswendeindex zum ÖPNV-Qualitäts-Index werden, indem die entsprechenden Indikatoren stärker gewichtet und priorisiert werden. So erweitert der Mobilitätswendeindex die bestehende Forschung zu indikatorengestützten Operationalisierungen von Mobilität um ein differenziertes, objektive wie subjektive Komponenten einbeziehendes Indikatorenset, das die sozialökologische Transformation urbaner Mobilität abzubilden versucht.

Grundsätzlich wollen wir jedoch darauf hinweisen, dass die Operationalisierung multidimensionaler politischer Prozesse – in diesem Fall der urbanen Mobilitätswende – mithilfe von Indikatoren stets nur näherungsweise erfolgen kann und daher kein Anspruch auf inhaltliche Vollständigkeit gestellt werden darf. Dies gilt umso mehr vor dem Hintergrund des eingangs angesprochenen, explorativen Charakters des hier präsentierten Forschungsvorhabens. Der Grund dafür ist, dass indikatorengestützte Operationalisierungen notwendigerweise mit einer Komplexitätsreduktion hinsichtlich des untersuchten Gegenstands einhergehen (Davis/Kingsbury/Merry 2012: 75). Zudem kann die Zuschreibung sozialer und politischer Eigenschaften auf räumliche Einheiten dazu führen, dass diese Attribute dem untersuchten Raum zugeschrieben werden und so die Umstände ihrer sozialen Produktion vernachlässigt werden (Klinger 2017: 85).

### 6.3 Forschungsbedarf

Sowohl in der verkehrsplanerischen Debatte (Rammert 2022) als auch auf europäischer Ebene zeigt sich die wachsende Relevanz von Indikatoren für die sozialökologische Transformation städtischer Mobilität. So ist zu erwarten, dass die Bedeutung der im Auftrag der Europäischen Kommission erarbeiteten „Urban Mobility Indicators“ (UMI) in Zukunft zunehmen wird, sollte, wie zurzeit im europäischen Trilog diskutiert, für alle städtischen Knoten im transeuropäischen Verkehrsnetz TEN-V die regelmäßige Erstellung eines „Sustainable Urban Mobility Plan“ (SUMP) verpflichtend und zum Teil entlang der SUMI-Kriterien

überprüft werden.<sup>3</sup> Aus der skizzierten Bedeutungssteigerung von Indikatoren für Verkehrspolitik und -planung lässt sich der dringliche Auftrag an die Verkehrs- und Mobilitätsforschung ableiten, Vorschläge für Indikatoren zu entwickeln, welche die sozialökologische Transformation urbaner Mobilität und deren vielfältige Teilbereiche adäquat abzubilden vermögen (Joumard/Gudmundsson 2010: 13).

Darüber hinaus verweist der angesprochene Zusammenhang auf den Einfluss von Indikatoren auf politische Steuerungsprozesse und deren Wirkungsweise innerhalb städtischer Governance-Prozesse (Davis/Kingsbury/Merry 2012). Schließlich ist die Nutzung von Indikatoren, etwa für das Monitoring und Benchmarking von Städten, zu einer Standardpraxis urbaner Governance avanciert, wird jedoch auch kritisiert vor dem Hintergrund der Zunahme des Wettbewerbs zwischen Städten (Kitchin/Lauriault/McArdle 2015: 7). Zudem ist mit dem Nutzen von Indikatoren oftmals ein normatives, rational-positivistisches Verständnis politischer Prozesse verbunden, das davon ausgeht, dass im technisch-methodischen besseren Sinne Indikatoren zu besser informierten politischen Entscheidungen führen würden (Lehtonen/Sébastien/Bauler 2016: 1), das sich auch in mit Indikatoren operierenden Beiträgen der Mobilitätsforschung wiederfinden lässt (Haghshenas/Vaziri 2012; Souza Santos/Ribeiro 2015). Jedoch können Indikatoren neben ihrem analytischen Nutzen auch Agenda-Setting-Prozesse beeinflussen, politische Optionen (de)legitimieren sowie als Vermittler zwischen heterogenen Akteuren auftreten (Klopp/Petretta 2017) – und das unabhängig von ihrer tatsächlichen, praktischen Nutzung (Lehtonen 2013: 31). Vor dem Hintergrund der skizzierten Governance-Implikationen von Indikatoren plädieren wir daher für eine reflektierte sowie transparente Nutzung in stadtpolitischen Steuerungsprozessen (Kitchin/Lauriault/McArdle 2015: 24). Des Weiteren erscheint die weitergehende Untersuchung jener Governance-Implikationen von Indikatoren vor dem Hintergrund ihrer wachsenden Bedeutung für die Mobilitätswende als relevante Forschungsperspektive einer kritisch informierten Mobilitätsforschung.

## 7 Fazit

Eine Operationalisierung des Mobilitätswendeprozesses in Anlehnung an das Konzept urbaner Mobilitätskulturen wurde durch den vorgestellten Ansatz des Mobilitätswendeindex

nur teilweise eingelöst, wobei insbesondere hinsichtlich der diskursiven Dimension solcher Transformationsprozesse noch Operationalisierungsbedarf besteht. Dieser Umstand weist nicht nur auf strukturelle Datenlücken hin, sondern zeigt auch, dass der indikatorengestützten Analyse multidimensionaler Transformationsprozesse wie der Mobilitätswende Grenzen gesetzt sind. Dennoch birgt der Ansatz das Potenzial, als analytisches Werkzeug planerische und mobilitätspolitische Prozesse zu unterstützen, wie der angestellte Städtevergleich zeigt.

**Competing Interests** The authors declare no competing interests.

**Acknowledgements** We would like to thank the participants of the two workshops held as part of the MOWENDIKO research project. Furthermore, we want to thank the two anonymous reviewers for their helpful comments.

**Funding** This project (HA-No. 1364/22-69) has been funded by the state of Hesse and the House of Logistics and Mobility (HOLM) in the program „Innovations in logistics and mobility“ of the Hessian Ministry for Economic Affairs, Energy, Transport and Housing. The results were presented at: HOLM-Innovationsmarktplatz 2023, 05.09.2023, Frankfurt a. M., Deutscher Kongress für Geographie, 23.09.2023, Frankfurt a. M.

## Literatur

- ADFC – Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (2023): ADFC Fahrradklima-Test 2022. Ergebnistabelle. [https://fahradklima-test.adfc.de/fileadmin/BV/FKT/Download-Material/Ergebnisse\\_2022/ADFC-Fahradklima-Test\\_2022\\_Ergebnistabelle\\_Druck\\_Gesamt\\_A3\\_230404.pdf](https://fahradklima-test.adfc.de/fileadmin/BV/FKT/Download-Material/Ergebnisse_2022/ADFC-Fahradklima-Test_2022_Ergebnistabelle_Druck_Gesamt_A3_230404.pdf) (27.10.2024).
- Al Mamun, M.; Lownes, N. (2011): A Composite Index of Public Transit Accessibility. In: *Journal of Public Transportation* 14, 2, 69–87. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.14.2.4>
- Alonso, A.; Monzón A.; Cascajo, R. (2015): Comparative analysis of passenger transport sustainability in European cities. In: *Ecological Indicators* 48, 578–592. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.022>
- Bamberg, S.; Rollin, A.; Schulte, A. (2020): Local mobility culture as injunctive normative beliefs – A theoretical approach and a related measurement instrument. In: *Journal of Environmental Psychology* 71, 101465. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101465>
- Barrigón Morillas, J. M.; Rey Gozalo, G.; Montes González, D.; Moraga, P. A.; Vélchez-Gómez, R. (2018): Noise Pollution and Urban Planning. In: *Current Pollution Reports* 4, 3, 208–219. <https://doi.org/10.1007/s40726-018-0095-7>
- Bartsokas Tsiompras, A.; Photis, Y. N. (2017): What matters when it comes to “Walk and the city”? Defining a weighted GIS-based walkability index. In: *Transporta-*

<sup>3</sup> [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/urban-transport/sustainable-urban-mobility-planning-and-monitoring\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/urban-transport/sustainable-urban-mobility-planning-and-monitoring_en) (23.10.2024).

- tion Research Procedia 24, 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.06.001>
- Bertolini, L. (2020): From “streets for traffic” to “streets for people”: Can street experiments transform urban mobility? In: *Transport Reviews* 40, 6, 734–753. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1761907>
- Blees, V.; Molter, U.; Steinhauer, I. (2019): Modifizierung der Stellplatzsatzung als Beitrag zu nachhaltigerem Verkehr. Der innovative Ansatz der Stadt Oberursel (Taunus). In: *Internationales Verkehrswesen* 71, 3, 27–30. <https://doi.org/10.25716/pur-69>
- Bücher, J. (2023): Indikatoren gestützte Ansätze zur nachhaltigen urbanen Mobilität: Ergebnisse einer Literaturanalyse. Frankfurt am Main. <https://doi.org/10.21248/gups.69036>
- Castillo, H.; Pitfield, D. E. (2010): ELASTIC – A methodological framework for identifying and selecting sustainable transport indicators. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 15, 4, 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2009.09.002>
- Cervero, R.; Caldwell, B.; Cuellar, J. (2013): Bike-and-Ride: Build It and They Will Come. In: *Journal of Public Transportation* 16, 4, 83–105. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.16.4.5>
- Coenen, L.; Bennenworth, P.; Truffer, B. (2012): Toward a spatial perspective on sustainability transitions. In: *Research Policy* 41, 6, 968–979. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.014>
- Collins, C.; Hasan, S.; Ukkusuri, S. (2013): A Novel Transit Rider Satisfaction Metric. Rider Sentiments Measured from Online Social Media Data. In: *Journal of Public Transportation* 16, 2, 21–45. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.16.2.2>
- Copenhagenize Design Company (2023): Copenhagenize. <https://copenhagenizeindex.eu/about/methodology/> (27.10.2024).
- Da Silva, A. N.; Da Costa, M.; Ramos R. A. (2010): Development and Application of I\_SUM: an index of sustainable urban mobility. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/18445/1/TRB2010-0767.pdf> (14.11.2024).
- Danielis, R.; Rotaris, L.; Monte, A. (2018): Composite indicators of sustainable urban mobility: Estimating the rankings frequency distribution combining multiple methodologies. In: *International Journal of Sustainable Transportation* 12, 5, 380–395. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1377789>
- Davis, K. E.; Kingsbury, B.; Merry, S. E. (2012): Indicators as a Technology of Global Governance. In: *Law and Society Review* 46, 1, 71–104. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5893.2012.00473.x>
- Deffner, J.; Götz, K.; Schubert, S.; Potting, C.; Stete, G.; Tschann, A.; Loose, W. (2006): Entwicklung eines integrierten Konzepts der Planung, Kommunikation und Implementierung einer nachhaltigen, multioptionalen Mobilitätskultur. Frankfurt am Main.
- De Freitas Miranda, H.; Da Silva, A. N. (2012): Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. In: *Transport Policy* 21, 141–151. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.03.009>
- De Vos, J.; Singleton, P. A.; Gärling, T. (2021): From attitude to satisfaction: introducing the travel mode choice cycle. In: *Transport Reviews* 42, 2, 204–221. <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1958952>
- Döring, N.; Bortz, J. (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Berlin.
- Drexler, C. E.; Verse, B., Hausbauer, A.; Lopez, J.; Haider, S. (2022): Framing the mobility transition: Public communication of industry, science, media, and politics in Germany. In: *Energy, Sustainability and Society* 12, 50. <https://doi.org/10.1186/s13705-022-00374-0>
- Eren, E.; Uz, V. E. (2020): A review on bike-sharing: The factors affecting bike-sharing demand. In: *Sustainable Cities and Society* 54, 101882. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101882>
- Fina, S.; Gerten, C.; Pondi, B.; D’Arcy, L.; O’Reilly, N.; Vale, D. S.; Pereira, M.; Zilio, S. (2022): OS-WALK-EU: An open-source tool to assess health-promoting residential walkability of European city structures. In: *Journal of Transport and Health* 27, 101486. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2022.101486>
- Frank, L. D.; Sallis, J. F.; Saelens B. E.; Leary, L.; Cain, K.; Conway, T. L.; Hess P. M. (2010): The development of a walkability index. Application to the Neighborhood Quality of Life Study. In: *British Journal of Sports Medicine* 44, 13, 924–933. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.058701>
- Gillis, D.; Semajski, I.; Lauwers, D. (2016): How to Monitor Sustainable Mobility in Cities? Literature Review in the Frame of Creating a Set of Sustainable Mobility Indicators. In: *Sustainability* 8, 1, 29. <https://doi.org/10.3390/su8010029>
- Göddeke, D.; Krauss, K.; Gnann, T. (2022): What is the role of carsharing toward a more sustainable transport behavior? Analysis of data from 80 major German cities. In: *International Journal of Sustainable Transportation* 16, 9, 861–873. <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1949078>
- Götz, K.; Deffner, J. (2009): Eine neue Mobilitätskultur in der Stadt. Praktische Schritte zur Veränderung. In: *BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.): Urbane Mobilität. Verkehrsforschung des Bundes für die kommunale Praxis.* Bremerhaven, 39–52.

- Götz, K.; Deffner, J.; Klinger, T. (2016): Mobilitätsstile und Mobilitätskulturen – Erklärungspotenziale, Rezeption und Kritik. In: Schwedes, O.; Canzler, W.; Knie A. (Hrsg.); Handbuch Verkehrspolitik. Wiesbaden, 781–804. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4_34)
- Groth, S.; Hespang, H.; Klinger, T.; Eggebrecht, R.; Flamm, E.; Groicher, N. (2023): Nachhaltige Mobilitätswende: Mobilität in den Medien. Dessau-Roßlau. = UBA-Texte 56/2023.
- Haghshenas, H.; Vaziri, M. (2012): Urban sustainable transportation indicators for global comparison. In: *Ecological Indicators* 15, 1, 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.010>
- Haustein, S.; Koglin, T.; Sick Nielsen T. A.; Svensson, Å. (2020): A comparison of cycling cultures in Stockholm and Copenhagen. In: *International Journal of Sustainable Transportation* 14, 4, 280–293. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1547463>
- Haustein, S.; Sick Nielsen T. A. (2016): European mobility cultures: A survey-based cluster analysis across 28 European countries. In: *Journal of Transport Geography* 54, 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.05.014>
- Hekler, M.; Drews, F.; Gertz, C.; Schwedes, O. (2022): Push & Pull: Aktueller Forschungsstand. In: *Internationales Verkehrswesen* 74, 4, 20–24. <https://doi.org/10.24053/IV-2022-0072>
- Hille, C.; Gather, M. (2022): Ergebnisbericht „Das 9-Euro-Ticket hat mir gezeigt, dass man nicht alleine sein muss.“ – Mit dem 9-Euro-Ticket zu mehr sozialer Teilhabe? Ergebnisse einer Befragung von einkommensschwachen Haushalten zur Wirkung des 9-Euro-Tickets auf das Mobilitätsverhalten und ausgewählte Dimensionen der sozialen Teilhabe. Erfurt. = Berichte des Instituts Verkehr und Raum 29.
- Holz-Rau, C.; Heyer, R.; Schultewolter, M.; Aertker, J.; Wachter, I.; Klinger, T. (2022): Eine Verkehrstypologie deutscher Großstädte. In: *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning* 80, 2, 137–152. <https://doi.org/10.14512/rur.95>
- Hoor, M. (2020): Mobilitätskulturen: Über die Notwendigkeit einer kulturellen Perspektive der integrierten Verkehrsplanung. Berlin. <https://doi.org/10.26128/2023.55>
- Joumard, R.; Gudmundsson, H. (2010): Indicators of environmental sustainability in transport. An interdisciplinary approach to methods. Bron.
- Kister, J.; Dorn, F.M.; Hafner, R. (2024): Framing social-ecological transformation as a geographical concept. In: *Geography Compass* 18, 4, e12744. <https://doi.org/10.1111/gec3.12744>
- Kitchin, R.; Lauriault, T. P.; McArdle, G. (2015): Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards. In: *Regional Studies, Regional Science* 2, 1, 6–28. <https://doi.org/10.1080/21681376.2014.983149>
- Klinger, T. (2017). *Städtische Mobilitätskulturen und Wohnumzüge*. Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-17231-2>
- Klinger, T.; Kenworthy J. R.; Lanzendorf, M. (2013): Dimensions of urban mobility cultures – a comparison of German cities. In: *Journal of Transport Geography* 31, 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.05.002>
- Klinger, T.; Lanzendorf, M. (2016): Moving between mobility cultures: what affects the travel behavior of new residents? In: *Transportation* 43, 2, 243–271. <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9574-x>
- Klopp, J. M.; Petretta, D. L. (2017): The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. In: *Cities* 63, 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.12.019>
- Krenn, P. J.; Oja, P.; Titze, S. (2015): Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments. In: *Open Journal of Civil Engineering* 5, 4, 451–459. <https://doi.org/10.4236/ojce.2015.54045>
- Kromrey, H.; Strübing, J. (2009): *Empirische Sozialforschung: Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung*. Stuttgart.
- Latcheva, R.; Davidov, E. (2014): Skalen und Indizes. In: Baur, N.; Blasius, J. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden, 745–756. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0\\_55](https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_55)
- Lehtonen, M. (2013): The non-use and influence of UK Energy Sector Indicators. In: *Ecological Indicators* 35, 24–34. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.10.026>
- Lehtonen, M.; Sébastien, L.; Bauler, T. (2016): The multiple roles of sustainability indicators in informational governance: Between intended use and unanticipated influence. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability* 18, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.009>
- Litman, T. (2009): *Sustainable Transportation Indicators: A Recommended Research Program for Developing Sustainable Transportation Indicators and Data*. Washington, DC.
- Loorbach, D. (2022): Designing radical transitions: A plea for a new governance culture to empower deep transformative change. In: *City, Territory and Architecture* 9, 1, 30. <https://doi.org/10.1186/s40410-022-00176-z>
- Loorbach, D.; Schwanen, T.; Doody, B. J.; Arnfalk, P.; Langeland, O.; Farstad, E. (2021): Transition governance for just, sustainable urban mobility: An experimental approach from Rotterdam, the Netherlands. In: *Journal of Urban Mobility* 1, 100009. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2021.100009>

- Manderscheid, K. (2020): Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? Zur Elektrifizierung des Automobilitätsdispositivs. In: Brunnengraber A.; Haas T. (Hrsg.): Baustelle Elektromobilität. Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität. Bielefeld, 37–68. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-003>
- Marín, J. L. (2022): Open data in transport and urban mobility research projects. <https://datos.gob.es/en/blog/open-data-transport-and-urban-mobility-research-projects> (24.10.2024).
- OECD – Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2008): Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- ÖROK – Österreichische Raumordnungskonferenz (2022): Die österreichweiten ÖV-Güteklassen: Rahmen, Struktur & Beispiele. Wien. = Materialien 10.
- Parkhurst, G.; Meek, S. (2014): The Effectiveness of Park-and-Ride as a Policy Measure for More Sustainable Mobility. In: Ison, S.; Mulley, C. (Hrsg.): Parking: Issues and Policies. Bingley, 185–211. = Transport and Sustainability 5. <https://doi.org/10.1108/S2044-994120140000005020>
- Rammert, A. (2022): Der Mobilitätsindex. Entwicklung eines integrierten Planungsinstruments für Mobilität. Münster. <https://doi.org/10.52038/9783643250520>
- Rammert, A. (2023): Entwicklung und Anwendung eines raumbezogenen Index für Mobilität. In: Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning 81, 3, 225–238. <https://doi.org/10.14512/rur.207>
- Rietveld, P.; Daniel, V. (2004): Determinants of bicycle use: Do municipal policies matter? In: Transportation Research Part A: Policy and Practice 38, 7, 531–550. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.05.003>
- Rozynek, C.; Lanzendorf, M. (2023): How does low income affect older people's travel practices? Findings of a qualitative case study on the links between financial poverty, mobility and social participation. In: Travel Behaviour and Society 30, 312–324. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.10.003>
- Sander, H. (2020): Die Berliner Verkehrswende. Von der auto- zur mobilitätsgerechten Stadt. Berlin.
- Schmid-Querg, J.; Keler, A.; Grigoropoulos, G. (2021): The Munich Bikeability Index: A Practical Approach for Measuring Urban Bikeability. In: Sustainability 13, 1, 428. <https://doi.org/10.3390/su13010428>
- Schmitz, J.; Fina, S.; Gerten, C. (2023): Wie fußgängerfreundlich sind deutsche Großstädte? Neue Ergebnisse aus der Walkability-Forschung. In: Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning 81, 4, 327–341. <https://doi.org/10.14512/rur.1664>
- Sheller, M.; Urry, J. (2006): The new mobilities paradigm. In: Environment and Planning A: Economy and Space 38, 2, 207–226. <https://doi.org/10.1068/a37268>
- Souza Santos, A.; Kahn Ribeiro, S. (2015): The role of transport indicators to the improvement of local governance in Rio de Janeiro City: A contribution for the debate on sustainable future. In: Case Studies on Transport Policy 3, 4, 415–420. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2015.08.006>
- te Brömmelstroet, M.; Mladenović, M. N.; Nikolaeva, A.; Gaziulusoy I., Ferreira, A.; Schmidt-Thomé, K.; Ritvos, R.; Sousa, S.; Bergsma, B. (2022): Identifying, nurturing and empowering alternative mobility narratives. In: Journal of Urban Mobility 2, 100031. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100031>
- Ternes, V.; Marsden, G.; Harrison, G. (2024): A just transition or just a transition? The understanding and relevance of fairness in planning for a decarbonised transport system. In: Energy Research and Social Science 113, 103549. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103549>
- Tsavachidis, M.; Le Petit, Y. (2022): Re-shaping urban mobility – Key to Europe's green transition. In: Journal of Urban Mobility 2, 100014. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100014>
- Tumidata (2023): Our Vision. Open data is key to efficient & sustainable transport systems for everyone. <https://tumidata.org/our-vision/> (24.10.2024).
- van den Hurk, M.; Pelzer, P.; Riemens, R. (2021): Governance challenges of mobility platforms: The case of Merwede, Utrecht. In: European Transport Research Review 13, 1, 23. <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00483-5>
- Vanoutrive, T.; Huyse, H. (2023): Revisiting modal split as an urban sustainability indicator using citizen science. In: Cities 143, 104592. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104592>
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016): Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. Berlin.
- Winters, M.; Brauer, M.; Setton, E. M.; Teschke, K. (2013): Mapping Bikeability: A Spatial Tool to Support Sustainable Travel. In: Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science 40, 5, 865–883. <https://doi.org/10.1068/b38185>
- Wolfram, M. (2016): Conceptualizing urban transformative capacity: A framework for research and policy. In: Cities 51, 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.11.011>