

**Why perceptions matter – Interaktion zwischen
gebauter Umwelt, individuellen Einstellungen und
Mobilitätsverhalten im urbanen Quartier mit dem
Fokus auf wahrgenommene Erreichbarkeit**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

vorgelegt an der Fakultät Raumplanung
der Technischen Universität Dortmund

von

M.Sc. Anna-Lena van der Vlugt

Dortmund

08. Mai 2024

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr.-Ing.
an der Fakultät Raumplanung der Technischen Universität Dortmund

vorgelegt von

Anna-Lena van der Vlugt

Gutachter:

apl. Prof. Dr. Joachim Scheiner

Fakultät Raumplanung der Technischen Universität Dortmund

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Wittowsky

Institut für Mobilitäts- und Stadtplanung, Universität Duisburg-Essen

Fakultät Ingenieurwissenschaften, Abteilung Bauwissenschaften

Vorsitz der Prüfungskommission:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Siedentop

Fakultät Raumplanung der Technischen Universität Dortmund

Eidesstattliche Versicherung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel ‚Why perceptions matter– Interaktion zwischen gebauter Umwelt, individuellen Einstellungen und Mobilitätsverhalten im urbanen Quartier mit dem Fokus auf wahrgenommene Erreichbarkeit‘ selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel und Quellen verwendet habe. Alle in Anspruch genommenen Quellen und Hilfen habe ich als solche gekennzeichnet.

Ferner erkläre ich an Eides statt, dass diese Arbeit weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung oder in Teilen weder an der Technischen Universität Dortmund noch an einer anderen Hochschule im Zusammenhang mit einer staatlichen oder akademischen Prüfung bereits vorgelegt worden ist (dies gilt auch für Fassungen in anderen Sprachen).

Dortmund, 08. Mai 2024

DANKSAGUNG

Den Weg zur Dissertation schafft man nicht allein. An dieser Stelle möchte ich mich bei all den Menschen bedanken, die maßgeblich für das Gelingen dieser Arbeit auf fachlicher und emotionaler Ebene beigetragen haben.

Zunächst gilt mein besonderer Dank Prof. Dr. Joachim Scheiner, der mich stets mit seiner konstruktiven Kritik, seinem Fachverstand und seinen aufmunternden Worten begleitet hat. Ihm ist es zu verdanken, dass ich nach unseren gemeinsamen Terminen stets mit einer positiven Einstellung und neuer Motivation diesen Weg weiter beschreiten konnte. Ich bedanke mich ebenfalls sehr herzlich bei Prof. Dr. Dirk Wittowsky für die Zeit und das konstruktive Feedback während des langjährigen Prozesses und die Übernahme der Gutachtertätigkeit. Zudem bedanke ich mich herzlich bei Prof. Dr. Stefan Siedentop, der den Vorsitz der Prüfungskommission übernehmen wird, worüber ich mich sehr freue.

In der langjährigen Promotionsphase haben mich Kolleg*innen der Forschungsgruppe Mobilität und Raum sowie weitere Personen aus dem Dunstkreis des ILS auf diesem Weg begleitet und ich möchte euch von Herzen meinen Dank aussprechen. Insbesondere bedanke ich mich bei Kerstin, Janna und Janina. Mit eurer konstruktiven Unterstützung auf allen Ebenen, habt ihr nicht nur meine Dissertation bereichert, sondern insbesondere die emotionalen Höhen und Tiefen in unzähligen Teamsstunden und im Büro mit mir durchgestanden. Darüber hinaus bedanke ich mich bei Alexandra, Angelika, Christian, Florian, Inga, Kathrin, Kati, Katinka, Katja, Raffael, Sören, Susanne und Thomas für eure Unterstützung in unterschiedlichen Phasen meines Dissertationsvorhabens. Meinen Ko-Autor*innen der zugrundeliegenden Veröffentlichungen danke ich für eure Inspiration und die tolle Zusammenarbeit.

Ganz besonders bedanke ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden. Ihr habt unfassbare Geduld mit mir gezeigt, mich immer unterstützt, aufgebaut und für Ablenkung gesorgt, wenn es nötig war. Dafür werde ich euch für immer dankbar sein.

Und dir Peter, danke ich für dein unfassbares Durchhaltevermögen. Du hast die kleinen Erfolge, jedes „das Paper ist im Review“ bis zur Veröffentlichung mit mir gefeiert und mich auf allen Ebenen zu jeder Zeit unterstützt. Ich danke dir von ganzem Herzen.

Und zu allerletzt, widme ich diese Dissertation der kleinen Marta. Du hast uns allen gezeigt, was wirklich wichtig im Leben ist und zwar Gesundheit. Du bist eine Kämpferin und hast dabei immer ein Lächeln im Gesicht. Das bewundere ich sehr!

INHALTSVERZEICHNIS

Danksagung	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Übergeordnete Zielsetzung und Forschungsfragen der Arbeit	4
1.2 Organisatorischer Rahmen und Aufbau der Arbeit	5
2 Das Konzept der Erreichbarkeit	8
2.1 Definitiorische Einordnung der Erreichbarkeit	8
2.2 Dimensionen der Erreichbarkeit	9
2.3 Das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit	11
2.4 Methoden zur Erfassung von Erreichbarkeit	17
2.4.1 Methoden zur Erfassung objektiver Erreichbarkeit	17
2.4.2 Methoden zur Erfassung wahrgenommener Erreichbarkeit	19
2.5 Exkurs: Erreichbarkeitsplanung in Deutschland und im internationalen Vergleich	20
2.6 Leitbilder	22
2.7 Zwischenfazit	23
3 Erhebungs- und Auswertungsmethodik	25
3.1 Auswahl der Stadtteile Hamburg Bahrenfeld und Barmbek-Nord	26
3.2 Zuschnitt der Untersuchungsräume in den Stadtteilen	29
3.3 Auswahl der untersuchten Zielgruppen	30
3.4 Stichprobenziehung und Rekrutierung der Proband*innen	31
3.5 Erhebungsmethoden	32
3.5.1 Kleinräumige Bestandsaufnahme	32
3.5.2 Quantitative Personenbefragung und Wegetagebuch	34
3.6 Auswertungsmethodik	34
3.6.1 Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit	35
3.6.2 Regressionsanalytische Untersuchung der Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit	35

3.6.3	Strukturgleichungsmodell (SEM) zur Untersuchung von Interdependenzen zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, verkehrsmittelspezifischen Einstellungen und der Häufigkeit des Zufußgehens.....	36
3.6.4	Die Entwicklung des Messinstruments: The Perceived Environment Walking Index (PEWI)	37
4	Veröffentlichungen.....	39
4.1	Veröffentlichung I: What about the people? Developing measures of perceived accessibility in UK and Germany' in Applied Mobilities	39
4.2	Veröffentlichung II: The influence of travel attitudes on perceived walking accessibility and walking behaviour in Travel Behaviour and Society	61
4.3	Veröffentlichung III: Integrating perceptions, physical features and the quality of the walking route into an existing accessibility tool: the Perceived Environment Walking Index (PEWI)' in Active Travel Studies	73
5	Diskussion.....	107
5.1	Diskussion der empirischen Befunde	107
5.1.1	Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit.....	107
5.1.2	Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit	109
5.1.3	Die Rolle der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in der Erklärung des Mobilitätsverhaltens: Fungieren Wahrnehmungen als Mediatoren?.....	118
5.1.4	Mismatch von objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit	122
5.2	Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik.....	125
5.2.1	Auswahl der Untersuchungsräume und Zielgruppen	125
5.2.2	Erhebungsmethoden.....	127
5.2.3	Plausibilisierung, Datenaufbereitung und Repräsentativität	129
5.2.4	Reflexion der angewandten statistischen Methoden	131
5.2.4.1	Explorative Faktorenanalyse und Reliabilitätsschätzung zur Entwicklung des Messinstruments wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit und der Identifizierung verkehrsmittelbezogener Einstellungen.....	131
5.2.4.2	Regressionsanalytische Untersuchung der Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit	133
5.2.4.3	Methodik linearer Strukturgleichungsmodelle (SEM) zur Untersuchung von Interdependenzen zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, verkehrsmittelspezifischer Einstellungen und dem Zufußgehen	135
5.2.4.4	Die Entwicklung des Messinstruments: The Perceived Environment Walking Index (PEWI)	139
6	Fazit und Schlussfolgerungen	144

6.1 Zusammenfassung und Kernergebnisse	144
6.2 Schlussfolgerungen für die zukünftige Forschung	147
6.3 Schlussfolgerungen für die Praxis	156
6.3.1 Berücksichtigung von Wahrnehmungen in der (nahräumlichen) Erreichbarkeitsplanung	156
6.3.2 Who are we planning for? Gestaltung fußgängerfreundlicher,utzungsgemischter und ansprechender Quartiere zur Förderung gesellschaftlicher Teilhabe und nachhaltiger Mobilität.....	157
7 Literaturverzeichnis.....	161
Anhang	177
Anhang A: Überblick über die Inhalte der jeweiligen Veröffentlichungen	177
Anhang B: Erhebungsbogen Bestandsaufnahme	180
Anhang C: Personenfragebogen – Unterweges in Bahrenfeld /Barmbek-Nord.....	183
Anhang D: Wegetagebuch	199

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Aufbau und Kapitelübersicht (Quelle: Eigene Abbildung)</i>	7
<i>Abbildung 2: Dimensionen der Erreichbarkeit (Quelle: Abbildung nach Geurs & van Wee, 2004; Gertz, 2013)</i>	10
<i>Abbildung 3: Modell der wahrgenommenen Erreichbarkeit (Quelle: Abbildung nach Pot et al.,2021)</i>	16
<i>Abbildung 4: Erhebungs- und Auswertungsmethodik sowie ihre Verwendung in den jeweiligen Veröffentlichungen (Quelle: Eigene Abbildung)</i>	26
<i>Abbildung 5: Auswahl der Stadtteile (Quelle: Eigene Abbildung auf Grundlage von OSM)</i>	27
<i>Abbildung 6: Impressionen der Quartiersbegehung Hamburg Bahrenfeld (Quelle: eigene Fotos)</i>	28
<i>Abbildung 7: Vorbereitende Quartiersbegehung in Hamburg Barmbek-Nord (Quelle: eigene Fotos)</i>	29
<i>Abbildung 8: Abgrenzung der Untersuchungsräume, links Bahrenfeld, rechts Barmbek-Nord (Darstellung: Jutta Rönsch)</i>	29
<i>Abbildung 9: Einteilung der Straßensegmente zur Durchführung der Bestandsaufnahme in Bahrenfeld (links) und Barmbek-Nord (rechts) (Abbildung: Jutta Rönsch auf Grundlage von OSM)</i>	32
<i>Abbildung 10: Exemplarische Darstellung der Bestandsaufnahme mit GPS-lokalisierten Informationen und Fotodokumentation (Quelle: Planersocietät, Google Street View)</i>	33
<i>Abbildung 11: Exemplarische kartenbasierte Darstellung der GPS-lokalisierten Informationen (Quelle: Google Street View)</i>	33
<i>Abbildung 12: Impressionen aus dem EU-Projekt WalkUrban zu Walk-Alongs mit Älteren (Quelle: eigene Fotos; Welsch; Otsuka 2022)</i>	153

TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1: Einrichtungen, Gewichtung und Vielfalt in der original Walk Score®-Methodik (Quelle: Eigene Tabelle nach Walk Score®, 2011)</i>	18
---	-----------

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
AGFI	Adjusted-Goodness-of-Fit-Index
ARL	Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CFI	Comparative-Fit-Index
et al.	und andere
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
GFI	Goodness-of-Fit-Index
GIS	Geoinformationssystem
ILS	Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH
Kap.	Kapitel
KI	Künstliche Intelligenz
km	Kilometer
MiD	Mobilität in Deutschland
ML	Maximum-Likelihood-Methode
MLR	Maximum-Likelihood-Methode (robuste Variante)
MoP	Deutsches Mobilitätspanel
m/s	Meter pro Sekunde
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
OSM	OpenStreetMap
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PEWI	Perceived Environment Walking Index
Pkw	Personenkraftwagen
PPGIS	Public Partizipation GIS
RMSEA	Root-Mean-Square-Error of Approximation
ROG	Raumordnungsgesetz
S.	Seite
SEM	Strukturgleichungsmodell (engl. structural equation model)
Tab.	Tabelle
vgl.	Vergleichend
u.a.	Unter anderem
v.a.	Vor allem
VR	Virtual Reality
WalkUrban	Forschungsprojekt: Walkable Urban Neighbourhoods
WHO	Weltgesundheitsorganisation (engl. World Health Organisation)
z.B.	Zum Beispiel

1 EINLEITUNG

Die Lebensqualität in Städten hängt in hohem Maße davon ab, wie der öffentliche Raum von den Menschen, die dort leben, erlebt wird und genutzt werden kann. Eine inklusive Stadt- und Verkehrsplanung zielt u.a. darauf ab, unabhängige Mobilität für Alle zu fördern. Im Zuge dessen rücken die komplexen Wechselwirkungen zwischen räumlichen Strukturen und der individuellen Mobilität zunehmend in den Fokus der Forschung, der Planung sowie politischer Diskussionen. Als Grundvoraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe spielt das Konzept der Erreichbarkeit dabei eine bedeutende Rolle. Gängige Instrumente zur Messung von Erreichbarkeit implizieren jedoch oftmals eine Homogenität der Gesellschaft und beziehen spezifische Bedürfnisse und Wahrnehmungen verschiedener Bevölkerungsgruppen möglicherweise nicht ausreichend mit ein (u.a. Curl et al., 2011; Fancello et al., 2020; Lättman et al., 2016b).

Das Konzept der Erreichbarkeit wird auf unterschiedlichen planungsrelevanten Ebenen und Planungsprozessen von der europäischen bis zur kommunalen Ebene diskutiert. In Deutschland ist das Konzept der Erreichbarkeit im Raumordnungsgesetz verankert und hat zum Ziel, die Daseinsvorsorge langfristig zu sichern. Die Sicherung der nahräumlichen Erreichbarkeit, unabhängig von der Nutzung motorisierter Verkehrsmittel ist dabei eine Schlüsselgröße der nachhaltigen Stadt- und Verkehrsplanung (Farrington, 2007), verankert u.a. in Leitbildern wie der „Stadt der kurzen Wege“ und der „15-Minuten-Stadt“ (Holz-Rau, 1995, 1999; Moreno et al., 2021). Parallel stellen demographische und klimarelevante Veränderungen die nachhaltigkeitsorientierte Stadt- und Verkehrsplanung vor erhebliche Herausforderungen. Eine gute Erreichbarkeit bietet den Menschen grundsätzlich die Möglichkeit einer gesellschaftlichen Teilhabe und hat daher positive Auswirkungen auf die individuelle Gesundheit und das Wohlbefinden (De Vos et al., 2013; Lättman et al., 2016a). Eine unzureichende Erreichbarkeit geht demgegenüber mit einem erhöhten Risiko sozialer Exklusion einher (Preston & Rajé, 2007).

Als Grundstein für die heutige Erreichbarkeitsforschung gilt die Veröffentlichung von Hansen aus dem Jahr 1959, der die Erreichbarkeit als essentielles Konzept der Raum- und Verkehrsplanung einführte und Erreichbarkeit mit „*opportunities for interaction*“ grundlegend und wegweisend definierte (Hansen, 1959, S. 73). Auf Basis dieser Definition wurde der Erreichbarkeitsgriff stetig weiterentwickelt. Das Konzept der Erreichbarkeit wird in der heutigen Forschungslandschaft/-debatte sowie im Rahmen einer nachhaltigen Raum- und Verkehrsplanung als mehrdimensionales und vielschichtiges Konzept verstanden. Geurs und Ritsema van Eck (2001) sowie Geurs und van Wee (2004) identifizierten vier Dimensionen der Erreichbarkeit, die unterschiedliche Facetten repräsentieren und in gegenseitiger Interaktion stehen: Eine Siedlungsstruktur-, eine Verkehrs-, eine zeitliche und eine individuelle Dimension. Beziehen sich gängige Analyseinstrumente zu Fragen der Erreichbarkeit vorwiegend auf die Siedlungsstruktur-, die verkehrliche und die zeitliche Dimension, so wird die Bedeutung der individuellen Dimension zunehmend herausgestellt (Kwan, 1998; Titheridge et al., 2009; Weber & Kwan, 2003). Die individuelle Dimension ist neben der Repräsentation der individuellen Perspektive eng verbunden mit Fragen der verkehrsbezogenen Benachteiligung, verkehrsbezogenen Gerechtigkeit, Gleichheit sowie sozialer Exklusion (Lättman, 2018). Gleichzeitig gibt es keine etablierten Ansätze zur Messung der individuellen Perspektive. Es ist demnach essentiell Messinstrumente zu entwickeln, um die Vielfältigkeit der individuellen Perspektive erfassen zu können.

Gängige Instrumente, wie bspw. der Walk Score®, basieren auf der Messung von Distanzen oder Reisezeiten und liefern wertvolle Erkenntnisse zur objektiven Bestimmung der Erreichbarkeit. Sie sind jedoch meist statisch und implizieren eine Homogenität der Gesellschaft (Veröffentlichung 1). Sie beziehen Wahrnehmungen oder subjektive Bedürfnisse vulnerabler Gruppen bspw. oftmals nicht mit ein. Wahrnehmungen sind das Resultat eines komplexen heterogenen internalen Prozesses, in dessen Rahmen Informationen und Eindrücke der realen Umwelt individuell erfasst, erkannt, gefiltert, interpretiert und bewertet werden (Golledge, 1978). Dabei prägen Erwartungen an zukünftiges Verhalten in gleichem Maße die Wahrnehmungen wie Erfahrungen aus dem vergangenen Verhalten (Lättman, 2018). Folglich werden Entscheidungen, worunter auch Mobilitätsentscheidungen fallen, oftmals nicht rein rational getroffen, sondern durch individuelle Wahrnehmungsprozesse beeinflusst. Für ein umfassendes Verständnis von Erreichbarkeiten ist es demnach essentiell, Wahrnehmungen der Erreichbarkeit zu erfassen und hinsichtlich ihrer Determinanten zu untersuchen.

Wie bereits erläutert, ist das Ziel der Erreichbarkeitsforschung und -planung eigenständige Mobilität zu ermöglichen, soziale Teilhabe zu fördern und Daseinsvorsorge zu sichern. Wird das Konzept der Erreichbarkeit jedoch im Rahmen spezifischer Verkehrsmittelnutzungen und deren Folgen sowie der Debatte um nachhaltige Stadt- und Verkehrsentwicklung diskutiert, kann es im Zuge der zu erwartenden Verknappung fossiler Energieträger und der anvisierten Einhaltung von Klimaschutzziele nicht grundsätzlich das Ziel sein, die Erreichbarkeit mit dem Pkw und eine ubiquitäre Motorisierung als Kriterium heranzuziehen. Stattdessen wird eine Verkehrswende gefordert, welche die Nutzung alternativer Verkehrsmittel und nachhaltiger aktiver Mobilität wie das Zufußgehen und Radfahren fördern möchte.

Demzufolge spielt das Zufußgehen im Rahmen des Erreichbarkeitsdiskurses eine besondere Rolle. Als eigenständige Art der Fortbewegung, aber auch durch die Verbindungs- und Verknüpfungsfunktion mit dem öffentlichen Verkehr, ist es gesund, umweltschonend, kostenlos und ein Verkehrsmittel, zu dem fast alle Menschen Zugang haben (Bauer et al., 2018). Das Zufußgehen steigert das individuelle Wohlbefinden und wirkt negativen Folgen bewegungsarmer Lebensstile entgegen. In Kombination mit öffentlichen Verkehrsmitteln, hat es das Potenzial emissionsarme Mobilität zu fördern, die Abhängigkeit vom privaten Pkw zu reduzieren sowie die soziale Teilhabe zu erhöhen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) (2002) warnt vor einem bewegungsarmen Lebensstil und den daraus resultierenden gesundheitlichen Folgen. Dem inaktiven Lebensstil der westlichen Gesellschaft sollte daher durch die Förderung aktiver Mobilitätsformen, insbesondere des Zufußgehens als multidimensionales Verhalten, entgegen gewirkt werden, um weitreichende gesundheitliche Folgen zu minimieren (Frank et al., 2006; Manson et al., 2002).

In den letzten zwei Jahrzehnten wurde der Einfluss der gebauten Umwelt auf das Zufußgehen mannigfaltig untersucht. Die Ergebnisse deuten auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen aktiver Mobilität und Variablen der gebauten Umwelt hin. Laut Weltgesundheitsorganisation ist daher die Entwicklung eines fußgängerfreundlichen, ansprechenden und gesunden Lebensumfeldes das oberste Ziel, um körperliche Aktivität und insbesondere das Zufußgehen zu fördern (WHO, 2002).

Die Erklärung des Mobilitätsverhaltens allein durch den Einfluss der gebauten Umwelt greift jedoch zu kurz. Neben Faktoren der gebauten Umwelt und den jeweils verfügbaren Verkehrsmitteln ist das Mobilitätsverhalten u.a. von individuellen Aspekten, bspw. der Soziodemographie sowie internalen

Prozessen wie Einstellungen, Präferenzen oder Wahrnehmungen, abhängig. Es besteht kein Zweifel, dass Umweltfaktoren das Mobilitätsverhalten beeinflussen, dieser Einfluss kann jedoch durch die individuelle Wahrnehmung der Umwelt mediiert werden (Gebel et al., 2011).

In der Forschung werden zwei Konzepte verwendet, um die gebaute Umwelt im Hinblick auf die Determinanten des Zufußgehens zu untersuchen: Die Konzepte fußläufige Erreichbarkeit und Walkability. Die Begriffe werden in der gegenwärtigen Forschung oftmals synonym verwendet (Blecic et al., 2020), jedoch ist die Unterscheidung in der vorliegenden Arbeit durchaus bedeutsam. Die Walkability wird als ein übergeordnetes Gesamtkonzept verstanden, das einen Raum, einen spezifischen Ort, einen Straßenabschnitt oder ein ganzes Quartier hinsichtlich seiner umfassenden Fußgängerfreundlichkeit hin untersucht. Die fußläufige Erreichbarkeit ist Quell-Ziel-spezifisch und hat daher einen klaren Start- und Zielpunkt. Neben weiteren Aspekten, wie der Sicherheit oder dem Design, wird fußläufige Erreichbarkeit als eine wichtige Komponente der Walkability angesehen (Frank et al., 2015).

Mit dem Ziel, die Wirkung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit auf das Zufußgehen zu analysieren, sind insbesondere Zielgruppen mit einem hohen Fußwegeanteil, ähnlich hohen Anforderungen in Bezug auf die fußläufige Erreichbarkeit und Walkability sowie einer gewissen Vulnerabilität von besonderer Bedeutung. Aus diesen Gründen sind dabei die Zielgruppen der Älteren (Menschen ab 65 Jahren) und Familien mit Kindern unter 15 Jahren besonders relevant, um bedarfsgerecht planen zu können. Die Zielgruppe der Älteren ab 65 Jahren ist gekennzeichnet durch einen hohen Fußwegeanteil sowie durch potenziell zunehmende körperliche Einschränkungen, die sich auch auf das Mobilitätsverhalten auswirken können (BMVI, 2018b). Die fußläufige Erreichbarkeit zu Einrichtungen der Nahversorgung sowie der sozialen Infrastruktur sind Grundvoraussetzung eines selbstständigen, unabhängigen Lebens im Alter. Die Möglichkeit zur Kommunikation und Interaktion ist gleichzeitig der Schlüssel, um den vermehrten Prozessen der Vereinsamung entgegenzuwirken (Amaya et al., 2022; Bereitschaft, 2021; Kerr et al., 2012; Nordbakke & Schwanen, 2014; Oswald & Konopik, 2015; Scheiner, 2013a). Im Kontext nähräumlicher Erreichbarkeit sind neben der Zielgruppe der Älteren überdies Familien mit Kindern unter 15 Jahren von Bedeutung. Studien zur Walkability und Erreichbarkeit von Kindern (Babb et al., 2011; Buck et al., 2015; Gorrini et al., 2023) haben bisher selten die Bedürfnisse, Herausforderungen und Wahrnehmungen ihrer Begleitpersonen untersucht. Dies sind Eltern, Großeltern, Geschwister oder weitere Betreuungspersonen, die die frühkindliche Mobilitätssozialisation der Kinder prägen und diese auf Alltagswegen zu Fuß, mit ihren Kinderwagen, Kinderrollern oder Kinderfahrrädern begleiten und sich um deren Sicherheit und Wohlbefinden bemühen (u.a. Scheiner, 2019).

Obwohl eine Vielzahl von Instrumenten zur Erreichbarkeitsanalyse (u.a. der Walk Score®) zur Verfügung steht, fehlt es zum einen an Instrumenten und zielgruppenspezifischen Anpassungen in Bezug auf Gewichtung und Anzahl an spezifischen Einrichtungen. Zum anderen fehlt eine gleichzeitige Berücksichtigung mehrerer Indikatoren für die physischen Merkmale einer Umgebung und der Qualität eines Fußweges sowie in der Integration von Wahrnehmungen.

Nach Sichtung der einschlägigen Fachliteratur kann der zentrale Forschungsbedarf wie folgt in vier Punkten zusammengefasst werden. Um bedarfsgerechte, lebenswerte und nachhaltige Städte planen sowie das individuelle Verhalten im Rahmen der Mobilitätswende hin zur Nutzung aktiver Mobilitätsformen positiv beeinflussen zu können, besteht ein zentraler Bedarf

- 1) in der Entwicklung von Instrumenten zur Erfassung und Abbildung insbesondere wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit,
- 2) in der Untersuchung einflussnehmender Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit,
- 3) in den Wechselwirkungen wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, verkehrsmittelbezogener Einstellungen und dem realisierten Mobilitätsverhalten und
- 4) darin, bestehende Tools zur Messung von Erreichbarkeit durch Erkenntnisse der wahrgenommenen Erreichbarkeit und ihrer Determinanten zu erweitern und zu übertragen.

1.1 Übergeordnete Zielsetzung und Forschungsfragen der Arbeit

Das übergeordnete Ziel und die Leistung der vorliegenden Dissertation liegen in der Untersuchung der Vielfältigkeit von Erreichbarkeiten und deren subjektiver Wahrnehmung. Im Fokus des methodisch-konzeptionell ausgerichteten Dissertationsvorhabens steht insbesondere die Untersuchung der Forschungsfrage, inwieweit die objektiv gemessene fußläufige Erreichbarkeit und ihre subjektive Wahrnehmung das individuelle Mobilitätsverhalten (Anzahl Fußwege pro Tag und Person) bestimmen. Durch die Wahl eines Multi-Methoden-Ansatzes und der zusammenhängenden Analyse der objektiven und wahrgenommenen Erreichbarkeit in Zusammenhang mit dem realisierten Mobilitätsverhalten, ermöglicht die vorliegende Dissertation die Perspektiven der Verkehrsforschung und -planung mit der sozialpsychologischen Perspektive zu verknüpfen, um kleinräumige Erreichbarkeitsanalysen zu erweitern und ein besseres Verständnis der Ursache- und Wirkungsgefüge von Raumstrukturen, individueller Wahrnehmung und Mobilität zu erreichen.

Zur Bearbeitung der zentralen Zielsetzung stehen acht Fragestellungen im Fokus der kumulativen Dissertation, die im Rahmen von drei aufeinander aufbauenden Fachartikeln untersucht wurden. Diese wurden in englischer Sprache verfasst und im Veröffentlichungsprozess jeweils einem double-blind Peer-Review-Verfahren unterzogen.

Die **erste Veröffentlichung** entwickelt durch einen komparativen Forschungsansatz in zwei Fallstudien (Nottingham, Großbritannien und Hamburg, Deutschland) ein vertieftes Verständnis über die Beziehung von wahrgenommener Erreichbarkeit und gängigen planungspraktischen Messmethoden. Dies erfolgt mit Hilfe eines neu entwickelten Instruments zur Messung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit sowie mit der Identifizierung von Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit. Die Forschungsfragen sind dementsprechend:

- 1) Inwiefern kann das Erreichbarkeitsverständnis durch die Berücksichtigung von subjektiven Wahrnehmungen erweitert und vertieft werden?
- 2) Welcher Zusammenhang besteht zwischen objektiven Kennwerten und wahrgenommener Erreichbarkeit?
- 3) Welche Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit lassen sich identifizieren?

Die **zweite Veröffentlichung** befasst sich mit dem Einfluss von verkehrsmittelbezogenen Einstellungen und objektiver Erreichbarkeit auf die wahrgenommene Erreichbarkeit und deren Konsequenzen für das

realisierte Mobilitätsverhalten. Dabei wird das in der ersten Veröffentlichung entwickelte Messinstrument verwendet. Folgende Forschungsfragen stehen im Mittelpunkt:

- 4) Wie bestimmen mobilitätsbezogene Einstellungen die wahrgenommene Erreichbarkeit und das realisierte Mobilitätsverhalten?
- 5) Mediiert die wahrgenommene Erreichbarkeit die Effekte der objektiven Erreichbarkeit und verkehrsmittelbezogener Einstellungen auf das Mobilitätsverhalten?
- 6) Führt eine positive wahrgenommene Erreichbarkeit zu einer höheren Anzahl an Fußwegen?

In der **dritten Veröffentlichung** steht die Entwicklung des planungspraktischen Tools ‚Perceived Environment Walking Index (PEWI)‘ im Mittelpunkt, wobei die theoretische und methodische Fundierung auf den Erkenntnissen der ersten beiden Veröffentlichungen aufbaut. Durch die Anpassung eines bestehenden Erreichbarkeitsinstruments (Walk Score®) durch 18 Walkability-Indikatoren, wird ein differenzierteres Instrument entwickelt, das die „gelebte Realität“ von Erreichbarkeit und Walkability annähernd abbilden soll. Folgende Forschungsfragen stehen im Fokus:

- 7) Wie können physische Charakteristika und Qualitäten der gebauten Umwelt sowie die wahrgenommene Erreichbarkeit in ein bestehendes GIS-gestütztes Erreichbarkeitsinstrument und damit in den entsprechenden Diskurs integriert werden?
- 8) Welche Implikationen können für eine Modellierung der kleinräumigen Erreichbarkeit abgeleitet werden?

1.2 Organisatorischer Rahmen und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Dissertation war von 2015 bis 2018 in das Forschungsprojekt „Erreichbarkeiten – Die Bedeutung von Erreichbarkeiten im urbanen Quartier“ eingebettet. Das Forschungsprojekt wurde aus Eigenmitteln der ILS - Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH gefördert und eigenverantwortlich von der Autorin bearbeitet und durch den damaligen Forschungsgruppenleiter Prof. Dr. Dirk Wittowsky und seiner Stellvertreterin Dr. Kathrin Konrad begleitet. Zudem erfolgte die Förderung eines einmonatigen Gastwissenschaftler*innenaufenthalts in Christchurch (Neuseeland) durch das ILS-interne Gastwissenschaftler*innenprogramm. Die Erhebungs- und Auswertungsmethodik wurde eigenständig konzipiert und durchgeführt. Allein die Durchführung der Bestandsaufnahme wurde im Rahmen des Forschungsprojekts durch das Büro Planersocietät aus Dortmund getätigt.

Die vorliegende Dissertation umfasst vor allem die theoretischen Grundüberlegungen, die Formulierung der übergeordneten Zielstellung und Forschungsfragen, die Datenerhebung und die vollständige empirische Arbeit (Auswahl der Methodik, Konzeption und Durchführung der Analyse, Ergebnisdarstellung und -interpretation). Die drei Veröffentlichungen sind in Zusammenarbeit mit verschiedenen Ko-Autor*innen entstanden. Dafür wurden die eigenständig erarbeiteten Ergebnisse der Analysen mit den Ko-Autor*innen diskutiert, ebenso erfolgte eine Rücksprache nach den Begutachtungen im Rahmen des Publikationsprozesses. Datenerhebung und -analyse der Nottingham-Fallstudie im Rahmen der ersten Veröffentlichung lagen in der Verantwortung einer Ko-Autorin (Dr. Angela Curl) und sind nicht Teil

der vorliegenden Dissertation. Sie werden daher in den Kapiteln zur Erhebungsmethodik, Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik nicht weiter erläutert.

Die Gliederung der Dissertation stellt sich wie folgt dar (siehe auch zur Übersicht Abb. 1): Im Anschluss an die Einleitung wird im zweiten Kapitel das Konzept der Erreichbarkeit in seinen unterschiedlichen Dimensionen und Messmöglichkeiten eingeführt, sowie die Erreichbarkeitsplanung in Deutschland und im internationalen Vergleich kurz dargestellt, bevor das Kapitel mit der Erläuterung zentraler planungspraktischer Leitbilder abschließt. Anschließend folgt im dritten Kapitel die ausführliche Darstellung der Erhebungs- und Auswertungsmethodik.

Den Kern der vorliegenden Dissertation bilden die in Kapitel 4 dargestellten drei peer-reviewed Fachveröffentlichungen mit den Titeln:

1. ‘What about the people? Developing measures of perceived accessibility in UK and Germany’ in *Applied Mobilities* (Kap. 4.1)
2. ‘The influence of travel attitudes on perceived walking accessibility and walking behaviour’ in *Travel Behaviour and Society* (Kap. 4.2)
3. ‘Integrating perceptions, physical features, and the quality of the walking route into an existing accessibility tool: the Perceived Environment Walking Index (PEWI)’ in *Active Travel Studies* (Kap. 4.3)

Kapitel 5 beinhaltet die übergeordnete Diskussion, wobei zum einen die empirischen Befunde (Kap. 5.1) und zum anderen die verwendete Methodik (Kap. 5.2) diskutiert und reflektiert wird.

Abschließend werden die Kernergebnisse der vorliegenden Dissertation in einem Fazit zusammengefasst (Kap. 6.1) und Schlussfolgerungen für Wissenschaft (Kap. 6.2) und Praxis (Kap.6.3) abgeleitet.

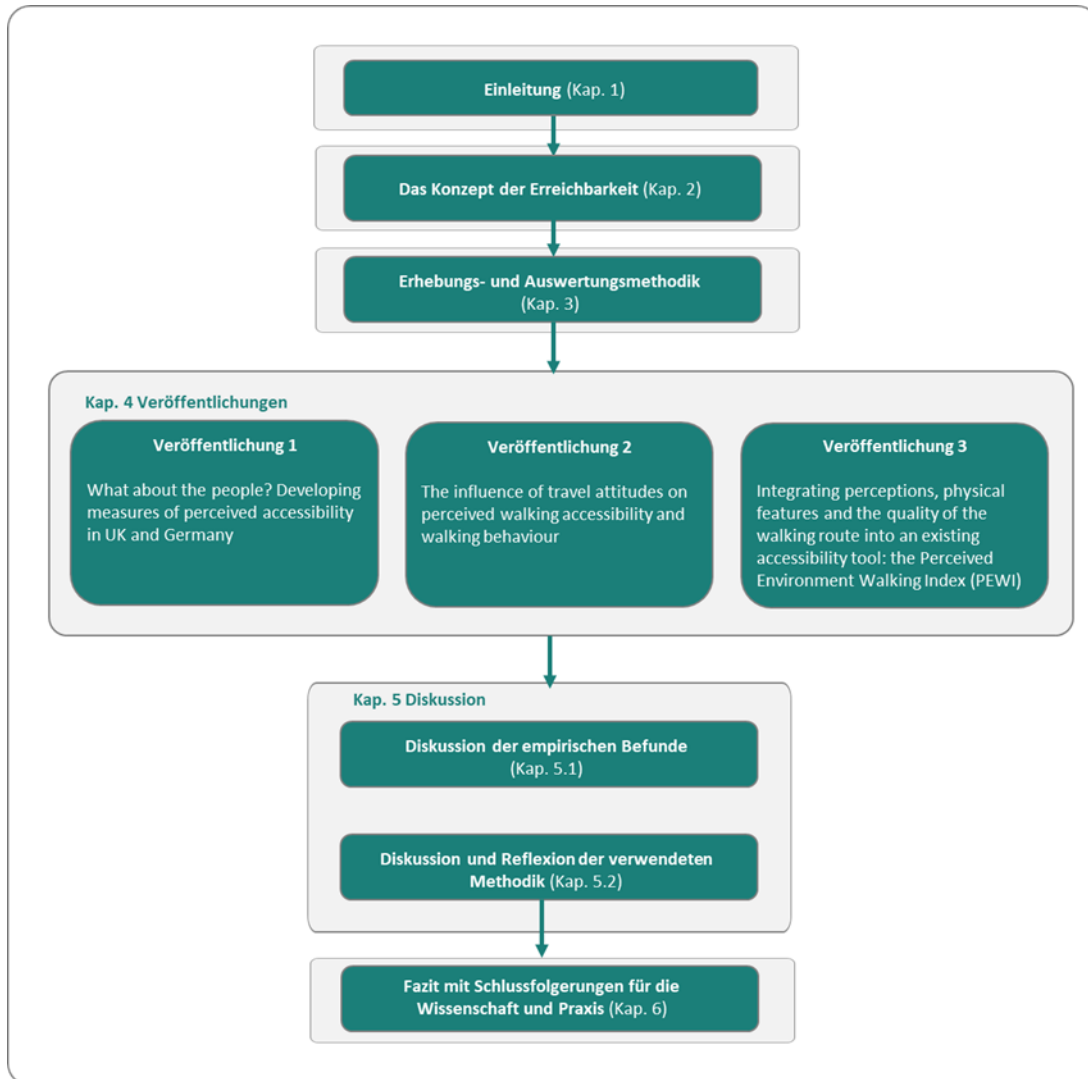


Abbildung 1: Aufbau und Kapitelübersicht (Quelle: Eigene Abbildung)

2 DAS KONZEPT DER ERREICHBARKEIT

Das vorliegende Kapitel beinhaltet die definitorische Einordnung des Begriffs der Erreichbarkeit (Kap. 2.1), die Dimensionen des Konzepts der Erreichbarkeit (Kap. 2.2) sowie die Erläuterung des Teilkonzepts der wahrgenommenen Erreichbarkeit (Kap. 2.3). Des Weiteren werden Methoden zur Erfassung von objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit (Kap. 2.4) sowie die Erreichbarkeitsplanung in Deutschland und im internationalen Vergleich (Kap. 2.5) überblicksartig vorgestellt, bevor das Kapitel 2 mit der Erläuterung zentraler planungspraktischer Leitbilder (Kap. 2.6) und einem Zwischenfazit (Kap. 2.7) abschließt.

2.1 Definitive Einordnung der Erreichbarkeit

Erreichbarkeit wird in der heutigen Forschungslandschaft/-debatte sowie im Rahmen einer nachhaltigen Raum- und Verkehrsplanung als mehrdimensionales und vielschichtiges Konzept betrachtet. Für die heutige Erreichbarkeitsforschung gilt die Veröffentlichung von Hansen aus dem Jahr 1959 als wegweisend, der Erreichbarkeit als essentielles Konzept der Raum- und Verkehrsplanung definierte. Im Gegensatz zu vorherigen Definitionen, die sich allein auf den zu überwindenden Raumwiderstand bezogen, versteht Hansen (1959, S. 73) Erreichbarkeit als „*the potential of opportunities for interaction*“. Die Grundlage zur Kalkulation der Erreichbarkeit von Gelegenheitsorten mittels eines Pkw wurde dabei mit Hilfe eines Gravitationsmodells gelegt.

Der Gelegenheitsbegriff wurde später als Funktion von Raumwiderstand und Attraktivität weiter ausdifferenziert. Nachfolgende Definitionen von Erreichbarkeit rücken die Lagegunst von Standorten und den daraus resultierenden Nutzen durch die Clusterung weiterer Standorte in den Mittelpunkt (Schürmann et al., 1997; Schwarze, 2014). Dabei wird in diesem Begriffsverständnis der Standort einer Gelegenheit als der Ausgangspunkt zur Berechnung der Erreichbarkeit betrachtet (siehe bspw. Ingram, 1971).

Die Unterscheidung der Betrachtungsrichtung von Erreichbarkeit ist grundsätzlich von Bedeutung. In der englischen Sprache wird dabei zwischen den Termini ‚Access‘ und ‚Accessibility‘ unterschieden. Während sich Access auf die individuelle Erreichbarkeit bezieht, die ausgehend vom jeweiligen Wohnstandort berechnet wird, wird mit dem Begriff Accessibility auf den Einzugsbereich eines Standortes, bspw. eines Gelegenheitsortes, verwiesen. Der englischsprachige Begriff Access wird mit dem deutschen Begriff der Zugänglichkeit übersetzt, dieser wird jedoch der Komplexität des Erreichbarkeitsbegriffs nicht gerecht. In der Anwendung des Konzepts der Erreichbarkeit wird allerdings überwiegend der Terminus Accessibility benutzt, obwohl der Ausgangspunkt der Berechnung meist der Wohnstandort ist. In den Veröffentlichungen der vorliegenden Dissertation wird deswegen der international gängige Terminus Accessibility verwendet, auch wenn die individuelle Erreichbarkeit als Startpunkt der Berechnung im Vordergrund steht.

Aufbauend auf dem Begriffsverständnis von Hansen (1959) haben sich vor dem jeweiligen Hintergrund der Disziplinen im Zeitverlauf die Definitionen und Verständnisse von Erreichbarkeit weiterentwickelt und erweitert (Schwarze, 2014). Eine bedeutende Erweiterung stellt das Verständnis nach Koenig (1980) dar, der Erreichbarkeit hinsichtlich ihrer verkehrlichen Beziehungen und der angesprochenen Zugänglichkeit von Zielen zur Bedürfnisbefriedigung definiert (Koenig, 1980).

Morris et al. (1979) haben erstmals den Leichtigkeitsbegriff im Rahmen einer Begriffsdefinition von Erreichbarkeit eingeführt. Erreichbarkeit ist demnach „[a] *measure of spatial separation of human activities. Essentially it denotes the ease with which activities may be reached from a given location using a particular transportation system*“ (Morris et al., 1979, S. 91). Morris et al. (1979) sind gemeinsam mit Burns und Golob (1976) zudem Pioniere der wahrgenommenen Erreichbarkeit, da sie erstmalig die theoretische Differenzierung der objektiven und wahrgenommenen Erreichbarkeit herausarbeiteten (Morris et al., 1979) und die Wichtigkeit von Wahrnehmungen der Erreichbarkeit unterschiedlicher Aktivitätsorte für die Erreichbarkeitsforschung betonen (siehe hierzu auch Lättman, 2018).

Geurs und van Wee (2004, S. 128) definieren die Erreichbarkeit als „[...] *the extent to which the land-use and transport system enables (groups of) individuals to reach activities or destinations by means of a (combination of) transport mode(s)*“. Während sich Geurs und van Wee (2004) sowie Geurs und Ritsema van Eck (2001) auf den Umfang der zu erreichenden Aktivitäten, der durch das Flächennutzungs- und Verkehrssystem ermöglicht wird, fokussieren, beziehen Handy und Niemeier (1997) in ihrem Begriffsverständnis erstmals Qualitäten und Merkmale der einzelnen Aktivitätsorte mit ein. Schwarze (2014) sieht in dieser Definition erstmals eine Annäherung an die Modellierung der Erreichbarkeit und den differierenden Gewichtungsfaktoren. In darauffolgenden Definitionen wurde, neben den Charakteristika der Zielorte, das Individuum stärker berücksichtigt und Erreichbarkeit als sogenannte Möglichkeitsform spezifiziert (Holz-Rau, 2009).

Mit dem Fokus auf die individuelle Perspektive definiert Litman (2011, S. 1) Erreichbarkeit als „*Accessibility refers to people’s ability to reach goods, services and activities, which is the ultimate goal of most transport activity*“. Anders als z.B. Morris et al. (1979) bezieht sich diese Definition nicht auf die Wahrnehmung der Erreichbarkeit, sondern stellt erstmals die Bedürfnisse und Fähigkeiten von Individuen und Gruppen in den Mittelpunkt. Dabei bezieht sich diese Definition neben den Bedürfnissen insbesondere auf unterschiedliche Zeiten, zu denen verschiedene Personen/-gruppen bestimmte Aktivitätsorte aufsuchen (Schwarze, 2014). Resümierend veranschaulicht die Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Definitionen der Erreichbarkeit, dass das Konzept der Erreichbarkeit keinesfalls eindimensional, sondern bereits in jüngeren Definitionen eine mehrdimensionale Betrachtung erfuhr.

2.2 Dimensionen der Erreichbarkeit

Um die Erreichbarkeit über die definitorische Einordnung hinaus auch anhand unterschiedlicher Charakteristika einordnen zu können, haben Geurs und Ritsema van Eck (2001) sowie Geurs und van Wee (2004) vier Dimensionen der Erreichbarkeit identifiziert, die die theoretisch-konzeptionelle Basis der vorliegenden Dissertation bilden. Die vier Dimensionen beziehen sich auf die Siedlungsstruktur sowie das Verkehrssystem und beinhalten darüber hinaus eine zeitliche und eine individuelle Komponente. Die Dimensionen repräsentieren zwar unterschiedliche Facetten der Erreichbarkeit, stehen aber in gegenseitiger Wechselwirkung zueinander (Abb. 2):

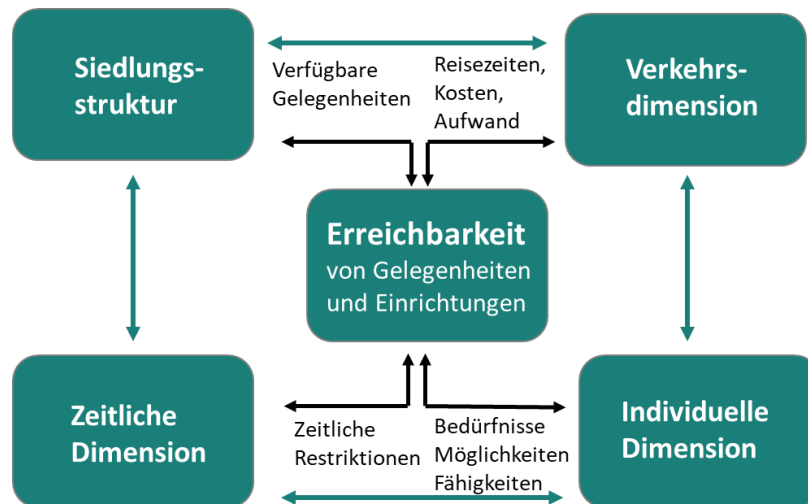


Abbildung 2: Dimensionen der Erreichbarkeit (Quelle: Abbildung nach Geurs & van Wee, 2004; Gertz, 2013)

Die **Dimension der Siedlungsstruktur** besteht zum einen aus dem Umfang, der räumlichen Verteilung sowie der Qualität der an einem Zielort angebotenen Gelegenheiten und Einrichtungen, wie z.B. Einkaufsmöglichkeiten, Arbeitsplätze oder Gesundheits- und Freizeiteinrichtungen. Zum anderen umfasst sie die Nachfrage nach diesen Einrichtungen und Gelegenheiten (Geurs & van Wee, 2004).

Die **Verkehrsdimension** besteht aus drei Teilkomponenten. Die erste Teilkomponente beinhaltet das Infrastrukturangebot, die Standortverteilung und Verkehrscharakteristika, wie bspw. die maximal erlaubte oder mögliche Geschwindigkeit, die Anzahl an Fahrbahnen oder Abfahrtzeiten (von öffentlichen Verkehrsmitteln) und Kosten. Als zweite Teilkomponente wird die Nachfrage nach Personen- und Güterverkehr herausgestellt. Die Merkmale der daraus resultierenden Verkehrsinfrastrukturnutzung wird wiederum als dritte Teilkomponente identifiziert (Geurs & Ritsema van Eck, 2001). Der Einfluss der Verkehrsdimension auf die Erreichbarkeit lässt sich in Reisezeiten, Kosten und Aufwand spezifizieren. Diese variieren je nach Verkehrsmittel. So besteht bspw. die Reisezeit eines typischen Pkw-Weges aus dem Fußweg vom Startort zum Parkplatz, der Fahrzeit sowie dem Fußweg vom Parkplatz zum Zielort. Die Fahrzeit wird dabei von Distanz, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Verkehrsaufkommen (inklusive potenzieller Verkehrsstaus) und der Parkplatzsuche beeinflusst (Geurs & Ritsema van Eck, 2001). Die Kosten beziehen sich auf Fixkosten, wie den anteiligen Kosten des Führerscheins oder des Pkw-Besitzes.

Die **zeitliche Dimension** der Erreichbarkeit beinhaltet die Verfügbarkeit von Gelegenheiten an unterschiedlichen Tageszeiten, Wochentagen oder Jahreszeiten sowie die Zeiten, in denen Individuen an spezifischen Aktivitäten teilnehmen können (Geurs & Ritsema van Eck, 2001). Die zeitliche Dimension baut auf den Arbeiten zur Raum-Zeit-Geographie von Hägerstrand (1970) und Chapin (1974) auf. Dabei können die verwendeten Raum-Zeit-Prismen als Messmethoden der Erreichbarkeit betrachtet und spezifiziert werden. Die Raum-Zeit-Prismen zeigen die Handlungsmöglichkeiten eines Individuums auf, die innerhalb eines zeitlichen, räumlichen und institutionellen Rahmens zur Ausübung von Aktivitäten genutzt werden können (Geurs & Ritsema van Eck, 2001).

Als vierte Dimension identifizieren Geurs und Ritsema van Eck (2001) die **individuelle Dimension** der Erreichbarkeit. Sie beinhaltet die Charakteristika des Individuums und wird dementsprechend in der vorliegenden Dissertation fokussiert betrachtet. Im Grunde beschreibt diese Dimension die Betrachtung der drei bisherigen Dimensionen auf Grundlage individueller Charakteristika. Der Einfluss der individuellen Dimension auf die Erreichbarkeit lässt sich in Bedürfnisse, Möglichkeiten und Fähigkeiten spezifizieren. Die Bedürfnisse zum Erreichen von Aktivitätsorten bzw. die individuelle Mobilität sind dabei abhängig von Faktoren wie bspw. Alter, Einkommen, Bildung, Lebensphase oder körperlichen Einschränkungen. Bei Familien mit Kindern ist meist die Erreichbarkeit von Betreuungs- und Bildungseinrichtungen von hoher Bedeutung. Eine hochbetagte Person hat womöglich eher spezifischere Bedürfnisse zum Erreichen von bestimmten Gesundheitseinrichtungen. Die individuelle Dimension wird weiter determiniert durch die Möglichkeiten, die vorhandene Infrastruktur für die eigene Mobilität zu nutzen. Die Möglichkeiten werden bestimmt durch das jeweilige Einkommen, das Mobilitätsbudget, das Bildungsniveau, individuelle Fähigkeiten oder physische Voraussetzungen (abhängig von bspw. Mobilitätseinschränkungen, kognitiven, sensorischen und intellektuellen Fähigkeiten).

Die Dimension der Siedlungsstruktur, die Verkehrsdimension sowie die zeitliche Dimension der Erreichbarkeit spiegeln die situativen Dimensionen wider, die mit verkehrs- und raumbezogenen Daten objektiv, bspw. anhand von Distanzen, Reise- und Öffnungszeiten oder Kosten, gemessen werden können. Die individuelle Dimension dagegen basiert, wie bereits erläutert, auf individuellen Charakteristika zur Bewertung der drei weiteren Dimensionen. Dies ist von essentieller Bedeutung, da die Bedürfnisse einer Person, ihre Wahrnehmungen und Erfahrungen ebenso die Bewertung beeinflussen wie ihre eigenen Fähigkeiten (Lättman, 2018). Die Interaktion der individuellen Dimension mit den drei anderen Dimensionen wird von Geurs und van Wee (2004) klar benannt, jedoch in den bisherigen Forschungsarbeiten nur begrenzt berücksichtigt (Lättman, 2018).

Die Bedeutung der individuellen Dimension stellt auch Martens (2017) heraus. Demnach wird die Erreichbarkeit von Individuen aufgrund individueller Voraussetzungen und Bedürfnisse unterschiedlich erlebt und folglich sei eine Priorisierung der individuellen Dimension in Wissenschaft und Praxis notwendig, um dem Vorurteil zu entgehen, dass individuelle Fähigkeiten und Präferenzen in Zusammenhang mit der Erreichbarkeit nur eine begrenzte Bedeutung in der Planung zugewiesen werden. Wie Lättman (2018) verdeutlicht, wird die individuelle Dimension zunehmend in Studien berücksichtigt. Dabei wird nicht allein ein Bezug zur individuellen Perspektive hergestellt, sondern es werden auch Fragen nach verkehrsbezogener Benachteiligung, verkehrsbezogener Gerechtigkeit, sozialer Exklusion und Gleichheit aufgeworfen (Lättman, 2018).

Nach Sichtung der einschlägigen Fachliteratur wird deutlich, dass sich der entwickelte Ansatz, der die individuelle Perspektive und vielfältigen Aspekte der individuellen Dimension im Zusammenspiel mit den weiteren Dimensionen der Erreichbarkeit umfasst, als Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit bezeichnen lässt (Lättman, 2018).

2.3 Das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit

Die Berücksichtigung aller vier Dimensionen der Erreichbarkeit nach Geurs und Ritsema van Eck (2001) wird in forschungs- und praxisrelevanten Arbeiten im Feld der Erreichbarkeitsforschung

durchgehend als essentiell herausgestellt. Gängige Erreichbarkeitsanalysen und -instrumente fokussieren jedoch oftmals lediglich eine oder mehrere der folgenden Dimensionen: die Dimension der Siedlungsstruktur, der Verkehrsdimension sowie der zeitlichen Dimension – ohne die individuelle Dimension zu berücksichtigen. Damit implizieren sie eine Art Homogenität der Gesellschaft (Veröffentlichung 1). Die individuelle Dimension der Erreichbarkeit wird oftmals lediglich durch das Geschlecht und/oder das Alter abgebildet und Interdependenzen zwischen den vier Dimensionen finden kaum Berücksichtigung.

Das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit intendiert hingegen die Vielfältigkeit der individuellen Dimension der Erreichbarkeit abzubilden. In der vorliegenden Arbeit hat die Anwendung des Konzepts der wahrgenommenen Erreichbarkeit zum Ziel, die Vielfältigkeit individueller Erfahrungen, Wahrnehmungen und Bedürfnisse zu operationalisieren, zu erfassen, zu analysieren und folglich Ansätze zu entwickeln, um ein realitätsnahes Abbild der Erreichbarkeit in wissenschaftliche und praxisrelevante Erreichbarkeitsdiskurse, -analysen und -instrumente sowie Maßnahmen einer nachhaltigen Stadt- und Verkehrsplanung integrieren zu können.

Wie eingangs dargestellt, fand das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit erstmalig in den 1970er Jahren Erwähnung (Burns & Golob, 1976; Morris et al., 1979). Burns und Golob (1976) sowie Morris et al. (1979) gelten dabei als Pioniere, da sie die theoretische Differenzierung der objektiven und der wahrgenommenen Erreichbarkeit herausarbeiteten (Morris et al., 1979) und deren Bedeutung für die Erreichbarkeitsforschung herausstellten (Burn & Golob, 1976). Pacione (1982) beschrieb darüber hinaus erstmals die Funktion von Instrumenten zur Abbildung der wahrgenommenen Erreichbarkeit. Sie sollten zum Ziel haben zu beschreiben „[in which] *way people perceive and evaluate conditions around them*“ (Pacione, 1982, S. 498). Obwohl die Relevanz der wahrgenommenen Erreichbarkeit bereits in den 1970er Jahren herausgestellt wurde, wurde das Themenfeld erst seit den 2000er Jahren vertieft untersucht. Thériault und Des Rosiers (2004, S. 475) definieren die wahrgenommene Erreichbarkeit als „[...] *the ability of individuals to travel and to participate in activities at different locations in an environment*“. Der Fokus liegt dabei auf der Fähigkeit von Individuen, Aktivitäten auszuüben und nicht auf der Wahrnehmung an sich. Wie im vorherigen Kapitel erläutert, führten Morris et al. (1979) erstmals den Leichtigkeitsbegriff in den Erreichbarkeitsdiskurs ein. Vor dem Hintergrund definieren Geurs und Ritsema van Eck (2001) sowie Preston und Rajé (2007) die Erreichbarkeit als „*ease of reaching*“ und darauf aufbauend Wang et al. (2015) die wahrgenommene Erreichbarkeit als „*ease of access*“. Dabei bezieht sich der Leichtigkeitsbegriff auf die Ausübung von Aktivitäten aus individueller Perspektive.

Auf Grundlage dieser Vorarbeiten erarbeiteten Lättman et al. (2016b) eine Definition der wahrgenommenen Erreichbarkeit, die bis heute als grundlegend und wegweisend für den Diskurs der wahrgenommenen Erreichbarkeit gilt. Sie verstehen wahrgenommene Erreichbarkeit als „*how easy it is to live a satisfactory life using the transport system*“ (Lättman et al., 2016b, S. 258). Diese Definition integriert den Leichtigkeitsbegriff und eine individuelle Bewertung der Erreichbarkeit hinsichtlich der Nutzung des Verkehrssystems. Auch Ma & Cao (2019) stellen nicht allein den Leichtigkeitsbegriff in den Fokus, sondern sehen in der individuellen und gruppenspezifischen Wahrnehmung den Kern der wahrgenommenen Erreichbarkeit.

Jamei et al. (2022) identifizierten grundlegende Definitionen der wahrgenommenen Erreichbarkeit, die im Folgenden vertieft diskutiert werden. Mit dem Fokus auf das individuelle Verständnis der eigenen Erreichbarkeit hat Curl (2018, S. 1148) die wahrgenommene Erreichbarkeit mit „*how an individual, or groups of individuals, understand or experience their own accessibility*“ definiert. Auch Ryan et al. (2016) stellen das Individuum in den Vordergrund und setzen bei ihrer Definition den Schwerpunkt auf vergangene Erfahrungen, als Basis für die eigene Wahrnehmung der Leichtigkeit, Aktivitätsorte zu erreichen. Die wahrgenommene Erreichbarkeit ist demnach „*an individual's perception on how easy it is to reach opportunities based on their own experiences*“ (Ryan et al., 2016, S. 406). Ähnlich wie Lättman et al. (2016b) sehen Saif et al. (2019) in der wahrgenommenen Erreichbarkeit eher ein Instrument, um mit Hilfe des Verkehrssystems ein zufriedenstellendes Leben zu leben. Dabei lehnen sich Saif et al. (2019) stark an die Definition von Lättman et al. (2016b) an. Coppola und Silvestri (2018) definieren die wahrgenommene Erreichbarkeit als Standortnutzen, der im Rahmen einer Funktion von Nähe zu Verkehrsmitteln und Aktivitätsorten berechnet werden kann. Demnach ist die wahrgenommene Erreichbarkeit die „*overall location utility, perceived by individuals, computed as a function of proximity to different transportation and urban facilities*“ (Coppola & Silvestri, 2018, S. 137). Friman et al. (2020b, S. 2) definieren die wahrgenommene Erreichbarkeit als individuelle Erfahrungen und Bewertungen von umwelt- und verkehrsbezogenen Gegebenheiten, die auf individuellen Voraussetzungen und Präferenzen basieren: „[...] *the individual experience and evaluation of these conditions (based on individual preferences and prerequisites)*“. Jüngst definieren Pot et al. (2021) die wahrgenommene Erreichbarkeit, indem sie einen Schwerpunkt auf das wahrgenommene Potenzial legen. Demnach sei die wahrgenommene Erreichbarkeit „*the perceived potential to participate in spatially dispersed opportunities*“ (Pot et al., 2021, S. 2). Die Definitionen der wahrgenommenen Erreichbarkeit veranschaulichen auch hierbei die Vielfältigkeit der individuellen Perspektive, die sich in den definitorischen Unterschieden niederschlägt.

Die Definitionen von Lättman et al. (2016b) und Pot et al. (2021) bilden die Grundlage der vorliegenden Dissertation. Im Gegensatz zu Lättman et al. (2016b) zielt die Definition von Pot et al. (2021) darauf ab, eine übergeordnete und generalisierte Definition zu entwickeln, die, wie dargestellt, vordergründig das wahrgenommene Potenzial zur Ausübung von Aktivitäten beinhaltet. Neben den Ansätzen zur Definition von wahrgenommener Erreichbarkeit stellt sich die Frage, was genau Wahrnehmungen beinhalten, welche Faktoren sie prägen und wie sie entstehen.

Wahrnehmungen sind das Resultat eines komplexen heterogenen internalen Prozesses, in dessen Rahmen Informationen und Eindrücke der realen Umwelt individuell erfasst, erkannt, gefiltert, interpretiert und bewertet werden (Golledge, 1978). Dabei prägen Erwartungen an zukünftiges Verhalten in gleichem Maße die Wahrnehmungen wie Erfahrungen aus dem vergangenen Verhalten (Lättman, 2018). Folglich werden Entscheidungen, worunter auch Mobilitätsentscheidungen fallen, in der Regel nicht rein rational getroffen, sondern durch den individuellen Wahrnehmungsprozess beeinflusst.

Die theoretische Einbettung der wahrgenommenen Erreichbarkeit kann beispielsweise durch die Anwendung der Person-Situation-Interaktions-Theorie (,individual-situation interaction theory‘) erfolgen. Die aus der Psychologie stammende Theorie wurde erstmals von Lättman (2018) auf das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit angewandt und bietet die Möglichkeit, die Komplexität individueller

Wahrnehmungen theoretisch einzuordnen. Die Person-Situation-Interaktions-Theorie betont die individuelle Dimension der Situationen und die Interaktion zwischen Person und Situation. Lättman (2018) führt aus, dass Erreichbarkeit zwar per se nicht als Situation bezeichnet werden kann, jedoch sei diese psychologische Theorie hilfreich, um die wahrgenommene Erreichbarkeit besser verstehen und einordnen zu können. Das Resultat aus der Interaktion von Person und Situation kann als wahrgenommene oder auch psychologische Situation bezeichnet werden. Diese bezieht sich auf unterschiedliche Wahrnehmungen, die durch diverse Verarbeitungsprozesse äußerlicher Stimuli hervorgerufen werden. Nach Magnusson (1981) und Rauthmann und Sherman (2018) bedingen dabei immer mehrere Stimuli die Wahrnehmungen einer Person, da einzelne Reize nicht isoliert wahrgenommen werden können.

Wenn das Forschungsinteresse im Verständnis der individuellen Wahrnehmungen einer spezifischen Situation besteht, ist es nicht ausreichend, die Wahrnehmungen eines spezifischen Attributs, bspw. der Reisezeit (Lättman, 2018), zu messen, da dies nicht die wahrgenommene Situation darstellt, sondern nur einen einzelnen isolierten Stimulus. Darüber hinaus können durch individuelle Selektionsprozesse Reize, obwohl sie objektiv vorhanden sind, nicht nur in unterschiedlicher Intensität wahrgenommen, sondern auch gänzlich ausselektiert werden (Lättman, 2018). Aufgrund individueller Differenzierung, durch Fähigkeiten, Vorlieben oder Erfahrungen, sind Wahrnehmungen Informationen einer allgemeinen Situation, z.B. eines Weges oder des Verkehrssystems, die Personen zu einem gewissen Anteil ähnlich und gleichzeitig einzigartig wahrnehmen können (Lättman, 2018). Rauthmann et al. (2015) stellen in diesem Zusammenhang fest, dass objektive Faktoren einer Situation, wie bspw. die Fahrzeit zu einem Aktivitätsort oder die Lage einer Haltestelle, keine eigenständige Bedeutung innehaben. Diese Bedeutungszuschreibung erlangen sie allein durch das Wahrnehmungssystem des Menschen.

Lättman (2018) stellt dabei heraus, dass die individuelle psychologische Bedeutung von Faktoren einer allgemeinen Situation individuell erlebte und wahrgenommene Merkmale erschafft, die sich auf allgemeine Faktoren innerhalb der Situation beziehen, wie bspw. Gefühle der Sicherheit oder psychologische Barrieren.

Ein bedeutender Bestandteil der individuellen Dimension der Erreichbarkeit ist außerdem der interne Prozess der Selbstwahrnehmung der individuellen Fähigkeiten, Aktivitätsorte aufzusuchen. Bandura (1978) verweist darauf, dass die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten, eine spezifische Aufgabe auszuführen, nicht allein das messbare direkte Verhalten beeinflusst, sondern auch Auswirkungen auf den wahrgenommenen Aufwand zur Zielerreichung beinhaltet.

Die Relevanz dieser Diskussion für das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit wird im Folgenden anhand eines Beispiels zur wahrgenommenen Fähigkeit zur fußläufigen Erreichbarkeit eines Supermarktes dargestellt. Die wahrgenommenen Fähigkeiten, um den notwendigen Aufwand in Betracht zu ziehen, bestünde hierbei in der wahrgenommenen Fähigkeit, zum Supermarkt zu gehen, die Route zu planen, Querungshilfen in Anspruch zu nehmen, mögliche Stressfaktoren (bspw. schlechte Gehwege, zugeparkte Kreuzungen oder kurze Ampelphasen) auszuhalten und sich den Weg zuzutrauen. Diese situationsbedingten Wahrnehmungen können zum einen auf früheren Erfahrungen, der in der Vergangenheit durchgeführten Fußwege, beruhen oder das Resultat eines spezifischen Unsicherheitsgefühls basierend auf vergangenen Erfahrungen sein (Lättman, 2018).

Wird bei der Anwendung der Person-Situation-Interaktion die Wahrnehmung als Resultat der Interaktion von Person und Situation herausgestellt, kann die wahrgenommene Erreichbarkeit nach Pot et al. (2021) mit dem Konzept der kognitiven Umwelt gleichgesetzt werden. Die kognitive Umwelt/wahrgenommene Erreichbarkeit ist dabei aufgrund nachfolgender Argumentationen unvollständig und individuell gefärbt. Dies basiert laut Pot et al. (2021) auf einer individuell divergierenden Informationsverarbeitung, die aus unterschiedlichen Strategietypen in der Informationsgewinnung, unterschiedlichen individuellen und externen Selektionsmechanismen sowie dem individuellen räumlichen Wissen besteht. Ferner schließt sich eine individuelle Interpretation des Wissens auf Grundlage des Wertesystems an. Durch die individuelle Färbung der eigenen Wahrnehmung ist es daher wahrscheinlich, dass sie in einem gewissen Maß von der objektiven Erreichbarkeit abweichen kann. Sie stellt aber auch die Grundlage für spezifische Mobilitätsentscheidungen dar, was sie darüber hinaus zu einer wichtigen Komponente der Erreichbarkeit macht.

Pot et al. (2021) haben diese Überlegungen zum Anlass genommen, einen konzeptionellen Rahmen zur theoretisch-konzeptionellen Einordnung der wahrgenommenen Erreichbarkeit zu entwickeln. Dabei wird der wahrgenommenen Erreichbarkeit die gleiche Funktion zugesprochen, wie dem Konzept der kognitiven Umwelt. Als Basis zur Erarbeitung des konzeptionellen Rahmens dient dabei das grundlegende Modell und die Dimensionen der Erreichbarkeit nach Geurs und van Wee (2004) (Abb. 2). Die Autor*innen stellen das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit als Wahrnehmungsfunktion der Siedlungsstruktur und Verkehrsdimension sowie der zeitlichen Dimension heraus. Die individuelle Dimension ist in diesem Modell der Mechanismus, der die Bildung dimensionsspezifischer Wahrnehmungen beeinflusst (Abb. 3).

Im Kontext der Dimension der Siedlungsstruktur beziehen sich Wahrnehmungen von Erreichbarkeit auf die wahrgenommene räumliche Verteilung von Aktivitätsorten sowie deren wahrgenommener Attribute und Qualitäten. So können zum einen das Wissen über das Vorhandensein von Aktivitätsorten, die selbst eingeschätzte Distanz oder Qualitätsattribute maßgeblich dafür sein, wie Erreichbarkeit individuell wahrgenommen wird (Cadwallader, 1979; Pot et al., 2021; Witlox, 2007).

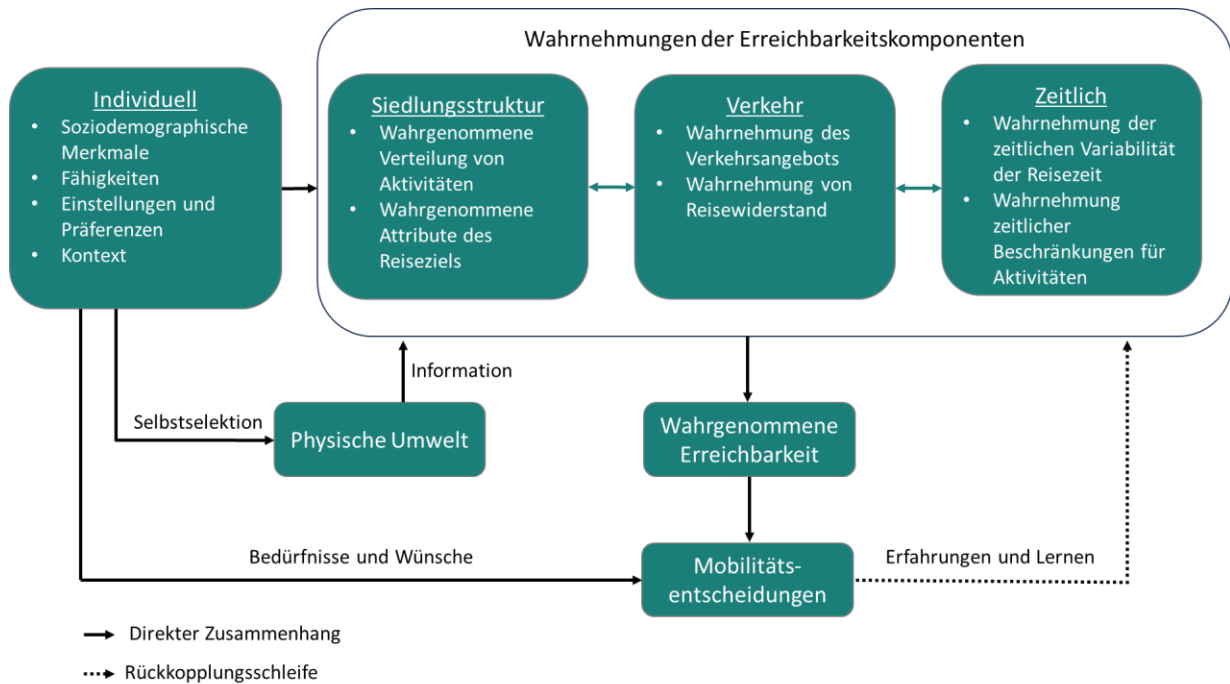


Abbildung 3: Modell der wahrgenommenen Erreichbarkeit (Quelle: Abbildung nach Pot et al., 2021)

Die Wissenskomponente spielt auch in Bezug auf die Verkehrsdimension eine essenzielle Rolle. Das Wissen über das Angebot des Verkehrssystems oder mögliche Routen sind oftmals für ein Individuum nicht vollumfänglich vorhanden und zudem werden die Aspekte individuell unterschiedlich wahrgenommen. Die Wahrnehmung der zeitlichen Dimension wird ferner determiniert durch Variationen der geschätzten Reisezeit zur Zielerreichung und Wahrnehmungen über zeitliche Zwänge und Aktivitäten, wie bspw. die individuelle Wahrnehmung oder Bewertung von Öffnungszeiten (Pot et al., 2021).

Die Wahrnehmungen der Erreichbarkeitsdimensionen werden zwar getrennt voneinander gebildet, stehen jedoch in ständiger Interdependenz. Die individuelle Dimension spielt dabei eine besondere Rolle, da ihre einzelnen Komponenten – bestehend aus soziodemographischen Faktoren, Einstellungen, Fähigkeiten sowie soziokulturellen und räumlichen Kontextfaktoren – für die Formung der dimensionspezifischen Wahrnehmungen verantwortlich sind (Pot et al., 2021). Verkehrsmittelspezifische Einstellungen und Präferenzen beeinflussen die eigene Machbarkeitsbewertung bestimmter Aktivitätsorte unter Berücksichtigung unterschiedlicher Verkehrsmittel (van Acker et al., 2010). Verkehrsmittelbezogene Einstellungen sowie individuelle Bewertungen der eigenen Aktionsraummöglichkeiten sind teilweise vom geographischen und sozialen Kontext des jeweiligen Individuums abhängig (z.B. Stadt vs. Land) (Avineri, 2012; Pot et al., 2020). Bezugnehmend auf den sozialen Kontext können bspw. Eltern im Rahmen der Mobilitätssozialisation einen potenziellen Einfluss auf die Formung verkehrsmittelbezogener Einstellungen haben (Döring et al., 2014; Döring, 2017).

Laut Pot et al. (2021) können die Komponenten der individuellen Dimension der Erreichbarkeit ferner einen Einfluss auf die eigene Erreichbarkeit haben. Dies können bspw. Prozesse der residential self-selection, der residential dissonance oder veränderte Präferenzen durch den Eintritt in unterschiedliche Lebensabschnitte sein (Hesse & Scheiner, 2010; Scheiner, 2013b; Van Acker, 2020). Neben den

erläuterten direkten Einflüssen auf die wahrgenommene Erreichbarkeit und ihrem Einfluss auf Entscheidungen und Verhalten, wird in dem Modell von Pot et al. (2021) davon ausgegangen, dass das Verhalten zur Wahrnehmung rückgekoppelt ist. Auch nach De Vos et al. (2018) und De Vos (2019) können sich Wahrnehmungen der Erreichbarkeit durch die Interaktion mit der Umwelt verändern.

Zusammenfassend zeigt die definitorische sowie theoretisch-konzeptionelle Einordnung der wahrgenommenen Erreichbarkeit, dass Wahrnehmungen das Resultat eines komplexen heterogenen internalen Prozesses sind, in dessen Rahmen Informationen und Eindrücke der realen Umwelt individuell erfasst, erkannt, gefiltert, interpretiert und bewertet werden (Golledge, 1978). Ihre Entstehung kann theoretisch zum einen im Rahmen der Person-Situation-Interaktion eingeordnet und bspw. anhand des Modells von Pot et al. (2021) modellhaft dargestellt werden. Nachfolgend werden Methoden vorgestellt, wie objektive und wahrgenommene Erreichbarkeit gemessen und operationalisiert werden können.

2.4 Methoden zur Erfassung von Erreichbarkeit

Die nachfolgenden Kapitel beinhalten die Darstellung von Methoden zur Erfassung objektiver Erreichbarkeit (Kap. 2.4.1) und wahrgenommener Erreichbarkeit (Kap. 2.4.2).

2.4.1 Methoden zur Erfassung objektiver Erreichbarkeit

Objektive Messmethoden sind unabdingbar für die Abbildung, Auswertung und Interpretation der jeweiligen räumlichen Gegebenheiten, wenn bspw. das Ziel darin besteht, Erreichbarkeitsverhältnisse in Bezug auf das derzeitige Versorgungsniveau abzubilden und zukünftige Veränderungen in der Angebots- oder Standortstruktur, z.B. auf Basis von Szenarien für unterschiedliche Maßstabsebenen, abzuschätzen. Erreichbarkeitsindikatoren können in einfache und komplexe Indikatoren unterteilt werden. Einfache Erreichbarkeitsindikatoren bilden Merkmale der Siedlungsstruktur und des Verkehrssystems ab (Schwarze, 2014) und sind niederschwellig nachvollziehbar und leicht zu interpretieren (Ahlmeyer & Wittowsky, 2018). Durch ihre einfache Berechnung und Interpretation finden sie oftmals Anwendung in der Verkehrsforschung. Schwarze (2014) benennt jedoch klare Defizite einfacher Erreichbarkeitsindikatoren. So findet keine „[...] Verknüpfung zwischen der räumlichen Verteilung der Aktivitätsziele und -gelegenheiten und den Verkehrsangeboten statt“ (Schwarze, 2014, S. 55). Dementsprechend bilden sie nur einen Teilaspekt der Erreichbarkeit ab (Ahlmeyer & Wittowsky, 2018).

Einfache Erreichbarkeitsindikatoren umfassen Ausstattungs-, Distanz- und graphentheoretische Indikatoren. Ausstattungsindikatoren beziehen sich auf die räumliche Verteilung der Verkehrs- oder Angebotsinfrastruktur, Distanzindikatoren berechnen die Lagegunst auf Grundlage von Raumwiderständen und graphentheoretische Indikatoren beschreiben die Komplexität, bzw. den Grad der Vernetzung eines Verkehrsnetzes (Schwarze, 2014).

Komplexe Erreichbarkeitsindikatoren dagegen verbinden die Merkmale der Siedlungsstruktur mit dem Verkehrssystem: „Durch die multiplikative Verknüpfung der Aktivitäts- und Widerstandsfunktion wird berücksichtigt, dass sowohl die Aktivitätsgelegenheiten als auch deren Zugänglichkeit für die Bestimmung von Erreichbarkeit relevant sind“ (Schwarze, 2014, S. 63). Komplexe Erreichbarkeitsindikatoren können in Reiseaufwands-, Kumulations-, Potenzial-, Nutzen- und Aktionsraumindikatoren unterteilt

werden (Schwarze, 2014). Reiseaufwandsindikatoren beschreiben den Reiseaufwand zu Aktivitätsorten. Kumulationsindikatoren beschreiben die zu erreichenden Aktivitätsorte innerhalb einer bestimmten Zeit, Potenzialindikatoren berechnen die zu erreichenden Aktivitätsorte auf Basis einer Widerstandsfunktion. Nutzenindikatoren bilden „[...] die Summe der individuellen Entscheidungen zur Nutzenmaximierung“ ab (Schwarze, 2014, S. 70). Schließlich bilden die Aktionsraumindikatoren oder auch Zeitbudgetindikatoren den potenziellen Handlungsraum eines Individuums auf Basis von Raum-Zeit-Prismen ab. Komplexe Erreichbarkeitsindikatoren beinhalten im Gegensatz zu einfachen Erreichbarkeitsindikatoren einen deutlich höheren Informationsgehalt und sind folglich schwieriger zu interpretieren (Ahlmeyer & Wittowsky, 2018; Wulfhorst et al., 2017).

In der vorliegenden Dissertation liegt der Fokus auf der fußläufigen Erreichbarkeit. Daher werden in den weiteren Erläuterungen Erreichbarkeitsanalysen für den MIV, ÖV und das Fahrrad nicht weiter ausgeführt.

Für die Abbildung komplexer Erreichbarkeitsindikatoren eignen sich besonders sogenannte Bewertungsindizes. Diese kombinierten Erreichbarkeitsindizes, die oftmals zur Familie der Potenzialindikatoren gehören, eignen sich besonders für die Bewertung fußläufiger Erreichbarkeitsverhältnisse (Ahlmeyer & Wittowsky, 2018; Conrad, 2023; Dinkel, 2014; Frank et al., 2010; Walk Score®, 2011). Beispiele dafür sind der Neighbourhood Destination Accessibility Index und der Walk Score®. Letzterer gilt als einer der bekanntesten Indizes zur Erfassung der fußläufigen Erreichbarkeit (Carr et al., 2010; Duncan et al., 2011; Walk Score®, 2011). Der methodische Ansatz der dritten Veröffentlichung basiert auf diesem Bewertungsinstrument, daher wird es nachfolgend differenziert dargestellt.

Der ursprünglich in den USA entwickelte Walk Score® wird zur Bewertung von Wohnstandorten hinsichtlich der fußläufigen Erreichbarkeit zu wichtigen Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge genutzt (Carr et al., 2010, 2011; Duncan et al., 2016; Walk Score®, 2011). Im Rahmen der ursprünglichen Walk Score®-Methodik werden Distanzen zu Einrichtungen von neun unterschiedlichen Einrichtungskategorien der Nahversorgung und Daseinsvorsorge berechnet (Tab. 1).

Tabelle 1: Einrichtungen, Gewichtung und Vielfalt in der original Walk Score®-Methodik (Quelle: Eigene Tabelle nach Walk Score®, 2011)

Einrichtungen	Gewichtung	Vielfalt
Supermarkt / Discounter	3	[3]
Restaurants	3	[0.75; 0.45; 0.25; 0.25; 0.225; 0.225; 0.225; 0.225, 0.2; 0.2]
Shopping	2	[0.5; 0.45; 0.4; 0.35; 0.3]
Cafés / Bäckereien	2	[1.25; 0.75]
Geldautomaten	1	[1]
Parks / Grünflächen	1	[1]
Buchläden / Büchereien	1	[1]
Freizeit / Entertainment	1	[1]
Schulen	1	[1]

Mittels einer Widerstandsfunktion werden die Distanzwerte für die jeweiligen Ziele in einen Wert zwischen 0 und 100 umgerechnet. Je nach Relevanz fließen diese berechneten Werte zu einem bestimmten Gewicht in die Gesamtbewertung ein (Tab. 1), die wiederum einen Wert zwischen 0 und 100 darstellt

und in fünf Bewertungskategorien von *autoabhängig* bis *Fußgängerparadies* klassifiziert wird. Zur einfacheren Berechnung und aufgrund der Annahme, dass die Bereitschaft längere Fußwege zu tätigen ab einer gewissen Distanz kaum noch vorhanden ist, erhalten alle Fußwege bis 400 m 100 Punkte und alle Fußwege, die über 2,5 km liegen keinen Punkt (Walk Score®, 2011).

Resümierend kann festgehalten werden, dass objektive Maße zur Berechnung der Erreichbarkeit insofern bedeutsam sind, als dass das derzeitige und zukünftige Versorgungsniveau auf unterschiedlichen Maßstabsebenen raumbezogen messbar gemacht und abgebildet wird. Dabei werden sowohl einfache als auch komplexe Erreichbarkeitsindikatoren zur Abbildung und Bewertung objektiver Erreichbarkeitsverhältnisse eingesetzt. Erreichbarkeitsindizes, die sich mehrheitlich auf die Fußläufigkeit beziehen, wie der Walk Score®, gelten als kosteneffiziente und valide Instrumente zur Bewertung fußläufiger Erreichbarkeit (Carr et al., 2010, 2011; Duncan et al., 2016). Der Walk Score® weist jedoch auch in seiner Originalform, hinsichtlich der Übertragbarkeit auf europäische und deutsche Erreichbarkeitsverhältnisse (Fina et al., 2018), der Berücksichtigung unterschiedlicher Zielgruppen (Conrad, 2023; Reyer, 2017), der Berücksichtigung von Wirkungseffekten (Bödeker & Reyer, 2014) sowie Wahrnehmungen fußläufiger Erreichbarkeit, zahlreiche Defizite auf.

Grundsätzlich zeigt sich aber in den letzten Jahren ein zunehmendes Verständnis der individuellen Dimension in der Erreichbarkeitsmessung. Es entwickelt sich zunehmend eine stärkere Disaggregation in der Erreichbarkeitsmodellierung und Ausdifferenzierung insbesondere auch in der Abbildung der regionalen Daseinsvorsorge. Dabei sind die technischen Möglichkeiten zur Integration von unterschiedlichen Zielgruppen vorhanden, wie bspw. die Berücksichtigung von unterschiedlichen Aktivitätszielen, unterschiedlichen Verkehrsmitteln, die Abbildung von Intermodalität und Multimodalität, Öffnungszeiten, Staus oder Barrierefreiheit. Es fehlt jedoch an der flächendeckenden Umsetzung der technischen Möglichkeiten. Daher sind gängige Erreichbarkeitsinstrumente in der Regel statisch, differenzieren nicht nach individuellen Bedürfnissen und Fähigkeiten und sagen kaum etwas darüber aus, wie diese gemessene Erreichbarkeit von Menschen erlebt und wahrgenommen wird.

2.4.2 Methoden zur Erfassung wahrgenommener Erreichbarkeit

Obwohl bereits seit den 1970er Jahren die Wichtigkeit der wahrgenommenen Erreichbarkeit hervorgehoben wurde (Burns & Golob, 1976; Morris et al., 1979), gibt es im Gegensatz zur Fülle an Arbeiten zur objektiven Erreichbarkeit bisher nur wenige Studien zu Ansätzen oder Instrumenten zur Erfassung wahrgenommener Erreichbarkeit. Lättman (2018) arbeitet in ihrer Dissertation die unterschiedlichen Argumente und Umsetzungshürden heraus, die Wissenschaftler*innen in Bezug auf die Integration von subjektiven Komponenten der Erreichbarkeit identifizieren. Zum einen werden die fehlende Quantifizier- und Generalisierbarkeit sowie die mangelnde Übertrag- und Anwendbarkeit in der Praxis als Herausforderungen artikuliert. Die Mehrzahl der bisher entwickelten Methoden ist qualitativ und beruht auf kleinräumigen und kleinen Samples (Lättman, 2018). Nichtsdestotrotz ist dieser Ansatz durchaus fruchtbar für die Erreichbarkeitsforschung, da durch qualitative Methoden vertiefte Erkenntnisse über Wahrnehmungsmuster und Bedürfnisse zielgruppenspezifisch gewonnen werden können. Dennoch ist der Bedarf an quantitativen Ansätzen zur Erfassung wahrgenommener Erreichbarkeit zur Integration in Erreichbarkeitsanalysen groß und bisher kaum in der gegenwärtigen Forschungslandschaft abgedeckt. Im

Nachfolgenden werden beispielhaft zwei quantitative Messinstrumente zur Erfassung wahrgenommener Erreichbarkeit vorgestellt und ihre inhaltliche sowie methodische Entwicklung erläutert.

Curl (2013) hat im Rahmen ihrer Dissertation ein Messinstrument zur Erfassung wahrgenommener Erreichbarkeit entwickelt. Das Instrument zielt darauf ab, auf Basis von drei Items, die mit einer 5-Punkte-Likert-Skala gemessen wurden, die wahrgenommene Erreichbarkeit ohne Zielort- und Verkehrsmittelbezug abzubilden. Die Items beziehen sich in ihrer inhaltlichen Ausgestaltung jeweils auf das Potenzial und die Leichtigkeit des Erreichbarkeitsbegriffs und werden wie folgt formuliert: *„Ease of getting to places I need to get to; Range of local facilities available to meet my needs; and Accessibility of places I need to get to on a regular basis“* (Curl, 2013, S. 204-205). Die interne Konsistenz des Messinstruments wurde mittels Cronbachs Alpha überprüft.

Auch Lättman et al. (2016b) haben ein Messinstrument, den PAC (Perceived Accessibility Scale), entwickelt, das theoriebasiert verschiedene Aspekte der wahrgenommenen Erreichbarkeit abbildet. Der inhaltliche Fokus liegt dabei auf den wahrgenommenen Möglichkeiten und der wahrgenommenen Leichtigkeit, Aktivitäten mit Hilfe des Verkehrssystems ausüben und auf Grundlage dessen, zufrieden leben zu können: *„It is easy to do (daily) activities with X; If X was my only mode of travel, I would be able to continue living the way I want; It is possible to do the activities I prefer with X; Access to my preferred activities is satisfying with X“* (Lättman et al., 2016b, S. 259). Das Konstrukt wurde mittels einer explorativen Faktorenanalyse erstellt und einer anschließenden Reliabilitätsprüfung mittels Cronbachs Alpha unterzogen.

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass bis dato nur wenige Messinstrumente zur wahrgenommenen Erreichbarkeit entwickelt wurden, diese jedoch – insbesondere vor dem Hintergrund der identifizierten Forschungsdesiderate – einen wertvollen Beitrag für die Erreichbarkeitsforschung leisten. Die erläuterten Beispiele sind verkehrsmittelübergreifend angelegt. Ein dezidiertes Messinstrument zur Abbildung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit veröffentlicht.

2.5 Exkurs: Erreichbarkeitsplanung in Deutschland und im internationalen Vergleich

Das nachfolgende Kapitel ordnet die vorangegangenen Darstellungen zum Konzept der Erreichbarkeit in den größeren nationalen und internationalen Planungskontext ein. Das Konzept der Erreichbarkeit wird auf allen Planungsebenen, von der europäischen bis zur kommunalen Planung, diskutiert. Anknüpfungspunkte zum Konzept der Erreichbarkeit finden sich auf europäischer Ebene bspw. in Bezug auf die transeuropäischen Netze oder die Ausrichtung der Kohäsionspolitik sowie auf Bundesebene zur räumlichen Gesamtplanung im Zuge des Raumordnungsgesetzes oder der Bundesverkehrswegeplanung. Dabei ist der Erreichbarkeitsbegriff im Raumordnungsgesetz auf Bundesebene fest verankert: *„Die Versorgung mit Dienstleistungen und Infrastrukturen der Daseinsvorsorge, insbesondere die Erreichbarkeit von Einrichtungen und Angeboten der Grundversorgung für alle Bevölkerungsgruppen, ist zur Sicherung von Chancengerechtigkeit in den Teilräumen in angemessener Weise zu gewährleisten“*

[...]“ (§2 (2) Nr. 3 ROG). In das Raumordnungsgesetz findet die Erreichbarkeit in Deutschland demnach Eingang in Bezug auf die Sicherung der Daseinsvorsorge (§2 (2) Nr. 3 ROG).

Darüber hinaus spiegeln sich Fragen der Erreichbarkeit auf Bundeslandebene in der Landes- und Regionalplanung in Form einer räumlichen Gesamtplanung und der Verkehrsplanung, bspw. der Planung des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs (SPNV). Da der Fokus der vorliegenden Dissertation auf der fußläufigen Erreichbarkeit liegt, wird im nachfolgenden nur die nahräumliche Erreichbarkeitsplanung näher erläutert.

Auf der nahräumlichen/kommunale Ebene findet sich das Konzept der Erreichbarkeit vorrangig in der Verkehrsplanung, aber ebenfalls auf Ebene der Bauleitplanung, in der Fachplanung von Zentren-, Nahversorgungs- und Einzelhandelskonzepten oder bei Entwürfen zum Themenfeld Wohnen wieder. Dabei vollzog sich nach Schwarze (2014, S. 117) „[...] ihre Berücksichtigung jedoch für gewöhnlich in Form intuitiver Vorstellungen und verbalargumentativer Darlegungen. Nur vereinzelt erfolgt eine GIS-gestützte Überlagerung der Einzugsbereiche von zentralen Orten oder Einrichtungen mit Siedlungsflächen als kartographische Darstellung. Viele der eingesetzten quantitativen Analysemethoden sind relativ einfach und rudimentär“. Berechnete Erreichbarkeitsanalysen finden sich im Bereich der Verkehrsentwicklungsplanung und der Nahverkehrsplanung in Form einfacher Erreichbarkeitsindikatoren wie Ausstattungs- oder Distanzindikatoren wieder. Wie bereits in Kapitel 2.4.1 erläutert, sind diese leicht nachvollziehbar und interpretierbar, bilden jedoch nicht die komplexen Zusammenhänge zwischen räumlich verteilten Aktivitätszielen und dem Verkehrssystem ab. Schwarze (2014) argumentiert, dass in der Verkehrsplanung oftmals Erreichbarkeitsmodellierungen als Bestandteil von Verkehrssimulationen angewendet werden, diese jedoch nicht [...] *im Sinne einer gezielten Erreichbarkeitsplanung Erreichbarkeitspotenziale und Gerechtigkeitsaspekte*“ (Schwarze, 2014, S. 117) umfassen. Im Bereich der nahräumlichen Erreichbarkeitsplanung wird vereinzelt unter Beteiligung unterschiedlicher Zielgruppen im Rahmen einer Fußverkehrsförderung die Methode der Fußverkehrschecks angewendet. Dabei werden im Rahmen von Stadtteilspaziergängen fördernde und hindernde Faktoren des Zufußgehens aufgenommen (FUSS e.V., 2018). Ferner werden im Rahmen von Masterplänen oder Mobilitätsstrategien vereinzelt auch Fußverkehrsstrategien erarbeitet, um Ziele der Förderung des Fußverkehrs oder konkrete Maßnahmen zu erarbeiten.

Im internationalen Vergleich wird das Konzept der Erreichbarkeit in der jeweiligen Planungspraxis unter verschiedenen Betrachtungsschwerpunkten angewendet. Den Anstoß zu systematischen Erreichbarkeitsanalysen lieferte die nationale Erreichbarkeitsplanung in Großbritannien 2006. England war somit das erste Land, das über eine staatlich geregelte Erreichbarkeitsplanung in Form eines formellen lokalen Erreichbarkeitsplans verfügte. Unter der Labour-Regierung mit Premierminister Tony Blair wurde die Erreichbarkeit als zentrales Ziel festgelegt (Halden, 2009; Schwarze, 2014). Obwohl Erreichbarkeit in der britischen Verkehrsplanung seit langem als normatives Ziel angesehen wird (Farrington, 2007), erlebte der Begriff nach der Veröffentlichung des Berichts der Social Exclusion Unit (2003) eine Art Wiederbelebung. Die Erreichbarkeit von Aktivitätszielen wurde als wesentlich für die gesellschaftliche Teilhabe herausgestellt. Dabei rückte die Gefahr der sozialen Exklusion in das Bewusstsein der Labour-Regierung und ihre Bekämpfung wurde als ein Hauptziel der lokalen Verkehrsplanung im Vereinigten Königreich definiert. Die lokalen Behörden wurden für den Zeitraum von 2006 bis 2011 verpflichtet,

Erreichbarkeitsstrategien in ihre Local Transport Plans aufzunehmen, wodurch die Berücksichtigung der nahräumlichen Erreichbarkeit sowie Verfahren zur Erreichbarkeitsmessung an Bedeutung gewannen. Ferner wurden soziale Gruppen, die am ehesten von sozialer Ausgrenzung und schlechten Erreichbarkeitsbedingungen betroffen sind, stärker in den Analysen und Planungen berücksichtigt (Curl et al., 2011). Darüber hinaus wurden in diesem Zeitraum spezifische Indikatoren zur Erreichbarkeitsmessung festgelegt, die anhand einer speziellen Softwarelösung Erreichbarkeitsmessungen in Großbritannien ermöglichten. Mit dem Ziel, die Planung zu unterstützen, wurde sich mit der entwickelten Software zur Erreichbarkeitsmessung jedoch weiterhin auf die objektive Messung der Erreichbarkeit verlassen. Somit war man nicht in der Lage, einige der individuelleren und „verstreuten“ (Hine & Grieco, 2003) Probleme anzugehen, die sich aus der schlechten Erreichbarkeit ergeben. Die Konzentration auf objektive Messungen führte zu einer Diskrepanz zwischen den angestrebten Prozessergebnissen und der Art und Weise, wie Erreichbarkeit gemessen wurde (Curl et al., 2011; Halden, 2011). Aufgrund der sich geänderten politischen Konstellationen in Großbritannien ist die Entwicklung von Erreichbarkeitsstrategien derzeit keine zwingende Anforderung mehr. Einige lokale Behörden beschäftigen sich jedoch weiterhin mit Erreichbarkeitsplanung und erstellen Strategien und Indikatoren, auf deren Grundlage die Anzahl verschiedener Ziele, wie Krankenhäuser, Schulen, Lebensmittelgeschäfte und Ärzte, die innerhalb einer bestimmten Fahrzeitschwelle erreicht werden sollten, bestimmt wird. Mittlerweile bezieht sich der Begriff Erreichbarkeit in der britischen Verkehrsplanung allgemeiner auf die Bedeutung der Gewährleistung der Erreichbarkeit von Verkehrssystemen für Menschen mit besonderen Zugangsvoraussetzungen.

Wie Schwarze (2014) über das Beispiel Großbritannien hinaus herausarbeitet, bestehen in verschiedenen Ländern unterschiedliche Zielvorstellungen der Erreichbarkeitsmessung bzw. -planung. Während in Deutschland der Fokus primär auf der Sicherung der Daseinsvorsorge liegt, besteht der Schwerpunkt in Großbritannien und Australien in der Bekämpfung der sozialen Exklusion. Hingegen liegt der Fokus in den USA auf der Verkehrsverlagerung und Neuseeland setzt einen Schwerpunkt auf die Verbesserung der nahräumlichen fußläufigen Erreichbarkeit.

Internationale Beispiele für Messinstrumente der Erreichbarkeit sind u.a. der in Australien entwickelte Land Use and Public Transport Accessibility Index (LUPTAI Index) (Pilot et al., 2006), der neuseeländische Neighbourhood Accessibility Index (Leslie et al., 2007), die Structural Accessibility Layers aus Portugal (Silva, 2008) und die mobility2know-Studie aus Österreich (Kramar et al., 2011). Alle Indizes haben gemein, dass sie das Versorgungsniveau zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem festgelegten räumlichen Kontext abbilden können. Sie bilden allerdings keine individuellen Wahrnehmungen ab, die jedoch Mobilitätsentscheidungen prägen und einen Teil der gelebten Realität der Erreichbarkeit ausmachen.

2.6 Leitbilder

Im folgenden Kapitel werden zwei Leitbilder vorgestellt, die eng mit dem Konzept der fußläufigen Erreichbarkeit verbunden und somit für die planungspraktische Einordnung der vorliegenden Dissertation relevant sind: Das Leitbild der Stadt der kurzen Wege und die 15-Minuten-Stadt.

Das Leitbild der Stadt der kurzen Wege prägt seit den 1980er Jahren die Stadtentwicklung und wird als essentiell für die Gestaltung einer zukunftsfähigen urbanen Mobilität angesehen (Holz-Rau, 1995,

1999). Es wurde aus dem Konzept der „nachhaltigen Stadtentwicklung“ heraus entwickelt mit dem Ziel, die „flächen- und ressourcenintensive Sub- bzw. Desurbanisierung [...]“ einzudämmen (Beckmann et al., 2011, S. 21). Das Konzept der Erreichbarkeit spielt dabei eine wichtige Rolle. Das Leitbild der Stadt der kurzen Wege sollte zur Entstehung kompakter und dichter Siedlungsstrukturen sowie zur Steigerung der Flächeneffizienz, insbesondere durch die sparsame Ausweisung neuer Flächeninanspruchnahmen und deren Wiederverwendung beitragen. Hierdurch sollten attraktive Wohnquartiere mit ausgewogener Durchmischung geschaffen werden, die sich durch fußläufige Erreichbarkeit von Einrichtungen der Nahversorgung und Naherholung sowie einer guten Anbindung an den ÖPNV auszeichnen (Beckmann et al., 2011). Die Stadt der kurzen Wege sollte „[...] zu einer Erhöhung der Lebensqualität führen und damit die Stadt als Wohn- und Aufenthaltsort attraktiver machen und gleichzeitig drängende Umweltprobleme, die sich aus einem zu hohen Flächenverbrauch und einer ausufernden räumlichen Mobilität ergeben, lindern helfen“ (Beckmann et al., 2011, S. 21).

Ein ähnliches Konzept wie die Stadt der kurzen Wege ist das von Moreno et al. (2021) formulierte Leitbild der 15-Minuten-Stadt. Es ähnelt in seinem Ansatz der Stadt der kurzen Wege, es setzt jedoch den normativen Rahmen der maximalen Wegezeit von 15 Minuten fest. Das Konzept der 15-Minuten-Stadt skizziert die umgekehrte Proportionalität von Lebensqualität und Zeit im Verkehrsmittel und formuliert die Zielsetzung, dass ein Mensch in 15 Minuten möglichst viele grundlegende städtische Funktionen erreichen sollte, um ein angemessenes Leben führen zu können. Diese Funktionen sind Wohnen, Arbeiten, sich versorgen, Bildung, Gesundheit und Freizeit (Moreno et al., 2021). Um dieses Ziel erreichen zu können, müssen Städte nach den Kriterien Nähe, Vielfalt, Dichte und Ubiquität restrukturiert werden.

Das Konzept der 15-Minuten-Stadt wurde in Paris unter dem Label „La Ville du ¼ d’Heure“ erfolgreich getestet bzw. eingeführt. Mit den zu beobachtenden Auswirkungen der COVID-19-Pandemie wurden die Dimensionen nochmals angepasst und neben den Dimensionen Nähe, Vielfalt und Dichte wurde die Dimension der Digitalisierung hinzugefügt (Moreno et al., 2021). Die nahräumliche Erreichbarkeit als zentrales Element der 15-Minuten-Stadt wird gegenwärtig in ihrer Wichtigkeit vermehrt betont. In einem aktuellen Positionspapier des ARL-Arbeitskreises „Mobilität, Erreichbarkeit und soziale Teilhabe“ wird bspw. die nahräumliche Erreichbarkeit als zentrale Leitlinie für die Planungspraxis angesehen: „Nahräumliche Erreichbarkeit alltäglicher Funktionen innerhalb von 15 Minuten ohne Pkw („15-Minuten-Stadt“) muss in der Stadtplanung, Verkehrspolitik und -planung als eine zentrale Leitlinie etabliert werden“ (ARL, 2023, S. 5). Die Ausführungen verdeutlichen, dass das vorliegende Dissertationsvorhaben mit seinem Schwerpunkt auf die fußläufige Erreichbarkeit und deren Wahrnehmung an Leitbilder wie die Stadt der kurzen Wege oder die aktuelle Debatte um die 15-Minuten-Stadt planungspraktisch anknüpft.

2.7 Zwischenfazit

Zusammenfassend zeigt sich, dass das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit auf theoretisch diskursiver Ebene im Rahmen der Person-Situation-Interaktion eingeordnet und anhand des Modells von Pot et al. (2021) modellhaft dargestellt werden kann. Gleichzeitig gibt es bis dato auf methodischer Ebene kaum quantitative Ansätze oder Instrumente zur Erfassung wahrgenommener Erreichbarkeit,

insbesondere fehlt ein auf Fußläufigkeit ausgerichtetes Messinstrument. Es besteht ein zentraler Forschungsbedarf 1) in der Entwicklung von Instrumenten zur Erfassung und Abbildung insbesondere wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, 2) der Untersuchung einflussnehmender Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit und 3) der Wirkung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, verkehrsmittelbezogener Einstellungen auf das realisierte Mobilitätsverhalten. 4) Schließlich liegt daher ein zentraler Forschungsbedarf darin, bestehende Tools zur Messung von Erreichbarkeit durch Erkenntnisse der wahrgenommenen Erreichbarkeit und ihrer Determinanten zu erweitern und zu übertragen.

Die Literaturlauswertung zum Konzept der Erreichbarkeit als theoretisch-konzeptionelle Basis der Arbeit hat gezeigt, dass mit der Schwerpunktsetzung auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit sowohl an gegenwärtige forschungsrelevante Diskurse als auch an planungsrelevante Leitbilder, wie die Stadt der kurzen Wege oder die 15-Minuten-Stadt, angeknüpft wird.

Erreichbarkeit ist dabei keinesfalls als eindimensionales, sondern, wie bereits in den jüngeren Definitionen und Studien aufgeführt, als mehrdimensionales Konzept zu betrachten. Nach Sichtung der einschlägigen Fachliteratur bietet das Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit das erforderliche Potenzial, um die individuelle Perspektive und die vielfältigen Aspekte der individuellen Dimension der Erreichbarkeit zu integrieren und zu erfassen.

3 ERHEBUNGS- UND AUSWERTUNGSMETHODIK

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Multi-Methoden-Ansatz gewählt, um die Vielfältigkeit von Erreichbarkeiten und deren subjektive Wahrnehmungen, und damit die Komplexität des Konzepts der Erreichbarkeit, adressieren zu können. Im folgenden Kapitel werden die Auswahl der Untersuchungsräume und der Zielgruppen, die Rekrutierung der Proband*innen sowie die Erhebungs- und Auswertungsmethodik überblicksartig beschrieben. In den ausgewählten Untersuchungsräumen wurde eine Bestandsaufnahme auf Straßensegmentebene durchgeführt, um die Straßen und Raumqualitäten zu erheben. Eine Haushaltsbefragung stellt den Kern dar, da hier die ausgewählten Zielgruppen u.a. zu ihrer wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit, Barrierefreiheit, ihrem Sicherheitsempfinden sowie ihren verkehrsmittelbezogenen Einstellungen befragt werden konnten. Darüber hinaus wurde ein Wegetagebuch verwendet, um das realisierte Mobilitätsverhalten an einem Stichtag erfassen zu können. Die Erhebungsmethoden werden in Kapitel 3.5 näher erläutert. Abbildung 4 veranschaulicht die unterschiedlichen Komponenten der Erhebungs- und Auswertungsmethodik sowie ihre Verflechtungen im Rahmen des Multi-Methoden-Ansatzes. Im unteren Teil der Grafik wird darüber hinaus dargestellt, welche Auswertungsmethoden in die jeweiligen Veröffentlichungen eingegangen sind.

Eine ausführliche Erläuterung und Reflexion der Erhebungs- und Auswertungsmethodik können den Kapiteln der jeweiligen Veröffentlichungen sowie den Kapiteln *Inhaltliche Diskussion der empirischen Befunde* (Kap. 5.1) sowie *Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik* (Kap. 5.2) entnommen werden. Ein tabellarischer Überblick aller Erhebungs- und Auswertungsmethoden befindet sich zudem in Anhang A.

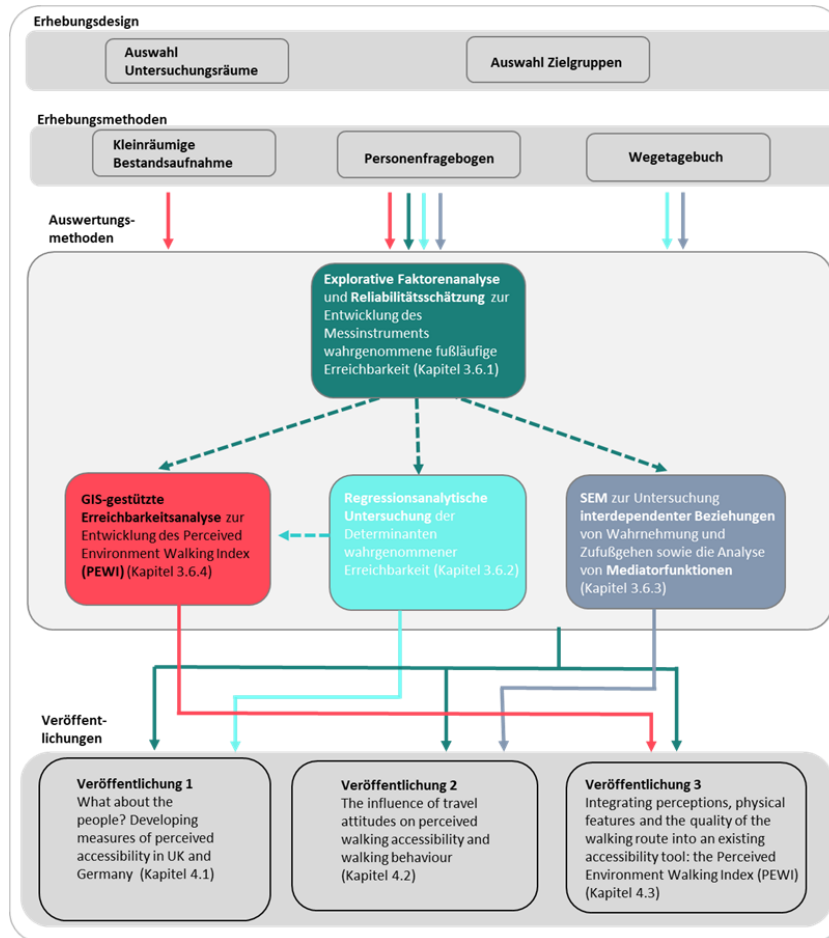


Abbildung 4: Erhebungs- und Auswertungsmethodik sowie ihre Verwendung in den jeweiligen Veröffentlichungen
(Quelle: Eigene Abbildung)

3.1 Auswahl der Stadtteile Hamburg Bahrenfeld und Barmbek-Nord

Als Start- und Zielort individueller Mobilität sowie der Nahmobilität lag der Fokus bei der Auswahl der Untersuchungsräume auf der Quartiersebene. Quartiere sind bereits seit Ende des 19. Jahrhunderts als ‚städtische Lebenswelten‘ vermehrt im Interesse der Wissenschaft (Schnur, 2008). Die Quartiersebene ermöglicht es im Rahmen eines Multi-Methoden-Ansatzes zum einen detaillierte, klenräumige Analysen durchzuführen und zum anderen ist sie systemimmanent. Dies bedeutet, dass sie sich „[...] vor allem durch ihre Bewohner und deren Wertesysteme, deren lokale und translokale soziale Vernetzung, deren Lebenszyklen, -lagen und -stile und die damit verbundenen Wohnstandort- bzw. Umzugsentscheidungen“ (Schnur, 2008, S. 21) konstituiert. Die klenräumige Auswahl der Untersuchungsräume wurde anhand spezifischer Kriterien getroffen, von denen einige ähnlich ausgeprägt sein sollten, während andere kontrastieren sollten. Um die Auswirkungen unterschiedlicher objektiver Erreichbarkeiten auf die individuelle Wahrnehmung fußläufiger Erreichbarkeit und die Häufigkeit des Zuzußgehens untersuchen zu können, sollten die Untersuchungsräume unterschiedliche Versorgungsstrukturen aufweisen. Die Auswahlkriterien umfassten eine ähnliche Innenstadtnähe, eine ähnliche Sozialstruktur sowie eine vergleichbare Nähe von Haltestellen und -punkten des öffentlichen Verkehrs. Neben diesen Auswahlkriterien sollte zudem eine ausreichende Zielgruppenverfügbarkeit in beiden Untersuchungsgebieten

vorhanden sein (siehe weiterführend Kap. 3.3). Hierzu wurden Daten aus dem Statistischen Jahrbuch Hamburg 2014/2015 und geographische Daten der Stadt Hamburg verwendet sowie im Austausch mit Wissenschaftler*innen der TU Hamburg Harburg potenzielle Stadtteile diskutiert. Darüber hinaus wurden Quartiersbegehungen konzipiert und durchgeführt. Auf Grundlage eines ersten Screenings anhand der oben genannten Auswahlkriterien und deren Diskussion wurden die Stadtteile Bahrenfeld und Barmbek-Nord (Abb. 5) ausgewählt. Diese werden nachfolgend kurz charakterisiert.

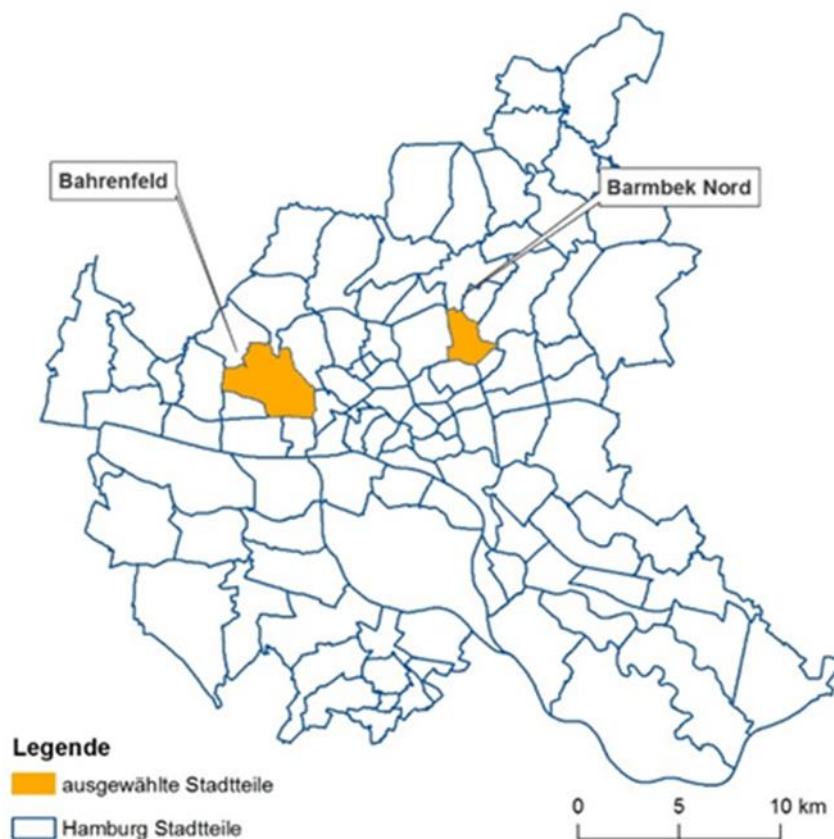


Abbildung 5: Auswahl der Stadtteile (Quelle: Eigene Abbildung auf Grundlage von OSM)

Hamburg Bahrenfeld ist ein urbaner Stadtteil und liegt im Westen Hamburgs. Zum Zeitpunkt der Erhebung lebten etwa 27.200 Menschen in Bahrenfeld, davon 15,1 % unter 18-Jährige und 14,9 % im Alter von 65 Jahren und älter (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2015). Die SGB-II-Quote lag bei 9,0 %. Der Ausländer*innenanteil lag bei 14,7 %, und 27,9 % der Einwohnenden waren Deutsche mit Migrationshintergrund. Im Rahmen der Quartiersbegehungen wurde ersichtlich, dass der Stadtteil Bahrenfeld über eine heterogene und vielfältige Gebäudestruktur sowie eine eher disperse Versorgungsstruktur verfügt (Abb. 6). Zum Zeitpunkt der Begehung war kein klares Hauptnahversorgungszentrum zu erkennen. Durch die Umgestaltung eines alten Gaswerks in ein Wohn-, Freizeit-, Veranstaltungs- und Nahversorgungszentrum konnten diesbezüglich Entwicklungsimpulse beobachtet werden.



Abbildung 6: Impressionen der Quartiersbegehung Hamburg Bahrenfeld (Quelle: eigene Fotos)

Barmbek-Nord ist ebenfalls ein urbaner Stadtteil und befindet sich im Nordosten Hamburgs (Abb. 5). Mit einer Gesamtbevölkerung von rund 39.900 Menschen zum Zeitpunkt der Erhebung, ist Barmbek-Nord bevölkerungsreicher als Bahrenfeld. Ähnlich wie in Bahrenfeld betrug der Anteil der über 65-Jährigen in Barmbek-Nord 14,1 %, der Anteil an unter 18-Jährigen war jedoch mit 9,2 % geringer, was auf weniger Familienhaushalte hindeutet. Der Ausländer*innenanteil lag bei 11,4 %, und 23,4 % der Einwohnenden waren Deutsche mit Migrationshintergrund (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2015). Zum Zeitpunkt der Quartiersbegehung orientierte sich die Nahversorgungsinfrastruktur entlang einer zentralen Hauptstraße. Der Einzelhandel ist mehrheitlich dem Niedrigpreissegment zuzuordnen. Auf der Hauptstraße sind 50 km/h erlaubt, sodass sie in Kombination mit der Fahrbahnbreite eine Trenn- bzw. Barrierewirkung darstellt. Im Gegensatz zu Bahrenfeld waren zum Zeitpunkt der Begehung eher weniger offensichtliche planerische Entwicklungsimpulse zu beobachten (Abb. 7).



Abbildung 7: Vorbereitende Quartiersbegehung in Hamburg Barmbek-Nord (Quelle: eigene Fotos)

3.2 Zuschnitt der Untersuchungsräume in den Stadtteilen

Mit dem Ziel, eine gute Vergleichsmöglichkeit zwischen den Untersuchungsräumen zu schaffen und die Handhabbarkeit der vielfältigen Methoden zu gewährleisten, wurden in den gewählten Stadtteilen bestimmte Teilräume ausgeschlossen. Dies waren in Bahrenfeld Bereiche am Stadtpark, am Volksparkstadion sowie der nördliche Teil des verbleibenden Stadtteils aufgrund überwiegend gewerblicher Nutzungen. Somit ergab sich ein spezifischer Quartierszuschnitt, der somit einen Ausschnitt des statistischen Stadtteils betrachtet. Der ausgewählte Untersuchungsraum in Bahrenfeld befindet sich, bis auf ein kleines Wohngebiet, überwiegend östlich der A7. Das Untersuchungsgebiet in Barmbek-Nord entspricht weitestgehend dem statistischen Bezirk, lediglich der Teilraum südlich des Bahnhofs Barmbek wurde von den Erhebungen ausgeschlossen (Abb. 8).

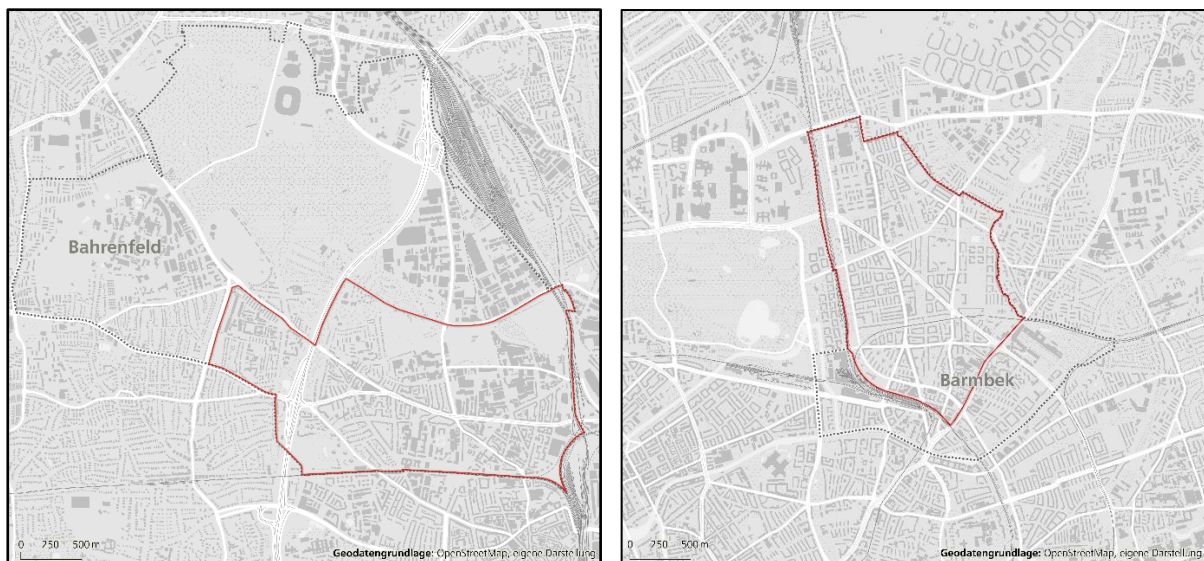


Abbildung 8: Abgrenzung der Untersuchungsräume, links Bahrenfeld, rechts Barmbek-Nord (Darstellung: Jutta Rönsch)

3.3 Auswahl der untersuchten Zielgruppen

Innerhalb der zwei Quartiere wurde ein Multi-Methoden-Ansatz angewendet, der im Nachfolgenden detailliert erläutert wird. Wie in der Einleitung beschrieben, sollten mit dem Ziel, die Wirkungen der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit mit dem Zufußgehen zu analysieren, die Zielgruppen einen hohen Anteil an Fußwegen aufweisen, ähnlich hohe Anforderungen in Bezug auf die fußläufige Erreichbarkeit und Walkability besitzen und potenziell eine gewisse Vulnerabilität aufweisen. Aus diesen Gründen wurden die beiden Zielgruppen der Älteren ab 65 Jahren und Familien mit Kindern unter 15 Jahren gewählt, denn beide Zielgruppen weisen im Vergleich zu anderen Bevölkerungsgruppen einen hohen Fußwegeanteil an ihren täglichen Wegen auf (BMVI, 2018a).

Die Zielgruppe der Älteren ab 65 Jahren wird angesichts demographischer Entwicklungen vermehrt in der gegenwärtigen Forschung hinsichtlich ihrer Walkability betrachtet (u.a. Amaya et al., 2022; Bereitschaft, 2021; Conrad, 2023; Gorrini & Bandini, 2018; Kerr et al., 2012). Insgesamt steigt der prozentuale Anteil an Fußwegen mit höherem Alter. So liegt dieser bei der Altersgruppe ab 70 Jahren bei ca. 28 %, in der Altersgruppe der 30- bis 49-Jährigen bei ca. 17 % (BMVI, 2018c). Mit zunehmendem Alter nehmen körperliche Einschränkungen mit Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten tendenziell zu (BMVI, 2018b). Dies drückt sich in kleineren Aktionsradien, einer abnehmenden Verkehrsteilnahme und einer geringeren Wegehäufigkeit mit kleineren Wegedistanzen aus (Conrad, 2023). Der Zugang zu Nahversorgung sowie sozialer Infrastruktur, in Verbindung mit der Möglichkeit zu Kommunikation und Interaktion, sind Grundvoraussetzungen eines selbstständigen, unabhängigen Lebens im Alter und der Schlüssel, um möglichen Prozessen der Vereinsamung entgegenzuwirken (Amaya et al., 2022; Bereitschaft, 2021; Kerr et al., 2012; Nordbakke & Schwanen, 2014; Oswald & Konopik, 2015; Scheiner, 2013a). Das direkte Wohnumfeld spielt dabei eine besonders große Rolle, da sich die alltägliche Mobilität u.a. durch zunehmende Mobilitätseinschränkungen auf das Umfeld des Wohnstandortes konzentriert.

Im Kontext nahräumlicher Erreichbarkeit ist neben der Zielgruppe der Älteren überdies die Bevölkerungsgruppe der Familien mit Kindern unter 15 Jahren von Bedeutung. Die gegenwärtige Forschung zeigt, dass sich die Bindung zwischen dem alltäglichen Mobilitätsverhalten und dem nahräumlichen Wohnumfeld zu lösen scheint. Dies wird bedingt durch die nahezu ubiquitäre Motorisierung, die immer besser ausgebauten Verkehrssysteme sowie eines zunehmenden Pkw-Besitzes mit dem Eintritt in die Elternschaft (Oakil et al., 2016; Scheiner, 2013a). Zum anderen rücken, u.a. durch das Zusammenleben mit Kindern, die Qualitäten der Nahräumlichkeit von Quartieren mit ihren Potenzialen für eine klimaschonende und gesundheitsfördernde Mobilität sowie die kulturelle und soziale Infrastruktur im Wohnumfeld zunehmend in das Bewusstsein dieser Personengruppe (Kabisch et al., 2012). Es gibt bereits vermehrt Studien zur Walkability und Erreichbarkeit von Kindern (Babb et al., 2011; Buck et al., 2015; Gorrini et al., 2023). Die Bedürfnisse, Herausforderungen und Wahrnehmungen ihrer Begleitpersonen, also Eltern, Großeltern, Geschwister oder anderen Betreuungspersonen, die die Kinder auf Alltagswegen zu Fuß, mit Kinderwagen, Kinderrollern oder Kinderfahrrädern begleiten und sich um deren Sicherheit und Wohlbefinden bemühen, werden häufig nicht untersucht.

Die gewählten Zielgruppen haben teilweise ähnliche Bedürfnisse und Anforderungen an die gebaute Umwelt in ihrem Wohnumfeld, unterscheiden sich jedoch bei den Schwerpunkten der Zielorte (z.B.

Schulen oder Kindergärten versus medizinische Einrichtungen). Ihre grundlegenden Anforderungen an die Walkability erscheinen jedoch aufgrund körperlicher Einschränkungen im Alter und dem Zufußgehen mit Kindern sowie der Benutzung von Hilfsmitteln (u.a. Rollatoren, Stöcke, Kinderwagen oder Kinderfahrräder) ähnlich. Beide Gruppen benötigen beispielsweise ein barrierefreies Umfeld sowie Bordsteinabsenkungen und sind in ähnlicher Weise von Behinderungen durch falsch parkende Pkw und zu schmale Gehwege betroffen. Ferner sind beide Zielgruppen ähnlich vulnerabel gegenüber Sicherheitsrisiken im Straßenverkehr aber auch gegenüber Hitzeextremen und benötigen dementsprechend räumliche Klimaanpassungen, wie schattierte und begrünte Orte und Wege und profitieren von Verkehrsberuhigung oder sicheren Querungsmöglichkeiten für Zufußgehende. Resümierend kann festgehalten werden, dass zwei potenziell vulnerable Zielgruppen ausgewählt wurden, deren Wahrnehmungsmuster essentiell sind, um fußläufige Erreichbarkeit bedarfsgerecht planen zu können. Denn wie Gil Penalosa (AARP, 2022, S. 3) verdeutlicht: *„If everything we do in our public spaces is great for an 8-year-old and an 80-year-old, then it will be great for people of all ages“*.

3.4 Stichprobenziehung und Rekrutierung der Proband*innen

Die Auswahl der Proband*innen für die Personenbefragung und das Wegetagebuch erfolgte über eine Zufallsziehung aus der Grundgesamtheit der jeweiligen Zielgruppen in den beiden Untersuchungsräumen. Die Verortung der Haushalte erfolgte innerhalb der für die Räume relevanten Postleitzahlgebiete (PLZ) der deutschen Post. Die Grundgesamtheit der älteren Menschen (65 Jahre und älter) wurde über das Geburtsdatum der jeweiligen Personen extrahiert und Familien mit Kindern unter 15 Jahren über das Geburtsjahr der jeweiligen Kinder. Der Datensatz wurde beim Einwohnermeldeamt Hamburg angefragt und von dort in Tabellenform bereitgestellt.

Bei der Gruppe der Familien mit Kindern unter 15 Jahren wurden die Erhebungsunterlagen an die Eltern/Erziehungsberechtigten adressiert. Alle Personen ab 18 Jahren im Haushalt wurden zur Beantwortung des Personenfragebogens und des Wegetagebuchs (siehe Kap. 3.5.2) eingeladen. Dies schließt auch ältere Geschwisterkinder ab 18 Jahren mit ein. Die Erhebungsunterlagen wurden eigenständig gedruckt und nachfolgend per Postwurf persönlich zugestellt. Zur Rücksendung der ausgefüllten Befragungsunterlagen wurde ein frankierter Rückumschlag beigelegt. Um die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen, wurden pro Quartier zwei Lose der ‚Aktion Mensch‘ als Incentives verlost. Insgesamt wurden 4.000 Fragebögen verteilt. 358 rückgesendete Fragebögen ergeben einen Rücklauf von 8,95 %. Mit dem Ziel, die objektiv geroutete fußläufige Erreichbarkeit (vgl. Veröffentlichungen 1 bis 3) mit den Wahrnehmungen und dem Mobilitätsverhalten zusammenhängend zu untersuchen, wurde eine Pseudonymisierung der Erhebungsunterlagen vorgenommen. Um eine Verknüpfung der Unterlagen mit den Adressdaten vornehmen zu können, wurden die Erhebungsunterlagen pseudonymisiert. Auf den Befragungsunterlagen wurde ein Code bestehend aus einem Buchstaben für das jeweilige Untersuchungsgebiet sowie eine Ziffernfolge vermerkt. Um unterschiedliche Personen im Haushalt identifizieren zu können, wurden die Proband*innen um die Angabe eines eigenen Phantasienamens auf den Erhebungsunterlagen gebeten. So war es möglich, die objektiv geroutete fußläufige Erreichbarkeit mit den Wahrnehmungen und dem Mobilitätsverhalten aus dem Personenfragebogen und dem Wegetagebuch adressgenau

zusammenhängend zu untersuchen. Resümierend erwies sich durch die Zielgruppenauswahl die Rekrutierungsmethode als sehr aufwendig, jedoch im Ergebnis zielführend.

3.5 Erhebungsmethoden

Die empirischen Bausteine der vorliegenden Arbeit umfassten eine kleinräumige Bestandsaufnahme (Kap. 3.5.1) sowie eine quantitative Personenbefragung mit Wegetagebuch (Kap. 3.5.2) in den ausgewählten Untersuchungsräumen.

3.5.1 Kleinräumige Bestandsaufnahme

Mit dem Ziel, im Rahmen der dritten Veröffentlichung ein bestehendes Erreichbarkeitstool um vielfältige Walkability-Indikatoren (u.a. Sitzgelegenheiten, Breite von Fußwegen, Straßenbegleitgrün) zu erweitern, wurde eine kleinräumige, detaillierte Bestandsaufnahme in beiden Untersuchungsräumen durchgeführt. Die Bestandsaufnahme als kleinräumiges Bewertungstool ermöglicht es, eine systematische Beobachtung und Bewertung der gebauten und sozialen Umwelt vorzunehmen (Hoehner et al., 2007). In der gegenwärtigen Forschungslandschaft ist die Methode der Bestandsaufnahme oder des Neighbourhood Audits ein vielfach eingesetztes und effizientes Instrument zur vertiefenden Analyse der Verkehrs- und Raumqualitäten (Brownson et al., 2004; Kelly et al., 2014; Moudon & Lee, 2003; Pikora et al., 2002). In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 49 Kriterien auf Straßensegmentebene (Abb. 9) anhand eines Erhebungsbogens erfasst.



Abbildung 9: Einteilung der Straßensegmente zur Durchführung der Bestandsaufnahme in Bahrenfeld (rechts) und Barmbek-Nord (links) (Abbildung: Jutta Rönsch auf Grundlage von OSM)

Neben eher objektiven Indikatoren, wie der Straßenraumgestaltung, der Gehwegbreite oder dessen Zustand wurden zudem Begegnungsflächen, potenzielle Angsträume, Barrieren, Konfliktpunkte, Begrünung und Sitzgelegenheiten erhoben. Dieses Vorgehen lieferte Daten über kleinräumige Ausstattungsmerkmale der Untersuchungsräume, die entweder anderweitig nicht vorliegen oder nicht frei zugänglich sind. Darüber hinaus müssen einige Indikatoren direkt beobachtet oder gefühlt sowie persönliche Eindrücke des Quartiers eingefangen und notiert werden. Dies lässt die Methodik der Bestandsaufnahme durchaus zu. Die Bestandsaufnahme wurde mittels eines Erhebungsbogens (siehe Anhang B) von einem geschulten Team durchgeführt. Innerhalb einer Woche wurden insgesamt 95 Straßensegmente in

Bahrenfeld und 85 Straßensegmente in Barmbek-Nord erfasst. Die Erhebung wurde jeweils von zwei Personen vorgenommen, um mögliche Verzerrungen aufgrund von Einzelschätzungen bei der Erhebung zu vermeiden und eine gewisse Objektivität zu gewährleisten. Ergänzend wurden anhand von GPS-Loggern weitere Informationen verortet und Raumeindrücke per Fotodokumentation festgehalten (Abb. 10 und 11).



Abbildung 10: Exemplarische Darstellung der Bestandsaufnahme mit GPS-locierten Informationen und Fotodokumentation (Quelle: Planersocietät, Google Street View)

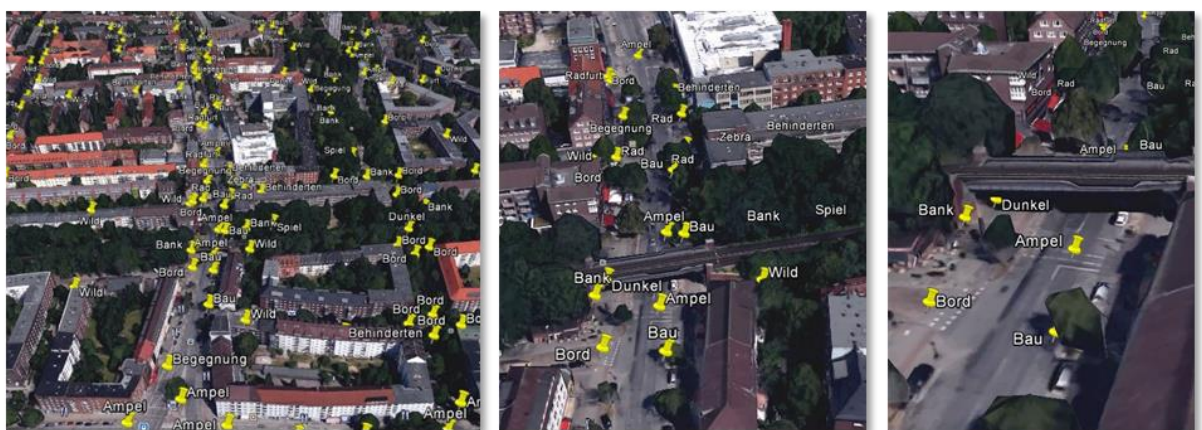


Abbildung 11: Exemplarische kartenbasierte Darstellung der GPS-locierten Informationen (Quelle: Google Street View)

3.5.2 Quantitative Personenbefragung und Wegetagebuch

Als zweiter methodischer Baustein innerhalb des Multi-Methoden-Ansatzes der Arbeit wurde eine quantitative Personenbefragung sowie ein Wegetagebuch konzipiert. Die wenigen existierenden quantitativen Studien zur Thematik der wahrgenommenen Erreichbarkeit veranschaulichen, dass eine Personenbefragung eine zielführende Methode ist, um Wahrnehmungen quantitativ erheben zu können (Curl, 2013; Lättman et al., 2016b). Mit dem Kernziel der vorliegenden Dissertation, Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit zu erfassen sowie mögliche Determinanten identifizieren zu können, wurden im Rahmen der Personenbefragung Themen der Wohnstandortwahl, der Mobilitätseinschränkungen und der Verkehrsmittelausstattung sowie die Verkehrsmittelnutzung abgefragt. Zudem wurden die Proband*innen zu Elementen der wahrgenommenen Erreichbarkeit, Zufriedenheit und Relevanz von Infrastruktureinrichtungen sowie Themen der Barrierefreiheit, des Sicherheitsempfindens, der Sauberkeit im Quartier und der Soziodemographie befragt. Um Motive, Einstellungen und Wertorientierungen sowie deren Wirkungen mit dem alltäglichen Mobilitätsverhalten untersuchen zu können, wurden zudem 23 Einstellungsfragen in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl (in Anlehnung an Haustein, 2012; Hunecke et al., 2007) und das Wohnumfeld integriert. Der Fragebogen umfasste insgesamt 13 DIN A4 Seiten, für den durchschnittlich 30 Minuten zum Ausfüllen benötigt wurden. Um die Motivation der Befragten möglichst aufrecht zu erhalten, wurden ansprechende und abwechslungsreiche Designelemente in Form von hochwertigen Farbdrukken sowie eine abwechslungsreiche und auf Intuition und Gewohnheit angelegte Befragungsmethodik eingesetzt. Beispielsweise wurden smileybasierte Bewertungselemente sowie Gegensatzpaare in die Befragung integriert und zur Abfrage von Einstellungselementen bewusst eine kürzere 5-Punkt-Likertskala verwendet (Fragebogen, siehe Anhang C).

Mit dem Ziel, das realisierte Mobilitätsverhalten an einem Stichtag erfassen und nachfolgend im Wirkzusammenhang mit der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit auswerten zu können, wurde die Methodik eines Wegetagebuchs angewendet. Die Konzeption und inhaltliche Ausgestaltung orientiert sich an den etablierten Mobilitätsbefragungen in Deutschland wie Mobilität in Deutschland (MiD) oder dem Deutschen Mobilitätspanel (MoP). Im Rahmen des Wegeprotokolls wurden klassisch Start- und Ankunftszeiten, Wegezwecke, die Verkehrsmittelwahl, die Ausgangs- und Zielpunkte sowie die geschätzte Entfernung abgefragt. Als Besonderheit wurden zusätzlich die subjektive Wahrnehmung des Weges und das Sicherheitsempfinden auf dem Weg erhoben. Bei einer eintägigen Stichtagsbefragung steigt grundsätzlich das Risiko, Aussagen zu einem zufälligen ‚Ausreißertag‘ oder einem Wochenendtag zu erhalten, der nicht das übliche Mobilitätsverhalten widerspiegelt. Dieses Risiko wurde dadurch gemildert, dass die Proband*innen schriftlich angewiesen wurden, frei einen beliebigen Wochentag zu wählen, der die üblichen Wege widerspiegelt. Die Wahl eines Wegetagebuchs scheint überaus geeignet, um das Mobilitätsverhalten im Detail analysieren zu können (siehe Anhang D). Die ausführliche Diskussion der Verwendung des Wegetagebuchs kann dem Kapitel 5.2.2 in der *Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik* entnommen werden.

3.6 Auswertungsmethodik

Die erhobenen Daten wurden einer Plausibilitätsprüfung (siehe Kap. 5.2.3) unterzogen und anschließend mit multivariaten Analyseverfahren je nach Fragestellung ausgewertet.

Nachfolgend werden die Auswahl der Analyseverfahren erläutert und die statistischen Verfahren kurz vorgestellt. In einem ersten Schritt wurde basierend auf den Daten des Personenfragebogens ein Messinstrument der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit entwickelt (Kap. 3.6.1). Dieses diente in einem weiteren Schritt als abhängige Variable in einem linearen multiplen Regressionsmodell zur Identifizierung von Determinanten (Kap. 3.6.2). Weiterführend wurde mit dem Ziel, interdependente Beziehungen zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, soziodemographischen Faktoren, verkehrsmittelspezifischen Einstellungen und dem realisierten Zufußgehen zu untersuchen, ein Strukturgleichungsmodell (Kap. 3.6.3) aufgestellt und gerechnet. Die Erkenntnisse dieser Auswertungsmethoden flossen abschließend in die Entwicklung des Perceived Environment Walking Index (PEWI) (Kap. 3.6.4) ein. Die ausführliche Begründung und Diskussion der angewendeten Methoden erfolgen in den jeweiligen Kapiteln der drei Veröffentlichungen sowie im Kapitel 5.2 *Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik*.

3.6.1 Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit

Einen methodischen Schwerpunkt der Arbeit bildet die Entwicklung eines Messinstruments zur Abbildung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit. Mittels einer explorativen Faktorenanalyse (EFA), die als zentrale Methode zur Prüfung von Messmodellen hypothetischer Konstrukte gilt, konnten Datenmengen strukturiert, ein Konstrukt entwickelt und zudem die faktorielle Struktur untersucht werden (Backhaus et al., 2015a). Dafür wurde die ML-Schätzmethode (full information maximum likelihood) mit einer obliquen Rotation (oblimin) angewendet (Jennrich & Sampson, 1966). Der substanzielle Faktor als Ergebnis der Faktorenanalyse wurde anhand des Screeplots überprüft. Ergänzend zur explorativen Faktorenanalyse wurde zur Reliabilitätsschätzung die interne Konsistenz des Scores anhand des Maßes Cronbachs Alpha überprüft. Als Ergebnis der Faktorenanalyse und der Reliabilitätsschätzung wurden die Items „*Ich kann in meinem Wohnumfeld alles erreichen*“, „*Ich kann meine Wege gut zu Fuß erledigen*“ und „*die Zufriedenheit mit der fußläufigen Erreichbarkeit mit Einrichtung der Nahversorgung und Daseinsvorsorge*“ gemittelt, zu einem Konstrukt zusammengefasst und zur weiteren Verwendung als Mittelwertscore gespeichert.

Das Messinstrument zur wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit misst demnach unter der Prämisse von eigenen Ansprüchen, Bedürfnissen und Präferenzen die Leichtigkeit und das Potenzial von Erreichbarkeit wie sie auch tatsächlich vom Individuum wahrgenommen wird (Curl, 2011). Die inhaltliche Ausgestaltung der integrierten Items kann der ersten Veröffentlichung sowie den Kapiteln zur *Diskussion der empirischen Befunde* (Kap. 5.1) sowie der *Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik* (Kap. 5.2) entnommen werden.

3.6.2 Regressionsanalytische Untersuchung der Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit

Mit dem Ziel, Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit sowie deren Effektrichtung und -stärke zu identifizieren, wurde aufbauend auf dem entwickelten Konstrukt zur

wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit als erstes multivariates statistisches Verfahren, eine regressionsanalytische Untersuchung durchgeführt.

Die Rechnung linearer Regressionsmodelle erlaubt hierbei die Untersuchung der angenommenen Ursache-Wirkungs-Beziehungen mit einer abhängigen Variable *y* *wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit* und einer Wirkungsrichtung, wobei die Effektstärke und -richtung der Koeffizienten zur Interpretation der angenommenen Ursache-Wirkungs-Beziehung dient (Backhaus et al., 2015a). Die Parameterschätzung erfolgte explorativ. Dabei wurde auf eine sukzessive Integration der unabhängigen Größen verzichtet, sondern innerhalb eines Gesamtmodells die Einflussfaktoren, deren Effektrichtung und der Erklärungsgehalt der Modelle bestimmt. Die unabhängigen Variablen (Veröffentlichung 1) umfassten soziodemographische Faktoren (u.a. das Geschlecht, die Zielgruppe, das Einkommen und den Bildungsgrad) sowie die Variablen Pkw-Besitz, Mobilitätseinschränkung, wahrgenommene Barrierefreiheit, wahrgenommene Sauberkeit, wahrgenommene Sicherheit, Atmosphäre sowie das gängige Mobilitätsmaß Anzahl Fußwege pro Person und Tag. Die ausführliche Erläuterung sowie die inhaltliche und methodische Ausgestaltung der einzelnen Variablen können der ersten Veröffentlichung (Kap. 4.1) und den Kapiteln zur *Diskussion der empirischen Befunde* (Kap. 5.1) sowie der *Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik* (Kap. 5.2) entnommen werden.

3.6.3 Strukturgleichungsmodell (SEM) zur Untersuchung von Interdependenzen zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, verkehrsmittelspezifischen Einstellungen und der Häufigkeit des Zufußgehens

Die Anwendung eines linearen Strukturgleichungsmodells hatte in der vorliegenden Dissertation zum Ziel, durch simultane Gleichungssysteme interdependente Beziehungen zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, soziodemographischen Faktoren, verkehrsmittelspezifischen Einstellungen und dem realisierten Zufußgehen zu untersuchen. Ein Strukturgleichungsmodell besteht aus einem Messmodell und einem Strukturmodell. Im Strukturmodell werden die Beziehungen zwischen den zu untersuchenden hypothetischen Konstrukten abgebildet (Backhaus et al., 2015b). Messmodelle beinhalten empirische Messwerte für die jeweiligen latenten endogenen und exogenen Konstrukte und sollen die hypothetischen Konstrukte bestmöglich abbilden. Mit dem Ziel auch Mediationseffekte zu untersuchen, kann im Rahmen einer Strukturgleichungsanalyse, auch Kausalanalyse, eine Variable als unabhängige und gleichzeitig als abhängige Variable fungieren (Backhaus et al., 2015b; De Vos et al., 2019). Die abhängigen Variablen werden als endogene und die unabhängigen Variablen als exogene Variablen bezeichnet. Da eine vollumfängliche Erhebung aller möglichen Einflussfaktoren oder Ursachen in der Realität nicht möglich ist, existiert in einem Strukturgleichungsmodell eine Fehlervariable, die die nicht erklärte Varianz der unabhängigen Variablen berechnet und demnach Messungenauigkeiten und fehlende unabhängige Größen abbildet (Weiber & Mühlhaus, 2014). Ähnlich wie beim multiplen linearen Regressionsmodell decken die exogenen Variablen folgende soziodemographische Faktoren ab: das Geschlecht, die Zielgruppe, das Einkommen und den Bildungsgrad. Ferner wurde die objektiv gemessene fußläufige Erreichbarkeit (ausführliche Erläuterung zur Berechnung in Kap. 3.6.4: Erster Verfahrensschritt des PEWI) als unabhängige Einflussgröße sowie die Wichtigkeit fußläufiger Erreichbarkeit und verkehrsmittelbezogener Einstellungen (ÖV-Kontrolle, Auto-

Einstellung und Fahrrad-Erleben) in das Modell integriert. Das Strukturgleichungsmodell wurde mit der Software AMOS 27 berechnet. Als endogene Variablen fungierten das im Rahmen der ersten Veröffentlichung entwickelte Messinstrument zur wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit sowie das Mobilitätsmaß Anzahl Fußwege pro Person und Tag. Die Schätzergebnisse, als zentrale Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells, wurden anhand differenzierter deskriptiver, inferenzstatistischer sowie inkrementeller Gütekriterien beurteilt. In der vorliegenden Dissertation wurden die Gütekriterien χ^2/df , Root-Mean-Square-Error of Approximation (RMSEA), PCLOSE, und der Comparative-Fit-Index (CFI) angewendet. Zur Durchführung einer Mediationsanalyse wurde darüber hinaus die ML-Maximum-Likelihood-Methode mit Bootstrapping (1000), der Sobel-Test sowie der Ansatz der kausalen Schritte nach Baron und Kenny (1986) durchgeführt. Die ausführliche Erläuterung sowie die inhaltliche und methodische Diskussion der Verfahrensschritte können der zweiten Veröffentlichung (Kap. 4.2) und den Kapiteln zur *Diskussion der empirischen Befunde* (Kap. 5.1) sowie der *Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik* (Kap. 5.2) entnommen werden.

3.6.4 Die Entwicklung des Messinstruments: The Perceived Environment Walking Index (PEWI)

Mit der Entwicklung des Messinstruments Perceived Environment Walking Index (PEWI) wurde in der vorliegenden Dissertation das übergeordnete Ziel verfolgt, die Erkenntnisse aus den Veröffentlichungen 1 und 2, durch die Anpassung eines bestehenden Erreichbarkeitstools und der Integration von 18 Walkability-Indikatoren sowie dem Konstrukt der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit, in einem planungspraktischen Tool zu vereinen. Der PEWI wurde, wie nachfolgend erläutert wird, in einem dreistufigen Verfahren entwickelt.

Im ersten Verfahrensschritt wurde die objektive fußläufige Erreichbarkeit entsprechend dem etablierten Erreichbarkeitsinstrument Walk Score® berechnet (Carr et al., 2010; Duncan et al., 2011; Hirsch et al., 2013; Walk Score®, 2011). Mit dem Ziel einen kleinräumigen, detaillierten Index zu entwickeln, wurde sich bewusst für eine 100 × 100 m Rasterdarstellung entschieden. Dementsprechend können Ergebnisse kleinräumig und differenziert abgebildet und der Raum in gleichgroße Einheiten unterteilt werden. Als Basis für die Berechnung wurde das OpenStreetMap (OSM)-Fußwegenetz genutzt. Dieses wurde bei fehlenden Fußwegeverbindungen oder Treppen manuell angepasst. Die Einrichtungen der Daseinsvorsorge und Nahversorgung wurden anhand von OSM-Daten, Gelben Seiten und manueller Recherche in Google Maps adressgenau ermittelt. Als erste Modifikation des Walk Scores® wurde die Gewichtung und Vielfalt wichtiger Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge für die Berechnung angepasst. Im Gegensatz zur ursprünglichen Walk Score®-Methodik wurden Apotheken sowie Hausärzte aufgrund ihrer Wichtigkeit für die jeweiligen Zielgruppen integriert (Ahlmeyer & Wittowsky, 2018; Chudyk et al., 2015). Ferner wurde eine kumulative Widerstandsfunktion nach Gauss (Vale & Pereira, 2017) verwendet und die Entfernung für den optimal erreichbaren Wert auf 0-300 m verkürzt. In der Original Walk Score®-Methodik liegt diese bei 0-400 m.

Im zweiten und dritten Schritt wurden 18 Walkability-Indikatoren aus der bereits erläuterten Bestandsaufnahme integriert. Die Walkability-Indikatoren umfassen die Kategorien Functionality, Safety und Security sowie Pleasantness und Attractiveness nach Blecic et al. (2020) (Veröffentlichung 3). Die

Adaption durch die 18 Walkability-Indikatoren wurde auf Grundlage einer Gleichgewichtung der einzelnen Indikatoren im Rahmen einer Defizitanalyse durchgeführt. Darüber hinaus wurden Applikationsregeln entwickelt, unter welcher Voraussetzung eine Gesamtroute, bestehend aus mehreren Straßensegmenten, belastet wurde. Abschließend wurden die Ergebnisse des PEWI mit dem im ersten Modifizierungsschritt berechneten Wert (Walkscore) verglichen. Eine ausführliche Erläuterung, Begründung sowie inhaltliche und methodische Diskussion der Verfahrensschritte können der dritten Veröffentlichung (Kap. 4.3) und den Kapiteln zur *Diskussion der empirischen Befunde* (Kap. 5.1) sowie der *Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik* (Kap. 5.2) entnommen werden.

4 VERÖFFENTLICHUNGEN

Das vorliegende Kapitel beinhaltet die aufeinander aufbauenden Fachartikel als Kern der kumulativen Dissertation. Sie wurden in englischer Sprache verfasst und im Veröffentlichungsprozess jeweils einem double-blind Peer-Review-Verfahren unterzogen.

4.1 Veröffentlichung I: What about the people? Developing measures of perceived accessibility in UK and Germany' in Applied Mobilities

Van der Vlugt, A.-L., Curl, A. & Wittowsky, D. (2019). What about the people? Developing measures of perceived accessibility from case studies in Germany and the UK. *Applied Mobilities*, 4(2), 142–162. <https://doi.org/10.1080/23800127.2019.1573450>.

4.2 Veröffentlichung II: The influence of travel attitudes on perceived walking accessibility and walking behaviour in Travel Behaviour and Society

Van der Vlugt, A.-L., Curl, A. & Scheiner, J. (2022). The influence of travel attitudes on perceived walking accessibility and walking behaviour. *Travel Behaviour and Society*, 27, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.11.002>.



Contents lists available at ScienceDirect

Travel Behaviour and Society

journal homepage: www.elsevier.com/locate/tbs

The influence of travel attitudes on perceived walking accessibility and walking behaviour

Anna-Lena van der Vlugt^{a,*}, Angela Curl^b, Joachim Scheiner^c

^a ILS – Research Institute for Regional and Urban Development, Dortmund, Germany

^b University of Otago, Christchurch, New Zealand

^c TU Dortmund University, Faculty of Spatial Planning, Department of Transport Planning, Dortmund, Germany

ARTICLE INFO

Keywords:

Perceived accessibility
Travel attitudes
Travel behaviour
Structural equation modelling (SEM)

ABSTRACT

People are driven by their perceptions. Perceptions of the environment shape mobility decisions and represent the “lived reality” of accessibility but are mostly disregarded in common accessibility analysis. This paper explores the role of perceived accessibility. By using a structural equation modelling (SEM) approach, we investigate multiple relations between travel attitudes, socio-demographic factors, objective walking accessibility, perceived walking accessibility and realised walking behaviour in three steps. Firstly, we analyse the influence of objective walking accessibility and travel attitudes on perceived walking accessibility. Secondly, we look at perceived walking accessibility as a mediator variable and, finally, we investigate the association between perceived walking accessibility and walking behaviour. Key results imply that travel attitudes are important in understanding variations in perceptions, in terms of direct effects and as mediator variables. Perceived walking accessibility directly affects the probability of walking and plays, therefore, an important role in understanding travel behaviour. The implications of our results are discussed with regard to future research gaps and policy.

1. Introduction

Accessible and walkable places are a prerequisite for participating in society and (at the same time) have a positive effect on well-being and physical activity, thus promoting public health (Lättman et al., 2016). However, a distinction must be made between objective accessibility and individual perceptions of accessibility. The concept of accessibility is often used in planning practice as a measure to ensure the provision of services to the population. However, common measures of accessibility do not take into account subjective perceptions of accessibility. If the perceptions of individuals are disregarded, the potential positive outcomes of accessibility such as social inclusion cannot be related to accessibility, since objective instruments may not capture the lived experience of accessibility (Lättman et al., 2016; Curl et al., 2011; Curl, 2018).

A large body of research in transport geography and planning investigates relationships between the built environment and individual travel behaviours (Van Acker et al., 2010). The level of accessibility provided by the transport and land use system is captured by various measures used in related studies (e.g. mode-specific travel times, distances and the generalised costs of travel). Related theories have their

origins in time geography and the activity-based approach (Hägerstrand, 1970; Chapin, 1974; Cullen and Godson, 1975). Time geography emphasises the space-temporal component of travel behaviour whereas the activity-based approach highlights activity patterns as the foundation for individual travel behaviour (Van Acker et al., 2010). Similarly, an increasing body of public health research focusses on the objective levels of accessibility in relation to health behaviours and health outcomes, such as active travel and physical activity.

On the other hand, the social psychology perspective examines the impact of specific individual factors and characteristics on travel behaviour. Significant theories that inform this perspective are, for example, the Theory of Planned Behaviour and Theory of Repeated Behaviour (Ajzen, 1991; Ronis et al., 1989). Internal processes, including reasoned or unreasoned influences, represent the content of this perspective. This refers to the investigation of attitudes, perceptions, preferences or habits in order to understand and explain travel behaviour. However, the relationship between the built environment, socio-economic and socio-psychological factors is still unclear (Van Acker et al., 2010).

This paper incorporates objective measures of accessibility with attitudinal factors to understand how they influence perceived

* Corresponding author at: ILS – Research Institute for Regional and Urban Development, Brüderweg 22-24, D-44135 Dortmund, Germany.
E-mail address: anna-lena.vlugt@ils-research.de (A.-L. van der Vlugt).

<https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.11.002>

Received 28 January 2021; Received in revised form 10 September 2021; Accepted 1 November 2021

Available online 2 December 2021

2214-367X/© 2021 The Authors. Published by Elsevier Ltd on behalf of Hong Kong Society for Transportation Studies. This is an open access article under the CC

BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

accessibility and, subsequently, travel behaviour. This approach connects the two broad perspectives outlined above.

By using an exploratory structural equation modelling (SEM) approach, the results of the study demonstrate the versatility and complexity of accessibility and individual perceptions. This advances research into the perceptions of accessibility, which has been lacking (van Wee, 2016).

1.1. Objectives

In response to recent calls for more research in this area (including Lättman, 2018; Curl, 2013; van Wee, 2016), the overarching objective of this paper is to understand the influence of attitudes and objective walking accessibility on perceived walking accessibility and the consequences for realised walking behaviour. In order to achieve the overall objective, we address the following research questions:

- What are the effects of travel attitudes on perceived walking accessibility?
- Do perceptions of accessibility mediate the effects of objective walking accessibility and travel attitudes on walking behaviour?
- Do positive perceptions of accessibility result in higher levels of walking?

The paper is structured as follows: In Section 2, we discuss existing research and develop a conceptual model. In Section 3, we present the data and applied methodology. Results are presented in Section 4. Section 5 summarises the main findings and critically discusses further research needed in this field.

2. Background and conceptual framing

Previous research has investigated the relationships between objective and perceived accessibility and travel behaviour, as well as travel attitudes and travel behaviour, but the interconnections between attitudes and perceived accessibility have received less attention. This section draws upon existing research relationships to identify research gaps and therefore develop a coherent conceptual model on which this study is based.

2.1. The relationship between objective and perceived accessibility and travel behaviour

As a connecting element between the theoretical perspectives of transport planning and social psychology, the concept of accessibilities is highly varied. As similarly discussed in van der Vlugt et al. (2019), it is a key concept for transport planning and has been the focus in many studies as a factor influencing travel behaviour:

Accessibility is a function of transport provision, land use and individual resources, such as time and money. It is mostly measured objectively as an indicator of the spatial separation of people from places and has traditionally been measured using distance, travel time by a specific mode and generalised cost of travel. Measurement methods of objective accessibility with a focus on walking accessibility have increased significantly in recent years (Páez et al., 2012) such as the Walk Score®, Walkability Index, Neighbourhood Destination Accessibility Index (NDAI) and the Land Use Public Transportation Accessibility Index (LUPTAI) (Frank et al., 2005).

These objective place-based measures assume that all people living in the same place have the same level of accessibility and do not take into account the differing needs and experiences of diverse population groups. Such accessibility measures ignore the heterogeneity of populations and do not take into account the diversity of perceptions. Although such discrepancies have long been recognised (Hägerstrand, 1970; Morris et al., 1979; Handy and Niemeier, 1997), studies focussing on perceived accessibility have only gained traction in recent years (van

Wee, 2016).

Perceived accessibility is “how easy it is to live a satisfactory life using the transport system” (Lättman et al., 2016). This builds on an earlier definition of subjective indicators as “describing the way people perceive and evaluate conditions around them” (Pacione, 1982). Van der Vlugt et al. (2019) identified factors such as the attractiveness of the living environment, barrier-free environment, perceived safety after dark and cleanliness as core influencing factors that affect perceived accessibility. This is also underpinned by the study of Lotfi and Koohsari (2009) who found a high influence of safety and security issues on resident’s perceptions. Many authors hint at a discrepancy between objective and perceived accessibility (Curl et al., 2015; Gebel et al., 2011; Maddison et al., 2010; van der Vlugt et al., 2019).

With regard to the explanation of travel behaviour, there is also a significant discrepancy between objective and perceived accessibility. A variety of investigations show only a weak correlation between objective accessibility and travel behaviour (Reyer et al., 2014). Perceptions are often expected to be a stronger predictor of behavioural outcomes than objective measurements (Blacksheer and Lovasi, 2012). In addition to direct effects between the built environment and travel behaviour, Ma and Cao (2019) identify an important mediating function via perceptions. In regard to all types of walking, Tuckel and Milczarski (2015) identify a stronger association of perceived walkability than the objective walkscore. Thus, perceived neighbourhood walkability more accurately measures the experienced nature of walking than the objective measurement. In summary, individual behaviour is highly sensitive to individual perceptions of accessibility; implementing perceptions into measures of accessibility is an important research issue, which provides a much more realistic picture of accessibility (Ma and Cao, 2019; Morris et al., 1979).

2.2. Relationship between travel attitudes and travel behaviour

The role of attitudes and other subjective factors in influencing travel behaviour has gained increasing attention in the past two decades. As one part of the individual motivation underlying behavioural decisions, attitudes are assessments generated by “[...] categorising, transforming and interpreting information [...]” (Van Acker et al., 2014), which shape individual attitudes towards a specific issue (Golledge and Stimson, 1997).

A wide range of research highlights travel attitudes as important factors influencing travel behaviour and mode choice (Beirao and Cabral, 2007; De Vos et al., 2019; Scheiner and Holz-Rau, 2007; Van Acker et al., 2010; Anable and Gatersleben, 2005). Individual attitudes can have direct or indirect effects on travel behaviour: directly, for example, through a positive attitude towards the car, which influences mode choice; or indirectly through the individual choice of residential location, which allows the preferred transport mode to be used predominantly (Hunecke, 2015; De Vos et al., 2019; Cao et al., 2007; De Vos et al., 2012; Handy et al., 2005). De Vos et al. (2012) found that the choice of residential location is used as an indirect effect of travel attitudes on travel behaviour. People with positive attitudes towards active travel choose particularly walkable or cyclable residential locations, for example (De Vos et al., 2012; Schwanen and Mokhtarian, 2005).

Although most studies focus either on attitudinal influences or built environment influences on travel behaviour, some studies have combined these approaches to consider both the role of the built environment and travel attitudes. Scheiner (2010) and Scheiner and Holz-Rau (2007) used attitudinal and perceptual variables as well as objective environmental characteristics to explain travel behaviour. Van Acker et al. (2010) also demonstrated the importance of attitudes in addition to built environment factors in explaining modal choice. Most studies reach the consensus that travel attitudes, along with socio-demographic and socio-economic attributes, are decisive factors influencing travel behaviour.

A debate has begun to emerge, however, that questions the direction

of causality between attitudes and behaviour ('reverse causality'). Attitudes may change as a result of recent experience or behaviour. De Vos et al. (2019) refer to the example of an individual with a long-established affinity for cars who is more likely to switch to cycling as a result of a positive experience with cycling. Thus, a bi-directional relationship between attitudes and mode choice can be assumed (Dobson et al., 1978; Kroesen et al., 2017).

2.3. Relationship between travel attitudes and perceived accessibility

Attitudes may also influence travel behaviour due to their impact on perceptions of accessibility, but this relationship has not received much attention in the literature.

To the best of our knowledge, there are only very few studies that have dealt with perceived accessibility and travel attitudes (Curl et al., 2011; van der Vlugt et al., 2019; Ma and Cao, 2019; Lättman et al., 2019). Some studies emphasise the importance of considering attitudes in future research on perceived accessibility (Curl et al., 2011; De Vos et al., 2019; Lättman, 2018).

For example, people with a car affinity perceive the accessibility of a certain destination differently than people who have more positive attitudes towards public transport or cycling due to their different sets of perceived mode options (Curl, 2013). Thus, the question arises as to what extent different travel attitudes affect the perception of general accessibility and whether that influences travel behaviour.

The research review showed that there is a vibrant debate about attitudes, objective and perceived accessibility and travel behaviour. Special attention should be paid to recent calls for the need to investigate attitudes as predictors and explanatory variables for variations in individual perceptions (Curl et al., 2011; Lättman, 2018) as well as moving beyond environmentally deterministic or objective approaches to measuring the built environment (Andrews et al., 2012; Blacksher and Lovasi, 2012). To the best of our knowledge, previous research, except Ma and Cao (2019), has not considered all these elements simultaneously in a study.

This paper will, therefore, identify factors influencing the perception of walking accessibility and walking behaviour and contribute to a

holistic understanding of travel attitudes, objective and perceived walking accessibility and individual travel behaviour.

2.4. Conceptual model

We developed a conceptual model based on the literature review with the intention of examining objective and perceived walking accessibility together with individual travel attitudes and realised walking behaviour. We used a structural equation model (SEM) in a coherent form (Fig. 1). Therefore, all the relationships explained in the literature review are analysed coherently in the following model. The conceptual framework focusses on two dependent variables, perceived walking accessibility and realised walking behaviour and their influencing factors like travel attitudes, objective walking accessibility and socio-demographic factors as variables that explain variations in perceptions of accessibility as well as the frequency of walking behaviour.

3. Data and methodology

This paper is based on data from a 2015 household survey in two urban neighbourhoods in the City of Hamburg: Bahrenfeld and Barmbek-Nord. The sample was selected as follows. A stratified sample of two target groups (all persons above the age of 65 and young families) was retrieved from the residents' registration office. In order to identify young families, children under 14 and thus the registered parents were selected. From this list of the residents' registration office, 400 households of the relevant target groups were randomly chosen, contacted and surveyed, 200 per neighbourhood. All persons in the household over 18 years old were encouraged to complete the survey. The two target groups have different accessibility needs. While young families have multiple duties but are mostly car-owning households, older people have a smaller activity range, decreasing travel participation and less frequent journeys. Access to local supplies, social infrastructure in combination with the possibility of communication and interaction are basic requirements for an independent life and key to counteracting the risk of social exclusion. Accessibility plays, therefore, a particularly important role for older people.

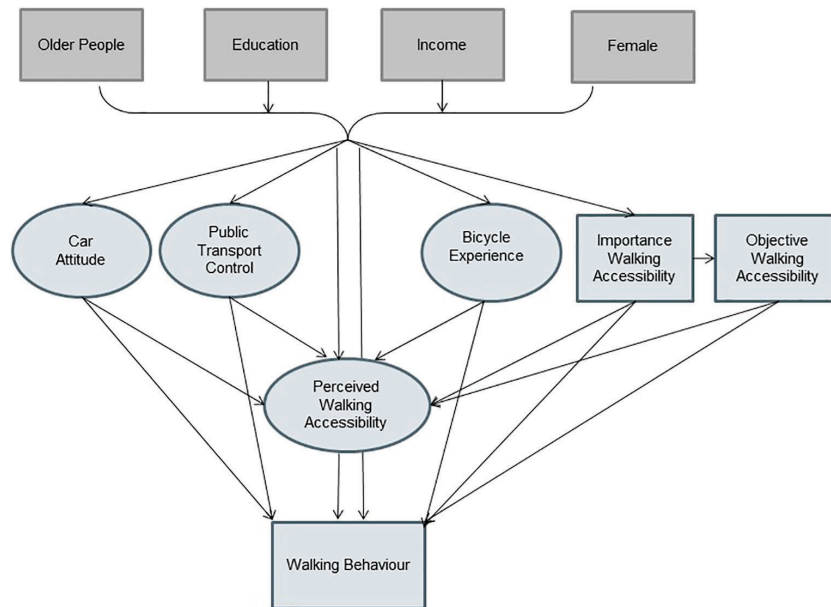


Fig. 1. Conceptual framework of the structural equation model.

In the context of accessibility, the population group of young families is also important. On the one hand, the link between everyday travel behaviour and the living environment seems to be progressively loosening since the entry into the parenthood increases the car ownership of young adults (Oakil et al., 2016; Scheiner, 2013). On the other hand, this group is becoming increasingly aware of the qualities of neighbourhoods with their cultural and social infrastructure and their potential for climate-friendly and health-promoting travel (Kabisch et al., 2012; Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr (MBWSV), 2012).

The target groups were asked to complete a written questionnaire about their perception of accessibility, their mobility requirements, usual transport modes, time-dependent safety perceptions, barrier-free environments as well as their travel and neighbourhood related attitudes. In addition, they used a trip diary to record their trips on a weekday of their choice, including destination, transport modes and time, as well as additional safety perceptions en route. We received 358 responses. As no missing values are allowed for the methodology used, all cases with missing values were deleted. This left 217 cases. Respondents with missing values tended to be older, female and the perceived walking accessibility as well as the number of walking trips are slightly lower. We did not use any weighting by area or sociodemographics.

3.1. Key variables

In the following, we present information on the key variables. Table 1 shows descriptives of all variables used in our model categories by target group.

3.1.1. Socio-demographic variables

The following socio-demographic variables were included in the structural equation model: target group (0 = families; 1 = older people), gender (0 = male; 1 = female), education level (0 = no university degree; 1 = university degree), monthly net household income (0 ≤ 3000€; 1 = 3000€ and more).

3.1.2. Perceived walking accessibility

As one of two main outcome variables, perceived walking accessibility is intended to depict the perceptions of people with regard to their walking accessibility. Using the measurement of van der Vlugt et al. 2019 which was based on Lättman's PAC (Lättman et al., 2016), perceived walking accessibility was calculated by using a factor analysis and subsequent averaging of three items measured on five-point scales (Table 2) (I can access anything in my living environment; In my living environment, I can do all my everyday walks easily on foot; I am satisfied with the pedestrian accessibility of services). Based on a high-level correlation among these items ($\alpha = 0.771$), the variable perceived walking accessibility was created as an average scale.

3.1.3. Travel attitudes

To measure the travel attitudes of our respondents, we asked 10 questions, measured on a five-point Likert-type scale. The questions are based on psychological items developed by Hunecke et al. (2007) and Hausteine (2012). An explorative factor analysis (Maximum Likelihood) with an oblimin rotation was used and three factors were extracted with an eigenvalue over 1 and an explained variance of 73.58%. The meritorious sampling adequacy, Kaiser-Meyer-Olkin was 0.74. The screeplot confirmed the findings. The extracted factors are consistent with the results of Hunecke et al. (2007) and Hausteine (2012) with one exception. Based on the results of our explorative factor analysis, we formed the factor *bicycle experience*, which has a different item composition than the bicycle factors in Hunecke et al. (2007) and Hausteine (2012). The factorloading of the three extracted factors *public transport control*, *bicycle experience* and *car attitude* are presented in Table 3.

Table 1
Descriptives of the variables used for the sample (N = 217) and according to the target groups (mean, range, sd).

	Sample	Young families	Older people
	Mean (sd)/%	Mean (sd)/%	Mean (sd)/%
Sociodemographics			
Average age (years) (range: 18–98)	57.91 (18.67)	40.53 (7.99)	74.52 (7.33)
Target Group			
Families	48.8%		
Older people	51.2%		
Gender			
Male	44.2%	44.3%	44.1%
Female	55.8%	55.7%	55.9%
Education			
No university degree	49.3%	31.1%	66.7%
University degree	50.7%	68.9%	33.3%
Monthly net household income			
< 3000€	46.5%	23.6%	68.5%
≥3000€	53.5%	76.4%	31.5%
Importance of walking accessibility (Measured on a five-point Likert-type scale)			
How important is it to you to be able to access the 14 facilities on foot?	4.29 (0.66)	4.33 (0.69)	4.26 (0.66)
<i>Importance of walking accessibility to small grocery stores, supermarkets, drugstores, hair-dressers, post offices, banks, pharmacies, doctors, cafés, green spaces, leisure facilities, sports facilities, day care centres, schools</i>			
Walking behaviour			
Number of walking trips (range: 0–7)	1.95 (1.87)	1.98 (2.03)	1.92 (1.71)
Objektive walking accessibility walkscore (range from 0 to 100) (range: 51–100)			
	90.34 (8.68)	90.42 (9.62)	90.27 (7.72)
Perceived walking accessibility (measured on a five-point Likert-type scale)			
I can access anything in my living environment	3.57 (1.12)	3.51 (1.14)	3.63 (1.20)
In my living environment, I can do all my everyday walks easily on foot	3.63 (1.18)	3.38 (1.16)	3.86 (1.16)
I am satisfied with the pedestrian accessibility of services	3.80 (0.66)	3.77 (0.62)	3.84 (0.70)
Travel attitudes (measured on a five-point Likert-type scale)			
It's easy for me to use public transport instead of cars in my everyday life	3.83 (1.32)	3.68 (1.42)	3.98 (1.20)
I can do what I want to do by using public transport	3.75 (1.07)	3.55 (1.09)	3.95 (1.02)
If I want, it is easy for me to use public transport instead of a car for my journeys	3.88 (1.18)	3.64 (1.28)	4.10 (1.04)
I can manage my everyday life very well without a car	3.77 (1.33)	3.75 (1.35)	3.80 (1.32)
I like to ride my bicycle	3.41 (1.59)	4.04 (1.20)	2.81 (1.70)
I ride a bike because I enjoy physical exercise	3.35 (1.52)	3.85 (1.20)	2.86 (1.64)
I cycle even when the weather is bad	2.50 (1.53)	3.14 (1.53)	1.88 (1.25)
I enjoy being able to use my driving skills to drive a car	2.32 (1.39)	2.56 (1.46)	2.10 (1.29)
For me, driving a car means fun and passion	2.12 (1.25)	2.11 (1.28)	2.13 (1.23)
When I'm sitting in the car, I feel safe and protected	3.52 (1.14)	3.54 (1.16)	3.46 (1.11)

Table 2

Mean, Correlations, Standard deviation, change in Cronbach's alpha for three items, factor loadings of the factor analysis based on van der Vlugt et al. (2019).

Item	1	2	M	SD	α if item deleted	Perceived Walking Accessibility (factor loading)
I can access anything in my living environment	–	–	3.57	1.12	0.585	0.890
In my living environment I can do all my everyday walks well on foot	0.572**		3.63	1.18	0.741	0.798
Satisfaction with the pedestrian accessibility of services of general interest	0.672**	0.486**	3.80	0.66	0.727	0.853
Eigenvalue						2.157
% of variance						71.87

*Correlation significant at $p < 0.05$, **correlation significant at $p < 0.01$.**Table 3**

Rotated component matrix of factor analysis on items developed on the basis of Hunecke et al. (2007) and Haustein (2012).

	Public Transport Control	Bicycle Experience	Car Attitude
It's easy for me to use public transport instead of cars in my everyday life	0.867		
I can do what I want to do by using public transport	0.809		
If I want, it is easy for me to use public transport instead of a car for my journeys	0.836		
I can manage my everyday life very well without a car	0.731		
I like to ride my bicycle		0.934	
I ride a bike because I enjoy physical exercise		0.933	
I cycle even when the weather is bad		0.872	
I enjoy being able to use my driving skills to drive a car			0.913
For me, driving a car means fun and passion			0.874
When I'm sitting in the car, I feel safe and protected			0.615

3.1.4. Objective walking accessibility

Objective walking accessibility is calculated as an individual walkscore for each participant in the investigation area. The residential location was measured on a 100×100 m grid level, allowing the calculation of precise measures of objective walking accessibility for the respondents. The distance to the nearest destination of various facilities is calculated. The facilities include grocery shops, restaurants, general shops, cafés, banks, parks, schools, libraries and entertainment (Walk Score®, 2011). The facilities are included in the calculation with varying frequency and weighting. Based on the distances and weightings of the facilities, the walkscore is calculated with a range of values from 0 to 100 points. The resulting walkscores in the investigation areas have a range of values from 51 to 100 points and a mean of 90.34. With regard to the Walk Score® measurement (Carr et al. 2010; Wittowsky et al. 2020; Otsuka et al., 2021; Hall & Ram 2018) the objective walking accessibility is mostly between the highest categories of “very walkable” and “walker's paradise” due to the urban structure of the investigation areas.

3.1.5. Walking behaviour

Walking behaviour is measured as the number of walking trips performed on the trip diary day (average number of trips is 1.95, skewness = 0.674, z-skewness = 0.329). This includes trips where walking was the main mode of transport (57%) and trips where walking is the feeder mode (43%), for example to access public transport.

3.1.6. Importance of walking accessibility

Respondents were asked about the importance of walking

accessibility regarding 14 facilities of services, measured on a five-point scale. Walking accessibility was defined as a 15 min or 1 km walking distance. One variable was calculated and integrated into the model by averaging the unweighted 14 items.

3.2. Analysis

The study uses structural equation modelling (SEM) to investigate multiple relations and look at mediating impacts. By using SEM, it is possible to include manifest and latent variables in the analysis and to study direct and indirect relationships between variables, whereby a mediating variable can be dependent on a second variable and at the same time predict a third variable (Backhaus et al., 2015; De Vos et al., 2019). The calculation of a structural equation model uses simultaneous equations to reveal the relationships between the exogenous and endogenous variables. In the model, the two endogenous variables *perceived walking accessibility* and *walking behaviour* are investigated as a function of *socio-demographics*, *objective walking accessibility*, *travel attitudes* and *the importance of walking accessibility*.

An SEM consists of a measurement model and a structural model. A measurement model consists of indicators which provide the operationalisation of a latent variable (Backhaus et al., 2015). The structural model examines the relationships of interest between various latent or manifest variables. We used the most common estimation method in Amos 27, namely the maximum likelihood (ML) estimation approach. The application of the Shapiro-Wilk test showed the limitations of the data. Since we have non-normality for some of our variables, the maximum likelihood is nevertheless the superior approach for analysing non-normal continuous variables (Schermelleh-Engel et al., 2003). To reduce the resulting bias on standard errors, we used ML with bootstrapping (1000 samples)¹ (Scheiner, 2020; Backhaus et al., 2015). Although the sample size of $n = 217$ is small to moderate, the bootstrapping technique is recommended from small to moderate sample sizes ($n = 50$, Chernick, 2008, or $n = 100$, Ichikawa & Konishi, 1995). Ichikawa and Konishi (1995) conclude from their simulation study that “the bootstrap methods performed nicely under normal and nonnormal situations when sample size was moderate” (Ichikawa & Konishi, 1995, p. 89). Mokhtarian and Ory (2010) compared ML, asymptotically distribution-free (ADF) and bootstrapping techniques and conclude that the techniques diverge even when the sample is small and the multivariate kurtosis is high.

Due to the possibility of investigating multiple relations, our application of the SEM included the simultaneous estimation of the following three types of relations in one model. Firstly, the direct effects of objective walking accessibility and travel attitudes on perceived walking accessibility were analysed. Secondly, we looked at perceived walking accessibility as a mediator variable and, finally, we investigated the

¹ Due to the small sample sizes and the non-normality we also calculated a PLS-SEM. Due to an implausible effect of objective walking accessibility on perceived walking accessibility and adjustment problems of the Cronbachs-alpha, we stuck with the ML-SEM using the maximum likelihood (ML) estimation approach.

association between perceived walking accessibility and actual walking behaviour. The mediator analysis was performed by investigating the significance of indirect effects via mediators. The results will be interpreted and discussed in the following conclusion.

4. Results

The results are presented in three sections. Referring to the most commonly used goodness-of-fit indices, the model fits the data well. All values are above or below the recommended values (Table 4). Fig. 2 shows the standardised direct effects while Table 5 reports standardised direct, indirect and total effects in the model results including the variance explanation and significance levels.

The results of the model show a decent level of variance explanation for the two outcome variables (perceived walking accessibility 0.32 and walking behaviour 0.20). This indicates that other factors influence walking behaviour than those represented in the model. However, this is a general finding for models of travel behaviour and attitudes.

4.1. Perceived accessibility is shaped by travel attitudes rather than by objective indicators of accessibility

The results of associated factors of perceived walking accessibility can be structured in five main findings. Firstly, we found no association between objective and perceived walking accessibility ($\beta = -0.01, p = .837$). This supports other research that has found a mismatch between objectively measured accessibility and perceptions of accessibility (Curl, 2013; Ball et al., 2008; Tuckel and Milczarski, 2015; van der Vlugt et al., 2019), but may also be due to the investigation area, which is located in an urban area with very high walkscore values, meaning that there is limited variation in objective accessibility in our study area.

Secondly, the model shows that a positive attitude towards public transport increases perceived walking accessibility ($\beta = 0.44, p < .01$). Since many walking trips function as a feeder mode to public transport, this result is not completely surprising.

Thirdly, the importance of good walking accessibility shows direct significant effects on perceived walking accessibility ($\beta = 0.16, p < .05$).

The general importance of walking accessibility to different services is therefore a factor influencing perceived walking accessibility, suggesting that people self select into walkable places. Fourthly, car attitude and bike attitude show no significant effects on perceived walking accessibility.

Fifthly, in contrast to Ma and Cao (2019) perceived accessibility is hardly influenced by socio-demographic factors such as age, gender and education. Confirming results by van der Vlugt et al. (2019), only income has a negative but still insignificant effect on perceived walking accessibility ($\beta = -0.11, p = .128$).

In summary, travel attitudes related to walking show moderate to

high significant effects on the perception of walking accessibility. In contrast, objective walking accessibility, car and bicycle attitudes as well as socio-demographic factors show only weak, non-significant effects.

4.2. Perception of walking accessibility is positively associated with walking

This section looks at the factors that affect walking. The model shows a significant effect of perceived walking accessibility on walking behaviour ($\beta = 0.26, p < .01$). Therefore, perceptions influence the internal decision-making process on the frequency of walking.

Attitudes towards public transport and the car have only weak direct associations with walking behaviour. Bike affinity may have some negative influence, but this result is insignificant too ($\beta = -0.14; p = .062$). Importance of walking accessibility may have a positive effect on walking ($\beta = 0.12; p = .068$). Therefore, the more important the walking accessibility, the more people walk, again suggesting self-selection processes but this result is barely significant. As regards socio-demographic factors, women walk more than men ($\beta = 0.19, p < .01$), which may be related to the significantly higher car affinity of men. Income and education are insignificant.

In summary, perceived walking accessibility has a positive impact on the frequency of walking. The importance of walking accessibility may have a positive effect on walking but the result is barely significant. Confirming Ma and Cao (2019) women walk more than men.

4.3. Perceived walking accessibility as a mediator variable for understanding walking

Referring to our second research question, the perception of walking accessibility was integrated into our model as a mediating variable. The extent to which perceived walking accessibility mediates the effects of the objective walking accessibility and travel attitudes on walking behaviour was investigated. Given that perceived walking accessibility has a significant effect on walking, variables associated with perceived walking accessibility can be interpreted as having an indirect effect on walking, through perceived walking accessibility. As outlined, indirect effects have to be significant to assume mediation.

Accordingly, we investigated the indirect influence of the objective walking accessibility on walking through the mediator perception of walking accessibility. However, the indirect effect was not significant and therefore we cannot assume mediation. The same applies for bicycle experience and car attitude.

The indirect effect of public transport control as well as the importance of walking accessibility are significant, indicating that perceived walking accessibility mediates the effects of public transport control and the importance of walking accessibility on walking behaviour in the model.

To analyse the percentage of mediation, the direct, indirect and total effects must be compared (Table 5). The total effect of public transport control on walking is $\beta = 0.23 (p < .05)$. 52% of this is caused by the indirect effect via perceived walking accessibility ($\beta = 0.12, p < .05$). The direct effect is not significant ($\beta = 0.12, p > .05$).

Although public transport control is independently associated with walking, people who had positive public transport control and who also had a high score for their perception of walking accessibility tended to walk more. Similarly, the importance of walking accessibility was directly and indirectly linked to walking through perceived walking accessibility. The direct effect is $\beta = 0.12, p > .05$, not significant; the indirect effect is $\beta = 0.04, p < .05$; and the total effect is $\beta = 0.16, p < .05$. People who estimate the importance of walking accessibility as high and who also had a positive perception of walking accessibility tended to walk more.

In summary, the attitude public transport control and the importance of walking accessibility have a significant effect on walking, which can

Table 4
Model fit indices of the final model.

Model fit indices	Description (Backhaus et al., 2015, p. 95)	Recommended values	Applied model
χ^2/df	Tests the validity of the model: represents the relationship between the χ^2 value and degrees of freedom.	≤ 2.5	2.050
RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	Tests whether the model sufficiently approximates reality	< 0.08	0.070
PCLOSE	Tests the error probability for the null hypothesis	< 0.05	0.005
CFI (Comparative Fit Index)	Examines the difference between the data and the hypothesised model	≥ 0.9	0.921

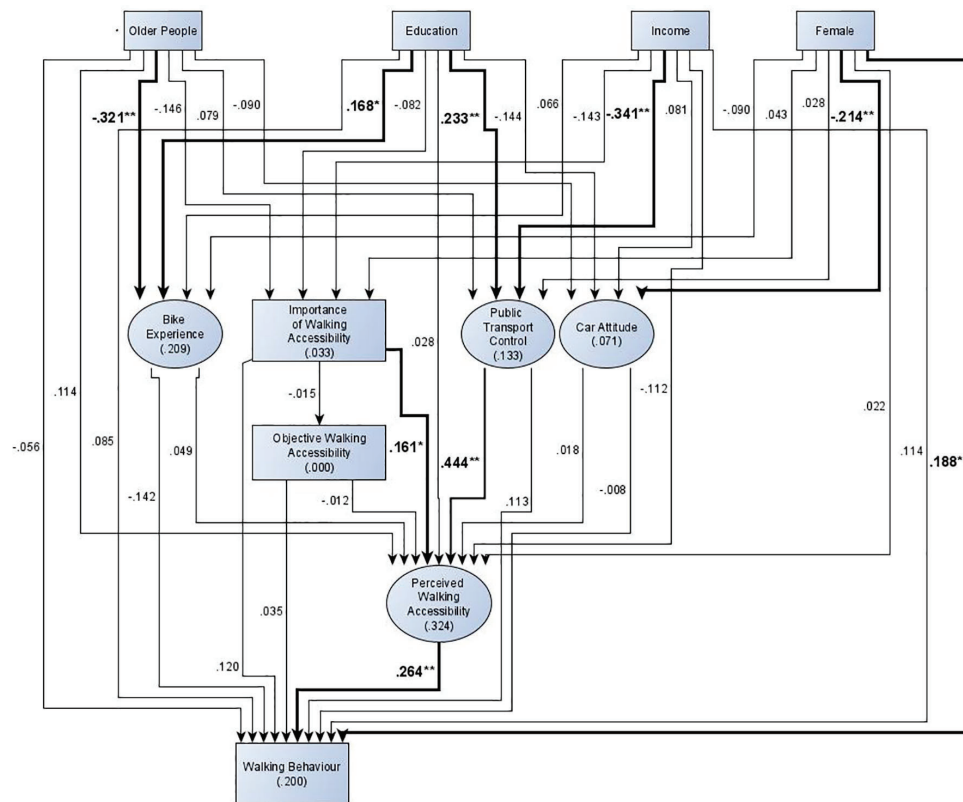


Fig. 2. Standardised direct effects on the structural equation model (bold and *: significant at $p < .05$; bold and **: significant at $p < .01$).

Table 5
Standardised direct, indirect and total effects (light background: significant at $p < .05$, dark grey background: significant at $p < 0.01$).

Estimation from the structural equation model: Standardised direct (D), indirect (I) and total (T) effects																					
Variable	Perceived Walking Accessibility			Walking Behaviour			Car Attitude			Public Transport Control			Bike Experience			Importance of Walking Accessibility			Objective Walking Accessibility		
	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T
Perceived Walking Accessibility				.264		.264															
Objective Walking Accessibility																					
Car Attitude																					
Public Transport Control																					
Bike Experience																					
Importance of Walking Accessibility																					
Older People																					
Female																					
Education																					
Income																					

Light grey background: significant at 0.05; dark grey background: significant at 0.01.

be partly explained by perceived walking accessibility.

4.4. Attitudes as mediator variables for understanding perceived walking accessibility

This section focuses on the influence of socio-demographic factors on travel attitudes as well as on the potential mediation function of travel attitudes and the consequences for explaining perceived walking accessibility.

The influence of socio-demographic factors on travel attitudes varies. Men have a more positive attitude towards cars than women ($\beta = -0.21, p < .01$). Young families have a significantly higher affinity to cycling (β

$= -0.32, p < .01$). The difference in the effects of education and income is striking. Higher levels of education are associated with positive attitudes towards cycling ($\beta = 0.17, p < .05$) and public transport ($\beta = 0.23, p < .01$). Conversely, higher income is significantly associated with negative attitudes towards public transport ($\beta = -0.34, p < .01$).

Socio-demographic variables, in detail education and income show no direct significant effects on perceived walking accessibility, but significant indirect effects (Table 5). According to this, travel attitudes could act as mediators between socio-demographic variables and perceived walking accessibility.

Since the indirect effects of education or income on perceived walking accessibility via car attitude, bicycle experience or importance

of walking accessibility are not significant, public transport control is the only potential mediator. The sole indirect effect of education on perceived walking accessibility via public transport control is significant $\beta = 0.103$ ($p < .05$).

The total effect of education on perceived walking accessibility is $\beta = 0.124$ ($p = .15$), the direct effect is $\beta = 0.028$ ($p = .66$) and the indirect effect is $\beta = 0.096$, ($p < .05$) (77% of total effect). The direct effect accounts for only 23% of the total effect. People with a higher education qualification who have a positive public transport attitude tended to have a positive perception of walking accessibility. Therefore, the effect of education can be explained by public transport control. The same applies to the impact of income on perceived walking accessibility. Calculating the sole indirect effect via public transport control ($\beta = -0.151$, $p < .01$) mediates the effect of income on perceived walking accessibility and accounts for 54% of the explanation of the total effect ($\beta = -0.282$, $p < .01$).

In summary, the results show that socio-demographic factors have important direct and indirect impacts on travel attitudes and individual perceptions. Thereby, the effect of education and income on perceived walking accessibility can be attributed to the mediator function of public transport attitude.

5. Discussion and conclusion

To the best of our knowledge, this study represents one of the first studies to examine objective and perceived accessibility together with individual attitudes and realised travel behaviour in a coherent model. Referring to the study by van der Vlugt et al. (2019) and the call for more research in this field, the intention was to develop a model that allows for the simultaneous analysis of interrelationships. The focus of the study was on the influence of travel attitudes on the endogenous variables as well as the mediation effects of perceived walking accessibility.

We analysed influencing factors, especially travel attitudes on perceived walking accessibility and the consequences for walking behaviour. In line with the findings of previous research (van der Vlugt et al., 2019; Curl, 2013; Ball et al., 2008; Tuckel and Milczarski, 2015), objective walking accessibility has only weak and insignificant effects on perceived walking accessibility and walking behaviour. Accordingly, the results indicate the relevance of other influencing factors on individual perception or realised travel behaviour rather than objective walking accessibility. This is in contrast to the findings of Ma and Cao (2019) who found a significant association between objective measures (density to shops) and perceived access to shops.

The study showed that attitudes towards public transport have an influence on the perception of walking accessibility, but there was no influence of attitudes towards cycling or car use. The results concur with the idea that perceptions of the environment are more present while walking than in a mode where people get limited experience of the environment, as in a car or on a bike (Ma and Cao, 2019). Finally, perceptions of walking accessibility are not directly affected by individual circumstances such as age, income, education or gender. However, Table 5 shows significant indirect effects from travel attitudes. Public transport control mediates significantly the impact of education and income on perceived walking accessibility. Differences in perceived walking accessibility occur due to differences in attitudes among different demographic groups.

The perceptions of walking accessibility have a significant direct impact on walking. Backed up by the recent work of Ma and Cao (2019), Tuckel and Milczarski (2015), Lättman (2018) and Gebel et al. (2011), this indicates that people walk more if they perceive they have a higher level of walking accessibility, even after we account for objectively measured walkability.

Previous research highlights the impacts of travel attitudes on walking behaviour. By contrast, the estimated model shows no significant direct relationships between travel attitudes and walking behaviour.

Interestingly, the direct impact of public transport control on walking behaviour is significantly lower after accounting for the effects of perceived walking accessibility. Perceived walking accessibility mediates the effects of public transport control as well as the effects of the importance of walking accessibility on walking. Accordingly, the significant indirect effect of public transport control and the importance of walking accessibility on walking is partly explained by the perception of walking accessibility.

This leads us, finally, to three conclusions. Firstly, perceptions of walking accessibility are shaped in our model by travel attitudes rather than by objective walking accessibility, giving credence to social psychology perspectives in transport studies and highlighting the importance of considering the heterogeneity of populations living in the same location.

Secondly, perceptions of walking accessibility are positively associated with walking behaviour and therefore lead to an increasing number of walks. In combination with the mediation effect of perceived walking accessibility, we reach the conclusion that the integration of perceptions is highly relevant for investigating the travel decisions of individuals and thus are a part of people's lived reality. Thirdly, as a link between transport geography and the social psychological perspective, the multifaceted concept of accessibilities can make a significant contribution to understand travel behaviour through internal and external influences. By using an experimental and complex research approach (SEM), the results of the study demonstrated the versatility and complexity of accessibility and individual perceptions, and contributed towards evolving research into the perceptions of accessibility.

These findings indicate an urgent need for action in planning practice. Since we know that perceptions are influenced by aspects of safety, atmosphere, a barrier-free environment (van der Vlugt et al., 2019) and internal processes like travel attitudes, planners should develop opportunities for more walkable and usable environments by improving urban development and transport planning. Accessibility measures must account for variations and diversity in perceptions and experiences of accessibility so that those whose lived experiences differ from the modelled "average" are not further marginalised (Curl, 2018). For example, we found that those on lower incomes report poorer perceived accessibility compared with other groups meaning that their needs are not well reflected in existing measures of accessibility. To ensure social inclusion and reflect a diverse range of perspectives, vulnerable groups must be involved in future planning. Crime prevention strategies as well as well-designed pedestrian facilities improve the sense of well-being while walking. Planning interventions should reduce the dynamism of motorised private transport and promote active travel through pedestrian-friendly measures. In line with Cowie et al. (2016), we have to critically rethink how we plan our cities and develop our transportation system to improve the framework of walking, enhance perceptions, positively change long-term attitudes and consequently achieve active travel towards a healthy and sustainable society via an integrative transport and settlement system.

The study has some limitations. The variable walking behaviour represents the number of walking trips on a given day. It has to be taken into account that travel behaviour may vary between days. Therefore, the analysis of one day does not necessarily represent general travel behaviour. In addition, we had to reduce our sample size ($n = 358$) due to the choice of the bootstrapping procedure and the non-allowance of missing values ($n = 217$). As a result, we are missing certain insights due to the omission of missing values. What is more, our study is limited to two population groups living in one of two urban neighbourhoods. Hence, any sociodemographic effect is shaped by the difference between these two groups, while any environmental effect is shaped by the difference between the two neighbourhoods.

Further research is also needed regarding longitudinal studies. Firstly, they have the potential to analyse interventions and their impacts on short-term assessments as well as their long-term influence on perceptions and attitudes along with the consequences for realised travel

behaviour. Secondly, they may shed more light on the questions of causality in the relationships we have only studied in a cross-sectional perspective. An essential contribution to the understanding of perceptions in accessibility research would also be an investigation in a different setting (urban versus rural environment). The perceptions of accessibility are likely to be very different according to the geographical setting and the factors that affect these perceptions. Behavioural outcomes may be different too. Furthermore, it would be reasonable to calculate models for different types of walking (e.g., walking as a main mode vs. feeder mode). This could provide insights into the extent to which differences occur with regard to the importance of walking accessibility, perceptions of walking accessibility and travel attitudes. With regard to the application of SEM, there should be more empirical simulation studies in this field so that different estimation methods (ML-SEM and PLS-SEM) can be applied, compared and critically discussed. In addition, for non-normal data or small sample sizes, different estimation techniques (ML, ADF, and bootstrapping techniques), should be considered as the results in these cases may diverge depending on the calculation techniques (Ory and Mokhtarian, 2010). Using digital data for collecting and analysing individual perceptions and, ultimately, representing perceptions in objective accessibility are currently missing. The development of such an instrument could make a major contribution to shaping future planning in a target-group-specific and sustainable manner.

References

- Ajzen, I., 1991. The theory of planned behaviour. *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.* 50, 179–211.
- Anable, J., Gatersleben, B., 2005. All work and no play? The role of instrumental and affective factors in work and leisure journeys by different travel modes. *Transport. Res. A Policy Pract.* 39 (2–3), 163–181.
- Andrews, G.J., Hall, E., Evans, B., Colls, R., 2012. Moving beyond walkability: on the potential of health geography. *Soc. Sci. Med.* 75 (11), 1925–1932. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.08.013>.
- Backhaus, K., Erichson, B., Weiber, R., 2015. *Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Münster.
- Ball, K., Jeffery, R.W., Crawford, D.A., Roberts, R.J., Salmon, J.o., Timperio, A.F., 2008. Mismatch between perceived and objective measures of physical activity environments. *Prev. Med.* 47 (3), 294–298. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2008.05.001>.
- Beirao, G., Cabral, J.A.S., 2007. Understanding attitudes towards public transport and private car: a qualitative study. *Transport. Policy* 14 (6), 478–489. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.04.009>.
- Blacksher, E., Lovasi, G.S., 2012. Place-focused physical activity research, human agency, and social justice in public health: taking agency seriously in studies of the built environment. *Health & Place* 18 (22), 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2011.08.019>.
- Cao, X., Mokhtarian, P.L., Handy, S.L., 2007. Do changes in neighbourhood characteristics lead to changes in travel behavior? A structural equations modeling approach. *Transportation* 34 (5), 535–556. <https://doi.org/10.1007/s11116-007-9132-x>.
- Chapin, F.S., 1974. *Human Activity Patterns in the City: What do People do in Time and Space*. Toronto.
- Carr, L.J., Dunsinger, S.I., Marcus, B.H., 2010. Walk Score™ As a global estimate of neighborhood walkability. *Am. J. Prev. Med.* 39 (5), 460–463. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.07.007>.
- Chernick, M.R., 2008. *Bootstrap Methods: A Guide for Practitioners and Researchers*. Hoboken, NJ.
- Cowie, C.T., Ding, D., Rolfé, M.I., Mayne, D.J., Jalaludin, B., Bauman, A., Morgan, G.G., 2016. Neighbourhood walkability, road density and socio-economic status in Sydney, Australia. *Environ. Health* 15 (1), 58.
- Cullen, I., Godson, V., 1975. Urban networks: The structure of activity patterns. *Prog. Plann.* 4, 1–96.
- Curl, A., Nelson, J.D., Anable, J., 2011. Does accessibility planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. *Res. Transport. Bus. Manage.* 2, 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2011.07.001>.
- Curl, A., 2013. *Measuring what Matters: Comparing the Lived Experience to Objective Measures of Accessibility*. Aberdeen.
- Curl, A., Nelson, J.D., Anable, J., 2015. Same question, different answer: a comparison of GIS-based journey time accessibility with self-reported measures from the National Travel Survey in England. *Comput. Environ. Urban Syst.* 49, 86–97. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2013.10.006>.
- Curl, A., 2018. The importance of understanding perceptions of accessibility when addressing transport equity: a case study in Greater Nottingham, UK. *J. Trans. Land Use* 11 (1). <https://doi.org/10.5198/jtlu.2018.1003>.
- De Vos, J., Derudder, B., Van Acker, V., Witlox, F., 2012. Reducing car use: Changing attitudes or relocating? The influence of residential dissonance on travel behavior. *J. Transp. Geogr.* 22, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.11.005>.
- De Vos, J., Schwanen, T., Van Acker, V., Witlox, F., 2019. Do satisfying walking and cycling trips result in more future trips with active travel modes? An exploratory study. *Int. J. Sustain. Transport.* 13 (3), 180–196. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1456580>.
- Dobson, R., Dunbar, F., Smith, C.J., Reibstein, D., Lovelock, C., 1978. Structural models for the analysis of traveler attitude behavior relationships. *Transportation* 7 (4), 351–363. <https://doi.org/10.1007/BF00168036>.
- Frank, L.D., Schmid, T.L., Sallis, J.F., Chapman, J., Saelens, B.E., 2005. Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. findings from SMARTRAQ. *Am. J. Prev. Med.* 28 (2), 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.11.001>.
- Gebel, K., Bauman, A.E., Sugiyama, T., Owen, N., 2011. Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: prospective relationships with walking and weight gain. *Health & Place* 17 (2), 519–524. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.12.008>.
- Golledge, R.G., Stimson, R.J., 1997. *Spatial Behaviour: A Geographic Perspective*. The Guilford Press, New York.
- Handy, S.L., Niemeier, D.A., 1997. Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environ. Plann. A* 29 (7), 1175–1194. <https://doi.org/10.1068/a291175>.
- Handy, S.L., Cao, X., Mokhtarian, P.L., 2005. Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California. *Transport. Res. Part D* 10 (6), 427–444. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2005.05.002>.
- Haustein, S., 2012. Mobility behavior of the elderly: an attitude-based segmentation approach for a heterogeneous target group. *Transportation* 39 (6), 1079–1103. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9380-7>.
- Hägerstrand, T., 1970. What about people in regional science? *Papers of the Regional Science Association*, 24, pp. 7–21.
- Hall, C.M., Ram, Y., 2018. Walk score® and its potential contribution to the study of active transport and walkability: a critical and systematic review. *Transport. Res. Part D Trans. Environ.* 61, 310–324.
- Hunecke, M., Haustein, S., Grischkat, S., Böhrer, S., 2007. Psychological, sociodemographic, and infrastructural factors as determinants of ecological impact caused by mobility behaviour. *J. Environ. Psychol.* 27, 277–292.
- Hunecke, M. (Ed.), 2015. *Mobilitätsverhalten Verstehen und Verändern*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Ichikawa, M., Konishi, S., 1995. Application of the bootstrap methods in factor analysis. *Psychometrika* 60 (1), 77–93.
- Kabisch, S., Steinführer, A., Haase, A., 2012. Reurbanisierung aus soziodemographischer Perspektive: Haushalte und Quartierswandel in der inneren Stadt. In: Brake, K., Herfert, G. (Eds.), *Reurbanisierung*. Springer, pp. 113–129.
- Kroesen, M., Handy, S., Chorus, C., 2017. Do attitudes cause behaviour or vice versa? An alternative conceptualization of the attitude-behavior relationship in travel behavior modeling. *Transport. Res. Part A* 101, 190–202.
- Lättman, K., Olsson, L.E., Friman, M., 2016. Development and test of the perceived accessibility scale (PAC) in public transport. *J. Transp. Geogr.* 54, 257–263. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.015>.
- Lättman, K., 2018. Perceived Accessibility. Living a satisfactory life with help of the transport system. Karlstad.
- Lättman, K., Olsson, L., Friman, M., Fujii, S., 2019. Perceived accessibility, satisfaction with daily travel, and life satisfaction among the elderly. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16 (22), 4498. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224498>.
- Lotfi, S., Koohsari, M., 2009. Analyzing accessibility dimension of urban quality of life: where urban designers face duality between subjective and objective reading of place. *Soc. Indic. Res.* 94 (3), 417–435. <https://doi.org/10.1007/s11205-009-9438-5>.
- Ma, L., Cao, J., 2019. How perceptions mediate the effects of the built environment on travel behavior? *Transportation* 46, 175–197. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9800-4>.
- Maddison, R., Jiang, Y., Hoorn, S.V., Mhurchu, C.N., Exeter, D., Utter, J., 2010. Perceived versus actual distance to local physical-activity facilities: does it really matter? *J. Phys. Activity Health* 7 (3), 323–332. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.3.323>.
- Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr (MBWSV 2012): Aktionsplan der Landesregierung zur Förderung der Nahmobilität. Düsseldorf.
- Morris, J.M., Dumble, P.L., Wigan, M.R., 1979. Accessibility indicators for transport planning. *Transport. Res. Part A General* 13 (2), 91–109. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(79\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(79)90012-8).
- Pacione, M., 1982. The use of objective and subjective measures of life quality in human geography. *Prog. Hum. Geogr.* 6 (4), 495–514. <https://doi.org/10.1177/030913258200600402>.
- Páez, A., Scott, D.M., Morency, C., 2012. Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility. *J. Transp. Geogr.* 23, 141–153. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.03.016>.
- Oakil, A.T.M.B., Manting, D., Nijland, H., 2016. Dynamics in car ownership: The role of entry into parenthood. *Eur. J. Transp. Infrastruct. Res.* <https://doi.org/10.18757/ejtir.2016.16.4.3164>.
- Ory, D.T., Mokhtarian, P.L., 2010. The impact of non-normality, sample size and estimation technique on goodness-of-fit measures in structural equation modeling: evidence from ten empirical models of travel behavior. *Qual Quant.* 44 (3), 427–445. <https://doi.org/10.1007/s11135-008-9215-6>.
- Otsuka, N., Wittowsky, D., Damerau, M., Gerten, C., 2021. Walkability assessment for urban areas around railway stations along the Rhine-Alpine Corridor. *J. Transp. Geogr.* 93, 103081. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103081>.

- Reyer, M., Fina, S., Siedentop, S., Schlicht, W., 2014. Walkability is only part of the story: walking for transportation in Stuttgart, Germany. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 11, 5849–5865. <https://doi.org/10.3390/ijerph110605849>.
- Ronis, D.L., Yates, J.F., Kirscht, J.P., 1989. Attitudes, decisions, and habits as determinants of repeated behaviour. In: Pratkanis, A.R., Breckler, S.J., Greenwald, A. G. (Eds.), *Attitude Structure and Function*, pp. 213–239.
- Scheiner, J., Holz-Rau, C., 2007. Travel mode choice: affected by objective or subjective determinants? *Transportation* 34 (4), 487–511. <https://doi.org/10.1007/s11116-007-9112-1>.
- Scheiner, J., 2010. Social inequalities in travel behaviour: trip distances in the context of residential self-selection and lifestyles. *J. Transp. Geogr.* 18 (6), 679–690. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.09.002>.
- Scheiner, J., 2013. Wohnstandortwahl und Verkehrshandeln im Kontext von Individualisierung und strukturellen Zwängen. In: Schwedes, Oliver (Ed.), *Räumliche Mobilität in der zweiten Moderne*. LIT Verlag, Berlin, pp. 137–215.
- Scheiner, J., 2020. Changes in travel mode use over the life course with partner interactions in couple households. *Transp. Res. Part A* 132 (2020), 791–807. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.12.031>.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., Müller, H., 2003. Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods Psychol. Res. Online* 8 (2), 23–74.
- Schwanen, T., Mokhtarian, P.L., 2005. What affects commute mode choice, neighbourhood physical structure or preferences toward neighborhoods? *J. Transp. Geogr.* 13 (1), 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.001>.
- Tuckel, P., Milczarski, W., 2015. Walk Score™, perceived neighborhood walkability, and walking in the US. *Am. J. Health Behav.* 39 (2), 242–256. <https://doi.org/10.5993/AJHB.39.2.11>.
- Van Acker, V., van Wee, B., Witlox, F., 2010. When transport geography meets social psychology: toward a conceptual model of travel behaviour. *Trans. Res.* 30 (2), 219–240. <https://doi.org/10.1080/01441640902943453>.
- Van Acker, V., Mokhtarian, P.L., Witlox, F., 2014. Car availability explained by the structural relationships between lifestyles, residential location, and underlying residential and travel attitudes. *Transp. Policy* 35, 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.05.006>.
- van der Vlugt, A.-L., Curl, A., Wittowsky, D., 2019. What about the people? Developing measures of perceived accessibility from case studies in Germany and the UK. *Appl. Mobilities* 4 (2), 142–162. <https://doi.org/10.1080/23800127.2019.1573450>.
- Van Wee, B., 2016. Accessible accessibility research challenges. *J. Transp. Geogr.* 51, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.10.018>.
- Walk Score®. 2011: <http://www.walkscore.com/methodology.shtml> (Accessed 20 October 2020).
- Wittowsky, D., Hoekveld, J., Welsch, J., Steier, M., 2020. Residential housing prices: impact of housing characteristics, accessibility and neighbouring apartments – A case study of Dortmund, Germany. *Urban Plann. Trans. Res.* 8 (1), 44–70.

4.3 Veröffentlichung III: Integrating perceptions, physical feature and the quality of the walking route into an existing accessibility tool: the Perceived Environment Walking Index (PEWI)' in Active Travel Studies

Van der Vlugt, A.-L., Gerten, C. & Scheiner, J. (2024). Integrating Perceptions, Physical Features and the Quality of the Walking Route into an Existing Accessibility Tool: The Perceived Environment Walking Index (PEWI). *Active Travel Studies: An Interdisciplinary Journal*, 3(2): 10, 1–33. <https://doi.org/10.16997/ats.1391>

RESEARCH ARTICLE

Integrating Perceptions, Physical Features and the Quality of the Walking Route into an Existing Accessibility Tool: The Perceived Environment Walking Index (PEWI)

Anna-Lena van der Vlugt¹, Christian Gerten¹ and Joachim Scheiner²

¹ ILS – Research Institute for Regional and Urban Development, Dortmund, DE

² Technical University of Dortmund, Faculty of Spatial Planning, Urban Development, Dortmund, DE

Corresponding author: Anna-Lena van der Vlugt (anna-lena.vlugt@ils-research.de)

Perceptions of the environment shape individual mobility decisions and represent the ‘lived reality’ of accessibility and walkability. Yet recent common walkability analyses and instruments try to include perceptions of different population groups without integrating them into practical tools. However, there is a need for a holistic tool as a basis for transport planners and researchers to integrate the various aspects of walkability into one instrument. This paper investigates multiple relations between different walkability concept parameters and presents the development of the Perceived Environment Walking Index (PEWI). To achieve this, we used a multi-method study design and developed and tested the PEWI in two urban neighbourhoods in Hamburg in three steps. First, we calculated the objective walking accessibility using GIS based on the well-known Walk Score®. Second, we integrated 18 indicators representing physical features and the quality of the walking route, alongside subjective perceptions of walking accessibility broken down into the categories of functionality, safety and security as well as pleasantness and attractiveness. Key results imply that integrating these indicators into an existing accessibility tool is a promising, nuanced method for an improved picture of walkability and accessibility whereas indices focusing only on distances or travel times are not sufficient to represent the lived reality. The implications of our results are discussed with regard to future research gaps and policy.

Keywords: perceived accessibility; Walk Score®; walkability; GIS

1 Introduction

Accessible and walkable places are characteristic of modern, sustainable cities. Walking has the potential to support low emission transport, reduce car dependency and increase social equity and inclusion. Walking is included in almost all trips as the main transport mode or as a feeder for public transport or the car (D’Orso and Migliore, 2020).

The World Health Organization (WHO) cautions against an inactive lifestyle and the resulting public health problems (WHO, 2002). Therefore, the inactive lifestyle of Western society should be counteracted by promoting physical activity as a multi-determined behaviour to minimise far-reaching health consequences in the form of an increased risk of chronic cardiovascular disease (Manson et al., 2002; Frank et al., 2006). It is assumed that environmental factors, such as neighbourhood walkability, have a considerable influence on walking and thus on the risk of developing chronic diseases (Killingsworth et al., 2003; Sallis et al., 2005; Thielman et al., 2015; Van Holle et al., 2012). So, increasing physical activity, with the focus on walking through the creation of healthy living environments, seems an important goal (WHO, 2002). In the past two decades, urban planners and transportation researchers studied the influence of the urban form on walking. Results point towards a connection between active transportation and urban form variables whereby pedestrian-friendly surroundings are associated with a decreasing risk of overweight or obesity (Glazier et al., 2012).

However, the sole explanation for walking behaviour by environmental factors seems to fall short. The decision to engage in physical activity is typically considered as a person-environment interaction (e.g., Reyer et al., 2014). Accordingly, personal factors are therefore individual prerequisites and can be defined alongside socio-demographics as internal psychological concepts, such as attitudes or perceptions. These factors result from complex or subtle relationships with physical features. There is no doubt that environmental factors influence travel behaviour, but this influence is mediated by individual perceptions of the environment (Gebel et al., 2011).

Urban planning and transportation research widely uses two concepts to investigate and analyse public space with regard to influencing factors on walking: the concepts of walking accessibility and walkability.

In the literature, walkability and walking accessibility are sometimes used synonymously (Blecic et al., 2020). However, walkability is mostly understood as an overall concept that examines a place or route, for example, a destination, an urban neighbourhood or a street segment, in terms of its pedestrian friendliness. Walkability is described using different indicators, density, design, diversity, accessibility of facilities and the like. Walking accessibility is thus seen as an important component of walkability, jointly with other components, such as safety, design, and so on (Frank et al., 2015). Walking accessibility has transport, land-use, temporal and individual components (Geurs and van Wee, 2004). It can be divided into subjective and objective measurements. It is usually measured objectively to reflect the separation of people from places (measured by distance or travel time), that is, how far people would walk to access different services. Walking accessibility is clearly destination oriented and requires a spatial relation (most often an origin and destination of a route or journey). We follow this understanding of walking accessibility, whilst discussing walkability as an overarching concept.

As one important factor for walkability, the concept of accessibilities is highly varied with important outcomes. For example, it results in positive effects on well-being (Lättman, 2018) and social inclusion (Currie and Stanley, 2008).

Regarding walking as a mode of its own, the concept of walking accessibility is often used in planning practice as a measure to ensure the provision of basic services to the population. Common instruments, such as the Walk Score®, are based on measures of travel times or distances as indicators of walking accessibility. These instruments are valuable tools for objectively determining walking accessibility. However, they do not take into account subjective perceptions of walking accessibility.

As long as individuals' perceptions are disregarded, the potential positive outcomes of walking accessibility, such as social inclusion, cannot simply be attributed to good objective

walking accessibility, since objective instruments may not capture people's subjective realities of accessibility (Curl, 2013; Lättman et al., 2016). Recent studies analysing perceived accessibility have found that objective accessibility interrelates only weakly with perceived accessibility (Curl et al., 2015; Lättman et al., 2016). A growing body of literature highlights the need for a better understanding of the factors influencing the relationship between individuals and space regarding the quality, attractiveness and stimulation of the built environment for walking (Blecic et al., 2020). Thus, it seems important, when analysing the provision for different target groups, not only to concentrate on commonly used accessibility indicators but also to include further indicators of the walkability concept along with perceptions. As a prerequisite for social participation and promoting social inclusion, there should be a focus on walking accessibility and perceived walking accessibility, embedded in the overarching concept of walkability. By implementing these findings into a holistic instrument, it can act as a basis for planning and decision-making for practitioners and researchers of accessibility planning by identifying potentials and developing concepts for the respective areas.

In response to recent calls for more research in this area (Curl, 2013; Lättman, 2018) and especially a need for consistent methods to collect and integrate several features that affect walking into practical instruments (Clifton et al., 2007; D'Orso and Migliore, 2020), the overarching goal of this paper is to understand and depict the more comprehensive but also elusive concept of walkability by adapting an existing accessibility tool and therefore create the PEWI. We analysed accessibility from a person's perspective and not the catchment area of an accessible facility. Therefore, we combined subjective perceptions of walking accessibility and general walkability indicators representing the physical features of the environment and the quality of the walking route in urban areas.

To achieve the overall objective, we addressed the following research questions:

- How can factors representing physical features of the environment, the quality of the walking route as well as subjective perceptions of walking accessibility be integrated into an existing accessibility measurement and related discourses to develop the Perceived Environment Walking Index (PEWI)?
- What are the implications for small-scale accessibility modelling?

The paper is structured as follows: Section 2 discusses existing research on walkability and accessibility and develops a conceptual model. Section 3 presents the data and applied methodology. We test the method and present the results of the PEWI in Section 4. Section 5 summarises the main findings and critically discusses further research needed in this field.

2 Previous research on walkability and accessibility methodology

2.1 The walkability debate

The overall concept of walkability has, in recent years, evolved into a multidimensional concept and describes the interaction between pedestrians, public space and its function for people to perform social practices (Blecic et al., 2020).

Blecic et al. (2020) trace ideas of walkability back to the mid-twentieth century and detects close links to debates about quality of life, social justice and the right to the city. In the last two decades, the theoretical discussion has been extended by the operationalisation of the concept of walkability (Blecic et al., 2020). Based on the need for consistent and efficient methods to collect walking environment qualities, a lot of research concentrated on operationalisation and developing decision-making tools for policymakers (Clifton et al., 2007; D'Orso and Migliore, 2020). As a concept relating to the friendliness of the environment for walking (Litman, 2003; Manzolli et al., 2021), walkability is associated with encouraging

a shift from motorised transport to active mobility by creating pedestrian-friendly spaces where activities are accessible by short walking distances (Bödeker et al., 2018; D’Orso and Migliore, 2020; Papa and Bertolini, 2015; Su et al., 2017; Van Cauwenberg et al., 2016).

As one important indicator of walkability, walking accessibility is often used in urban planning and transportation research. Since Hansen introduced accessibility as the “*opportunities for interaction*” (Hansen, 1959, p73) focusing on the transport and land-use system, recent definitions have concentrated on the individual, for example, the ease with which people can access “[...] *desired goods, services, activities and destinations*” (Litman, 2003, p28). Walking accessibility measures, like the Walk Score® or Neighbourhood Destination Accessibility Index, used to determine the shortest distance (or effort, cost, travel time) to a facility, are mostly based on the shortest-path algorithm on a graph. The Walk Score® was originally developed to promote the real estate market in the USA. It targets homebuyers in more middle-class neighbourhoods. In its original form, the Walk Score® takes only limited account of urban planning and policy aspects. More detailed explanations of Walk Score® methodology follow in section 3.1.

Accessibility measures are typically static, seem to imply homogeneous accessibility among people living in one place and say nothing about how that accessibility is experienced by people living in places defined as (in-)accessible. The term ‘perceived accessibility’ is intended to counter this criticism and to include the perceptions of individuals into accessibility measurement. Perceived accessibility describes “*how easy it is to live a satisfactory life using the transport system*” (Lättman et al., 2016, p257). Pot et al. (2021, p1) define it in a recent study as “*the perceived potential to participate in spatially dispersed opportunities*”. Recent studies empirically capture perceptions of accessibility surveys with the intention of integrating perceptions into accessibility analyses. This has resulted in a number of measurement methods, like measuring the overall perceptions of accessibility (Curl, 2013), the Perceived Accessibility Scale (Lättman et al., 2016) and measuring perceived walking accessibility (van der Vlugt et al., 2019). Van der Vlugt et al. (2022) found that perceived walking accessibility has a significant direct positive impact on walking, even after accounting for objectively measured accessibility. This is backed up by the recent work of Ma and Cao (2019), Tuckel and Milczarski (2015), Lättman (2018) and Gebel et al. (2011). These findings have not yet been integrated into spatially measured accessibility.

2.2 Walkability research perspectives

In their recent work, Blečić et al. (2020) identified three strands of walkability studies. The first examines the relationship between the built environment and walking. The second concentrates on individuality and the perception of pedestrians. The third strand explores walkability from a human capabilities’ perspective. In the following, the focus is on the first two strands, but the third strand is also briefly outlined due to its importance.

2.2.1 The built environment and walking

A number of studies have explored the relationship between the built environment and walking. With the intention of understanding influencing factors of the built environment on walking, Kelly et al. (2011) point out that the quality and quantity of walking are related to urban design features, like road crossings, the land-use mix and compactness of neighbourhoods. Neighbourhoods combining these characteristics are more motivating for walking than car-oriented neighbourhoods (see also Leyden, 2003). Moudon et al. (2006) also identified a positive association between features of the built environment, like higher residential density, smaller street blocks and short walking distances to daily facilities.

Several studies developed walkability measures by identifying features of the built environment affecting walking. Glazier et al. (2012) elaborate on the four indicators that seem most significant: dwelling density (Berke et al., 2007; Frank et al., 2005; Li et al., 2005; Moudon et al., 2006), street connectivity (Frank et al., 2005; Li et al., 2005), proximity to walkable destinations (Berke et al., 2007; Moudon et al., 2006) and land-use mix (Frank et al., 2005; 2007; 2009). These studies have in common that land-use mix and density, whether in the form of population density, density of facilities (walking accessibility) or intersection density, are probably the most important influencing factors when it comes to increasing walking.

A range of previous studies investigate the effect of walkability from a physical and mental health perspective, directly related to this line of research. Saelens et al. (2003), for example, evaluated the walkability, physical activity and weight status on a micro level neighbourhood scale. By using self-reported measures, they found that people living in highly walkable neighbourhoods walk more and had lower obesity prevalence than people in less walkable, sprawling neighbourhoods. Walkability was described by high residential density, land-use mix, street connectivity, aesthetics and safety (Glazier et al., 2012; Saelens et al., 2003). Zuniga-Teran et al. (2017) underpin the influence of neighbourhood design types on human well-being and analysed four types of neighbourhood designs, their walkability and effect on physical activity and well-being.

2.2.2 Individuality and perception of pedestrians

The second research strand of walkability studies examines the individuality of human beings and their different experiences of walking. Attention was paid to the importance of both subjective and objective features of the environment (van Acker et al., 2011). The rationale is that there is no direct effect of the built environment on behaviour, but rather people individually process what they perceive and do so in different ways. Several studies focus on different target groups related to age, gender, disability or ethnicity. For example, Cao et al. (2009) found that there are significant effects of built environment features on physical activity which become insignificant when controlling for socio-demographics. Focusing on people's perceptions De Vos et al. (2023) conducted recently a comprehensive literature review on perceived walkability, highlighting the importance of this research strand. Therein, recent studies have found that, similar to perceived walking accessibility, overall perceived walkability has an important influence on walking (Consoli et al., 2020; Suarez-Balcazar et al., 2020; Solbraa et al., 2018; van Dyck et al., 2013; Zeng and Shen, 2020).

These studies focus on different walkability indicators and their perception by different target groups. Some studies, like Bartshe et al. (2018), found no impact from walkability perceptions on physical activity among students in Las Vegas. Perez et al. (2011) also indicated no effect of perceived walkability on walking by investigating ethnic minority women in Canada. However, the majority of studies show a significant effect. Solbraa et al. (2018) indicated that the perceptions of feasible travel time to different amenities promote physical activity for 900 Norwegian adults. In a Belgian case study, van Dyck et al. (2013) analysed the perceptions of land-use mix, safety, density as well as walkability and found that these elements have a positive impact on the duration and frequency of walking. Zeng and Shen (2020) focus on different facets of a neighbourhood and its perception and find a positive effect especially amongst older people and middle aged on recreational trips in China. By analysing the factors influencing walkability perceptions, Root et al. (2017) found a correlation between the assessment of aesthetics and perceived walkability. Lui and Wong (2021) indicated that walkability perception influences walking speed and balance among older people with no effect on walking time.

2.2.3 Human capabilities

In the third strand of research, studies examine walkability in relation to human capabilities. The underlying capability approach (Sen, 1999) focuses on individual capabilities “*to choose a life one has reason to value*” (Sen, 1999, p74). The capability concept highlights two components: (1) ability and (2) opportunity. Ability refers to a person’s characteristics (his/her “*internal power*”), while opportunity refers to external conditions, such as the social and environmental context that enable the exercise of the person’s internal power (Fancello et al., 2020). Therefore, the intention of the approach is “[...] *to enhance the freedom people have to choose their beings and doings through the conversion of conditions and commodities in advantage for their development*” (Fancello et al., 2020, p3). Recent studies highlight the importance of walkability as a determinant of urban capabilities (Blecic et al., 2015; Reyer, 2017), quality of life and as a factor that can make a significant contribution to the development of the social capital of cities (Blecic et al., 2020). This implies that an individual’s relationship with walking and his/her local area extends beyond that covered by our study.

2.3 Walkability measurement

In most studies, built environment features dominate when measuring walkability. However, in the last two decades, attempts have been made to combine several strands of walkability studies. In order to represent the influence of the environment on travel, Cervero and Kockelman (1997) identified the 3Ds: diversity, density and design. By developing a pedestrian strategy for London, Gardner et al. (1996) developed the 5Cs, which identified five qualities of the walking environment with the categories ‘connected’, ‘convenient’, ‘comfortable’, ‘convivial’ and ‘conspicuous’. This was followed by studies that included objective and subjective qualities in walkability. For example, Sarkar (1993) evaluated six criteria of a walking environment: safety, security, comfort and convenience, continuity, system coherence and attractiveness. Pikora et al. (2002), on the other hand, identified four categories that have an influence on walking: functionality, aesthetics, destinations and safety. Ewing (1999) also formulated ten influential factors for a walking friendly environment (medium-to-high densities, mix of land use, short-to-medium length blocks, transit routes every half-mile, two-to-four lane streets, continuous pavements wide enough for couples, safe crossings, appropriate buffering from traffic, street-oriented buildings and comfortable and safe places to wait). Ewing and Cervero (2010) expanded the 3D into 5D: diversity, density and design, destination to facilities and destination to transit. Galanis and Eliou (2011) identified five basic factors for a walkable urban environment: road safety, attractiveness, personal safety, accessibility and convenience broken down into road segment indicators, including the features of the street (pavement width, street furniture), corner indicators describing features of pavement corners (ramps) and crossing indicators (length, width). Furthermore, D’Alessandro et al. (2016) identified twelve indicators and split them into three categories: namely, safety (crossing protection, protection from vehicles, road lighting), pleasantness (vehicular traffic, building context and green spaces) and practicability (obstacles, pavement surface, road slope). Blecic et al. (2020) identify four walkability indicator categories based on their literature review: efficiency and comfort, safety, security and certainty as well as pleasantness and attractiveness.

Recent walkability perception studies already described in 2.2.2 like van Dyck et al. (2013) and Suarez-Balcazar et al. (2020), used the Neighbourhood Environment Walkability Scale (NEWS), developed by Saelens et al. (2003). The NEWS contains 83 items, including walking time to 23 different facilities and also 17 satisfaction-related items. These items cover residential density, land-use mix access, land-use mix diversity, satisfaction, walking and cycling

facilities, aesthetics, traffic safety and crime safety. Due to the immense length, shortened and target-group specific NEWS versions were developed. The Neighbourhood Environment Walkability Scale (abbreviated as NEWS-A) no longer includes walking time and excludes residential related questions. It now consists of only 37 items, used in many studies (Bartshe et al., 2018; Berry et al., 2017; Brown and Jensen, 2020; Consoli et al., 2020; Jensen et al., 2017; Lui and Wong, 2021; Perez et al., 2011). The NEWS-Y (for young people) is also based on the NEWS-A and was used, for example, by Hinckson et al. (2017) to investigate the perceived walkability of adolescents. Alongside NEWS, the Physical Activity Neighbourhood Environment Scale (PANES) measures perceived density, walking infrastructure, traffic safety and accessibility to amenities based on 17 statements (Sallis et al., 2010). Furthermore, the Leyden Walkability Instrument (LWI) measures perceived walkability on a scale basis (Bias et al., 2010; Leyden, 2003).

These studies often use multi-method study design to operationalise and collect data for these categories. In addition to objective characteristic data and open data, Google Street View data, expert inventory surveys, general surveys and in-depth interviews are used to collect data.

2.4 Research gap

The literature review has shown that walking accessibility as a dimension of walkability is not sufficient to analyse the local provision of facilities and services for different target groups. Therefore, walking accessibility perception as well as the physical features and qualities of the walking route seem particularly relevant for walking and can determine whether a route is taken on foot or by another transport mode. It seems essential to adapt an existing accessibility analysis instrument with walkability indicators and perceptions in order to provide a more nuanced picture of the local provision of facilities and services for different population groups. Various studies responded to the critique of one-dimensional walkability assessments by measuring distances and the facilities to be reached (Blecic et al., 2020) and made efforts to combine different strands of walkability, such as the CANVAS (Bader et al., 2015), the IAAPE Measure of Walkability (Moura et al., 2017), the OS-WALK-EU tool (Fina et al., 2022) and the Walkability Explorer (Blecic et al., 2015). Although a large number of tools is available, there is still a lack of studies on a holistic view of walkability with regard to: firstly, target group-specific adaptation in terms of weighting and number of facilities to be considered; secondly, simultaneously considering multiple indicators of the physical characteristics of an environment and the quality of a walking route; and, thirdly, the integration of perceptions into existing tools. Most studies have compared different methods but show deficits in terms of spatial modelling and integration of all elements into one instrument or tool.

2.5 Conceptual framework

Based on the literature review and the research gap identified, we developed a conceptual framework that provides the basis for developing an adapted instrument, the Perceived Environment Walking Index (PEWI) (**Figure 1**, to be read from top to bottom). Adaption takes place in three steps. First, since we paradigmatically place our approach in strands one and two of walkability research (Section 2.2), we calculated the Walk Score® that represents objective walking accessibility (strand one) and adapted it to the specific target groups (strand two). To do so, we adjusted the weighting and variety of facilities included in the accessibility calculation (step 1). Second, we integrated 18 indicators which give a more nuanced description of the influence of the built environment on the walkability of different target groups, representing physical features (step 2a) and the quality of the walking route (strands one

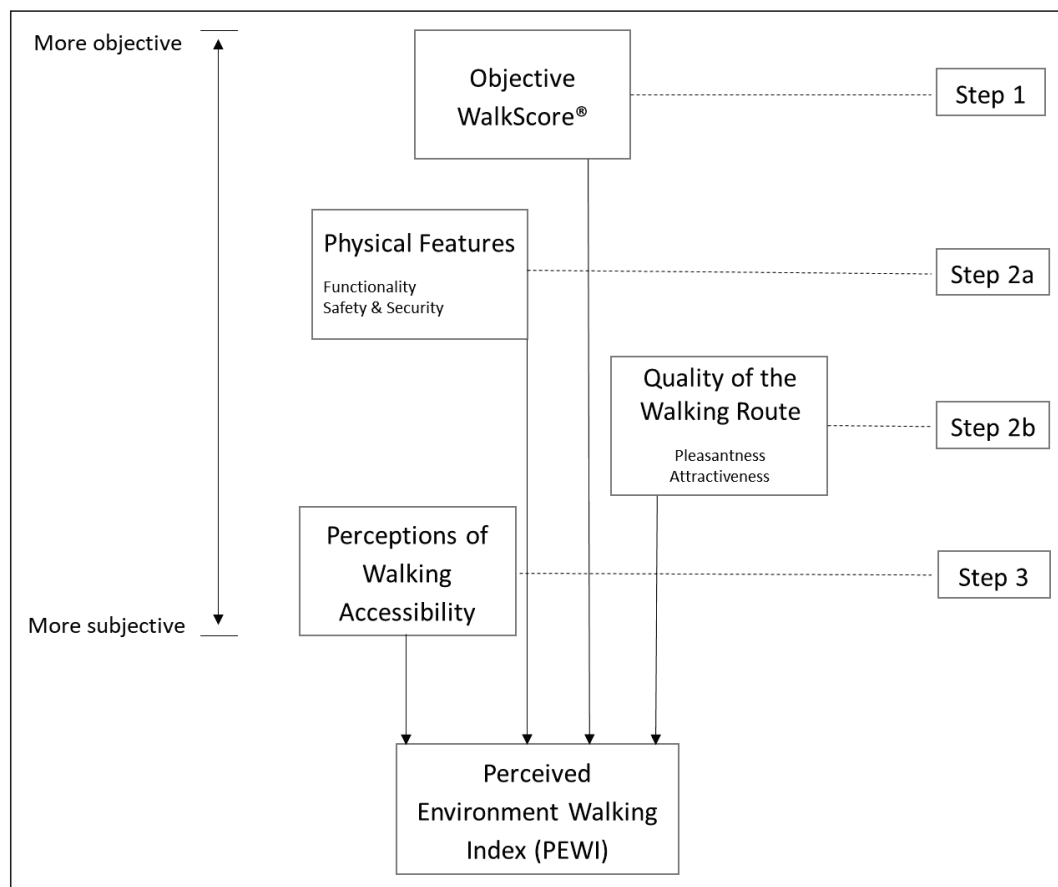


Figure 1: Conceptual framework.

and two) (step 2b) broken down into the categories of efficiency and comfort, safety, security and certainty as well as pleasantness and attractiveness according to Blečić et al. (2020). We renamed the category 'efficiency and comfort' as 'functionality' as well as the category 'safety, security and certainty' as 'safety and security' because we feel this fits the characteristics of its variables better. The third and final basis was on our preliminary work on factors influencing walking accessibility perception and their effect on walking (step 3).

3 Methods

A multi-method study design was developed based on the indicators for accessibility and walkability discussed above.

The investigation areas were two urban neighbourhoods in Bahrenfeld and Barmbek-Nord in Hamburg, Germany. Whenever the terms Bahrenfeld or Barmbek-Nord are used in the following, this always refers to the study areas as part of these neighbourhoods. They are characterised by similar distances to Hamburg city centre and show a similar social structure, but the local provision of facilities and services of Barmbek-Nord are located along a main traffic axis and Bahrenfeld is characterised by a dispersed local provision of facilities and services.

We selected two distinct target groups defined by age/life stage and jointly analysed these in this paper. Our first target group comprised people aged 65 and older. In terms of walkability, with increasing age older people have a smaller activity range, decreasing travel participation and less frequent journeys. Access to the local provision of facilities and services and social infrastructure are basic requirements for an independent life. Combined with communication and interaction opportunities, these are the key to counteracting the risk of

social exclusion. Walkability therefore plays a particularly important role (Amaya et al., 2022; Bereitschaft, 2021; Kerr et al., 2012). Our second target group were families with at least one child aged 15 or younger. Regarding walkability, young families are also particularly interesting to investigate. As similarly discussed in van der Vlugt et al. (2022) the link between the living environment and everyday travel behaviour seems to be gradually loosening, as car ownership of young adults increases as they enter parenthood (Oakil et al., 2016; Scheiner, 2013). On the other hand, families with young children are becoming increasingly aware of the qualities of urban neighbourhoods with their potential for climate-friendly and health-promoting travel as well as their cultural and social infrastructure (Haase et al., 2006; Kabisch et al., 2012).

Both groups are characterised by a very high share of walking trips compared to other target groups (BMVI, 2018). In addition, both groups have similar needs regarding their requirements for the built environment (Warner and Zhang, 2019). While their needs are different in terms of destinations (e.g., schools vs. general practitioners), basic walkability requirements are similar due to physical limitations in older age on the one hand and walking with children with walking aids on the other hand (rollators, canes, prams, or baby bicycles). For example, both groups need a barrier-free environment, kerbstone lowering and are similarly influenced by obstruction due to parking and narrow pavements. We therefore jointly analysed both groups, which also helps contend with a limited sample size.

3.1 Walk Score®: An objective instrument for assessing walking accessibility

As a first step, objective accessibility was calculated according to the well-known Walk Score® (Carr et al., 2010; Duncan et al., 2011; Walk Score®, 2011). The Walk Score® is an efficient, cost-effective valid measurement to assess walking accessibility (Carr et al., 2010, 2011; Duncan et al., 2016). Since it is a common and widely accepted methodology approach which has been used and adapted in several academic papers (Vale et al., 2016; Hall and Ram, 2018; Fina et al., 2022), we decided to use the Walk Score® as the basis of our analysis. The analysis required different basic datasets: geometries (as a starting point for distance calculation), facilities (as an end point for distance calculation) and the road network (to calculate the shortest distances). For our analysis, we decided to choose a 100x100 metre grid, allowing the calculation of very detailed objective walking accessibility measures and making the units independent of administrative boundaries (Göddecke-Stellmann, 2013; Kaup and Rieffel, 2013; Neutze, 2015).

A comprehensive and thematically diverse database was set up for facilities. In the process, locations with particularly important facilities for the local provision of facilities and services of the population in Bahrenfeld and Barmbek-Nord were identified via open geodata from the city of Hamburg, enquiries, internet research via maps, OpenStreetMap (OSM) and the Yellow Pages. These locations were geocoded in the reference system in order to use them in GIS as destinations in an accessibility analysis (van der Vlugt and Welsch, 2020).

In this first step, we base the calculation of objective walking accessibility principally on the Walk Score® methodology but adapt it in certain aspects. This includes the decay function and the integration/selection of facilities. **Table 1** shows the facilities included. The first nine indicators, based on the original Walk Score® (light grey), were supplemented by two additional indicators (pharmacies, general practitioners) (dark grey). These were selected since recent studies underline the importance of healthcare as an essential component of public services and they are important destinations, especially for the two target groups (Ahlmeyer and Wittowsky, 2018; Chudyk et al., 2015). The facilities were included in the calculation with varying frequency and weighting. The distance to the nearest destination of various facilities was calculated on this basis. The absolute distances were converted into a distance

Table 1: Facilities included in the PEWI.

Walkscore			
Indicator	Weighting	Variety	
Grocery shops	3	[3]	
Restaurants	3	[0.75;0.45;0.25;0.25;0.225;0.225;0.225;0.225;0.2;0.2]	
Shopping	2	[0.5;0.45;0.4;0.35;0.3]	
Cafés/ Bakeries	2	[1.25;0.75]	
ATMs	1	[1]	
Parks/Green spaces	1	[1]	
Bookshops/Libraries	1	[1]	
Leisure/Entertainment	1	[1]	
Schools	1	[1]	
Pharmacies	1	[1]	
General practitioners	2	[1.25;0.75]	

Light grey: facilities based on the original Walk Score®; dark grey: facilities supplemented by the authors.

function value. The distance decay function determined what percentage of a full score a category received based on the distance of the calculated walking route, that is, between origin and destination. We used a cumulative Gaussian distance decay function (Vale and Pereira, 2017). A distance within 300m to the facility got the full score. After this, scores decreased gently with distance. At a distance of 1.5km, facilities received only about 25% of the score. After 1.5km, the scores decreased less quickly with greater distance until they reached 2.5km, after which they did not enter the final score (Walk Score®, 2011). The distance decay function converted the distances into point values based on the distances and weightings of the facilities. The maximum value is 25. According to the Walk Score® calculation logic, a linear expansion is made on a scale from 0 to 100 (Walk Score®, 2011). For this purpose, the values are multiplied by a factor of 4.

3.2 Systematic neighbourhood audit to collect walkability indicators

As a second step, a small-scale neighbourhood audit was conducted to collect walkability indicators representing the qualities of the living environment and of urban walking routes. By using the methodology of a neighbourhood audit on a small-scale level, we are able to collect detailed information about specific neighbourhood characteristics that cannot be obtained from secondary data (for example, the number of trees, pavement width, obstruction due to parking). Besides the availability of data, some indicators need to be directly observed or felt. Therefore, the neighbourhood audit is a suitable method to record specific walkability indicators, which include impressions as well as just the recorded data. Using an assessment form, walkability indicators per street segment were assessed by a trained team in both study areas. In one week, a total of 95 street segments in Bahrenfeld and 85 street segments in Barmbek-Nord were examined with regard to walkability indicators. The segments were assessed by two people to limit survey bias and ensure a certain objectivity (**Figures 2 and 3**). As already explained in the conceptual framework, four broad categories of walkability indicators were analysed following Blečić et al. (2020), complemented by the perception criteria. Based on the literature review the overarching criteria were further subdivided into

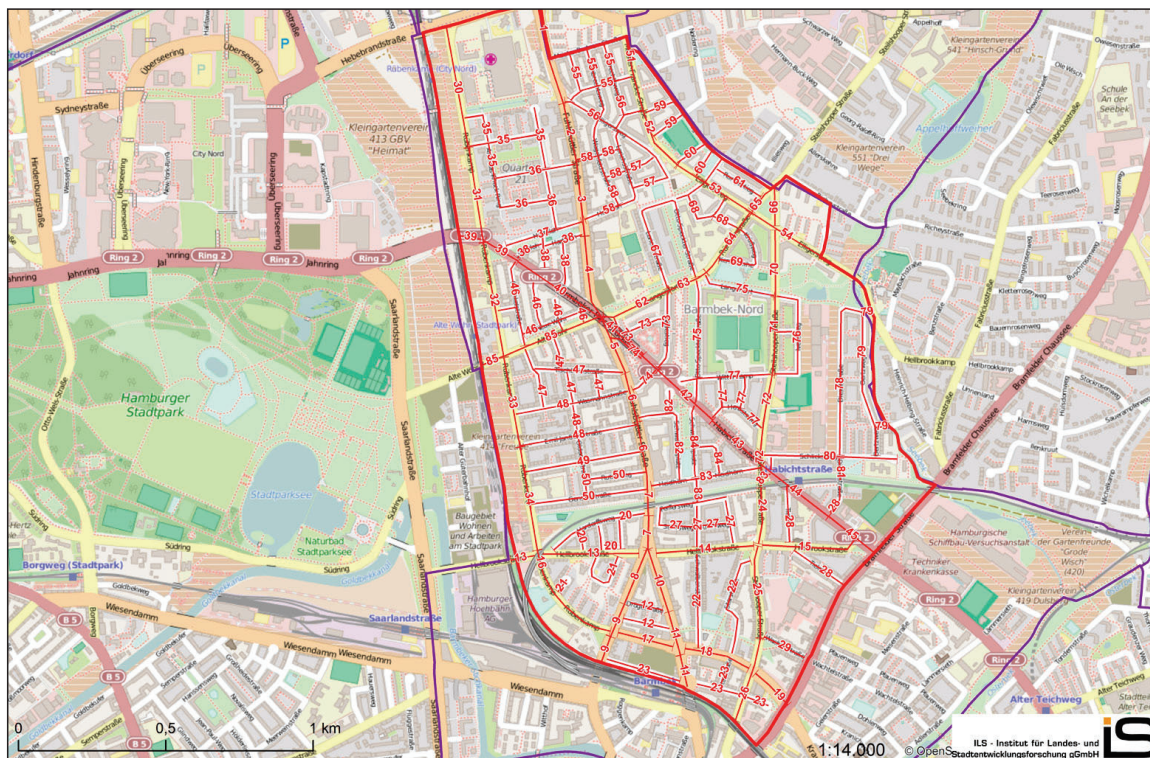


Figure 2: Investigation area in Hamburg Barmbek-Nord. Source: OpenStreetMap

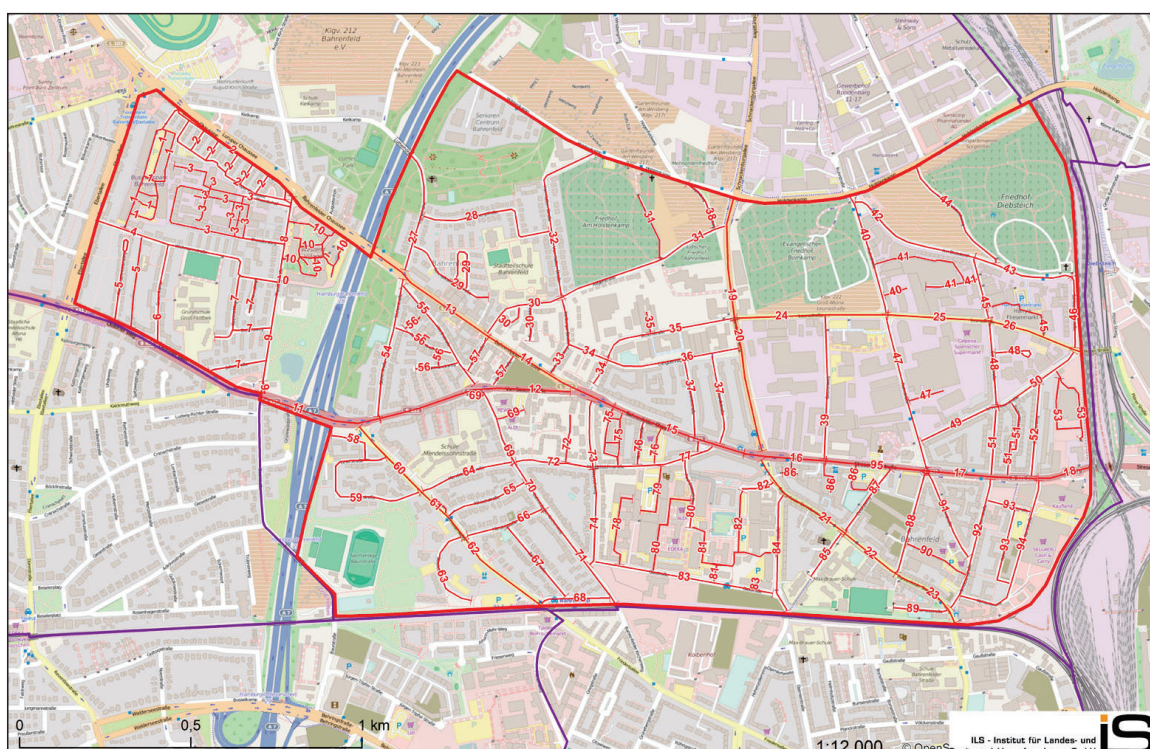


Figure 3: Investigation area in Hamburg Bahrenfeld. Source: OpenStreetMap

thematic segments (pavement, street design, barrier-free environment, green space, noise, attractiveness of the environment, subjective fear-causing points, perceived walking accessibility) and broken down into a total of 18 walkability indicators (Table 2).

Table 2: Walkability indicators and walking accessibility perceptions for integration in the instrument.

Criteria	Sub-segment	Indicator	Description	Reference (Selection)	Evaluation criteria	Weighting factor (deduction in %)	Application rules of the deduction (majority / single segment)
Functionality	Pavement	Pavement width	Effective walkway width for comfortable walking for one or more persons	Alfonzo, 2005; Kelly et al., 2011; Manzolli et al., 2021; Wennberg et al., 2018; Ruiz-Padillo et al., 2018	1 person	-2	majority of the segments
					2 persons	0	
	3 persons				0		
	Obstacles on the pavement	The presence of potential obstacles or barriers such as banners and tree roots	Handy and Clifton, 2001; Alfonzo, 2005	yes	-2	single segment	
				no	0		
	Barrier-free environment	Steps	Presence of steps which have an impact on walkability for different groups	van der Vlugt and Welsch, 2020; Wennberg et al., 2018	yes	-2	single segment
					no	0	
		Kerbstone lowering	Presence of kerbstone lowering as one essential element for the street crossing	Wennberg et al., 2018	yes	0	single segment
					no	-2	
	Seating possibilities	Presence of seating possibility that enhances the quality of walking in public spaces	Bradshaw, 1993; Wennberg et al., 2018; D'Orso and Migliore, 2020	yes	0	single segment	
no				-2			
Safety & Security	Street design	Car/Traffic Speed	Sense of security related to the allowed speed level	Otsuka et al., 2021; Kelly et al., 2011; D'Orso and Migliore, 2020	traffic-calmed area	0	majority of the segments
					30 km/h speed limit	0	
					50 km/h speed limit	-2	
		Traffic Lanes	Sense of security related to number of lanes	Bradshaw, 1993; Wennberg et al., 2018; D'Orso and Migliore, 2020	single-track	0	majority of the segments
					two lanes	-2	
		Separation due to road width	Separation effects due to the road width	Alfonzo, 2005	yes	-2	majority of the segments
no	0						
Street crossing options	Ease and opportunities to cross the street	Wennberg et al., 2018; Manzolli et al., 2021	yes	0	majority of the segments		
			no	-2			
Obstruction through parked cars	Presence of parked cars which obstruct the pavement and hinder the crossings	Alfonzo, 2005	yes	-2	single segment		
			no	0			

(contd.)

Criteria	Sub-segment	Indicator	Description	Reference (Selection)	Evaluation criteria	Weighting factor (deduction in %)	Application rules of the deduction (majority / single segment)
Pleasantness	Green space	Trees	Presence of trees	Ewing and Handy, 2009; Manzolli et al., 2021; Alfonzo, 2005	yes	0	majority of the segments
					no	-2	
	Street greenery	Presence of street greenery like flower beds or green areas	Adkins et al., 2012; D'Orso and Migliore, 2020	yes	0	majority of the segments	
				no	-2		
	Noise	Noise pollution	Presence of different noise level while walking	Otsuka et al., 2021; Ewing and Handy, 2009	below 55 dB	0	majority of the segments
					between 55 and 65 dB	-2	
between 65 and 75dB					-4		
above 75dB					-6		
Attractiveness	Attractiveness of the environment	Attractiveness of the sidewalk	Assessment of subjective aesthetic, beauty and charm of the pavement, to enjoy walking	Adkins et al., 2012; Ruiz-Padillo et al., 2018	very attractive	0	majority of the segments
					attractive	0	
					not very attractive / unattractive	-2	
					very attractive	0	
					attractive	0	
					not very attractive / unattractive	-2	
	Potential spaces of fear	Badly illuminated spots	Presence of poorly illuminated spots, i.e., poor lighting or lack of streetlights	Wennberg et al., 2018; Kelly et al., 2011; D'orso and Migliore, 2020	yes	-2	single segment
					no	0	
		Spaces of fear	Presence of potential space of fear which is related to the protection from various risks during the walking experience like pedestrian subway and the perception of security against crime	Garcia-Carpintero et al., 2022; van der Vlugt et al., 2019; D'Orso and Migliore, 2020	yes	-2	single segment
					no	0	
	Liveliness	Encounters with people	Presence of people impacting positively liveability and walkability	Southworth, 2005; Alfonzo, 2005	Yes	0	single segment
					no	-2	
Perceived walking accessibility	Factor perceived walking accessibility	Subjective assessment of the walking accessibility (household survey)	van der Vlugt et al., 2019; 2022	1	-8	majority of the segments	
				2	-6		
				3	-4		
				4	-2		
				5	0		

Table 2 illustrates the analysed walkability indicators, their measurement and weighting factor for adapting the Walk Score®. We decided to apply an additive equal weighting of the walkability indicators in the form of deduction points. Deduction points count any aspects on the route that negatively affect walkability. Equal weighting means that we do not weight one indicator higher than another. For example, the presence of trees is not weighted higher than the presence of seating or obstruction due to parking. We have deliberately chosen a deficit analysis with the aim to reveal the potential for intervention of the individual indicators and to critically examine whether a pedestrian paradise really exists. This means that any variable affecting walkability will result in a 2 percent deduction (such as an obstacle on the pavement or a 50 km/h speed limit). This applies to all variables except noise pollution and perceived walking accessibility. This is justified by the fact that average exposure to noise above 55 dB seriously harms health (WHO, 2010) and can trigger high blood pressure and heart diseases (European Commission). It is not sufficient to integrate just one level of noise pollution, since an increase in decibel levels has exponential negative effects on human health (European Environment Agency, 2020) resulting in cardiovascular and psychophysiological effects (WHO, 2010). We therefore differentiated between four decibel levels starting in line with Otsuka et al. (2021) with penalties above 55 dB having a 2% deduction. In the case of perceived walking accessibility (the only variable reflecting the individual perception of the target groups), it is not useful to include just one characteristic either. By classifying the variable into five categories, we tried to include heterogeneous human perceptions.

Accordingly, the deduction points were summed up per street segment in an additive equal weighting and integrated into the PEWI calculation.

3.3 Household survey to collect perceptions of accessibility

As a third step we developed a household survey in the two investigation areas in 2015 to collect and integrate subjective perceptions. A random sample of 400 households of the relevant target groups, 200 per neighbourhood was randomly selected based on a stratified sample of the two target groups retrieved from the resident's registration office. The survey documents were placed in the letterboxes of the selected households together with a stamped return envelope. All adults in the household were encouraged to complete the survey about their perceptions of accessibility, mobility requirements, usual transport modes, time-dependent safety perceptions, barrier-free environment as well as their travel and neighbourhood related attitudes. We incorporated data previously presented in van der Vlugt et al. (2019; 2022).

The participants were on average 60.51 (sd 19.12) years old with a slight predominance of women among the respondents (59.9%) in Bahrenfeld (60.3%) as well as in Barmbek-Nord (59.5%). More than half of the respondents did not have a university degree (59.3%) and had an average monthly household net income of less than 3,000 € (55.6%).

As the main indicator to capture individual perceptions, perceived walking accessibility was calculated using a factor analysis and subsequent averaging of three items measured on a five-point Likert scale:

- I can access anything in my living environment ($\bar{x} = 3.46$, $sd = 1.18$)
- In my living environment, I can do all my everyday walks easily on foot ($\bar{x} = 3.56$, $sd = 1.26$)
- I am satisfied with the pedestrian accessibility of services ($\bar{x} = 3.76$, $sd = 0.72$)

Based on a high-level correlation between these items ($\alpha = 0.739$), the factor of perceived walking accessibility was created as an average scale. For more details, we refer interested readers to van der Vlugt et al. (2019).

The perceptions of accessibility differ by neighbourhood and age group. Both older people and young families perceive accessibility better in Barmek-Nord (3.93; sd 0.75) than in Bahrenfeld (3.27; sd 0.87). Since we do not distinguish between the target groups in this paper, we rather focus on the difference between the two target areas.

The perceived walking accessibility scale has a value range of 1–5 and is integrated in the PEWI in 2 percentage steps (see weighting factor in **Table 2**). Since the survey is based on a random sample, some grid cells include several respondents while others have zero observations. Therefore, the values were interpolated over the entire study area and averaged to the grid cells.

The household survey method was chosen in order to be able to quantitatively survey perceptions of accessibility. Through the preliminary work of van der Vlugt et al. (2019), it was possible to integrate the factor of perceived accessibility into an instrument, which would not have been possible with qualitative data.

3.4 Developing the Perceived Environment Walking Index (PEWI)

The PEWI was calculated based on the description in Section 3.1. In this process, the road segments investigated from the walkability audit were intersected with the population grid (100m × 100m). As a result, 233 inhabited grid cells each in Bahrenfeld and Barmbek-Nord were included in the calculation. A network analysis was used to re-calculate the shortest route to the different facilities, taking into account the above-described indicators. Each route was loaded with deduction points, depending on the respective walkability indicator assessment as well as the perceived walking accessibility score (**Table 2**).

As a special characteristic of the neighbourhood audit, each route consisted of different segments and regularities determined the conditions under which deduction points were assigned per route: A distinction was made between indicators for which deduction points were assigned for the entire route as soon as they occurred in a single segment (e.g., steps, obstacles, available seating) and indicators that must be present in the majority of the segments for deduction points (count or length) to be assigned for the entire route (separation due to road width, trees, lanes, street greenery) (**Table 2**, right column).

The loaded routes were then included in the PEWI according to the variety and weighting of each facility.

To visualise this approach, **Figure 4** shows a simplified illustration of this calculation. It shows the deductions on the Walkscore based on two trips (ATM and the grocery store) and three walkability indicators (speed, noise pollution, and available seating).

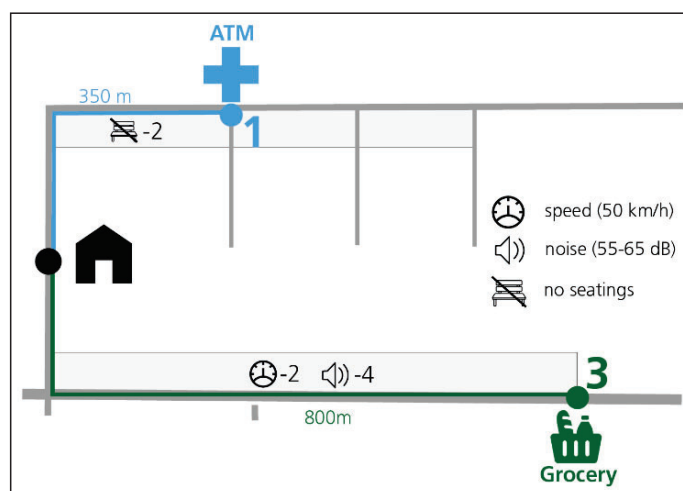


Figure 4: Simplified example of the calculation of the PEWI.

The first route (green) leads to a grocery store with an infrastructure weighting of 3: a large part of this route goes along a main road with a maximum speed of 50 km/h and a noise level of 65 to 75dB, which leads to a deduction of 6%. Equation (1) shows the entire calculation. The plain value after the distance weighting is 2.07; by deducting noise and speed the value is only 1.97.

$$Grocery = \left(e^{\frac{-1 \cdot (800-300)^2}{700,000}} * 3 \right) - \left(\frac{2+4}{100} * e^{\frac{-1 \cdot (800-300)^2}{700,000}} \right) = 1,97 \quad (1)$$

The second trip (blue) to the ATM is only 350m but is not equipped with benches. Without the deductions the plain value is 0.99 (see equation 2). The 2% deductions reduce the value to 0.98.

$$ATM = \left(e^{\frac{-1 \cdot (350-300)^2}{700,000}} * 1 \right) - \left(\frac{2}{100} * e^{\frac{-1 \cdot (350-300)^2}{700,000}} \right) = 0,98 \quad (2)$$

4 Results

This section presents and discusses our results. First, we introduce the PEWI in four steps. Referring to **Table 2**, we present the four indicator families *Functionality*, *Safety and Security*, *Pleasantness* as well as *Attractiveness* and their influence on walkability step by step for the two study areas. Second, we present the PEWI as a conclusive result and take a detailed look at the differences between objective walking accessibility and the Perceived Environment Walking Index.

4.1 Introducing the PEWI: The integration of physical features and qualities of the walking routes and their influence on walkability

4.1.1 Introducing the PEWI – Functionality

We integrated all the walkability indicators by adapting the objective walking accessibility (Walkscore). To be able to evaluate the effects of the various indicators on walkability (PEWI), **Figures 5b**, **6b**, **7b** and **8b** show the average point deduction per indicator. In the *functionality category*, which refers especially to barrier-free environment that has great importance for both target groups, deductions of up to –10% per route are possible. Barmbek-Nord (B-N) performs better than Bahrenfeld (B) for almost all indicators. This means that the study area is better equipped with available seating, which is especially important for the target groups, (average point deduction: B-N: –0.45; B: –0.7), there are fewer obstacles on the pavement and the pavement width also shows a smaller deficit than in Bahrenfeld. Only in kerbstone lowering as an important indicator of barrier-free environment does Bahrenfeld score slightly better than Barmbek-Nord (B: –0.82; B-N: –0.96). Steps hardly seem to be a problem in both study areas.

The comparison of the two neighbourhoods in terms of the *functionality category* shows that the quality of walking is spatially varied (**Figure 5a**). For example, east of the A7 motorway in Bahrenfeld is characterised by deductions of up to –6.7 points. This is caused by the width of the pavements, lack of kerbstone lowering, obstructions on the pavement and the predominant lack of seating. Steps are not a problem in this area. In contrast, the southeast of the study area has significantly fewer deficiencies in this category and better walkability. While it has a similar lack of seating, the deficiencies in kerbstone lowering and obstructions on the pavement are significantly less. Pavement width is highlighted as particularly positive in this area (–0.03) and contributes to improved walkability for walking together, with a stroller or a pram in this category. In comparison, there are only isolated deductions of more than –4 points in this category in Barmbek-Nord. If areas with a higher walkability in the

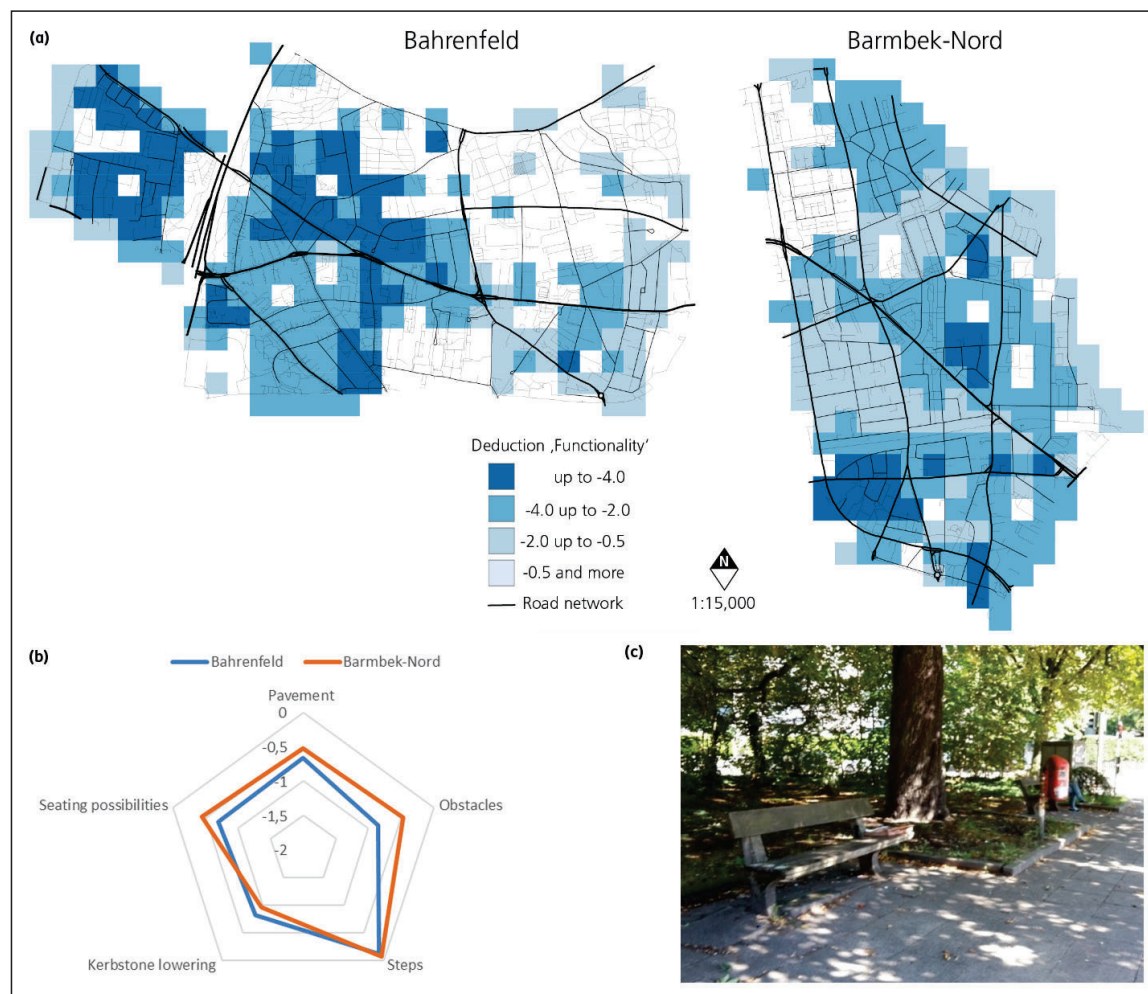


Figure 5: (a) Average deduction *Functionality* (in points) in Bahrenfeld and Barmbek-Nord. (b) Average deduction *Functionality* (in points). (c) Available seating in Bahrenfeld. Source: van der Vlugt.

category are compared, the data show, for example, that in the west of Barmbek-Nord there is sufficient seating, but there are higher deductions in the area of kerbstone lowering and obstructions on the pavement. Since **Figure 5a** shows the entire functionality category, the explained circumstances are identifiable in the data but not visually apparent in **Figure 5a**.

4.1.2 Introducing the PEWI – Safety and Security

In the safety and security category, where deductions of up to –10% per route were also possible, both target areas perform better. The deficit is marginally higher in Bahrenfeld regarding the number of existing lanes (–0.34; BN: –0.1) and separation by road width (–0.5; BN: –0.23) as well as obstruction by parked cars (–0.6; BN: –0.45), while speed (BN: –0.28; B: –0.19) and the lack of crossing possibilities (BN: –0.38; B: –0.06) lead to higher deficits in Barmbek-Nord. These indicators are especially important for the target groups, since crossing options are essential for mobility restricted people or young children who cannot walk fast, do not yet have a good overview or are more often overlooked.

Turning to the grid level in Bahrenfeld, there is no deduction higher than –4 points. The deductions are concentrated along the main road, which reduces walkability due to its two-lane system (–0.79). The speed and crossing options only lead to marginal deductions. In

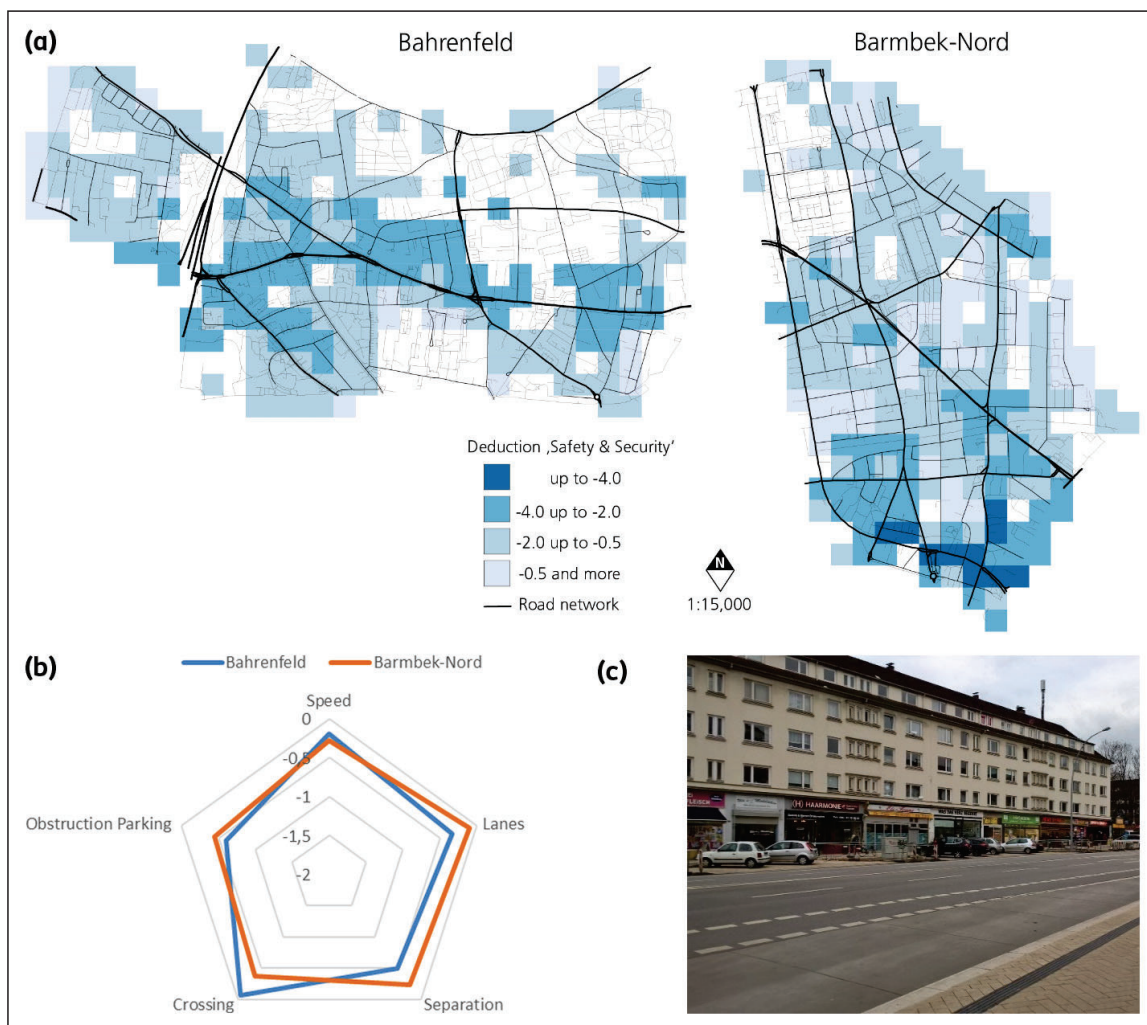


Figure 6: (a) Average deduction *Safety and Security* (in points) in Bahrenfeld and Barmbek-Nord. (b) Average deduction *Safety and Security* (in points). (c) Separation due to road width in Barmbek-Nord. Source: van der Vlugt.

addition to the multiple lanes, the reduction in walkability is caused by the separation due to the road width (-1.02) and the obstruction due to parking (-0.51). Although the deficit in this category is smaller in comparison, there are spatial differences and a few deductions of up to -6.45 points in Barmbek-Nord. Walkability in this area is most severely reduced by obstruction due to parking (-1.44), coupled with speed (-1.26), multiple lanes (-0.67), lack of crossing opportunities (-0.88) and separation due to road width (-0.83).

4.1.3 Introducing the PEWI - Pleasantness

In addition to the categories of 'functionality', as well as 'safety and security', that is, the physical characteristics of the environment, the categories of 'pleasantness' and 'attractiveness' represent the more subjective quality of the walking routes. Referring to table 2, deductions of up to -10% per route were possible in the *Pleasantness* category due to the gradation by noise pollution. Bahrenfeld performs better than Barmbek-Nord in this category. **Figure 7b** shows that walkability is strongly affected by noise pollution. The average deduction per grid is -1.93 in Barmbek-Nord and -1.71 in Bahrenfeld. The predominant presence of trees improves both target areas (both neighbourhoods: -0.03). This implies that trees were present

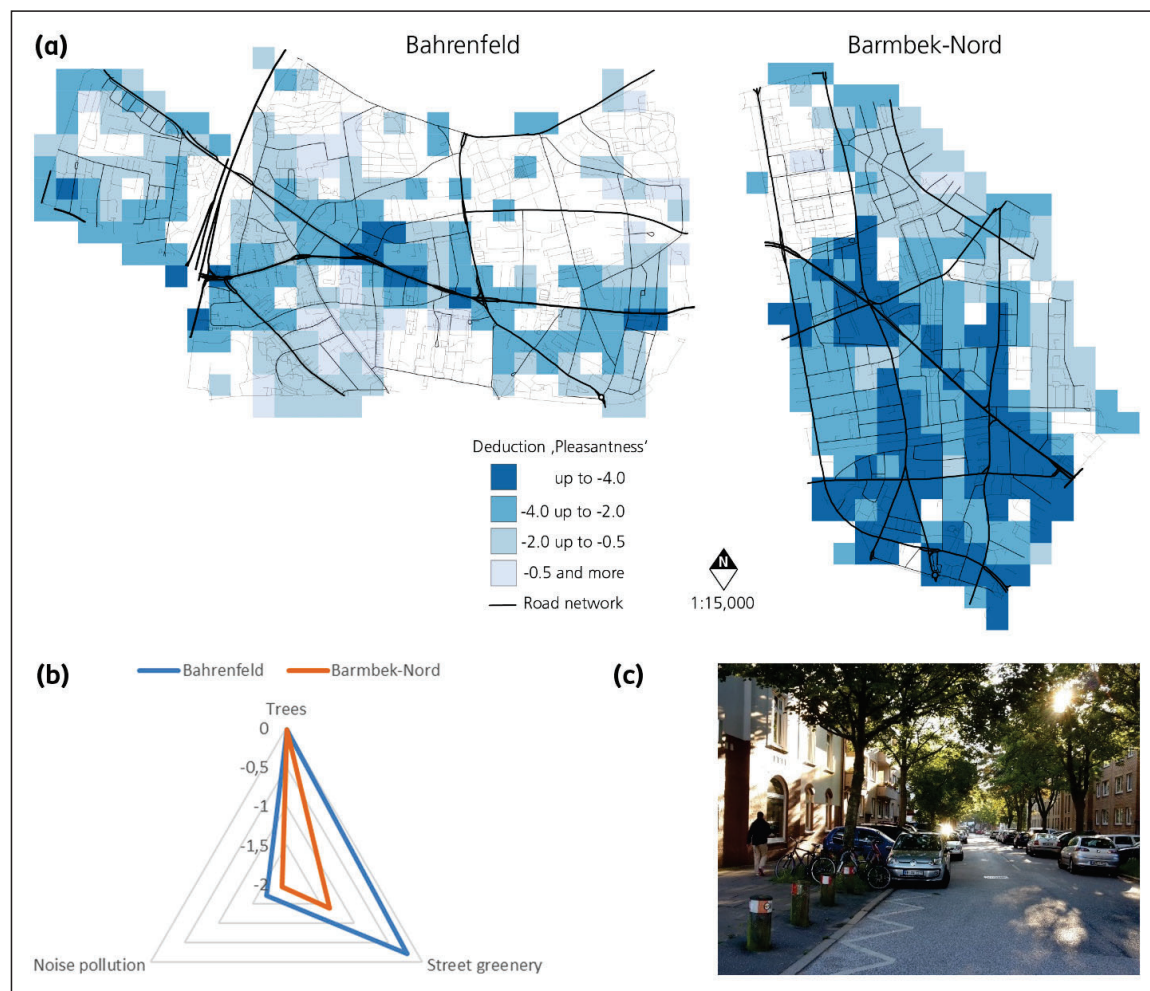


Figure 7: (a) Average deduction *Pleasantness* (in points) in Bahrenfeld and Barmbek-Nord. **(b)** Average deduction *Pleasantness* (in points). **(c)** Trees along the road in Bahrenfeld. Source: van der Vlugt.

in the majority of the individual segments so that only very small deductions were apparent for this indicator. Street greenery is thereby mainly represented in Bahrenfeld (B: -0.22 ; B-N: -1.37) and the lack of it reduces walkability in Barmbek-Nord. According to this, there was considerably less street greenery in Barmbek-Nord than in Bahrenfeld.

Bahrenfeld scored less well in the previous categories, but **Figures 7a** and **7b** illustrate the significantly higher deductions in Barmbek-Nord in the *Pleasantness* category. In Bahrenfeld, trees and other street greenery are present throughout the area. The higher deductions were solely due to high noise pollution (-1.71), which leads to a significant reduction in walkability. Barmbek-Nord is characterised by high to very high deductions over a large area. These are due to the lack of other street greenery (-1.37) in addition to high noise pollution (-1.93). Similar to Bahrenfeld, trees are present over a large area (-0.03).

4.1.4 Introducing the PEWI – Attractiveness

In the last category, 'attractiveness', both study areas performed highest except in walking accessibility perception (**Figures 8a** and **8b**). Whereas in the previous categories significant deductions in walkability were observed in some cases, both study areas were rated positively with regard to the attractiveness of the pavement (B: -0.04 ; B-N: -0.09) and the street space

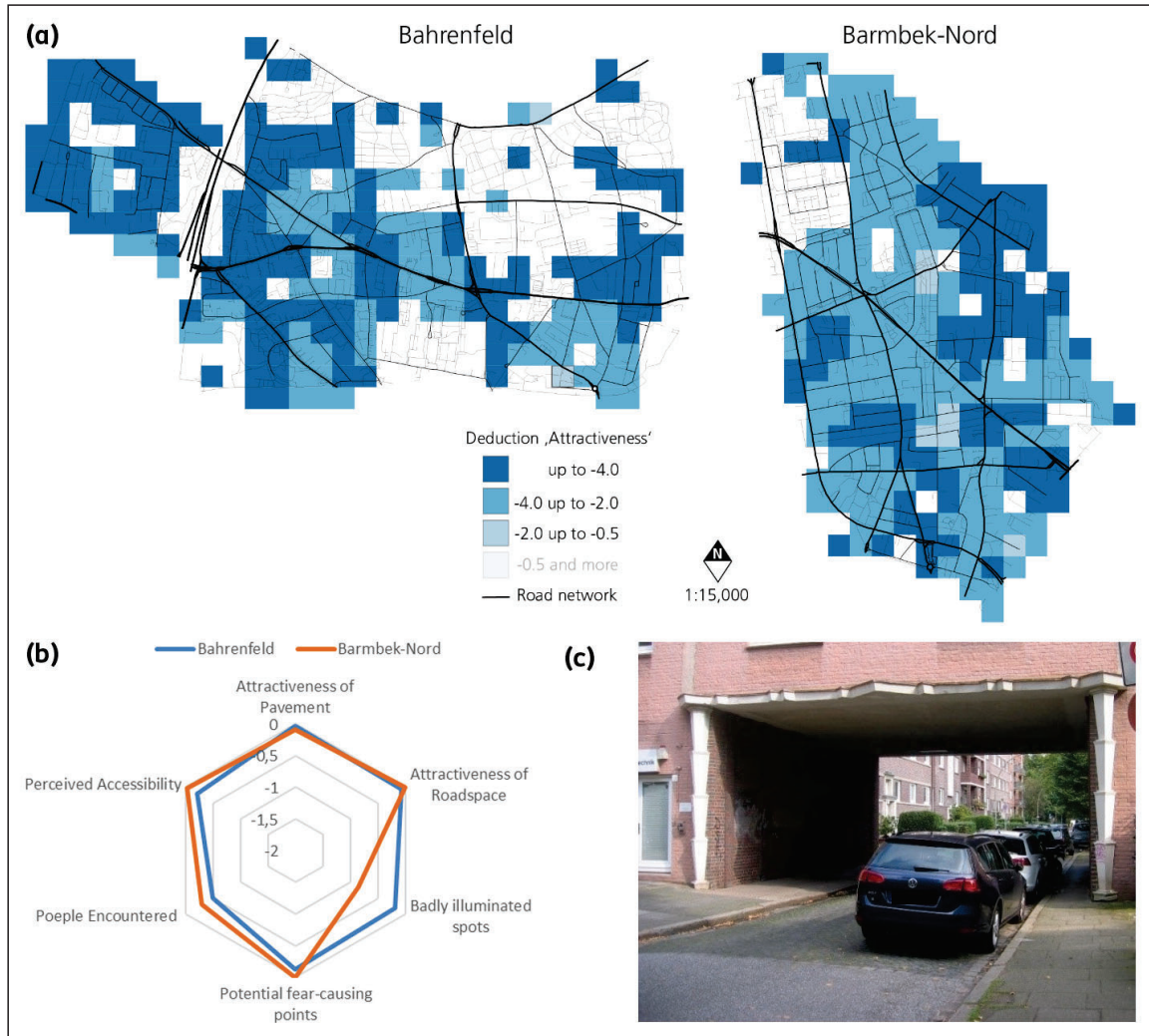


Figure 8: (a) Average deduction *Attractiveness* (in points) in Bahrenfeld and Barmbek-Nord. (b) Average deduction *Attractiveness* (in points). (c) Badly illuminated spot in Barmbek-Nord. Source: van der Vlugt.

(B: -0.07 ; B-N: -0.01); the deductions were marginal, although deductions of up to -18% per route were possible in this category. In terms of safety perceptions in the neighbourhood, walkability in Barmbek-Nord deteriorates due to the occurrence of badly illuminated spots (B-N: -0.85 ; B: -0.19), but these are not perceived as potential fear-causing points (B-N: 0 ; B: -0.12). The absence of people and, consequently, the absence of encounters leads to a decrease in walkability by -0.5 points in Bahrenfeld (B-N: -0.29).

The pavement and street space are perceived as attractive across the board. The higher deductions are caused by badly illuminated spots (-0.19) and potential fear-causing points (-0.12) reducing walkability in Bahrenfeld. In Barmbek-Nord, the higher deductions are mainly caused by badly illuminated spots (-0.85). The survey team does not classify these as fear-causing points. However, since these points are perceived differently, it is important to analyse these indicators separately as factors influencing walkability. As the only variable covering the perceptions of the inhabitants, the perception of walking accessibility was weighted higher (**Table 2**). This explains the higher deductions compared to the other variables in this category. The inhabitants in Barmbek-Nord perceived accessibility better (-2.53) than those in Bahrenfeld (-3.48).

4.2 Does a ‘walker’s paradise’ really exist? Comparing the Walkscore and PEWI in Barmbek-Nord and Bahrenfeld

With the intention of developing an objective information, planning and decision-based instrument, the PEWI is presented in **Table 3** as the outcome of integrating and considering indicators of the built environment, qualities of the walking route as well as individual walking accessibility perceptions. It depicts the descriptive results of the Walkscore and PEWI categories by target area. For the Barmbek-Nord case study, the average of objective walking accessibility (Walkscore) (**Figure 9**) within the target area resulted in 90 (sd = 6.78). This figure falls into a category of ‘walker’s paradise’ (Walk Score®, 2011). Our adapted version, the PEWI considering all 18 indicators shows a more nuanced picture of current walkability with an average of 80 (sd = 5.15), a *very walkable* category. In order to find out whether the Walkscore differs on average from the PEWI, a comparison of mean values was carried out. Accordingly, a t-test was used to compare the mean values of the Walkscore with the mean values of the PEWI. The t-test shows a significant difference between the Walkscore and the PEWI $t(44.63) = 208$ ($p < 0.01$).

Table 3: Descriptions of the Walkscore and PEWI.

	Walkscore	Perceived Environment Walking Index (PEWI)
Barmbek-Nord		
Mean (sd)	89.88 (6.78)	79.86 (5.15)
Min	71.16	64.95
Max	99.15	91.95
Bahrenfeld		
Mean (sd)	76.62 (12.08)	67.91 (10.38)
Min	23.27	21.93
Max	92.15	84.56

By comparing the two figures, it can be seen that Barmbek-Nord’s PEWI and therefore its walkability drops extensively from the highest category to *very walkable*. In some parts, walkability in Barmbek-Nord has changed to the category *somewhat walkable* (north-east). In the south, a small part remained in the *walker’s paradise* category. In the Bahrenfeld case study, the average of objective walking accessibility (**Figure 9**) was 76 (sd = 12.08) and fell into the *very walkable* category. If we take PEWI into account (**Figure 9**), walkability deteriorates on average to 68 (sd = 10.38), *somewhat walkable*. The Walkscore shows a small *walker’s paradise* in the centre of Bahrenfeld. This category is no longer present in the PEWI (*very walkable*). In the southwest, walkability changes from *very walkable* into *somewhat walkable*. In the north-east, even grid cells fall in terms of their walkability from *somewhat walkable* into *car dependent*. The comparison highlights the limitation of common methods based on distances to the nearest facilities. They do not consider qualities of the walking routes which can decrease the walkability of an area. In line with D’Orso and Migliore (2020), the results show the importance of integrating a variety of walkability indicators to prevent people from preferring to take their car, instead of walking, and creating noisy and unattractive walking environments themselves. Finally, it is possible with the PEWI to identify priorities for interventions, spatially represent and contribute to developing walkable environments and ultimately promote active mobility for all population groups (D’Orso and Migliore, 2020).



Figure 9: Walkscore and PEWI in Bahrenfeld und Barmbek-Nord.

5 Discussion and Conclusion

This paper investigated multiple relations between different dimensions of the walkability concept, discussed methodologies for assessing walkability in urban neighbourhoods and presents the development of the Perceived Environment Walking Index (PEWI). To the best of our knowledge, this study represents one of the first studies to integrate so many aspects of walkability and subjective perceptions in a coherent instrument.

With the overall intention of improving the modal share of walking and therefore enhancing individual well-being and reducing the negative effects of sedentary lifestyles, a wide range of literature from different disciplines and research focuses on newly developed walkability indicators and tests their validity in different spatial levels and with different methodologies.

Despite these considerable efforts, there is often a lack of reflection on objectively determined accessibility conditions with subjective perceptions of neighbourhood residents, who ultimately shape mobility decisions. This is also in line with De Vos et al. (2019), who

demanded a detailed understanding of the user-specific experience of urban environments, different types of infrastructure and traffic situations. So, this paper can be read as responding to recent calls for more research in this area (Curl, 2013; Lättman, 2018) and the need for consistent methods to collect and integrate several features that affect walking. We integrated and analysed the influence of subjective perceptions of walking accessibility as well as 18 walkability indicators on an existing accessibility instrument by developing an adapted version of the Walkscore, the PEWI.

Therefore, we used a multi-method study design and identified indicators that give a more nuanced description of the influence of the built environment on the walkability of the target groups in order to expand small-scale accessibility models. We developed and tested the PEWI in two urban neighbourhoods in Hamburg in three steps. Firstly, we calculated the Walkscore that represents objective walking accessibility and added two facilities to be accessed and adjusted their weightings according to the target groups. Second, we developed the PEWI on this basis by integrating 18 walkability indicators representing physical features as well as the quality of the walking route and subjective perceptions of walking accessibility. Subsequent equal weighting of input variables allowed the influence of each indicator to be elaborated and visualised in GIS. The results illustrate how individual perceptions can be integrated with physical features of the environment and qualities of the walking route into a group-specific indicator. The data collection was based on a systematic neighbourhood audit. The subjective perceptions were collected in a household survey.

The PEWI illustrates the local provision of facilities and services taking into account the quality of walking. Comparing the two neighbourhoods shows clear differences. The study area in Bahrenfeld has a low quality in the functionality category, that is, kerbstone lowering, obstacles, available seating and pavement width. These indicators are particularly important for people with limited mobility, such as older people walking with a stroller or stick or young families with a pram or a little baby bicycle. The needs of these vulnerable groups must be taken into account to prevent social exclusion and to enable an independent, self-determined life. In the study area in Barmbek-Nord, the highest deficit is in the pleasantness category. Noise pollution in the neighbourhood is the highest negative factor influencing walkability. In the attractiveness category, both districts perform best except for walking accessibility perceptions.

Using the PEWI in the two study areas leads us to three conclusions regarding our research questions. First, the survey methods of a neighbourhood audit and the integration of the indicators into an existing accessibility tool have proven to be a promising, nuanced method to get a more accurate picture of walkability and accessibility. Equal weighting of all indicators except for noise pollution and perceived walking accessibility allows a comparative analysis of the influence of all indicators, the built environment as well as the qualities of the walking route.

Second, regarding the effects for small-scale accessibility analysis, the PEWI enables detailed deficits to be shown spatially on a micro level and thus walkability to be analysed on a grid level (100m × 100m). The variety of indicators not only allows focus on individual aspects, but also a holistic analysis that includes not just noise pollution and pavement width, but also traffic volume and qualities, such as the attractiveness of the street space or street greenery.

Finally, the difference between Walkscore and the PEWI shows that commonly used indices, focusing only on distances or travel times, are not sufficient to represent the lived reality of accessibility and walkability and cannot incorporate target group-specific perceptions. In line with van der Vlugt et al. (2022) and Gorrini and Bandini (2018) we conclude that integrating

perceptions as well as user-specific needs is highly relevant when studying individuals' travel decisions.

The present research elaborated an urgent need for action in planning practice. In line with Curl et al. (2011) as well as van der Vlugt et al. (2022), there should be more responsibility for planners to develop opportunities for more walkable environments. The PEWI can function as a basis for planning practice to identify deficits in a particular area at micro level. Concepts can be developed on this basis. In this way, accessibility planning could avoid the criticism of assuming the homogeneity of a society by only involving distances or travel time. It could contribute to ensuring social inclusion by integrating the needs of different target groups, especially vulnerable groups like older people or children, in future planning. The PEWI shows, for example, where there is a shortage of seating, where to initiate crime-prevention measures, where to focus on pedestrian infrastructure. The PEWI can function as a toolbox illustrating the effects of individual indicators. Depending on the issue, planning practitioners can use these indicators to get a more nuanced picture of walkability and have the opportunity to use an instrument that approaches representing the 'lived reality' of accessibility and walkability.

The study has some limitations. The large number of indicators integrated in the PEWI is valuable and unique, but it significantly increases the complexity of the analysis. On the one hand, with regard to the neighbourhood's audit, it is questionable whether so much detail at segment level is feasible for planning practice. The integration of a wide range of indicators is an immense added value of the PEWI. Nevertheless, there is a need for discussion with regard to individual indicators. For example, green spaces are integrated in the form of trees or other roadside greenery. However, the quantity is measured, and the quality of the green spaces is not included but merely investigated via the attractiveness of the pavement or streetscape design. The indicators 'badly illuminated spots' and 'potential fear-causing points' were surveyed during the day. The after-dark perception, which has been identified as an influencing factor for the perception of accessibility (van der Vlugt et al., 2019), is accordingly not represented. The objective indicators, such as pavement width measured in metres, number of lanes or presence of green space, can be objectively recorded by the survey team without bias. The quality of the pavement and classification of an area as a potential fear-causing point, as well as any attractiveness factors, are a more subjective reflection of the researchers' perception. Perceptions of safety in particular are highly subjective. Therefore, we did not use potential fear points and badly illuminated spots as a restriction, but instead added a deficit to account for the variability of perceptions. It is not forbidden to pass through the fear-inducing points in the calculation, but the route will still have a deduction. The indicator 'perceived accessibility' could not be queried in every grid cell because we used a random sample. Accordingly, perceptions were not integrated across the board, but transferred to nearby grids through interpolation. The indicators 'people encountered' and 'obstruction through parking' suffer from bias due to their time dependence. We tried to compensate for this bias by collecting the data on segment level and not on point level.

Another limitation refers to the third strand of walkability research outlined in Section 2.2, the capability approach. With the aim of integrating hindering factors related to walkability, we intend to give actors the opportunity to derive recommendations for action and thus maximise freedom and opportunity through the expansion of options for action. Several conversion factors were integrated into the PEWI in order to give opportunities to convert conditions and commodities into functionings, for example: numerous features of the built environment, such as lowered kerbs, width of the pavement or available seating. However,

individual specifics, such as personal resources, mobility limitations, health status, individual attitudes, which are important factors in shaping perceptions, could not be included in the index. The factor of perceived walking accessibility contains the personal assessment of walking accessibility but cannot consider the individual values that lead to the assessment.

Moreover, it would have been possible to weight the deductions of perceived accessibility higher in order to give more space to the perceptions of accessibility. In this case, the index would only reflect the perceptions of the target groups. However, depending on the practical planning intention, for example regarding age-appropriate neighbourhood development, this would be quite conceivable. Furthermore, studies, such as van der Vlugt et al. (2019), show that the integrated indicators that represent the topic of barrier-free environment, safety and attractiveness have significant influences on the perception of accessibility of precisely these target groups. Therefore, a wide range of indicators has a decisive influence on people's perception that we already integrated in the PEWI.

In addition, agglomeration effects may emerge with the high number of indicators. For example, on a two-lane street, higher speeds are allowed, which in turn generate higher noise levels. Therefore, an equal weighting of all indicators was chosen. This allows for an equal accumulation of the deductions. The neighbourhood audit was based on the administrative district boundaries, but since facilities outside the administrative boundaries are also located within the 500m walking radius and are therefore included in the objective accessibility calculation, data are incomplete for segments at the edges of the study area.

Further research is also needed regarding the integration of qualitative methods to collect more detailed perceptions of different user groups. The PEWI tried to integrate user-specific needs and perceptions, but subjective motives and assessments are highly varied. Integrating focus groups, in-depth interviews and neighbourhood walks, would make it possible to obtain an improved understanding of different motives, needs and assessments. This could also take into account the different perceptions of safety and security. Especially for vulnerable groups, such as older people or children, it is worth analysing them separately with the help of qualitative methods, for example walk-alongs. Even though they seem to have similar needs and preferences with regard to walkability (Warner and Zhang, 2019), by interviewing them while walking, a specific focus is placed on the experience of the space and the possibility for exchange about impressions and emotions (Stals et al., 2014). Therefore, the researcher as well as the interviewee can react directly, and we can gain a deeper understanding of the specific needs and preferences of these groups and help to plan target group specific walkability in cities. With this type of interview, it would also be possible to learn more about personal resources, mobility limitations, health status and individual attitudes in relation to the capability approach. There is also a need to use digital assessment methods like ICT-based tools. These have the potential to actively integrate the population into the analysis in the form of a citizen science approach. With the help of an app, people can digitally enter factors that promote and hinder walkability. In addition, the use of online map services with 360-degree views of the street, such as Google Street View, can reduce the survey effort (Cleland et al., 2021). The PEWI is a holistic tool for analysing walkability and the local provision of facilities and services. It would be a big effort to combine this with action radii and the actual activity patterns in a neighbourhood, including health data (for example with an accelerometer). Combined with the PEWI, it would make a major contribution to shaping future planning in a target group-specific manner.

Competing Interests

The authors have no competing interests to declare.

References

- Adkins, A., Dill, J., Luhr, G. A. and Neal, M. B.** (2012). Unpacking walkability: testing the influence of urban design features on perceptions of walking environment attractiveness. *Journal of Urban Design*, 17(4), 499–510. DOI: <https://doi.org/10.1080/13574809.2012.706365>
- Ahlmeyer, F. and Wittwosky, D.** (2018). What do we need in rural areas? How to use accessibility modelling as a strategy in transport planning. *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning*, 76, 531–550. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13147-018-0558-8>
- Alfonzo, M. A.** (2005). To walk or not to walk? The hierarchy of walking needs. *Environment and Behaviour*, 37(6), 808–836. DOI: <https://doi.org/10.1177/0013916504274016>
- Amaya, V., Moulart, T., Gwiazdzinski, L. and Vuillerme, N.** (2022). Assessing and qualifying neighborhood walkability for older adults: construction and initial testing of a multivariate spatial accessibility model. *Int J Environ Res Public Health*, 19(3), 1808. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19031808>
- Bader, M. D. M., Mooney, S. J., Lee, Y. J., Sheehan, D., Neckerman, K. M., Rundle, A. G. and Teitler, J. O.** (2015). Development and deployment of the Computer Assisted Neighborhood Visual Assessment System (CANVAS) to measure health-related neighborhood conditions. *Health & Place*, 31, 163–172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.10.012>
- Bartshe, M., Coughenour, C. and Pharr, J.** (2018). Perceived walkability, social capital, and self-reported physical activity in Las Vegas college students. *Sustainability*, 10(9), 3023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10093023>
- Bereitschaft, B.** (2021). Older adult population and neighborhood walkability by metropolitan area size and degree of urban sprawl. *Papers in Applied Geography*, 249–267. DOI: <https://doi.org/10.1080/23754931.2021.1978526>
- Berke, E., Koepsell, T., Moudon, A., Hoskins, R. and Larson, E.** (2007). Association of the built environment with physical activity and obesity in older persons. *Am J Public Health*, 97, 486–492. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2006.085837>
- Berry, N.M., Coffee, N. T., Nolan, R., Dollman, J. and Sugiyama, T.** (2017). Neighbourhood environmental attributes associated with walking in South Australian adults: differences between urban and rural areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(9), 965. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph14090965>
- Bias, T. K., Leyden, K. M., Abildso, C. G., Reger-Nash, B. and Bauman, A.** (2010). The importance of being parsimonious: reliability of a brief community walkability assessment instrument. *Health & Place*, 16(4), 755–758. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.01.008>
- Blecic, I., Cecchini, A., Congiu, T., Fancello, F., Fancello, G. and Trunfio, G. A.** (2015). Evaluating walkability: a capability-wise planning and design support system. *International Journal of Geographical Information Science*, 29(8), 1350–1374. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1026824>
- Blecic, I., Congiu, T., Fancello, G. and Trunfio, G.** (2020). Planning and design support tools for walkability: a guide for urban analysts. *Sustainability*, 12 (11), 4405. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12114405>
- Bödeker, M., Finne, E., Kerr, J. and Bucksch, J.** (2018). Active travel despite motorcar access. A city-wide, GIS-based multilevel study on neighborhood walkability and active travel in Germany. *Journal of Transport & Health*, 9, 8–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.03.009>
- Bradshaw, C.** (1993). Creating and using a rating system for neighborhood walkability: towards an agenda for “local heroes.” Paper presented at the *14th International Pedestrian Conference, Boulder, CO.*

- Brown, B. B. and Jensen, W. A.** (2020). Dog ownership and walking: perceived and audited walkability and activity correlates. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1385. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17041385>
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).** (2018). Mobilität in Deutschland. Tabellarische Grundausswertung. Available from https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/archive/pdf/MiD2017_Tabellenband_Deutschland.pdf [Accessed 15 August 2023].
- Cao, S., Mokhtarian, P. L. and Handy, S. L.** (2009). Examining the impacts of residential self-selection on travel behaviour: a focus on empirical findings. *Transport Reviews*, 29(3), 359–395. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441640802539195>
- Carr, L. J., Dunsiger, S. I. and Marcus, B. H.** (2010). Walk Score™ as a global estimate of neighborhood walkability. *American Journal of Preventive Medicine*, 39(5), 460–463. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.07.007>
- Carr, L. J., Dunsiger, S. I. and Marcus, B. H.** (2011). Validation of Walk Score for estimating access to walkable amenities. *British Journal of Sports Medicine*, 45(14), 1144–1148. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.069609>
- Cervero, R. and Kockelman, K.** (1997). Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(97\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6)
- Chudyk, A. M., Winters, M., Moniruzzaman, Md., Ashe, M. C., Gould, J. S. and McKay, H.** (2015). Destinations matter: The association between where older adults live and their travel behavior. *Journal of Transport & Health*, 2(1), 50–57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.09.008>
- Cleland, C. L., Ferguson, S., Kee, F., Kelly, P., Williams, A. J., Nightingale, G., Cope, A., Foster, C., Milton, K., Kelly, M. P., Jepson, R. and Hunter, R. F.** (2021). Adaptation and testing of a microscale audit tool to assess liveability using google street view: MAPS-liveability. *Journal of Transport & Health*, 22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101226>
- Clifton, K. J., Livi Smith, A. D. and Rodriguez, D.** (2007). The development and testing of an audit for the pedestrian environment. *Landscape and Urban Planning*, 80(1–2), 95–110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.06.008>
- Consoli, A., Nettel-Aguirre, A., Spence, J. C., McHugh, T.-L., Mummery, K. and McCormack, G. R.** (2020). Associations between objectively measured and self-reported neighbourhood walkability on adherence and steps during an internet-delivered pedometer intervention. *PLoS ONE*, 15(12): e0242999. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242999>
- Curl, A.** (2013). Measuring what matters: comparing the lived experience to objective measures of accessibility. University of Aberdeen. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3374.3601>
- Curl, A., Nelson, J. D. and Anable, J.** (2011). Does accessibility planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. *Research in Transportation Business & Management*, 2, 3–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2011.07.001>
- Curl, A., Nelson, J. D. and Anable, J.** (2015). Same question, different answer: a comparison of GIS-based journey time accessibility with self-reported measures from the National Travel Survey in England. *Computers, Environment & Urban Systems*, 49, 86–97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2013.10.006>
- Currie, G. and Stanley, J.** (2008). Investigating links between social capital and public transport. *Transport Reviews*, 28(4), 529–547. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441640701817197>
- D'Alessandro, D., Appolloni, L. and Capasso, L.** (2016). How walkable is the city? Application of the walking suitability index of the territory (T-WSI) to the city of Rieti (Lazio region, Central Italy). *Epidemiol Prev*, 40(3–4), 237–242.

- D’Orso, G. and Migliore, M.** (2020). A GIS-based method for evaluating the walkability of a pedestrian environment and prioritised investments. *Journal of Transport Geography*, 82, 102555. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102555>
- De Vos, J., Lättman, K., van der Vlugt, A-L., Welsch, J. and Otsuka, N.** (2023). Determinants and effects of perceived walkability: a literature review, conceptual model and research agenda. *Transport Reviews*, 43(2), 303–324. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2101072>
- De Vos, J., Schwanen, T., Van Acker, V. and Witlox, F.** (2019). Do satisfying walking and cycling trips result in more future trips with active travel modes? An exploratory study. *Int. J. Sustain. Transp.*, 13(3), 180–196. DOI: <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1456580>
- Duncan, D., Aldstadt, J., Whalen, J., Melly, S. and Gortmaker, S. L.** (2011). Validation of Walk Score® for estimating neighborhood walkability: an analysis of four US metropolitan areas. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 8(11), 4160–4179. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph8114160>
- Duncan, D. T., Méline, J., Kestens, Y., Day, K., Elbel, B., Trasande, L. and Chaix, B.** (2016). Walk score, transportation mode choice, and walking among French adults: a GPS, accelerometer, and mobility survey study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13(6), 611. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph13060611>
- European Commission.** Noise. Available from https://ec.europa.eu/environment/noise/health_effects_en.htm [Accessed 20 April 2022].
- European Environment Agency.** (2020). Environmental noise in Europe – 2020. Luxembourg. Available from <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> [Accessed 20 April 2022].
- Ewing, R.** (1999). Pedestrian and transit-friendly design: a primer for smart growth. ICMA, Washinton D.C.
- Ewing, R. and Cervero, R.** (2010). Travel and the built environment. A meta-analysis. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265–294. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>
- Ewing, R. and Handy, S.** (2009). Measuring the unmeasurable. Urban design qualities related to walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65–84. DOI: <https://doi.org/10.1080/13574800802451155>
- Fancello, G., Congiu, T. and Tsoukias, A.** (2020). Mapping walkability. A subjective value theory approach. *Socio-economic Planning Sciences*, 72, 100923. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100923>
- Fina, S., Gerten, C., Pondi, B., D’Arcy, L., O’Reilly, N., Vale, D.S., Pereira, M. and Zilio, S.** (2022). OS-WALK-EU: An open-source tool to assess health-promoting residential walkability of European city structures. *Journal of Transport & Health*, 27, 101486. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2022.101486>
- Frank, L. D., Kershaw, S., Chapman, J. E., Campbell, M. and Swinkels, H. M.** (2015). The unmet demand for walkability: disparities between preferences and actual choices for residential environments in Toronto and Vancouver. *Canadian Journal of Public Health*, 106(1), 12–20. DOI: <https://doi.org/10.17269/cjph.106.4397>
- Frank, L. D., Saelens, B. E., Powell, K. E. and Chapman, J. E.** (2007). Stepping towards causation: do built environments or neighborhood and travel preferences explain physical activity, driving, and obesity? *Social Science & Medicine*, 65(9), 1898–1914. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.05.053>
- Frank, L. D., Sallis, J. F., Saelens, B. E., Leary, L., Cain, K., Conway, T. L. and Hess, P. M.** (2009). The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 924–933. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.058701>

- Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman J. and Saelens, B. E.** (2005). Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. Findings from SMARTRAQ. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 117–125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.11.001>
- Galanis, A. and Eliou, N.** (2011). Evaluation of the pedestrian infrastructure using walkability indicators. *WSEAS Trans. Environ. Dev.*, 7(12), 385–394.
- García-Carpintero, M. Á., de Diego-Cordero, R., Pavón-Benítez, L. and Tarrío-Concejero, L.** (2022). ‘Fear of walking home alone’: urban spaces of fear in youth nightlife. *European Journal of Women’s Studies*, 29(1), 39–53. DOI: <https://doi.org/10.1177/1350506820944424>
- Gardner, K., Johnson, T., Buchan, K. and Pharoah, T.** (1996). Developing a pedestrian strategy for London. In *Proceedings of the Transport Policy and Its Implementation*, Uxbridge, UK, 2–6.
- Gebel, K., Bauman, A. E., Sugiyama, T. and Owen, N.** (2011). Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: prospective relationships with walking and weight gain. *Health & Place*, 17(2), 519–524. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.12.008>
- Geurs, K. T. and van Wee, B.** (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Glazier, R. H., Weyman, J. T., Creatore, M. I., Gozdyra, P., Moineddin, R., Matheson, F. I. and Booth, G. L.** (2012). Development and validation of an urban walkability index for Toronto, Canada. *Toronto Commu. Health Profile Partnersh.* Available from http://www.torontohealthprofiles.ca/a_documents/aboutTheData/12_1_ReportsAndPapers_Walkability_WKB_2012.pdf [Accessed 1 August 2022].
- Göddecke-Stellmann, J.** (2013). Stadtbeobachtung im BBSR auf neuen Wegen. In: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Ed.), *Informationen aus der Forschung des BBSR* 2. Bonn, 5. Available from https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSRInfo/2013_2014/DL_2_2013.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [Accessed 1 August 2022].
- Gorriani, A. and Bandini, S.** (2018). Elderly walkability index through GIS: towards advanced AI-based simulation models. Conference Paper. Available from <http://ceur-ws.org/Vol-2333/paper5.pdf> [Accessed 1 November 2022].
- Hall, C. M. and Ram, Y.** (2018). Walk Score® and its potential contribution to the study of active transport and walkability: a critical and systematic review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 310–324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.12.018>
- Handy, S. and Clifton, K.** (2001). Evaluating neighborhood accessibility: possibilities and practicalities. *Journal of Transportation and Statistics*, 4(2), 67–78.
- Hansen, W. G.** (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Planning Association*, 25(2), 73–76. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Hinckson, E., Cerin, E., Mavao, S., Smith, M., Badland, H., Stewart, T., Duncan, S. and Schofield, G.** (2017). Associations of the perceived and objective neighborhood environment with physical activity and sedentary time in New Zealand adolescents. *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*, 14, 145. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0597-5>
- Jensen, W. A., Brown, B. B., Smith, K. R., Brewer, S. C., Amburgey, J. W. and McIff, B.** (2017). Active transportation on a complete street: perceived and audited walkability correlates. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(9), 1014. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph14091014>

- Kabisch, S., Steinführer, A. and Haase, A.** (2012). Reurbanisierung aus soziodemographischer Perspektive: Haushalte und Quartierswandel in der inneren Stadt. Brake, K., Herfert, G. (Eds.), *Reurbanisierung*. Springer, 113–129. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-531-94211-7_7
- Kaup, S. and Rieffel, P.** (2013). Rasterbasierte Regionalstatistik. *IILS-TRENDS* 2/13. Dortmund.
- Kelly, C. E., Tight, M. R., Hodgson, F. C. and Page, M. W.** (2011). A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment. *J. Transp. Geogr.*, 19(6), 1500–1508. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.08.001>
- Kerr, J., Rosenberg, D. and Frank, L.** (2012). The role of the built environment in healthy aging: community design, physical activity, and health among older adults. *Journal of Planning Literature*, 27(1) 43–60. DOI: <https://doi.org/10.1177/0885412211415283>
- Killingsworth, R., Earp, J. and Moore, R.** (2003). Supporting health through design: challenges and opportunities. *Am. J. Health Promot.*, 18(1), 1–2. DOI: <https://doi.org/10.4278/0890-1171-18.1.1>
- Lättman, K.** (2018). Perceived accessibility. Living a satisfactory life with help of the transport system. Karlstad.
- Lättman, K., Olsson L. E. and Friman, M.** (2016). Development and test of the Perceived Accessibility Scale (PAC) in public transport. *Journal of Transport Geography*, 54, 257–263. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.015>
- Leyden, K. M.** (2003). Social capital and the built environment: the importance of walkable neighborhoods. *Am. J. Public Health*, 93, 1546–1551. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1546>
- Li, F., Fisher, K. J., Brownson, R. C. and Bosworth, M.** (2005). Multilevel modelling of built environment characteristics related to neighborhood walking activity in older adults. *J Epidemiol Community Health*, 59, 558–564. DOI: <https://doi.org/10.1136/jech.2004.028399>
- Litman, T. A.** (2003). Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility: *ITE Journal*, 73(10), 28–32.
- Lui, C. K. L. and Wong, T. W. L.** (2021). Associations among perceived walkability of neighborhood environment, walking time, and functional mobility by older adults: an exploratory investigation. *Ageing International*, 47, 477–490. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12126-021-09449-3>
- Ma, L. and Cao, J.** (2019). How perceptions mediate the effects of the built environment on travel behavior? *Transportation*, 46, 175–197. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9800-4>
- Manson, J. E., Greenland, P., LaCroix, A., Stefanick, M. L., Mouton, C. P., Oberman, A., Perri, M. G., Sheps, D. S., Pettinger, M. B. and Siscovick, D. S.** (2002). Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *The New England Journal of Medicine*, 347(10), 716–725. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa021067>
- Manzoli, J. A., Oliveira, A. and de Castro Neto, M.** (2021). Evaluating walkability through a multi-criteria decision analysis approach: a Lisbon case study. *Sustainability*, 13(3), 1450. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13031450>
- Moudon, A. V., Lee, C., Cheadle, A. D., Garvin, C., Johnson, D., Schmid, T. L., Weathers, R. D. and Lin, L.** (2006). Operational definitions of walkable neighborhood: theoretical and empirical insights. *J. Phys. Act. Health*, 3, 99–117. DOI: <https://doi.org/10.1123/jpah.3.s1.s99>
- Moura, F., Cambra, P. and Gonçalves, A. B.** (2017). Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: a case study in Lisbon. *Landsc. Urban. Plan.*, 157, 282–296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.002>

- Neutze, M.** (2015). Gitterbasierte Auswertungen des Zensus 2011. *Stadtforschung und Statistik* 2, 64–67.
- Oakil, A. T. MB., Manting, D. and Nijland, H.** (2016). Dynamics in car ownership: the role of entry into parenthood. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 16(4). DOI: <https://doi.org/10.18757/EJTIR.2016.16.4.3164>
- Otsuka, N., Wittowsky, D., Damerou, M. and Gerten, C.** (2021). Walkability assessment for urban areas around railway stations along the Rhine-Alpine Corridor. *J. Transp. Geogr.*, 93, 103081. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103081>
- Papa, E. and Bertolini, L.** (2015). Accessibility and transit-oriented development in European metropolitan areas. *J. Transp. Geogr.*, 47, 70–83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.07.003>
- Perez, D. F., Ritvo, P. G., Brown, P. E., Holowaty, E. and Ardern, C.** (2011). Perceived walkability, social support, age, native language, and vehicle access as correlates of physical activity: a cross-sectional study of low-socioeconomic status, ethnic, minority women. *Journal of Physical Activity & Health*, 8(8), 1098–1107. DOI: <https://doi.org/10.1123/jpah.8.8.1098>
- Pikora, T. J., Bull, F. C. L., Jamrozik, K., Knuiaman, M., Giles-Corti, B. and Donovan, R. J.** (2002). Developing a reliable audit instrument to measure the physical environment for physical activity. *Am. J. Prev. Med.* 23 (3), 187–194. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(02\)00498-1](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00498-1)
- Pot, F. J., van Wee, B. and Tillema, T.** (2021). Perceived accessibility: what it is and why it differs from calculated accessibility measures based on spatial data. *Journal of Transport Geography*, 94, 103090. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103090>
- Reyer, M.** (2017). Gebaute Umwelt und Alltagsaktivität: Walkability als Chance und Risiko für das Gehen Älterer im Alltag. Stuttgart.
- Reyer, M., Fina, S., Siedentop, S. and Schlicht, W.** (2014). Walkability is only part of the story: walking for transportation in Stuttgart, Germany. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(6), 5849–5865. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph110605849>
- Root, E. D., Silbernagel, K. and Litt, J. S.** (2017). Unpacking healthy landscapes: empirical assessment of neighbourhood aesthetic ratings in an urban setting. *Landscape and Urban Planning*, 168, 38–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.028>
- Ruiz-Padillo, A., Pasqual, F. M., Larranaga Uriarte, A. M. and Cybis, H. B. B.** (2018). Application of multi-criteria decision analysis methods for assessing walkability: a case study in Porto Alegre, Brazil. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, 63, 855–871. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.07.016>
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B. and Chen, D.** (2003). Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation. *Am. J. Public Health*, 93, 1552–1558. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1552>
- Sallis, J. F., Kerr, J., Carlson, J. A., Norman, G. J., Saelens, B. E., Durant, N. and Ainsworth, E.** (2010). Evaluating a brief self-report measure of neighborhood environments for physical activity research and surveillance: Physical Activity Neighborhood Environment Scale (PANES). *Journal of Physical Activity and Health*, 7(4), 533–540. DOI: <https://doi.org/10.1123/jpah.7.4.533>
- Sallis, J. F., Linton, L. and Kraft, M. K.** (2005). The first active living research conference: growth of a transdisciplinary field. *Am. J. Prev. Med.*, 28(2), 93–95. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.10.032>
- Sarkar, S.** (1993). Determination of service levels for pedestrians, with European examples. *Transportation Research Record*, 1405, 35–42.

- Scheiner, J.** (2013). Wohnstandortwahl und Verkehrshandeln im Kontext von Individualisierung und strukturellen Zwängen. Schwedes, O. (Ed.), *Räumliche Mobilität in der zweiten Moderne*. LIT Verlag, Berlin, 137–154.
- Sen, A.** (1999). *Development as freedom*. Oxford press. New York.
- Solbraa, A. K., Anderssen, S. A., Holme, I. M., Kolle, E., Hansen, B. H. and Ashe, M. C.** (2018). The built environment correlates of objectively measured physical activity in Norwegian adults: a cross-sectional study. *Journal of Sport and Health Science*, 7(1), 19–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.11.002>
- Southworth, M.** (2005). Designing the walkable city. *Journal of Urban Planning and Development*, 131(4), 246–257. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2005\)131:4\(246\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2005)131:4(246))
- Stals, S., Smyth, M. and Ijsselsteijn, W.** (2014). Walking & talking: probing the urban lived experience. Roto, V. and Häkikilä, J. (Eds.), *Proceedings of the NordCHI '14. The 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational*. October 26–30th, 2014, Helsinki, Finland, 737–746. DOI: <https://doi.org/10.1145/2639189.2641215>
- Su, S., Pi, J., Xie, H., Cai, Z. and Weng, M.** (2017). Community deprivation, walkability, and public health: highlighting the social inequalities in land use planning for health promotion. *Land Use Policy*, 67, 315–326. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.06.005>
- Suarez-Balcazar, Y., Early, A. R., Garcia, C., Balcazar, D., Arias, D. L. and Morales, M.** (2020). Walkability safety and walkability participation: a health concern. *Health Education & Behavior*, 47(3), 430–438. DOI: <https://doi.org/10.1177/1090198120903256>
- Thielman, J., Rosella, L., Copes, R., Lebenbaum, M. and Manson, H.** (2015). Neighborhood walkability: differential associations with self-reported transport walking and leisure-time physical activity in Canadian towns and cities of all sizes. *Preventive Medicine*, 77, 174–180. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.05.011>
- Tuckel, P. and Milczarski, W.** (2015). Walk Score™, perceived neighborhood walkability, and walking in the US. *American Journal of Health Behavior*, 39(2), 242–256. DOI: <https://doi.org/10.5993/AJHB.39.2.11>
- Vale, D. S. and Pereira, M.** (2017). The influence of the impedance function on gravity-based pedestrian accessibility measures: a comparative analysis. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(4), 740–763. DOI: <https://doi.org/10.1177/0265813516641685>
- Vale, D. S., Saraiva, M. and Pereira, M.** (2016). Active accessibility: a review of operational measures of walking and cycling accessibility. *J. Transp. Land Use*, 9(1), 209–235. DOI: <https://doi.org/10.5198/jtlu.2015.593>
- Van Acker, V., Mokhtarian, P. L. and Witlox, F.** (2011). Going soft: on how subjective variables explain modal choices for leisure. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 11(2), 115–146. DOI: <https://doi.org/10.18757/EJTIR.2011.11.2.2919>
- Van Cauwenberg, J., Van Holle, V., De Bourdeaudhuij, I., Van Dyck, D. and Deforche, B.** (2016). Neighborhood walkability and health outcomes among older adults: the mediating role of physical activity. *Health & Place*, 37, 16–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.11.003>
- Van der Vlugt, A.-L., Curl, A. and Wittowsky, D.** (2019). What about the people? Developing measures of perceived accessibility from case studies in Germany and the UK. *Applied Mobilities*, 4(2), 142–162. DOI: <https://doi.org/10.1080/23800127.2019.1573450>
- Van der Vlugt, A.-L., Curl, A. and Scheiner, J.** (2022). The influence of travel attitudes on perceived walking accessibility and walking behaviour. *Travel Behaviour and Society*, 27, 47–56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.11.002>
- Van der Vlugt, A.-L. and Welsch, J.** (2020). Gut zu Fuß in Sennestadt? Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse. Dortmund.

- Van Dyck, D., De Meester, F., Cardon, G., Deforche, B. and De Bourdeaudhuij, I.** (2013). Physical environmental attributes and active transportation in Belgium: what about adults and adolescents living in the same neighborhoods? *American Journal of Health Promotion*, 27(5), 330–338. DOI: <https://doi.org/10.4278/ajhp.120316-QUAN-146>
- Van Holle, V., Deforche, B., Van Cauwenberg, J., Goubert, L., Maes, L., Van de Weghe, N. and De Bourdeaudhuij, I.** (2012). Relationship between the physical environment and different domains of physical activity in European adults: a systematic review. *BMC Public Health*, 12, 807. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-807>
- Walk Score®.** (2011). Walk Score methodology. Available from <http://www.walkscore.com/methodology.shtm> [Accessed 1 August 2022].
- Warner, M. E. and Zhang, X.** (2019). Planning communities for all ages. *Journal of Planning Education and Research*, 42(4), 554–567. DOI: <https://doi.org/10.1177/0739456X19828058>
- Wennberg, H., Phillips, J. and Stahl, A.** (2018). How older people as pedestrians perceive the outdoor environment—methodological issues derived from studies in two European countries. *Ageing & Society*, 38, 2435–2467. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0144686X17000666>
- World Health Organization (WHO).** (2002). Physical inactivity a leading cause of disease and disability, warns WHO. Available from <https://www.who.int/news/item/04-04-2002-physical-inactivity-a-leading-cause-of-disease-and-disability-warns-who> [Accessed 20 April 2022].
- World Health Organization (WHO).** (2010). Noise. Available from <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/noise> [Accessed 20 April 2022].
- Zeng, F. and Shen, Z. J.** (2020). Study on the impact of historic district built environment and its influence on residents' walking trips: a case study of Zhangzhou ancient city's historic district. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4367. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17124367>
- Zuniga-Teran, A. A., Orr, B. J., Gimblett, R. H., Chalfoun, N. V., Guertin, D. P. and Marsh, S. E.** (2017). Neighborhood design, physical activity, and wellbeing: Applying the walkability model. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14(1), 76. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph14010076>

How to cite this article: van der Vlugt, A.-L., Gerten, C. and Scheiner, J. 2024. Integrating Perceptions, Physical Features and the Quality of the Walking Route into an Existing Accessibility Tool: The Perceived Environment Walking Index (PEWI). *Active Travel Studies: An Interdisciplinary Journal*, 3(2): 10, 1–33. DOI: <https://doi.org/10.16997/ats.1391>

Submitted: 04 November 2022 **Accepted:** 12 October 2023 **Published:** 08 March 2024

Copyright: © 2024 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. See <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

 *Active Travel Studies: An Interdisciplinary Journal* is a peer-reviewed open access journal published by University of Westminster Press.

5 DISKUSSION

Das Kapitel 5 beinhaltet das übergeordnete Diskussionskapitel. Es befasst sich zum einen mit der Diskussion der empirischen Befunde (Kap. 5.1). Zum anderen wird die verwendete Methodik übergeordnet diskutiert und reflektiert (Kap. 5.2).

5.1 Diskussion der empirischen Befunde

Die Diskussion der empirischen Befunde umfasst die inhaltliche Diskussion eines Messinstruments zur Erfassung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit (Kap. 5.1.1), die Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit (Kap. 5.1.2), die Rolle der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in der Erklärung des Mobilitätsverhaltens: Fungieren Wahrnehmungen als Mediatoren? (Kap. 5.1.3) und den Mismatch von objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit (Kap. 5.1.4).

5.1.1 Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit

Mit dem Ziel, die individuelle Dimension der Erreichbarkeit besser abbilden zu können und das Ursache-Wirkungs-Gefüge der gebauten Umwelt, individuellen Voraussetzungen, Soziodemographie, verkehrsmittelbezogenen Einstellungen auf die Wahrnehmung der fußläufigen Erreichbarkeit und das realisierte Mobilitätsverhalten untersuchen zu können, wurde als erster Baustein in der ersten Veröffentlichung theoriebasiert ein Messinstrument zur Erfassung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit entwickelt und in Bezug auf seine faktorielle Struktur explorativ untersucht. Es bildet die Grundlage für vielfältige Analysen innerhalb der vorliegenden Dissertation, sei es als abhängige Variable im linearen Regressionsmodell und im Strukturgleichungsmodell oder als integrierter Indikator im PEWI. Aufbauend auf einem verkehrsmittelübergreifenden Messinstrument von Curl (2013) und dem auf den Öffentlichen Verkehr ausgerichteten Perceived Accessibility Scale (PAC) von Lättman et al. (2016b), knüpft die Messmethode an den Bedarf einer auf Fußläufigkeit ausgerichteten Messmethode an und legt den Fokus auf die Wahrnehmung fußläufiger Erreichbarkeit.

Als Ergänzung und Erweiterung zu bestehenden Instrumenten zur Messung wahrgenommener Erreichbarkeit (Lättman et al., 2016b; Curl, 2013) zeigt die entwickelte Messmethode, wie Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit quantitativ erhoben werden können. Die Grundlage bilden Items, die im Rahmen einer quantitativen Befragung mittels standardisiertem Fragebogen erhoben wurden (vgl. Kap. 3.5.2). Die Items beziehen sich auf unterschiedliche Aspekte der Erreichbarkeit im Wahrnehmungsprozess. Das Item „*In meinem Wohnumfeld kann ich alles erreichen*“ bezieht sich auf die verkehrsmittelübergreifende Erreichbarkeit und deren Einschätzung, wohingegen das Item „*In meinem Wohnumfeld kann ich meine Alltagswege gut zu Fuß erledigen*“ einen klaren Bezug zur Fußläufigkeit aufweist. Beide Items beziehen sich theoriebasiert auf den Aspekt des „*Potenzials*“ und der „*Leichtigkeit*“, die insbesondere durch Hansen (1959), Dalvi und Martin (1976) und später von Preston und Rajé (2007) als essentielle Bestandteile der Erreichbarkeit definitorisch festgehalten wurden. Der Aspekt der „*Leichtigkeit*“ wird in gängigen Erreichbarkeitsanalysen durch Kosten, Distanzen oder Reisezeit abgebildet. Lättman et al. (2016a) argumentieren jedoch, dass Menschen mit dem „*Leichtigkeitsbegriff*“ im

Zusammenhang mit Erreichbarkeit andere Aspekte assoziieren, wie bspw. wahrgenommene Sicherheit oder auch Taktung als Qualitätsmerkmale des ÖV. Dies wird auch in der vorliegenden Dissertation für die Messung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit angenommen. Folglich wurden beide Fragen in der Form konzipiert, dass mit ihrer allgemeinen Formulierung, ohne Bezug auf bestimmte Einrichtungen der Daseinsvorsorge, zunächst ein individuelles Verständnis der Erreichbarkeit bei der Bewertung herangezogen wird. Somit kann vermieden werden, dass die Befragten auf die Erreichbarkeit von bestimmten Einrichtungen gelenkt und dementsprechend eine Determinierung/Limitierung oder Beeinflussung des eigenen Erreichbarkeitsverständnisses vorgenommen wird. Durch diese allgemeine Formulierung messen die beiden Items die Leichtigkeit und das Potenzial von Erreichbarkeit, wie es auch tatsächlich vom Individuum wahrgenommen wird (Curl, 2013). Dies steht unter der Prämisse von eigenen Ansprüchen, Bedürfnissen und Präferenzen und setzt kein vollumfängliches Wissen über objektiv verfügbare Einrichtungen voraus, wie es bei konventionellen, auf Annahmen gestützten Erreichbarkeitsanalysen, (implizit) der Fall ist. Die offene Formulierung der zwei Items wird u.a. von De Vos et al. (2023) eingesetzt. In der Entwicklung ihrer Short Perceived Walkability Scale (SPWS) legen die Autor*innen einen Fokus auf unterschiedliche Ebenen des Zufußgehens und beziehen ebenfalls den auf Erreichbarkeit bezogenen Aspekt der Leichtigkeit mit ein.

Das letzte für das Messinstrument verwendete Element besteht aus einem faktoriell gebildeten Mittelwert von 15 Fragen, welche die Zufriedenheit mit der fußläufigen Erreichbarkeit von Einrichtungen der Daseinsvorsorge abfragen. Die Einrichtungen sind kleinere Lebensmittelgeschäfte, Supermärkte, Drogerien, Friseure, Postämter, Banken, Ärzte, Apotheken, Grünanlagen, Freizeiteinrichtungen, Sportanlagen, Kindertagesstätten und Schulen. Fußläufige Erreichbarkeit bedeutet in diesem Kontext, dass die Bewohner*innen das Ziel innerhalb von einem Kilometer oder 15 Minuten Fußweg erreichen. Die konkrete Bezugnahme zu spezifischen Einrichtungen wird in bestehenden Instrumenten zur wahrgenommenen Erreichbarkeit mehrheitlich nicht angewendet (Curl, 2013; Lättman et al., 2016b). Mit dem Fokus auf die Fußläufigkeit wird diese Spezifikation innerhalb dieser Items in der vorliegenden Dissertation jedoch als essentiell angesehen, damit zielgruppenspezifische Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit mit Blick auf die Daseinsvorsorgeplanung erfassbar und abbildbar werden. Dementsprechend können objektiv gemessene Erreichbarkeiten mit Wahrnehmungen gegenübergestellt und eine Übertragbarkeit in die Planungspraxis sowie eine gewisse „Greifbarkeit“ in Bezug auf eine einrichtungsspezifische Bedarfsplanung gewährleistet werden.

Ausschlaggebend für die Wahl eines quantitativen, einfach zu interpretierenden Messinstruments sind vordergründig zwei Argumentationsstränge. Zum einen birgt es die Chance, dass die individuelle Dimension der Erreichbarkeit in der Erreichbarkeitsplanung eine größere Berücksichtigung findet und somit in Entscheidungsprozesse integriert werden kann. Zum anderen kann das Messinstrument, durch seine Anwendung, Erprobung und Verbesserung, zur Theorieentwicklung in der Erreichbarkeitsforschung beitragen. So mögen die Ausführungen verdeutlichen, dass das entwickelte Konstrukt mit seinem Fokus auf Fußgängerfreundlichkeit neuartig und anschlussfähig an den internationalen Diskurs zur wahrgenommenen Erreichbarkeit ist und dementsprechend einen wertvollen Beitrag zur Erreichbarkeitsforschung leisten kann. Die Beantwortung der standardisierten Fragen ist unkompliziert und beansprucht zwischen fünf und sieben Minuten. Die Fragen lassen sich einfach in Fragebögen auf

unterschiedlichen Untersuchungsmaßstäben, von bundesweiten Mobilitätsbefragungen bis hin zu kleinräumigen Quartiersbefragungen, integrieren. Allerdings können aufgrund der bisher eingeschränkten Anzahl der Anwendungen des Instruments nur limitierte Aussagen über die unterschiedlichen Niveaus wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit von unterschiedlichen Zielgruppen und Nutzenden unterschiedlicher Verkehrsmittel getätigt werden.

5.1.2 Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit

Neben der Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit ist die Wissensgenerierung über deren Determinanten ein weiteres Kernziel der vorliegenden Dissertation. Welche Faktoren die wahrgenommene Erreichbarkeit bedingen, ist vereinzelt Gegenstand der gegenwärtigen Erreichbarkeitsforschung, jedoch besteht durch die oftmals fehlende Berücksichtigung unterschiedlicher Zielgruppen und ihrer komplexen und potenziell differierenden Wahrnehmungsmuster der Erreichbarkeit weiterhin ein erheblicher Forschungsbedarf bzgl. der Identifizierung von Determinanten, insbesondere der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit. Die vorliegende Dissertation leistet hierzu einen Beitrag und zeigt Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit auf.

Nach Sichtung der einschlägigen Fachliteratur musste festgestellt werden, dass die bisherigen Studien überwiegend verkehrsmittelübergreifend oder speziell auf den ÖV ausgerichtet sind und zu wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit nur ein marginaler Forschungsstand besteht. Um die Ganzheitlichkeit der wahrgenommenen Erreichbarkeit diskutieren zu können, werden folglich in der Diskussion die Ergebnisse für unterschiedliche Verkehrsträger berücksichtigt.

Im Rahmen der ersten Veröffentlichung wurden mit Hilfe eines linearen Regressionsmodells (N=358) Prädiktoren für die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit identifiziert. Als Kriterium diente das entwickelte Messinstrument zur wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit. Um darauf aufbauend interdependente Beziehungen untersuchen zu können, wurde in der zweiten Veröffentlichung ein Strukturgleichungsmodell gerechnet (N=217) (vgl. Kap. 3.6.3). Die abhängigen Variablen sind die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit und das realisierte Mobilitätsverhalten, gemessen in Anzahl der Fußwege pro Person und Tag. Nachfolgend werden die Ergebnisse zu potenziellen und identifizierten Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in den internationalen Diskurs eingeordnet und inhaltlich diskutiert.

Als potenzielle Determinanten wurden zunächst **soziodemographische Faktoren** untersucht. Im internationalen Diskurs wird dem **Alter** ein bedeutsamer Effekt zugeschrieben, wobei die Effektrichtung nicht eindeutig erscheint. Entgegen bisheriger empirischer Befunde veranschaulichen die Ergebnisse aus den ersten beiden Veröffentlichungen, dass das Alter keinen eindeutigen Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit aufweist. So nimmt die wahrgenommene Erreichbarkeit in der Fallstudie im Vereinigten Königreich signifikant mit dem Alter ab (Veröffentlichung 1). Dem entgegen stehen die Ergebnisse der deutschen Fallstudie, in der kein signifikanter Einfluss des Alters auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit zu verzeichnen ist (Veröffentlichung 1). Letzterer Befund wird auch im Strukturgleichungsmodell (Veröffentlichung 2) bestätigt. Bezugnehmend auf die fehlende Signifikanz

stimmen die Befunde mit denen von Lättman et al. (2018) überein, da sich die wahrgenommene Erreichbarkeit zwischen den Altersgruppen nicht zu unterscheiden scheint (Lättman et al., 2018, 2020; Olsson et al., 2021). Friman et al. (2020b), in deren Studie die wahrgenommene Erreichbarkeit von Carpoolern untersucht wird, bestätigen ebenfalls die vorliegenden Befunde.

Die Mehrheit bisheriger Studien weist jedoch einen negativen Effekt des Alters auf die wahrgenommene Erreichbarkeit nach (Curl, 2018; Lättman et al., 2019; Márquez et al., 2019; Olsson et al., 2021; Ryan et al., 2016; Vitman-Schorr et al., 2019). Folglich nehmen ältere Menschen ihre Erreichbarkeit schlechter wahr als Jüngere. Eine Erklärung könnte in dem Bedeutungszuwachs des unmittelbaren Wohnumfeldes mit seinen Einrichtungen, u.a. aufgrund der Verringerung funktionaler Fähigkeiten, liegen (Cläßen et al., 2014; Oswald & Wahl, 2005). Darüber hinaus werden diese körperlichen Fähigkeiten durch die Gestaltung der gebauten Umwelt und der urbanen Infrastrukturen beeinflusst und haben folglich einen maßgeblichen Einfluss darauf, wie die Erreichbarkeit von Menschen im höheren Lebensalter wahrgenommen wird (Jamei et al., 2022; Sundling et al., 2014; Veröffentlichung 2). Curl (2018) untersuchte selbstberichtete Reisezeiten von unterschiedlichen Altersgruppen und kam zu dem Ergebnis, dass ältere Menschen deutlich längere Reisezeiten zu Einrichtungen der Daseinsvorsorge berichteten als Jüngere im gleichen Wohnquartier. Dies bestätigt Ryan et al. (2016) in ihrer Studie zur wahrgenommenen Erreichbarkeit von Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs in Perth, Australien. Ältere Menschen waren vergleichsweise unzufriedener mit der Erreichbarkeit von ÖV-Haltestellen als Jüngere. In einer israelischen Studie wurden Ältere ab 65 Jahren in Bezug auf ihre wahrgenommene Erreichbarkeit befragt. Die Studie bestätigt die vorherigen Befunde, indem die Ergebnisse implizieren, dass das Alter einen signifikant negativen Effekt auf die wahrgenommene Erreichbarkeit hat (Vitman-Schorr et al., 2019). Mit dem Fokus auf die wahrgenommene Erreichbarkeit des öffentlichen Verkehrs belegen alleinig Friman et al. (2020a) einen positiven Effekt des Alters.

Im Rahmen einer differenzierten Analyse unterschiedlicher Alterskohorten ab 65 Jahren weisen Lättman et al. (2019) hingegen auf einen differenzierteren Effekt zwischen verschiedenen Altersgruppen hin. So nehmen Personen in der Altersgruppe bis 69 Jahren, also solche, die noch vor Renteneintritt stehen oder gerade eingetreten sind, die Erreichbarkeit in Bezug auf den öffentlichen Verkehr schlechter wahr, als Alterskohorten im höheren Lebensalter über 80 Jahren. Die Diskussion des Alters als Determinante der wahrgenommenen Erreichbarkeit veranschaulicht, dass im wissenschaftlichen Diskurs durchaus Effekte des Alters auf die wahrgenommene Erreichbarkeit identifiziert wurden. Die Ergebnisse der ersten beiden Veröffentlichungen können dies jedoch nicht bestätigen. Mögliche Gründe lassen sich sowohl auf inhaltlicher als auch methodischer Ebene diskutieren. Zum einen steht in der ersten und zweiten Veröffentlichung, im Gegensatz zu bisherigen Arbeiten, die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit im Fokus, bei der der kognitive Leistungsabfall im Alter möglicherweise nicht so stark ins Gewicht fällt wie bei der Nutzung bspw. des öffentlichen Verkehrs, des Fahrrads oder des Pkw. Zum anderen differenzieren die vorliegenden Befunde nicht zwischen verschiedenen Altersgruppen, sondern nur, ob Proband*innen Mobilitätseinschränkungen aufweisen oder nicht. Diese Erklärung gibt einen ersten Hinweis auf die erhöhte Bedeutsamkeit physischer Einschränkungen zur Identifizierung einflussnehmender Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit.

Bezugnehmend auf das **Geschlecht** konnte in der ersten und zweiten Veröffentlichung kein signifikanter Effekt auf die wahrgenommene Erreichbarkeit identifiziert werden. Im Rahmen einer verkehrsmittelübergreifenden Analyse der Determinanten wahrgenommener Erreichbarkeit in Schweden implizieren Lättman et al. (2018), dass Frauen die Erreichbarkeit als besser wahrnehmen als Männer. Auch Friman et al. (2020a) identifizieren einen positiven Effekt des weiblichen Geschlechts auf die wahrgenommene Erreichbarkeit. Mehrheitlich wird gleichwohl in der internationalen Literatur kein geschlechtsspezifischer Unterschied in Bezug auf die wahrgenommene Erreichbarkeit identifiziert (Lättman et al., 2020; Vitman-Schorr et al., 2019; Yasumoto et al., 2020). Dies trifft insbesondere zu, wenn verkehrsmittelspezifische Wahrnehmungen der Erreichbarkeit untersucht wurden (z.B. Mitfahrgelegenheiten oder Öffentlicher Verkehr) (Friman et al., 2020b.; Lättman et al., 2016b, 2019). Zusammengefasst spiegeln die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit die Befunde der internationalen Diskussion um geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug auf die wahrgenommene Erreichbarkeit wider.

Neben Alter und Geschlecht als soziodemographische Faktoren wird auch das **Einkommen** in den vorliegenden Analysen als Determinante der wahrgenommenen Erreichbarkeit untersucht. Im internationalen Vergleich existiert jedoch nur eine geringe Anzahl an Studien, die das Einkommen in ihrer Analyse berücksichtigen. Mit dem Ziel, Einflussfaktoren der wahrgenommenen Erreichbarkeit von Menschen mit Behinderungen zu identifizieren, führten Márquez et al. (2019) eine Personenbefragung in Tunja, Kolumbien durch. Die Befunde deuten darauf hin, dass Menschen mit einem niedrigeren Einkommen auch die Erreichbarkeit als schlechter wahrnehmen. Begründet wird diese Aussage mit der unterschiedlichen Ausstattung des Verkehrssystems der jeweiligen Quartiere nach Einkommensstruktur. Diese Ergebnisse sind jedoch kaum auf Deutschland übertragbar. Pot et al. (2021) implizieren, dass Quartiere zwar über eine objektiv gute Ausstattung mit Lebensmittelgeschäften verfügen können, liegen diese jedoch in einem höheren Preissegment, könnten Menschen mit niedrigerem Einkommen Discounter bevorzugen und folglich die wahrgenommene Erreichbarkeit schlechter bewerten. Die Ergebnisse in den ersten beiden Veröffentlichungen weisen auf einen gegenteiligen Effekt hin. Personen mit einem höheren Einkommen (>3.000 € pro Monat) schätzen im Vergleich zu Personen mit niedrigerem Einkommen die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit als signifikant schlechter ein (Veröffentlichungen 1 und 2). Ein Erklärungsansatz ist, dass auf Quartiersebene Personen mit höherem Einkommen grundsätzlich eine niedrigere wahrgenommene Erreichbarkeit aufweisen, da sie potenziell einen höheren Anspruch an das lokale Verkehrssystem haben (Jamei et al., 2022; Veröffentlichung 1). Die ersten beiden Veröffentlichungen verdeutlichen, dass Menschen mit niedrigeren Einkommen ein höheres Level an wahrgenommener Erreichbarkeit haben, wenn sie das öffentliche Verkehrssystem als für sie angemessen empfinden. Eine weitere Erklärung kann auf methodischer Ebene diskutiert werden. Die Integration des Einkommens mit differenzierteren Einkommensklassen könnte spezifischere Effekte aufzeigen (vgl. Kap. 5.2). Der Einfluss des Einkommens auf die wahrgenommene Erreichbarkeit wird von Lättman et al. (2018) nicht bestätigt. Die Analyse der schwedischen Fallstudie ergab keinen signifikanten Unterschied in der wahrgenommenen Erreichbarkeit unterschiedlicher Einkommensgruppen (Lättman et al., 2018).

Der **Bildungsgrad**, als weitere soziodemographische Kenngröße, hat in der vorliegenden Dissertation nur einen schwachen, nicht signifikanten Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit.

Olsson et al. (2021) kommen zu einem ähnlichen Befund. Demnach hat das Einkommen einen stärkeren Einfluss darauf, wie die Erreichbarkeit wahrgenommen wird, als der Bildungsgrad. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich in den Studien von Márquez et al. (2019) und Vitmar-Schoor et al. (2019). Friman et al. (2020b) weisen einen negativen Effekt der Anzahl der Bildungsjahre auf die wahrgenommene Erreichbarkeit von Carpooling-Kund*innen nach, was darauf hindeutet, dass eine geringere Anzahl an Bildungsjahren eine höhere Zufriedenheit mit der wahrgenommenen Erreichbarkeit bedingt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass **soziodemographische Faktoren** in der internationalen Forschungslandschaft als Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit identifiziert wurden, sie jedoch in den ersten beiden Veröffentlichungen nur einen eingeschränkten Erklärungsgehalt aufweisen.

Neben der Soziodemographie deuten gegenwärtige Studien darauf hin, dass der **Pkw-Besitz** einen bedeutsamen Effekt auf die wahrgenommene Erreichbarkeit hat. In der vorliegenden Dissertation weist der Pkw-Besitz einen schwachen, nicht signifikanten Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit auf. In der vergleichenden britischen Fallstudie der ersten Veröffentlichung zeigt sich jedoch ein positiver signifikanter Zusammenhang mit der verkehrsmittelübergreifenden wahrgenommenen Erreichbarkeit. Dementsprechend nehmen Menschen ihre Erreichbarkeit grundsätzlich als besser wahr, wenn sie über einen Pkw verfügen. Dieser Unterschied lässt sich inhaltlich auf die unterschiedlichen verkehrsmittelspezifischen Foki von Wahrnehmungen innerhalb der beiden Fallstudien zurückführen. In Bezug auf die wahrgenommene ÖV-Erreichbarkeit zeigen Olsson et al. (2021) hingegen einen umgekehrten Effekt des Pkw-Besitzes. Dies könnte darauf hinweisen, dass eine Person, die einen Pkw zur Verfügung hat und diesen nutzt, in ihrer Verkehrsmittelwahl den ÖV als Alternative nur eingeschränkt berücksichtigt, um bestimmte Ziele zu erreichen und die Erreichbarkeit mit dem ÖV generell als schlecht wahrnimmt. Darüber hinaus könnte eine Person auch auf den Pkw zurückgreifen, weil sie die ÖV-Erreichbarkeit als unzureichend wahrnimmt. Es zeichnet sich ab, dass neben der Pkw-Verfügbarkeit die **Pkw-Nutzung** die ausschlaggebendere Variable zur Erklärung der wahrgenommenen Erreichbarkeit zu sein scheint. Mit dem Ziel, die wahrgenommene Erreichbarkeit in Zusammenhang mit Reise- und Lebensqualität zu untersuchen, haben Lättman et al. (2019) 2.422 Personen ab 65 Jahren in Stockholm, Helsinki, Oslo, Kopenhagen und Bergen befragt und anhand eines Strukturgleichungsmodells Moderationseffekte unterschiedlicher Altersgruppen der über 65-Jährigen analysiert. Interessanterweise hat eine häufige Pkw-Nutzung einen positiven Effekt auf die wahrgenommene Erreichbarkeit über alle untersuchten Altersgruppen hinweg. Kommt es jedoch aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen zu einer erzwungenen Veränderung in der Verkehrsmittelwahl, kann dies zunächst einen negativen Effekt auf die wahrgenommene Erreichbarkeit haben (Lättman et al., 2019, 2020). Auch Friman et al. (2020a) bestätigen anhand eines Strukturgleichungsmodells ein höheres Level an wahrgenommener Erreichbarkeit bei Personen mit hoher Pkw-Nutzung. Dem entgegen weisen Lättman et al. (2016) in einer weiteren schwedischen Studie auf einen negativen Effekt der Pkw-Nutzung auf die wahrgenommene Erreichbarkeit hin. Dementsprechend nehmen Pkw-Nutzer*innen die Erreichbarkeit als schlechter wahr im Vergleich zu Fahrradfahrer*innen und ÖV-Nutzer*innen (Lättman et al., 2016).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der **Pkw-Besitz** in den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit nur einen schwachen, nicht signifikanten Effekt auf die wahrgenommene fußläufige

Erreichbarkeit aufweist, der darauf zurückzuführen ist, dass der Fokus dieser Arbeit, im Gegensatz zu den anderen diskutierten Studien, auf der Fußläufigkeit und der Quartiersebene liegt.

Als weiterer zentraler Befund der vorliegenden Arbeit wurde das **Sicherheitsempfinden** als einflussnehmender Faktor zur Erklärung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit identifiziert. Die Ergebnisse der ersten Veröffentlichung zeigen einen signifikanten negativen Effekt des Sicherheitsempfindens nach Einbruch der Dunkelheit auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit. Wenn sich demnach Menschen nach Einbruch der Dunkelheit unsicher fühlen, nehmen sie auch die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit als schlechter wahr (Veröffentlichung 1). Ein Erklärungsansatz besteht darin, dass sich Menschen aufgrund von unterschiedlichen wahrgenommenen Risikofaktoren nicht trauen, objektiv gut zu erreichende Einrichtungen aufzusuchen. Dies kann bspw. an mangelnden kriminalpräventorischen Gestaltungsmaßnahmen wie einer mangelnden Beleuchtung oder Orten mit schlechter Einsehbarkeit liegen. Neben baulichen Strukturen kann die Anwesenheit fremder Personen ein Unsicherheitsgefühl vermitteln und demnach einen negativen Effekt auslösen. Diese Einschätzung bestätigen auch Peña-García et al. (2015) in ihrer Untersuchung zum Einfluss von öffentlicher Straßenbeleuchtung auf die wahrgenommene Sicherheit und das Wohlempfinden. Mit dem Ziel, die Wahrnehmung hinsichtlich der Auswirkungen unterschiedlicher Arten und Intensitäten öffentlicher Beleuchtung auf das Sicherheitsempfinden zu untersuchen, wurden 275 Bewohner*innen in Granada, Spanien befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine gleichmäßige Straßenbeleuchtung mit höherer Beleuchtungsstärke das Sicherheitsempfinden steigert und sich gleichzeitig positiv auf das Wohlempfinden auswirkt (Peña-García et al., 2015). Der positive Effekt eines hohen Sicherheitsempfindens wird in Befunden zur Identifizierung von Prädiktoren der wahrgenommenen Erreichbarkeit bestätigt (Friman et al., 2020a; Lättman et al., 2016a, 2018). Bei der Untersuchung der Verkehrsmittelwahl von Frauen zeigt Loukaitou-Sideris (2009) einen Einfluss der Sicherheit auf die wahrgenommene Erreichbarkeit auf. Lotfi und Koohsari (2009) und Vitman-Schorr et al. (2019) bestätigen, dass Sicherheit sogar essentieller ist und einen höheren Erklärungsgehalt aufweist als die objektive Distanz oder Reisezeit. Im Zuge einer Befragung und gleichzeitiger Erreichbarkeitsanalyse fanden Lotfi und Koohsari (2009) heraus, dass aufgrund von Sicherheitsbedenken die wahrgenommene Erreichbarkeit nicht die objektiv guten Erreichbarkeitspotenziale widerspiegelt. Mit dem Fokus auf die wahrgenommene Erreichbarkeit von Parks in Osaka, Japan, vermuten auch Yasumoto et al. (2020) einen Effekt von Sicherheit auf die wahrgenommene Erreichbarkeit. Unter Verwendung eines Strukturgleichungsmodell fanden Lättman et al. (2016a) in ihrer Analyse zu Prädiktoren der wahrgenommenen Erreichbarkeit heraus, dass die wahrgenommene Sicherheit als Mediator fungiert und den Effekt von Qualität im öffentlichen Verkehr auf die wahrgenommene Erreichbarkeit partiell erklären kann (Lättman, 2018). Mit dem Fokus auf den öffentlichen Verkehr bestätigen auch Jones und Lucas (2012) einen einflussnehmenden Effekt des Sicherheitsempfindens auf die wahrgenommene Erreichbarkeit. Das Sicherheitsempfinden beziehe sich hier insbesondere auf die Gefahr, Opfer von Gewalt zu werden und Verletzungen zu erleiden (Jones & Lucas, 2012). Demnach geht es nicht allein darum, mit Hilfe des Verkehrssystems ein zufriedenstellendes Leben zu leben, sondern sich unter Gesichtspunkten der Sicherheit in der Lage zu fühlen, das Verkehrssystem zu nutzen (Olsson et al., 2021). Dabei spielen differierende Wahrnehmungsebenen des eigenen Sicherheitsempfindens in Bezug auf die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel eine wichtige Rolle. Wie in der zweiten Veröffentlichung erläutert, wird beim Zufußgehen die direkte Umwelt am intensivsten gefühlt,

gesehen und somit wahrgenommen. Dagegen bezieht sich das Sicherheitsempfinden bei der Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln überwiegend auf das Verweilen an der Haltestelle oder der potenziellen Gefahr im Verkehrsmittel selbst. Bei der Pkw-Nutzung steht die Gefahr, unfallbedingt Verletzungen zu erleiden, deutlich vor der Gefahr, Opfer von Gewalt zu werden. Ma & Cao (2019) argumentieren daher, dass Personen bei der Pkw- und ÖV-Nutzung eine gröbere und allgemeinere Wahrnehmung der gebauten Umwelt in Bezug auf das Sicherheitsempfinden aufweisen als Fahrradfahrer*innen und Fußgänger*innen. Mondschein et al. (2006) ergänzen, dass die Nutzung aktiver Verkehrsmittel in einem höheren Maß zur Entwicklung einer räumlichen Wahrnehmungsfähigkeit beiträgt als die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel oder des Pkw. Es wird empfohlen, die Rolle des Sicherheitsempfindens, als wesentlichen Prädiktor der wahrgenommenen Erreichbarkeit, nach Verkehrsmittel differenziert zu betrachten. Zusammenfassend zeigt die Diskussion, dass das **Sicherheitsempfinden** sowohl in der vorliegenden Arbeit als auch in der internationalen Forschung ein einflussnehmender Faktor zur Erklärung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit ist. Wenn sich demnach Menschen nach Einbruch der Dunkelheit unsicher fühlen, nehmen sie die fußläufige Erreichbarkeit insgesamt als schlechter wahr.

Neben dem Sicherheitsempfinden wurden ferner die **Barrierefreiheit** und gleichzeitig die Variable der **Mobilitätseinschränkung** als einflussnehmende Variablen zur Erklärung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit identifiziert (Veröffentlichung 1). Befragte Personen aus der deutschen Fallstudie, die ihre Umwelt als barrierefrei wahrnehmen, nehmen auch die Erreichbarkeit als signifikant besser wahr. Jehle et al. (2022) untersuchten Aspekte der Barrierefreiheit als einflussnehmende Faktoren auf die wahrgenommene Erreichbarkeit von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs. Sie zeigen, dass das Vorhandensein von Barrieren im Straßenraum beeinflusst, wie die Erreichbarkeit wahrgenommen wird. Eng mit dem Themenfeld der Barrierefreiheit verknüpft, stellt sich auch die Mobilitätseinschränkung als höchst relevante Einflussgröße heraus (Veröffentlichung 1). Menschen mit einer Mobilitätseinschränkung nehmen die Erreichbarkeit als signifikant schlechter wahr, als Menschen ohne Mobilitätseinschränkung. Dieser Umstand könnte auch erklären, warum in der vorliegenden Untersuchung nicht das Alter die ausschlaggebende Determinante ist, sondern ob eine körperliche Einschränkung vorliegt oder nicht. Dies bestätigen auch Márquez et al. (2019) in ihrer Studie zur wahrgenommenen Erreichbarkeit von Menschen mit Mobilitätseinschränkungen. Mögliche Erklärungen dafür lassen sich auf inhaltlicher sowie auf methodischer Ebene diskutieren. Spielt das Thema der Barrierefreiheit generell eine wichtige Rolle in der Erklärung der wahrgenommenen Erreichbarkeit, so fungiert sie darüber hinaus auch als Mediator. Demnach wird der Effekt der Mobilitätseinschränkung teilweise durch die Wahrnehmung der Barrierefreiheit auf die wahrgenommene Erreichbarkeit moderiert. Liegt eine mangelhafte Barrierefreiheit vor, z.B. aufgrund von Hindernissen oder fehlender abgesenkter Bordsteine, wirkt sich dies signifikant auf die wahrgenommene Erreichbarkeit von Menschen mit Mobilitätseinschränkungen aus. Folglich kommt es zur Vermeidung bestimmter Wege, die objektiv zwar kürzer sind, jedoch durch mangelnde Barrierefreiheit in Kombination mit einer Mobilitätseinschränkung nicht in die Routenwahl mit einbezogen werden können (Neven & Ectors, 2013). Mit dem Fokus auf die wahrgenommene ÖV-Erreichbarkeit haben Sze und Christensen (2017) die Barrierefreiheit insbesondere für Menschen mit Mobilitätseinschränkung als essentielle Determinante zur Erklärung der wahrgenommenen Erreichbarkeit herausgestellt. Ferner könnten als länger wahrgenommene Wege einen gewissen Erklärungsgehalt für die differierenden Wahrnehmung von fußläufiger Erreichbarkeit von Menschen mit Mobilitätsein-

schränkung aufweisen. Dies bestätigt Curl (2018) in ihrer Studie zum Vergleich objektiver und subjektiver Reisezeiten, in der Menschen mit Mobilitätseinschränkungen deutlich längere Wege berichteten als objektiv gemessen (Curl, 2018). Die Variablen **Barrierefreiheit** und **Mobilitätseinschränkung** stellen sich demnach als höchstrelevante Einflussgrößen heraus.

Neben der funktionellen Ausstattung des Straßenraums wurde auch die **Atmosphäre**, verstanden als subjektiv wahrgenommene Stimmung, als einflussnehmende Variable in der vorliegenden Arbeit identifiziert (Veröffentlichung 1). Je besser die wahrgenommene Atmosphäre im Quartier ist, desto besser wird die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit bewertet. In der Schlüsselliteratur zur wahrgenommenen Erreichbarkeit findet die Atmosphäre nur selten Berücksichtigung (Friman et al., 2020a; Lättman et al., 2016, 2018, 2020; Olsson et al., 2021; Jamei et al., 2022). Begründet werden könnte dieser Umstand durch die Fokussierung auf die wahrgenommene ÖV-Erreichbarkeit, bei der Variablen wie Komfort, Information und Sicherheit im Vordergrund der Untersuchungen stehen und der Atmosphäre möglicherweise einen eher eingeschränkten Erklärungsgehalt zugewiesen wird. Mit dem Fokus auf fußläufige Erreichbarkeit bestätigen Jehle et al. (2022) die vorliegenden Ergebnisse, indem sie die Atmosphäre als einflussnehmenden Faktor für die fußläufige Erreichbarkeit in einer Münchener Fallstudie identifizieren. Ferner bestätigen weitere internationale Studien, die einen Fokus auf die Fußläufigkeit legen, den Effekt der Atmosphäre auf die wahrgenommene Erreichbarkeit (Wang et al., 2015a; Yasumoto et al., 2020). Die **Atmosphäre** im Quartier hat demnach einen signifikant positiven Einfluss auf die wahrgenommene Erreichbarkeit. In der Schlüsselliteratur zur wahrgenommenen Erreichbarkeit findet die Variable der Atmosphäre jedoch nur selten Berücksichtigung.

Neben der Atmosphäre hat auch die **Sauberkeit** einen signifikanten, wenn auch negativen Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit (Veröffentlichung 1). Dieses Ergebnis steht den Erwartungen entgegen und lässt sich durch zwei Argumente erklären. Zum einen setzt eine höhere Erreichbarkeit ein höheres Verständnis für die Umwelt und auch ein höheres Bewusstsein für Dinge wie Sauberkeit voraus. Zum anderen sind dichte, nutzungsgemischte Quartiere im Vergleich zu peripheren weniger dicht bebauten Quartieren im Durchschnitt womöglich etwas „unsauberer“ (z.B. Müll und Graffiti). Sie weisen jedoch durch die Nutzungsmischung meist eine bessere wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit auf. Der Effekt der Sauberkeit wird in den internationalen Studien oftmals im Zusammenhang mit dem bereits erläuterten Effekt der Sicherheit untersucht. So weisen Golan et al. (2019) sowie auch Saelens et al. (2003) auf einen positiven Effekt der Sauberkeit auf die wahrgenommene Erreichbarkeit hin. Wenn demnach der Straßenraum als sauber eingeschätzt wird, wird auch die Erreichbarkeit besser wahrgenommen. Bezugnehmend auf die wahrgenommene ÖV-Erreichbarkeit bestätigen auch Friman et al. (2020a) einen positiven signifikanten Effekt der Sauberkeit auf die wahrgenommene Erreichbarkeit. Die Ergebnisse stehen somit den bisherigen Befunden entgegen, die eher auf gegensätzliche Effekte der Sauberkeit hinweisen.

Darüber hinaus wurde die **verkehrsmittelübergreifende Zufriedenheit** mit der Erreichbarkeit in die Analyse miteinbezogen. Wie zu erwarten, zeigt sich hierbei ein stark signifikant positiver Effekt. Je zufriedener man mit der verkehrsmittelübergreifenden Erreichbarkeit ist, desto besser wird die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit bewertet (Veröffentlichung 1). Dies bestätigen auch Jehle et al.

(2022) insofern, als dass die Zufriedenheit mit den Alternativen zur fußläufigen Erreichbarkeit einen gewissen Erklärungsgehalt aufweisen.

Während in der ersten Veröffentlichung soziodemographische Variablen, individuelle Mobilitätsvoraussetzungen und Aspekte der gebauten Umwelt im Mittelpunkt der Analyse stehen, wurden in der zweiten Veröffentlichung **verkehrsmittelbezogene Einstellungen** als mögliche Determinanten in die Analyse zur Identifikation von Prädiktoren integriert. In der internationalen Forschungslandschaft zu wahrgenommener Erreichbarkeit wird die Wichtigkeit von individuellen Einstellungen häufig als essentielle Forschungslücke identifiziert, da verkehrsmittelbezogene Einstellungen zu Variationen bei den Wahrnehmungen führen können (Curl et al., 2011; De Vos et al., 2019; Lättman, 2018). Neben individuellen Präferenzen scheinen verkehrsmittelbezogene Einstellungen essentielle Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit zu sein (De Vos et al., 2023; Pot et al., 2021). So argumentieren Friman et al. (2020) bspw., dass individuelle Einstellungen einen deutlich höheren Erklärungsgehalt aufweisen können als objektive Kennzahlen der Erreichbarkeitsplanung. So nehmen Pkw-Nutzer*innen die wahrgenommene Erreichbarkeit vermeintlich anders wahr als ÖV-Nutzer*innen oder leidenschaftliche Fahrradfahrer*innen. Verkehrsmittelbezogene Einstellungen werden sogar neben Motivationen und Präferenzen in einigen Studien als ausschlaggebend dafür identifiziert, dass es zu einem Mismatch von objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit kommt (vgl. Kap. 2.3) (Dewulf et al., 2012). Es gibt jedoch bisher nur wenige Studien, die die Beziehung zwischen individuellen Einstellungen und wahrgenommener Erreichbarkeit vertiefend untersuchen (Curl et al., 2011; Lättman et al., 2019; Ma & Cao, 2019; Veröffentlichung 1). In den Ergebnissen der zweiten Veröffentlichung stellen sich verkehrsmittelbezogene Einstellungen, die einen Bezug zum Zufußgehen aufweisen, als höchst relevante Einflussgröße zur Erklärung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit heraus. Dementsprechend hat der Faktor ÖV-Kontrolle einen signifikant positiven Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit. Der Einfluss der ÖV-Einstellung auf die wahrgenommene Erreichbarkeit wird von internationalen Forschungsarbeiten in diesem Themenfeld bestätigt (Curl, 2013; Ma & Cao, 2019). Da Fußwege oftmals als Zubringerwege zum ÖV dienen, ist dieses Ergebnis nicht überraschend. Bezugnehmend auf die Wahrnehmung verkehrsmittelübergreifender Erreichbarkeit wurden in der britischen Fallstudie der ersten Veröffentlichung die Einstellungen zu unterschiedlichen Verkehrsmitteln als mögliche Prädiktoren der wahrgenommenen Erreichbarkeit vertiefend untersucht. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse bestätigen die Ergebnisse der zweiten Veröffentlichung, wobei die Variable ÖV-Einstellung sogar die höchste Effektstärke in der Regressionsanalyse der britischen Fallstudie aufweist (Veröffentlichung 1). Auch die Variable Wichtigkeit der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit, als Anlehnung an eine Einstellungsvariable zum Zufußgehen, zeigt einen signifikant positiven Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit (Veröffentlichung 2). Die Ergebnisse der zweiten Veröffentlichung veranschaulichen demnach, dass Einstellungen, die einen Bezug zum Zufußgehen haben, ob als Zubringer oder originärer Fußweg, eine hohe Relevanz zur Erklärung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit aufweisen. Dem gegenüber zeigen die Ergebnisse nur einen schwachen, nicht signifikanten Einfluss der Fahrrad-Einstellung und der Pkw-Einstellung auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit (Veröffentlichung 2). Mit dem Fokus auf verkehrsmittelübergreifende wahrgenommene Erreichbarkeit weist die Pkw-Einstellung in der britischen Fallstudie (Veröffentlichung 1) ebenfalls nur einen sehr schwachen, nicht signifikanten negativen Effekt auf. De Vos et al. (2019) weisen auf die

Wichtigkeit verkehrsmittelbezogener Einstellungen in der Erklärung von wahrgenommener Erreichbarkeit hin. Dementsprechend nimmt bspw. eine Person mit einer objektiv guten fußläufigen Erreichbarkeit diese als schlechter wahr, wenn sie über eine negative Einstellung zum Zufußgehen verfügt. Da die Autor*innen jedoch annehmen, dass Menschen dazu neigen, in einem Viertel zu wohnen, das ihre bevorzugte Art der Fortbewegung begünstigt (residential self-selection), stellen sie die Hypothese auf, dass die verkehrsmittelbezogenen individuellen Einstellungen mit der objektiven Erreichbarkeit übereinstimmen könnten (De Vos et al., 2019). Menschen, die gerne zu Fuß gehen, suchen sich nach Möglichkeit einen Wohnstandort in fußgängerfreundlichen Quartieren aus und nehmen die fußläufige Erreichbarkeit insgesamt positiver wahr (Handy et al., 2006). Der transport-related residential self-selection steht jedoch u.a. entgegen, dass der Wohnstandort aufgrund eines angespannten Wohnungsmarkts und differierender Mietpreise nicht immer frei gewählt werden kann. So bestätigen bspw. Frank et al. (2015) in ihrer Studie zu Wohnstandortpräferenzen, dass ein erheblicher Anteil an Befragten in Vancouver und Toronto gezwungen waren, in einem eher autoorientierten Stadtteil zu leben, obwohl sie einen fußgängerfreundlichen Stadtteil präferiert hätten. Eine positive wahrgenommene Erreichbarkeit kann wiederum auch die Einstellungen und die Bereitschaft zum Zufußgehen positiv beeinflussen (De Vos et al., 2023).

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sowie internationaler Forschungsarbeiten implizieren, dass **verkehrsmittelbezogene Einstellungen** als Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit identifiziert werden konnten. In der vorliegenden Arbeit haben die **ÖV-Einstellung** einen signifikant positiven Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit, nicht jedoch die Einstellungen zum **Pkw** und zum **Fahrrad**.

Neben der Identifikation und Diskussion von Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit liegt ein weiterer Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit auf dem Ursache- und Wirkungsgefüge der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit und dem realisierten Mobilitätsverhalten. So wird im Kapitel 3.6.3 die Rolle der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit als Einflussgröße zur Erklärung des Mobilitätsverhaltens untersucht und kritisch diskutiert. In der deutschen Fallstudie der ersten Veröffentlichung wird die Anzahl der Fußwege pro Person und Tag zudem als abhängige Variable und potenzielle Einflussgröße der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in das zweite Regressionsmodell integriert. Die Ergebnisse illustrieren, dass die Anzahl an Fußwegen pro Person und Tag einen signifikanten positiven Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit hat. Somit nehmen Menschen, die eine höhere Anzahl an Fußwegen pro Tag aufweisen, die fußläufige Erreichbarkeit als besser wahr als Menschen mit weniger Fußwegen pro Tag. Dies bestätigen auch Lättman et al. (2016a) in ihrer Studie zur wahrgenommenen ÖV-Erreichbarkeit. Die Häufigkeit der Verkehrsmittelnutzung hat demnach einen positiven Einfluss auf die wahrgenommene Erreichbarkeit (Lättman et al., 2016a). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können die theoretisch aufgezeigte Rückkopplungsschleife von Pot et al. (2021) empirisch belegen. Die Richtung der Kausalität von Wahrnehmung und Verhalten lässt sich jedoch nicht abschließend bestimmen, da gegenseitige signifikante Effekte identifiziert werden konnten.

Resümierend kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation die Ergebnisse der internationalen Forschungsarbeiten zum Themenfeld der wahrgenommenen Erreichbarkeit

überwiegend bestätigen und durch die Untersuchung mannigfaltiger Elemente als potenzielle Einflussfaktoren einen maßgeblichen Beitrag zum internationalen Forschungsstand leisten kann.

5.1.3 Die Rolle der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in der Erklärung des Mobilitätsverhaltens: Fungieren Wahrnehmungen als Mediatoren?

Wurde in dem vorangegangenen Kapitel zusammenhängend diskutiert, welche Faktoren Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit beeinflussen, so bestand ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit darin, ein tieferes Verständnis der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit zu erforschen, indem zum einen die Rolle der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit zur Erklärung des Mobilitätsverhaltens analysiert und zum anderen ihre potenzielle Funktion als Mediator vertiefend untersucht wurde.

Ein zentraler Befund der vorliegenden Arbeit besteht in der Vorhersagekraft der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit für die Erklärung des realisierten Mobilitätsverhaltens, hier abgebildet durch die Anzahl Fußwege pro Person und Tag. Die Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells der zweiten Veröffentlichung veranschaulichen, dass die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit einen signifikant positiven Effekt auf die Häufigkeit des Zuzußgehens hat. Die positive Assoziation von wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit und dem realisierten Mobilitätsverhalten stellt demnach eine bedeutende Erkenntnis in der Erklärung des realisierten Mobilitätsverhaltens dar. Es kann folglich grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass, je besser ein Quartier mit Einrichtungen der Daseinsvorsorge ausgestattet ist und diese Ausstattung mit ihren identifizierten Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit auch als positiv wahrgenommen wird, die Wahrscheinlichkeit steigt, dass Menschen häufiger zu Fuß gehen. Diese Erkenntnis verdeutlicht nochmals die Bedeutsamkeit von Wahrnehmungen, da diese folglich Mobilitätsentscheidungen prägen und demnach einen Teil der gelebten Realität von Erreichbarkeit ausmachen. Auch in Bezug auf Prozesse der Verkehrswende, Konzepte altersgerechter Quartiersentwicklung sowie sozialer Inklusion zeigt dieser Befund, dass Wahrnehmungen von Erreichbarkeit unabdingbar sind, um realitätsgetreue Planung leisten und gewährleisten zu können. Der Einfluss der wahrgenommenen Erreichbarkeit auf das Zuzußgehen wurde bisher nur selten vertiefend untersucht. Bisherige Forschungsarbeiten untersuchen zwar den Einfluss von Wahrnehmungen auf die Ausübung aktiver Mobilität, jedoch beziehen sich diese auf die allgemeine Wahrnehmung des Wohnumfeldes (Duncan et al., 2005; Owen et al., 2004) und nicht auf die Wahrnehmung der fußläufigen Erreichbarkeit. Eine der wenigen Studien, die explizit den Effekt der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit auf das Zuzußgehen untersucht hat, zeigt ähnlich wie die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation, einen signifikant positiven Effekt der wahrgenommenen Erreichbarkeit auf das Zuzußgehen (Ma & Cao, 2019). Gestützt durch die Ergebnisse internationaler Forschungsarbeiten (Gebel et al., 2011; Lättman, 2018; Ma & Cao, 2019; Tuckel & Milczarski, 2015), implizieren die Ergebnisse des SEM in der zweiten Veröffentlichung, dass Menschen häufiger zu Fuß gehen, wenn sie ihre eigene fußläufige Erreichbarkeit als hoch einschätzen, selbst dann, wenn die objektive Erreichbarkeit berücksichtigt wurde. Darüber hinaus besteht ein weiterer Erklärungsansatz darin, dass Menschen die Möglichkeit zu Fuß zu gehen eher in Betracht ziehen, wenn sie die fußläufige Erreichbarkeit zu Einrichtungen der Daseinsvorsorge als positiv bewerten und demnach potenziell und real mehr zu Fuß gehen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation beziehen sich auf die fußläufige wahrgenommene Erreichbarkeit und ihren Einfluss auf das Zufußgehen. Die Schlüsselliteratur in der wahrgenommenen Erreichbarkeitsforschung konzentriert sich jedoch meist auf das verkehrsmittelübergreifende Mobilitätsverhalten, das Fahrradfahren oder die Nutzung des ÖVs und deren wahrgenommene Erreichbarkeit. Diese Foki gehen zwar über den Rahmen der vorliegenden Arbeit hinaus, jedoch sind die Ergebnisse zur Einordnung der komplexen Thematik der wahrgenommenen Erreichbarkeit durchaus diskussionswürdig. Mit dem Fokus auf die verkehrsmittelübergreifende Erreichbarkeit bestätigen internationale Forschungsarbeiten einen Einfluss der wahrgenommenen Erreichbarkeit auf das verkehrsmittelübergreifende Mobilitätsverhalten (Curl et al., 2011, 2015; Morris et al., 1979). In Bezug auf die Fahrradnutzung werden ähnliche Erkenntnisse in gegenwärtigen Forschungsarbeiten herausgestellt (Ma & Cao, 2019). So hat die wahrgenommene Erreichbarkeit von Fahrradinfrastruktur, wie bspw. die wahrgenommene Erreichbarkeit von Fahrradwegen, einen signifikant positiven Einfluss auf das realisierte Fahrradfahren (Dill & Voros, 2007). Mit dem Fokus auf die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel stellen Olsson et al. (2021) Wahrnehmungen des öffentlichen Verkehrs als essentiellen Einflussfaktor für das realisierte Mobilitätsverhalten heraus und betonen, dass nachhaltige Stadt- und Verkehrsplanung nur funktionieren kann, wenn individuelle Wahrnehmungsmuster der Nutzer*innen öffentlicher Verkehrsmittel Berücksichtigung finden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit einen signifikanten Einfluss auf das Zufußgehen hat und sich gleichzeitig der Blick über den eigenen disziplinären Tellerrand hinaus als überaus wertvoll erweist. Insbesondere die Diskussion um den Effekt der wahrgenommenen Erreichbarkeit auf die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel zeigt, dass sich die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit nicht allein auf das Zufußgehen auswirkt (Veröffentlichung 2), sondern auch einen positiven Einfluss auf die häufigere Nutzung von Verkehrsmitteln des Umweltverbunds hat (Ma & Cao, 2019). Mit ihren Ergebnissen kann die vorliegende Dissertation dementsprechend einen maßgeblichen Beitrag zur Erkenntnis von Wirkmechanismen zur Nutzungsverlagerung von Pkw hin zum ÖV, Fahrradfahren und dem Zufußgehen leisten und folglich zur Debatte um die Förderung einer langfristigen Verhaltensänderung hin zu umweltfreundlichen und aktiven Mobilitätsverhalten beitragen.

Neben dem Einfluss der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit auf das realisierte Mobilitätsverhalten zu spezifizieren, hat die vorliegende Dissertation die potenzielle Mediatorfunktion der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in der Erklärung unterschiedlicher Effekte auf das realisierte Mobilitätsverhalten untersucht. Diese umfassen etwa die spezifischen Faktoren der gebauten Umwelt, individueller Voraussetzungen oder verkehrsmittelbezogener Einstellungen. Wie bereits erläutert, ist die Beziehung zwischen den Dimensionen der Siedlungsstruktur, des Verkehrssystems und des Mobilitätsverhaltens durch die Wahrnehmungen der Umwelt mediiert (Golledge et al., 1972; Ma et al., 2014; Ma & Dill, 2015; Morris et al., 1979; Pot et al., 2021; Wang et al., 2015). Diese Mediationseffekte beziehen sich dabei jedoch nicht explizit auf die Wahrnehmungen der Erreichbarkeit, sondern stellen die Wahrnehmungen der allgemeinen Umwelt als Mediator heraus. Insgesamt befassen sich nur wenige Arbeiten mit der wahrgenommenen Erreichbarkeit als Mediator, wie etwa Pot et al. (2021) aus theoretischer Sicht. Im Rahmen der Einordnung und Diskussion zentraler Ergebnisse in den internationalen Diskurs ist

hierbei jedoch zu beachten, dass nur wenige Studien vorhanden sind, die diesen Effekt empirisch nachweisen können.

Ein zentraler Befund der zweiten Veröffentlichung verdeutlicht, dass die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit eine wichtige Mediatorfunktion einnimmt und demnach eine wichtige Schlüsselgröße in der Erklärung des Mobilitätsverhalten einnehmen kann. Es kann davon ausgegangen werden, dass Variablen, die in Zusammenhang mit der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit stehen, einen indirekten Effekt auf das realisierte Mobilitätsverhalten haben. Dabei müssen die indirekten Effekte signifikant sein, um von einer Mediation auszugehen (Mallinckrodt et al., 2006). Die Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells können keinen Hinweis auf signifikante Effekte der objektiven Erreichbarkeit geben, sodass nicht von einer Mediation durch die wahrgenommene Erreichbarkeit ausgegangen werden kann. Ein Erklärungsansatz dafür ist, dass die Ergebnisse der ersten beiden Veröffentlichungen durch fehlende signifikante Zusammenhänge auf einen Mismatch zwischen wahrgenommener und objektiver fußläufiger Erreichbarkeit hinweisen, der durch die internationale Forschung bestätigt wird (Curl, 2013; De Vos et al., 2023; Lättman et al., 2016b). Eine Analyse der Mediatorfunktion konnte folglich durch den fehlenden direkten signifikanten Effekt nicht durchgeführt werden, da die Voraussetzungen einer Mediationsanalyse durch den vorliegenden Mismatch nicht erfüllt sind.

Die Ergebnisse der zweiten Veröffentlichung veranschaulichen, dass auch die Effekte der Fahrrad- und Pkw-Einstellung nicht signifikant sind und demzufolge nicht von einer Mediation durch die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit ausgegangen werden kann. Dieses Ergebnis ist nicht verwunderlich, da diese Variablen, wie bereits in Kapitel 5.1.2 erläutert, keinen direkten signifikanten Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit aufweisen. Dementsprechend kann der Einfluss der objektiven Erreichbarkeit, der Fahrrad- und der Pkw-Einstellung auf das Mobilitätsverhalten nicht durch die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit erklärt werden. Die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit bezieht sich demnach lediglich auf das Zufußgehen, was im Ergebnis insgesamt den erwarteten Wirkungsbeziehungen entspricht. Ma und Cao (2019) weisen in ihrer Studie auf eine Mediatorfunktion durch die wahrgenommene Erreichbarkeit in Bezug auf den Effekt der gebauten Umwelt auf das realisierte Mobilitätsverhalten hin. Die Effektrichtung wie auch die Effektstärke werden jedoch nicht weiter spezifiziert. Wenngleich in der vorliegenden Arbeit keine Mediatoreffekte der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in Bezug auf die Pkw-Einstellung festgestellt wurden, so identifizierten Ma und Cao (2019) einen zwar geringen aber partiellen Mediatoreffekt.

Demgegenüber hat die Variable der ÖV-Kontrolle sowie die Einschätzung der Wichtigkeit der fußläufigen Erreichbarkeit als angelehnte Fuß-Einstellung einen signifikanten indirekten Effekt auf das Mobilitätsverhalten, der darauf hinweist, dass die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit als Mediator fungiert und die Effekte der ÖV-Kontrolle und Wichtigkeit der fußläufigen Erreichbarkeit mediiert (Veröffentlichung 2). Um den prozentualen Anteil der Mediation zu untersuchen, wurden die direkten, indirekten und Gesamteffekte verglichen. 52 % des Gesamteffekts der ÖV-Kontrolle auf das Zufußgehen wird durch den indirekten Effekt via wahrgenommene Erreichbarkeit erklärt. Der direkte Effekt ist nicht signifikant. Obwohl die ÖV-Kontrolle keinen direkten signifikanten Effekt auf das Zufußgehen hat, tendieren Menschen mit positiver Einstellung zum ÖV und gleichzeitig hohem Level an wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit dazu, mehr zu Fuß zu gehen. Diese Erkenntnis ist sehr bedeutsam,

da die internationale Verkehrsforschung verkehrsmittelbezogene Einstellungen als wichtige Determinanten der Verkehrsmittelwahl und des Mobilitätsverhaltens herausstellt (Anable & Gatersleben, 2005; Beirao & Cabral, 2007; De Vos et al., 2019; Scheiner & Holz-Rau, 2007; Van Acker et al., 2010). In dem Modell ohne die Variable der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit hat die ÖV-Kontrolle einen signifikant positiven (direkten) Effekt auf das Zufußgehen. Nach der Integration der Variable wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit wurde dieser Effekt jedoch schwächer und nicht mehr signifikant. Demzufolge liefern die Ergebnisse einen wichtigen Hinweis auf die erhöhte Bedeutsamkeit der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in der Erklärung des Mobilitätsverhaltens. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich bei der Analyse der Mediatorfunktion der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in Bezug auf den Effekt der Wichtigkeit der fußläufigen Erreichbarkeit auf das realisierten Mobilitätsverhalten. Personen, die eine fußläufige Erreichbarkeit als wichtig erachten und gleichzeitig die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit als zufriedenstellend einstufen, tendieren demnach dazu mehr zu Fuß zu gehen (Veröffentlichung 2). Auch der Effekt der Wichtigkeit der fußläufigen Erreichbarkeit wird demnach partiell durch die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit mediiert. Dieser Befund deutet auf den Prozess einer residential-self-selection hin, infolgedessen der Wohnstandort nach den jeweiligen Präferenzen wie bspw. einer guten fußläufigen Erreichbarkeit ausgewählt wird. Die vorliegende Dissertation repräsentiert eine der ersten Studien, die die Mediatorfunktion der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in Bezug auf verkehrsmittelbezogene Einstellungen empirisch untersucht hat. Aus diesem Grund gibt es bis dato kaum Vergleichsstudien, in deren Kontext die Ergebnisse eingebettet und kritisch diskutiert werden könnten. Die Ergebnisse sind dabei überaus wertvoll, da sie die internationale Forschungsdebatte in Bezug auf die Rolle von verkehrsmittelbezogenen Einstellungen als Determinanten des Mobilitätsverhaltens mit den Erkenntnissen über die Mediatorfunktion der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit erweitern können.

Die Effekte verkehrsmittelbezogener Einstellungen werden partiell durch die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit mediiert, gleichzeitig haben sie selbst das Potenzial als Mediator zu fungieren. In der vorliegenden Dissertation können auf Grundlage des konzeptionellen Rahmens der zweiten Veröffentlichung, bei Erfüllung der Voraussetzungen einer Mediatoranalyse, die Effekte der Soziodemographie auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit potenziell durch verkehrsmittelbezogene Einstellungen mediiert werden. Dabei variiert der Einfluss der soziodemographischen Faktoren auf die verkehrsmittelbezogenen Einstellungen. Männer haben eine positivere Einstellung zum Pkw als Frauen. Eltern mit Kindern haben eine höhere Affinität zum Fahrradfahren als Personen ab 65 Jahren. Der Unterschied zwischen den Auswirkungen von Bildung und Einkommen ist auffällig: Personen mit einem höheren Bildungsniveau haben eine höhere Affinität zum Fahrradfahren und zum öffentlichen Verkehr. Demgegenüber steht ein höheres Einkommen in signifikantem Zusammenhang mit einer negativen Einstellung gegenüber öffentlichen Verkehrsmitteln. In Bezug auf die potenzielle Mediatorfunktion soziodemographischer Faktoren auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit durch verkehrsmittelbezogene Einstellungen verzeichnen die Variablen Einkommen und Bildung nur schwache, nicht signifikante direkte Effekte auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit. Die indirekten Effekte sind jedoch signifikant. Aufgrund der Voraussetzungen einer Mediatorfunktion kommt nur die Variable der ÖV-Kontrolle als potenzieller Mediator hinsichtlich der Variablen Einkommen und Bildung auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit infrage. Der alleinige indirekte Effekt von Bildung auf die

wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit via ÖV-Kontrolle ist signifikant. Der indirekte Effekt von Bildung auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit beträgt 77 % des Gesamteffekts. Der direkte Effekt macht nur 23 % des Gesamteffekts aus. Personen mit einem höheren Bildungsabschluss, die eine positive Einstellung zum öffentlichen Verkehr haben, neigen zu einer positiveren Wahrnehmung der fußläufigen Erreichbarkeit. Demnach kann der Effekt der Bildung durch die Variable der ÖV-Kontrolle erklärt werden. Ähnliche Erkenntnisse wurden für den Einfluss des Einkommens auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit gewonnen. Der alleinige indirekte Effekt via ÖV-Kontrolle ist signifikant. Dementsprechend vermittelt die ÖV-Kontrolle den Effekt des Einkommens auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit und trägt zu 54 % zur Erklärung des Gesamteffekts bei.

Die Ergebnisse sind interessant, da sie die internationale Forschungsdebatte um die Rolle von verkehrsmittelbezogenen Einstellungen als Determinanten des Mobilitätsverhaltens mit den Erkenntnissen über die Mediatorfunktion der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit entscheidend erweitern können. Ferner zeigen die Ergebnisse, dass soziodemographische Faktoren wichtige direkte und indirekte Auswirkungen auf die Wahrnehmung der fußläufigen Erreichbarkeit haben und gleichzeitig verkehrsmittelbezogene Einstellungen als potenzielle Mediatoren fungieren können.

Zusammenfassend verdeutlichen diese Ausführungen, dass die vorliegende Dissertation eine der ersten Studien repräsentiert, die die Mediatorfunktion der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in Bezug auf verkehrsmittelbezogene Einstellungen empirisch untersucht hat. Die Befunde der vorliegenden Dissertation verdeutlichen die Bedeutsamkeit von Wahrnehmungen, da diese Mobilitätsentscheidungen prägen und demnach einen Teil der gelebten Realität von Erreichbarkeit darstellen.

5.1.4 Mismatch von objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit

Neben der Identifikation von Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit und der Untersuchung ihrer potenziellen Mediatorfunktion wurde in der vorliegenden Dissertation die Beziehung zwischen der objektiven und der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit untersucht. Die Ergebnisse der ersten Veröffentlichung zeigen einen schwachen, nicht signifikanten Zusammenhang. Demnach steht die objektiv berechnete Erreichbarkeit zu Einrichtungen im Untersuchungsgebiet nicht im Einklang mit der Wahrnehmung der Menschen. Neben der Zusammenhangsanalyse in der britischen und deutschen Fallstudie in der ersten Veröffentlichung implizieren auch die Ergebnisse der Regressionsanalysen in der britischen Fallstudie sowie die Ergebnisse des SEM in der zweiten Veröffentlichung durch sehr schwache, nicht signifikante Effekte einen sehr geringen Erklärungsgehalt der objektiven fußläufigen Erreichbarkeit. Die internationale Forschung bestätigt diese Ergebnisse, indem selbstberichtete Erreichbarkeit, sei es die Wahrnehmung der generellen Erreichbarkeit oder die Einschätzungen von Reisezeiten und Distanzen, nur bedingt mit objektiv gemessenen Erreichbarkeitswerten übereinstimmen (Comber et al., 2011; Curl et al., 2015, 2018; Dewulf et al., 2012; Fone et al., 2006; Gebel et al., 2011; Gim, 2011; Lättman et al., 2016b, 2018; Lotfi & Koohsari, 2009; Macintyre et al., 2008; McCormack et al., 2008; Scott et al., 2015). Konträr zu diesen Ergebnissen, weist hingegen Witlox (2007) daraufhin, dass selbst eingeschätzte Distanzen und Reisezeiten kaum von gemessenen Daten abweichen.

Lättman (2018) sieht einen möglichen Grund in den unterschiedlichen theoretischen Bezugspunkten zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit. So beziehe sich die objektive Erreichbarkeit auf vielfältige Aspekte der räumlichen Gegebenheiten und die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit repräsentiere individuelle Erfahrungen, bestehend aus der Interaktion zwischen individuellen Fähigkeiten, Präferenzen, einzelnen Zielen und der allgemeinen Reisesituation (Lättman, 2018). Neben den divergierenden theoretischen Bezügen wird in der vorliegenden Dissertation ein weiterer Erklärungsansatz in der inhaltlichen Ausrichtung bestehender Messinstrumente gesehen. Mit dem Ziel, die bereits in der internationalen Forschung identifizierte Diskrepanz zwischen objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit teilweise untersuchen zu können, wurde das Messinstrument der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in der vorliegenden Dissertation bewusst in Relation zur subjektiven Evaluierung der objektiven Gegebenheiten entwickelt und weist demnach einen engeren Bezug zu den objektiven Gegebenheiten auf als bestehende eher allgemeinere Messinstrumente der wahrgenommenen Erreichbarkeit (vgl. Kap. 5.1.1).

Pot et al. (2021) stellen zwei übergeordnete Themenkomplexe als mögliche Gründe für die Diskrepanz von wahrgenommener und objektiv gemessener Erreichbarkeit heraus, die sich zum einen auf Ungenauigkeiten des Bewusstseins im Wahrnehmungsprozess und zum anderen auf Ungenauigkeiten in der Messung von Erreichbarkeit beziehen. Ungenauigkeiten im Wahrnehmungsprozess sind auf das räumliche Wissen zurückzuführen. Das bedeutet, dass das Wissen über das eigene Erreichbarkeitspotenzial, bestehend aus bspw. ihrer räumlichen Verteilung und Diversität von Einrichtungen, der Funktionsweise des Verkehrssystems, seiner Praktikabilität und Realisierbarkeit hinsichtlich Zeit und eigener Fähigkeit, beeinflusst wird (Pot et al., 2021). Werden Erreichbarkeitspotenziale nicht vollumfänglich wahrgenommen, sei es durch eigene Suchstrategien, Kosten, habituelles Verhalten, Einstellungen oder eigene Fähigkeiten, kann es laut Pot et al. (2021) zu Diskrepanzen zwischen wahrgenommener und objektiv gemessener Erreichbarkeit kommen. Die Diskrepanz allein auf Ungenauigkeiten im Wahrnehmungsprozess zur Potenzialausschöpfung zurückzuführen, wird der Komplexität menschlicher Wahrnehmungsmuster nur teilweise gerecht.

Ein weiterer Erklärungsansatz für die Diskrepanz könnte in der räumlichen Lage der Untersuchungsgebiete bestehen. Bei objektiv guten Kennwerten der Erreichbarkeit wird die Wahrnehmung von Erreichbarkeit durch andere Determinanten beeinflusst als der objektiven Distanz oder der Reisezeit zu unterschiedlichen Einrichtungen. Als eine der Hauptdeterminanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit wurde in der ersten Veröffentlichung die Sicherheit nach Einbruch der Dunkelheit identifiziert. Objektive Erreichbarkeitsinstrumente beziehen oftmals unterschiedliche Tageszeiten nicht in die Berechnung fußläufiger Erreichbarkeit mit ein, obwohl diese stark mit dem Sicherheitsempfinden zusammenhängen und demnach einen signifikanten Einfluss auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit aufweisen. Dieser Umstand könnte ein weiterer Erklärungsansatz für die Diskrepanz zwischen wahrgenommener und objektiver Erreichbarkeit sein. Gestützt werden diese Annahmen durch Ergebnisse aktueller internationaler Forschungsarbeiten, die zu dem Ergebnis kamen, dass die Nähe zum Stadtzentrum, charakterisiert durch sehr gute objektive Erreichbarkeitskennwerte, nicht zwangsläufig die wahrgenommene Erreichbarkeit erhöht, wenn persönliche Sicherheitsbedenken bestehen (Lättman et al., 2018; Lukina et al., 2021). Mit dem Fokus auf den Zusammenhang von objektiver und

wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit haben Lättman et al. (2018) verschiedene urbane Quartiere in Malmö hinsichtlich ihrer objektiven und wahrgenommenen Erreichbarkeit untersucht. Konsistent mit den Ergebnissen der vorliegenden Dissertation wurde ein sehr schwacher, nicht signifikanter Effekt identifiziert und somit eine Diskrepanz der wahrgenommenen und objektiven Erreichbarkeit festgestellt. Diese Erkenntnis wurde sowohl für das gesamte Stadtgebiet von Malmö als auch für einzelne Quartiere bestätigt. Generell stellt sich die Frage, inwiefern diese Diskrepanz auch in anderen geographischen Kontexten auftritt. Zunächst lässt sich vermuten, dass sich insbesondere in ländlichen Räumen Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit der objektiven Erreichbarkeit annähern, da die prinzipielle Sicherung der Grundbedürfnisse im Vordergrund steht. Ferner stellen Ahern & Hine (2012) heraus, dass bspw. die Pkw-Nutzung mit einem autonomen Lebensstil verknüpft und andere Verkehrsmittel mit negativen Stigmata verbunden sein könnten, und somit grundsätzlich in Bezug auf die Erreichbarkeit negativ wahrgenommen werden (Pot et al., 2021).

Als weiteren Hauptgrund für die Diskrepanz von objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit stellen Pot et al. (2021) die Ungenauigkeit von Erreichbarkeitsmessungen heraus. In gängigen Erreichbarkeitsanalysen werden wichtige Ziele oftmals nicht berücksichtigt oder nicht realitätsgetreu repräsentiert, Gewichtungen ungenau vergeben oder eine mangelnde Datenqualität zugrunde gelegt. Das Fehlen höchst relevanter, aber gleichzeitig individueller sozialer Aktivitätsziele oder Arbeitsstandorte stellt auch Lättman (2018) als möglichen Erklärungsansatz zur Diskussion. Diese Einrichtungen sind durch ihre individuelle Relevanz oftmals nicht in objektiven Erreichbarkeitsmessungen vorhanden (Lucas et al., 2016), sind jedoch meist wichtige und häufig frequentierte Ziele (Haugen, 2012; Titheridge et al., 2010) und demnach für die Wahrnehmung der individuellen Erreichbarkeit essentiell. Wie bereits erläutert, wurde in der vorliegenden Arbeit der Walk Score® als objektive Messmethode der fußläufigen Erreichbarkeit verwendet. Demnach könnte das Fehlen von Arbeitsstandorten ein möglicher Grund für die Diskrepanz sein. Cafés, Parks, Büchereien und Entertainmenteinrichtungen als soziale Aktivitätsorte sind jedoch in den Messmethoden der objektiven und wahrgenommenen Erreichbarkeit vorhanden. Der Argumentation folgend würde die Erreichbarkeitsplanung einen wesentlichen Teil der täglichen Ziele, Präferenzen und Möglichkeiten nicht in ihrer Berechnung erfassen.

Neben dem Fehlen wichtiger Einrichtungen stellt Lättman (2018) die zentrale Annahme auf, dass die befragten Personen in der Bewertung der eigenen Erreichbarkeit nicht die administrativen Grenzen der objektiven Erreichbarkeit bspw. ihres Stadtteils in Betracht ziehen, sondern die individuelle Erreichbarkeit aus dem Blick einer Vielzahl von Wegen, Startpunkten und Zielen über das ganze Stadtgebiet hinweg bewerten. Die objektive Erreichbarkeit bezieht bspw. Wegeketten nur bedingt mit ein, sondern bezieht sich bei der Berechnung vor allem auf das Zuhause als hauptsächlichen Startpunkt (Lättman, 2018). Dieser Annahme wurde in der vorliegenden Dissertation entgegengewirkt, indem sich zwei der drei Items auf das eigene Wohnumfeld beziehen und nicht die generelle maßstabsunabhängige wahrgenommene Erreichbarkeit abfragen. Dennoch bleibt die Teilannahme bestehen, dass Wegeketten oftmals nur bedingt in die Berechnung der objektiven Erreichbarkeit integriert sind, sich aber in der Bewertung der eigenen Erreichbarkeit niederschlagen können. Eine weitere Annahme bezieht sich auf das fehlende Wissen über die tatsächliche Routen- und Verkehrsmittelwahl. So kann die objektive Erreichbarkeit die komplexen Mechanismen hinter einer bestimmten Routenwahl, bspw. durch die Nutzung von

Schleichwegen oder der Nichtnutzung von Wegen aufgrund mangelnder Barrierefreiheit, nicht realitätsgetreu abbilden und die Verkehrsmittelwahl durch Prozesse der individuellen Constraints nur bedingt mit einbeziehen.

Resümierend kann festgehalten werden, dass die Veröffentlichungen 1 und 2 einen Beitrag zur Erklärung der Diskrepanz zwischen wahrgenommener Erreichbarkeit und objektiver Erreichbarkeit leisten. Dabei wurden die in der Literatur aufgezeigte Erklärungsansätze (Curl et. al., 2015; Lättman et al., 2018) in die Entwicklung der Instrumente zur Messung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit und der objektiven Erreichbarkeit integriert. Durch Anpassungen und Verbesserungen bezüglich der Genauigkeit, Spezifizierung des räumlichen Wahrnehmungsbezugs sowie des Detaillierungsgrads der zugrunde liegenden Zielorte wurde intendiert, eine Annäherung der beiden Erreichbarkeitsperspektiven zu erreichen. Dennoch weisen die Ergebnisse durch den sehr schwachen, nicht signifikanten Zusammenhang in Veröffentlichung 1 und 2 auf eine maßgebliche Erklärungslücke hin, die trotz etwaiger Anpassungen bestehen bleibt. Die Ergebnisse implizieren dementsprechend, dass individuelle Wahrnehmungen deutlich komplexer sind, als dass sie mit Kennwerten der objektiven Erreichbarkeitsforschung vollständig zu erklären sind.

Die Diskussion der Ergebnisse im internationalen Forschungskontext zeigt somit, dass es unabdingbar ist, dass beide Perspektiven in zukünftigen Erreichbarkeitsanalysen und -planungen Berücksichtigung finden, um ein realitätsnahes Abbild der Erreichbarkeit für unterschiedliche Zielgruppen erhalten zu können.

5.2 Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik

Das folgende Kapitel befasst sich mit der kritischen Diskussion und Reflexion der im Rahmen der vorliegenden Dissertation konzipierten und durchgeführten Erhebungs- und Auswertungsmethodik, um die übergeordnete Zielsetzung und Fragestellungen untersuchen zu können.

5.2.1 Auswahl der Untersuchungsräume und Zielgruppen

Die Auswahl der zu untersuchenden Stadtteile Bahrenfeld und Barmbek-Nord wurde, wie bereits in Kapitel 3.1 erläutert, anhand spezifischer Kriterien getroffen und zu handhabbaren Untersuchungsräumen zugeschnitten. Der Fokus auf urbane Quartiere hat sich für die Messinstrumentenentwicklung und ihrer ersten Anwendung hinsichtlich der zugrundeliegenden Fragestellungen als geeignet herausgestellt. Somit konnten die Ergebnisse von Proband*innen mit ähnlichen räumlichen Voraussetzungen vergleichend analysiert werden.

Es ist anzunehmen, dass Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit durchaus auf urbane Quartiere in Hamburg, bzw. anderen Groß- oder Mittelstädten mit ähnlichen räumlichen und soziodemographischen Voraussetzungen übertragen werden können. Die Ergebnisse des SEM zeigen jedoch, dass die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit u.a. durch verkehrsmittelbezogene Einstellungen beeinflusst wird. Demnach muss beachtet werden, dass, aufgrund etwaiger stadt- und regionsspezifischer Unterschiede in Soziodemographie, Mobilitätssozialisation (Klinger, 2017) oder der verkehrsmittelbezogenen Einstellungen, Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit von den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit

abweichen können. So könnten Menschen, wohnhaft bspw. in der Region Stuttgart, durch eine regionspezifisch höhere Affinität zum Pkw (repräsentiert durch einen hohen Pkw-Besitz, BMVI, 2018a, 2018c), womöglich differierende verkehrsmittelbezogene Einstellungen haben und die fußläufige Erreichbarkeit anders wahrnehmen als in den untersuchten Quartieren in Hamburg. Von einer Übertragbarkeit in ländliche Gebiete ist hingegen weniger auszugehen. So wird angenommen, dass die objektiven Voraussetzungen die Wahrnehmung der fußläufigen Erreichbarkeit deutlich stärker determinieren als in gut ausgestatteten urbanen Quartieren. Aus der vorliegenden Dissertation ergibt sich daher zum einen der Forschungsbedarf unterschiedliche sozialräumliche urbane Quartiere zu betrachten und zum anderen die Vergleichbarkeit in ländlichen Räumen zu untersuchen.

Wie in Kapitel 3.3 erläutert, wurden die Zielgruppen der älteren Menschen (65 Jahre und älter) und der Familien mit Kindern unter 15 Jahren gewählt. Durch die Zielgruppenauswahl und der daraufhin personenspezifischen Zustellung der Erhebungsunterlagen, erwies sich die Rekrutierungsmethode (vgl. Kap. 3.4) angesichts der geringen Rücklaufquote als sehr aufwendig, jedoch im Ergebnis zielführend. In zukünftigen Studien könnte zur Erhöhung der Rücklaufquote vermehrt eine Zusammenarbeit mit unterschiedlichen städtischen Akteuren als Multiplikatoren angestrebt werden. Der Einbezug von zielgruppenspezifischen Akteuren, wie bspw. der Caritas, Seniorenbüros, Schulen und Kindertagesstätten als Multiplikatoren, könnte dafür von großem Nutzen sein, da diese Vertrauen in die wissenschaftlichen Institutionen vermitteln und der Rücklauf potenziell erhöht werden könnte. Die Verwendung eines Logos der jeweiligen Stadt könnte einen offizielleren Charakter vermitteln und potenziell zur Erhöhung der Teilnahmebereitschaft beitragen. In der vorliegenden Arbeit wurde zur Ankündigung und Akzeptanzerhöhung ein Artikel in der Tagespresse veröffentlicht. Die Erhebungsunterlagen wurden persönlich per Postwurfsendung mit frankiertem Rückumschlag zugestellt. Aus Gründen der Zeit- und Ressourceneffizienz bzw. der Nachhaltigkeit, könnte zukünftig auf online-basierte Erhebungsunterlagen oder Telefoninterviews zurückgegriffen werden.

Hinsichtlich der Auswahl der beiden Zielgruppen ist zudem kritisch zu reflektieren, dass in der vorliegenden Arbeit keine Aussagen über die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit der allgemeinen Bevölkerung oder der Kinder selbst getätigt werden konnte. Dennoch wurden, durch die Auswahl der Eltern/Erziehungsberechtigten oder erwachsenen Familienmitglieder, Repräsentanten der Kinder befragt, die zwar nicht die Sicht der Kinder widerspiegeln, jedoch die Bedürfnisse und teils einflussnehmenden Faktoren auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit artikulieren konnten.

Darüber hinaus gibt es bereits vermehrt Studien zur Walkability und Erreichbarkeit von Kindern (Babb et al., 2011; Buck et al., 2015; Gorrini et al., 2023). Die Bedürfnisse, Herausforderungen und Wahrnehmungen ihrer Begleitpersonen, also Eltern/Erziehungsberechtigte oder Geschwister, die sie auf Alltagswegen zu Fuß, mit ihren Kinderwagen oder Kinderfahrrädern begleiten und sich um ihre Sicherheit und Wohlbefinden bemühen, wird häufig nicht untersucht.

Wird in zukünftigen Studien neben den erwachsenen Familienmitgliedern intendiert auch Kinder und Jugendliche in Bezug auf ihre wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit zu untersuchen, bieten sich neben quantitativen Befragungen ebenfalls qualitative Methoden der empirischen Sozialforschung an. So kann bspw. im Rahmen von Fokusgruppen oder Walk-Alongs auf die spezifischen Bedürfnisse und Wahrnehmungen von Kindern eingegangen werden (nähere Erläuterung im Kapitel 6.2).

Ferner zeigen die empirischen Befunde der vorliegenden Dissertation sowie weitere Studien, dass auch die Zielgruppe der Älteren ab 65 Jahren weiterführend differenziert untersucht werden sollte. Demnach spielt weniger das kalendarische Alter (Conrad, 2023), sondern Merkmale wie bspw. physische oder kognitive Voraussetzungen und deren Auswirkungen auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit eine Rolle (vgl. Kap. 6.2).

Resümierend wurden in der vorliegenden Dissertation somit zwei potenziell vulnerable Zielgruppen mit ähnlich hohen Anforderungen an ihre fußläufige Erreichbarkeit ausgewählt, deren Wahrnehmungsmuster essentiell sind, um bedarfsgerecht planen zu können.

5.2.2 Erhebungsmethoden

Die empirischen Bausteine umfassen eine Bestandserhebung sowie eine quantitative Personenbefragung mit angekoppeltem Wegetagebuch.

Kleinräumige Bestandsaufnahme

Um die Verkehrs- und Raumqualitäten vertiefend analysieren zu können, wurde als erster empirischer Baustein eine kleinräumige, detaillierte Bestandsaufnahme auf Straßenabschnittsebene in beiden Untersuchungsgebieten durchgeführt (vgl. Kap. 3.5.1). Die Methodik erwies sich als überaus geeignet, da dieser Detaillierungsgrad Informationen über spezifische Merkmale des Quartiers ermöglicht, die nicht aus Sekundärdaten gewonnen werden können. Ferner müssen einige Indikatoren direkt beobachtet oder gefühlt und persönliche Eindrücke des Quartiers eingefangen werden, deren Erhebung die Methodik der Bestandsaufnahme durchaus zulässt. Die Durchführung der Bestandsaufnahme durch einzelne Personen kann zu einem möglichen Bias führen und ist nachfolgend kritisch zu reflektieren. Um dieser Kritik zu begegnen, wurden die einzelnen Segmente jeweils von zwei Personen bewertet, um einem möglichen Bias der Bewertungen vorzubeugen und damit eine gewisse Objektivität zu gewährleisten. Sowohl in Bezug auf Quantität als auch auf Qualität der erhobenen Daten hat sich die Methode als zielführend erwiesen und es konnte ein hoher Mehrwert erzielt werden. Hinsichtlich der Praktikabilität für die Planungspraxis und der Detailschärfe einiger Indikatoren besteht jedoch ein gewisser Diskussionsbedarf. So werden beispielsweise Grünflächen in Form von Bäumen oder Straßenbegleitgrün quantitativ erhoben, die Qualität der Grünfläche wird jedoch nicht berücksichtigt. Becker (2012) weist jedoch darauf hin, dass die positive Assoziation mit Grünflächen durch mangelnde Pflege und Instandhaltung ihre Effektrichtung in der Wahrnehmung schnell umkehren und in Form von Unwohlsein bis hin zu einem assoziierten Angstraum die positive Wirkung auf die Wahrnehmung der Walkability verlieren kann. Die Erhebung potenzieller Angsträume und schlecht beleuchteter Ecken stellt sowohl auf inhaltlicher als auch methodischer Ebene eine besondere Herausforderung dar. Einerseits wird die Bewertung eines Straßenraums oder Platzes als potenzieller Angstraum immer subjektiv erfolgen und wird aufgrund persönlicher Erfahrungen, Sensibilitäten und Wahrnehmungen individuell eingeschätzt. Andererseits wurde die Bestandsaufnahme tagsüber durchgeführt. Demzufolge können die Erkenntnisse aus der ersten Veröffentlichung nicht vollumfänglich durch die Variablen abgebildet und folglich in den PEWI integriert werden. Um dieser Kritik zu begegnen, wurde bewusst bei dem Routing zur Entwicklung des PEWI auf eine vollumfängliche Restriktion (Sperrung des Weges) bei Vorhandensein eines potenziellen

Angstraums verzichtet. Dementsprechend ist es möglich durch den potenziellen Angsträum zu routen, allerdings wird die jeweilige Route mit einem Abzug belastet, welcher den Angsträum repräsentiert.

Eine weitere Einschränkung bezieht sich auf die Indikatoren Begegnungen und Behinderung durch parkende Autos. Die Parkraumsituation unterliegt Schwankungen z.B. in Abhängigkeit der Tageszeit und Behinderungen sind häufig nur temporär. Demzufolge wird eine einmalige Erhebung nur die jeweils aktuelle Situation erfassen können. Durch die Erhebung auf Segmentebene statt auf Punktebene wurde zwar ein allgemeinerer Eindruck festgehalten, in zukünftigen Studien könnten jedoch Begehungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt werden, um ein umfassenderes Bild der Situation zu erhalten. Insgesamt wird durch die angewendete Methodik der Bestandsaufnahme, durch die kleinräumig und detailliert erfassten Variablen, ein bedeutender Mehrwert geschaffen. Weitere Ausführungen zu neuartigen Erhebungsmethoden zur Vereinfachung der Datenerhebung oder Datenverarbeitung für zukünftige Forschung, bspw. durch den Einsatz von computer- und KI-gestützten Verfahren, folgen in Kap. 6.2.

Personenbefragung

Die Erhebungsmethodik von der Konzeption und inhaltlichen Ausgestaltung der Fragebögen, der Ziehung der Stichprobe bis hin zur Verteilung der Fragebögen wurde bereits in Kapitel 3 detailliert erläutert. Mit dem Ziel, Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit messbar zu machen sowie mögliche Determinanten identifizieren zu können, wurden im Rahmen der Personenbefragung vielfältige Themen abgefragt. Die Praktikabilität des Fragebogenumfangs und der Komplexitätsgrad der Fragen ist durchaus kritisch zu reflektieren. Das Ausfüllen von 13 DIN A4 Seiten, mit einer geschätzten Ausfülldauer von ca. 30 Minuten in Kombination mit einem hohen Komplexitätsgrad, könnte das Abbruchrisiko erhöht und die Rücksendequote verringert haben. Durch die Integration von ansprechenden und abwechslungsreichen Designelementen wurde versucht, dieses Risiko zu minimieren (vgl. Kap. 3.5.2). Nichtsdestotrotz ermöglichten ebendieser Umfang und die Komplexität eine vielfältige und detaillierte Datenbasis. In zukünftigen Forschungsarbeiten kann der Umfang durch die Anwendung des entwickelten Instruments und der Integration der wichtigsten dazugehörigen Items deutlich reduziert werden.

Über die im Rahmen der vorliegenden Dissertation angewendeten Methodik einer schriftlichen Befragung ist es hinausgehend denkbar, zukünftig alternative methodische Zugänge heranzuziehen, um Wahrnehmungen der Erreichbarkeit noch präziser erheben zu können. Eine Fokussierung auf telefonische oder persönliche quantitative Interviews sowie Elemente der qualitativen Sozialforschung, wie leitfadengestützte Interviews oder begleitende Walk-Alongs, werden dafür grundsätzlich als geeignet eingeschätzt, wie in Kapitel 6.2 weiter ausgeführt wird.

Wegetagebuch

Als dritter empirischer Baustein wurde die Methodik eines eintägigen Wegetagebuchs angewendet (Kap. 3.5.2) mit dem Ziel, das realisierte Mobilitätsverhalten an einem Stichtag erfassen und nachfolgend im Wirkzusammenhang mit der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit auswerten zu können. Die Konzeption und inhaltliche Ausgestaltung orientiert sich an den etablierten Mobilitätsbefragungen in Deutschland. Kritisch zu reflektieren ist hierbei die Stichtagsbefragung. Die Abbildung eines einzigen Tages könnte zu einer Verzerrung in den Daten geführt haben. Um dieser Kritik entgegenzuwirken, wurde den Proband*innen zum einen die Auswahl des Tages selbst überlassen, um einen

„Ausreißertag“ ausschließen zu können. Durch ein differierendes Mobilitätsverhalten an Wochentagen und am Wochenende durften zum anderen nur Wege eines Wochentags aufgezeichnet werden. Demzufolge fehlt die vollumfängliche Übersicht über eine ganze Woche, dem Risiko eines vorzeitigen Abbruchs und dem potenziellen Verlust von Datenqualität durch einen zu hohen Aufwand kann durch die Stichtagsbefragung jedoch aktiv entgegengesteuert werden. Die Befunde gegenwärtiger Studien zur Anwendung von Wegetagebüchern weisen vermehrt auf eine mögliche Verzerrung hinsichtlich der Anzahl berichteter Wege hin (Miller, 2018; te Braak et al., 2022; Wolf et al., 2003).

Mögliche Gründe für nicht berichtete oder nicht realitätstreu berichtete Wege in den Wegetagebüchern können auf inhaltlicher und methodischer Ebene diskutiert werden. Beispielsweise sind Zubringerwege zu Haltestellen des ÖPNV oder kurze Fußwege oftmals nicht im Bewusstsein der Proband*innen oder werden nicht als solche assoziiert. Folglich werden sie nicht als Fußwege im Wegetagebuch verzeichnet. Eine ausführliche schriftliche Anleitung, mit den explizierten Hinweisen auf Hin- und Rückwege sowie auf kurze Fußwege, intendierte eine Risikominimierung fehlerhafter und verzerrter Daten. Trotz ausführlicher Anleitung können fehlende Fußwege jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden. Zukünftig könnten – wie im Kapitel 6.2 weiter ausgeführt wird – alternative methodische Zugänge wie bspw. (smartphonebasierte) Onlineformate, die durch die Verwendung von GPS-Trackern der Verzerrung durch vergessene Wege vorbeugen und/oder durch die Möglichkeit eines sofortigen Eintragens unterwegs, die Handhabbarkeit und die Datenqualität verbessern. Die Verwendung eines schriftlichen Wegetagebuchs erschien jedoch aufgrund der Zielgruppenauswahl, des technischen Entwicklungsstandes sowie den vermutlich geringen Erfahrungen der Zielgruppen im Umgang mit möglichen Apps in der vorliegenden Dissertation als sinnvoll. Durch eine zunehmende Digitalisierung, auch der Personen ab 65 Jahren (Seifert, 2022), sollte eine online- oder appbasierte Alternative des Wegetagebuchs in den Abwägungsprozess zur Methodenauswahl einfließen. Der Kritik der fehlenden Kontextinformation der Methodik des Wegetagebuchs (Conrad, 2023; Hölzel et al., 2022) konnte durch die Anknüpfung an den Personenfragebogen vorgebeugt und demzufolge die Informationen über das Mobilitätsverhalten mit dem vielfältigen Datensatz des Personenfragebogens verknüpft werden.

5.2.3 Plausibilisierung, Datenaufbereitung und Repräsentativität

Die Datenkontrolle, Plausibilitätsprüfung, Aufbereitung und nachfolgende Auswertung erwiesen sich, durch das umfangreiche Erhebungs- und Datenmaterial (Bestandserhebung, Fragebogen und Wegetagebuch) sowie der Erhebungsform Paper-Pencil, in allen drei methodischen Bausteinen als sehr zeit- und arbeitsintensiv. Wie in Kapitel 3.4 erläutert, war die gezogene Stichprobe repräsentativ. Der Rücklauf kann jedoch potenziell zu Verzerrungen führen, die im Folgenden diskutiert werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei Personen mit eingeschränkten Deutschkenntnissen das Abbruchrisiko aufgrund der Komplexität der Fragen im Fragebogen erhöht war. Im Hinblick auf die Zielsetzung der vorliegenden Dissertation war es jedoch notwendig, komplexe Sachverhalte wie Einstellungen und Wahrnehmungen abzufragen. In zukünftigen Forschungsarbeiten könnte eine Fokussierung auf die Zielgruppe der Älteren ab 65 Jahren und Familien mit Kindern unter 15 Jahren mit Migrationshintergrund und potenziell eingeschränkten deutschen Sprachkenntnissen in Betracht gezogen werden. In Zusammenarbeit mit Repräsentanten z.B. aus Kulturvereinen und der Übersetzung von Fragebögen könnten

dementsprechend wertvolle Erkenntnisse über möglicherweise variierende verkehrsmittelspezifische Einstellungen und potenziell differierende Wahrnehmungsmuster aufgrund unterschiedlicher Mobilitätssozialisation (Welsch, 2019) erzielt werden, die in der vorliegenden Dissertation nicht im Vordergrund standen und nicht zusätzlich geleistet werden konnten. Ferner kann nicht ausgeschlossen werden, dass Personen mit besonders kleinen Kindern aufgrund der Zusatzbelastung oder Hochbetagte, die möglicherweise über fortgeschrittene kognitive und physische Einschränkungen verfügen, aufgrund limitierter zeitlicher Kapazitäten oder Fähigkeiten, nicht an der Befragung teilgenommen haben, obwohl sie durch mögliche Mobilitätseinschränkungen (Kinderwagen, Rollstuhl, Rollator) und dadurch potenziell differierenden Wahrnehmungsmustern, besonders interessant gewesen wären.

Im Rahmen der Datenkontrolle und Plausibilitätsprüfungen konnten in Einzelfällen Unstimmigkeiten bzw. Fehler in Bezug auf das Ausfüllen des Fragebogens, inhaltliche Widersprüche in den Angaben, das Verrutschen in der Zeile oder wahrscheinliche Zahlendreher identifiziert werden. Um den Datenverlust sowie das Risiko der Datenverzerrung zu minimieren, wurden lediglich falsche Angaben verändert. Einzelne Variablen wurden in mehreren methodischen Bausteinen (Personenfragebogen und Wegtagebuch) abgefragt, sodass diese zur Plausibilisierung und bei Widersprüchlichkeit der Angaben verglichen werden konnten. Bevor eine Angabe gelöscht wurde, wurden alle möglichen Erklärungen auf Logik überprüft und versucht, die Angaben möglichst in ihrer Originalform zu erhalten. Ferner wurden Fehlwerte in zwei Kategorien codiert, mit 99 als originärer Fehlwert und mit 88 als Angabe trifft nicht zu. Dementsprechend konnte, aufgrund der fehlenden Praktikabilität von Filterfragen in Paper-Pencil Fragebögen und dem damit einhergehenden erhöhten Fehlerrisiko beim Ausfüllen des Fragebogens, auf Filterfragen verzichtet werden.

Beim Auftreten einer Unstimmigkeit im elektronischen Datensatz wurde die Angabe immer mit dem Originalfragebogen abgeglichen. Die Verwendung der Paper-Pencil-Erhebungsförm schien für die Zielgruppe insbesondere der Älteren am ehesten zielführend, dennoch lässt sie sich aber in Bezug auf den Aufbereitungs- und Plausibilisierungsaufwand durchaus kritisch reflektieren. Grundsätzlich kann die Verwendung von computergestützten Erhebungsformen wie bspw. CAPI oder CATI die Fehleranfälligkeit der Daten reduzieren, da Plausibilisierungsmöglichkeiten vorab programmiert werden können (Albrecht, 2023). In Bezug auf die Zielgruppe der Älteren könnte ein persönliches Interview mit mobilen Endgeräten computerassistent durchgeführt und Daten durch Audioaufnahmen ergänzt werden. Der Plausibilisierungsaufwand würde hierdurch zwar nur wenig gemindert, jedoch die Datenqualität und Möglichkeit der Datenprüfung deutlich verbessert. Allerdings wäre ein solches begleitendes Ausfüllen des Fragebogens im Rahmen der vorliegenden Dissertation u.a. aufgrund des damit einhergehenden hohen Erhebungsaufwandes nicht möglich gewesen. In zukünftigen Forschungsarbeiten könnte ein Erhebungsmix aus computerassistent und Paper-Pencil bei einer zunehmenden Digitalisierung auch bei der Zielgruppe der Älteren zielführend sein, um den Aufbereitungs- und Plausibilisierungsaufwand zu verringern. Insgesamt hat sich der Aufwand als lohnend herausgestellt, da die Daten eine einzigartige Grundlage darstellen, um die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit in Verbindung mit verkehrsmittelbezogenen Einstellungen und dem realisierten Mobilitätsverhalten auswerten zu können.

5.2.4 Reflexion der angewandten statistischen Methoden

Das nachfolgende Kapitel beinhaltet die kritische Reflexion der angewendeten statistischen Auswertungsmethodik. Es ist gegliedert in die *Diskussion der Faktorenanalyse und Reliabilitätsschätzung* (5.2.4.1), die *Regressionsanalytische Untersuchung der Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit* (5.2.4.2), die *Methodik linearer Strukturgleichungsmodelle (SEM)* (5.2.4.3) und die *Entwicklung des Instruments: The Perceived Environment Walking Index (PEWI)* (5.2.4.4).

5.2.4.1 Explorative Faktorenanalyse und Reliabilitätsschätzung zur Entwicklung des Messinstruments wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit und der Identifizierung verkehrsmittelbezogener Einstellungen

Wurde im Kapitel 5.1.1 bereits die Entwicklung des Messinstruments zur wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit inhaltlich diskutiert, so wird im Nachfolgenden die verwendete Methode der Faktorenanalyse, als zentrale Methode zur Prüfung von Messmodellen hypothetischer Konstrukte (Backhaus et al., 2015a), sowie der Reliabilitätsprüfung mit dem Maß Cronbachs Alpha zur Schätzung der Reliabilität kritisch reflektiert.

Mit der Anwendung einer explorativen Faktorenanalyse wurden empirische Messwerte für das nicht direkt messbare, hypothetische Konstrukt der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit ermittelt. Die explorative Faktorenanalyse diente im Nachfolgenden der Konstruktentwicklung und der Untersuchung seiner faktoriellen Struktur. Es wurde die ML-Schätzmethode (full information maximum likelihood) mit einer obliquen Rotation (oblimin) durchgeführt (Jennrich & Sampson, 1966). Demzufolge wurde sich in der vorliegenden Dissertation für eine schiefwinklige Rotation entschieden, bei der die Faktorenachsen, im Gegensatz zur orthogonalen Rotation, nicht mehr das Kriterium eines 90°-Winkels zueinander erfüllen und sich die Winkel der Achsen wie auch die Lage im Raum verändert und neu angeordnet wird (Stumm, 2019). Die Unabhängigkeit der Faktoren ist dementsprechend im Gegensatz zur Varimax Rotation nicht mehr gegeben (Backhaus et al., 2015a; Bortz & Schuster, 2010; Reymont & Jöreskog, 1996). Eine Korrelation ist somit möglich, darf aber nicht zu stark sein. Da in der vorliegenden Dissertation die Items eine gewisse Abhängigkeit zueinander aufweisen, ist die Auswahl der Rotationsmethode zwar zu reflektieren, erscheint jedoch gut geeignet.

Hinsichtlich der Anzahl der zu extrahierenden Faktoren ergab die faktoranalytische Untersuchung des Fragebogens einen substanziellen Faktor. Dies wurde auf Grundlage des Screeplots wiederholt überprüft. Bei Verwendung der oblimin als oblique Rotation wird die Mustermatrix betrachtet, die die Faktorladung des jeweiligen Items veranschaulicht und demnach die Standardpartialkoeffizienten von Faktor und Item abgebildet (Stumm, 2019; Eid et al., 2010).

Auf dieser Grundlage wurden die Items „*Ich kann in meinem Wohnumfeld alles erreichen*“, „*Ich kann meine Wege gut zu Fuß erledigen*“ und „*die Zufriedenheit mit der fußläufigen Erreichbarkeit mit Einrichtung der Nahversorgung und Daseinsvorsorge*“ gemittelt (arithmetischer Mittelwert) und zu einem Konstrukt zusammengefasst. Das Ausmaß der Reliabilität wurde auf Basis einer Konsistenzanalyse bestimmt (Moosbrugger & Kelava, 2012). Neben Verfahren wie der Retest- oder Paralleltest-Reliabilität sowie der Splithalf-Reliabilität, schätzt die interne Konsistenz die Reliabilität durch die Analyse von Zusammenhangsstrukturen der jeweiligen Items. Je stärker die Items miteinander korrelieren, desto

höher ist die interne Konsistenz (Moosbrugger & Kelava, 2012). Das gängige Maß zur Berechnung der internen Konsistenz ist die Berechnung des Koeffizienten α , Cronbachs Alpha, der auch in der vorliegenden Dissertation verwendet wurde. Das Cronbachs Alpha wies in allen drei Veröffentlichungen auf einen konsistenten Faktor hin ($\alpha = 0.72$, $\alpha = 0.77$, $\alpha = 0.75$). Cronbachs Alpha setzt jedoch eine essentielle τ -Äquivalenz voraus und dementsprechend müssen die Itemwerte und die Fehlervarianzen alle gleich sein (Schermelleh-Engel & Werner, 2012). Dies ist in der vorliegenden Dissertation zwar nicht gegeben, denn die Items messen alle dasselbe Konstrukt, aber unterschiedlich stark. Ein Maß, das die essentielle τ -Äquivalenz nicht voraussetzt, ist der McDonalds Omega (Dunn et al., 2014; McDonald, 1999). Cronbachs Alpha ist jedoch die am häufigsten verwendete Methode, die bei Verletzung der Voraussetzungen tendenziell die Reliabilität eher unterschätzt (Schermelleh-Engel & Werner, 2012). Die interne Konsistenz ist in der vorliegenden Dissertation also womöglich höher als mit Cronbachs Alpha ermittelt, so dass sich diese gängige Methode als geeignet und zielführend einschätzen lässt.

Mit dem Ziel einer Übertragbarkeit des Messinstruments in die Planungspraxis, wurde sich bewusst für die Verwendung der Mittelwerte zur Konstruktgenerierung mit Reliabilitätsschätzung entschieden. Diese lassen sich leicht berechnen und interpretieren. Aus methodischer Perspektive ist jedoch kritisch zu reflektieren, dass Mittelwertescores im Gegensatz zu Faktorscores nicht die jeweiligen Faktorladungen gewichtet berücksichtigen. Faktorscores sind genauer, aber durch ihre Standardisierung ist die Verständlichkeit, Interpretierbarkeit und Übertragbarkeit deutlich komplexer als bei einem auf Mittelwerte basierendem Konstrukt. Daher werden in Studien zur wahrgenommenen Erreichbarkeit v.a. Mittelwertescores verwendet (Curl, 2013; Lättman et al., 2016b).

Die verwendete dritte Variable „Zufriedenheit mit der fußläufigen Erreichbarkeit von Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge“ setzt sich aus 14 Items, die die Vielfalt von Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge abbilden sollen, zusammen. Durch die Abfrage einzelner Items anstelle einer komplexen, allgemeinen Frage, wurden Einschätzungen in Bezug auf konkrete Einrichtungen abgefragt. So konnte der Gefahr unterschiedlicher Begriffsverständnisse und -interpretationen vorgebeugt werden. Eine anschließende Konsistenzanalyse zur Schätzung der Reliabilität mit dem Reliabilitätsmaß Cronbachs Alpha ergab ein konsistentes Konstrukt. Da die Abbildung des gesamten Themenkomplexes Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge, als Teil der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit, in die Faktorenanalyse integriert werden und keine Fokussierung auf spezielle Einrichtungen gelegt werden sollte, erwies sich die Erstellung eines Konstrukts als geeignet und zielführend. In zukünftigen Studien ist zur Validierung des Konstrukts zu empfehlen, weitere Methoden der empirischen Sozialforschung wie Expertenworkshop oder Walk-Alongs anzuwenden. Diese Methoden haben das Potenzial qualitativ zu überprüfen, ob die erhobenen Items die Wahrnehmung fußläufiger Erreichbarkeit auch wirklich valide abbilden (weitere Erläuterungen in Kap. 6.2).

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurde das erläuterte Verfahren der explorativen Faktorenanalyse und der Konsistenzanalyse zur Schätzung der Reliabilität mit Cronbachs Alpha, als gängiges Maß der internen Konsistenz, ferner in der zweiten Veröffentlichung zur Identifizierung von Faktoren verkehrsmittelbezogener Einstellungen angewendet. Die faktoranalytische Untersuchung ergab drei substantielle Faktoren. Resümierend kann kritisch reflektiert werden, ob der Einsatz einer explorativen Faktorenanalyse jeweils zielführend für die Messung der erläuterten hypothetischen Konstrukte war, da

beispielsweise eine direkte Messung des Konstrukts möglich war. Die Gründe zur Auswahl der Methodik lassen sich auf methodischer Ebene diskutieren: 1) die direkte Abfrage eines hypothetischen Konstrukts erhöht das Risiko unterschiedlicher Begriffsverständnisse und -interpretationen und demnach steigt die Gefahr einer verminderten Vergleichbarkeit, 2) hypothetische Konstrukte beinhalten häufig mehrere Dimensionen, sodass eine direkte Abfrage ohne eine direkte Verhaltens- oder Konstruktbeobachtung bei Beantwortung der Frage nicht geeignet ist (Backhaus et. al, 2015a). Insgesamt erwies sich die angewendete Methodik in beiden Verfahren – zur Entwicklung des Instruments zur wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit sowie zur Konstruktentwicklung verkehrsmittelspezifischer Einstellungen – als geeignet und zielführend.

5.2.4.2 Regressionsanalytische Untersuchung der Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit

Mit dem Ziel, Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit sowie deren Effektrichtung und -stärke zu identifizieren, wurden, wie in Kapitel 3.6.2 und 3.6.3 dargestellt, zwei multivariate statistische Verfahren angewendet: eine regressionsanalytische Untersuchung und ein Strukturgleichungsmodell. Um das Konstrukt der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in Abhängigkeit mehrerer Einflussgrößen x_1 , x_2 , x_3 , ... simultan zu modellieren (Döring & Bortz, 2006; Toutenburg & Heumann, 2008), wurde zunächst das Verfahren einer multiplen linearen Regression angewendet. Die Rechnung linearer Regressionsmodelle erlaubt hierbei die Untersuchung angenommener Ursache-Wirkungs-Beziehungen mit einer abhängigen Variable y *wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit* und einer Wirkungsrichtung, wobei die Effektstärke und -richtung der Koeffizienten zur Interpretation der angenommenen Ursache-Wirkungs-Beziehung dient. Die Parameterschätzung in den zwei multiplen Regressionsmodellen erfolgte explorativ. Dabei wurden für ein Gesamtmodell die wichtigsten Einflussfaktoren, deren Effektrichtung und der Erklärungsgehalt der Modelle bestimmt.

Die unabhängigen Variablen in den zwei multiplen Regressionsmodellen (Veröffentlichung 1) decken zum einen soziodemographische Faktoren ab und wurden der Personenbefragung entnommen – u.a. das Geschlecht, die Zielgruppe, das Einkommen und der Bildungsgrad. Allein das Alter wurde aufgrund der zwei spezifischen Zielgruppen nicht als metrische Variable integriert, sondern als dichotome Variable mit den Ausprägungen Familien mit Kindern unter 15 Jahren und Personen ab 65 Jahren. Bei der Berechnung der Effektrichtungen und -stärken zeigte sich ein schwacher, nicht signifikanter Effekt. Ein Erklärungsgrund könnte in der gleichzeitigen Integration der unabhängigen Variablen der wahrgenommenen Barrierefreiheit und Mobilitätseinschränkungen liegen (Vgl. Kap. 5.1.2). Die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit differiert demnach nicht per se zwischen den Zielgruppen, sondern wird durch die wahrgenommene Barrierefreiheit sowie die Mobilitätseinschränkung signifikant beeinflusst. Diese Ausführungen mögen verdeutlichen, dass Personen ab 65 Jahren im Allgemeinen nicht automatisch über ähnliche Mobilitätsvoraussetzungen verfügen und folglich die fußläufige Erreichbarkeit nicht potenziell schlechter wahrnehmen als Familien mit Kindern unter 15 Jahren. Wenn die Gruppe der Älteren im Fokus von Untersuchungen steht, wäre es – wie auch Lättman et al. (2019) verdeutlichen – methodisch zielführend, das Alter nach Altersgruppen aufzuteilen. Diese könnten stellvertretend für die mit zunehmendem Alter unterschiedlichen körperlichen und kognitiven Voraussetzungen und deren

Auswirkungen auf die Wahrnehmung der fußläufigen Erreichbarkeit stehen, falls diese Variablen nicht differenziert untersucht werden können (vgl. Kap. 6.2).

Ferner verfügen die Modelle mit zwölf unabhängigen Größen über recht viele Kovariate, deren Effektstärken sich gegenseitig überschneiden bzw. aufheben können. Die Variable Bildung wurde dichotomisiert und hatte nur einen sehr leichten, nicht signifikanten Effekt. Eine Differenzierung in mehrere Bildungskategorien könnte vermeintlich zu differenzierteren Ergebnissen und möglicherweise höheren Effektstärken führen.

Für die Zusammensetzung der Variablen Zufriedenheit mit der allgemeinen Erreichbarkeit, wahrgenommene Barrierefreiheit, wahrgenommene Sicherheit sowie wahrgenommene Sauberkeit wurden mehrere Items jeweils gemittelt und zu einem Konstrukt zusammengefasst (Nähere Erläuterung in Veröffentlichung 1). Mit dieser Methodik wurde intendiert, Themen, die zum einen über mehrere Dimensionen verfügen und zum anderen durch ein potenziell unterschiedliches Begriffsverständnis und -interpretation (bspw. Barrierefreiheit oder Erreichbarkeit) eine geringere Vergleichbarkeit aufweisen können, nicht allein durch ein Item zu messen, sondern durch mehrere empirische Messwerte abzufragen. Die Variable wahrgenommene Barrierefreiheit beinhaltet die individuelle Bewertung des Quartiers hinsichtlich abgesenkter Bordsteine, Querungsmöglichkeiten, Sitzmöglichkeiten und öffentlicher Toiletten. Die Variable Sicherheit nach Einbruch der Dunkelheit wird aus der übergeordneten Bewertung der wahrgenommenen Sicherheit im Wohnumfeld und der wahrgenommenen Sicherheit nach Einbruch der Dunkelheit zusammengesetzt. Schließlich setzt sich auch die Variable Sauberkeit aus zwei Items zur Bewertung und Zufriedenheit der Sauberkeit zusammen. Kritisch zu reflektieren ist hierbei, dass nicht die einzelnen Items in die multiple Regression integriert wurden und demnach keine Möglichkeit einer differenzierten Berechnung der einzelnen Effektrichtungen und -stärken bestand. Aus den erläuterten Gründen erwies sich diese Vorgehensweise jedoch als sinnvoll und zielführend.

In dem zweiten multiplen Regressionsmodell wurde die aus dem Wegetagebuch stammende Variable Anzahl Fußwege pro Person und Tag als Mobilitätsmaß ergänzend integriert. In der regressionsanalytischen Untersuchung sowie dem nachfolgend diskutierten Strukturgleichungsmodell ist ein kritischer Blick auf die Wahl des Mobilitätsmaßes durchaus lohnenswert. Das Zufußgehen wird in der vorliegenden Dissertation durch die Variable Anzahl Fußwege pro Person und Tag abgebildet. Als gängiger Indikator zur Abbildung des verkehrsmittelspezifischen Mobilitätsverhaltens ist die Wahl zwar anschlussfähig an nationale Mobilitätserhebungen, jedoch könnte in zukünftigen Forschungsarbeiten neben der reinen Anzahl an Fußwegen auch der Wegezweck und die -distanz einbezogen werden. Penger (2020) diskutiert/empfiehlt bspw. eine Abbildung des Mobilitätsverhaltens als latentes Konstrukt, um sich der Vielschichtigkeit des Mobilitätsbegriffs und dessen Komplexität anzunähern. Dementsprechend könnte bspw. differenziert werden zwischen dem reinen Fußweg zur Erledigung von Einkäufen, Freizeitwegen und Fußwegen mit Zubringerfunktion zur Nutzung des ÖPNVs (Veröffentlichung 2).

Im Allgemeinen ist bei der Anwendung einer linearen multiplen Regression kritisch zu reflektieren, dass nur eine Wirkrichtung untersucht und dementsprechend von Kausalitäten ausgegangen wird, die jedoch auch in der gegensätzlichen Wirkrichtung, sogenannter interdependenter Beziehungen, vorliegen können. Wie oben kurz erläutert, werden außerdem Effektrichtungen und -stärken der einzelnen unabhängigen Variablen grundsätzlich unter der Annahme untersucht, dass diese nicht im Zusammenhang

stehen. Eine vollumfängliche Unabhängigkeit ist in der Realität jedoch nahezu unmöglich. Hängen Prädiktoren zusammen, ist eine Abgrenzung der Effekte voneinander nur eingeschränkt möglich. Dementsprechend kann es zu einer Unterschätzung der Signifikanzen der jeweiligen Effekte kommen, die Schätzer an sich bleiben jedoch unverzerrt (Auer & Rottman, 2007; Konrad, 2016; Kuss & Eisend, 2010).

Um mehr über die Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen herauszufinden, ist es daher sinnvoll, alternativ Mehrgleichungsmodelle zu rechnen, die durch simultane Gleichungssysteme interdependente Beziehungen untersuchen können (Backhaus et al., 2015a). Insbesondere mit dem Ziel, neben den Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit, auch die Interdependenz mit dem Mobilitätsverhalten zu untersuchen, wurde im nächsten Schritt ein Strukturgleichungsmodell gerechnet, welches im Folgenden methodisch diskutiert wird.

5.2.4.3 Methodik linearer Strukturgleichungsmodelle (SEM) zur Untersuchung von Interdependenzen zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, verkehrsmittelspezifischer Einstellungen und dem Zufußgehen

Mit der Anwendung eines linearen Strukturgleichungsmodells wurden in der vorliegenden Dissertation durch simultane Gleichungssysteme interdependente Beziehungen zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, soziodemographischen Faktoren, verkehrsmittelspezifischen Einstellungen und dem realisierten Zufußgehen untersucht.

In der vorliegenden Dissertation wurde die Software AMOS 27 (Analysis of Moment Structures) genutzt und ein kovarianzanalytischer Ansatz verfolgt. Bei diesem Ansatz werden alle Modellparameter simultan geschätzt. Diese Auswahl ist aus methodischer Sicht nachfolgend kritisch zu reflektieren. Ein anderer Ansatz ist der varianzanalytische Ansatz, bei dem die Schätzung der Beziehung im Strukturmodell über den Gamma-Koeffizienten, also den Regressionskoeffizienten, erfolgt. Dabei werden Faktorenanalysen zur Bestimmung der Messgrößen endogener und exogener latenter Konstrukte vorgeschaltet und anschließend eine Regressionssschätzung über die Regressionskoeffizienten vorgenommen. Ein Beispiel für einen varianzanalytischen Ansatz ist bspw. das Partial Least Squares (PLS)-Verfahren (Bliemel et al., 2005). Im Rahmen des Review-Prozesses der zweiten Veröffentlichung wurde die Wahl eines kovarianzanalytischen Ansatzes kritisch diskutiert, da der PLS-Ansatz bspw. keine Multinormalverteilung der Daten voraussetzt. Mit der angewendeten Software AMOS 27 war die Berechnung eines PLS-Verfahrens nicht möglich. Daher wurde zur Abwägung der Verfahrenswahl in der vorliegenden Dissertation ein PLS-Verfahren mit dem Programm Smart PLS durchgeführt. Die sachlogische Prüfung dieser Ergebnisse ergab Unplausibilitäten in den Ergebnissen der Faktorenanalyse sowie den Schätzergebnissen, die zur Entscheidung gegen den Einsatz eines PLS-Verfahrens führten. Der kovarianzanalytische Ansatz, der anhand der empirischen Messgrößen Korrelationen und Kovarianzen zwischen den einzelnen Messgrößen hypothetischer Konstrukte berechnet (Backhaus et al., 2015b), erwies sich mit dem Ziel, die Gesamtheit eines hypothetischen Systems simultan zu untersuchen, als geeignet und zielführend.

Das Pfaddiagramm mit den jeweiligen Parameterspezifikationen zeichnete die theoretisch diskutierten Zusammenhänge zwischen wahrgenommener und objektiver Erreichbarkeit, verkehrsmittelspezifischen

Einstellungen, dem Zufußgehen sowie dem Einfluss soziodemographischer Faktoren nach. Durch den explorativen Charakter des vorliegenden Dissertationsvorhabens und durch die Untersuchung komplexer Fragestellungen ist die Anzahl der zu schätzenden Parameter und der daraus folgende Komplexitätsgrad des erläuterten SEM sehr hoch. Übersteigt das Verhältnis der zu schätzenden Parameter die eindeutigen Informationen in der Kovarianzmatrix, steigt das Risiko, ein saturiertes oder nicht identifiziertes Modell zu erhalten. Die Durchführung von Mediationsanalysen mit der gleichzeitigen Untersuchung direkter und indirekter Effekte machte die Anzahl der zu schätzenden Parameter jedoch notwendig. Ferner war bei dem in Kapitel 2.4.2 dargestellten Erkenntnisstand der einschlägigen Fachliteratur eine Komplexitätsreduzierung für die Untersuchung der übergeordneten Zielstellung nicht zielführend. Eine Reduzierung der Komplexität und eine Steigerung der Robustheit kann in zukünftigen Studien auf Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse durch eine Fokussierung auf explizite/spezifische Effekte erreicht werden. Ferner besteht die Möglichkeit, die Effekte durch die Analyse größerer Stichproben deutlicher herauszuarbeiten. Durch den explorativen Charakter des Dissertationsvorhabens sowie der Analyse von Mediationseffekten erwies sich diese Vorgehensweise jedoch als zielführend.

In der vorliegenden Dissertation wurde das Schätzverfahren die Maximum-Likelihood-Methode (ML) verwendet. Amos bietet zwar noch weitere Schätzalgorithmen, die sich z.B. hinsichtlich der Ausgabe von Inferenzstatistiken unterscheiden, jedoch weist die ML-Methode die höchste Effizienz in der Schätzung auf und ist darüber hinaus skaleninvariant (Backhaus et al., 2015b). Die ML-Methode setzt eine Multinormalverteilung voraus, die in der vorliegenden Arbeit nicht gegeben war. Für den Fall der Verletzung der Verteilungsvoraussetzung hat Browne (1984) das asymptotisch verteilungsfreie Schätzverfahren (ADF) entwickelt. Simulationsstudien zeigen jedoch, dass die ML-Methode, die zwar abhängig vom N ist und dennoch robuste Schätzungen erlangt, besser abschneidet als die ADF-Schätzmethode und demnach die bevorzugte Methode für die Analyse auch nicht-normalverteilter metrischer Variablen ist (Schermelleh-Engel et al., 2003).

Neben der Identifizierung einflussnehmender Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit bestand ein weiteres Kernziel der Arbeit in der Untersuchung der Mediatorfunktion wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit sowie verkehrsmittelspezifischer Einstellungen. Um von einer Mediatorfunktion ausgehen zu können, können unterschiedliche Test-Verfahren angewendet werden. Nach Baron und Kenny (1986) wird eine Signifikanzstrategie für Mediationshypothesen nach dem Ansatz der kausalen Schritte durchgeführt (Baltes-Götz, 2020). Demnach müssen vier Voraussetzungen erfüllt sein (Baron & Kenny, 1986; Holmbeck, 1997; Urban & Mayerl, 2018): 1) Der Prädiktor muss eine signifikante Auswirkung auf den Mediator haben. 2) Der Prädiktor muss eine signifikante Auswirkung auf die abhängige Variable in einem Modell haben, das die Mediatorvariable nicht enthält. 3) Der Mediator muss eine signifikante Auswirkung auf die abhängige Variable haben. 4) Die Auswirkung des Prädiktors auf die abhängige Variable muss reduziert werden, wenn der potenzielle Mediator als zusätzlicher Prädiktor in das Modell aufgenommen wird (Urban & Mayerl, 2018). Diese Voraussetzungen wurden im Rahmen der Dissertation und dem damit verbundenen Review-Prozess kritisch geprüft und diskutiert. In der modernen Methodenliteratur gilt der Ansatz von Baron und Kenny (1986) als veraltet (Baltes-Götz, 2020; Hayes, 2018). So wurde im Rahmen des Review-Prozesses der zweiten Veröffentlichung das Bootstrapping Verfahren und die damit einhergehende Untersuchung der Signifikanz indirekter

Effekte empfohlen. Dieser Empfehlung wurde in der vorliegenden Dissertation gefolgt. Die Ergebnisse der Mediationsanalyse lassen sich parallel dazu auch mit dem Ansatz der kausalen Schritte bestätigen und halten somit dem konservativen Verfahren nach Baron & Kenny (1986) stand.

Um die Signifikanz indirekter Effekte berechnen zu können, wird in der Fachliteratur des Weiteren die Anwendung des sogenannten Sobel-Tests (Sobel, 1982) kritisch diskutiert. Der Sobel-Test zielt darauf, „Standardfehler zur Stichprobenschätzung **ab** des indirekten Effekts (also zum Produkt von zwei Zufallsvariablen) aus den Standardfehlern der Faktoren **a** und **b** zu berechnen und darauf einen Signifikanztest mit normalverteilter Prüfgröße zu begründen“ (Baltes-Götz, 2020, S. 19). Dieser wurde in der vorliegenden Dissertation händisch berechnet. Obwohl der Test Fehlwerte erlaubt und demnach die Möglichkeit bestand, die gesamte Stichprobe erhalten zu können, wurde sich in der Dissertation schlussendlich gegen die Verwendung des Sobel-Tests entschieden, da er in der Fachliteratur mittlerweile aufgrund fehlender Power nicht mehr empfohlen wird (Hayes, 2018). Stattdessen wurde final die ML-Schätzmethode mit Bootstrapping angewendet, da dessen Anwendung dem Ansatz von Baron & Kenny (1986) durch ihren erhöhten Aufwand und die Fehleranfälligkeit aufgrund separater Signifikanztests vorgezogen wird. Hayes (2018, S. 116) führt dazu aus: „*It is better to minimize the number of inferential procedures one must employ in order to support a claim. A single inferential test of the indirect effect is all that is needed*“. Da das Bootstrapping keine Fehlwerte erlaubt, musste die Stichprobe für die Berechnung des SEM von $N = 358$ auf $N = 217$ reduziert werden. Die Reduktion lässt sich u.a. durch die hohe Komplexität des hypothetischen Gesamtsystems und die demnach hohe Anzahl der integrierten Variablen erklären, da Fehlwerte in einer Variable direkt zum Ausschluss des Falles geführt haben. Infolgedessen gehen wertvolle Erkenntnisse verloren. Das Vorhandensein von Fehlwerten ist u.a. durch die Integration sensibler Inhalte (bspw. Einkommen) oder durch Fragen mit einem hohen Komplexitätsgrad (bspw. zu verkehrsmittelspezifischen Einstellungen) zu erklären (Weiber & Mühlhaus, 2014).

Um eine Verzerrung der Standardfehler zu reduzieren, wurde in der vorliegenden Dissertation das ML-Schätzverfahren mit Bootstrapping (1000) durchgeführt. Bei der Anwendung der Bootstrap-Methode werden aus der Datenmenge wiederholt Stichproben gezogen und die Modellschätzungen durchgeführt (Backhaus et al., 2015b; Scheiner, 2020). Die Schätzung des Standardfehlers des jeweiligen Parameters besteht hierbei aus den Standardabweichungen der Schätzwerte, die durch die Bootstrap-Methode in einer bestimmten Menge und Verteilung gewonnen werden (Backhaus et al., 2015b). Kritisch zu reflektieren ist die Anwendung der Bootstrap-Methode bei einem $N = 217$. In der Fachliteratur fortgeschrittener multivariater Statistik wird die Methode des Bootstrapping für größere Stichproben empfohlen. Gegenwärtige Studien empfehlen sie jedoch auch für einen moderaten Stichprobenumfang ($N = 50$, Chernick, 2008, $N = 100$, Ichikawa & Konishi, 1995). Ichikawa und Konishi resümieren in ihrer Simulationsstudie, dass „[...] *the bootstrap methods performed nicely under normal and nonnormal situations when sample size was moderate*“ (Ichikawa & Konishi, 1995, S. 89). Ory und Mokhtarian (2010) verglichen ML-, asymptotisch verteilungsfreie (ADF)- und Bootstrap-Verfahren und kamen zu dem Schluss, dass die Verfahren selbst bei hoher multivariater Kurtosis und kleinen Stichproben geeignet sind. In zukünftigen Studien ist zu überprüfen, ob anstatt des ML-Schätzverfahrens mit Bootstrapping die MLR-Schätzmethode (Maximum Likelihood robust) angewendet werden könnte. Erstens hat die MLR-Schätzmethode zum Vorteil, dass sie robust gegen die Verletzung einer multivariaten

Normalverteilung ist und Standardfehler direkt angepasst werden. Zweitens sind Fehlwerte erlaubt und werden im Rahmen der Berechnung simultan ersetzt. Dementsprechend könnte die Stichprobe in ihrer Originalität/Gesamtheit bestehen bleiben, ein Erkenntnisverlust vermieden und die Effekte, wie bereits erläutert, stärker herausgearbeitet werden.

Neben der Identifizierung einflussnehmender Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit und der Untersuchung nachgeschalteter Mediationen ist die Unterscheidung der zwei unterschiedlichen Zielgruppen kritisch zu reflektieren. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse (Kap. 5.1.2) sowie des SEM ergaben keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit, des Zuzußgehens oder der verkehrsmittelspezifischen Einstellungen. In zukünftigen Studien mit größeren Fallzahlen ist eine weiterführende Unterscheidung der zwei Zielgruppen jedoch sinnvoll. Zum einen könnte die Stichprobe geteilt und die Analyseverfahren für die spezifischen Zielgruppen separat gerechnet und diese im Detail untersucht werden. Aufgrund der geringen Fallzahl in der vorliegenden Dissertation konnte dieses Vorgehen jedoch nicht angewendet werden, da die Modelle enorm an Power verloren hätten. Daher wurde die Teilung der Stichprobe nicht als sinnvoll erachtet. Zum anderen ist die Anwendung einer Moderationsanalyse grundsätzlich eine Möglichkeit, die Abhängigkeit der jeweiligen Effekte von der Zielgruppe zu untersuchen. Aufgrund der hohen Komplexität des bestehenden Modells mit mehreren nachgeschalteten Mediationen hätte die Rechnung einer Moderationsanalyse zu einer Überkomplexität des Modells geführt. Die Anwendung einer Moderationsanalyse ist jedoch in zukünftigen Studien in Erwägung zu ziehen, um die Unterschiede zwischen den Zielgruppen weiterführend wissenschaftlich zu untersuchen. Die sachlogische sowie theoretische Plausibilisierung der geschätzten Parameter schloss eine Fehlspezifikation im Modell aus (Backhaus et al., 2015b).

Die Schätzergebnisse, als zentrale Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells, können anhand differenzierter deskriptiver, inferenzstatistischer sowie inkrementeller Gütekriterien beurteilt werden. Dabei können Teilstrukturen sowie die Gesamtmodellstruktur des Strukturgleichungsmodells separat beurteilt werden (Backhaus et al., 2015a). Im Allgemeinen steht dabei der Vergleich der empirischen und aus den Schätzungen ermittelten (geschätzten Modellparametern) Varianz-Kovarianz-Matrix im Fokus, deren Übereinstimmung die Passgenauigkeit des SEM zu den empirischen Daten abbildet, die sogenannte Anpassungsgüte. Um das Modell in seiner Gesamtheit beurteilen zu können, kann, als deskriptives Maß zur Beurteilung der Passfähigkeit des SEM zu den empirischen Daten, der Chi-Quadrat-Wert (χ^2 -Wert) herangezogen werden. Je niedriger der Wert, desto geringer ist die Abweichung der im SEM geschätzten Varianz-Kovarianz-Matrix zu derjenigen der empirischen Daten. Da dieser Wert jedoch auch hohe Werte annimmt, wenn nur ein kleiner Teil des komplexen Modells vom perfekten Abbild abweicht, wurde in der vorliegenden Dissertation auf die Anwendung des Chi-Quadrat-Werts verzichtet und stattdessen das adäquatere deskriptive Gütekriterium $\frac{\chi^2}{df} \leq 2,5$ zur Beurteilung gewählt (Backhaus et al., 2015b). Mit einem Wert von 2.050 ist das Modell auf Grundlage des $\frac{\chi^2}{df}$, nicht abzulehnen. Kritisch zu reflektieren ist aus methodischer Sicht, dass dieses Gütekriterium über eine hohe Sensitivität in Bezugnahme auf die Stichprobengröße und die Voraussetzung normalverteilter Daten verfügt (Weiber & Mühlhaus, 2014; Ramlall, 2016). Um dieser Kritik zu begegnen, wurde in der vorliegenden Dissertation ein weiteres, robusteres inferenzstatistisches Gütekriterium zur Beurteilung der Gesamtanpassungsgüte

des Modells herangezogen: das Root-Mean-Square-Error of Approximation (RMSEA). Dieses überprüft, inwieweit das Modell die Realität hinreichend approximiert (Backhaus et al., 2015b). Ein guter bis akzeptabler Modellfitwert liegt dann vor, wenn $RMSEA \leq 0,08$ ist. Das in der vorliegenden Dissertation berechnete SEM verfügt mit $RMSEA = 0,07$ über einen akzeptablen Modellfit und approximiert dementsprechend hinreichend die Realität. In Verbindung mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $PCLOSE = 0,005$ weisen die Gütekriterien auf einen guten Modellfit des angewendeten SEM hin. $PCLOSE$ wird in AMOS ausgewiesen und sollte einen Wert von $PCLOSE = 0,05$ nicht überschreiten (Backhaus et al., 2015b; Ramlall, 2016).

Neben Gütekriterien, die die Gesamtanpassungsgüte beurteilen, wurde darüber hinaus ein inkrementelles Fitmaß zur Beurteilung hinzugezogen. Als inkrementelles Fitmaß wurde der Comparative-Fit-Index (CFI) ausgewählt und angewendet. Der CFI misst in Bezug auf die χ^2 -Verteilung Verteilungsverzerrungen. Dementsprechend werden Werte zwischen 0 und 1 ausgegeben, wobei ein Wert $CFI > 0,9$ auf einen guten Modellfit hinweist. Das vorliegende Modell entspricht diesem Wert mit $CFI = 0,921$ und kann demnach auch der Überprüfung durch ein inkrementelles Gütekriterium Stand halten. Theoretisch stehen noch weitere Gütekriterien zur Beurteilung des Modellfits zur Verfügung, u.a. der Goodness-of-Fit-Index (GFI) oder der Adjusted-Goodness-of-Fit-Index (AGFI). Durch aktuelle Simulationsstudien wird jedoch die Anwendung dieser Gütekriterien zur Beurteilung des Modellfits nicht mehr empfohlen und wurde daher nicht angewendet (Weiber & Mühlhaus, 2014). Resümierend wurde in der Beurteilung des Modellfits der Empfehlung gefolgt, mindestens ein Maß der jeweiligen Güteklasse anzuwenden und demnach ein deskriptives, ein inferenzstatistisches und ein inkrementelles Gütemaß zur Beurteilung des Modellfits heranzuziehen (Weiber & Mühlhaus, 2014), die das berechnete SEM mit durchweg guten Modellfit-Werten als stabil und zielführend beurteilten.

Diese Ausführungen mögen verdeutlichen, dass Strukturgleichungsmodelle angesichts der Komplexität von Wechselbeziehungen zwischen objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit, soziodemographischen Faktoren, verkehrsmittelspezifischen Einstellungen und dem realisierten Mobilitätsverhalten eine geeignete und zielführende Methodik darstellen, um diese Wechselbeziehungen im Detail untersuchen und folglich besser verstehen zu können.

5.2.4.4 Die Entwicklung des Messinstruments: The Perceived Environment Walking Index (PEWI)

Wurde im Kapitel 3.6.4 bereits die Entwicklung des Instruments Perceived Environment Walking Index (PEWI) beschrieben, so wird im Nachfolgenden die verwendete Methodik kritisch reflektiert.

Mit der Entwicklung des Instruments Perceived Environment Walking Index (PEWI) konnten die Erkenntnisse aus den Veröffentlichungen 1 und 2 durch die Anpassung eines bestehenden Erreichbarkeitstools und der Integration von 18 Walkability-Indikatoren sowie dem Konstrukt der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in einem planungspraktischen Tool vereint werden. Dementsprechend wird der inhaltlichen Kritik an gängigen Erreichbarkeitssinstrumenten begegnet und neben dem wissenschaftlichen auch der planungspraktische Diskurs zur Erreichbarkeitsforschung und -planung aktiv mitgestaltet.

Der PEWI wurde in einem dreistufigen Verfahren entwickelt. Die einzelnen Verfahrensschritte werden nachfolgend aus methodischer Perspektive kritisch diskutiert. Im ersten Verfahrensschritt wurde die objektive fußläufige Erreichbarkeit entsprechend dem etablierten Erreichbarkeitsinstrument, dem Walk Score®, berechnet (Carr et al., 2010; Duncan et al., 2011; Hirsch et al., 2013; Walk Score®, 2011). Kritisch zu diskutieren ist bei der Mannigfaltigkeit an Instrumenten die Auswahl des Walk Scores® als bevorzugtes Instrument zur Entwicklung des PEWI. Die Gründe lassen sich sowohl auf methodischer sowie auf anwendungsorientierter Ebene diskutieren. Wie bereits erläutert, weist der Walk Score® in seiner Originalform hinsichtlich der Übertragbarkeit auf deutsche Erreichbarkeitsverhältnisse (Fina et al., 2018), der Berücksichtigung unterschiedlicher Zielgruppen (Conrad, 2023; Reyer, 2017) der Berücksichtigung von Wirkungseffekten sowie Wahrnehmungen fußläufiger Erreichbarkeit zahlreiche Defizite auf. Grundsätzlich ist der Walk Score® jedoch als ein effizientes, kosteneffizientes und valides Instrument zur Bewertung fußläufiger Erreichbarkeit anzusehen. Da es sich um einen weit verbreiteten und akzeptierten methodischen Ansatz handelt, der bereits in mehreren wissenschaftlichen Studien verwendet und angepasst wurde (Fina et al., 2022; Hall & Ram, 2018; Vale et al., 2016), wurde er als Basis für die Entwicklung des PEWI ausgewählt.

Zunächst wurde auf Grundlage administrativer Grenzen eine sehr kleinteilige 100×100m Rasterdarstellung gewählt. Dementsprechend können Ergebnisse kleinräumig und differenziert abgebildet und der Raum in gleichgroße Einheiten eingeteilt werden. Da sich sowohl menschliches Handeln als auch die Wahrnehmung fußläufiger Erreichbarkeit nicht an administrativen Grenzen orientieren, ist die kleinteilige Rasterdarstellung, mit ihrer Unabhängigkeit von administrativen Verwaltungsgrenzen und der Möglichkeit einer differenzierten Darstellung von Analyseergebnissen, geeignet und zielführend (Göddecke-Stellmann, 2013; Kaup & Rieffel, 2013; Neutze, 2015). Der hohe Detaillierungsgrad der Ergebnisse kann im Umkehrschluss eine Übertragbarkeit auf einen Stadtraum oder eine Region potenziell erschweren. Für die Anwendung eines Multi-Methoden-Ansatzes, im Rahmen dessen eine methodische Verknüpfung objektiv gemessener Distanzen mit Qualitäten des Straßenraums und Wahrnehmungen fußläufiger Erreichbarkeit standortgenau möglich war, überwiegen jedoch im hohen Maße die Vorteile der Kleinteiligkeit.

Um die Routen fußläufiger Erreichbarkeit zu berechnen, stellt das Fußwegenetz eine wichtige Grundlage für eine GIS-basierte Netzwerkanalyse dar. Kritisch zu reflektieren ist dahingehend der Genauigkeitsgrad des Fußwegenetzes durch fehlende Fußwegeverbindungen, Treppen, das Vorhandensein von Wegen entlang von Autobahnen und Schnellstraßen. Mit dem Ziel, eine potenzielle Verzerrung zu vermeiden, wurde in der vorliegenden Dissertation auf diese mögliche Kritik mit einer manuellen Anpassung des OSM-Fußwegenetzes reagiert und solche Fehlerquellen eliminiert. Um das derzeitige Versorgungsniveau objektiv abbilden zu können, wurden Einrichtungen der Daseinsvorsorge und Nahversorgung ähnlich wie bei van der Vlugt und Welsch (2020) adressgenau ermittelt und in einen Datensatz zur Analyse integriert. Als erste Modifikation im Vergleich zum Original-Walk Score® wurde die Gewichtung und Vielfalt wichtiger Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge angepasst sowie Apotheken und Hausärzte aufgrund ihrer Wichtigkeit für die jeweiligen Zielgruppen integriert (Ahlmeyer & Wittowsky, 2018; Chudyk et al., 2015). Bei einer anderen Zielgruppenauswahl wäre es überdies möglich, weitere oder andere Einrichtungen zu integrieren. Darüber hinaus wurde die

Ausgestaltung der Widerstandsfunktion angepasst, denn für die Erreichbarkeitsberechnung werden absoluten Distanzwerte (z.B. von den Mittelpunkten der jeweiligen Rasterzelle zur nächstgelegenen Apotheke) in Widerstandsfunktionswerte umgewandelt. Kürzere Routen erhalten dabei höhere Werte, ab einer bestimmten Distanz wird der Wert auf 0 gesetzt. Der Bereich für den maximalen Wert liegt beim Original-Walk Score® bei 0-400 m (Walk Score®, 2011). Für die spezifischen Zielgruppen wurde in der vorliegenden Dissertation dieser Bereich verringert, um sich einem realistischen Abbild fußläufiger Erreichbarkeit anzunähern. Routen, die kürzer als 300 m sind, erhalten so den maximalen Wert, alle Routen länger als 2.500 m den schlechtesten Wert. In zukünftigen Studien könnte zu einer noch realitätsnäheren Abbildung die Widerstandsfunktion zur Indexentwicklung sowie die zu integrierenden Einrichtungen aus den Daten von Wegetagebüchern oder weiteren Verkehrserhebungen abgeleitet werden (u.a. Ahlmeyer & Wittowsky, 2018; Conrad, 2023). Aufgrund der vorliegenden Fokussierung auf einen einzelnen Stichtag wurde eine eigene Berechnung der Widerstandsfunktion als nicht valide genug angesehen und daher wurde auf die eigene Berechnung der Widerstandsfunktion verzichtet.

Im zweiten Schritt wurden die in den Kategorien Functionality, Safety und Security sowie Pleasantness und Attractiveness empirisch in der Bestandsanalyse erfassten 18 Walkability-Indikatoren unter der Voraussetzung festgelegter Regularien integriert (Veröffentlichung 3). Die Erhebung der Walkability-Indikatoren erfolgte kleinteilig auf Straßensegmentebene. Um innerhalb der Netzwerkanalyse die errechneten Routen mit den Ergebnissen der Bestandsanalyse zu verknüpfen, wurden beide Ebenen verschnitten. Der daraus resultierende hohe Komplexitätsgrad der Berechnung wird im Nachfolgenden kritisch diskutiert.

Die Adaptierung durch die 18 Walkability-Indikatoren wurde auf Grundlage einer Gleichgewichtung der einzelnen Indikatoren im Rahmen einer Defizitanalyse durchgeführt (Tab. 2 in Veröffentlichung 3). Dementsprechend wurden, unter der Voraussetzung festgelegter Regularien, die berechneten Fußwege-routen additiv mit Abzügen der jeweiligen Indikatoren belastet (Veröffentlichung 3). Die Wahl einer Gleichgewichtung ist aus methodischer Perspektive kritisch zu reflektieren. Die hohe Anzahl an integrierten Indikatoren ist einzigartig und bietet in der vorliegenden Dissertation einen hohen Mehrwert. Mit steigender Anzahl an integrierten Indikatoren erhöht sich das Risiko von Agglomerationseffekten. Eine zweispurige Straße erlaubt höhere Geschwindigkeiten und impliziert eine höhere Lärmbelastung. Da sich die einzelnen Indikatoren spezifisch auf die Walkability auswirken, wurde auf eine Zusammenfassung mehrerer Indikatoren verzichtet. Das gewählte Verfahren erlaubt dementsprechend durch eine additive Aufsummierung der Effekte eine höhere Detailschärfe der erzielten Ergebnisse.

In Rahmen der Gleichgewichtung wurden alle Indikatoren mit binärer Ausprägung in den PEWI integriert – mit zwei Ausnahmen: die Lärmbelastung sowie der im nächsten Adaptionsschritt integrierte Faktor der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit. Die Ausnahmeregel kann aus methodischer Perspektive kritisch diskutiert werden, die Gründe lassen sich jedoch inhaltlich herleiten. Der Anstieg der Lärmbelastung in Dezibel ist mit einem exponentiellen Anstieg negativer Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (European Environment Agency, 2020) und einem damit verbundenen exponentiellen Risikoanstieg an einer kardiovaskulären und psychophysiologischen Krankheit zu erkranken, verbunden (WHO, 2010). Es ist dementsprechend nicht ausreichend, die Lärmbelastung in nur zwei Gewichtungskategorien zu unterscheiden, weswegen diese in Anlehnung an Otsuka et al. (2021) ab

einem Wert über 55 dB vierstufig gewichtet wurden. Das im Rahmen der vorliegenden Dissertation entwickelte Konstrukt der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit bildet die einzige Variable ab, die Wahrnehmungen der vor Ort lebenden Menschen in Bezug auf ihre fußläufige Erreichbarkeit abbildet. Durch die Ziehung einer Zufallsstichprobe konnte die Erhebung von Wahrnehmungen fußläufiger Erreichbarkeit nicht in jedem 100×100m-Grid gewährleistet werden. Daher wurde zur Integration der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit die Methode der Interpolation angewendet. Diese Methode erwies sich als überaus geeignet, um wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit in ein planungspraktisches Tool integrieren zu können. Mit dem Ziel, der eigens formulierten Kritik, gängige Tools würden homogene Gesellschaftsstrukturen voraussetzen, zu begegnen, wird durch die Abstufung in fünf Gewichtungskategorien intendiert, die Heterogenität menschlicher Wahrnehmungen annähernd zu berücksichtigen.

Wann eine Route mit einem prozentualen Abzug oder einer neutralen Bewertung des jeweiligen Indikators belastet wurde, wurde durch entwickelte Applikationsregeln festgelegt. Die errechnete Fußgängeroute besteht aufgrund der Kleinteiligkeit aus mehreren Segmenten, die unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich der Indikatoren aufzeigen können. Daher ist zu entscheiden, unter welcher Voraussetzung der prozentuale Abzug oder eine neutrale Bewertung vergeben wird. Bei der Entwicklung der Applikationsregeln wurde zwischen Indikatoren unterschieden, die bei erstmaligem Auftreten in einem einzelnen Segment zur Belastung der Gesamtroute führen (z.B. Treppen, Hindernissen oder das Vorhandensein einer Sitzgelegenheit) und Indikatoren, deren Vorkommen in dem überwiegenden Teil der Segmente einer Route gewährleistet sein muss, um eine Belastung zu erwirken (Barrierewirkung durch Straßenbreite, erhöhte Anzahl Fahrspuren, Straßenbegleitgrün). Die Kleinteiligkeit der Erhebung, die Notwendigkeit Regeln zur Anwendung zu entwickeln sowie der daraus resultierende erhöhte Komplexitätsgrad stellen mögliche Kritikpunkte dar. Der deutliche Mehrwert durch den hohen Detaillierungsgrad der Daten, wodurch eine Annäherung an ein realitätsnahes Abbild der Walkability gewährleistet wird, überwiegt in der vorliegenden Dissertation dennoch deutlich der Komplexitätskritik.

Ferner ist die Belastung einer Route versus einem Abzug auf Grundlage des finalen Score-Werts zu diskutieren. Mit dem Ziel, bestehende Erreichbarkeitsinstrumente durch die Integration von Umweltfaktoren zu adaptieren, wird ein prozentualer Abzug des finalen Score-Wertes in gegenwärtigen Walkability-Papern angewendet (z.B. Otsuka et al., 2021). Da in der vorliegenden Dissertation der Fokus auf den Determinanten der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit und deren Integration in ein Erreichbarkeitstool liegt, erscheint die Wahl der Routenbelastung durch das Auftreten der jeweiligen Einflussfaktoren auf der Route, und nicht am jeweiligen Start- oder Zielort, jedoch geeignet und zielführend.

Darüber hinaus kann die Wahl einer Defizitanalyse auf inhaltlicher sowie auf methodischer Ebene diskutiert werden. In der vorliegenden Arbeit konnte das Interventionspotenzial der einzelnen Indikatoren aufgezeigt und kritisch geprüft werden, ob (nach Adaption der Werte) wirklich ein ‚Fußgängerparadies‘ nach originalem Bewertungsschema vorliegt. Wird mit dem Wort Paradies ein perfekter Zustand impliziert, so wurden positiv assoziierte Indikatoren mit angenommenen positiven Auswirkungen auf die Walkability, bspw. das Vorhandensein von Sitzgelegenheiten, Straßenbegleitgrün oder Bäumen, mit

einer neutralen Bewertung versehen. Mit diesem planungspraktischen Tool können demnach vorhandene Defizite lokalisiert, abgebildet und somit konkrete Interventionsmaßnahmen geplant werden.

Die Methode der Integration vielfältiger Walkability-Indikatoren sowie der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit ist einzigartig und trägt zum wissenschaftlichen Diskurs bei. Unklar ist hingegen, ob die Praktikabilität für die Planungspraxis gegeben ist, da die Durchführung der Bestandsaufnahme auf Segmentebene eine detaillierte räumliche Begehung erfordert und die Berechnung und Adaption des objektiven Erreichbarkeitsindexes Sachkenntnisse und entsprechende Ressourcen erfordert. In zukünftigen Forschungsarbeiten könnten Programme, wie Google Street View oder eigene Straßenaufnahmen in Kombination mit künstlicher Intelligenz, zur Erhöhung der Kosteneffizienz eingesetzt werden (Kap. 6.2). Diese Erhebungsart kann jedoch nicht die Indikatoren erfassen, die direkt beobachtet oder gefühlt werden müssen.

Resümierend zeigt die Diskussion der gewählten Methodik, dass trotz der erläuterten Besonderheiten der PEWI ein innovatives, leistungsfähiges und wertvolles Tool ist, das der Kritik an gängigen Instrumenten auf inhaltlichen und methodischen Ebenen begegnet und einen Mehrwert für Wissenschaft und Praxis bietet. Durch seine Kleinräumigkeit und den gewissenhaften Umgang mit spezifischen Charakteristika unterschiedlicher Indikatoren in seiner Entwicklung, weist der PEWI eine hohe Detailschärfe auf und kommt dem Ziel einer Annäherung an die „Realität“ der Erreichbarkeit und Walkability sehr nahe. Es ist möglich durch die Lokalisierung von Defiziten das Interventionspotenzial der einzelnen Indikatoren aufzuzeigen und direkte Interventionsmaßnahmen zu planen. Dementsprechend hat der PEWI durch die Integration vielfältiger Walkability-Indikatoren sowie der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit das Potenzial, den wissenschaftlichen und planungspraktischen Diskurs zur Erreichbarkeitsforschung und -planung aktiv mitzugestalten. Weitere Ausführungen zu Weiterentwicklungs- und Einsatzmöglichkeiten des PEWI folgen in Kap. 6.2.

6 FAZIT UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das abschließende Kapitel beinhaltet eine Zusammenfassung der Kernergebnisse (Kap. 6.1) sowie Schlussfolgerungen für die zukünftige Forschung (Kap. 6.2) und Praxis (Kap. 6.3). Durch die Intention, die relevanten Aspekte für das schnelle Lesepublikum zusammenzufassen, können sich Redundanzen zu Kapitel 5 ergeben.

6.1 Zusammenfassung und Kernergebnisse

Das übergeordnete Ziel und die Leistung der vorliegenden Dissertation liegen in der Untersuchung der Vielfältigkeit von Erreichbarkeiten und deren subjektiver Wahrnehmung. Es wurden Wirkzusammenhänge zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, verkehrsmittelbezogenen Einstellungen und dem realisierten Mobilitätsverhalten (Anzahl Fußwege pro Person und Tag) analysiert. Mit diesen Analysen und der Wahl eines Multi-Methoden-Ansatzes (Kap. 3.5) verknüpft die vorliegende Arbeit die Perspektiven der Verkehrsforschung und -planung mit einer sozialpsychologischen Perspektive und erweitert damit die kleinräumigen Erreichbarkeitsanalysen. So trägt sie zu einem besseren Verständnis des Ursache- und Wirkungsgefüges von gebauter Umwelt, individueller Wahrnehmung und Mobilität bei.

Im Mittelpunkt des Dissertationsprojektes standen acht Fragestellungen (Kap. 1.1), die im Rahmen von drei aufeinander aufbauenden Fachartikeln untersucht wurden. Die drei Veröffentlichungen stellen den Kern der kumulativen Dissertation dar. Sie wurden in englischer Sprache verfasst und im Veröffentlichungsprozess jeweils einem double-blind Peer-Review-Verfahren unterzogen.

- Die erste Veröffentlichung entwickelte, durch einen komparativen Forschungsansatz in zwei Fallstudien (Nottingham, Großbritannien und Hamburg, Deutschland) und mit Hilfe eines eigenständig entwickelten Messinstruments wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit ein erweitertes Verständnis über die Beziehung von wahrgenommener Erreichbarkeit und gängigen planungspraktischen Messmethoden.
- Die zweite Veröffentlichung befasste sich mit dem Einfluss von verkehrsmittelbezogenen Einstellungen und objektiver Erreichbarkeit auf die Wahrnehmung von Erreichbarkeit und deren Einfluss auf die Anzahl Fußwege pro Person und Tag als Teil des realisierten Mobilitätsverhaltens.
- In der dritten Veröffentlichung stand die Entwicklung des planungspraktischen Tools ‚Perceived Environment Walking Index‘ (PEWI) im Mittelpunkt, dessen theoretische und methodische Fundierung auf den Erkenntnissen der ersten beiden Veröffentlichungen aufbaut. Durch die Anpassung eines bestehenden Erreichbarkeitsinstruments (Walk Score®) und der Integration von 18 Walkability-Indikatoren, welche die physischen Charakteristika und Qualitäten der gebauten Umwelt sowie die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit abbilden, wurde ein differenzierteres Instrument entwickelt, das die „gelebte Realität“ von Erreichbarkeit und Walkability annähernd abbildet.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die Zielgruppen der Menschen ab 65 Jahren sowie Familien mit Kindern unter 15 Jahren hinsichtlich ihrer wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in zwei

urbanen Quartieren in den Hamburger Stadtteilen Bahrenfeld und Barmbek-Nord untersucht. Die empirischen Bausteine der vorliegenden Arbeit umfassen eine kleinräumige Bestandsaufnahme und eine quantitative Personenbefragung inklusive einem Wegetagebuch in den ausgewählten Untersuchungsräumen.

In einem ersten Schritt wurde, basierend auf den Daten des Personenfragebogens, ein Messinstrument der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit entwickelt (Veröffentlichung 1). Dieses diente in einem weiteren Schritt als abhängige Variable in einem linearen multiplen Regressionsmodell zur Identifizierung von Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit. Um die wechselseitigen Zusammenhänge zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, soziodemographischen Faktoren, verkehrsmittelspezifischen Einstellungen und realisiertem Fußverkehr zu untersuchen, wurde weiterführend ein Strukturgleichungsmodell aufgestellt und berechnet (Veröffentlichung 2). Die Erkenntnisse dieser Auswertungsmethoden flossen abschließend in die Entwicklung des PEWI ein (Veröffentlichung 3). Die Beantwortung der Forschungsfragen kann den jeweiligen Kapiteln der drei Veröffentlichungen oder dem Kapitel 5.1 zur *Diskussion der empirischen Befunde* entnommen werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse übergeordnet zusammengefasst.

Als Grundvoraussetzung für die gesellschaftliche Teilhabe spielt das **Konzept der Erreichbarkeit** eine bedeutende Rolle. Gängige Instrumente zur Messung von Erreichbarkeit implizieren jedoch oftmals eine Homogenität der Gesellschaft und beziehen spezifische Bedürfnisse oder Wahrnehmungen tendenziell nicht mit ein. Mit dem Konzept der wahrgenommenen Erreichbarkeit soll die Vielfalt der individuellen Dimension der Erreichbarkeit abgebildet werden. In der vorliegenden Arbeit wurde die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit erfasst, operationalisiert und analysiert. Folglich wurden Ansätze entwickelt, die ein realitätsnahes Abbild der fußläufigen Erreichbarkeit in wissenschaftlichen und praxisrelevanten Erreichbarkeitsdiskursen, -analysen, -instrumenten und Maßnahmen einer nachhaltigen Stadt- und Verkehrsplanung integrieren können.

Das **Messinstrument der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit** ist anschlussfähig an den internationalen Diskurs zur wahrgenommenen Erreichbarkeit. Es bietet insbesondere die Chance, durch seine Anwendung zur Theorieentwicklung und zur Implementierung von Wahrnehmungen in der Planungspraxis beizutragen.

Hinsichtlich der Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit lässt sich festhalten, dass soziodemographische Faktoren in der internationalen Forschungslandschaft zur Erklärung der wahrgenommenen Erreichbarkeit identifiziert wurden. In den Ergebnissen der Arbeit weisen sie jedoch nur einen begrenzten Erklärungsgehalt auf.

Der **Pkw-Besitz** hat nur einen schwachen, nicht signifikanten Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit. In der internationalen Forschung wurde der Pkw-Besitz hingegen als einflussnehmender Faktor identifiziert. Begründet werden kann dieser Umstand mit der Ausrichtung der Arbeit auf die fußläufige Erreichbarkeit.

Das **Sicherheitsempfinden** wurde als wichtiger Faktor zur Erklärung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit identifiziert. Die Ergebnisse zeigen einen signifikant negativen Effekt des Sicherheitsempfindens nach Einbruch der Dunkelheit auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit.

Wenn sich demnach Menschen nach Einbruch der Dunkelheit unsicher fühlen, nehmen sie auch die fußläufige Erreichbarkeit als schlechter wahr.

Die Barrierefreiheit hat einen signifikant positiven Effekt und das Vorhandensein von Mobilitätseinschränkungen einen signifikant negativen Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit. Sie erweisen sich daher als besonders relevante Einflussgrößen.

Je besser die **Atmosphäre** im Quartier wahrgenommen wird, desto besser wird auch die fußläufige Erreichbarkeit wahrgenommen. In der Fachliteratur zur wahrgenommenen Erreichbarkeit wird die Variable Atmosphäre nur selten berücksichtigt.

Je zufriedener man mit der **verkehrsmittelübergreifenden Erreichbarkeit** ist, desto besser wird die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit beurteilt.

Neben individuellen Präferenzen scheinen **verkehrsmittelbezogene Einstellungen** essentielle Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit zu sein. In der vorliegenden Arbeit hat die **ÖV-Einstellung** einen signifikant positiven Effekt auf die wahrgenommene Erreichbarkeit, nicht jedoch die Einstellungen zum **Pkw** oder zum **Fahrrad**.

Menschen, die eine höhere Anzahl an **Fußwegen pro Tag** aufweisen, nehmen die fußläufige Erreichbarkeit als besser wahr als Menschen mit weniger Fußwegen am Tag.

Wird die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit als Erklärungsvariable für das Zufußgehen analysiert, so zeigen die Ergebnisse, dass die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit einen signifikant positiven Effekt auf die **Anzahl der Fußwege pro Person und Tag** hat. Zudem nimmt sie eine wichtige **Mediatorfunktion** ein und ist demnach eine wichtige Schlüsselgröße in der Erklärung des **Mobilitätsverhaltens**.

Die vorliegende Dissertation repräsentiert eine der ersten Studien, die die Mediatorfunktion der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in Bezug auf verkehrsmittelbezogene Einstellungen empirisch untersucht hat. Die Befunde der vorliegenden Dissertation verdeutlichen die Bedeutsamkeit von Wahrnehmungen, da diese **Mobilitätsentscheidungen** mitprägen und demnach einen Teil der gelebten **Realität von Erreichbarkeit** darstellen.

Obwohl bei der Entwicklung des Messinstruments der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit Anpassungen und Verbesserungen bezüglich der Genauigkeit, Spezifizierung des räumlichen Wahrnehmungsbezugs sowie des Detaillierungsgrads der zugrunde liegenden Zielorte durchgeführt wurden, ist eine **Diskrepanz von wahrgenommener und objektiver Erreichbarkeit** weiterhin erkennbar.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass individuelle Wahrnehmungen in komplexen Wechselwirkungen mit verschiedenen Determinanten stehen, als dass sie mit gängigen Kennwerten der objektiven Erreichbarkeitsforschung erklärt werden können.

Mit der **Entwicklung des PEWI** wurde ein innovatives, leistungsfähiges und wertvolles Tool entwickelt, das der Kritik an gängigen Instrumenten auf inhaltlicher und methodischer Ebene begegnet und einen Mehrwert für Wissenschaft und Praxis bietet. Durch seine Kleinräumigkeit und den gewissenhaften Umgang mit spezifischen Charakteristika unterschiedlicher Indikatoren während seiner

Entwicklung, weist der PEWI eine hohe Detailschärfe auf und kommt dem Ziel einer Annäherung an die „Realität“ der Erreichbarkeit und Walkability näher. Es ist möglich, durch die Lokalisierung von Defiziten das Interventionspotenzial der einzelnen Indikatoren aufzuzeigen und direkte Interventionsmaßnahmen zu planen. Dementsprechend hat der PEWI durch die Integration vielfältiger Walkability-Indikatoren sowie der Wahrnehmungen fußläufiger Erreichbarkeit das Potenzial, den wissenschaftlichen und planungspraktischen Diskurs zur Erreichbarkeitsforschung und -planung aktiv mitzugestalten.

Resümierend lässt sich auf Grundlage der Kernergebnisse festhalten, dass die vorliegende Dissertation einen **wichtigen Beitrag für die Erreichbarkeitsforschung** leistet, indem sie Möglichkeiten aufzeigt,

1. Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit quantitativ erfassbar und abbildbar zu machen,
2. Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit zu identifizieren und
3. in ein planungspraktisches Tool zu übersetzen.

Die vorliegende Arbeit erweitert demgemäß die wissenschaftliche und planungspraktische Perspektive auf Erreichbarkeitsforschung und -planung, unterstützt langfristig eine inklusive und fußgängerfreundliche Stadtplanung und kann einen Beitrag zur Erkenntnis von Wirkmechanismen zur Nutzungsverlagerung vom Pkw hin zum ÖV, Fahrrad und dem Zufußgehen leisten. Folglich wird auch zur Debatte um die Förderung einer langfristigen Verhaltensänderung hin zu einem umweltfreundlicheren und aktiveren Mobilitätsverhalten beigetragen und abschließend übergeordnet herausgearbeitet: **Why and how perceptions matter!**

6.2 Schlussfolgerungen für die zukünftige Forschung

Aus den konzeptionellen und empirischen Beiträgen sowie ihrer inhaltlichen und methodischen Diskussion ergeben sich Schlussfolgerungen und Bedarfe für die zukünftige Forschung. Die Schlussfolgerungen und Bedarfe für die zukünftige Forschung umfassen Ausführungen auf konzeptioneller und methodischer Ebene, zum Erhebungsdesign sowie zu potenziellen Analyse- und Auswertungsmethoden in diesem spezifischen Forschungsfeld.

Theoretisch-konzeptionell

Die Auseinandersetzung mit dem Diskurs und Konzept der objektiven und wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit diente als theoretisch-konzeptionelle Basis der vorliegenden Dissertation. Im Rahmen der konzeptionellen Auseinandersetzung hat sie einen wichtigen Beitrag für ein umfassenderes Begriffsverständnis wie auch deren integrierte Betrachtung geleistet und grundlegende Erkenntnisse über die Entstehung und die unterschiedlichen Charakteristika von Wahrnehmungsprozessen geschaffen. Hieran gilt es in Zukunft weiter anzuschließen und das Begriffsverständnis weiter auszuarbeiten. Die vorliegende Arbeit weist Schnittstellen zu den Disziplinen der anwendungsorientierten Forschung und der Grundlagenforschung auf, insbesondere die inhaltliche Nähe zur Psychologie und den Sozialwissenschaften ist hierbei herauszustellen. Diese beiden Forschungsdisziplinen bieten noch weitere Potenziale, die in zukünftiger Forschung zu vertiefen sind.

Daraus ergeben sich Forschungsbedarfe **zur Integration von Wahrnehmungen in Erreichbarkeitsanalysen, -debatten und -instrumenten**. In allen drei Fachartikeln wurde das Ziel verfolgt, durch die Herangehensweise eine Annäherung an eine realitätsnahe Abbildung der fußläufigen Erreichbarkeit zu

erlangen. Es konnte aufgezeigt werden, dass Wahrnehmungen einen entscheidenden Einfluss auf das Zufußgehen haben. Die integrative Betrachtung objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit kann als zentrale Stellschraube dienen, damit individuelle Einstellungen, Wahrnehmungen und Voraussetzungen in zukünftigen Studien und Modellierungen besser abgebildet werden können. Daher ist diese Arbeit auch als ein generelles Plädoyer zu verstehen, sich weiter mit dem Thema der wahrgenommenen Erreichbarkeit auseinanderzusetzen. Der Mismatch von objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit in urbanen Räumen verdeutlicht dabei die Wichtigkeit der integrativen Betrachtungsweise und den Bedarf, objektive Erreichbarkeitsinstrumente fortzuentwickeln und zu erweitern.

Zukünftige Forschungsarbeiten sollten neben verkehrsmittelbezogenen Einstellungen auch soziale Normen und Motivationen des Zufußgehens hinsichtlich ihres Einflusses auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit und auf das Zufußgehen untersuchen. Unklar ist bspw., ob es einen Einfluss der Motivationen hinsichtlich der wahrgenommenen Praktikabilität, der Leichtigkeit oder der Gesundheitskomponenten des Zufußgehens oder externen Regulationsmechanismen gibt (Niven & Markland, 2016).

Während die bisherigen Darstellungen vor allem den Forschungsbedarf auf inhaltlicher und diskursiver Ebene ableiten, stehen im Folgenden insbesondere die ‚Learnings‘ und Empfehlungen, aufbauend auf der *Diskussion und Reflexion der verwendeten Methodik* (s. Kap. 5.2), im Fokus.

Räumliche Übertragbarkeit

Bezugnehmend auf eine potenzielle Übertragbarkeit der Ergebnisse mögen die Ausführungen in Kapitel 5.2.1 verdeutlichen, dass Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit durchaus auf urbane Quartiere in Hamburg oder anderen Groß- oder Mittelstädten, mit ähnlichen räumlichen und soziodemographischen Voraussetzungen, übertragen werden können. Von einer Übertragbarkeit in ländliche Gebiete ist hingegen nur bedingt auszugehen. Eine erweiternde Analyse der wahrgenommenen Erreichbarkeit wäre daher, im Kontext (inter-)nationaler Vergleiche und auch in Bezug auf stärker kontrastierende Vergleichsräume, wie unterschiedlich sozialräumlich strukturierte Stadtquartiere, Stadt-Land- oder Stadt-Umland-Vergleiche, hoch spannend. Darüber hinaus könnte das Forschungsfeld von der Untersuchung wahrgenommener Erreichbarkeit auf gesamtstädtischer oder regionaler Ebene erheblich profitieren. Würde ein Messinstrument zur wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit in bundesweite Mobilitätserhebungen, wie bspw. MiD integriert, könnten Studien in der Erreichbarkeitsforschung davon immens profitieren. Wahrnehmungen würden auf diese Weise nicht allein auf kleinräumiger Ebene erfasst, sondern durch bundesweite, regions-, stadt- und gemeindespezifische Untersuchungen zur Wahrnehmung fußläufiger Erreichbarkeit erweitert.

Zielgruppen und deren Rekrutierung

Diese Arbeit fokussiert mit der Auswahl älterer Menschen (65 Jahre und älter) und Familien mit Kindern unter 15 Jahren auf zwei potenziell vulnerable Gruppen, die ähnlich hohe Anforderungen an ihre fußläufige Erreichbarkeit haben und deren Wahrnehmungsmuster demnach essentiell sind, um bedarfsgerechte Stadtplanung gestalten zu können. Bezugnehmend auf die Zielgruppe der **Familien mit Kindern unter 15 Jahren** wurden Bedürfnisse, Herausforderungen und Wahrnehmungen von Eltern/Erziehungsberechtigten oder Geschwistern untersucht, die Kinder auf Alltagswegen zu Fuß, mit Kinderwagen oder Kinderfahrrädern begleiten und sich um deren Sicherheit und Wohlbefinden bemühen, bisher selten untersucht. In zukünftigen Studien sollte vermehrt ein Fokus auf diese spezifische Zielgruppe gelegt

werden. Die Untersuchung darüber, wie Eltern und Erziehungsberechtigte fußläufige Erreichbarkeit wahrnehmen, welche Determinanten ihre Wahrnehmung formen und welche Wechselbeziehung zwischen Wahrnehmung und Verhalten besteht, ist von großer Bedeutung, da diese Zielgruppe die **Mobilitätssozialisation** ihrer Kinder maßgeblich beeinflussen kann und demnach das Potenzial innehat, nachhaltiges Mobilitätsverhalten im Sinne einer nachhaltigen Mobilitätswende mitzugestalten. Wenn in zukünftigen Studien neben den erwachsenen Familienmitgliedern auch Kinder und Jugendliche hinsichtlich ihrer wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit untersucht werden sollen, bieten sich neben quantitativen Befragungen auch qualitative Methoden der empirischen Sozialforschung an. So kann bspw. im Rahmen von Fokusgruppen oder Walk-Alongs auf die spezifischen Bedürfnisse und Wahrnehmungen von Kindern eingegangen werden (nähere Erläuterung s.u.). In zukünftiger Forschung könnten, insbesondere bei Jugendlichen, auch App-gesteuerte Erhebungsmethoden zum Einsatz kommen. Im Rahmen des Gamification-Ansatzes (Raczkowski & Schrape, 2018) könnten Erhebungsformate mit spielerischen Elementen verknüpft werden, um Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit zu untersuchen. Ähnlich wie beim bekannten Spiel Pokémon-Go könnten Nutzer*innen an unterschiedlichen Orten zunächst Fragen zur Wahrnehmung fußläufiger Erreichbarkeit beantworten und somit virtuelle Wesen, Level oder Gewinne freischalten.

Ferner verdeutlichen die empirischen Befunde, dass in zukünftigen Studien die Zielgruppe der **Älteren ab 65 Jahren** differenzierter untersucht werden sollte. Kleinteiligere/feinere Abstufungen in den Alterskategorien ermöglichen es zum einen, die zu erwartenden Unterschiede in Mobilitätsverhalten und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit differenziert zu untersuchen. Zum anderen sollte in zukünftigen Studien nicht allein nach dem kalendarischen Alter (u.a. Conrad, 2023), sondern auch nach Merkmalen wie bspw. den physischen oder kognitiven Voraussetzungen und deren Auswirkungen auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit analysiert werden (vgl. Kap. 5.2.1). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deuten darauf hin, dass der determinierende Faktor nicht das Alter an sich ist, sondern ob eine Mobilitätseinschränkung vorliegt oder nicht. Im Rahmen einer nachhaltigen Siedlungs- und Verkehrsforschung erscheint es daher essentiell, gemeinsam mit der Planungspraxis Handlungsmöglichkeiten und Umsetzungsmaßen zu erarbeiten und zu etablieren, um langfristig die fußläufige Erreichbarkeit und damit die grundlegende gesellschaftliche Teilhabe für den Teil dieser Bevölkerungsgruppe gewährleisten und sicherstellen zu können.

Neben diesen Zielgruppen könnten in zukünftige Studien weitere vulnerable Gruppen hinsichtlich ihrer Wahrnehmungen, Bedürfnisse und Wertorientierungen der Erreichbarkeit untersucht werden. Bspw. haben **Menschen mit unterschiedlichen körperlichen oder psychischen Einschränkungen** spezifische Bedürfnisse an Erreichbarkeit und sind häufig auf die fußläufige Erreichbarkeit bzw. die barrierefreie rollstuhlgerechte Erreichbarkeit zur Sicherung ihrer gesellschaftlichen Teilhabe angewiesen. So zeigen u.a. noch unveröffentlichte Erkenntnisse des EU-Forschungsprojekts WalkUrban zur Walkability von Menschen mit unterschiedlichen Behinderungen (Menschen mit Beeinträchtigung der Sehfähigkeit und Menschen mit manuellen und automatisierten Rollstühlen), dass insbesondere die Erreichbarkeit von Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge sowie die Möglichkeit, durch soziale Interaktion gesellschaftliche Teilhabe zu erleben, für diese Zielgruppe die Kernmotivationen darstellen, das Haus zu verlassen. Ebenfalls lassen sich für diese Zielgruppe ganz spezifische fördernde und

hindernde Faktoren des Zufußgehens und Rollstuhlfahrens identifizieren. Fördernd wirken sich sichere, saubere, grüne und barrierefreie Straßen und Gehwege aus. Hingegen sind zu schmale, plötzlich endende oder zugeparkte Gehwege sowie fehlende Querungsmöglichkeiten und mangelnde Sauberkeit hindernde Faktoren des Zufußgehens und Rollstuhlfahrens. Unter dem Slogan „Erreichbarkeit für Alle“, ist die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit insbesondere vulnerabler Gruppen weiterführend wissenschaftlich zu untersuchen und unabdingbar, um bedarfsgerechte Planung gewährleisten zu können.

Im Rahmen der Rekrutierung der Zielgruppen sollten in zukünftigen Studien vermehrt bei der Zielgruppenansprache lokale und zielgruppenspezifische **Akteure als Multiplikatoren** einbezogen werden. So ist der Einbezug von Akteuren wie bspw. der Caritas, Seniorenbüros, Schulen oder Kindertagesstätten als Multiplikatoren von großem Mehrwert, da sie Vertrauen in die jeweilige wissenschaftliche Forschungsarbeit vermitteln und den Rücklauf erhöhen können. Auch die Ansprache über Kulturvereine und die Bereitstellung von Budget für Übersetzungsleistungen können in zukünftigen Studien dazu beitragen, Verzerrungen aufgrund von u.a. sprachlichen Barrieren zu verringern, Vertrauen zu schaffen und demnach die Daten in ihrer Quantität und Qualität zu erhöhen und bedürfnisgerechtere Planungen für eine zunehmende kulturell und soziodemographisch diverser werdende Bevölkerung zu ermöglichen.

Erhebungsmethoden

Im Rahmen der dreiteiligen Erhebungsmethodik lassen sich ferner Implikationen für die zukünftige Forschung ableiten, die konzeptionelle und methodische Relevanz aufweisen. Der in dieser Arbeit notwendige, hohe Erhebungsaufwand könnte zukünftig durch den Einsatz von computer- und KI-gestützten Verfahren verringert werden.

Mit Hilfe des ersten empirischen Bausteins, der kleinräumigen Bestandsaufnahme, konnten Verkehrs- und Raumqualitäten vertiefend analysiert werden. Dabei wurden auf Straßensegmentebene 180 Segmente anhand von 49 Kriterien per Paper-Pencil basierten Erhebungsbögen erfasst und (teilweise) einer Qualitätsbewertung unterzogen. In Bezug auf die Praktikabilität der recht aufwendigen Erhebungsmethodik könnte in der zukünftigen Forschung einerseits vermehrt auf Sekundärdaten der amtlichen Statistik zurückgegriffen werden. Ein Beispiel ist die Kartierung von Grünflächen, deren Quantität anhand der Datensätze des jeweiligen Grünflächenamtes bereitgestellt und durch Luftbilder ergänzt werden könnte. Andererseits kann der Aufwand durch die Datennutzung von Anbietern wie Google Street View oder **crowd-source/open data** wie OpenStreetMap verringert werden. Schließlich bieten auch neuartige technologische Entwicklungen, wie die Befliegung via Drohnen, Robotertechnik oder hochtechnologische Sensoren, eine Vielzahl an Anknüpfungspunkten, eine Bestandsaufnahme zukünftig digital bzw. technisch unterstützt durchzuführen.

Wie bereits in Kapitel 5.2.2 erläutert, müssen jedoch manche Kriterien direkt beobachtet oder gefühlt werden (z.B. schlecht beleuchtete Ecken, potenzielle Angsträume, Barrierewirkung der Straßen) und lassen sich nur schwer per Fernerkundung erheben. Diesbezüglich lässt sich jedoch die Dateneingabe bspw. durch smartphonebasierte Erhebungs-Apps vereinfachen. Neben der Bewertung aus Expert*inensicht ist dies auch eine gute Möglichkeit, die jeweilige Bevölkerung im Rahmen eines Citizen Science Ansatzes direkt einzubeziehen. Mit Hilfe einer App können Routen direkt bewertet und Raum- und Verkehrsqualitäten von der Bevölkerung selbst aufgenommen, beobachtet und bewertet werden. Zudem können mit einer solchen Vorgehensweise unterschiedliche Erhebungszeitpunkte abgefragt und in die

Analyse integriert werden. Dabei ist bspw. auch die Anwendung der Public Partizipation GIS (PPGIS)-Methodik geeignet (Brown & Kyttä, 2014). Im Rahmen derer werden anhand einer benutzerfreundlichen und integrierten GIS-Anwendung kartenbasierte Untersuchungen und Befragungen durchgeführt. Letztlich könnte in zukünftigen Forschungsarbeiten, bei Vorliegen einer ausreichenden Datenbasis, diese auch KI-gestützt auf gemeinsame Muster geprüft und so eine neue datengestützte Definition von potenziellen Angsträumen generiert und möglicherweise wiederum per App validiert werden.

Der Ansatz einer verstärkten Digitalisierung lässt sich in gewissem Umfang auch auf die empirischen Bausteine **Personenbefragung** und **Wegetagebuch** übertragen. Beide Bausteine umfassten Paper-Pencil basierte Befragungsunterlagen, die per Postwurf mit frankiertem Rückumschlag persönlich zugestellt wurden. Hinsichtlich Praktikabilität sowie einer Verringerung des Eingabe- und Plausibilisierungsaufwands können zukünftige Erhebungen von onlinebasierten Befragungselementen profitieren. Ein Beispiel ist die Verwendung von computergestützten Erhebungsformen wie CAPI oder CATI. Diese können die Fehleranfälligkeit in den Daten reduzieren, da Plausibilisierungsmöglichkeiten vorab programmiert werden können (Albrecht, 2023). Ferner kann durch die Abfrage der **identifizierten Items** zur Entwicklung des Messinstruments der wahrgenommenen Erreichbarkeit der Umfang deutlich verringert werden.

Mit dem Ziel, das Mobilitätsverhalten abfragen und nachfolgend abbilden und analysieren zu können, ist für zukünftige Forschungsarbeiten zu empfehlen, ein **Wegetagebuch über eine Woche zu führen**. Dies bietet die Möglichkeit, das Mobilitätsverhalten nicht allein für einen Stichtag, sondern über eine gesamte Woche zu erhalten. Neben einer möglichen Identifikation von Ausreißern lassen sich auf diese Weise zuverlässigere Aussagen über Verkehrsmittelwahl, bedeutende Wegezwecke, Distanzen und Reisezeiten treffen. Zudem könnten Fragestellungen hinsichtlich möglicher differierter Wahrnehmungsmuster am Wochenende und wochentags und deren Wechselwirkung mit dem realisierten Mobilitätsverhalten vertiefend untersucht werden. Die Erkenntnisse aus dem Wegetagebuch lassen sich darüber hinaus nutzen, Erreichbarkeitsanalysen als Grundlage zur Entwicklung von Erreichbarkeitsindizes realitätsnah durchzuführen, indem eine Widerstandsfunktion auf Grundlage der eingetragenen Distanzen selbst entwickelt oder Einrichtungen integriert werden, die den tatsächlich aufgesuchten Zielen entsprechen (Ahlmeyer & Wittowsky, 2018; Conrad, 2023).

In Bezugnahme auf die Erhebung und Erfassung von individuellen Wahrnehmungen und des Mobilitätsverhaltens könnten zukünftige Studien auch von der Anwendung neuartiger Ansätze profitieren. Anhand von Bewegungsdaten bspw. von Telekommunikationsanbietern könnte auf Wegezwecke rückgeschlossen werden. Im Rahmen der Diskussion um die **Datennutzung von Telekommunikationsanbietern** stellen Fina et al. (2021) heraus, dass diese Daten kosten- und zeiteffizient sind und sie demnach die Konzeption, Erhebung und Analyse von Wegetagebüchern ergänzen oder sogar ersetzen könnten. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob sich digital erfasste Daten wie bspw. Daten aus sozialen Medien in gewissem Umfang nutzen lassen, um Wahrnehmung zu erfassen. Werden z.B. Einrichtungen in sozialen Medien markiert und von einer gewissen Anzahl mit ‚Gefällt mir‘ bewertet, kann damit womöglich auf die Wichtigkeit dieser Einrichtungen für eine bestimmte Zielgruppe geschlossen werden. Schließlich bieten neuartige technologische Entwicklungen wie Virtual oder Augmented Reality potenzielle Anknüpfungspunkte, Wahrnehmungen zu messen. So kann mit dem Fokus auf die sensorische

Wahrnehmung der Walkability anhand von VR-Brillen gemessen werden, welche Aspekte der gebauten Umwelt Menschen tatsächlich sensorisch wahrnehmen (Birenboim et al., 2021; Nakamura, 2021). In einem nächsten Schritt können Bilder von modifizierten Straßenzügen gezeigt werden, die z.B. von starken visuellen Reizen bereinigt wurden (Oselsky et al., 2023).

Durch die dreiteilige Erhebungsmethodik wurde eine quantitativ und qualitativ wertvolle Datenbasis generiert, die anhand unterschiedlicher multivariater Auswertungsmethoden analysiert wurde. Bezugnehmend auf das Messinstrument zur wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit erweitert es mit dem inhaltlichen Fokus auf dem *Potenzial* und der *Leichtigkeit* des Erreichbarkeitsbegriffs, neben der Orientierung auf die Fußläufigkeit, bestehende Instrumente der wahrgenommenen Erreichbarkeit deren inhaltliche Ausgestaltung allein eine inhaltliche Fokussierung beinhaltet. Für zukünftige Studien ist ferner zu empfehlen, zur Validierung des Messinstruments weitere Methoden der empirischen Sozialforschung wie **Expertenworkshops** oder **Walk-Alongs** anzuwenden. Diese Methoden haben das Potenzial, qualitativ zu überprüfen, ob die erhobenen Items die Wahrnehmung fußläufiger Erreichbarkeit valide abbilden.

Die Methode der Walk-Alongs

Neben der Validierung der identifizierten Items kann die Methode der Walking Interviews und insbesondere der Walk-Alongs in zukünftiger Forschung einen wertvollen Beitrag leisten, vertiefende Erkenntnisse über Wahrnehmungen der Erreichbarkeit zu generieren. Im Rahmen von Walk-Alongs ist es bspw. möglich, konkrete Erfahrungen, Wahrnehmungen, Emotionen und Bedürfnisse während eines Interviews in Bewegung zu erheben und situativ vertiefende Fragen zu stellen (Stals et al., 2014). Walk-Alongs kombinieren die Methode der teilnehmenden Beobachtung mit der des qualitativen Interviews und generieren somit wertvolle, multisensorische Daten (King & Woodroffe, 2017).

Im Rahmen der Untersuchung wahrgenommener Walkability im laufenden EU-Projekt WalkUrban (www.walkurban.eu), in dem die Autorin als wissenschaftliche Mitarbeiterin beteiligt ist, konnten bspw. durch die Durchführung von **Walk-Alongs mit vulnerablen Gruppen** (Schulkinder, Menschen mit körperlichen und physischen Einschränkungen und ältere Menschen) vertiefende Erkenntnisse über die Wahrnehmung von Walkability sowie fördernde und hindernde Faktoren in Bezug auf das Zufußgehen gewonnen werden. Wie in Abb. 12 ersichtlich, kann situativ über Einflussfaktoren der Wahrnehmungen gesprochen, sowie Veränderungen von Körperhaltung und Sprache aufgenommen/erfasst werden. So entspannte sich bspw. die Körperhaltung der Frau im linken Bild, sobald die Schwelle zum Park überquert war. Sie fing daraufhin an, deutlich mehr zu sprechen, Späße zu machen und wurde deutlich schneller und sicherer in ihrer Bewegung. Eine gegenteilige Veränderung konnte bei fast allen Walk-Alongs mit Älteren, oftmals mobilitätseingeschränkten Personen, an Kreuzungen beobachtet werden. Das zweite Bild von links verdeutlicht beispielhaft, dass die Ampelphase zu kurz zum Überqueren der zweispurigen Straße ist. Die vorherigen Erfahrungen an dieser Straße wirken hindernd für das Zufußgehen. Das Paar wirkte hochkonzentriert, gestresst und still, um möglichst schnell nach dem Umschalten der Ampel in die Grünphase losgehen und das Überqueren der Straße sicher meistern zu können.



Abbildung 12: Impressionen aus dem EU-Projekt WalkUrban zu Walk-Alongs mit Älteren (Quelle: eigene Fotos; Welsch; Otsuka 2022)

Der kurze Exkurs zu den Ergebnissen des EU-Projekts WalkUrban verdeutlicht, dass Walk-Alongs eine überaus wertvolle Ergänzung zu quantitativ gemessenen Wahrnehmungen der Erreichbarkeit sind. Nach Einschätzung der Autorin sollte diese Methode weiterhin wissenschaftlich angewendet und fortentwickelt werden, um Wahrnehmungen zur Erreichbarkeit insbesondere vulnerabler Zielgruppe zu erfassen, Einflussfaktoren besser zu verstehen sowie spezifische Bedürfnisse dieser Bevölkerungsgruppen vertiefend zu analysieren.

Analyseverfahren

Die vorliegende Arbeit leistet einen wichtigen Beitrag für die Erreichbarkeitsforschung, indem sie zum einen durch **lineare Regressionsmodelle** Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit aufzeigt. Die Regressionsmodelle erlauben hierbei die Untersuchung angenommener Ursache-Wirkungs-Beziehungen mit einer abhängigen Variable y *wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit* und einer Wirkungsrichtung, wobei die Effektstärke und -richtung der Koeffizienten zur Interpretation der angenommenen Ursache-Wirkungs-Beziehung dient. Zum anderen konnten durch das **Strukturgleichungsmodell** interdependente Beziehungen zwischen objektiver und wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit, soziodemographischen Faktoren, verkehrsmittelspezifischen Einstellungen und dem realisierten Zufußgehen untersucht werden. Neben direkten Effekten konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit als wichtiger Mediator fungiert und Effekte verkehrsmittelbezogener Einstellungen auf das realisierte Zufußgehen mediiert. Beide Verfahren haben sich zur Beantwortung der übergeordneten Zielsetzung in der vorliegenden Arbeit als überaus zielführend erwiesen und können für ähnliche Forschungsfragen empfohlen werden.

In beiden Verfahren wurde neben der wahrgenommenen Erreichbarkeit die Variable Anzahl Fußwege pro Person und Tag als gängiges **Mobilitätsmaß** als unabhängige Variable in das Regressionsmodell und als abhängige Variable in das Strukturgleichungsmodell integriert und ihre Wechselbeziehungen mit der wahrgenommenen Erreichbarkeit vertiefend untersucht. Zukünftige Forschung könnte von einer Differenzierung der Fußwege in Zubringerwege (z.B. zum ÖV) und originäre Fußwege profitieren und spezifischere Effekte analysieren.

Bei der Rechnung linearer Strukturgleichungsmodelle ist bei der Abwägung der Verfahrenswahl zu beachten, dass die unterschiedlichen **Programme** zur Berechnung von SEM nicht alle Schätzverfahren beinhalten. Auf Grundlage der Erkenntnisse der vorliegenden Dissertation ist die Anwendung der ML-Schätzmethode mit Bootstrapping, anstelle des Ansatzes von Baron & Kenny (1986), für zukünftige Arbeiten zu empfehlen. Die Schätzergebnisse als zentrale Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells werden anhand differenzierter deskriptiver, inferenzstatistischer sowie inkrementeller Gütekriterien beurteilt. Dahingehend wird empfohlen, mindestens ein Maß der jeweiligen Gütekategorie zur Beurteilung des Modellfits heranzuziehen (Weiber & Mühlhaus, 2014). Eine ausführliche Erläuterung zur Wahl der jeweiligen Gütekriterien kann Kap. 5.2.4.3 entnommen werden.

In zukünftigen Studien kann eine Komplexitätsreduktion und eine Steigerung der Robustheit erzielt werden, indem eine Fokussierung auf spezifische Effekte gewählt und so die Gefahr einer Modellübersättigung minimiert werden kann.

Um die Abhängigkeit der jeweiligen Effekte von der Zielgruppe untersuchen zu können, ist in zukünftige Studien zu prüfen, ob zum einen eine **Teilung der Stichprobe** und die jeweilige Anwendung der Analyseverfahren für die spezifischen Zielgruppen möglich ist. Zum anderen ist abzuwägen, ob eine Abhängigkeit der jeweiligen Effekte auf Grundlage einer **Moderationsanalyse** analysiert werden kann. In der vorliegenden Arbeit hätte aufgrund der hohen Komplexität des bestehenden Modells mit mehreren nachgeschalteten Mediationen die Rechnung einer Moderationsanalyse zu einer Überkomplexität des Modells geführt. Die Autorin empfiehlt diese jedoch für zukünftige Forschungsarbeiten mit größeren Stichproben.

Längsschnittbetrachtung

Im Rahmen der Erhebungs- und Auswertungsmethodik könnte das Forschungsfeld der wahrgenommenen Erreichbarkeit zukünftig von der Analyse von **Längsschnittbetrachtungen** profitieren. Anhand von Zeitreihenanalysen könnte die potenzielle Veränderung bspw. durch den Eintritt in unterschiedliche Lebensphasen untersucht werden. Auch die Durchführung von **Interventionen**, bspw. im Rahmen von Reallaboren als Teil eines experimentellen Forschungsdesigns, könnten Wahrnehmungen potenziell verändern und durch Zeitreihen adäquat untersucht werden.

PEWI / Berechnung fußläufiger Erreichbarkeit

Neben der Anwendung multivariater Auswertungsmethoden wurde in der vorliegenden Arbeit der **Perceived Environment Walking Index (PEWI)** entwickelt. Dieser beinhaltet ein innovatives, leistungsfähiges und wertvolles Tool, das der Kritik an gängigen Instrumenten auf inhaltlicher und methodischer Ebene begegnet und einen Mehrwert für Wissenschaft und Praxis bietet. Wie bereits im Abschnitt zum Wegetagebuch erläutert, lassen sich Implikationen für die unterschiedlichen Entwicklungsschritte des PEWI sowie für die generelle Berechnung zukünftiger Erreichbarkeitsanalysen ableiten.

Im ersten Verfahrensschritt wurde die objektive fußläufige Erreichbarkeit entsprechend dem etablierten Erreichbarkeitsinstrument, dem **Walk Score®** berechnet (Carr et al., 2010; Duncan et al., 2011; Hirsch et al., 2013; Walk Score®, 2011). Bei der Mannigfaltigkeit an Instrumenten ist der Walk Score® zur Entwicklung eines solchen Index ein effizientes, kosteneffizientes und valides Instrument zur objektiven Bewertung fußläufiger Erreichbarkeit und für zukünftige Forschung durchaus als Grundlage zu

empfehlen. Ferner ist die Berücksichtigung von Bedürfnissen unterschiedlicher Zielgruppen zu empfehlen. Dabei kann ein solcher Index, wie in der vorliegenden Arbeit durchgeführt, durch die Gewichtung und Vielfalt wichtiger Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge angepasst werden. In zukünftigen Studien ist zu empfehlen, zur Validierung dieser Modifikation, weitere Methoden der empirischen Sozialforschung wie bspw. **Fokusgruppen** anzuwenden. Diese Methode hat das Potenzial, qualitativ zu überprüfen, ob die gewählten Einrichtungen auch wirklich die essentiellen Einrichtungen für die jeweilige Zielgruppe abbilden. Dabei könnten u.a. **spielerische Elemente** wie z.B. das Spiel zur 15-Minuten-Stadt (Garritsen et al., 2024) zur Anwendung kommen. Im Rahmen der Diskussion rund um das Leitbild der 15-Minuten-Stadt sind die Teilnehmenden angehalten ihre 15-Minuten-Stadt einzuzichnen und somit ihre spezifischen Bedürfnisse in Bezug auf das Erreichen von Einrichtungen zu visualisieren. Ferner lassen sich zukünftig auch **soziale Medien** nutzen, um insbesondere mit der jüngeren Generation in einen Dialog über unterschiedliche Verständnisse fußläufiger Erreichbarkeit zu treten. In einer aktuellen Veröffentlichung hat bspw. Hook (2024, S. 1) 4.970 Twitter-Antworten auf den Tweet: „*Is 23 minutes walking distance?*“ ausgewertet. Ferner ist im Dialog mit unterschiedlichen Akteuren und Zielgruppen zukünftig zu diskutieren, inwiefern Onlinelieferdienste bestimmte Einrichtungen derzeit oder zukünftig potenziell substituieren.

Die weiteren Verfahrensschritte in der Entwicklung des PEWI, die auf Grundlage der Erhebungsmethodik durchgeführt wurden, sind die Integration mannigfaltiger Walkability-Indikatoren sowie das entwickelte Messinstrument zur Erfassung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit. Im Zuge dessen können weitere Schlussfolgerungen für die zukünftige Forschung gezogen werden: Neben der Anpassung von Gewichtung und Vielfalt von Einrichtungen, können bei Erreichbarkeitsanalysen unterschiedliche Gehgeschwindigkeiten berücksichtigt werden. Vale und Lopes (2023) haben bspw. in ihrer Analyse der fußläufigen Erreichbarkeit im Rahmen der 15-Minuten-Stadt drei unterschiedliche Gehgeschwindigkeiten angesetzt (0,7 m/s, 0,9 m/s und 1,1 m/s). Insbesondere im Rahmen der Diskussion rund um die 15-Minuten-Stadt können damit realitätsnähere Analysen erzielt werden. Wie bereits im Kapitel 5.1.4 erläutert, wird die nur bedingte Berücksichtigung von Wegeketten als ein Grund für den bestehenden Mismatch von objektiver und wahrgenommener Erreichbarkeit diskutiert (Lättman, 2018). Demnach werden Wegeketten oftmals nicht in der Berechnung der objektiven Erreichbarkeit berücksichtigt, schlagen sich aber in der Bewertung der eigenen Erreichbarkeit nieder und sollten daher in zukünftiger Forschung vollumfänglich berücksichtigt werden.

Als letzter Verfahrensschritt wurden in der Entwicklung des PEWI die einzelnen Indikatoren im Rahmen einer Defizitanalyse gleichgewichtet in den Index integriert (Tab. 2 in Veröffentlichung 3). Wie bereits im Absatz zu Implikationen der Bestandsaufnahme dargelegt, könnten einzelne Indikatoren zukünftig durch den Einsatz neuer Technologien (z.B. KI-gestützte Verfahren) zeiteffizienter und praktikabler erhoben und nachfolgend im Rahmen eines solchen Index integriert werden. Ferner gibt es wie bereits in Kapitel 5.2.4.4 angedeutet, weitere Möglichkeiten den entwickelten PEWI im Zuge zukünftiger Forschung zu nutzen. Steht bspw. die Untersuchung des Mobilitätsverhaltens im Fokus, ist es möglich, den PEWI als unabhängige Variable in multivariate statistische Verfahren zu integrieren und somit den Einfluss des PEWI auf das realisierte Mobilitätsverhalten zu untersuchen. Ferner könnten die Ergebnisse des PEWI in die Modellierung des Fußverkehrs eingehen.

Resümierend erweitert der PEWI, durch die erstmalige Integration einer solch hohen Anzahl an Indikatoren sowie dem quantifizierbaren Messinstrument, den Diskurs um die Wahrnehmung der Erreichbarkeit und leistet einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Erreichbarkeitsindizes.

Abschließend ist herausstellen, dass individuelle Wahrnehmungen nicht statisch sind und ständiger Dynamik unterliegen, die u.a. durch globale und lokale Ereignisse beeinflusst werden können. Beispielsweise ist die Rolle einer zunehmenden Digitalisierung, verstärkt durch die COVID-19-Pandemie, in zukünftigen Forschungsarbeiten im diesem Forschungsfeld zu berücksichtigen. Einerseits haben sich Erreichbarkeitsverhältnisse durch die fortschreitende Digitalisierung im Zuge von Lieferdiensten jeglicher Art (Lebensmittel, Restaurants etc.) objektiv verändert. Andererseits ist noch weitgehend unklar, ob solche Ereignisse auch Einfluss auf die Wahrnehmung der fußläufigen Erreichbarkeit und deren Funktion im Kontext sozialer Teilhabe durch die potenzielle Teilsubstitution der Versorgungskomponente zur sozialen Interaktion haben.

Die Ausführungen in dem vorliegenden Kapitel verdeutlichen, dass das Themenfeld der wahrgenommenen Erreichbarkeit eine überaus hohe Relevanz aufweist, einer stetigen Dynamik unterliegt und für zukünftige Forschung mannigfaltige Anknüpfungspunkte auf konzeptioneller, diskursiver, methodischer und analytischer Ebene existieren.

6.3 Schlussfolgerungen für die Praxis

Neben forschungsrelevanten Schlussfolgerungen lassen sich aus den empirischen Erkenntnissen der vorliegenden Arbeit auch Schlussfolgerungen für die Praxis ableiten. Diese beziehen sich zum einen auf die Berücksichtigung von Wahrnehmungen in der nahräumlichen Erreichbarkeitsplanung (Kap. 6.3.1) und zum anderen auf die Gestaltung fußgängerfreundlicher, nutzungsgemischter und ansprechender Quartiere zur Förderung gesellschaftlicher Teilhabe und nachhaltiger Mobilität (Kap. 6.3.2).

6.3.1 Berücksichtigung von Wahrnehmungen in der (nahräumlichen) Erreichbarkeitsplanung

Das Konzept der Erreichbarkeit wird auf unterschiedlichen planungsrelevanten Ebenen von der europäischen bis zur kommunalen Ebene diskutiert. Lange Zeit wurde Erreichbarkeit vorwiegend auf Grundlage der Siedlungsstrukturdimension sowie der verkehrlichen und zeitlichen Dimension gemessen (Geurs & van Wee, 2004).

In den letzten Jahren zeigt sich allgemein eine Sensibilisierung für die komplexen Einflüsse der individuellen Dimension der Erreichbarkeit, einhergehend mit einem tieferen Verständnis der individuellen und der gleichzeitigen Berücksichtigung aller Dimensionen in der Erreichbarkeitsmessung. Es kommt zu einer Disaggregation in der Erreichbarkeitsmodellierung und einer Ausdifferenzierung auch in der regionalen Daseinsvorsorge. Dabei sind die technischen Möglichkeiten zur Integration von unterschiedlichen Zielgruppen vorhanden, die, bspw. durch die Berücksichtigung von unterschiedlichen Aktivitätszielen, unterschiedlichen Verkehrsmitteln, der Abbildung von Intermodalität und Multimodalität, Öffnungszeiten, Staus und Barrierefreiheit, abgebildet werden können. Es fehlt jedoch an der flächendeckenden Umsetzung der technischen Möglichkeiten.

Die vorliegende Arbeit kann einen wichtigen Beitrag für die Planungspraxis insbesondere der räumlichen Erreichbarkeitsplanung leisten, indem sie sich theoretisch fundiert mit der Entstehung von Wahrnehmungen auseinandersetzt, Möglichkeiten zur Erfassung wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit aufzeigt und die Wichtigkeit und Dringlichkeit der Berücksichtigung von individuellen Wahrnehmungen in der Planungspraxis herausgestellt. Mit der Bereitstellung des Messinstruments der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit können bisherige Instrumente zur Messung von Erreichbarkeit um individuelle Wahrnehmungen erweitert werden. Neben der Möglichkeit, die Erkenntnisse in die räumlichen Gesamtplanung oder jeweiligen Fachplanungen einfließen zu lassen, bieten sich zukünftig auch Formate wie der FGSV-Arbeitskreis zur Erreichbarkeitsplanung an, sich auf Grundlage der vorliegenden Arbeit mit dem Themenfeld der wahrgenommenen Erreichbarkeit näher auseinanderzusetzen. Als Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis bieten solche Formate die Möglichkeit, die Expertise von Wissenschaftler*innen und Planungspraktiker*innen zu vereinen und durch die Erarbeitung u.a. von Empfehlungen, Hinweis- oder Diskussionspapieren für Wissenschaft und Planungspraxis, zukünftige Planung aktiv mitzugestalten. Im gegenwärtigen FGSV-Arbeitskreis zur Erreichbarkeitsplanung werden bspw. Empfehlungen zur Erreichbarkeitsplanung erarbeitet. Mit dem Ziel, einen Orientierungsrahmen für zukünftige Planung zu erarbeiten, bietet die Integration der empirischen Befunde zum Themenfeld der wahrgenommenen Erreichbarkeit die Chance, Wahrnehmungen bundesweit in der Planungspraxis zu verankern. Im Allgemeinen sollten Maßnahmen im Rahmen der Erreichbarkeitsplanung Variationen und Vielfalt in der Wahrnehmung und Erfahrung von Erreichbarkeit berücksichtigen, damit diejenigen, deren gelebte Erfahrungen vom modellierten „Durchschnitt“ abweichen, nicht marginalisiert werden (Curl, 2018).

6.3.2 Who are we planning for? Gestaltung fußgängerfreundlicher,utzungsmischter und ansprechender Quartiere zur Förderung gesellschaftlicher Teilhabe und nachhaltiger Mobilität

Die empirischen Befunde zu Determinanten wahrgenommener fußläufiger Erreichbarkeit sowie die Erkenntnisse über den signifikanten Einfluss der wahrgenommenen Erreichbarkeit auf das Mobilitätsverhalten sind von hoher planungspraktischer Relevanz. Wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit wird demnach u.a. von Aspekten der wahrgenommenen Sicherheit, der Atmosphäre, der wahrgenommenen Barrierefreiheit (Veröffentlichung 1) sowie verkehrsmittelbezogener Einstellungen (Veröffentlichung 2) beeinflusst. Gleichzeitig gehen Menschen, die ihre fußläufige Erreichbarkeit als hoch einschätzen, auch häufiger zu Fuß. Die empirischen Befunde der vorliegenden Arbeit zeigen demnach, dass Wahrnehmungen der fußläufigen Erreichbarkeit u.a. als eine Stellschraube zur Förderung der Mobilitätswende fungieren können.

Das Ziel der Planungspraxis, fußläufige Erreichbarkeit innerhalb von 15 Minuten zu wichtigen Einrichtungen der Nahversorgung und Daseinsvorsorge zu gewährleisten, fußgängerfreundliche, nutzungsmischte, barrierefreie und ansprechende Quartiere zu schaffen, um Versorgung, Interaktion und damit eingehend gesellschaftliche Teilhabe sicherzustellen, sollte eine hohe Priorität haben. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte das Leitbild der 15-Minuten-Stadt (Moreno et al., 2021) in der Stadt- und Verkehrsplanung sowie Politik als eine zentrale Leitlinie etabliert werden (ARL, 2023). Auf Grundlage der

Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit ist jedoch zu beachten, dass die Diskussion rund um die Wahrnehmung fußläufiger Erreichbarkeit zeigt, dass eine Minutenangabe von objektiv gemessenen 15 Minuten nicht unbedingt für alle Menschen gleich ist. Eine gute fußläufige Erreichbarkeit ist demnach nicht allein an eine Minutenangabe zu knüpfen. Neben der Etablierung des Konzepts der 15-Minuten-Stadt ist demnach, neben z.B. der bereits erläuterten Anpassung der Gehgeschwindigkeiten (Vale & Lopes, 2023), die Integration von Wahrnehmungen zu empfehlen, um eine Annäherung an ein realistisches Bild guter Erreichbarkeit zu erhalten.

Die Erkenntnisse der vorliegenden Dissertation deuten darauf hin, dass Schlüsselakteure aus Politik und Planung trotz heutiger hoher Pkw-Dominanz das Ziel verfolgen sollten, nachhaltige urbane Mobilität durch fußgängerfreundliche Maßnahmen zu fördern sowie den Stellenwert des Zufußgehens als gesunde, kostenlose und emissionsfreie Mobilitätsform zu steigern. Zur Sensibilisierung von Akteuren aus Politik und Praxis können unterschiedliche Methoden wie bspw. das Proximity Fresk Worksheet angewendet werden (Moreno et al., 2023). Das Worksheet wird in Kleingruppen bearbeitet, wobei zunächst die eigene Definition von Nähe abgefragt wird. Die jeweilige Kleingruppe erhält daraufhin Informationen über eine spezifische Person und deren alltägliche Routinen. Nachfolgend werden Aktionsräume aufgemalt und Bewertungen zu den Themen Wohlbefinden, Umwelteinfluss und Sozialkompetenz des spezifischen Charakters vorgenommen. Dabei werden auch unterschiedliche Herausforderungen und Einflüsse, wie z.B. eine zunehmende Digitalisierung, betrachtet. Abschließend werden persönliche und planungsrelevante Lösungsstrategien hinsichtlich des Konzepts der 15-Minuten-Stadt unter Bezugnahme, u.a. von eigenen Ressourcen sowie öffentlichen und privaten Akteuren, erarbeitet und die Wirkungen dieser Lösungen auf die Themen des Wohlbefindens und des Umwelteinflusses des spezifischen Charakters erneut bewertet (Moreno et al., 2023). Diese Methode ist nur ein Beispiel, aber es kann Akteure aus Politik und Planung für spezifische Bedürfnisse unterschiedlicher Zielgruppen sensibilisieren, mit dem Ziel, ein „Umdenken“ zu erwirken und dem Zufußgehen zukünftig einen höheren Stellenwert zuzuschreiben.

Eine neue Facette im Diskurs rund um die 15-Minuten-Stadt, die einen gewissen Bezug zu Wahrnehmung der Erreichbarkeit aufweist, stellen die aktuellen Gegenreaktionen auf dieses Leitbild dar. So zeigen sich auf unterschiedlichen Ebenen kontroverse Debatten, die von Verschwörungstheorien über eine wahrgenommene Bedrohung der individuellen Freiheiten, der Bedrohung des vom Auto abhängigen Lebensstils bis hin zu Bedenken hinsichtlich zunehmender Gentrifizierungsprozesse reichen und den sachlichen Planungsdiskurs vor erhebliche Herausforderungen stellen (Marquet et al., 2024a). So ist die Sensibilisierung der unterschiedlichen Akteure in Planungsprozessen von besonderer Bedeutung, da die *„15-Minute City programs offer great promise concerning urban livability and travel behavior change towards meeting sustainable development goals (SDGs), [but] their eventual success largely depends on their implementation and acceptability. By being open to sensible critique, debunking conspiracy theories, and maximizing the flexibility potential of the policy, we can enhance the likelihood of acceptance of 15-Minute City programs [...]“* (Marquet et al., 2024b, S. 10) .

Neben diesen aktuellen Entwicklungen, lassen sich auf Grundlage der empirischen Befunde der vorliegenden Arbeit zahlreiche Anknüpfungspunkte für planerische Maßnahmen identifizieren, um Wahrnehmungen zu verbessern und demnach den Fußverkehr zu stärken. So zeigen die Ergebnisse der ersten

Veröffentlichung, dass der Pkw-Besitz nur einen schwachen, nicht signifikanten Effekt auf die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit hat. Demgegenüber konnten die wahrgenommene Barrierefreiheit, die Mobilitätseinschränkung sowie das Sicherheitsempfinden als einflussnehmende Faktoren zur Erklärung der wahrgenommenen fußläufigen Erreichbarkeit identifiziert werden. Mit einer erhöhten Priorisierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Barrierefreiheit und des Sicherheitsempfindens könnte potenziell die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit und gleichzeitig die Anzahl der Fußwege erhöht werden. Maßnahmen zur Reduktion des Pkw-Besitzes sind dabei zwar als durchaus sinnvoll zu bewerten, stellen sich aber nicht als die einzige Stellschraube für mehr aktive Mobilität dar. Die Entwicklung des PEWI (Veröffentlichung 3) kann einen planungspraktischen Beitrag leisten, da er durch seine Kleinräumigkeit und den gewissenhaften Umgang mit spezifischen Charakteristika unterschiedlicher Indikatoren eine hohe Detailschärfe aufweist und sich an die „Realität“ der Erreichbarkeit und Walkability annähert. Es ist möglich durch die Lokalisierung von Defiziten, das Interventionspotenzial der einzelnen Indikatoren aufzuzeigen und direkte Interventionsmaßnahmen, bspw. zum Thema altersgerechte Quartiersentwicklung, spezifische Erreichbarkeitsanalysen oder kriminalpräventorische Maßnahmen, zu entwickeln. Durch eine verbesserte Beleuchtung, die Förderung sozialer Kontrolle durch die Ausrichtung der Gebäude und Fenster sowie einer gewissen Durchlässigkeit (Harlander, 2013) und/oder eine qualitativ hochwertige Gestaltung der Grünflächen, könnte bspw. das wahrgenommene Sicherheitsgefühl gesteigert und dadurch die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit verbessert werden. Ferner legen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nahe, dass zur Förderung der Mobilitätswende neben der Verbesserung der Infrastruktur die langfristige Veränderung von verkehrsmittelbezogenen Einstellungen priorisiert in Politik und Planung behandelt werden sollte. Der Effekt der ÖV-Einstellung auf die Anzahl Fußwege pro Tag und Person, mediiert durch die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit (Veröffentlichung 2), legt dabei nahe, dass nicht allein die Einstellung zum Auto entscheidend ist. Möglicherweise könnten die Einstellungen zum ÖV durch Maßnahmen gestärkt und ins Positive verändert werden, um die wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit zu verbessern und schlussendlich den Fußverkehr zu stärken. Neben langfristigen Maßnahmen zur Anpassung der gebauten Umwelt oder der Veränderung von Einstellungen können temporäre Maßnahmen, wie Experimente im Straßenraum oder auch Modellvorhaben, genutzt werden, um zu testen, ob und wie sich Wahrnehmungen verändern lassen.

Ferner implizieren die empirischen Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit, dass insbesondere vulnerable Gruppen prioritär in zukünftiger Planung berücksichtigt werden sollten. Neben den bereits aufgezeigten Möglichkeiten zur Erfassung von wahrgenommener Erreichbarkeit (vgl. Kap. 6.2 und 6.3.1) eignen sich qualitative Methoden der empirischen Sozialforschung, wie bspw. Walk-Alongs, Planungsspaziergänge, vertiefende Interviews oder Fokusgruppen, um Wahrnehmungen und Bedürfnisse zu erfassen und in der Planung vor Ort zu berücksichtigen. Neben qualitativen Erhebungsmethoden eignen sich, im Rahmen von Citizen Science Ansätzen, bspw. smartphonebasierten Meldeapps, in die Erreichbarkeitsdefizite von Bürger*innen eingetragen und durch Fotos dokumentiert werden können (siehe auch Erläuterungen zu PPGIS).

Resümierend kann festgehalten werden, dass die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit, neben dem wissenschaftlichen, auch einen wichtigen planungspraktischen Beitrag leisten. So müssen wir in

Übereinstimmung mit Cowie et al. (2016) kritisch überdenken, wie wir unsere Städte planen und unser Verkehrssystem entwickeln möchten, um die Rahmenbedingungen für das Zufußgehen zu verbessern, die wahrgenommene Erreichbarkeit zu steigern, langfristige Einstellungen positiv zu beeinflussen und folglich aktive Mobilität als Grundlage einer gesunden und nachhaltigen Lebensweise zu fördern, immer vor dem Hintergrund: „**Who are we planning for?**“ (Stafford, 2021).

7 LITERATURVERZEICHNIS

- American Association of Retired Persons (AARP) (2022). *Creating Parks and Public Spaces for People of All Ages. A Step-by-Step Guide*. Washington, DC.
- Ahern, A. & Hine, J. (2012). Rural transport – valuing the mobility of older people. *Res. Transp. Econ.*, 34 (1), 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2011.12.004>.
- Ahlmeyer, F. & Wittowsky, D. (2018). What do we need in rural areas? How to use accessibility modelling as a strategy in transport planning. *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning*, 76(6), 531–550. <https://doi.org/10.1007/s13147-018-0558-8>.
- Albrecht, J. (2023). *Wohnstandortentscheidungen im wohnbiografischen Ansatz – Empirische Ergebnisse für die Familiengründungsphase und methodische Erkenntnisse einer quantitativen Erhebung*. Dissertation. Dortmund.
- Amaya, V., Moulart, T., Gwiazdzinski, L. & Vuillerme, N. (2022). Assessing and qualifying neighborhood walkability for older adults: construction and initial testing of multivariate spatial accessibility model. *Int J Environ Res Public Health*, 19(3), 1808. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031808>.
- Anable, J. & Gatersleben, B. (2005). All work and no play? The role of instrumental and affective factors in work and leisure journeys by different travel modes. *Transport. Res. A Policy Pract.*, 39(2-3), 163–181. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.09.008>.
- ARL – Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft (Hrsg.) (2023). *Mobilität, Erreichbarkeit und soziale Teilhabe – Für eine gerechtere Raum- und Verkehrsentwicklung*. Hannover (= Positionspapier aus der ARL 144).
- Auer, B. R. & Rottmann, H. (2007). *Grundkurs Statistik. Fallstudien und Übungsaufgaben für Wirtschaftswissenschaftler - Mit vollständigen Lösungswegen*. Wiesbaden: Gabler (1. Aufl.).
- Avineri, E. (2012). On the use and potential of behavioural economics from the perspective of transport and climate change. *Journal of Transport Geography*, 24, 512–521. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.03.003>.
- Babb, C., Burke, M. & Tranter, P. (2011). Developing neighbourhood 'walkability' indices for children's active transport. In: Paul J. & Maginn, P. J. (Hrsg.). *World Planning Schools Congress*, Jul 4 2011. Perth: The University of Western Australia.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2015a). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Backhaus, K., Erichson, B. & Weiber, R. (2015b). *Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Baltes-Götz, B. (2020). *Mediator- und Moderatoranalyse mit SPSS und PROCESS*. Trier.
- Bandura, A. (1978). The self-system in reciprocal determinism. *American psychologist*, 33 (4), 344–358. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.33.4.344>.
- Baron, R. M. & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173–1182. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>.
- Bauer, U., Hertel, M., Buchmann, L., Frehn, M. & Spott, M. (2018). Geht doch! Grundzüge einer bundesweiten Fußverkehrsstrategie. (= UBA Reihe Texte 75/2018).

- Becker, C. W. (2012). Mit Freiraum Stadt - machen aber wie? *Informationen zur Raumentwicklung*, 3/4, 91–102.
- Beckmann, K. J., Gies, J., Thiemann-Linden, J. & Preuß, T. (2011). *Leitkonzept – Stadt und Region der kurzen Wege: Gutachten im Kontext der Biodiversitätsstrategie* (Texte 48/2011). Dessau-Roßlau.
- Beirao, G. & Cabral, J. A. S. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: a qualitative study. *Transp. Policy*, 14(6), 478–489. <https://doi.org/10.1016/j.transpol.2007.04.009>.
- Bereitschaft, B. (2021). Older adult population and neighborhood walkability by metropolitan area size and degree of urban sprawl. *Papers in Applied Geography*, 8(3), 249–267. <https://doi.org/10.1080/23754931.2021.1978526>.
- Birenboim, A., Ben-Nun Bloom, P., Levit, H. & Omer, I. (2021). The Study of Walking, Walkability and Wellbeing in Immersive Virtual Environments. *Int J Environ Res Public Health*, 18(2), 364. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020364>.
- Blecic, I., Congiu, T., Fancello, G. & Trunfio, G. (2020). Planning and design support tools for walkability: a guide for urban analysts. *Sustainability*, 12(11), 4405. <https://doi.org/10.3390/su12114405>.
- Bliemel, F., Eggert, A., Fassot, G. & Henseler, J. (2005). *Handbuch PLS-Pfadmodellierung: Methode, Anwendung, Praxisbeispiele*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018a). *Mobilität in Deutschland. Tabellarische Grundausswertung*. https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/archive/pdf/MiD2017_Tabellenband_Deutschland.pdf [zuletzt zugegriffen am 15.08.2023].
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018b). *Mobilität in Deutschland – MiD. Ergebnisbericht*. Bonn. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-ergebnisbericht.pdf?__blob=publicationFile [zuletzt zugegriffen am 10.02.2024].
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018c). „*Mobilität in Tabellen*“ (MiT 2017) der Erhebung „*Mobilität in Deutschland*“ (MiD). <https://mobilitaet-in-tabellen.dlr.de/login.html?brd> [zuletzt abgerufen am 25.03.2024].
- Bödeker, M. & Reyer, M. A. (2014). Auswirkungen der Walkability auf Senioren. In: Bucksch, J. & Schneider, S. (Hrsg.). *Walkability: Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune*, 229–239. Bern: Verlag Hans Huber (1. Aufl.).
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Brown, G. & Kyttä, M. (2014). Key issues and research priorities for public participation GIS (PPGIS): A synthesis based on empirical research. *Applied Geography*, 46, 122–136. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.11.004>.
- Browne, M. (1984). Asymptotically distribution-free methods for the analysis of covariance structures. *Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 37, 62–83. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1984.tb00789.x>.
- Brownson, R. C., Hoehner, C. M., Brennan, L. K., Cook, R. A., Elliott, M. T. & McMullen, K. M. (2004). Reliability of 2 Instruments for Auditing the Environment for Physical Activity. *J. Phys. Act. Health*, 1(3), 191–208. <https://doi.org/10.1123/jpah.1.3.191>.
- Buck, C., Tkaczick, T., Pitsiladis, Y., De Bourdehaudhuij, I., Reisch, L., Ahrens, W. & Pigeot, I. (2015). Objective Measures of the Built Environment and Physical Activity in Children: From Walkability to Moveability. *J Urban Health*, 92, 24–38. <https://doi.org/10.1007/s11524-014-9915-2>.

- Burns, L. D. & Golob, T. F. (1976). The role of accessibility in basic transportation choice behavior. *Transportation*, 5, 175–198. <https://doi.org/10.1007/BF00167272>.
- Cadwallader, M. (1979). Problems in cognitive distance: implications for cognitive mapping. *Environ. Behav.*, 11(4), 559–576. <https://doi.org/10.1177/0013916579114007>.
- Carr, L. J., Dunsiger, S. I. & Marcus, B. H. (2010). Walk Score™ as a global estimate of neighborhood walkability. *American Journal of Preventive Medicine*, 39(5), 460–463. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.07.007>.
- Chapin, F. S. (1974). *Human Activity Patterns in the City: Things People Do in Time and in Space*. New York: Wiley.
- Chernick, M. R. (2008). *Bootstrap Methods: A Guide for Practitioners and Researchers*. Hoboken, NJ: John Wiley & Son.
- Chudyk, A. M., Winters, M., Moniruzzaman, M. D., Ashe, M. C., Gould, J. S. & McKay, H. (2015). Destinations matter: The association between where older adults live and their travel behavior. *Journal of Transport & Health*, 2(1), 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.09.008>.
- Claßen, K., Oswald, F., Doh, M., Kleinemas, U. & Wahl, H.-W. (2014). *Umwelten des Alterns: Wohnen, Mobilität, Technik und Medien*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Comber, A. J., Brundson, C. & Radburn, R. (2011). A spatial analysis of variations in health access: linking geography, socio-economic status and access perceptions. *Int. J. Health Geogr.*, 10, 44. doi.org/10.1186/1476-072X-10-44.
- Conrad, K. (2023). *Alltagsmobilität älterer Menschen im Kontext räumlicher und klimatischer Umwelt*. Dissertation. Dortmund.
- Coppola, P. & Silvestri, F. (2018). Estimating and visualizing perceived accessibility to transportation and urban facilities. *Transp. Res. Procedia*, 31, 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.051>.
- Cowie, C. T., Ding, D., Rolfe, M. I., Mayne, D. J., Jalaludin, B., Bauman, A. & Morgan, G. G. (2016). Neighbourhood walkability, road density and socio-economic status in Sydney, Australia. *Environ. Health*, 15, 58. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0135-y>.
- Curl, A., Nelson, J. D. & Anable, J. (2011). Does Accessibility Planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. *Research in Transportation Business & Management*, 2, 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2011.07.001>.
- Curl, A. (2013). *Measuring what matters: comparing the lived experience to objective measures of accessibility*. Aberdeen. University of Aberdeen. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3374.3601>.
- Curl, A., Nelson, J. D. & Anable, J. (2015). Same question, different answer: a comparison of GIS-based journey time accessibility with self-reported measures from the National Travel Survey in England. *Comput. Environ. Urban Syst.*, 49, 86–97. <https://doi.org/10.1016/j.compen-urbsys.2013.10.006>.
- Curl, A. (2018). The importance of understanding perceptions of accessibility when addressing transport equity: A case study in Greater Nottingham, UK. *The Journal of Transport and Land Use*, 11(1), 1147–1162. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2018.1003>.
- Dalvi, M. Q. & Martin, K. (1976). The measurement of accessibility: some preliminary results. *Transportation*, 5, 17–42. <https://doi.org/10.1007/BF00165245>.

- De Vos, J., Schwanen, T., Van Acker, V. & Witlox, F. (2013). Travel and subjective well-being: A focus on findings, methods and future research needs. *Transport Reviews*, 33(4), 421-442. doi:10.1080/01441647.2013.815665
- De Vos, J., Ettema, D. & Witlox, F. (2018). Changing travel behaviour and attitudes following a residential relocation. *J. Transp. Geogr.*, 73, 131–147. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.10.013>.
- De Vos, J. (2019). Satisfaction-induced travel behaviour. *Transp. Res. F*, 63, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.03.001>.
- De Vos, J., Schwanen, T., Van Acker, V. & Witlox, F. (2019). Do satisfying walking and cycling trips result in more future trips with active travel modes? An exploratory study. *Int. J. Sustain. Transport.*, 13(3), 180–196. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1456580>.
- De Vos, J., Lättman, K., van der Vlugt, A.-L., Welsch, J. & Otsuka, N. (2023). Determinants and effects of perceived walkability: a literature review, conceptual model and research agenda. *Transport Reviews*, 43(2), 303–324. <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2101072>.
- Dewulf, B., Neutens, T., Van Dyck, D., De Bourdeaudhuij, I. & Van de Weghe, N. (2012). Correspondence between objective and perceived walking times to urban destinations: influence of physical activity, neighbourhood walkability, and sociodemographics. *Int. J. Health Geogr.*, 11, 43. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-43>.
- Dill, J. & Voros, K. (2007). Factors affecting bicycling demand: initial survey findings from the Portland, Oregon, region. *Transp. Res. Rec.*, 2031(1), 9–17. <https://doi.org/10.3141/2031-02>.
- Dinkel, M. (2014). *Der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise in urbanen Räumen*. Dissertation, Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern.
- Döring, N. & Bortz, J. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Döring, L., Albrecht, J. & Holz-Rau, C. (2014). *Generationsübergreifende Mobilitätsbiografien – Soziodemografische Analyse der Erhebung – Eine Erhebung unter Studierenden, ihren Eltern und Großeltern* (= Raum und Mobilität – Arbeitspapiere des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung, 30, Fakultät Raumplanung, TU Dortmund). Dortmund.
- Döring, L. (2017). *Mobilitätsbiografien und Mobilitätssozialisation. Eine quantitative Analyse von Sozialisations-, Alters-, Perioden- und Kohorteneffekten in Alltagsmobilität*. Wiesbaden: Springer VS.
- Duncan, M. J., Spence, J. C. & Mummery, W. K. (2005). Perceived environment and physical activity: a meta-analysis of selected environmental characteristics. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2, 11. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-2-11>.
- Duncan, D. T., Aldstadt, J., Whalen, J., Melly, S. & Gortmaker, S. L. (2011). Validation of Walk Score® for estimating neighborhood walkability: an analysis of four US metropolitan areas. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 8(11), 4160–4179. <https://doi.org/10.3390/ijerph8114160>.
- Duncan, D. T., Méline, J., Kestens, Y., Day, K., Elbel, B., Trasande, L. & Chaix, B. (2016). Walk score, transportation mode choice, and walking among French adults: a GPS, accelerometer, and mobility survey study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13(6), 611. <https://doi.org/10.3390/ijerph13060611>.
- Dunn, T. J., Baguley, T. & Brunnsden, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British Journal of Psychology*, 105(3), 399–412. <https://doi.org/10.1111/bjop.12046>.

- Eid, M., Gollwitzer, M. & Schmitt, M. (2010). *Statistik und Forschungsmethoden*. Weinheim: Beltz.
- European Environment Agency (2020). *Environmental noise in Europe — 2020*. Luxembourg. <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-ineurope> [zuletzt zugegriffen am 20.04.2022].
- Fancello, G., Congiu, T. & Tsoukiàs, A. (2020). Mapping walkability. A subjective value theory approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, 72, 100923.
- Farrington, J. H. (2007). The new narrative of accessibility: its potential contribution to discourses in (transport) geography. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.007>.
- Fina, S., Gerten, C., Gehrig-Fitting, K. & Rönsch, J. (2018). *Was leistet Geomonitoring für die Stadtforschung? Das Monitoring StadtRegionen und das Kommunalpanel als aktuelle Anwendungsbeispiele*. Dortmund. ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung (=ILS-Trends [extra]).
- Fina, S., Joshi, J. & Wittowsky, D. (2021). Monitoring travel patterns in German city regions with the help of mobile phone network data. *International Journal of Digital Earth*, 14(3), 379-399. <https://doi.org/10.1080/17538947.2020.183604>.
- 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. *Journal of Transport & Health*, 27, 101486. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2022.101486>.
- Fone, D. L., Christie, S. & Lester, N. (2006). Comparison of perceived and modelled geographical access to accident and emergency departments: a cross-sectional analysis from the Caerphilly Health and Social Needs Study. *Int. J. Health Geogr.*, 5, 16. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-5-16>.
- Frank, L. D., Sallis, J. F., Conway T. L., Chapman, J. E., Saelens, B. E. & Bachman, W. (2006). Many Pathways from Land Use to Health: Associations between Neighbourhood Walkability and Active Transportation, Body Mass Index, and Air Quality. *Journal of the American Planning Association*, 72(1), 75–87. <https://doi.org/10.1080/01944360608976725>.
- 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. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 924-933. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.058701>.
- Frank, L. D., Kershaw, S., Chapman, J. E., Campbell, M. & Swinkels, H. M. (2015). The unmet demand for walkability: disparities between preferences and actual choices for residential environments in Toronto and Vancouver. *Canadian Journal of Public Health*, 106(1), 12–20. <https://doi.org/10.17269/cjph.106.4397>.
- Friman, M., Lättman, K. & Olsson, L. E. (2020a). Public transport quality, safety, and perceived accessibility. *Sustainability*, 12(9), 3563. <https://doi.org/10.3390/su12093563>.
- Friman, M., Lättman, K. & Olsson, L. E. (2020b). Carpoolers’ Perceived Accessibility of Carpooling. *Sustainability*, 12(21), 8976. <https://doi.org/10.3390/su12218976>.
- FUSS e.V. (2018). *Fußverkehrs-Checks & Fußverkehrs-Audits. Informationen zur Durchführung von Fußverkehrs-Checks*. Berlin.
- Garritsen, K. É., Grigolon, A. B., Ulak, M. B., Geurs, K. T., Bodum, L. Hernández Bueno, A. V. & Børsen, T. (2024). *The 15-minute neighbourhood game*. mobil.TUM 2024 – The Future of

- Mobility and Urban Space. NECTAR Cluster 6 – The Roadmap for Shaping the ± 15 -minute city. München.
- Gebel, K., Bauman, A. E., Sugiyama, T. & Owen, N. (2011). Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: prospective relationships with walking and weight gain. *Health & Place*, 17(2), 519–524. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.12.008>.
- Gertz, C. (2013). *Erreichbarkeit: ein maßgebliches Kriterium für Chancen im Raum*. Technische Universität Hamburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik. Fachkongress Leitlinien der niedersächsischen Raumordnungspolitik. Hannover.
- Geurs, K. T. & Ritsema van Eck, J. R. (2001). *Accessibility measures: review and applications*. RIVM report 408505 006, National Institute of Public Health and the Environment. Bilthoven.
- Geurs, K. T. & van Wee, B. (2004). Accessibility Evaluation of Land-Use and Transport Strategies: Review and Research Directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>.
- Gim, T.-H. T. (2011). A comparison of the effects of objective and perceived land use on travel behavior. *Growth Chang.*, 42(4), 571–600. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2011.00568.x>.
- Göddecke-Stellmann, J. (2013). Stadtbeobachtung im BBSR auf neuen Wegen. In: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.). *Informationen aus der Forschung des BBSR* 2/2013, 5. Bonn.
- Golan, Y., Wilkinson, N., Henderson, J. M. & Weverka, A. (2019). Gendered walkability: Building a daytime walkability index for women. *Journal of Transport and Land Use*, 12(1). <https://doi.org/10.5198/jtlu.2019.1472>.
- Golledge, R. G., Brown, L. A. & Williamson, F. (1972). Behavioural approaches in geography: an overview. *Aust. Geogr.*, 12(1), 59–79. <https://doi.org/10.1080/00049187208702613>.
- Golledge, R. G. (1978). Representing, interpreting, and using cognized environments. *Papers in Regional Science*, 41(1), 169–204. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1978.tb01046.x>.
- Gorrini, A. & Bandini, S. (2018). *Elderly Walkability Index through GIS: Towards Advanced AI-based Simulation Models*. 4th International Workshop on Artificial Intelligence for Ambient Assisted Living - AI*AAL 2018, 67–82. Trient.
- Gorrini, A., Presicce, D., Messa, F. & Choubassi, R. (2023). Walkability for children in Bologna: Beyond the 15-minute city framework. *Journal of Urban Mobility*, 3, 100052. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2023.100052>.
- Hägerstrand, T. (1970). What about People in Regional Science? *Papers of the Regional Science Association*, 24, 6–21. <https://doi.org/10.1007/BF01936872>.
- Halden, D. (2009). 10 Years of Accessibility Planning in UK – What Has Been Achieved? In: Association for European Transport (Hrsg.). *Proceedings of the European Transport Conference*. Leiden.
- Halden, D. (2011). The use and abuse of accessibility measures in UK passenger transport planning. *Research in Transportation Business & Management* 2, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2011.05.001>.
- Hall, C. M. & Ram, Y. (2018). Walk Score® and its potential contribution to the study of active transport and walkability: a critical and systematic review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 310–324. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.12.018>.

- Handy, S. L. & Niemeier, D. A. (1997). Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives. *Environment and Planning A*, 29(7), 1175-1194. <https://doi.org/10.1068/a291175>.
- Handy, S. L., Cao, X. & Mokhtarian, P. L. (2006). Self-selection in the relationship between the built environment and walking: Empirical evidence from Northern California. *Journal of the American Planning Association*, 72(1), 55-74. <https://doi.org/10.1080/01944360608976724>.
- Hansen, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Planning Association*, 25(2), 73-76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>.
- Harlander, T. (2013). Soziales Gefüge. In: Bott, H. & Grassi, G. (Hrsg.). *Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere*, 47-56. Regensburg: De Gruyter.
- Haugen, K. (2012). *The accessibility paradox: Everyday geographies of proximity, distance and mobility*. Umeå: Umeå University.
- Haustein, S. (2012). Mobility behavior of the elderly: an attitude-based segmentation approach for a heterogeneous target group. *Transportation*, 39, 1079-1103. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9380-7>.
- Hayes, A. F. (2018). *Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis*. New York: Guilford Press.
- Hesse, M. & Scheiner, J. (2010). Mobilität, Erreichbarkeit und gesellschaftliche Teilhabe: Die Rolle von strukturellen Rahmenbedingungen und subjektiven Präferenzen. *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, 79(2), 94-112.
- Hine, J. & Grieco, M. (2003). Scatters and clusters in time and space: implications for delivering integrated and inclusive transport. *Transport and Social Exclusion*, 10(4), 299-306. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00055-6](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00055-6).
- Hirsch, J. A., Moore, K., Evenson, K., Rodriguez, D. A. & Diez Roux, A. V. (2013). Walk Score® and Transit Score® and Walking in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American Journal of Preventive Medicine*, 45(2), 158-166. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.03.018>.
- Hoehner, C. M., Ivy, A., Brennan Ramirez, L. K., Handy, S. & Brownson, R. C. (2007). Active Neighborhood Checklist: A User-Friendly and Reliable Tool for Assessing Activity Friendliness. *American Journal of Health Promotion*, 21(6), 534-537. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-21.6.534>.
- Holmbeck, G. N. (1997). Toward terminological, conceptual, and statistical clarity in the study of mediators and moderators: Examples from the child-clinical and pediatric psychology literatures. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 65, 599-610. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.65.4.599>.
- Holz-Rau, C. (1995). *Verkehrsvermeidung: Siedlungsstrukturelle und organisatorische Konzepte*. Bonn (= Materialien zur Raumentwicklung, 73).
- Holz-Rau, C. (1999). *Nutzungsmischung und Stadt der kurzen Wege: Werden die Vorzüge einer baulichen Mischung im Alltag genutzt?* Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (= Werkstatt: Praxis, 7).
- Holz-Rau, C. (2009). Raum, Mobilität und Erreichbarkeit – (Infra-)Strukturen umgestalten? *Informationen zur Raumentwicklung*, 12, 797-804.
- Hölzel, D. J., Lux, P., Riemer, L., Stawinoga, P. & Wickert, K. (2022). *Die Erhebung, Operationalisierung und Analyse von Aktionsräumen unter Nutzung von Befragungen: Methodenbericht*. Dortmund (=Raum und Mobilität. Arbeitspapiere des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung 33).

- Hook, H. (2024). Is 23 minutes walking distance?: Factors determining walking time thresholds of Twitter users. *Journal of Urban Mobility*, 5, 100073. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2024.100073>.
- Hunecke, M., Haustein, S., Grischkat, S. & Böhler, S. (2007). Psychological, sociodemographic, and infrastructural factors as determinants of ecological impact caused by mobility behaviour. *J. Environ. Psychol.*, 27(4), 277–292. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.08.001>.
- Ichikawa, M. & Konishi, S. (1995). Application of the bootstrap methods in factor analysis. *Psychometrika*, 60(1), 77–93. <https://doi.org/10.1007/BF02294430>.
- Ingram, D. R. (1971). The Concept of Accessibility: A Search for an Operational Form. *Regional Studies*, 5(2), 101–107. <https://doi.org/10.1080/09595237100185131>.
- Jamei, E., Chan, M., Chau, H. W., Gaisie, E. & Lättman, K. (2022). Perceived Accessibility and Key Influencing Factors in Transportation. *Sustainability*, 14(17), 10806. <https://doi.org/10.3390/su141710806>.
- Jehle, U., Coetzee, C., Büttner, B., Pajares, E. & Wulfhorst, G. (2022). Connecting people and places: Analysis of perceived pedestrian accessibility to railway stations by Bavarian case studies. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100025>.
- Jennrich, R. I. & Sampson, P. F. (1966). Rotation for simple loadings. *Psychometrika*, 31, 313–323. <https://doi.org/10.1007/BF02289465>.
- Jones, P. & Lucas, K. (2012). The social consequences of transport decision-making: Clarifying concepts, synthesising knowledge and assessing implications. *J. Transp. Geogr.*, 21, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.012>.
- Kabisch, S., Steinführer, A. & Haase, A. (2012). Reurbanisierung aus soziodemographischer Perspektive: Haushalte und Quartierswandel in der inneren Stadt. In: Brake, K. & Herfert, G. (Hrsg.). *Reurbanisierung*, 113–129. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94211-7_7.
- Kaup, S. & Rieffel, P. (2013). *Rasterbasierte Regionalstatistik*. Dortmund (=ILS-TRENDS 2/13).
- Kelly, C., Wilson, J. S., Schootman, M., Clennin, M., Baker, E. A. & Miller, D. K. (2014). The built environment predicts observed physical activity. *Front. Public Health*, 2, 52. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00052>.
- Kerr, J., Rosenberg, D. & Frank, L. (2012). The role of the built environment in healthy aging: community design, physical activity, and health among older adults. *Journal of Planning Literature*, 27(1), 43–60. <https://doi.org/10.1177/0885412211415283>.
- King, A. C. & Woodroffe, J. (2017). Walking Interviews. In: Liamputtong, P. (Hrsg.). *Handbook of Research Methods in Health Social Sciences*, 1269–1290. Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2779-6_28-1.
- Klinger, T. (2017). *Städtische Mobilitätskulturen und Wohnumzüge*. Wiesbaden (= Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung, 34).
- Koenig, J. G. (1980). Indicators of Urban Accessibility: Theory and Application. *Transportation*, 9, 145–172.
- Konrad, K. (2016). *Mobiler Alltag im Wandel des Geschlechterverhältnisses*. Wiesbaden: Springer VS (1. Aufl.) (= Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung, 29).
- Kramar, H., Kalasek, R. & Seidl, R. (2011). *Abbildung des lokalen Verkehrsangebotes an ausgewählten Wohnstandorten in Österreich. „mobility2know“-Forschungsbericht*. Wien: TU Wien, Fachbereich Stadt- und Regionalforschung.

- Kuss, A. & Eisend, M. (2010). *Marktforschung. Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse*. Wiesbaden: Gabler (3. Aufl.).
- Kwan, M. P. (1998). Space-time and integral measures of individual accessibility: an analysis using a point-based framework. *Geographical analysis*, 30(3), 191–216.
- Lättman, K., Friman, M. & Olsson, L. E. (2016a). Perceived accessibility of public transport as a potential indicator of social inclusion. *Soc. Incl.*, 4(3), 36–45. <https://doi.org/10.17645/si.v4i3.481>.
- Lättman, K., Olsson, L. E. & Friman, M. (2016b). Development and test of the Perceived Accessibility Scale (PAC) in public transport. *Journal of Transport Geography*, 54, 257–263. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.015>.
- Lättman, K. (2018). *Perceived accessibility. Living a satisfactory life with help of the transport system*. Karlstad.
- Lättman, K., Olsson, L. E. & Friman, M. (2018). A new approach to accessibility—Examining perceived accessibility in contrast to objectively measured accessibility in daily travel. *Res. Transp. Econ.*, 69, 501–511. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.002>.
- Lättman, K., Olsson, L. E., Friman, M. & Fujii, S. (2019). Perceived accessibility, satisfaction with daily travel, and life satisfaction among the elderly. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 4498. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224498>.
- Lättman, K., Friman, M. & Olsson, L. E. (2020). Restricted car-use and perceived accessibility. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, 78, 102213. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.102213>.
- Leslie, E., Coffee, N., Frank, L., Owen, N., Bauman, A. & Hugo, G. (2007). Walkability of Local Communities: Using Geographic Information Systems to Objectively Assess Relevant Environmental Attributes. *Health & Place*, 13(1), 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2005.11.001>.
- Litman, T. (2011). *Evaluating Accessibility for Transportation Planning. Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities*. Victoria, B.C.: Transport Policy Institute.
- Lotfi, S. & Koohsari, M. J. (2009). Analyzing accessibility dimension of urban quality of life: Where urban designers face duality between subjective and objective reading of place. *Social Indicators Research*, 94, 417–435. <https://doi.org/10.1007/s11205-009-9438-5>.
- Loukaitou-Sideris, A. (2009). *How to ease women's fear of transportation environments: Case studies and best practices*. MTI Report 09-01. San José: Mineta Transportation Institute, San José State University.
- Lucas, K., Bates, J., Moore, J. & Carrasco, J. A. (2016). Modelling the relationship between travel behaviours and social disadvantage. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 85, 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.01.008>.
- Lukina, A. V., Sidorchuk, R. R., Mkhitarian, S. V., Stukalova, A. A. & Skorobogatykh, I. I. (2021). Study of Perceived Accessibility in Daily Travel within the Metropolis. *Emerg. Sci. J.*, 5(6), 868–883. <https://doi.org/10.28991/esj-2021-01316>.
- Ma, L., Dill, J. & Mohr, C. (2014). The objective versus the perceived environment: what matters for bicycling? *Transportation*, 41, 1135–1152. <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9520-y>.
- Ma, L. & Dill, J. (2015). Associations between the objective and perceived built environment and bicycling for transportation. *J. Transp. Health*, 2(2), 248–255. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.03.002>.

- Ma, L. & Cao, J. (2019). How Perceptions Mediate the Effects of the Built Environment on Travel Behavior? *Transportation*, 46, 175–197. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9800-4>.
- Macintyre, S., Macdonald, L. & Ellaway, A. (2008). Lack of agreement between measured and self-reported distance from public green parks in Glasgow, Scotland. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 5, 26. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-5-26>.
- Magnusson, D. (1981). Wanted: a psychology of situations. In: Magnusson, D. M. (Hrsg.). *Toward a psychology of situations: an interactional perspective [papers presented at the Conference on Interactional Psychology, held June 16 - 22, 1979 in Stockholm]*, 9–36. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mallinckrodt, B., Abraham, W. T., Wei, M. & Russell, D. W. (2006). Advances in testing the statistical significance of mediation effects. *Journal of Counseling Psychology*, 53(3), 372–378. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.53.3.372>.
- Manson, J. E., Greenland, P., LaCroix, A., Stefanick, M. L., Mouton, C. P., Oberman, A., Perri, M. G., Sheps, D. S., Pettinger, M. B. & Siscovick, D. S. (2002). Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *The New England Journal of Medicine*, 347(10), 716–725. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa021067>.
- Marquet, O., Maciejewska, M. & Roig-Costa, O. (2024a). Dissecting Opposition to the 15-Minute City in the Post-COVID Era. Book of Abstracts of the MobilTUM. München.
- Marquet, O., Mojica, L., Fernández-Núñez, M.-B. & Maciejewska, M. (2024b). Pathways to 15-Minute City adoption: Can our understanding of climate policies' acceptability explain the backlash towards x-minute city programs? *Cities*, 148, 104878. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104878>.
- Márquez, L., Poveda, J. C. & Vega, L. A. (2019). Factors affecting personal autonomy and perceived accessibility of people with mobility impairments in an urban transportation choice context. *J. Transp. Health*, 14, 100583. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.100583>.
- Martens, K. (2017). *Transport Justice: Designing fair transportation systems*. New York: Routledge.
- McCormack, G., Cerin, E., Leslie, E., DuToit, L. & Owen, N. (2008). Objective versus perceived walking distances to destinations: correspondence and predictive validity. *Environ. Behav.*, 40(3), 401–425. <https://doi.org/10.1177/0013916507300560>.
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: a unified treatment*. New York: Psychology Press.
- Miller, E. J. (2018). Effect of land use and survey design on trip underreporting in Montreal and Toronto's regional surveys. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 18(1), 36–59.
- Mondschein, A., Blumenberg, E. & Taylor, B. D. (2006). Cognitive mapping, travel behavior, and access to opportunity. *Transp. Res. Rec.*, 1985(1), 266–272. <https://doi.org/10.1177/0361198106198500129>.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2012). Qualitätsanforderungen an einen psychologischen Test (Testgütekriterien). In: Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*, 7–26. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C. & Pratlong, F. (2021). Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1), 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>.
- Moreno, C., Gall, C., Chabaud, D., Garnier, M., Illian, M. & Pratlong, F. (2023). *The 15-minute City model: An innovative approach to measuring the quality of life in urban settings 30-minute*

- territory model in low-density areas*. IAE Paris - Université Paris 1 Panthéon – Sorbonne. Paris (=White paper N°3).
- Morris, J. M., Dumble, P. & Wigan, M. R. (1979). Accessibility indicators for transport planning. *Transportation Research Part A: General*, 13(2), 91–109. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(79\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(79)90012-8).
- Moudon, A. V. & Lee, C. (2003). Walking & Bicycling. An Evaluation of Environmental Audit Instruments. *Am. J. Health Promot.*, 18(1), 21–37. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-18.1.21>.
- Nakamura, K. (2021). Experimental analysis of walkability evaluation using virtual reality application. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(8), 2481–2496. <https://doi.org/10.1177/2399808320980747>.
- Niven, A. G. & Markland, D. (2016). Using self-determination theory to understand motivation for walking: Instrument development and model testing using Bayesian structural equation modeling. *Psychology of Sport and Exercise*, 23, 90–100.
- Neutze, M. (2015). Gitterbasierte Auswertungen des Zensus 2011. *Stadtforschung und Statistik*, 2, 64–67.
- Neven, A. & Ectors, W. (2013). “I am dependent on others to get there”: Mobility barriers and solutions for societal participation by persons with disabilities. *Travel Behaviour and Society*, 30, 302–311. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.10.009>.
- Nordbakke, S. & Schwanen, T. (2014). Well-being and Mobility: A Theoretical Framework and Literature Review Focusing on Older People. *Mobilities*, 9(1), 104–129. <https://doi.org/10.1080/17450101.2013.784542>.
- Oakil, A. T., Manting, D. & Nijland, H. (2016). Dynamics in car ownership: the role of entry into parenthood. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 16(4), 661–673. <https://doi.org/10.18757/EJTIR.2016.16.4.3164>.
- Olsson, L. E., Friman, M. & Lättman, K. (2021). Accessibility Barriers and Perceived Accessibility: Implications for Public Transport. *Urban Sci.*, 5(3), 63. <https://doi.org/10.3390/urban-sci5030063>.
- Ory, D. T. & Mokhtarian, P. L. (2010). The impact of non-normality, sample size and estimation technique on goodness-of-fit measures in structural equation modeling: evidence from ten empirical models of travel behavior. *Qual Quant.* 44, 427–445. <https://doi.org/10.1007/s11135-008-9215-6>.
- Oselinsky, K., Spitzer, A. N., Yu, Y., Ortega, F. R., Malinin, L. H., Curl, K. A., Leach, H. & Graham, D. J. (2023). Virtual reality assessment of walking in a modifiable urban environment: a feasibility and acceptability study. *Sci Rep*, 13, 5867. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32139-w>.
- Oswald, F. & Wahl, H.-W. (2005). Dimensions of the meaning of home. In: Rowles, G. D. & Chaudhury, H. (Hrsg.). *Home and Identity in Late Life: International Perspectives*, 21–45. New York: Springer Pub.
- Oswald, F. & Konopik, N. (2015). Bedeutung von außerhäuslichen Aktivitäten, Nachbarschaft und Stadtteilidentifikation für das Wohlbefinden im Alter. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 48(5), 401–407. <https://doi.org/10.1007/s00391-015-0912-1>.
- Otsuka, N., Wittowsky, D., Damerau, M. & Gerten, C. (2021). Walkability assessment for urban areas around railway stations along the Rhine-Alpine Corridor. *J. Transp. Geogr.*, 93, 103081. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103081>.

- Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A. & Sallis, J. (2004). Understanding environmental influences on walking: review and research agenda. *Am. J. Prev. Med.* 27(1), 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.03.006>.
- Pacione, M. (1982). The Use of Objective and Subjective Measures of Life Quality in Human Geography. *Progress in Human Geography*, 6(4), 495–514. <https://doi.org/10.1177/030913258200600402>.
- Peña-García, A., Hurtado, A. & Aguilar-Luzón, M. C. (2015). Impact of public lighting on pedestrians' perception of safety and well-being. *Safety Science*, 78, 142–148. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.009>.
- Penger, S. (2020). *Außerhäusliche Alltagsmobilität im Alter: Die Rolle von mobilitätsbezogener Handlungsflexibilität und Routinen*. Goethe-Universität, Frankfurt am Main.
- Pikora, T. J., Bull, F. C., Jamrozik, K., Knuiiman, M., Giles-Corti, B. & Donovan, R. J. (2002). Developing a reliable audit instrument to measure the physical environment for physical activity. *Am. J. Prev. Med.*, 23(3), 187–194. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(02\)00498-1](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00498-1).
- Pitot, M., Yigitcanlar, T., Sipe, N. & Evans, R. (2006). *Land Use and Public Transport Accessibility Index (LUPTAI) Tool – The Development and Pilot Application of LUPTAI for the Gold Coast*. Social Research in Transport (SORT) Clearinghouse, Bericht 123. Melbourne: Monash University, Institute of Transport Studies. <http://www.sortclearinghouse.info/research/123> [zuletzt zugegriffen am 20.03.2024].
- Pot, F. J., Koster, S., Tillema, T. & Jorritsma, P. (2020). Linking experienced barriers during daily travel to transport poverty in peripheral rural areas: the case of Zeeland, the Netherlands. *Eur. J. Transp. Infrastruct. Res.*, 20(3), 29–46.
- Pot, F. J., van Wee, B. & Tillema, T. (2021). Perceived accessibility: what it is and why it differs from calculated accessibility measures based on spatial data. *Journal of Transport Geography*, 94, 103090. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103090>.
- Preston, J. & Rajé, F. (2007). Accessibility, Mobility and Transport-Related Social Exclusion. *Journal of Transport Geography*, 15(3), 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.05.002>.
- Raczkowski, F. & Schrape, N. (2028). Gamification. In: Beil, B., Hensel, T. & Rauscher, A. (Hrsg.). *Game Studies*, 313–330. Wiesbaden: Springer VS.
- Ramlall, I. (2016). *Applied Structural Equation Modelling for Researchers and Practitioners*. Leeds: Emerald Group Publishing.
- Rauthmann, J. F. & Sherman, R. A. (2018). Toward a research agenda for the study of situation perceptions: a variance componential framework. *Personality and Social Psychology Review*, 23(3), 238–266. <https://doi.org/10.1177/1088868318765600>.
- Rauthmann, J. F., Sherman, R. A. & Funder, D. C. (2015). Principles of situation research: Towards a better understanding of psychological situations. *European Journal of Personality*, 29(3), 363–381. <https://doi.org/10.1002/per.1994>.
- Reyer, M. A. (2017). *Gebaute Umwelt und Alltagsaktivität: Walkability als Chance und Risiko für das Gehen Älterer im Alltag*. Dissertation. Stuttgart.
- Reyment, R. A. & Jöreskog, K. G. (1996). *Applied factor analysis in the natural sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ryan, M., Lin, T., Xia, J. C. & Robinson, T. (2016). Comparison of perceived and measured accessibility between different age groups & travel modes at Greenwood Station, Perth, Australia. *Eur. J. Transp. Infrastruct. Res.*, 16(2), 406–423. <https://doi.org/10.18757/ejtir.2016.16.2.3145>.

- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B. & Chen, D. (2003). Neighborhood-based differences in physical activity: An environment scale evaluation. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1552–1558. <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1552>.
- Saif, M. A., Zefreh, M. M. & Torok, A. (2019). Public transport accessibility: A literature review. *Period. Polytech. Transp. Eng.*, 47(1), 36–43. <https://doi.org/10.3311/PPtr.12072>.
- Scheiner, J. & Holz-Rau, C. (2007). Travel mode choice: affected by objective or subjective determinants? *Transportation*, 34, 487–511. <https://doi.org/10.1007/s11116-007-9112-1>.
- Scheiner, J. (2013a). Soziale Teilhabe älterer Menschen: Ein Fokus auf Mobilität und Erreichbarkeit. In: Schlag, B. & Beckmann, K. J. (Hrsg.). *Mobilität und Alter. Band 7: Mobilität und demografische Entwicklung*, 101–118. Köln: TÜV Media.
- Scheiner, J. (2013b). Wohnstandortwahl und Verkehrshandeln im Kontext von Individualisierung und strukturellen Zwängen. In: Schwedes, O. (Hrsg.). *Räumliche Mobilität in der zweiten Moderne. Freiheit und Zwang bei Standortwahl und Verkehrsverhalten*, 137–154. Münster: LIT Verlag.
- Scheiner, J. (2019). Mobilität von Kindern. Stand der Forschung und planerische Konzepte. *Raumforschung und Raumordnung / Spatial Research and Planning*, 77(5), 441–456.
- Scheiner, J. (2020). Changes in travel mode use over the life course with partner interactions in couple households. *Transp. Res. Part A*, 132, 791–807. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.12.031>.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods Psychol. Res.*, 8(2), 23–74. <https://doi.org/10.23668/psycharchives.12784>.
- Schermelleh-Engel, K. & Werner, C. S. (2012). Methoden der Reliabilitätsbestimmung. In: Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Schnur, O. (2008). *Quartiersforschung. Zwischen Theorie und Praxis*. Wiesbaden: Springer VS.
- Schürmann, C., Spiekermann, K. & Wegener, M. (1997). Accessibility Indicators. Berichte aus dem Institut für Raumplanung, Nr. 39. Dortmund: Institut für Raumplanung der Universität Dortmund (IRPUD).
- Schwarze, B. (2014). *Erreichbarkeit als strategisches Ziel von Raum- und Verkehrsplanung: ein Ansatz zur Evaluation von Naherreichbarkeit in Kommunen*. Dortmund.
- Scott, M. M., Evenson, K. R., Cohen, D. A. & Cox, C. E. (2015). Comparing perceived and objectively measured access to recreational facilities as predictors of physical activity in adolescent girls. *J. Urban Health*, 84(3), 346–359.
- Seifert, A. (2022). Digitale Transformation in den Haushalten älterer Menschen. *Z Geronto Geriat*, 55(4), 305–311.
- Silva, C. (2008). *Comparative Accessibility for Mobility Management – The Structural Accessibility Layer*. Dissertation. Porto: University of Porto, Faculty of Engineering.
- Sobel, M. E. (1982). Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. In: Leinhardt, S. (Hrsg.). *Sociological methodology*, 290–312. San Francisco: Jossey-Bass.
- Social Exclusion Unit (2003). *Making the Connections: Final Report on Transport and Social Exclusion*. London.
- Stafford, L. (2021). Who are we planning for?: Towards planning more inclusive communities and cities. *Planning News*, 47(9).

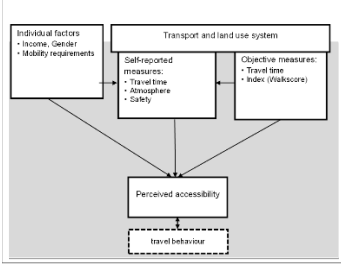
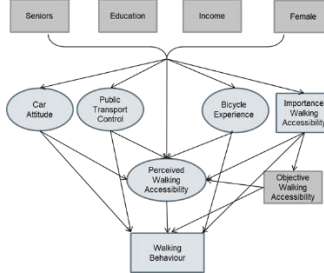
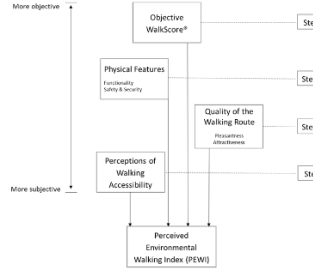
- Stals, S., Smyth, M. & Ijsselsteijn, W. (2014). Walking & talking: probing the urban lived experience. In: Roto V. & Häkkinen, J. (Hrsg.): *Proceedings of the NordCHI '14. The 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational: October 26–30th, 2014, Helsinki, Finland*, 737–746.
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2015). *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2014/2015*. Hamburg.
- Stumm, V. (2019). *Untersuchung der Faktorenstruktur des Schedule of Attitudes toward Hastened Death (SAHD) im internationalen Vergleich sowie die testtheoretische Absicherung des SAHD*. Köln.
- Sundling, C., Berglund, B., Nilsson, M. E., Emardson, R. & Pendrill, L. R. (2014). Overall accessibility to traveling by rail for the elderly with and without functional limitations: The whole-trip perspective. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 11(12), 12938–12968. <https://doi.org/10.3390/ijerph111212938>.
- Sze, N. N. & Christensen, K. M. (2017). Access to urban transportation system for individuals with disabilities. *IATSS Research*, 41(2), 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2017.05.002>.
- Te Braak, P., van Tienoven, T. P., Minnen, J. & Glorieux, I. (2022). Data Quality and Recall Bias in Time-Diary Research: The Effects of Prolonged Recall Periods in Self-Administered Online Time-Use Surveys. *Sociological Methodology*, 53(1), 115–138. <https://doi.org/10.1177/00811750221126499>.
- Thériault, M. & Des Rosiers, F. (2004). Modelling perceived accessibility to urban amenities using fuzzy logic, transportation GIS and origin-destination surveys. *IProceedings of AGILE 2004 7th Conference on Geographic Information Science*, Crete University Press, Heraklion, Griechenland, 475–485.
- Titheridge, H., Achuthan, K., Mackett, R. & Solomon, J. (2009). Assessing the extent of transport social exclusion among the elderly. *Journal of Transport and Land Use*, 2(2), 31–48.
- Titheridge, H., Mackett, R. & Achuthan, K. (2010). A comparison of accessibility as measured by planners and accessibility as experienced by older people and those with disabilities. In: Hong Kong Society for Rehabilitation (Hrsg.). *12th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons in Hong Kong, China (TRANSED 2010)*.
- Toutenburg, H. & Heumann, C. (2008). *Deskriptive Statistik. Eine Einführung in Methoden und Anwendungen mit R und SPSS*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Tuckel, P. & Milczarski, W. (2015). Walk Score™ Perceived Neighborhood Walkability, and Walking in the US. *American Journal of Health Behavior*, 39(2), 242–256. <https://doi.org/10.5993/AJHB.39.2.11>.
- Urban, U. & Mayerl, J. (2018). *Angewandte Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Praxis*. Wiesbaden: Springer VS (5. Aufl.).
- Vale, D. S., Saraiva, M. & Pereira, M. (2016). Active accessibility: a review of operational measures of walking and cycling accessibility. *J. Transp. Land Use*, 9(1), 209–235. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2015.593>.
- Vale, D. S. & Pereira, M. (2017). The influence of the impedance function on gravity-based pedestrian accessibility measures: a comparative analysis. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(4), 740–763. <https://doi.org/10.1177/0265813516641685>.

- Vale, D. & Lopes, A.S. (2023). Accessibility inequality across Europe: a comparison of 15-minute pedestrian accessibility in cities with 100,000 or more inhabitants. *npj Urban Sustain*, 3, 55. <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00133-w>.
- Van Acker, V., Van Wee, B. & Witlox, F. (2010). When transport geography meets social psychology: toward a conceptual model of travel behaviour. *Transp. Rev.*, 30(2), 219–240. <https://doi.org/10.1080/01441640902943453>.
- Van Acker, V. (2020). Urban form and travel behavior: The interplay with residential self-selection and residential dissonance. In: Mulley, C. & Nelson, J. D. (Hrsg.). *Urban Form and Accessibility. Social, Economic, and Environment Impacts*, 83-105.
- Van der Vlugt, A.-L., Curl, A. & Wittowsky, D. (2019). What about the people? Developing measures of perceived accessibility from case studies in Germany and the UK. *Applied Mobilities*, 4(2), 142–162. <https://doi.org/10.1080/23800127.2019.1573450>. (Veröffentlichung 1).
- Van der Vlugt, A.-L. & Welsch, J. (2020). *Gut zu Fuß in Sennestadt? Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse*. Dortmund.
- Van der Vlugt, A.-L., Curl, A. & Scheiner, J. (2022). The influence of travel attitudes on perceived walking accessibility and walking behaviour. *Travel Behaviour and Society*, 27, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.11.002>. (Veröffentlichung 2).
- Van der Vlugt, A.-L., Gerten, C. & Scheiner, J. (2024). Integrating Perceptions, Physical Features and the Quality of the Walking Route into an Existing Accessibility Tool: The Perceived Environment Walking Index (PEWI). *Active Travel Studies: An Interdisciplinary Journal*, 3(2): 10, 1–33. <https://doi.org/10.16997/ats.1391>. (Veröffentlichung 3).
- Vitman-Schorr, A., Ayalon, L. & Khalaila, R. (2019). Perceived accessibility to services and sites among Israeli older adults. *J. Appl. Gerontol.*, 38(1), 112–136. <https://doi.org/10.1177/0733464817721112>.
- Walk Score® (2011). *Walk Score methodology*. <http://www.walkscore.com/methodology.shtm> [zuletzt zugegriffen am 20.03.2024].
- Wang, D., Brown, G., Zhong, G., Liu, Y. & Mateo-Babiano, I. (2015). Factors influencing perceived access to urban parks: A comparative study of Brisbane (Australia) and Zhongshan (China). *Habitat International*, 50, 335–346. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.08.032>.
- Weber, J. & Kwan, M.-P. (2003). Evaluating the Effects of Geographic Contexts on Individual Accessibility: A Multilevel Approach. *Urban Geography*, 24(8), 647–671. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.24.8.647>.
- Weiber, R. & Mühlhaus, D. (2014). *Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Welsch, J. (2019). *Mobilitätsverhalten von Menschen mit Migrationshintergrund in Deutschland – Annäherungen an eine unbekannte Größe am Beispiel von Offenbach am Main*. Lüneburg.
- WHO – World Health Organization (2002). *Physical inactivity a leading cause of disease and disability, warns WHO*. <https://www.who.int/news/item/04-04-2002-physical-inactivity-a-leading-cause-of-disease-and-disability-warns-who> [zuletzt zugegriffen am 20.04.2022].
- Witlox, F. (2007). Evaluating the reliability of reported distance data in urban travel behaviour analysis. *J. Transp. Geogr.*, 15(3), 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.02.012>.

- Wolf, J., Oliveira, M. S. & Thompson, M. (2003). The impact of trip underreporting on VMT and travel time estimates: preliminary findings from the California statewide household travel survey GPS study. *Transportation Research Record*, 1854(1), 189-198.
- World Health Organization (WHO) (2010). *Noise*. <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/noise> [zuletzt zugegriffen am 20.04.2022].
- Wulfhorst, G., Büttner, B. & Ji, C. (2017). The TUM Accessibility Atlas as a tool for supporting policies of sustainable mobility in metropolitan regions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 104, 121–136. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.012>.
- Yasumoto, S., Nakaya, T. & Jones, A. P. (2020). Quantitative Environmental Equity Analysis of Perceived Accessibility to Urban Parks in Osaka Prefecture, *Japan Applied Spatial Analysis and Policy*, 14, 337–354. <https://doi.org/10.1007/s12061-020-09360-5>.

ANHANG

Anhang A: Überblick über die Inhalte der jeweiligen Veröffentlichungen

	Veröffentlichung I	Veröffentlichung II	Veröffentlichung III
Titel	What about the people? Developing measures of perceived accessibility from case studies in Germany and the UK	The influence of travel attitudes on perceived walking accessibility and walking behaviour	Integrating perceptions, physical features and the quality of the walking route into an existing accessibility tool: the Perceived Environment Walking Index (PEWI)
Forschungsfragen	<ol style="list-style-type: none"> 1) Inwiefern kann das Erreichbarkeitsverständnis durch die Berücksichtigung von subjektiven Wahrnehmungen erweitert und vertieft werden? 2) Welcher Zusammenhang besteht zwischen objektiven Kennwerten und der wahrgenommenen Erreichbarkeit? 3) Welche Determinanten der wahrgenommenen Erreichbarkeit lassen sich identifizieren? 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Wie bestimmen mobilitätsbezogene Einstellungen die wahrgenommene Erreichbarkeit und das realisierte Mobilitätsverhalten? 2) Mediiert die wahrgenommene Erreichbarkeit die Effekte der objektiven Erreichbarkeit und verkehrsmittelbezogener Einstellungen auf das Mobilitätsverhalten? 3) Führt eine positive wahrgenommene Erreichbarkeit zu einer höheren Anzahl an Fußwegen? 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Wie können physische Charakteristika und Qualitäten der gebauten Umwelt sowie der wahrgenommenen Erreichbarkeit in ein bestehendes GIS-gestütztes Erreichbarkeitstool und damit in den entsprechenden Diskurs integriert werden? 2) Welche Implikationen können für eine Modellierung der kleinräumigen Erreichbarkeit abgeleitet werden?
Zielgruppen	Ältere ab 65 Jahren und junge Familien mit Kindern unter 15 Jahren	Ältere ab 65 Jahren und junge Familien mit Kindern unter 15 Jahren	Ältere ab 65 Jahren und junge Familien mit Kindern unter 15 Jahren
Untersuchungsräume	Zugeschnittene Untersuchungsräume in den Stadtteilen Hamburg Bahrenfeld & Hamburg Barmbek-Nord	Zugeschnittene Untersuchungsräume in den Stadtteilen Hamburg Bahrenfeld & Hamburg Barmbek-Nord	Zugeschnittene Untersuchungsräume in den Stadtteilen Hamburg Bahrenfeld & Hamburg Barmbek-Nord
Konzeptioneller Rahmen			
Erhebungsmethodik	1. Haushaltsbefragung Einwohnermeldestichprobe, personalisierter Postwurf, Paper Pencil	1. Haushaltsbefragung Einwohnermeldestichprobe, personalisierter Postwurf, Paper Pencil	1. Objektive Erreichbarkeit (Walkscore) OpenStreetMap (OSM), Gelbe Seiten, Internetrecherche

	<p>2. Wegetagebuch Stichtagsbefragung Inhaltliche Anlehnung an MiD und MoP</p>	<p>2. Wegetagebuch Stichtagsbefragung Inhaltliche Anlehnung an MiD und MoP</p>	<p>2. Bestandsaufnahme Straßensegmentebene (95 in Bahrenfeld, 85 in Barmbek-Nord) Erhebungsbogen, GPS-Logger</p> <p>3. Haushaltsbefragung Einwohnermeldestichprobe, personalisierter Postwurf, Paper Pencil Fragebogen</p> <p>4. Wegetagebuch Stichtagsbefragung Inhaltliche Anlehnung an die MiD und MoP</p>
<p>Auswertungsmethodik</p>	<p>Instrumentenentwicklung</p> <p>Explorative Faktorenanalyse mit obliquen Rotation (oblimin)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Item 1: I can access anything in my living environment • Item 2: In my living environment I can do all my everyday walks well on foot • Item 3: Satisfaction with the pedestrian accessibility of services of general interest* Maß zur Schätzung der Reliabilität: Cronbachs Alpha <p>Lineare Regressionsmodellierung</p> <p>AV:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit <p>UV:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geschlecht - Zielgruppe - Einkommen - Bildung - Pkw-Besitz - Mobilitätseinschränkung - Barrierefreiheit - Sauberkeit - Sicherheit - Atmosphäre - Anzahl Fußwege pro Person und Tag 	<p>Berechnung eines Strukturgleichungsmodells</p> <ul style="list-style-type: none"> • Software: AMOS 27 • Schätzmethode: ML-Maximum-Likelihood-Methode (ML) mit Bootstrapping • Gütekriterien: $\frac{\chi^2}{df}$ RMSEA PCLOSE CFI <p>AV:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wahrgenommene fußläufige Erreichbarkeit - Anzahl Fußwege pro Person und Tag <p>UV:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geschlecht - Zielgruppe - Einkommen - Bildung - Objektive fußläufige Erreichbarkeit (WalkScore®) - Wichtigkeit fußläufiger Erreichbarkeit - ÖV-Kontrolle - Auto-Einstellung - Fahrrad Erleben <ul style="list-style-type: none"> • Mediationsanalyse 	<p>Entwicklung des PEWI</p> <p>1) Kalkulation objektiver fußläufiger Erreichbarkeit (Walk Score®)</p> <p>Grid: 100×100m</p> <p>Distance Decay function: Cumulative Gaussian distance decay function</p> <p>Integrierte Einrichtungen: Supermärkte Restaurants Shopping Cafés / Bäckereien Geldautomaten Park / Grünflächen Buchläden/Büchereien Freizeit Schulen Hausarzt Apotheke</p> <p>Netzwerkanalyse</p> <p>2) Integration von 18 Walkability Indikatoren</p> <p>Gewichtung: Gleichgewichtung</p> <p>Kategorien: Functionality Safety & Security</p>

		<ul style="list-style-type: none">- ML- Maximum-Likelihood-Methode mit Bootstrapping (1000)- Sobel-Test Ansatz der kausalen Schritte nach Baron and Kenny (1986)	Pleasantness Attractiveness (Tabelle 2, Veröffentlichung 3)
--	--	---	--

Anhang B: Erhebungsbogen Bestandsaufnahme

Grundlegende Angaben

Segmentnummer _____

Datum/Uhrzeit _____

Wetter _____

Vorherrschende Umfeldnutzung

- Welches ist die vorherrschende Umfeldnutzung?
 - Einfamilienhäuser 1
 - Mehrfamilienhäuser (< 5 Stockwerke) 2
 - Höhere Mehrfamilienhäuser (> 5 Stockwerke) 3
 - Mischbebauung (Geschäfte / Gewerbe) 4

Verorte größeren/massiven Leerstand! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0) 1 0 

Straßenraum

Wie attraktiv ist der Straßenraum des Segments im Allgemeinen?

- sehr attraktiv 1
- attraktiv 2
- wenig attraktiv/ unattraktiv 3

Wie bewerten Sie den Zustand der Straßen (Schlaglöcher, Belagsmängel)?

- gut 1
- mittel 2
- schlecht 3

Wieviele Fahrstreifen gibt es je Richtung?

- einspurig 1
- zweispurig 2
- dreispurig 3

Handelt es sich um eine Einbahnstraße?

- ja 1
- nein 2

Wenn es sich um eine Einbahnstraße handelt, ist diese für den Radverkehr in Gegenrichtung freigegeben?

- ja 1
- nein 2

Was ist die zulässige Höchstgeschwindigkeit?

- Verkehrsberuhigter Bereich 1
- Tempo 30 2
- Tempo 50 3
- > Tempo 50 4

Gibt es Bäume im Straßenraum?

- ja 1
- nein 2

Gibt es Vorgärten?


- ja 1
- nein 2

Gibt es sonstiges Straßenbegleitgrün?

- ja 1
- nein 2

Gibt es eine Trennwirkung durch die Straßenraumbreite/ die Verkehrsbelastung?

- ja 1
- nein 2

Verorte derzeitige Baumaßnahmen/ Sanierungsarbeiten im Straßenraum! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0) 1 0 

Parken

Wie ist die generelle Parksituation?

- es gibt viele freie Stellplätze 1
- es gibt ausreichend freie Stellplätze 2
- es gibt nur sehr wenige, keine freien Stellplätze 3

Welche Parkregelungen gibt es? (Mehrfachnennung möglich)


- keine Beschränkung beim Parken 1
- Anwohnerparken 2
- Parken mit Parkschein 3

Verorte Behindertenstellplätze! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0) 1 0 

Führt Parken zur Behinderung (Gehwegparken/ Parken auf Radwegen, Parken in zweiter Reihe etc.)?

- ja 1
- nein 2

Öffentlicher Personennahverkehr

Verorte die Haltestellen des öffentlichen Verkehrs für beide Straßenseiten! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0) 1 0 

Sind die Haltestellen überdacht?

- ja, alle 1
- nein, keine 2
- teils, teils 3

Gibt es Sitzgelegenheiten an den Haltestellen?

- ja, an allen 1
- nein, an keiner 2
- teils, teils 3

Gibt es digitale Informationen an den Haltestellen?

- ja, an allen 1
- nein, an keiner 2
- teils, teils 3

Gibt es barrierefreie Zugänge an den Haltestellen?

- ja, an allen 1
- nein, an keiner 2
- teils, teils 3

Gibt es Taktile Streifen/Noppen an den Haltestellen?





- ja, an allen 1
- nein, an keiner 2
- teils, teils 3

Radwege

Wie attraktiv ist das Segment zum Rad fahren (Sicherheitsempfinden, Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmern)?

- sehr attraktiv 1
 attraktiv 2
 wenig attraktiv/ unattraktiv 3

Welche der folgenden Radwege gibt es im Segment?

-  Gemeinsame Geh- und Radwege 1
 Getrennte Geh- und Radwege 2
 Radfahrstreifen 3
 Schutzstreifen 4
 Gehwege „Radfahrer frei“ 5
 andere Radwege 6
 als Radfahrer muss man auf der Straße fahren 7

Wie bewerten Sie den Zustand der Radwege (z.B. Schlaglöcher)?

- gut 1
 mittel 2
 schlecht 3

Gibt es Engstellen für Radfahrer (Bäume, Mobiliar etc.)?

- ja 1
 nein 2

Verorte bestehende Radabstellanlagen im Segment! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0)

 1 0 

Wie bewerten Sie den Zustand der bestehenden Radabstellanlagen?

- gut 1
 mittel 2
 schlecht 3

Verorte wild abgestellte Räder (mind. 3) im Segment! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0)

 1 0 

Gehwege

Wie attraktiv ist das Segment zum zu Fuß gehen (Sicherheitsempfinden, Lautstärke etc.)?

- sehr attraktiv 1
 attraktiv 2
 wenig attraktiv/ unattraktiv 3

Wie komfortabel/ breit ist der Gehweg- wieviele Personen können nebeneinander laufen?

- 1 Person 1
 2 Personen 2
 3 Personen 3

Gibt es Engstellen für Fußgänger (Aufsteller, Kübel etc.)?

- ja 1
 nein 2

Gibt es erkennbare Trampelpfade?

- ja 1
 nein 2

Gibt es taktile Streifen?

- ja 1
 nein 2

Verorte die bestehenden ...! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0)

- Ampeln 1 0
 Zebrastreifen 1 0
 Mittelinseln 1 0
 Furtmarkierungen 1 0
 Bordsteinabsenkungen (an Knoten und Querungshilfen) 1 0

Öffentliche Räume

Wie attraktiv sind die öffentlichen Räume des Segments im Allgemeinen?

- sehr attraktiv 1
 attraktiv 2
 wenig attraktiv/ unattraktiv 3

Wie attraktiv sind die öffentlichen Plätze?

- sehr attraktiv 1
 attraktiv 2
 wenig attraktiv/ unattraktiv 3
 nicht vorhanden 4

Wie attraktiv sind die öffentlichen Grünflächen?

- sehr attraktiv 1
 attraktiv 2
 wenig attraktiv/ unattraktiv 3
 nicht vorhanden 4

Verorte die öffentlichen Spielplätze! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0)

 1 0 

Wie attraktiv sind die öffentlichen Spielplätze und Spielgelegenheiten?

- sehr attraktiv 1
 attraktiv 2
 wenig attraktiv/ unattraktiv 3

Verorte die öffentlichen Sportplätze! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0)

 1 0 

Wie attraktiv sind die öffentlichen Sportplätze?

- sehr attraktiv 1
 attraktiv 2
 wenig attraktiv/ unattraktiv 3

Verorte die öffentliche Bänke und Sitzmöglichkeiten! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0)

 1 0 

Wie bewerten Sie den Zustand der Bänke/ Sitzmöglichkeiten?

- gut 1
 mittel 2
 schlecht 3

Gibt es Abfall, zerbrochenes Glas etc. oder Graffiti im Segment?

- ja, auffälliges Merkmal 1
 ja, aber kein auffallendes Merkmal 2
 nicht/ fast nicht 3

Verorte die bestehenden ...! (vorhanden =1; nicht vorhanden =0)

- dunkle Ecken/ unübersichtliche Bereiche 1 0
 potenzielle Angsträume 1 0
 Orte, an denen Sie mehrere Passanten getroffen haben 1 0
 öffentliche oder öffentlich zugängliche Bereiche mit Außengastronomie/Straßenlokalen (Cafés etc.) 1 0

Anhang C: Personenfragebogen — Unterweges in Bahrenfeld /Barmbek-Nord

Vorname/Kürzel

Personenfragebogen

Unterwegs in Bahrenfeld

ILS- Institut für Landes- und
Stadtentwicklungsforschung
Brüderweg 22-24
44135 Dortmund
www.ils-forschung.de

AS1

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

Erklärung zum Datenschutz

Diese Datenschutzerklärung zur Personenbefragung „Unterwegs in Bahrenfeld“ soll Ihnen darlegen, wie Ihre Angaben erhoben und ausgewertet werden.

Das ILS-Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung Dortmund ist ein raumwissenschaftliches Forschungsinstitut. Es hat die Rechtsform einer gemeinnützigen GmbH, einziger Gesellschafter ist das Land Nordrhein-Westfalen. Das ILS arbeitet strikt nach den geltenden datenschutzrechtlichen Bestimmungen.

Für die Befragung wurden zwei Wohnquartiere in der Stadt Hamburg ausgewählt. Die Auswertung der Daten erfolgt anonym. Die Ergebnisse der Befragung werden ausschließlich ohne Namen und Anschrift dargestellt. Das bedeutet: Niemand kann aus den Ergebnissen erkennen, von welcher Person diese Angaben gemacht worden sind. Es gilt: Keine Weitergabe von Daten, die Ihre Person erkennen lassen. Im Institut werden Adresse und Fragenteil getrennt voneinander gespeichert. Die Namen und Adressen verbleiben im ILS, jedoch strikt getrennt von den Interviews und nur bis zum Abschluss der Untersuchung. Danach werden diese gelöscht. Ihre Angaben werden ausschließlich zu Forschungszwecken ausgewertet.

Die Teilnahme an der Befragung ist selbstverständlich freiwillig.

Informationen zum Projekt

Unter folgendem Pfad erhalten Sie detaillierte Informationen über unser Projekt.

<http://www.ils-forschung.de> > Forschung > Forschungsprojekte > Die Bedeutung von Erreichbarkeiten im urbanen Quartier

Kontakt

ILS- Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung
Brüderweg 22-24
44135 Dortmund
0231/9051-275
www.ils-forschung.de

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

Einleitend einige Fragen zu Ihrer Wohndauer und der Wahl Ihres Wohnstandortes:

Frage 1.1: Wie lange wohnen Sie schon in Hamburg Bahrenfeld?

Jahre

Frage 1.2: Welches sind die wichtigsten Gründe dafür, dass Sie nach Hamburg Bahrenfeld gezogen sind?

(Bitte kreuzen Sie an; Mehrfachantwort möglich)

Kosten (Wohneigentum/Miete)	<input type="checkbox"/>
Attraktives Wohnumfeld	<input type="checkbox"/>
Im Stadtteil aufgewachsen	<input type="checkbox"/>
Günstige Verbindungen zum öffentlichen Personennahverkehr (Bus, Bahn, Taxi)	<input type="checkbox"/>
Günstige Anbindung an das Straßennetz/Autobahn	<input type="checkbox"/>
Keine entsprechende Wohnung in anderen Stadtteilen gefunden	<input type="checkbox"/>
Nähe zum Arbeitsplatz/Ausbildungsplatz	<input type="checkbox"/>
Nähe zu Freunden	<input type="checkbox"/>
Nähe zur Familie	<input type="checkbox"/>
Image des Stadtteils	<input type="checkbox"/>
Ausstattung des Stadtteils (Betreuungsangebote, Schulen, Einkaufsmöglichkeiten etc.)	<input type="checkbox"/>
Sonstiges, und zwar:	<input style="width: 200px; height: 20px;" type="text"/>

Im Folgenden möchten wir gerne mehr darüber erfahren, wie Sie Ihr Wohnumfeld, in dem Sie leben, wahrnehmen.

2.1 Wenn Sie an Ihr Wohnumfeld denken, was ist Ihnen dabei besonders wichtig?

	überhaupt nicht wichtig	nicht wichtig	weder noch	wichtig	sehr wichtig
Beispiel: Freizeitmöglichkeiten	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kindgerechtes Wohnumfeld	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sicheres Wohnumfeld	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ruhiges Wohnumfeld	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verkehrsanbindung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grünflächen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einkaufsmöglichkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nähe zu Freunden und Familie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kulturelles Angebot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachbarschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freizeitmöglichkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

2.2 Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit Ihrem Wohnumfeld?

sehr unzufrieden unzufrieden teils teils zufrieden sehr zufrieden

Nun möchten wir gerne mehr darüber erfahren, wo Sie bestimmte Erledigungen tätigen. Uns interessieren dabei die wichtigsten Orte, an denen Sie die nachfolgenden Aktivitäten ausüben.

3.1 An welchen Orten üben Sie die folgenden Aktivitäten aus? (Mehrfachantwort möglich)

	in Bahrenfeld ▼	in anderen Stadtteilen von Hamburg, und zwar: ▼	in anderen Städten, und zwar: ▼	im Internet ▼	mache ich nicht ▼
<i>Beispiel: Lebensmittel einkaufen</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Hammerbrook <input type="checkbox"/> Innenstadt	<input type="checkbox"/> Buxtehude	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In ein Café/Kneipe oder Restaurant gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lebensmittel einkaufen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zum Friseur gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verwandte treffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hausarzt/ Kinderarzt aufsuchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fachärzte auf- suchen (Bsp.: Zahnarzt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sport treiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freizeit- aktivitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Musik- und Kul- turveranstalt- ungen besuchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freunde treffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

3.2 Nennen Sie uns bitte die vier wichtigsten Ziele, die Sie regelmäßig (mindestens 1x pro Woche) aufsuchen (wie beispielsweise Arbeit, Kindertageseinrichtung, Schule, Kleingarten, Sport). Geben Sie dabei bitte an, ob das Ziel in Bahrenfeld liegt und welches Verkehrsmittel Sie regelmäßig nutzen, um das Ziel zu erreichen.

Beispiel	<i>Arbeit</i> <i>Fuhlsbüttler Str. 188</i>	in Bahrenfeld:	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	Verkehrsmittel	<i>Bus</i>
Ziel	<input type="text"/>	in Bahrenfeld	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	Verkehrsmittel	<input type="text"/>
Straße	<input type="text"/>					
Ziel	<input type="text"/>	in Bahrenfeld:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	Verkehrsmittel	<input type="text"/>
Straße	<input type="text"/>					
Ziel	<input type="text"/>	in Bahrenfeld:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	Verkehrsmittel	<input type="text"/>
Straße	<input type="text"/>					
Ziel	<input type="text"/>	in Bahrenfeld:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	Verkehrsmittel	<input type="text"/>
Straße	<input type="text"/>					

Folgend möchten wir erfragen, inwieweit Sie mit der fußläufigen Erreichbarkeit von unterschiedlichen Zielen in Ihrem Wohnumfeld zufrieden sind. Fußläufig erreichbar heißt dabei, dass Sie das Ziel innerhalb von 1 Kilometer bzw. von 15 Minuten Fußweg erreichen können.

3.3 Wie zufrieden sind Sie mit der fußläufigen Erreichbarkeit von...

	sehr unzufrieden	unzufrieden	teils teils	zufrieden	sehr zufrieden	nutze ich nicht
<i>Beispiel: Café</i>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kl. Lebensmittelgeschäften (z.B. Bäckereien, Metzgereien, Obst- und Gemüseläden)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Supermärkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drogeriemärkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Friseure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Banken/Geldautomaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Apotheken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ärzte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cafés, Restaurants Schnellimbisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Park- und Grünanlagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freizeiteinrichtungen (z.B. Kino, Seniorenzentrum)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sportstätten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kindertagesstätten Kinderbetreuungsangebote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schulen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

3.4 Wie wichtig ist es Ihnen für Ihr Wohnumfeld, die obigen Ziele fußläufig erreichen zu können?

überhaupt nicht wichtig nicht wichtig weder noch wichtig sehr wichtig

3.5 Welche Einrichtungen oder Gelegenheiten vermissen Sie weil sie wichtig wären, aber nicht zu Fuß oder im Wohnumfeld erreichbar sind?

Nun möchten wir erfahren, wie Sie Bahrenfeld in Bezug auf das Thema Barrierefreiheit einschätzen?

4.1 Wie zufrieden sind Sie in Bahrenfeld mit der Ausstattung des Wohnumfeldes mit den folgenden Aspekten?

	sehr unzufrieden	unzufrieden	teils teils	zufrieden	sehr zufrieden
Abgesenkte Bordsteine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zustand und Breite der Gehwege	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Querungshilfen z.B. Zebrastreifen, Ampel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sitzgelegenheiten z.B. Sitzbank	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Öffentliche Toiletten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 Wenn Sie sich diese Aspekte der Barrierefreiheit noch einmal anschauen (4.1), gibt es dahingehend etwas, was Sie in Ihrer Mobilität einschränkt?

Ja Wenn ja, welcher Aspekt schränkt Sie ein? Nein

Nun möchten wir gerne etwas über Ihre Mobilitätsmöglichkeiten sowie Ihr Mobilitätsverhalten erfahren.

5.1 Besitzen Sie einen Pkw-Führerschein?

Ja Nein

5.2 Steht Ihnen im Allgemeinen ein Pkw zur Verfügung?

ja, regelmäßig mein eigenes Auto	ja, regelmäßig ein fremdes Auto	ja, gelegentlich/ nach Absprache	nein/ nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	/ \ privater Pkw Car-Sharing		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

5.3 Besitzen Sie persönlich ein..

Motorrad, Motorroller, Mofa? Ja Nein

Fahrtüchtiges Fahrrad? Ja Nein

5.4 Sind Sie dauerhaft durch gesundheitliche Probleme in Ihrer Mobilität eingeschränkt (z.B. Sehbehinderung, Gehbehinderung etc.)

Ja Nein

Die nächsten Fragen befassen sich mit Ihrem Mobilitätsverhalten.

6.1 Wie zufrieden sind Sie mit Ihren Möglichkeiten, Ziele Ihrer Wahl erreichen zu können?

Beispielsweise mit Öffentlichen Verkehrsmitteln (Bus, Bahn, Taxi), mit dem Auto, mit dem Rad oder zu Fuß

sehr unzufrieden unzufrieden teils teils zufrieden sehr zufrieden

6.2 Wenn Sie an eine ganz normale Woche denken, wie viele Kilometer legen Sie pro Verkehrsmittel wöchentlich zurück?

Zu Fuß ca. Kilometer

Mit dem Fahrrad ca. Kilometer

Mit öffentlichen Verkehrsmitteln ca. Kilometer

Mit dem Auto ca. Kilometer

Motorrad, Motorroller, Mofa ca. Kilometer

6.3 Wie oft nutzen Sie folgende Verkehrsmittel?

	täglich	4-6 Tage pro Woche	2-3 Tage pro Woche	2-4 Tage pro Monat	1x pro Monat und seltener	nie
Zu Fuß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fahrrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Öffentliche Verkehrsmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motorrad, Motorroller, Mofa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taxi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.4 Wenn Sie ein bestimmtes Verkehrsmittel einmal pro Monat oder seltener nutzen, aus welchen Gründen nutzen Sie es selten oder nie? (Bitte geben Sie auch das Verkehrsmittel an)

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

6.5 Wie bewerten Sie grundsätzlich den Zustand von Bushaltestellen in Bahrenfeld?

sehr schlecht schlecht mittelmäßig gut sehr gut

6.6 Wie bewerten Sie den Zustand von U-Bahn-/ Hochbahn-Haltestellen in Bahrenfeld?

sehr schlecht schlecht mittelmäßig gut sehr gut

6.7 Besitzen Sie eine Zeit- bzw. Monatskarte für öffentliche Verkehrsmittel (z.B. Tarifzonenkarte, Studententicket, CC-Karte, Seniorenticket etc.)

Ja

Nein

6.8 Wie zufrieden sind Sie mit der Anbindung Ihrer Wohnung an öffentliche Verkehrsmittel im Großen und Ganzen?

sehr unzufrieden unzufrieden teils teils zufrieden sehr zufrieden

6.9 Wie wichtig sind Ihnen folgende Verkehrsmittel in Bezug auf Ihre Mobilität?

	überhaupt nicht wichtig	nicht wichtig	weder noch	wichtig	sehr wichtig
Zu Fuß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fahrrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Öffentliche Verkehrsmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motorrad, Motorroller Mofa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taxi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.10 Aus welchem Grund haben Sie ein bestimmtes Verkehrsmittel in den letzten 12 Monaten gemieden? (Bitte geben Sie hierbei auch das betroffene Verkehrsmittel an)

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit dem Thema Sicherheit. Wir möchten gerne etwas darüber erfahren, wie sicher Sie sich in Hamburg Bahrenfeld fühlen.

7.1 Wie oft gehen Sie abends nach Einbruch der Dunkelheit während Ihrer Freizeit aus?

sehr oft (fast jeden Tag)	oft (mind. 1 Mal pro Woche)	manchmal (ca. alle 2-3 Wochen)	selten (ca. 1 Mal pro Monat)	nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.2 Wie sicher fühlen Sie sich, wenn Sie alleine in Bahrenfeld unterwegs sind?

	nicht sicher	wenig sicher	mittelmäßig sicher	ziemlich sicher	sehr sicher
Tagsüber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nach Einbruch der Dunkelheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Bezug auf die Beleuchtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Bezug auf die Überschaubarkeit (z.B. verwinkelt, hohe Hecken etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.3 Falls Sie sich in Ihrer Wohngegend unwohl fühlen: Was ist der Grund dafür, dass Sie sich unwohl fühlen?

7.4 Ganz generell, haben Sie Ihre Freizeitaktivitäten in den letzten 12 Monaten eingeschränkt aus Angst davor, Ihnen könnte etwas passieren?

Ja

Nein

7.5 Als Sie das letzte Mal nach Einbruch der Dunkelheit in Ihrer Wohngegend unterwegs waren, haben Sie dabei gewisse Straßen oder Örtlichkeiten gemieden, um zu vermeiden, dass Ihnen etwas Unangenehmes passieren könnte?

Ja

Nein

7.6 Wie zufrieden sind Sie mit der Sauberkeit in Bahrenfeld?

sehr unzufrieden	unzufrieden	teils teils	zufrieden	sehr zufrieden
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

Die nächsten Fragen beziehen sich auf das Thema Sicherheit in unterschiedlichen Verkehrsmitteln.

8.1 Wie sicher fühlen Sie sich bei der Benutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel?

Kreisen Sie dazu bitte die lachenden Smileys ein, wenn Sie sich sehr sicher bis ziemlich sicher fühlen, den neutralen Smiley in der Mitte, wenn Sie sich mittelmäßig sicher fühlen sowie die traurigen Smileys, wenn Sie sich wenig sicher bis nicht sicher fühlen.

	Tagsüber	Nach Einbruch der Dunkelheit	Warum fühlen Sie sich nicht sicher?
Beispiel: An der Bus Haltestelle			<i>Schlechte Beleuchtung Fremde Menschen erwecken bei mir ungutes Gefühl</i>
An der U-Bahn/ Hochbahn- Haltestelle			
In der U-Bahn/Hochbahn			
An der Bushaltestelle			
Im Bus			
Am Taxistand			
Im Taxi			
Auf dem Fahrrad			
Zu Fuß			

9 Bei der folgenden Frage sind Gegensatzpaare dargestellt. Bitte geben Sie spontan an, welche Eigenschaft Bahrenfeld jeweils zutreffend charakterisiert.

	sehr	eher	neutral	eher	sehr	
sauber	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	dreckig
modern	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	altmodisch
zentral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	peripher/abgelegen
vielfältig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	monoton
sauber	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	dreckig
anziehend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	abstoßend
ins Umfeld integriert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	vom Umfeld getrennt
attraktiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattraktiv
grün	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	grau
sozial gemischt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	sozial einheitlich
geschäftig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ausgestorben
fortschrittlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	rückständig
sicher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsicher

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

10 Nun folgen Fragen, die Ihre Einstellung zu bestimmten Verkehrsmitteln und Ihrem Wohnumfeld abfragen. Kreuzen Sie bitte jeweils eine Antwort wie im Beispiel an, ohne lange zu überlegen.

	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr
<i>Beispiel:</i> Ich fühle mich verpflichtet, durch die Wahl meiner Verkehrsmittel einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich aufgrund meiner Prinzipien persönlich verpflichtet, auf meinen Wegen im Alltag umweltfreundliche Verkehrsmittel zu benutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fände es gut, wenn ich öfters in der Nähe meiner Wohnung Erledigungen durchführen könnte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich muss ständig mobil sein, um meinen alltäglichen Verpflichtungen nachzukommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn es mehr passende Freizeitmöglichkeiten geben würde, wäre meine Wohnumgebung attraktiver.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich verpflichtet, durch die Wahl meiner Verkehrsmittel einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich will, ist es einfach für mich, öffentliche Verkehrsmittel anstatt des Pkws für meine Wege zu nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein fahrerisches Geschick beim Autofahren anwenden zu können, macht mir Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich sehr wohl in meinem Stadtteil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann meinen Alltag sehr gut ohne Auto gestalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin gerne mit dem Fahrrad unterwegs.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mir ist es nicht wichtig, wie ich mein Ziel erreiche.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Alltagsorganisation erfordert ein hohes Maß an Mobilität.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Für mich ist es schwer, die Wege in meinem Alltag mit öffentlichen Verkehrsmitteln anstatt des Pkws zurückzulegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Absicht ist es, die öffentlichen Verkehrsmittel anstatt des Pkws für meine Wege im Alltag zu nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In meinem Wohnumfeld kann ich meine Alltagswege gut zu Fuß durchführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

Fortsetzung

	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittel- mäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr
Wenn ich im Auto sitze, fühle ich mich sicher und geschützt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich verbringe meine Freizeit überwiegend in meinem Stadtteil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann das was ich tun will, mit öffentlichen Verkehrsmitteln erledigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bei kühlem Wetter fahre ich ungern Rad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autofahren bedeutet für mich Spaß und Leidenschaft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde es wichtig, meine regelmäßigen Erledigungen und Einkäufe immer am gleichen Ort zu machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde es wichtig, immer denselben Weg zu nehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fahre auch bei schlechtem Wetter Rad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin mir sicher, dass ich alle meine Ziele gut erreichen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe mir vorgenommen, meine Wege im Alltag mit Bus und Bahn zurückzulegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fahre Rad, weil ich Freude an der Bewegung habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn es mehr passende Einkaufsmöglichkeiten geben würde, wäre meine Wohnumgebung attraktiver.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist mir wichtig, dass ich mich auf meinen Wegen wohl fühle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich Bus und Bahn fahren würde, würde ich mich in meiner persönlichen Bewegungsfreiheit sehr eingeschränkt fühlen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine täglichen Einkäufe erledige ich gerne in meinem Wohnumfeld.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In meiner Wohnumgebung kann ich alles erreichen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mir gefällt die Atmosphäre in meinem Stadtteil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterwegs in Bahrenfeld - Personenfragebogen

Nun folgen zum Abschluss noch ein paar Fragen zu Ihrer Person. Diese Fragen sind wichtig für die Auswertung der Studieninhalte und werden wie alle anderen Daten auch vollständig anonym gehalten.

11.1 In welchem Jahr sind Sie geboren?

Jahreszahl

11.2 Welches Geschlecht haben Sie?

Weiblich Männlich

11.3 Wie viele Personen, Sie selbst mit eingeschlossen, leben in Ihrem Haushalt?

Anzahl der Personen

11.4 Wie viele Personen in Ihrem Haushalt sind jünger als 18?

Anzahl der Personen unter 18 Jahren

11.5 Welchen Familienstand haben Sie?

Ledig
Mit Partner
Ohne Partner

Verheiratet
Zusammenlebend
Getrenntlebend

Geschieden
Ohne Partner
Mit Partner

Verwitwet
Ohne neuen Partner
Mit neuem Partner

11.6 Welcher Berufstätigkeit gehen Sie derzeit nach?

Berufstätigkeit
Vollzeit
Teilzeit
Auszubildende/r
Nicht berufstätig

(Falls nicht berufstätig) Ihre gegenwärtige Tätigkeit

Schüler/in
Student/in
Zurzeit arbeitslos
Vorübergehend freigestellt
Elternzeit
Hausfrau/Hausmann
Rentner/Pensionär/in
Wehr- oder
Zivildienstleistender
Anderes

11.7 Über welchen höchsten Bildungsabschluss verfügen Sie?

(Noch) kein Abschluss
Hauptschule/Volksschule
Realschule
Fachabitur
Abitur
Fachhochschule
Universität

11.8 Haben Sie einen Migrationshintergrund?

Unter Migrationshintergrund verstehen wir

- alle nach 1949 nach Deutschland Zugewanderten
- alle in Deutschland geborenen Ausländer
- alle mit zumindest einem zugewanderten oder als Ausländer in Deutschland geborenen Elternteil

Ja Nein

11.9 Wie hoch ist ca. das monatliche Nettoeinkommen Ihres Haushalts in Euro insgesamt?

Damit ist die Summe gemeint, die sich ergibt aus Lohn, Gehalt, Einkommen aus selbständiger Tätigkeit, Rente oder Pension, jeweils nach Abzug der Steuern und Sozialversicherungsbeiträge. Rechnen Sie bitte auch die Einkünfte aus Sozialleistungen, Einkommen aus Vermietung, Verpachtung, Wohngeld, Elterngeld, Kindergeld und sonstige Einkünfte.

bis unter 500 € im Monat <input type="checkbox"/>	4.000 € bis unter 5.000 € im Monat <input type="checkbox"/>
500 € bis unter 1.000 € im Monat <input type="checkbox"/>	5.000 € bis unter 6.000 € im Monat <input type="checkbox"/>
1.000 € bis unter 2.000 € im Monat <input type="checkbox"/>	6.000 € bis unter 7.000 € im Monat <input type="checkbox"/>
2.000 € bis unter 3.000 € im Monat <input type="checkbox"/>	7.000 € im Monat und mehr <input type="checkbox"/>
3.000 € bis unter 4.000 € im Monat <input type="checkbox"/>	

Vielen Dank für Ihre Teilnahme

Haben Sie Anmerkungen zu der Befragung in Bahrenfeld?

Ihre Erfahrungen sind für uns wichtig

Haben Sie Interesse, uns Ihre **Erfahrungen** und **Meinung** zu den Themen der **subjektiven Erreichbarkeit** in einem **persönlichen Gespräch** näher zu berichten?

Im **Frühjahr 2016** planen wir, **Interviews** mit Bewohnerinnen und Bewohnern aus Ihrem Stadtteil durchzuführen und brauchen dabei Ihre Unterstützung.

Wenn Sie für ein Interview zur Verfügung stehen möchten, schicken Sie uns den **Adressenabschnitt** ausgefüllt mit dem Fragebogen zurück, damit wir mit Ihnen einen Termin vereinbaren können.

Adressenabschnitt zur Vereinbarung eines persönlichen Interviewtermins

Name: _____ Vorname: _____

Geschlecht: weiblich männlich Alter: _____

Telefonnummer: _____ oder E-Mail: _____@_____

Anhang D: Wegetagebuch

Ihr Wegetagebuch

Warum ein Wegetagebuch?

Das Ziel des Wegetagebuchs besteht darin, Ihr Mobilitätsverhalten genauer erfassen zu können.

Welche alltäglichen Strecken absolvieren Sie mit welchem Verkehrsmittel? Welche Einkaufs- und Dienstleistungsangebote fehlen in Ihrem Wohnumfeld und wo müssen verkehrliche Anbindungen verbessert werden?

Bitte achten Sie darauf, dass jedes Haushaltsmitglied das Wegetagebuch für den **gleichen Tag** ausfüllt.

Wie fülle ich das Wegeblatt aus?

Wählen Sie einen **Wochentag von Montag bis Freitag** als Ihren Stichtag aus und tragen Sie bitte alle notwendigen Angaben für alle Ihre Wege aus. Sollten Sie mehr als acht Wege an Ihrem Stichtag zurücklegen, tragen Sie nur die ersten acht ein und notieren Sie sich einfach die Anzahl der weiteren Wege.

Was verstehen wir unter einem Weg?

- Alle Wege, die Sie an Ihrem Stichtag zu Fuß oder mit Verkehrsmitteln zurückgelegt haben.
- Hin- und Rückwege sind dabei zwei Wege.
- Auch Fußwege und kurze Wege sind wichtig.
- Beim Umsteigen zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln (z.B. vom Bus in die U-Bahn oder vom Auto in die S-Bahn) bleibt es ein Weg.
- Sollten Sie keinen Weg zurückgelegt haben, ist dies auch wichtig für uns. Schicken Sie uns in diesem Fall das Wegetagebuch gerne zurück.

Für den Fall, dass Sie Ihren 1. Weg nicht von Ihrem Zuhause aus beginnen, bitte die Startadresse eintragen.

Straße: _____ Hausnummer: _____

PLZ: _____ Stadt: _____

In welchem Jahr sind Sie geboren?

Jahreszahl

Welches Geschlecht haben Sie?

weiblich

männlich

Gab es besondere Vorkommnisse an diesem Tag, die Ihre Wege an diesem Tag bedeutend beeinflusst haben?

An welchem Wochentag hat der Weg stattgefunden?
Mo, Di, Mi, Do, Fr

Um wie viel Uhr haben Sie den Weg begonnen?

Zu welchem Ziel/Zweck hat dieser Weg stattgefunden?

Mit welchem Verkehrsmittel waren Sie unterwegs?
Bitte alle benutzten Verkehrsmittel angeben.

Mit wie vielen Personen waren Sie unterwegs?

Was war das Ziel Ihres Weges und wo lag es? (Adresse)

Um wie viel Uhr haben Sie ihr Ziel erreicht?

Schätzen Sie die Entfernung des Weges.

Wie haben Sie sich bei dem Weg gefühlt?

Wie haben Sie den Weg generell empfunden?

Wie haben Sie ihr Ziel erreicht?

Beispiel

Mo Mi Do Fr

8:35 Uhr

Zum Arbeitsplatz
 Dienstlich/geschäftlich
 Zur Ausbildung/Schule/Uni
 Einkauf und zwar:
 Lebensmittel
 Sonstiger Einkauf
 Freizeit und zwar:
 Privater Besuch/Treffen
 Kneipe/Kino/Restaurant
 Spaziergang/Rumlaufen
 Sport
 Sonstiges, und zwar:

Jemanden holen/bringen
 Behörden/Bank/Post
 Nach Hause
 Sonstiges, und zwar:

Zu Fuß
 Fahrrad/E-Bike/Pedelec
 Mofa/Moped/Motorrad
 Auto als Fahrer
 Auto als Mitfahrer
 Car-Sharing/privates Leihen
 Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
 Eisenbahn/Zug
 Sonstiges, und zwar:

mit 2 Personen

*Kita
Rübenkamp 123
22307 Hamburg*

8:45 Uhr

Ca. 0,85 Kilometer

unsicher
 teils teils
 sicher

einfach
 mittel
 schwierig

1. Weg

Mo Di Mi Do Fr

Uhr

Zum Arbeitsplatz
 Dienstlich/geschäftlich
 Zur Ausbildung/Schule/Uni
 Einkauf und zwar:
 Lebensmittel
 Sonstiger Einkauf
 Freizeit und zwar:
 Privater Besuch/Treffen
 Kneipe/Kino/Restaurant
 Spaziergang/Rumlaufen
 Sport
 Sonstiges, und zwar:

Jemanden holen/bringen
 Behörden/Bank/Post
 Nach Hause
 Sonstiges, und zwar:

Zu Fuß
 Fahrrad/E-Bike/Pedelec
 Mofa/Moped/Motorrad
 Auto als Fahrer
 Auto als Mitfahrer
 Car-Sharing/privates Leihen
 Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
 Eisenbahn/Zug
 Sonstiges, und zwar:

mit Personen

Uhr

Ca. Kilometer

unsicher
 teils teils
 sicher

einfach
 mittel
 schwierig

2. Weg

Mo Di Mi Do Fr

Uhr

Zum Arbeitsplatz
 Dienstlich/geschäftlich
 Zur Ausbildung/Schule/Uni
 Einkauf und zwar:
 Lebensmittel
 Sonstiger Einkauf
 Freizeit und zwar:
 Privater Besuch/Treffen
 Kneipe/Kino/Restaurant
 Spaziergang/Rumlaufen
 Sport
 Sonstiges, und zwar:

Jemanden holen/bringen
 Behörden/Bank/Post
 Nach Hause
 Sonstiges, und zwar:

Zu Fuß
 Fahrrad/E-Bike/Pedelec
 Mofa/Moped/Motorrad
 Auto als Fahrer
 Auto als Mitfahrer
 Car-Sharing/privates Leihen
 Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
 Eisenbahn/Zug
 Sonstiges, und zwar:

mit Personen

Uhr

Ca. Kilometer

unsicher
 teils teils
 sicher

einfach
 mittel
 schwierig

An welchem Wochentag hat der Weg stattgefunden?
Mo, Di, Mi, Do, Fr

Um wie viel Uhr haben Sie den Weg begonnen?

Zu welchem Ziel/Zweck hat dieser Weg stattgefunden?

Mit welchem Verkehrsmittel waren Sie unterwegs?

Bitte alle benutzten Verkehrsmittel angeben.

Mit wie vielen Personen waren Sie unterwegs?

Was war das Ziel Ihres Weges und wo lag es? (Adresse)

Um wie viel Uhr haben Sie ihr Ziel erreicht?

Schätzen Sie die Entfernung des Weges.

Wie haben Sie sich bei dem Weg gefühlt?

Wie haben Sie den Weg generell empfunden?

Wie haben Sie ihr Ziel erreicht?

3. Weg

Mo | Di | Mi | Do | Fr

Uhr

- Zum Arbeitsplatz
- Dienstlich/geschäftlich
- Zur Ausbildung/Schule/Uni
- Einkauf und zwar:
 - Lebensmittel
 - Sonstiger Einkauf
- Freizeit und zwar:
 - Privater Besuch/Treffen
 - Kneipe/Kino/Restaurant
 - Spaziergang/Rumlaufen
 - Sport
 - Sonstiges, und zwar:

- Jemanden holen/bringen
- Behörden/Bank/Post
- Nach Hause
- Sonstiges, und zwar:

- Zu Fuß
- Fahrrad/E-Bike/Pedelec
- Mofa/Moped/Motorrad
- Auto als Fahrer
- Auto als Mitfahrer
- Car-Sharing/privates Leihen
- Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
- Eisenbahn/Zug
- Sonstiges, und zwar:

mit Personen

Uhr

Ca. Kilometer

- unsicher
- teils teils
- sicher



- einfach
- mittel
- schwierig

4. Weg

Mo | Di | Mi | Do | Fr

Uhr

- Zum Arbeitsplatz
- Dienstlich/geschäftlich
- Zur Ausbildung/Schule/Uni
- Einkauf und zwar:
 - Lebensmittel
 - Sonstiger Einkauf
- Freizeit und zwar:
 - Privater Besuch/Treffen
 - Kneipe/Kino/Restaurant
 - Spaziergang/Rumlaufen
 - Sport
 - Sonstiges, und zwar:

- Jemanden holen/bringen
- Behörden/Bank/Post
- Nach Hause
- Sonstiges, und zwar:

- Zu Fuß
- Fahrrad/E-Bike/Pedelec
- Mofa/Moped/Motorrad
- Auto als Fahrer
- Auto als Mitfahrer
- Car-Sharing/privates Leihen
- Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
- Eisenbahn/Zug
- Sonstiges, und zwar:

mit Personen

Uhr

Ca. Kilometer

- unsicher
- teils teils
- sicher



- einfach
- mittel
- schwierig

5. Weg

Mo | Di | Mi | Do | Fr

Uhr

- Zum Arbeitsplatz
- Dienstlich/geschäftlich
- Zur Ausbildung/Schule/Uni
- Einkauf und zwar:
 - Lebensmittel
 - Sonstiger Einkauf
- Freizeit und zwar:
 - Privater Besuch/Treffen
 - Kneipe/Kino/Restaurant
 - Spaziergang/Rumlaufen
 - Sport
 - Sonstiges, und zwar:

- Jemanden holen/bringen
- Behörden/Bank/Post
- Nach Hause
- Sonstiges, und zwar:

- Zu Fuß
- Fahrrad/E-Bike/Pedelec
- Mofa/Moped/Motorrad
- Auto als Fahrer
- Auto als Mitfahrer
- Car-Sharing/privates Leihen
- Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
- Eisenbahn/Zug
- Sonstiges, und zwar:

mit Personen

Uhr

Ca. Kilometer

- unsicher
- teils teils
- sicher



- einfach
- mittel
- schwierig

An welchem Wochentag hat der Weg stattgefunden?
Mo, Di, Mi, Do, Fr

Um wie viel Uhr haben Sie den Weg begonnen?

Zu welchem Ziel/Zweck hat dieser Weg stattgefunden?

Mit welchem Verkehrsmittel waren Sie unterwegs?
Bitte alle benutzten Verkehrsmittel angeben.

Mit wie vielen Personen waren Sie unterwegs?

Was war das Ziel Ihres Weges und wo lag es? (Adresse)

Um wie viel Uhr haben Sie ihr Ziel erreicht?

Schätzen Sie die Entfernung des Weges.

Wie haben Sie sich bei dem Weg gefühlt?

Wie haben Sie den Weg generell empfunden?

Wie haben Sie ihr Ziel erreicht?

6. Weg

Mo | Di | Mi | Do | Fr

Uhr

Zum Arbeitsplatz
 Dienstlich/geschäftlich
 Zur Ausbildung/Schule/Uni
 Einkauf und zwar:
 Lebensmittel
 Sonstiger Einkauf
 Freizeit und zwar:
 Privater Besuch/Treffen
 Kneipe/Kino/Restaurant
 Spaziergang/Rumlaufen
 Sport
 Sonstiges, und zwar:

Jemanden holen/bringen
 Behörden/Bank/Post
 Nach Hause
 Sonstiges, und zwar:

Zu Fuß
 Fahrrad/E-Bike/Pedelec
 Mofa/Moped/Motorrad
 Auto als Fahrer
 Auto als Mitfahrer
 Car-Sharing/privates Leihen
 Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
 Eisenbahn/Zug
 Sonstiges, und zwar:

mit Personen

Uhr

Ca. Kilometer

unsicher
 teils teils
 sicher

einfach
 mittel
 schwierig

7. Weg

Mo | Di | Mi | Do | Fr

Uhr

Zum Arbeitsplatz
 Dienstlich/geschäftlich
 Zur Ausbildung/Schule/Uni
 Einkauf und zwar:
 Lebensmittel
 Sonstiger Einkauf
 Freizeit und zwar:
 Privater Besuch/Treffen
 Kneipe/Kino/Restaurant
 Spaziergang/Rumlaufen
 Sport
 Sonstiges, und zwar:

Jemanden holen/bringen
 Behörden/Bank/Post
 Nach Hause
 Sonstiges, und zwar:

Zu Fuß
 Fahrrad/E-Bike/Pedelec
 Mofa/Moped/Motorrad
 Auto als Fahrer
 Auto als Mitfahrer
 Car-Sharing/privates Leihen
 Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
 Eisenbahn/Zug
 Sonstiges, und zwar:

mit Personen

Uhr

Ca. Kilometer

unsicher
 teils teils
 sicher

einfach
 mittel
 schwierig

8. Weg

Mo | Di | Mi | Do | Fr

Uhr

Zum Arbeitsplatz
 Dienstlich/geschäftlich
 Zur Ausbildung/Schule/Uni
 Einkauf und zwar:
 Lebensmittel
 Sonstiger Einkauf
 Freizeit und zwar:
 Privater Besuch/Treffen
 Kneipe/Kino/Restaurant
 Spaziergang/Rumlaufen
 Sport
 Sonstiges, und zwar:

Jemanden holen/bringen
 Behörden/Bank/Post
 Nach Hause
 Sonstiges, und zwar:

Zu Fuß
 Fahrrad/E-Bike/Pedelec
 Mofa/Moped/Motorrad
 Auto als Fahrer
 Auto als Mitfahrer
 Car-Sharing/privates Leihen
 Bus/Straßenbahn/U-/S-Bahn
 Eisenbahn/Zug
 Sonstiges, und zwar:

mit Personen

Uhr

Ca. Kilometer

unsicher
 teils teils
 sicher

einfach
 mittel
 schwierig