

Julius Bücher

**Indikatoren gestützte Ansätze zur  
nachhaltigen urbanen Mobilität:  
Ergebnisse einer Literaturanalyse**

**Arbeitspapiere zur Mobilitätsforschung Nr. 37**

In den Arbeitspapieren zur Mobilitätsforschung veröffentlichen wir Ergebnisse aus Forschung und Lehre der Goethe-Universität.

Die Erstellung dieses Arbeitspapiers erfolgte im Rahmen des Projekts „MOWENDIKO: Konzeptstudie zur Entwicklung eines Mobilitätswendeindex für Kommunen“. Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 1364/22-69) wird aus Mitteln des Landes Hessen und der HOLM-Förderung im Rahmen der Maßnahme „Innovationen im Bereich Logistik und Mobilität“ des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt ausschließlich beim Autor.

**Gefördert von:**



## **Impressum**

Arbeitsgruppe Mobilitätsforschung  
Prof. Dr. Martin Lanzendorf

Institut für Humangeographie  
Goethe-Universität Frankfurt am Main

Campus Westend  
Theodor-W.-Adorno-Platz 6, PEG  
D-60629 Frankfurt am Main

Email: [mobilitaetsforschung@uni-frankfurt.de](mailto:mobilitaetsforschung@uni-frankfurt.de)  
Tel.: +49 (0)69-798-35179

ISSN: 2363-8133

DOI: 10.21248/gups.69036

urn:nbn:de:hebis:30:3-690366

Arbeitspapiere zur Mobilitätsforschung Nr. 37 (2023)

Redaktion: Marcus Klein

Zitierweise: Bücher, J. (2023): Indikatoren gestützte Ansätze zur nachhaltigen urbanen Mobilität: Ergebnisse einer Literaturanalyse. Arbeitspapiere zur Mobilitätsforschung Nr. 37. Frankfurt a.M.

## Inhalt

1. Einleitung .....	5
2. Theoretische Grundlagen .....	7
2.1 Mobilitätswende .....	7
2.2 Das Mobilitätskultur-Konzept .....	8
3. Literaturanalyse von Indikatorsystemen .....	11
3.1 Indikatoren zur Nachhaltigkeit .....	11
3.2 Indikatorensysteme: Mobilität .....	12
3.3 Indikatorensysteme: Fußverkehr .....	21
3.4 Indikatorensysteme: Radverkehr .....	25
3.5 Indikatorensysteme: Öffentlicher Verkehr .....	29
4. Diskussion .....	31
5. Zusammenfassung .....	33

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Indikatorensysteme Nachhaltigkeit .....	11
Tabelle 2: Indikatorensysteme Mobilität .....	14
Tabelle 3: Indikatorensysteme Fußverkehr .....	21
Tabelle 4: Indikatorensysteme Radverkehr .....	25
Tabelle 5: Indikatorensysteme Öffentlicher Verkehr .....	29

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Komponenten von Mobilitätskulturen (Quelle: DEFFNER et al. 2006:16) .....	9
--	---

## 1. Einleitung

Die Dekarbonisierung von Mobilität gilt als zentral für die Minderung des Klimawandels (HENDZLIK et al. 2022). Jedoch wird diese im politischen wie wissenschaftlichen Diskurs weitverbreitete Einsicht konterkariert von der Entwicklung der globalen sowie nationalen Emissionen im Verkehrssektor (SCHWEDES 2014:17). Hier ist es in Deutschland im Gegensatz zu anderen Sektoren nicht gelungen, den Ausstoß von Treibhausgasen seit 1990 zu verringern (HENDZLIK et al. 2022:1). Ein wichtiger Grund für diese Entwicklung ist die Dominanz des motorisierten Individualverkehrs (MIV), dessen Anteil an der Verkehrsleistung im Jahr 2017 rund 75% betrug (RÖMER & SALZGEBER 2022:1). Daher steht die Automobilität als solche im Zentrum der Debatte um die notwendigen Nachhaltigkeitstransformationen im Verkehrsbereich (KEMP et al. 2011:3). Städten und Kommunen kommt dabei eine besondere Rolle zu, da sie sowohl mit hohen Umweltbelastungen durch Verkehr belastet, als auch häufig Voreiterinnen nachhaltiger Mobilitätskonzepte sind (KRAAS et al. 2016:165ff.).

Das Forschungsprojekt „MOWENDIKO – Konzeptstudie zur Entwicklung eines Mobilitätswendeindex für Kommunen“ (nachfolgend: MOWENDIKO) schließt an die in der sozialwissenschaftlichen Mobilitätsforschung formulierte Erkenntnis an, dass eine Mobilitätswende einen Prozess darstellt, der über technologische und verkehrliche Vorhaben hinausgeht, indem die Mobilität als solche ins Zentrum gestellt wird (RAMMERT 2022b:2). Ziel von MOWENDIKO ist es, auf Basis geeigneter, die nachhaltige Mobilität in Kommunen abbildender Indikatoren, ein Messinstrument in Form eines Indizes zu schaffen, das den politischen Prozess der Mobilitätswende erfassen kann. Im vorliegenden Kontext wird der Begriff der Mobilität anstelle von Verkehr verwendet, um darauf hinzuweisen, dass diese über die „physische Bewegung (...) von Menschen und Gütern im Straßenraum“ (MANDERSCHIED 2020:39) hinausgeht, da sie auch die damit verbundenen Bedeutungszuweisungen und gesellschaftlichen Zusammenhänge umfasst. Mobilitätssysteme sind demnach keine rein technischen Konstrukte, sondern „konstitutiv für die soziale und wirtschaftliche Dynamik sowie die räumliche Organisation“ von Gesellschaft. Folglich verstehen wir unter Mobilitätswende die tiefgreifende Transformation gesellschaftlicher Bewegungsmuster, die über technologische Fragen wie die Verkehrsmittelnutzung hinausgeht. Eine Mobilitätswende bedeutet also das Abrücken vom System der Automobilität mitsamt seinen Implikationen wie etwa urbaner Zersiedlungsprozesse. Stattdessen sollen soziale und ökonomischer Praktiken etabliert werden, die mit sozial und ökologisch nachhaltigeren Mobilitätsweisen einhergehen.

Ziel des vorliegenden Arbeitspapiers ist es, für unser Forschungsvorhaben relevante, bereits bestehende Indikatorensysteme hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für den Prozess der Mobilitätswende zu untersuchen. Grundlage des Mobilitätswendeindex sind, neben eigenen konzeptionellen Überlegungen, Beiträge aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft, die indikatorbasiert nachhaltige Mobilität bzw. deren Teilbereiche messen. Insgesamt wurden 33 Indikatorensysteme untersucht, die sich den Kategorien Nachhaltigkeit, Mobilität, Walkability, Bikeability, und öffentlicher Verkehr zuordnen lassen.

Nachdem in Kapitel 2 mit dem Begriff der Mobilitätswende und dem Mobilitätskultur-Konzept der theoretische Rahmen unseres Vorhabens erläutert wird, folgt in Kapitel 3 die Darstellung der Ergebnisse der Literaturanalyse. Diese werden in Kapitel 4 diskutiert, bevor in Kapitel 5 ein abschließendes Fazit gezogen wird.

## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.1 Mobilitätswende

Angesichts der sich aus der Notwendigkeit der sozio-ökologischen Transformation der Mobilität ergebenden Herausforderungen, werden von Akteur\*innen aus Politik und Wissenschaft Lösungsstrategien formuliert, die sich in den Begriffen Antriebswende, Verkehrswende und Mobilitätswende widerspiegeln (MANDERSCHIED 2020:38f.). In der Debatte um die nachhaltige Ausgestaltung von Verkehr und Mobilität, werden die Begriffe Verkehrswende und Mobilitätswende z.T. synonym verwendet (RADTKE 2021:23). Andere Akteure hingegen sehen die Verkehrswende als übergeordneten Begriff und Antriebs- und Mobilitätswende als komplementäre Prozesse, die zum Gelingen erstgenannter beitragen sollen (VERKEHRSClub DEUTSCHLAND E.V. 2021, AGORA VERKEHRswENDE 2017:14). Jedoch nimmt der Fokus auf technologische Lösungen der Verkehrsproblematik, bspw. durch den Ausbau der Elektromobilität, eine zentrale Rolle im öffentlichen Diskurs ein (HOOR 2021:174).

Die sog. Antriebswende basiert auf der Strategie, den klassischen Benzin- bzw. Diesel-Verbrennungsmotor durch andere Antriebsformen zu ersetzen. Dabei hat sich das batteriebetriebene Elektrofahrzeug (*Battery Electric Vehicle*, BEV) als die vielversprechendste Technologie gegenüber Wasserstoff und auf synthetischen Kraftstoffen (E-Fuels) beruhenden Motoren im Bereich des Automobilverkehrs weitestgehend durchgesetzt (REH & HILGENBEG 2021). Im Gegensatz hierzu meint der Begriff der Verkehrswende einen umfassenden Wandel des Verkehrssystems, in dem die Verkehrsaufwände mit dem Auto aktiv verringert werden, zugunsten der massiven Förderung des sog. Umweltverbunds, bestehend aus öffentlichen Verkehrsmitteln (Bus, Bahn), Fuß- und Radverkehr sowie weiterer Sharing-Dienstleistungen (BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALEs UND VERKEHR 2021). Dieser Strategie liegt die Beobachtung zu Grunde, dass sich die Folgen des automobilzentrierten Verkehrssystems nicht nur in ökologischen, sondern auch in sozialen, politischen und städtebaulichen Folgen äußern, so bspw. in flächenintensiven Zersiedlungsprozessen (BANISTER 2008:73). Zudem würden, selbst wenn alle in Deutschland existierenden Pkw in Deutschland durch Elektroautos ersetzt werden, die dafür notwendigen Ressourcen und Energie so entstandene Nachhaltigkeitseffekte ausgleichen (REH & HILGENBEG 2021).

Wiederrum eine andere Perspektive nimmt der Begriff der Mobilitätswende ein, der von einem notwendigen grundlegenden Wandel von gesellschaftlichen Bewegungsmustern ausgeht und daher auf die Mobilität fokussiert (MANDERSCHIED 2020:39). Der Begriff setzt also schon vor dem eigentlichen Bewegungsvorgang an, und betont die Relevanz eines Bewusstseinswandels für die Transformation von Mobilität. Mithilfe der „3V-Strategie“ (DANGSCHAT 2022:3), also

der Vermeidung von Wegen, der Verlagerung des MIV auf den Umweltverbund, sowie der Verbesserung des bestehenden Verkehrssystems, soll eine grundlegend andere Mobilität ermöglicht werden. Ziel der Mobilitätswende ist demnach die Ermöglichung von bedarfsorientierten, sozial gerechten und ökologischen Mobilitätspraktiken (SANDER 2020:6). Die Förderung des Umweltverbunds, von digital unterstützter Multimodalität und die Zurückdrängung des MIV, aber auch stadtplanerische Konzepte wie die „15-Minuten-Stadt“ (NIEUWENHUIJSEN 2021:4) oder die „Stadt der kurzen Wege“ (BECKMANN et al. 2011), können als wichtige Bausteine der Mobilitätswende verstanden werden.

## 2.2 Das Mobilitätskultur-Konzept

Voraussetzung der indikatorenbasierten Messung von der Mobilitätswende zurechenbaren Transformationsprozessen, ist eine begriffliche Bestimmung der Einflussfaktoren auf nachhaltige urbane Mobilität. Die Frage, welche Faktoren maßgeblich auf Verkehrsverhalten einwirken, ist eine der zentralen Debatten der Verkehrs- und Mobilitätsforschung (KLINGER et al. 2013:19). In der wissenschaftlichen Diskussion lassen sich zwei maßgebliche Stränge identifizieren: Einerseits Ansätze, die auf die Rolle der gebauten Umwelt und Verkehrsinfrastrukturen fokussieren (CERVERO & KOCKELMAN 1997). Andererseits hat sich vor dem Hintergrund dieser in Wissenschaft und Praxis zeitweilig sehr präsenten Fokussierung auf objektive Einflussfaktoren ein Forschungsstrang entwickelt, der subjektive Einflussfaktoren auf Verkehrsverhalten, etwa in Form lebensstilbasierter Präferenzen bei der Wohnstandortwahl, in den Mittelpunkt der Analyse rückt (SCHEINER & HOLZ-RAU 2007). Im Gegensatz dazu vereint das von Götz und Deffner (2006, 2009) entwickelte Konzept der Mobilitätskulturen objektive sowie subjektive Kategorien und stellt daher ein vielversprechendes theoretisches Framework für die Erarbeitung der Voraussetzungen nachhaltiger urbaner Mobilität dar (HOLZ-RAU et al. 2022:3). Unter Bezugnahme auf infrastrukturzentrierte Ansätze zur Erklärung von Verkehrsverhalten auf der einen, und sozio-kulturelle Perspektiven auf Verkehrshandeln auf der anderen Seite, ist es der Anspruch des Mobilitätskulturen-Konzepts, diese beiden Perspektiven produktiv zusammenzuführen (GÖTZ et al. 2014:10). Götz und Deffner (2006:16) definieren Mobilitätskultur daher als die

„Ganzheit der auf Beweglichkeit bezogenen materiell und symbolisch wirksamen Praxisformen. Sie schließt die Infrastruktur- und Raumgestaltung ebenso ein wie Leitbilder und verkehrspolitische Diskurse, das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und die dahinter stehenden Mobilitäts- und Lebensstilorientierungen. Sie bezeichnet das prozessuale Ineinanderverwirken von Mobilitätsakteuren, Infrastrukturen und Techniken als soziotechnisches System.“



Abbildung 1 verdeutlicht die unterschiedlichen Bestandteile, aus denen sich Mobilitätskulturen zusammensetzen sowie deren Interdependenzen: Mobilitätskulturen umfassen sowohl ‚harte‘, etwa gebaute Umwelt und Verkehrsinfrastrukturen, wie auch ‚weiche‘ Faktoren, also Diskurse, milieu-spezifische Mobilitätsstile, aber auch Verkehrspolitik- und Planung. Bei der Untersuchung einer Mobilitätskultur können ihre Bestandteile für sich analysiert werden, müssen aber in ihrem Wirken aufeinander bezogen werden (GÖTZ et al. 2014:10).

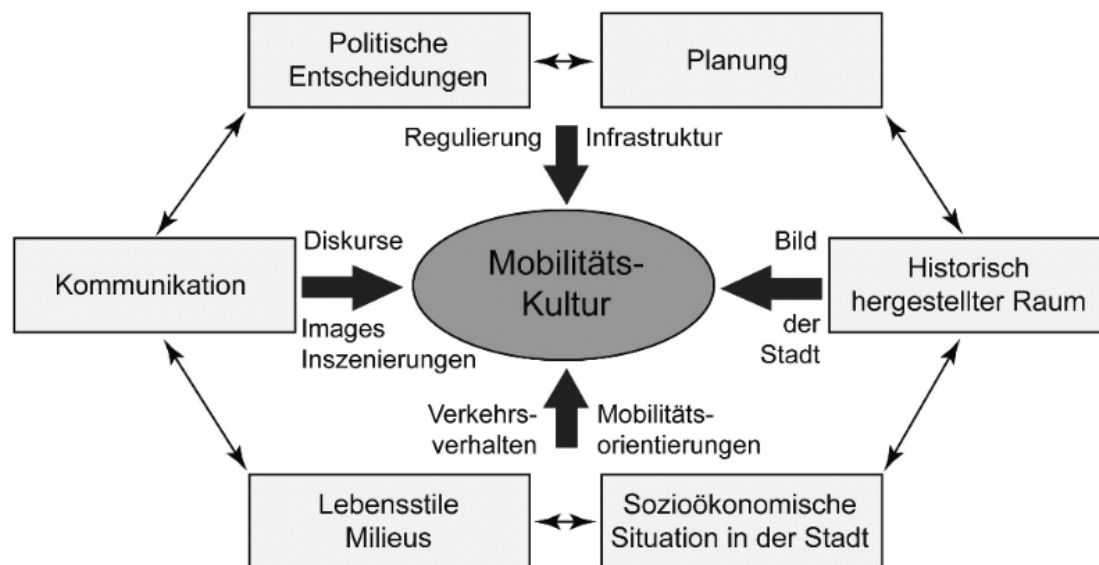


Abbildung 1: Komponenten von Mobilitätskulturen (Quelle: DEFFNER et al. 2006:16)

Die beschriebene Multidimensionalität des Konzepts geht einher mit einer hohen Komplexität hinsichtlich seiner empirischen Anwendung. Dabei lassen sich vier analytische Kategorien unterscheiden, um das "komplexe Wirkungsgefüge (...) für empirische Arbeiten handhabbar zu machen" (KLINGER 2017:56ff.): die gebaute Stadt, Lebensstile und Milieus, Kommunikation sowie Politik und Planung. Die vielseitige Rezeption, die das Konzept seit 2006 erfahren hat, geht auf diesen multidimensionalen, analytischen Ansatz zurück, der es für unterschiedliche mobilitäts- und verkehrswissenschaftliche Forschungsvorhaben attraktiv macht (BAMBERG et al. 2020, KLINGER & LANZENDORF 2016, KLINGER et al. 2013). Zudem ermöglicht es das Konzept, unterschiedliche regionale Ausprägungen von Mobilität und Verkehr zu vergleichen (HAUSTEIN & SICK NIELSEN 2016:174, HAUSTEIN et al. 2020). Auch wenn der Ansatz bisher überwiegend auf die Untersuchung städtischer Mobilitätskulturen angewandt worden ist, ist ein von anderen Maßstabsebenen ausgehender Untersuchungsrahmen, etwa auf regionaler oder nationalstaatlicher Ebene, denkbar (GÖTZ et al. 2014:2, HAUSTEIN & SICK NIELSEN 2016). Ursprünglich für eine auf qualitativen Fallstudien basierende Methodik angelegt, wurde der Begriff der Mobilitätskultur von Klinger et al. (2013) erstmals mit einem quantitativen Forschungsdesign operationalisiert. Seitdem wurden mehrere Studien durchgeführt, die lokale

Ausprägungen von Mobilitätskulturen im Rahmen quantitativer Erhebungen analysieren (HAUSTEIN et al. 2020, HAUPT et al. 2022, HAUSTEIN & SICK NIELSEN 2016, BAMBERG et al. 2020, KLINGER & LANZENDORF 2016). Das Forschungsprojekt „MOWENDIKO“ schließt an diese an, indem die Bestandteile nachhaltiger Mobilitätskulturen analysiert und unter Rückgriff auf unterschiedliche Datengrundlagen auf kommunaler Ebene operationalisiert werden sollen. Im Gegensatz zu der Mehrzahl der genannten Studien ist Ziel unseres Rückgriffs auf das Mobilitätskulturen-Konzept nicht vorrangig die Identifikation verschiedener lokaler Ausprägungen von Mobilitätskulturen zum Zwecke eines Vergleichs. Unser Fokus liegt hingegen auf der Multidimensionalität des Konzepts, durch das Zusammendenkens subjektiver wie materieller, die urbane Mobilität konstituierender Praktiken (KLINGER et al. 2013:18).

### 3. Literaturanalyse von Indikatorensystemen

Im nachfolgenden werden die Ergebnisse der durchgeführten Literaturanalyse vorgestellt. Die Strukturierung erfolgt dabei entlang der Verkehrsmittel, die den Umweltverbund bilden, nämlich Fußverkehr, Radverkehr und öffentlicher Verkehr. Des Weiteren ist Mobilität als über die Frage der Verkehrsmittelnutzung hinausgehende Kategorie enthalten sowie ökologische Nachhaltigkeit, als zentrales gesellschaftliches Querschnittsthema mit starken Implikationen für Verkehr und Mobilität.

#### 3.1 Indikatoren zur Nachhaltigkeit

Ein zentrales Themenfeld, das im Zusammenhang mit dem Prozess der Mobilitätswende steht, ist die ökologische Nachhaltigkeit. Hierzu liegen unterschiedliche, indikatorengestützte Ansätze vor, v.a. aus dem Bereich der politischen Praxis (s. Tabelle 1).

*Tabelle 1: Indikatorensysteme Nachhaltigkeit*

Index	Autor*innen	Typ	Gegenstand
<b>Nachhaltigkeitsbericht 2020</b>	Stadt Frankfurt am Main (2020)	Bericht	Analyse des Status Quo der Nachhaltigkeitsbestrebungen Frankfurts auf Grundlage der 17 SDGs
<b>Ranking local climate policy: assessing the mitigation and adaptation activities of 104 German cities</b>	Otto et al. (2021)	Wissenschaftliche Publikation	Entwicklung eines Index, der städtische Klimapolitik abbildet und dabei sowohl Anpassung und Abmilderung an den Klimawandel misst
<b>SDG-Indikatoren für Kommunen</b>	Bertelsmanstiftung et al. (2020)	Bericht	Ableitung von Indikatoren aus dem SDG Framework für die Anwendung auf den kommunalen Kontext in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung

Ein bekanntes Indikatorensystem sind die Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen, die insgesamt 17 strategische Themenfelder hinsichtlich einer nachhaltigen Entwicklung umfassen. Die SDGs beziehen sich auf die nationalstaatliche Ebene und sind daher nicht unmittelbar auf den städtischen Kontext übertragbar. Die Publikation „SDG-Indikatoren für Kommunen“ (BERTELSMANN STIFTUNG et al. 2020) stellt eine wichtige Operationalisierung des SDG-Frameworks für deutsche Kommunen dar. Darin enthalten sind einige mobilitätspolitisch relevante Indikatoren, wie etwa wohnungsnaher Grundversorgung, Nahversorgung mit Haltestellen, ÖPNV-Erreichbarkeit von Mittel- und Oberzentren sowie Flächeninanspruchnahme, gemessen als Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der kommunalen Gesamtfläche. Allerdings sind auch aus verkehrsökologischer Perspektive umstrittene Indikatoren enthalten, wie etwa der kommunale Bestand von PKW mit Elektroantrieb, zu denen hier auch Plug-In-Hybride gezählt werden (BERTELSMANN STIFTUNG et al. 2020:96). Zu erwähnen ist darüber hinaus das umfangreiche, konzeptionelle Vorgehen bei der Auswahl der Indikatoren, in dem aus den 17 SDGs und deren 169 Unterzielen in einer mehrstufigen Relevanzanalyse die

finalen, auf kommunaler Ebene messbaren Indikatoren festgelegt wurden (BERTELSMANN STIFTUNG et al. 2020:22ff.). Der Frankfurter „Nachhaltigkeitsbericht 2020“ (STADT FRANKFURT AM MAIN 2020), basiert auf den „SDG-Indikatoren für Kommunen“ (BERTELSMANN STIFTUNG et al. 2020) und nimmt Bezug auf die 17 SDGs. Unter anderem finden sich dort die Indikatoren Modal Split, Motorisierungsgrad, umweltfreundlicher motorisierter Individualverkehr, Verunglückte im Straßenverkehr, Luftqualität (Feinstaub und Stickstoffoxide), nachhaltiger Tourismus sowie Intensität der Flächennutzung (ebd.: 17). Einen wissenschaftlichen Ansatz für ein Ranking, das die Qualität städtischer Klimapolitik abbildet, entwickeln OTTO et al. 2021. Darin werden sowohl die Beiträge zur Vermeidung als auch die Folgen des Klimawandels im urbanen Kontext gemessen. Mit diesem Vorgehen ist der Anspruch verbunden, dass die entwickelte Methodik international anwendbar sein soll, weswegen nur Datenquellen verwendet werden, die prinzipiell öffentlich zugänglich sein sollten. In ihrer Studie wenden die Autor\*innen den Index auf 104 deutsche Städte an und identifizieren so sechs verschiedene Cluster, welche die untersuchten Städte in einem Spektrum zwischen klimapolitischen Vorreitern und Nachzüglern verorten. Zwar enthält das entwickelte Indikatorenset keine Indikatoren, die für den Mobilitätswendeindex in Betracht gezogen werden könnten, bietet aber methodische Anknüpfungspunkte, z.B. hinsichtlich der Indexkonstruktion.

### 3.2 Indikatorensysteme: Mobilität

Eine zentrale Arbeit für die Entwicklung von Indikatoren nachhaltiger Mobilität wurde vorgelegt von JOUMARD & GUDMUNDSSON (2010:14ff.). Die Autor\*innen entwickeln im Auftrag der Europäischen Kommission eine systematische Vorgehensweise für die Auswahl von Indikatoren, um ökologische Nachhaltigkeitstransformationen im Bereich Verkehr zu messen (JOURMARD & GUDMUNDSSON 2010:14). Hierfür erarbeiten sie ein Konzept, das Kausalitäten zwischen verkehrlichen Maßnahmen und ökologischen Effekten abbilden soll. Auf dieser Grundlage formulieren sie ein Framework, das 49 solcher Kausalitätsketten umfasst, bspw. hinsichtlich des Treibhauseffekts oder der städtischen Abfallentsorgung (ebd.: 15). Darüber hinaus werden zehn Kriterien identifiziert, die für die Auswahl von potentiellen Indikatoren entscheidend sind: Validität, Reliabilität, Sensitivität, Messbarkeit, Datenverfügbarkeit, ethische Fragen, Transparenz, Interpretierbarkeit, Zielrelevanz und Handlungsfähigkeit (ebd.: 16). Auch LITMAN (2009) beschäftigt sich mit der Frage, wie Indikatoren zur Messung der Nachhaltigkeit von Verkehrssystemen ausgestaltet sein müssten. Er erarbeitet einen Vorschlag für mehrere Indikatoren, etwa Zugänglichkeit des Verkehrssystems, Luftschadstoffemissionen, aber auch zu Verkehrsplanung und -politik (LITMAN 2009:8f.). Einen weiteren konzeptionellen Beitrag für die Auswahl

und Anwendung von Indikatoren hinsichtlich nachhaltiger Mobilität ist der „ELASTIC“-Ansatz (Evaluative and Logical Approach to Sustainable Transport Indicator Compilation), der im Gegensatz zu JOURMARD & GUDMUNDSSON (2010) und LITMAN (2009) die Einbindung von Stakeholdern in den Prozess der Indikatorenauswahl vorsieht (CASTILLO & PITFIELD 2010)

Tabelle 2: Indikatorensysteme Mobilität

Index	Autor*innen	Typ	Gegenstand
<b>ADAC Mobilitätsindex 2022</b>	ADAC e.V. (2022)	Bericht	Sichtbarmachung der Entwicklung von Mobilität auf Bundes- sowie Bundesländerebene
<b>Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil</b>	Miranda et al. (2012)	Wissenschaftliche Publikation	Anwendung des I_SUM Index auf das Fallbeispiel Curitiba
<b>Bundesländerindex Mobilität &amp; Umwelt</b>	Allianz pro Schiene (2020)	Bericht Ranking	Untersuchung von Mobilität auf Bundesländerebene
<b>Composite indicators of sustainable urban mobility</b>	Danielis et al. (2018)	Wissenschaftliche Publikation	Untersuchung von nachhaltiger Mobilität in 116 italienischen Städten
<b>ELASTIC – A methodological framework for identifying and selecting sustainable transport indicators</b>	Castillo et al. (2015)	Wissenschaftliche Publikation	Entwicklung eines systematischen Vorgehens für die Entwicklung von Indikatoren für die Messung nachhaltiger, urbaner Mobilität
<b>Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie</b>	Gerlach et al. (2015)	Bericht	Analyse und Überarbeitung der in der "Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie" festgelegten Indikatoren mit Mobilitätsbezug
<b>Indicators of environmental sustainability in transport: An interdisciplinary approach to methods.</b>	Joumard & Gudmundsson	Wissenschaftliche Publikation	Entwicklung eines konzeptionellen und methodischen Leitfadens für die Auswahl von Indikatoren zur Messung nachhaltiger, urbaner Mobilität
<b>Der Mobilitätsindex</b>	Rammert (2022)	Wissenschaftliche Publikation	Operationalisierung von Mobilität für die (nachhaltige) Planungspraxis
<b>Sädteranking zur nachhaltigen Mobilität</b>	Greenpeace e.V. (2017)	Ranking	Bewertung der nachhaltigen Mobilität in den 14. größten deutschen Städte
<b>Sustainable Cities Mobility Index</b>	Arcadis (2017)	Ranking	Misst die Performance der Verkehrssysteme von 100 Städten weltweit
<b>Sustainable Transportation Indicators</b>	Litman (2009)	Wissenschaftliche Publikation	Entwicklung verallgemeinerbarer Indikatoren im Bereich nachhaltige Mobilität
<b>Sustainable Urban Mobility Indicators (SUMI)</b>	Europäische Kommission	Bericht	Messung der Stärken und Schwächen städtischer Verkehrssysteme unter Bezugnahme auf das SUMP-Konzept
<b>The 2020 Deloitte City Mobility Index</b>	Dixon et al. (2020)	Ranking	Untersucht <i>smarte</i> urbane Mobilität in Städten
<b>The Urban Mobility Readiness Index 2022</b>	Oliver Wyman Forum, Univ. Berkeley (2022)	Ranking	Ranking der mobilitätsbezogenen Zukunftsorientierung 60 globaler Städte
<b>Weighted GIS-based Walkability Index</b>	Tsiomprasa & Photisa (2017)	Wissenschaftliche Publikation	Gewichtung eines GIS-basierten Walkability-Ansatz mithilfe von Befragungsdaten
<b>How to Monitor Sustainable Mobility in Cities?</b>	Gillis et al. (2016)	Wissenschaftliche Publikation	Systematischer Überblick über relevante und wissenschaftlich fundierte Indikatoren, die verschiedene Aspekte der nachhaltigen Mobilität abdecken und in unterschiedlichen Kontexten weltweit anwendbar sind.
<b>Masterplan Mobilität</b>	Stadt Frankfurt am Main	Bericht	Strategische Leitlinien für den Ausbau nachhaltiger Mobilität in Frankfurt a. M. inkl. den Prozess abbildende Indikatoren

Quelle: Eigene Darstellun

Darüber hinaus versuchen verschiedene Indikatorensysteme unterschiedliche Teilaspekte von Mobilität darzustellen. Ein Großteil der untersuchten Ansätze zielt dabei darauf ab, Mobilität in den jeweiligen Untersuchungsräumen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit zu messen. Es existieren einige wissenschaftliche Publikationen, die versuchen, urbane nachhaltige Mobilität indikatorengestützt abzubilden. In der deutschsprachigen Debatte hat Alexander Rammert (2022a) einen umfassenden Ansatz zur Operationalisierung von Mobilität erarbeitet. Vor dem Hintergrund der Hypothese, dass in der Verkehrsplanung bisher keine klare Definition von Mobilität vorgelegen habe und sie generell eine zu geringe Rolle in der Planungspraxis spiele, entwickelt er ein umfassendes Indikatorenset für die räumliche Messung von Mobilitätspotentialen. Zwar misst Rammerts Mobilitätsindex nicht unmittelbar nachhaltige, sondern alle Formen von Mobilität. Jedoch argumentiert er, dass die von ihm vorgeschlagene Operationalisierung genereller, individueller Mobilitätspotentiale ein wichtiges Hilfsmittel darstellt, für den von ihm als notwendig beschriebenen Wandel weg von einer Verkehrs- und hin zur Mobilitätsplanung, die auch dem eigentlichen Bewegungsvorgang vorgelagerte Prozesse mit einbezieht (RAMMERT 2022b:2).

Eine von MIRANDA & DA RODRIGUES SILVA (2012) durchgeführte Studie hat, im Gegensatz zu der Mehrzahl der analysierten Indikatorensets, die sich überwiegend auf nordamerikanische und europäische Städte beziehen, mit Curitiba, Brasilien, einen im globalen Süden zu verortenden geographischen Bezugsrahmen. Unter Rückbezug auf eine frühere Arbeit eines der Autor\*innen, in der ein „Index of Sustainable Urban Mobility“ (I\_SUM) (DA SILVA & DA SILVA COSTA 2010) entwickelt wird, wenden die Autor\*innen den I\_SUM auf das Beispiel Curitiba an (MIRANDA & DA RODRIGUES SILVA 2012:143). Der aus 87 Indikatoren bestehende Index stellt ein umfangreiches Framework für die Messung nachhaltiger, kommunaler Mobilität dar. Dieses umfasst neben Verkehrsinfrastruktur und Angebot auch soziale und politische Aspekte und darüber hinaus Indikatoren, die der übergeordneten Kategorie der *integrierten Planung* zugerechnet werden (ebd.: 144 f.). Die für die Berechnung des Index benötigte Datengrundlage ergibt sich größtenteils aus offiziellen, kommunalen Statistiken. Curitiba gelte den Autor\*innen zu Folge als ein positives Beispiel für nachhaltige urbane Mobilität in Brasilien und darüber hinaus, u.a. auf Grund des umfangreichen Bus Rapid Transit (BRT) Systems. Daher validieren MIRANDA & DA RODRIGUES SILVA (2012:150) den I\_SUM Index am genannten Fallbeispiel, wobei sie ergänzen, dass einzelne positive Einflussfaktoren auf das untersuchte Mobilitätssystem nicht abgebildet werden wie etwa langfristige Bodennutzungspolitiken.

Einen methodisch hervorzuhebenden Ansatz wählen Danielis et al. (2012), die unter Rückgriff auf einen auf 16 Indikatoren beruhenden Index nachhaltige Mobilität in 116 italienischen Städten untersuchen. Die verwendeten Indikatoren werden dabei den drei Nachhaltigkeitsdimensionen Ökologie, Soziales und Ökonomie zugeordnet (DANIELIS et al. 2018:380). Im Vergleich zu den anderen behandelten Indikatorensets und Studien liegt die Besonderheit des verwendeten Ansatzes im methodischen Vorgehen der Autor\*innen, das fünf unterschiedliche Standardisierungs-Verfahren umfasst (DANIELIS et al. 2018:386). Daher präsentieren DANIELIS et al. (2018) die Ergebnisse der einzelnen untersuchten Kommunen nicht anhand einzelner Werte, sondern als Häufigkeitsverteilungen, um einerseits die Robustheit des verwendeten Indikatorensets zu überprüfen und andererseits die Effekte der verschiedenen Normalisierungs-, Gewichtungs- und Aggregationsverfahren auf die Ergebnisse des Indexes zu untersuchen. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Wahl des jeweiligen Verfahrens einen signifikanten Effekt auf die konkreten Ergebnisse des jeweiligen Indikatorensets hat (DANIELIS et al. 2018:393).

GILLIS et al. (2016) erarbeiten auf Grundlage eines Literaturreviews ein aus 22 Indikatoren bestehendes Indikatorenset, das die verschiedenen Aspekte nachhaltiger Mobilität in unterschiedlichen sozialen und wirtschaftlichen Kontexten abdecken und global anwendbar sein soll. Ziel ist es, die Übertragbarkeit von erfolgreichen Maßnahmen und Strategien für nachhaltige urbane Mobilität zu erleichtern. Die verwendeten Indikatoren decken die drei Nachhaltigkeitsdimensionen Ökologie, Soziales und Wirtschaft ab und sind unterteilt in die Kategorien globale Umwelt, ökonomischer Erfolg, Lebensqualität und Performance des Mobilitätssystems (ebd.: 4). Jedoch sind einige Indikatoren nicht in allen Kontexten anwendbar, sondern müssen möglicherweise angepasst oder ersetzt werden, um den spezifischen lokalen Bedingungen zu entsprechen. Zwar werden sowohl objektive wie subjektive Einflussfaktoren miteinbezogen, allerdings ist es in Einzelfällen fraglich, ob die empfohlene Bemessungsgrundlage für die einzelnen Indikatoren im konkreten Anwendungsfall tatsächlich vorhanden ist. So schlagen die Autor\*innen für den Indikator Qualität des öffentlichen Raums vor, diesen über Befragungsdaten zu messen, von denen nicht sicherzustellen sei, dass diese tatsächlich vorhanden sind (GILLIS et al. 2016:10). Insgesamt handelt es sich um ein umfangreiches und multidimensionales Indikatorenset, das sowohl auf subjektiven wie objektiven Daten beruht und theoriegeleitet in einer umfangreichen Literaturanalyse erarbeitet wurde. Jedoch ist zu vermuten, dass die konkrete Anwendung durch die großen Herausforderungen bei der Akquise der benötigten Daten mit einigen Hürden verbunden ist.

Auch existieren einige Indizes, die von Nichtregierungsorganisationen entwickelt wurden. So etwa der „Bundesländerindex Mobilität & Umwelt“ des Interessenverbands „Allianz pro



Schiene“, der seit 2014 durchgeführt wird, zuletzt 2020 bzw. 2021 (ALLIANZ PRO SCHIENE 2020). Jedoch bildet dieser aktuelle politische Entwicklungen im Bereich Mobilität auf Ebene der Bundesländer ab, wohingegen die Mehrzahl der in die Analyse einbezogenen Indizes und Indikatorensysteme auf Stadt- bzw. Kommunalebene bezogen sind. Zudem spiegeln die fünf jeweils zu gleichen Teilen gewichteten Teilindizes Verkehrssicherheit, Lärminderung, Flächenverbrauch, Klimaschutz und Luftqualität nur einen kleinen Teil der Charakteristika nachhaltiger Mobilität wider. Dies wird von den Autor\*innen des Index bewusst in Kauf genommen, da sie sich „bei den verkehrspolitischen [Zielen] auf die oberste Ebene der politischen Ziele“ beschränken (ALLIANZ PRO SCHIENE 2019). Neben der Auswertung von Daten, die v.a. von offiziellen Quellen wie dem Statistischen Bundesamt stammen, ist Teil der Erhebung eine Befragung der Landesverkehrsministerien, wobei diese nach ihren jeweiligen Zielvorhaben während des Erhebungszeitraums befragt wurden. Dieser Fokus auf die landespolitische Ebene inklusive der direkten Einbeziehung relevanter politischer Akteur\*innen stellt ein Alleinstellungsmerkmal im Vergleich mit den anderen untersuchten Indikatorsystemen dar, jedoch werfen der inhaltliche relative enge Fokus hinsichtlich der einbezogenen Indikatoren sowie die gleichmäßige Gewichtung der einzelnen Indikatorkategorien Fragen hinsichtlich der Bewertung der Ergebnisse auf.

Der vom Allgemeinen Deutschen Automobil Club (ADAC) entwickelte „Mobilitätsindex“ (ADAC E.V. 2022) hat zum Ziel, nachhaltige Mobilität in Deutschland abzubilden. Ähnlich wie der „Bundesländerindex Mobilität & Umwelt“ ist der räumliche Maßstab die Bundes- sowie Länderebene. Die insgesamt 55 Indikatoren, die in Leitindikatoren sowie diesen zugeordneten Indikatoren unterteilt werden, bilden unterschiedliche Bereiche des deutschen Verkehrsgeschehens, überwiegend aus dem Bereichen Umwelt und Verkehrsangebot, bzw. Infrastrukturen (ADAC E.V. 2022:7), ab. Die Datengrundlage speist sich aus großenteils öffentlich verfügbaren, offiziellen Quellen (ebd.: 8). In Bezug auf die gewählten Indikatoren fällt auf, dass es einen starken Fokus auf den MIV gibt, wobei dieser keine Variable mit negativen Effekt darstellen. Darüber hinaus sind verkehrspolitische Indikatoren und vor allem der Radverkehr als zentraler Bestandteil des Umweltverbands stark unterrepräsentiert. Insgesamt erscheint der Index geeigneter für die Abbildung allgemeiner Mobilitätspotentiale als für die Messung nachhaltiger Mobilität.

Einen anderen Ansatz wählen die Autor\*innen des „Städteranking[s] zur nachhaltigen Mobilität“, das vom Umweltverband Greenpeace durchgeführt wurde (GREENPEACE E.V. 2017). Er untersucht nachhaltige Mobilität in den 14 einwohnerstärksten deutschen Städten: Berlin, Hamburg, München, Köln, Frankfurt am Main, Stuttgart, Düsseldorf, Dortmund, Essen, Leipzig,

Bremen, Dresden, Hannover und Nürnberg, wobei Freiburg als besonders herausragendes Beispiel für nachhaltige urbane Mobilität als ‚außer Konkurrenz‘ dargestellt wird. Die 22 Indikatoren des Rankings verteilen sich auf drei Themenfelder: „Neue Mobilität“, „Umwelt & Gesundheit“, sowie „Erreichbarkeit“. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den ersten beiden Kategorien, wobei eine Vielzahl unterschiedlicher Indikatoren erfragt werden, die entweder auf das Verkehrsangebot verweisen (etwa „Anzahl Räder Bike-Sharing“) oder auf umweltpolitische Zielsetzungen (etwa „Konzept CO<sub>2</sub> freie Mobilität“) bzw. Umweltdaten wie der Höhe der Feinstaubemissionen im Stadtgebiet. Lediglich „Erreichbarkeit“ wird durch einen einzigen, rein auf Geodaten beruhenden Indikator abgebildet, und zwar über den Anteil der Bevölkerung in 600 Meter Entfernung zu schienengebundenen Haltestellen des ÖPNV. Insgesamt ist der verwendete Indikatoren-Katalog vielseitig und bildet insbesondere viele Kriterien ab, die geeignet erscheinen, den Prozess der Mobilitätswende abzubilden, so zum Beispiel Mobilitätsangebote aus dem Bereich der Sharing-Economy oder verkehrspolitische Vorhaben. Es finden sich in der Auswahl nur wenige infrastrukturbezogene Indikatoren, was sich auch in den verwendeten Daten widerspiegelt: diese stammen zumeist aus offiziellen kommunalen Statistiken und wurden also für die jeweils untersuchte Stadt eigens recherchiert, teilweise auch mit Hilfe direkter Anfragen an die zuständigen Behörden.

Ein Beispiel für einen dem Bereich der kommunalen Praxis entstammenden Entwurf eines Indikatorsystems stellt der „Masterplan Mobilität der Stadt Frankfurt“ dar. Dieser stellt die lokale Umsetzung eines *Sustainable Urban Mobility Plans* (SUMP) auf den Frankfurter Kontext dar. Hierfür werden verschiedene Indikatoren gebildet, welche die strategischen Ziele der Stadt Frankfurt hinsichtlich des Etablierens einer „nachhaltige[n] Mobilitätskultur (STADT FRANKFURT AM MAIN:96) bis zum Jahr 2035“ abbilden und messen. Die strategischen Ziele umfassen eine Veränderung des Modal Splits in Richtung des Umweltverbunds, Erreichbarkeit, sozialer Ausgleich und Teilhabe, Klimaschutz, Gesundheitsschutz und Verkehrssicherheit und sind jeweils durch Hauptindikatoren und ergänzende Indikatoren operationalisiert, die durchweg einen objektiven Charakter haben (ebd.: 100ff). Es handelt sich hierbei also nicht um einen Index im Sinne der bisher dargestellten Beispiele, sondern um einen strategischen Leitfaden, der die einzelnen Dimensionen, die als relevant für die Transformation des Frankfurter Mobilitätssystems verstanden werden, bestimmt (ebd.: 100ff).

Eine Operationalisierung von nachhaltiger Mobilität mit großer politischer Relevanz sind die von der Europäischen Kommission entwickelten „Sustainable Urban Mobility Indicators“ (SUMI). Diese wurden im Rahmen des SUMI Projekts auf Grundlage der Daten von ca. 50

europäischen Städten entwickelt, mit dem Ziel als „Benchmarking Tool“ (EUROPEAN COMMISSION 2023) zu dienen, um die u.a. im SUMP-Framework festgeschriebenen Eckpunkte nachhaltiger urbaner Mobilität in europäischen Städten zu messen. Das Indikatorenset umfasst 18 Indikatoren, wobei diese in 13 Hauptindikatoren und 5 sekundäre Indikatoren unterteilt sind, die ein umfassendes Bild städtischer Mobilität zeichnen. Enthalten sind Indikatoren zu ökologischen Gesichtspunkten wie Treibhausgasemissionen, gesundheitlichen Faktoren (Luftschadstoffe, Lärmbelastung, Verkehrssicherheit), aber auch soziale Aspekte wie die Bezahlbarkeit des ÖPNV und allgemeine, Attraktivität und Funktionalität des Nahverkehrs betreffende Indikatoren, z.B. Erreichbarkeit. Zudem stellt die Europäische Kommission umfangreiche Informationen für die praktische Anwendung durch Städte zur Verfügung. Die Aussagekraft des Benchmarking-Tools soll zukünftig noch durch die Nutzung von einer wachsenden Zahl von Städten ansteigen, durch die stetige Vergrößerung der zugrundeliegenden Datenbank.

Einen ähnlichen Zugang verfolgt der im Auftrag des Umweltbundesamts ausgearbeitete Bericht „Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie“ (GERLACH et al. 2015). Aufgrund der Orientierung auf den bundesweiten Rahmen sind die einzelnen verwendeten Indikatoren nicht unmittelbar relevant für den kommunal ausgerichteten Mobilitätswendeindex. Die inhaltliche und methodische Ausarbeitung der verwendeten Indikatoren schließen an die Arbeit von Jourmad und Gudmundsson (2010) hinsichtlich der von diesen formulierten Bewertungskriterien für Indikatoren im Bereich nachhaltiger Mobilität an und bieten so methodische Anknüpfungspunkte für MOWENDIKO (GERLACH et al. 2015:42).

Es liegen zudem mehrere Indizes vor, die von privatwirtschaftlichen Unternehmen, etwa Unternehmensberatungen, entwickelt wurden und sich im Gegensatz zu wissenschaftlichen Arbeiten oftmals dadurch auszeichnen, dass sie einen stärkeren Fokus auf ökonomische Aspekte legen. So sind die Indikatoren des „Sustainable Cities Index“ (2017) der Unternehmensberatung Arcadis in drei Sub-Indexe gegliedert, von denen einer die Profitabilität des jeweiligen städtischen Verkehrssystems messen soll. Generell enthalten Indexe aus dieser Stoßrichtung zum Teil Indikatoren, die aus wissenschaftlicher Perspektive in Frage gestellt werden können. So wird im „Sustainable Cities Index“ die Effizienz des Verkehrssystems über die erlaubte Maximalgeschwindigkeit für den MIV operationalisiert, was einer vom Primat des Automobilverkehrs abrückenden Mobilitätspolitik entgegensteht. Ähnlich ist der „The 2020 Deloitte City Mobility Index“ (DIXON et al. 2020) zu verstehen, der zu den ökonomisch orientierten Indexen gerechnet werden kann und auf die Digitalisierung städtischer Mobilität fokussiert.

### 3.3 Indikatorensysteme: Fußverkehr

Als ein Teilbereich nachhaltiger Mobilität können die Ausgangsbedingungen für den Fußverkehr verstanden werden, dessen Förderung für Konzepte wie die 15-Minuten-Stadt und nah-räumliche Mobilität generell, zentral ist. Die Operationalisierung ortsspezifischer Bedingungen des Fußverkehrs findet v.a. in Bezug auf den Begriff der Walkability statt. Hierzu liegen mehrere wissenschaftliche Arbeiten vor, die unter unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen Walkability im städtischen Raum messen (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Indikatorensysteme Fußverkehr

Index	Autor*innen	Typ	Gegenstand
<b>International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems: The IPEN adult study.</b>	Adams et al. (2014)	Wissenschaftliche Publikation	Anwendung des von FRANK, L. D. et al. (2010) entwickelten Walkability-Frameworks im globalen Kontext
<b>The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study</b>	Frank et al. (2010)	Wissenschaftliche Publikation	Entwicklung und Validierung eines GIS-basierten Walkability-Index
<b>Identifying appropriate land-use mix measures for use in a national walkability index</b>	Mavoa et al. (2018)	Wissenschaftliche Publikation	Diskussion verschiedener Ansätze für die Bestimmung von Indikatoren für Flächennutzungsmix
<b>Validation of Walk Scores and Transit Scores for estimating neighborhood walkability and transit availability: a small-area analysis</b>	Duncan et al. (2012)	Wissenschaftliche Publikation	Validierung von Walk Scores und Transit Scores, basierend auf der Walk Score Methodik mit objektiven GIS Indikatoren
<b>Walkability assessment for urban areas around railway stations along the Rhine-Alpine Corridor</b>	Otsuka et al. (2021)	Wissenschaftliche Publikation	Untersuchung von Walkability in der Umgebung von Bahnhöfen, Einbezug von objektive Faktoren sowie subjektiven Faktoren
<b>Wie fußgängerfreundlich sind deutsche Großstädte? - Neue Ergebnisse aus der Walkability-Forschung</b>	Schmitz et al. (2023)	Wissenschaftliche Publikation	Festlegung von Indikatoren zur Messung von Entwicklungs- und Planungszielen im Hinblick auf die Begehbarkeit von Stadtvierteln

Quelle: Eigene Darstellung

Gemeinsam ist diesen Ansätzen, dass sie ihren Fokus überwiegend auf objektive, sich aus der gebauten Umwelt ergebende Einflussfaktoren legen und oftmals zu großen Teilen auf Geodaten (Geoinformationssystem) basieren. Diese methodische und inhaltliche Schwerpunktsetzung unterscheidet die im nachfolgenden vorgestellten Arbeiten von den meisten bisher dargestellten Arbeiten. Zentrale und viel verwendete Indikatoren von Walkability sind z.B. die Konnektivität des Straßennetzes, Landnutzungsmix, Entfernung zu Destinationen und Bevölkerungsdichte (TSIOMPRASA & PHOTISA 2017:524). Als Charakteristika von Quartieren mit einer hohen Walkability gelten eine hohe Bevölkerungsdichte, eine multifunktionale Flächennutzung, die Wohnraum und Gewerbefläche umfasst, ein dichtes Straßennetz sowie eine Stadtraumgestaltung im menschlichen Maßstab (WINTERS et al. 2013:866).

Eine zentrale und vielbeachtete Arbeit stellt der von Frank et al. (2010) erarbeitete Walkability-Index dar, mit dem die Autor\*innen den Einfluss der gebauten Umwelt auf aktive Mobilität in

Form des Zufußgehens untersuchen (ebd.: 942). Der Index setzt sich aus vier objektiven Indikatoren zusammen, die sich positiv auf Walkability auswirken: Anwohnerdichte pro Straßennetz, das Verhältnis von Ladenflächen zu kommerziell genutzten Grundstücksflächen, Kreuzungsdichte im Straßennetz, und der Flächennutzungsmix (ebd.: 925). Anhand der „Neighborhood Quality of Life Study“, in der der Zusammenhang zwischen gebauter Umwelt und der physischen Aktivität von erwachsenen Personen untersucht wurde, gelingt es den Autor\*innen, den von ihnen entwickelten Vier-Komponenten-Index anhand zweier unterschiedlicher US-amerikanischer Fallbeispiele zu validieren. Die positiven gesundheitlichen Effekte, die sich für die Bewohner\*innen von Nachbarschaften mit einer hohen Aktivität ergeben, konnten auf Grundlage des von Frank et al. (2010) entwickelten Ansatzes für 17 Städte in 14 verschiedenen Ländern nachgewiesen werden (MAVOA et al. 2018:683, ADAMS et al. 2014). In der wissenschaftlichen Walkability-Debatte ist strittig, wie die verschiedenen Indikatoren gewichtet werden sollen (TSIOMPRAZA & PHOTISA 2017:524). Vor diesem Hintergrund haben Tsiomprasa und Photisa (2017) den Einfluss der unterschiedlichen Bestandteile von Walkability auf zu Fuß zurückgelegte Wege untersucht. Anhand der Daten einer in Griechenland durchgeführten Befragung kommen die Autor\*innen zu dem Schluss, dass die Erreichbarkeit von ÖV-Haltestellen und Einkaufsmöglichkeiten die wichtigsten Faktoren für quartiersbezogene Walkability sind (TSIOMPRAZA & PHOTISA 2017:529).

Ein abseits des wissenschaftlichen Diskurses verbreiteter Index für die Messung von Walkability, ist der vom Unternehmen Redfin entwickelte „Walk Score“, der sich auf US-amerikanische und kanadische Adressen anwenden lässt. Es handelt sich hierbei um ein kommerzielles Produkt, das z.B. auch von Akteuren der Immobilienwirtschaft genutzt wird, da sich Wohnlagen, die eine hohe Punktzahl vorweisen können, als besonders lebenswert vermarkten lassen (WALK SCORE 2023a). Darüber hinaus werden auch die Fahrradfreundlichkeit in Form des „Bike Score“ sowie der „Transit Score“ erhoben (WALK SCORE 2023b). Mittlerweile existieren auch weitere, zumeist kommerzielle Online-Tools, die versuchen, Walkability zu messen (TSIOMPRAZA & PHOTISA 2017:524). Duncan et al. (2013) nehmen die Verbreitung des Walk Score zum Ansatz, dessen Validität und die des Transit Score anhand GIS-basierter Indikatoren zu überprüfen. Mithilfe des Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten wird gezeigt, dass ein Zusammenhang besteht zwischen der von den Autor\*innen vorgenommenen Operationalisierung von Walkability und der Walk Score Methodik. Den beschriebenen Zusammenhang untersuchen die Autor\*innen jeweils für 400x800 Meter umfassende Pufferzonen (*Buffer*), wobei die Signifikanz für letztere höher sei. Daraus ziehen DUNCAN et al. 2013 den Schluss, dass Walk

Score ein geeignetes Mittel zur Bewertung quartiersbezogener Walkability sei, jedoch funktioniere er besser in Bezug auf größere Maßstabsebenen (ebd.: 412).

SCHMITZ et al. (2023) messen die residentielle Fußverkehrsfreundlichkeit der 16 bevölkerungsreichsten deutschen Städte mit Hilfe eines neu entwickelten GIS-Messinstruments, dem ILS-Walkability-Index. Er basiert auf offenen Geodaten, was eine prinzipiell ortsunabhängige Anwendung der entwickelten Methodik ermöglichen soll. In Anlehnung an CERVERO & KOCKELMAN (1997) analysiert das von den Autor\*innen entwickelte GIS-Werkzeug entlang der raumstrukturellen Dimensionen Dichte, Diversität und Erreichbarkeit von Wegezielen, was zu den Indikatoren Durchlässigkeit des Fußwegenetzes, Beschaffenheit des Terrains, Grünflächenanteil, die Ausstattung und Erreichbarkeit mit Einrichtungen der Daseinsvorsorge und Einwohnerdichte“ (ebd.: 7) führt, aus denen sich der Index zusammensetzt. Der Index hat gemäß den Autor\*innen den Anwendungszweck, eine erste Bewertung der Walkability von urbanen Räumen zu bieten und soll dank des Rückgriffs auf technologische Fortschritte wie dem Fußwege-routing präziser sein als bisherige Ansätze. Durch die freie Zugänglichkeit der entwickelten, dem Index zugrundeliegenden Software und die auf prinzipiellen offenen Geodaten basierende Datengrundlage, soll das entwickelte Tool Stadtplaner\*innen bei der Gestaltung von Stadträumen mit großer Walkability helfen und als Instrument zur langfristigen Erfassung der Fußgängerfreundlichkeit dienen.

Einen stärkeren Fokus auf subjektive Einflussfaktoren auf Walkability legen Otsuka et al. (2021), die Walkability in einem Umkreis von 800m um Bahnhöfe untersuchen. Neben klassischen Walkability-Indikatoren wie Flächennutzung wurden auch subjektive Indikatoren, wie Gehkomfort, Angst vor Kriminalität, die Sauberkeit der Straße und die Flüssigkeit des Fußverkehrs, die durch Ortsbegehungen erhoben wurden, einbezogen (OTSUKA et al. 2021:3ff.). Mithilfe der Walk Score Methodik wurden die Ergebnisse validiert, woraus die Autor\*innen den Schluss ziehen, dass neben der gebauten Umwelt auch die subjektive Wahrnehmung des Zu-Fuß-Gehens stärker in Walkability-Ansätze miteinbezogen werden sollte (OTSUKA et al. 2021:10). Dabei betonen sie die Relevanz von Walkability rund um Bahnhöfe, auch vor dem Hintergrund der Attraktivität eines nachhaltigen Verkehrsverhaltens (OTSUKA et al. 2021:1).

### 3.4 Indikatorensysteme: Radverkehr

Gute Ausgangsbedingungen für den städtischen Radverkehr sind für die Ermöglichung nachhaltiger, urbaner Mobilitätsformen zentral (LANZENDORF & BUSCH-GEERTSEMA 2014). In Anlehnung an die Messung von Walkability, versuchen Bikeability-Ansätze, die räumlichen Ausgangsbedingungen für den Radverkehr abzubilden. Die untersuchten Beiträge aus dem Bereich Radverkehr und Bikeability sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Indikatorensysteme Radverkehr

Index	Autor*innen	Typ	Gegenstand
<b>Der ADFC Fahrradklima-Test 2022</b>	ADFC (2020)	Ranking	Deutschlandweite Erhebung subjektiver Einstellungen zum städtischen Radverkehr
<b>Bikeability – Index für Dresden</b>	Gehring (2017)	Wissenschaftliche Publikation	Entwicklung und Anwendung eines Bikeability-Index für Dresden
<b>Copenhagenize Index</b>	Copenhagenize Design Company (2019)	Ranking	Ranking der Fahrradfreundlichkeit von 600 internationalen Städten mit einer Einwohnerzahl von 600.000 oder höher
<b>Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments</b>	Krenn et al. (2015)	Wissenschaftliche Publikation	Entwicklung eines Bikeability Index für die Anwendung auf (mittelgroße)europäische Städte
<b>Mapping bikeability: a spatial tool to support sustainable travel</b>	Winters et al. (2013)	Wissenschaftlicher Artikel	Entwicklung und Anwendung eines GIS-gestützten Bikeability-Index
<b>The Munich Bikeability Index: A Practical Approach for Measuring Urban Bikeability</b>	Schmid-Querg (2021)	Wissenschaftlicher Artikel	Entwicklung und Anwendung eines GIS-gestützten Bikeability Index

Quelle: Eigene Darstellung

Nach SCHMID-QUERG et al. (2021:4) lassen sich die Begriffe Bikeability und Fahrradfreundlichkeit dahingehend unterscheiden, dass ersterer auf objektiven, infrastrukturellen Faktoren fuße, wohingegen Fahrradfreundlichkeit auch subjektive Wahrnehmungen und politische bzw. kulturelle Aspekte umfasse. Denn auch wenn Fußverkehr oftmals die wichtigste Fortbewegungsart gemessen am Modal Split ist, ist es der Radverkehr, der die näherliegende Alternative zum MIV für relativ kurze Wege, die länger als einen Kilometer sind, darstellt (WINTERS et al. 2013:866).

Vor dem Hintergrund der Arbeiten zu Walkability haben Winters et al. (2013) einen Bikeability-Index entwickelt mit dem Anspruch, die Fahrradfreundlichkeit der gebauten Umwelt anhand objektiver Kriterien, die sich durch Geodaten abbilden lassen, zu charakterisieren. Denn bisher, so die Autor\*innen, würde Fahrradfreundlichkeit zwar mit Fokus auf subjektive oder objektive Einflussfaktoren untersucht, jedoch nicht systematisch für die Planungspraxis operationalisiert (WINTERS et al. 2013:866). Die Einflussfaktoren auf Bikeability ermitteln die Autor\*innen in einem dreiteiligen Verfahren: durch Meinungsbefragungen, die Analyse von Studien zum Verkehrsverhalten und die Durchführung von Fokusgruppen mit Radfahrenden (ebd.:

869). Der auf dieser empirischen Grundlage erarbeitete, GIS-gestützte Bikeability-Index besteht aus den Indikatoren Fahrradwegedichte, Fahrradwegeseperation, Konnektivität von fahrradfreundlichen Straßen, Topographie und Dichte potentieller Destinationen (WINTERS et al. 2013:870). Die Autor\*innen begründen die von ihnen gewählte Fokussierung auf Geodaten und objektive Einflussfaktoren durch die vereinfachte Anwendbarkeit ihrer Operationalisierung von Bikeability auf andere Fallbeispiele und eine größere Vergleichbarkeit der Ergebnisse (WINTERS et al. 2013:878). Dennoch argumentieren KRENN et al. (2015:451), dass das Straßennetz europäischer Städte nicht mit dem oftmals gleichmäßig rasterförmigen nordamerikanischer Städte vergleichbar sei, weswegen sie auf Grundlage von WINTERS et al. 2013 einen GIS-gestützten Bikeability-Index für die Anwendung auf den europäischen Kontext entwickelt haben. Auf Grundlage von GPS-Daten von Personen in der österreichischen Stadt Graz, die das Fahrrad als alltägliches Transportmittel nutzen, konnten KRENN et al. (2015:453) die Länge der tatsächlich gewählten Wege mit den jeweils kürzesten vergleichen und daraus die Bestandteile ihres Bikeability-Ansatzes ableiten. Dieser unterscheidet sich vom Modell Winters et al. (2013) dahingehend, dass Hauptstraßen ohne separaten Radweg, blau-grüne Infrastrukturen sowie der Landnutzungsmix als Indikatoren hinzugenommen wurden. Die Ergebnisse wiederum wurden mit den Daten einer in Graz durchgeführten Studie zur Fahrradfreundlichkeit der Stadt validiert (KRENN et al. 2015:453). Auch KRENN et al. (2015:452) argumentieren für die Verwendung von GIS-Daten für die Entwicklung eines Bikeability-Index, da so im Gegensatz zu Befragungen und Audit-basierten Vorgehensweisen auch großflächige Untersuchungen ohne große Zeitaufwände halb-automatisiert durchgeführt werden können.

Aufbauend auf die Arbeiten von WINTERS et al. (2013) und KRENN et al. (2015) entwickelt GEHRING (2016) einen Bikeability-Ansatz, um die infrastrukturellen Ausgangsbedingungen des Radverkehrs in Dresden zu untersuchen. Die verwendeten Indikatoren (Radinfrastruktur, Vorhandensein baulich getrennter Radwege, Grün- und Wasserflächen, Topographie, Flächennutzung) orientieren sich stark an den genannten Arbeiten. Hinsichtlich der verwendeten Datenquellen ist hervorzuheben, dass neben der Nutzung offener Open-Street-Map-Daten auch solche der Ausdauersport-Anwendung „Strava“ zur Auswertung der Radverkehrsauslastung des untersuchten Raums für die durchgeführte GIS-Analyse genutzt werden. Auch SCHMID-QUERG et al. (2021) entwickeln am Beispiel des innerstädtisch gelegenen Münchner Quartiers Maxvorstadt einen GIS-gestützten Bikeability-Index im deutschen Kontext. Die verwendeten vier Indikatoren, aus denen sich der Index zusammensetzt, leiten die Autor\*innen aus Forschungsinterviews mit Radfahrer\*innen im Untersuchungsgebiet ab. Auf dieser Grundlage bilden sie die Indikatoren Existenz und Typ des Radwegs, Tempolimit, Abstellmöglichkeiten für



Fahrräder sowie Qualität der Kreuzungsinfrastruktur für Radverkehr (SCHMID-QUERG et al. 2021:6). Das verwendete Indikatorenset unterscheidet sich also von den bisher behandelten Ansätzen durch den Fokus auf Kreuzungen, Parkraum und die Existenz eines Tempolimits für MIV.

Einen einflussreichen Radverkehrs-Index stellt der „Copenhagenize Index“ des Beratungsunternehmens „Copenhagenize Design Company“ dar. Die Ergebnisse des Indexes bildet ein Ranking von weltweit 600 Städten mit mehr als sechshunderttausend Einwohner\*innen, an dessen Spitze in der jüngsten Auflage Kopenhagen und Amsterdam stehen. In den Index fließen objektive wie subjektive Indikatoren ein aus den Kategorien „Streetscape Parameters“, „Culture Parameters“ und „Ambition Parameters“, jedoch ist die dahinterliegende Methodik nicht einsehbar. Dies ist vermutlich auf das kommerzielle Interesse des Unternehmens zurückzuführen, das Beratungsdienstleistungen im Bereich Fahrradinfrastruktur und Urban Design anbietet, u.a. die Analyse der radverkehrsbezogenen Ausgangssituation von Kommunen mithilfe des „Copenhagenize Index“. Die enthaltenen Indikatoren wie etwa „Image des Fahrrads“, „Advocacy für Radverkehr“ oder „Politics“ erscheinen im Vergleich zu den anderen Bikeability-Operationalisierungen als innovativ, jedoch sind die Bezugsgrößen der einzelnen Indikatoren nicht angegeben und daher nicht nachvollziehbar (COPENHAGENIZE DESIGN COMPANY 2023).

Im deutschen Kontext stellt der im zweijährigen Turnus vom Radverkehr-Interessensverband Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e.V. (ADFC) durchgeführte „ADFC-Fahrradklimatest“ eine wichtige Erhebung subjektiver Einschätzungen hinsichtlich der Fahrradfreundlichkeit deutscher Städte dar. Die Befragung umfasst 27 Fragen in fünf Kategorien: Fahrrad- und Verkehrsklima, Stellenwert des Radverkehrs, Sicherheit beim Radfahren, Komfort beim Radfahren und die Radverkehrsnetz-Infrastruktur. Die Ergebnisse werden aufgeschlüsselt auf fünf Stadtgrößenklassen (mehr als 500.000 Einwohner\*innen, 200.000 – 500.000 Einwohner\*innen, 100.000 bis 200.000 Einwohner\*innen, 50.000 – 100.000 Einwohner\*innen, 20.000 – 50.000 Einwohner\*innen und < 20.000 Einwohner\*innen) dargestellt (ADFC 2023a). Zwar ist die Erhebung nicht repräsentativ, da sie in einem Schneeballsystem durchgeführt wird und es somit keine Beschränkung der Teilnahme gibt. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass Personen mit einem stärkeren persönlichen Bezug zum Verkehrsmittel Fahrrad im Sample stark überrepräsentiert sind. Dennoch sind Ergebnisse durch die große Zahl der Teilnehmenden (2022: n=245.000) und die seit 1998 regelmäßige, in einem zweijährigen Turnus durchgeführte Erhebung, sowohl für die kommunalpolitische Praxis, als auch für die Forschung von Interesse. Vor diesem Hintergrund sollen einzelne Indikatoren aus der aktuellen Erhebung des Fahrradklimatests in den Mobilitätswendeindex mit einbezogen werden, da sie abseits der großen Studien

zum Mobilitätsverhalten wie Mobilität in Deutschland (MiD) und Mobilität in Städten (SrV) eine der wenigen, deutschlandweit vorliegenden und regelmäßig erhobenen Datengrundlagen zu subjektiven Daten in diesem Bereich darstellt. Die Erhebung und Durchführung des Fahrradklima-Tests wird vom Bundesverkehrsministerium gefördert (ADFC 2023b).

### 3.5 Indikatorensysteme: Öffentlicher Verkehr

Im Vergleich zu den bisher besprochenen Themenfeldern liegen im Bereich des ÖPNV weniger Indikatorensysteme bzw. vergleichbare Ansätze vor (s. Tabelle 5). Dies mag u.a. darin begründet sein, dass die in Teilkapitel 3.1 zitierten Ansätze, die auf nachhaltige Mobilität im Allgemeinen abzielen, oftmals relevante Aspekte des ÖPNV integrieren.

Tabelle 5: Indikatorensysteme Öffentlicher Verkehr

Index	Autor*innen	Typ	Gegenstand
<b>A Composite Index of Public Transit Accessibility</b>	Al Mamun & Lownes (2011)	Wissenschaftliche Publikation	Index der die Zugänglichkeit ( <i>accessibility</i> ) städtischer ÖPNV Systeme misst
<b>Comparative analysis of passenger transport sustainability in European cities</b>	Alonso et al. (2015)	Wissenschaftliche Publikation	Analyse der Nachhaltigkeit von ÖPNV-Systemen auf Grundlage verbreiteter Indikatoren
<b>Urban sustainable transportation indicators for global comparison</b>	Haghshenas & Vaziri (2012)	Wissenschaftliche Publikation	Entwicklung und Anwendung eines Index zur Messung der Nachhaltigkeit städtischer ÖPNV Systeme im internationalen Maßstab

Quelle: Eigene Darstellung

AL MAMUN & LOWNES (2011) erarbeiten einen Index, der die Zugänglichkeit städtischer ÖPNV-Systeme misst. Die hierfür relevanten Indikatoren leiten die Autor\*innen aus der Analyse bestehender Indizes ab, die versuchen, die Zugänglichkeit von öffentlichen Verkehrssystemen zu messen. Die drei untersuchten Konzepte von ÖV-Erreichbarkeit unterscheiden sich hinsichtlich ihrer jeweiligen Schwerpunktsetzung auf den Komfort des ÖV-Angebots, der räumlichen Abdeckung in einem Gebiet sowie der tageszeitbezogenen Analyse des Angebots. Auf Grundlage von drei unterschiedlichen Operationalisierungen von ‚Accessibility‘ entwickeln die Autor\*innen eine Methode, die drei unterschiedlichen Skalierungen der jeweiligen Modelle in ein konsistentes Modell zu überführen (AL MAMUN & LOWNES 2011:77). So zeigen AL MAMUN & LOWNES (2011:84f.), dass durch die von ihnen entwickelte Methodik sich unterschiedliche Operationalisierungen, welche die Zugänglichkeit des öffentlichen Verkehrssystems messen, in Bezug setzen lassen. Ein solcher Ansatz sei hilfreich für verkehrsplanerische Arbeiten, da sich die Bedürfnisse unterschiedlicher Stakeholder (etwa Fahrgäste und Verkehrsplaner\*innen) je nach ausgewählter Grundlage in Bezug setzen lassen.

Auch HAGHSHENAS & VAZIRI (2012) leiten auf Grundlage einer Literaturanalyse „Sustainable Transport Indicators“ ab, die sie in die Nachhaltigkeitskategorien ökonomisch, ökologisch und

sozial einteilen, um so einen Index mit dem Ziel der Messung nachhaltiger städtischer Mobilität zu schaffen, der im globalen Kontext anwendbar sein soll. Diese hat mit der „Millennium cities database for sustainable mobility“ (KENWORTHY, J. & LAUBE 2001) eine einheitliche Datengrundlage, was für eine große Verallgemeinerbarkeit des Index spricht. Diese wird von der Organisation Union Internationale des Transports Publics (UITP) bereitgestellt, jedoch ist die aktuellste verfügbare Auflage des Datensatzes aus dem Jahr 2012. Ebenso wie AL MAMUN & LOWNES (2011) und HAGHSHENAS & VAZIRI (2012), nehmen auch ALONSO et al. (2015) eine Literaturanalyse als Grundlage für die Entwicklung eines Index, um die Nachhaltigkeit urbaner ÖPNV-Systeme zu vergleichen. Vor dem Hintergrund eines multidimensionalen Nachhaltigkeitsbegriffs wählen die Autor\*innen Indikatoren, die sowohl mit Ökologie, Ökonomie und sozialen Fragen verknüpft sind. Auf Grundlage der Anwendung des Index auf die untersuchten Fallbeispiele führen die Autor\*innen eine Clusteranalyse durch, aus der sich die folgenden Cluster hinsichtlich der einzelnen ÖV-Systeme ergeben: ökologisch effizient, sozial freundlich, ökonomisch kompetitiv sowie am wenigsten nachhaltig (ALONSO et al. 2015:590).

Einen vom bisher genannten abweichenden Ansatz wählen COLLINS et al. (2013), die über die Auswertung von dem sozialen Netzwerk Twitter die Zufriedenheit von Fahrgästen, welche die Chicagoer U-Bahn nutzen, im Rahmen einer Einstellungsanalyse untersucht haben. Sie begründen ihren Ansatz damit, dass oftmals die Indikatoren, die von Verkehrsgesellschaften genutzt werden, um ihre Systeme zu evaluieren, v.a. auf deren Performance abzielen, bspw. in der Auslastung, Pünktlichkeit oder Effizienz, jedoch nicht die subjektive Nutzungserfahrung der Fahrgäste gemessen werden. Die verwendete Methodik gibt einen wichtigen Impuls hinsichtlich der schwierigen Operationalisierung mobilitätsspezifischer Diskurse, die Teil von MOWENDIKO sein soll.



#### 4. Diskussion

Indikatoren kann eine wichtige Rolle bei der Gestaltung und Planung nachhaltiger Mobilität zukommen, da sie es ermöglichen, gegenwärtige Entwicklungen sowie die Effekte von verkehrspolitischen Maßnahmen abzuschätzen (LITMAN 2009:1). Des Weiteren können sie dabei helfen, die Multidimensionalität von nachhaltigem Verkehr zu erfassen und in einfacher zugänglichere Teilbereiche zu unterteilen (CASTILLO & PITFIELD 2010:181). Aus vielfältigen Indikatoren gebildete Indizes ermöglichen zudem, komplexe gesellschaftliche Prozesse in numerische Werte zu übersetzen, womit einerseits eine erhebliche Komplexitätsreduktion einhergeht (DAVIS et al. 2012:71). Andererseits lassen sich von den einzelnen Indikatoren eines vielschichtigen Indikatorensets, Schlüsse darüber ziehen, welche Einflussfaktoren besonders relevant für nachhaltige, urbane Mobilität sind (ALONSO et al. 2015:592). Außerdem ist es so möglich, durch die Anwendung eines Index auf mehrere Fallbeispiele vergleichende Aussagen zu treffen, ohne individuelle Fallstudien durchführen zu müssen. Hierin besteht ein Potential des Mobilitätswendeindex. Denn sowohl die Untersuchung des Status Quo der kommunalen Mobilitätswende als auch der Vergleich verschiedener Fallbeispiele können dabei helfen, Problematiken oder Potentiale zu identifizieren und so letztlich zur notwendigen sozial-ökologischen Transformation von Mobilität und Verkehr beizutragen.

Keines der untersuchten Indikatorensysteme hat den politischen Prozess der Mobilitätswende selbst zum Ziel. Dieser Umstand kann demnach als Alleinstellungsmerkmal von MOWENDIKO verstanden werden. Jedoch liegen einige Arbeiten vor, die einen vergleichbaren Ansatz dahingehend verfolgen, dass auch sie sowohl subjektive als auch objektive Einflussfaktoren auf nachhaltige Mobilität einbeziehen (RAMMERT 2022a, GREENPEACE E.V. 2017). Allerdings liegt der Fokus in den meisten untersuchten Fällen entweder nur auf subjektiven oder nur auf objektiven Einflussfaktoren. Indikatoren, die unmittelbar verkehrspolitische Fragestellungen abdecken sind tendenziell unterrepräsentiert, was u.a. damit verknüpft sein könnte, dass diese sich nicht ohne weiteres mit objektiven Daten erfassen lassen. Ein gegenteiliger Trend ist hingegen bei den untersuchten Operationalisierungen von Walkability und Bikeability festzustellen, da diese Indizes beinahe ausschließlich auf objektiven Indikatoren basieren, mit starkem methodischen Fokus auf GIS-gestützte Analysen (ADAMS et al. 2014, DUNCAN et al. 2013, FRANK, L. D. et al. 2010, MAVOA et al. 2018, KRENN et al. 2015, SCHMID-QUERG et al. 2021, WINTERS et al. 2013). Die im eingangs dargestellten Mobilitätskultur-Konzept enthaltene Dimension des Diskurses, ist abseits der Arbeit von COLLINS et al. (2013) eine eindeutige Leerstelle in den Indikatorensets der untersuchten Indizes. Eine Operationalisierung von mobilitätspolitisch relevanten Diskursen erscheint daher von besonderer Relevanz.

Ein Schwerpunkt von MOWENDIKO ist zudem der Fokus auf offene Daten (*Open Data*) hinsichtlich der in den Index mit einzubeziehenden Datenquellen. Daher war eine weitere Fragestellung im Rahmen der Literaturanalyse, inwiefern die behandelten Studien auf offenen Daten basieren. Hierbei zeigt sich, dass v.a. Ansätze, die stark auf Geodaten rekurrieren, wie etwa Bikeability oder Walkability-Indizes, Open Data nutzen (ADAMS et al. 2014, DUNCAN et al. 2013, FRANK, L. D. et al. 2010, GEHRING 2016, KRENN et al. 2015, SCHMID-QUERG et al. 2021, WINTERS et al. 2013). Vor diesem Hintergrund erscheint eine Schwerpunktlegung auf Open Data umso vielversprechender. Denn tendenziell sollte bei einem stärkeren Fokus auf offene Daten, die Übertragung eines Indikatorensystems auf unterschiedliche Kontexte, einfacher fallen. Dies ist für MOWENDIKO von besonderer Bedeutung, da eine prinzipielle Zielstellung des Projekts darin besteht, einen auf möglichst viele Kommunen anwendbaren Index zu entwickeln.

Auffällig ist des Weiteren, dass weder ein einheitlicher methodischer noch inhaltlicher Bezugspunkt für die Anwendung indikatorengestützter Ansätze im Bereich Verkehr und Mobilität besteht. Insbesondere im Hinblick auf wissenschaftliche Arbeiten, die versuchen, komplexe gesellschaftliche Prozesse in Form von Indizes darzustellen, scheint hier Nachbesserungsbedarf zu bestehen. Hieraus ergibt sich für MOWENDIKO das Potential, im Rahmen der Konzeption des Mobilitätswendeindex einen Vorschlag für ebensolche methodischen wie inhaltlichen Bezugspunkte für wissenschaftliche Indizes mit mobilitätspolitischen Schwerpunktsetzungen zu erarbeiten. Ansatzpunkte hierfür ergeben sich etwa aus dem von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) entwickelten Leitfaden für die methodische Entwicklung von Verbundindikatoren (Englisch: *composite indicators*) (OECD / OCDE 2008), auf den sich beispielsweise RAMMERT (2022a:118ff.) bei der Erarbeitung des von ihm entwickelten Mobilitätsindex bezieht.

## 5. Zusammenfassung

Ziel dieses Berichts war es, indikatoren-gestützte Operationalisierungen nachhaltiger urbaner Mobilität vergleichend zu analysieren. Die vorgestellte Literaturanalyse dient als Grundlage für die Erarbeitung des Mobilitätswendeindex im Rahmen des Forschungsprojekts MOWENDIKO. Zu diesem Zweck wurde zunächst der zentrale begriffliche Bezugspunkt, die Mobilitätswende, in die wissenschaftliche Debatte um die sozio-ökologische Transformation von Mobilität und Verkehr eingeordnet. Daraufhin wurde das Mobilitätskulturen-Konzept erläutert, das als Ausgangspunkt für die Erfassung der vielfältigen Einflussfaktoren auf Verkehr und Mobilität dient. Im Rahmen der Literaturanalyse wurden schließlich Ansätze betrachtet, die städtische Mobilität als solche behandeln, oder aber relevante Teilbereiche dieser, wie etwa Fahrradfreundlichkeit. Sowohl wissenschaftliche Publikationen, wie auch solche, die von politischen Organisationen, NGOs und Unternehmen entwickelt wurden, sind in die Analyse eingeflossen. Insgesamt wurden 35 Indikatorensysteme analysiert, die in die Kategorien Nachhaltigkeit, Mobilität, Fußverkehr, Radverkehr und Öffentlicher Verkehr gegliedert wurden. Tendenziell sind Indikatoren, welche die subjektive Erfahrung von Mobilität abbilden, in den meisten Indikatorensystemen unterrepräsentiert. Gleiches gilt für Indikatoren, die nicht infrastrukturbezogen sind oder auf klar messbare Gegenstände wie etwa Luftschadstoffe abzielen. Daher verdeutlichen die Ergebnisse der Literaturanalyse, dass ein solcher Index sowohl subjektive wie objektive Einflussfaktoren auf Mobilität abbilden sollte. Zudem zeigt sich, dass der Fokus auf die Operationalisierung des politischen Prozesses der Mobilitätswende eine Lücke in der bisherigen Forschung zur indikatoren-gestützten Analyse von Mobilität und Verkehr darstellt.

## Literaturverzeichnis

- ADAC E.V. (2022): Der ADAC Mobilitätsindex.: Entwicklung nachhaltiger Mobilität in Deutschland. (Stand: 2022).
- ADAMS, M. A., L. D. FRANK, J. SCHIPPERIJN, G. SMITH, J. CHAPMAN, L. B. CHRISTIANSEN, N. COFFEE, D. SALVO, L. DU TOIT, J. DYGRÝN, A. A. F. HINO, P. LAI, S. MAVOA, J. D. PINZÓN, N. VAN DE WEGHE, E. CERIN, R. DAVEY, D. MACFARLANE, N. OWEN & J. F. SALLIS (2014): International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems: the IPEN adult study. – *International journal of health geographics* 13, 43 (Stand: 2014-10-25).
- ADFC (2023a): ADFC Fahrradklima-Test 2022: Ergebnistabelle, <[https://fahrradklima-test.adfc.de/fileadmin/BV/FKT/Download-Material/Ergebnisse\\_2022/ADFC-Fahrradklima-Test\\_2022\\_Ergebnistabelle\\_Druck\\_Gesamt\\_A3\\_230404.pdf](https://fahrradklima-test.adfc.de/fileadmin/BV/FKT/Download-Material/Ergebnisse_2022/ADFC-Fahrradklima-Test_2022_Ergebnistabelle_Druck_Gesamt_A3_230404.pdf)> (Stand: 2023) (Zugriff: 2023-05-11).
- ADFC (2023b): Dossier ADFC-Fahrradklima-Test, <<https://www.adfc.de/dossier/dossier-adfc-fahrradklima-test/>> (Stand: 2023-02-28) (Zugriff: 2023-02-28).
- AGORA VERKEHRSWENDE (2017): Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern: 12 Thesen zur Verkehrswende (Stand: 2017).
- AL MAMUN, M; N. LOWNES (2011): A Composite Index of Public Transit Accessibility. – *Journal of Public Transportation* 14, 2, 69–87.
- ALLIANZ PRO SCHIENE (2019): Methodik Bundesländerindex Mobilität & Umwelt, <<https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2019/02/181018-bl-index-2018-19-methodik.pdf>> (Zugriff: 2023-02-13).
- ALLIANZ PRO SCHIENE (2020): Bundesländerindex Mobilität & Umwelt 2020/2021, <[https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2020/10/2020\\_Bundeslaenderindex.pdf](https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2020/10/2020_Bundeslaenderindex.pdf)> (Zugriff: 2022-02-13).
- ALONSO, A., A. MONZÓN & R. CASCAJO (2015): Comparative analysis of passenger transport sustainability in European cities. – *Ecological Indicators* 48, 578–592.
- ARCADIS (2017): Sustainable Cities Mobility Index: Bold Moves.
- BAMBERG, S., P. ROLLIN & M. SCHULTE (2020): Local mobility culture as injunctive normative beliefs – A theoretical approach and a related measurement instrument. – *Journal of Environmental Psychology* 71, 101465.
- BANISTER, D. (2008): The sustainable mobility paradigm. – *Transport Policy* 15, 2, 73–80.
- BECKMANN, K. J., J. GIES, J. THIEMANN-LINDEN & T. PREUB (2011): Leitkonzept - Stadt und Region der kurzen Wege: Gutachten im Kontext der Biodiversitätsstrategie (Stand: 2011).



- BERTELSMANN STIFTUNG, BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG, DEUTSCHER LANDKREISTAG, DEUTSCHER STÄDTETAG, DEUTSCHER STÄDTE- UND GEMEINDEBUND, DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK, SERVICE STELLE KOMMUNEN IN DER EINEN WELT & RAT DER GEMEINDEN UND KOMMUNEN EUROPAS / DEUTSCHE SEKTION (2020<sup>2</sup>): SDG-Indikatoren für Kommunen: Indikatoren zur Abbildung der Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen in deutschen Kommunen (Stand: 2020).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALES UND VERKEHR (2021): Umweltverbund: Auszug aus dem Forschungs- Informations-System (FIS) herausgegeben durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), <<https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/21907/>> (Stand: 2023-05-10) (Zugriff: 2023-05-10).
- CASTILLO, H; D. E. PITFIELD (2010): ELASTIC – A methodological framework for identifying and selecting sustainable transport indicators. – *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 15, 4, 179–188.
- CERVERO, R; K. KOCKELMAN (1997): Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. – *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 2, 3, 199–219.
- COLLINS, C., S. HASAN & S. UKKUSURI (2013): A Novel Transit Rider Satisfaction Metric: Rider Sentiments Measured from Online Social Media Data. – *Journal of Public Transportation* 16, 2, 21–45.
- COPENHAGENIZE DESIGN COMPANY (2023): Copenhagenize, <<https://copenhagenizeindex.eu/about/methodology>> (Stand: 2023-02-28) (Zugriff: 2023-02-28).
- DA SILVA, A. N. R; M. DA SILVA COSTA (2010): Development and Application of I\_Sum - An Index of Sustainable Urban Mobility (2010). 2010 Transportation Research Board Annual Meeting.
- DANGSCHAT, J. S. (2022): Verkehrswende – sozial und räumlich ausgewogen. – *Journal für Mobilität und Verkehr*, 14.
- DANIELIS, R., L. ROTARIS & A. MONTE (2018): Composite indicators of sustainable urban mobility: Estimating the rankings frequency distribution combining multiple methodologies. – *International Journal of Sustainable Transportation* 12, 5, 380–395.
- DAVIS, K. E., B. KINGSBURY & S. E. MERRY (2012): Indicators as a Technology of Global Governance. – *Law & Society Review* 46, 1.
- DEFFNER, J., K. GÖTZ, S. SCHUBERT, C. POTTING, G. STETE, A. TSCHANN & W. LOOSE (2006): Schlussbericht zu dem Projekt "Nachhaltige Mobilitätskultur" Entwicklung eines integrierten Konzepts der Planung, Kommunikation und Implementierung einer nachhaltigen, multioptionalen Mobilitätskultur. (Stand: 2006).

- DIXON, S., J. BORNSTEIN & D. PANKRATZ (2020): Urban transport - Cities rethink the basics: The 2020 Deloitte City Mobility Index (Stand: 2020).
- DUNCAN, D. T., J. ALDSTADT, J. WHALEN & S. J. MELLY (2013): Validation of Walk Scores and Transit Scores for estimating neighborhood walkability and transit availability: a small-area analysis. – *GeoJournal* 78, 2, 407–416.
- EUROPEAN COMMISSION (2023): Sustainable Urban Mobility Indicators, <[https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/sumi\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/sumi_en)> (Stand: 2023-02-17) (Zugriff: 2023-02-17).
- FRANK, L. D., J. F. SALLIS, B. E. SAELENS, L. LEARY, K. CAIN, T. L. CONWAY & P. M. HESS (2010): The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. – *British Journal of Sports Medicine* 44, 13, 924–933 (Stand: 2009-04-29).
- GEHRING, D. B. (2016): Bikeability-Index für Dresden – Wie fahrradfreundlich ist Dresden: Masterarbeit an der Professur für Verkehrsökologie. Technische Universität Dresden (Stand: 2016).
- GERLACH, J., S. HÜBNER, T. BECKER & U. J. BECKER (2015): Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Stand: 2015).
- GILLIS, D., I. SEMANJSKI & D. LAUWERS (2016): How to Monitor Sustainable Mobility in Cities? Literature Review in the Frame of Creating a Set of Sustainable Mobility Indicators. – *Sustainability* 8, 1, 29.
- GÖTZ, K; J. DEFFNER (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* 65. Bonn: BMVBS, 39–52.
- GÖTZ, K., J. DEFFNER & T. KLINGER (2014): Mobilitätsstile und Mobilitätskulturen – Erklärungspotentiale, Rezeption und Kritik. In: CANZLER, W., A. KNIE & O. SCHWEDES (Hrsg.). *Handbuch Verkehrspolitik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 1–20.
- GREENPEACE E.V. (2017): Städteranking zur nachhaltigen Mobilität | Greenpeace.
- HAGHSHENAS, H; M. VAZIRI (2012): Urban sustainable transportation indicators for global comparison. – *Ecological Indicators* 15, 1, 115–121.
- HAUPT, W., P. ECKERSLEY, J. IRMISCH & K. KERN (2022): How do local factors shape transformation pathways towards climate-neutral and resilient cities? – *European Planning Studies*, 1–23.

- HAUSTEIN, S., T. KOGLIN, T. A. S. NIELSEN & Å. SVENSSON (2020): A comparison of cycling cultures in Stockholm and Copenhagen. – *International Journal of Sustainable Transportation* 14, 4, 280–293.
- HAUSTEIN, S; T. A. SICK NIELSEN (2016): European mobility cultures: A survey-based cluster analysis across 28 European countries. – *Journal of Transport Geography* 54, 173–180.
- HENDZLIK, M., M. LANGE, K. FREY, M. LAMBRECHT, P. KLÖCKNER, K. DZIEKAN, M. DROSS, M. SCHMIED & CHRISTA FRIEDL (2022): Bausteine für klimaverträglichen Verkehr, <[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/uebersicht\\_bausteine\\_klimavertraeglicher\\_verkehr\\_kliv\\_05-2022.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/uebersicht_bausteine_klimavertraeglicher_verkehr_kliv_05-2022.pdf)> (Stand: 2022) (Zugriff: 2023-01-13).
- HOLZ-RAU, C., R. HEYER, M. SCHULTEWOLTER, J. AERTKER, I. WACHTER & T. KLINGER (2022): Eine Verkehrstypologie deutscher Großstädte. – *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning* 80, 2, 137–152.
- HOOR, M. (2021): Öffentliche Mobilität und eine neue Mobilitätskultur – Grundlagen, Entwicklungen und Wege zur kulturellen Verkehrswende. In: SCHWEDES, O. (Hrsg.). *Öffentliche Mobilität*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 165–194.
- JOUMARD, R. & H. GUDMUNDSSON (2010): Indicators of environmental sustainability in transport: An interdisciplinary approach to methods.: An interdisciplinary approach to methods. *Recherches* (Stand: 2010).
- KEMP, R., F. W. GEELS & G. DUDLEY (2011): Introduction: Sustainability Transitions in the Automobility Regime and the Need for a New Perspective. In: GEELS, F. W. (Hrsg.). *Automobility in Transition?: A socio-technical analysis of sustainable transport*. Routledge Studies in Sustainability Transition 2. London: Taylor & Francis Ltd, 3–28.
- KENWORTHY, J. & F. LAUBE (2001): *The Millenium Cities Database For Sustainable Transport Database*. Brüssel, Perth: International Union (Association) of Public Transport, (UITP), Brussels and Institute for Sustainability and Technology Policy (ISTP), Perth.
- KLINGER, T. (2017): *Städtische Mobilitätskulturen und Wohnumzüge*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- KLINGER, T., J. R. KENWORTHY & M. LANZENDORF (2013): Dimensions of urban mobility cultures – a comparison of German cities. – *Journal of Transport Geography* 31, 18–29.
- KLINGER, T; M. LANZENDORF (2016): Moving between mobility cultures: what affects the travel behavior of new residents? – *Transportation* 43, 2, 243–271.

- KRAAS, F., C. LEGGEWIE & P. LEMKE (2016): *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte ; Hauptgutachten*. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.
- KRENN, P. J., P. OJA & S. TITZE (2015): Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments. – *Open Journal of Civil Engineering* 05, 04, 451–459.
- LANZENDORF, M; A. BUSCH-GEERTSEMA (2014): The cycling boom in large German cities— Empirical evidence for successful cycling campaigns. – *Transport Policy* 36, 26–33.
- LITMAN, T. (2009): *Sustainable Transportation Indicators: A Recommended Research Program For Developing Sustainable Transportation Indicators and Data*.
- MANDERSCHIED, K. (2020): Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? In: BRUNNENGRÄBER, A. & T. HAAS (Hrsg.). *Baustelle Elektromobilität*. transcript Verlag, 37–68.
- MAVOA, S., S. EAGLESON, H. M. BADLAND, L. GUNN, C. BOULANGE, J. STEWART & B. GILLES-CORTI (2018): Identifying appropriate land-use mix measures for use in a national walkability index. – *Journal of Transport and Land Use* 11, 1.
- MIRANDA, H. d. F; A. N. DA RODRIGUES SILVA (2012): Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. – *Transport Policy* 21, 141–151.
- NIEUWENHUIJSEN, M. J. (2021): *New Urban Models for More Sustainable, Liveable and Healthier Cities Post Covid19; Reducing Air Pollution, Noise and Heat Island Effects and Increasing Green Space and Physical Activity*. – *Environment International* 157, 106850.
- OECD / OCDE (2008): *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. Paris: OECD.
- OTSUKA, N., D. WITOWSKY, M. DAMERAU & C. GERTEN (2021): Walkability assessment for urban areas around railway stations along the Rhine-Alpine Corridor. – *Journal of Transport Geography* 93, 103081.
- OTTO, A., K. KERN, W. HAUPT, P. ECKERSLEY & A. H. THIEKEN (2021): Ranking local climate policy: assessing the mitigation and adaptation activities of 104 German cities. – *Climatic Change* 167, 1-2.
- RADTKE, J. (2021): *Die Verkehrswende: Elektromobilität, Wasserstoff Und Radverkehr Als Fortschritt?*, 23–27.
- RAMMERT, A. (2022a): *Der Mobilitätsindex: Entwicklung eines integrierten Planungsinstruments für Mobilität*. *Mobilität und Gesellschaft* 12. Berlin: LIT Verlag.
- RAMMERT, A. (2022b): *Entwicklung und Anwendung eines raumbezogenen Index für Mobilität*. – *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning*.

- REH, W. & J. HILGENBEG (2021): Die Zukunft der Mobilität, <<https://www.oekom.de/bei-trag/die-zukunft-der-mobilitaet-240>> (Stand: 2023-01-16) (Zugriff: 2023-01-16).
- RÖMER, D. & J. SALZGEBER (2022): Verkehrswende in Deutschland braucht differenzierte Ansätze in Stadt und Land. KfW Research Fokus Volkswirtschaft (Stand: 2022).
- SANDER, H. (2020): Die Berliner Verkehrswende: Von der Auto- zur mobilitätsgerechten Stadt. ANALYSEN 60. Berlin: Rosa-Luxemburg-Stiftung.
- SCHEINER, J; C. HOLZ-RAU (2007): Travel mode choice: affected by objective or subjective determinants? – *Transportation* 34, 4, 487–511.
- SCHMID-QUERG, J., A. KELER & G. GRIGOROPOULOS (2021): The Munich Bikeability Index: A Practical Approach for Measuring Urban Bikeability. – *Sustainability* 13, 1, 428.
- SCHMITZ, J., S. FINA & S. GERTEN (2023): Wie fußgängerfreundlich sind deutsche Großstädte? Neue Ergebnisse aus der Walkability-Forschung. – *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning*.
- SCHWEDES, O. (2014): Verkehrspolitik: Ein problemorientierter Überblick. In: SCHÖLLER, O., W. CANZLER & A. KNIE (Hrsg.). *Handbuch Verkehrspolitik*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 17–42.
- STADT FRANKFURT AM MAIN: Masterplan Mobilität: Bericht.
- STADT FRANKFURT AM MAIN (2020): Nachhaltigkeitsbericht 2020 (Stand: 2020).
- TSIOMPRAZA, A. B; Y. N. PHOTISA (2017): What matters when it comes to “Walk and the city”? Defining a weighted GIS-based walkability index. – *Transportation Research Procedia* 24, 523–530.
- VERKEHRSClub DEUTSCHLAND E.V. (2021): Verkehrswende oder Mobilitätswende – was ist der Unterschied?, <<https://www.vcd.org/artikel/verkehrswende-definition>> (Stand: 2023-01-19) (Zugriff: 2023-01-19).
- WALK SCORE (2023a): About Walk Score, <<https://www.walkscore.com/about.shtml>> (Stand: 2023-02-22) (Zugriff: 2023-02-22).
- WALK SCORE (2023b): Walk Score Methodology, <<https://www.walkscore.com/methodology.shtml>> (Stand: 2023-02-23) (Zugriff: 2023-02-23).
- WINTERS, M., M. BRAUER, E. M. SETTON & K. TESCHKE (2013): MAPPING BIKEABILITY: A SPATIAL TOOL TO SUPPORT SUSTAINABLE TRAVEL. – *ENVIRONMENT AND PLANNING B: PLANNING AND DESIGN* 40, 5, 865–883.

WINTERS, M., M. BRAUER, E. M. SETTON & K. TESCHKE (2013): MAPPING BIKEABILITY: A SPATIAL TOOL TO SUPPORT SUSTAINABLE TRAVEL. – ENVIRONMENT AND PLANNING B: PLANNING AND DESIGN 40, 5, 865–883.

