

Einfluss der Wohnumgebung auf die körperliche Aktivität im dritten Lebensalter

*Subjektive Raumdefinitionen als Erklärungsansatz für Unterschiede zwischen der subjektiv versus objektiv bestimmten Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und ihren Beiträgen zur Erklärung körperlicher Aktivität*

Kumulative Dissertationsschrift zur Erlangung des akademischen Grades „Doctor of Public Health“ (Dr. PH) an der Fakultät für Gesundheitswissenschaften der Universität Bielefeld

Autor: Malte Bödeker, Matrikelnummer 1784145
Studiengang: Promotionsstudiengang „Doctor of Public Health“
Semester: Sommersemester 2020
Erstgutachterin: Prof. Dr. Petra Kolip
Zweitgutachterin: Prof. Dr. Claudia Hornberg
Einreichung: August 2020



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Nürnberg & Bielefeld, 2021

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier °° ISO 9706

Summarium

Wohnumgebungen, die durch dichte Besiedlung, Nahversorgung und Fußwegenetze gekennzeichnet sind, werden als fußgänger*innenfreundlich beschrieben und können das Bewegungsverhalten der Bewohner*innen möglicherweise nachhaltig begünstigen. Aufgrund einer Fokussierung auf Studienteilnehmer*innen im zweiten Lebensalter sowie kultureller Unterschiede in Städtebau und -gestaltung ist die Generalisierbarkeit vorliegender Erkenntnisse zur „Walkability“ allerdings noch limitiert. Zudem wird die Zusammenfassung des Forschungsstandes dadurch erschwert, dass zur Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit unterschiedliche (subjektive und objektive) Erhebungsmethoden sowie unterschiedliche räumliche Definitionen der Wohnumgebung Anwendung finden. Die mögliche Sensitivität der Analysen geografischer Informationen sowie der Zusammenhänge mit körperlicher Aktivität gegenüber Veränderungen der räumlichen Bezugsgröße wird hingegen selten geprüft.

Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Arbeit den Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität in einer historisch gewachsenen Großstadt in Deutschland, mit einem Fokus auf das dritte Lebensalter und unter Berücksichtigung subjektiver und objektiver Erhebungsmethoden sowie unterschiedlicher räumlicher Definitionen der Wohnumgebung. In einem ersten Schritt werden bevölkerungsrepräsentative Daten zum aktiven Transport ($n = 2.867$) und amtliche geografische Informationen zur objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld herangezogen. Die Ergebnisse der Mehrebenenanalyse belegen den Zusammenhang zwischen Selbstangaben zum aktiven Transport und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit für diese räumliche Definition der Wohnumgebung. Sie weisen zusätzlich auf Wechselwirkungen mit dem Alter der Bewohner*innen sowie mit der Verfügbarkeit von Kraftfahrzeugen hin.

Im zweiten Schritt wird der Zusammenhang zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit und dem selbstberichteten Gehen darüber hinaus für unterschiedliche räumliche Definitionen der Wohnumgebung bestätigt. Die Untersuchungsergebnisse aus einer Ad-hoc-Stichprobe zum dritten Lebensalter (≥ 60 Jahre; $n = 65$) weisen darauf hin, dass der Effekt sensitiv gegenüber der räumlichen Definition der Wohnumgebung ist und bestehende Abweichungen zwischen objektiven Gegebenheiten und subjektiven Wahrnehmungen durch unterschiedliche räumliche Bezüge mitverursacht sein können. Zu den methodischen Implikationen der Studie zählt daher, mögliche Expositionsgebiete sorgfältig mit räumlichen Bezügen des untersuchten Outcomes abzugleichen.

Im Hauptergebnis tragen beide Analysen zur Generalisierbarkeit der vorliegenden Evidenz zum Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität auf den mitteleuropäischen Kontext und die Altersgruppe ab 60 Jahren bei. Sie unterstützen damit städtebaulich-gestalterische Planungsleitsätze zur Förderung körperlicher Aktivität und helfen, methodische Unterschiede in der Erfassung der Determinante einzuschätzen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis.....	II
1. Einleitung.....	1
2. Hintergrund.....	4
2.1 Forschungsstand.....	10
2.1.1 Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperliche Aktivität im dritten Lebensalter	15
2.1.2 Unterschiede zwischen subjektiv versus objektiv bestimmten Merkmalen der Wohnumgebung und ihren Beiträgen zur Erklärung körperlicher Aktivität	17
2.2 Forschungsbedarf und modularer Forschungsansatz.....	18
3. Objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit und aktiver Transport in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld	20
3.1 Erfassung der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke in Bielefeld.....	21
3.2 Erklärung des aktiven Transports durch die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit des statistischen Bezirks.....	23
3.3 Implikationen für die weitere Untersuchung	26
4. Räumliche Definitionen der Wohnumgebung als Erklärungsansatz für Unterschiede in der Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und ihren Beiträgen zur Erklärung körperlicher Aktivität im dritten Lebensalter	28
4.1 Erfassung körperlicher Aktivität in und außerhalb der Wohnumgebung	30
4.2 Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung	31
4.2.1 GIS-basierte Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit von subjektiv definierten Wohnumgebungen.....	32
4.2.2 Erfassung der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung	33
4.3 Statistische Analysen	36
4.4 Ergebnisse.....	37
4.4.1 Objektive und wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung im Vergleich.....	39
4.4.2 Erklärung körperlicher Aktivität durch die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung.....	41
5. Diskussion	43
5.1 Stärken und Schwächen	47
5.2 Implikationen für die Bewegungsforschung und -förderung	50
Literaturverzeichnis.....	54
Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit ohne frühere Promotionsversuche im In- oder Ausland	77
Anhang.....	78

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aktiver Transport und objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld.....	24
Abbildung 2: Erklärung des aktiven Transports durch Merkmale der Person, des Haushalts und des statistischen Bezirks der Stadt Bielefeld.....	26
Abbildung 3: Konkurrente Validität der NEWS-G bei Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld.....	36
Abbildung 4: Objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit und Standorte der 23 Senior*innenwohnanlagen in 19 der 92 statistischen Bezirke der Stadt Bielefeld	38
Abbildung 5: GIS-basierte Walkability Indizes im Vergleich zum befragungsbasierten Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit	40
Abbildung 6: Übereinstimmung der GIS-basierten Walkability Indizes mit dem befragungsbasierten Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit	41
Abbildung 7: Erklärung körperlicher Aktivität durch GIS-basierte Walkability Indizes für statistische Bezirke, Netzwerkpuffer und subjektiv definierte Wohnumgebungen.....	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Veröffentlichungen im Rahmen der kumulativen Dissertation.....	3
Tabelle 2: Merkmale fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen. Aus Städtebau und -gestaltung übertragene Determinanten der Verkehrsmittelwahl	9
Tabelle 3: Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung in der schriftlichen Befragung mit der Neighborhood Environment Walkability Scale	34

1. Einleitung

Nach Studien zum Gesundheitsverhalten ist nur etwa jede*r zweite Erwachsene¹ in Deutschland ausreichend körperlich aktiv (Finger, Mensink, Lange & Manz, 2017; Froböse, Biallas & Wallmann-Sperlich, 2018; Leitzmann et al., 2020). Gleichzeitig zeigen Untersuchungen zum Mobilitätsverhalten, dass mehr als drei Viertel der täglichen Fahrten im motorisierten Individualverkehr (MIV) kürzer als 5 km und ca. zwei Drittel aller MIV-Fahrten kürzer als 2 km sind (Nobis & Kuhnimhof, 2018). In Betrachtung körperlicher und räumlicher Bewegung deutet sich demnach ein Potenzial für die Gesundheitsförderung an, das Heinrichs und Jarass (2020, S. 946) mit einer Überschlagsrechnung verdeutlicht haben. So könne der empfohlene Bewegungsumfang individuell bereits erreicht werden, wenn täglich eine der Wegstrecken von bis zu 5 km mit dem Fahrrad anstatt mit motorisierten Verkehrsmitteln zurückgelegt werde, da dies in Summe etwa der Empfehlung von 150 Minuten körperlicher Aktivität pro Woche mit moderater Intensität entspräche. Kollektiv sind darüber hinaus weitere direkte und indirekte Auswirkungen der Verkehrsmittelwahl auf die öffentliche Gesundheit in Form vermeidbarer Unfälle sowie Lärm-, Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen zu berücksichtigen, die das gesundheitliche Potenzial des Fuß- und Radverkehrs sowie des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) über mögliche Steigerungen der körperlichen Aktivität hinaus ausmachen (Sachverständigenrat für Umweltfragen, SRU 2020).

Als ein potenziell besonders breitenwirksamer und nachhaltiger Ansatz zur Förderung körperlichen aktiven Verkehrsverhaltens (aktiver Transport) werden in den Nationalen Empfehlungen für Bewegungsförderung (Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Gediga & Messing, 2017) sowie in einem Entwurf für eine Nationale Fußverkehrsstrategie (Bauer, Hertel & Buchmann, 2018) städtebauliche und -gestalterische Planungsleitsätze zur sog. Neighborhood Walkability benannt. Das im Folgenden als Fußgänger*innenfreundlichkeit übersetzte städtebaulich-gestalterische Konzept beschreibt Wohnumgebungen, die durch dichte Besiedlung, Nahversorgung und Fußwegenetze gekennzeichnet sind (Frank & Kavage, 2008; Saelens, Sallis & Frank, 2003).

Dass es Bewohner*innen fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen leichter fallen kann, häufiger den Fußweg oder alternativ das Fahrrad anstatt des MIV zu wählen, wurde bereits in mehreren systematischen Übersichtsarbeiten zu Querschnittsuntersuchungen (Farkas, Wagner, Nettel-Aguirre, Friedenreich & McCormack, 2019; Grasser, Dyck, Titze & Stronegger, 2013; Hajna et al., 2015; Sugiyama, Neuhaus, Cole, Giles-Corti & Owen, 2012) und natürlichen Experimenten bestätigt (Ding et al., 2018; Sallis, Bull, Burdett et al., 2016; Smith et al., 2017). Dennoch gilt die Generalisierbarkeit der vorliegenden Erkenntnisse aufgrund einer Fokussierung auf Studienteilnehmer*innen im zweiten Lebensalter² sowie kultureller Unterschiede in Städtebau, -gestaltung und Verkehr als limitiert

¹ Die vorliegende Arbeit wird im Bestreben um eine geschlechtergerechte Sprache verfasst. Wenn an wenigen Stellen zur besseren Lesbarkeit nur männliche Formen oder Unterscheidungen zwischen Männern und Frauen verwendet werden, sollen dennoch alle Geschlechter und Geschlechtsidentitäten angesprochen sein.

² Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird, soweit nicht anders angegeben, zwischen den vier Lebensaltern Kindheit und Jugend, Erwerbs- und Familienphase (ab 20 Jahren), junges Alter (ab 60 Jahren) und Hochaltrigkeit (ab 80 Jahren) unterschieden (United Nations, 2020; Wurm, 2013).

(Chandrabose et al., 2019; Farkas et al., 2019; Hajna et al., 2015; Holle et al., 2012; Schulz, Romppel & Grande, 2018; Stafford & Baldwin, 2018). Neben Untersuchungen in möglichst unterschiedlich strukturierten Raumtypen (Christiansen et al., 2016; Kerr et al., 2015; Sallis, Cerin et al., 2016) rücken daher Zusammenhänge mit der körperlichen Aktivität im dritten und vierten, durch höhere Suszeptibilität gegenüber Barrieren gekennzeichneten Lebensalter in das Erkenntnisinteresse (Beard & Petitot, 2010; Jackisch, Zamaro, Green & Huber, 2015; King & King, 2010; Plouffe & Kalache, 2010; Satariano et al., 2016).

Methodisch werden in den vorliegenden Übersichtsarbeiten zudem Abweichungen zwischen Studienergebnissen auf Basis subjektiver versus objektiver Erhebungsmethoden sowie teils fehlende Analysen möglicher Effektmoderationen benannt (Chandrabose et al., 2019; Smith et al., 2017; Stafford & Baldwin, 2018). Bei objektiven Erhebungen der Fußgänger*innenfreundlichkeit anhand geografischer Informationen finden darüber hinaus unterschiedliche räumliche Definitionen der Wohnumgebung Anwendung, die Auswirkungen auf die berichteten Effekte haben können und dadurch Zusammenfassungen des Forschungsstandes zusätzlich erschweren (Chandrabose et al., 2019; Orstad, McDonough, Stapleton, Altincekic & Troped, 2016). Verschiedentlich ist zudem argumentiert worden, dass räumliche Definitionen aus Befragungen (z. B. ein Umkreis von 10 bis 15 Gehminuten um die Wohnadresse) den Vorstellungen der Befragten möglicherweise besser entsprechen als gängige Gebietsgrenzen aus räumlichen Analysen (Barnett, Barnett, Nathan, Cauwenberg & Cerin, 2017; Chandrabose et al., 2019; Lovasi, Grady & Rundle, 2012; Spittaels et al., 2009). Neben interpersonellen Unterschieden in der Wahrnehmung derselben Wohnumgebung können demnach unterschiedliche räumliche Definitionen als eine mögliche Ursache für Abweichungen zwischen der objektiven und der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit von Wohnumgebung in Betracht gezogen werden.

Vor diesem Hintergrund wird mit dem vorliegenden kumulativen Promotionsprojekt angestrebt, einen Beitrag zur Generalisierbarkeit der vorliegenden Evidenz zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität auf den mitteleuropäischen Kontext und das dritte Lebensalter zu leisten sowie die mögliche Sensitivität des Zusammenhangs gegenüber Veränderungen der räumlichen Definition der Wohnumgebung zu analysieren und diese als möglichen Erklärungsansatz für Unterschiede zwischen der wahrgenommenen und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung zu untersuchen.

Im ersten Modul des Projekts wird hierzu der Zusammenhang zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität in Bielefeld, einer historisch gewachsenen Großstadt im Nordwesten Deutschlands, untersucht. Die auf Basis bevölkerungsrepräsentativer Daten zur Verkehrsmittelwahl und amtlicher geografischer Informationen durchgeführte Mehrebenenanalyse gibt Aufschluss über die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke in Bielefeld, den Zusammenhang mit der Anzahl der körperlich aktiv zurückgelegten Wege der Befragten sowie mögliche Interaktionen mit Alter und Geschlecht, der Anzahl der im Haushalt lebenden Personen und verfügbaren Verkehrsmitteln sowie dem sozioökonomischen Status der statistischen Bezirke.

Aufbauend auf dieser Sekundäranalyse wird der Zusammenhang im zweiten Modul des kumulativen Projekts in einer Ad-hoc-Stichprobe zum dritten Lebensalter weiter untersucht. Die Primärerhebung zielt darauf ab, den Beitrag der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung zur Erklärung selbstberichteten Gehens und die Übereinstimmung mit subjektiven Angaben zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung auf Basis unterschiedlicher räumlicher Definitionen zu untersuchen. Datengrundlage des zweiten Projektmoduls sind Selbstangaben zum Gehen in und außerhalb der Wohnumgebung sowie zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung von Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld sowie die auch im ersten Projektmodul verwendeten geografischen Informationen zur objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit. Die zentralen Ergebnisse der zwei Module werden in der folgenden Synopse zum kumulativen Promotionsprojekt vorgestellt und gemeinsam hinsichtlich der übergreifenden Fragestellung zur Fußgänger*innenfreundlichkeit in Bielefeld diskutiert. Die insgesamt sechs im Projektverlauf entstandenen wissenschaftlichen Publikationen werden im Verlauf der Synopse zusammengefasst, untereinander in Beziehung gesetzt und gemeinsam reflektiert. Tabelle 1 gibt hierzu vorab einen bibliografischen Überblick.

Tabelle 1: Veröffentlichungen im Rahmen der kumulativen Dissertation

Verfasser*innen	Titel	Jahr	Veröffentlichung
Bödeker, M. & Reyer, M.	Auswirkungen der Walkability auf Senioren	2014	in J. Bucksch & S. Schneider (Hrsg.), Walkability. Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune (S. 229–239). Bern: Hans Huber. Verfügbar unter: https://www.hogrefe.com/de/shop/walkability-71523.html (Zugriff am 30.08.2020)
Bödeker, M., Finne, E., Kerr, J. & Bucksch, J.	Active travel despite motorcar access. A city-wide, GIS-based multilevel study on neighborhood walkability and active travel in Germany	2018	Journal of Transport & Health, 5(9), 8–18. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.03.009 (Zugriff am 30.08.2020)
Bödeker, M., Bucksch, J. & Wallmann-Sperlich, B.	Self-reported physical activity within and outside the neighborhood. Criterion-related validity of the Neighborhood Physical Activity Questionnaire in German older adults	2018	Measurement in Physical Education and Exercise Science, 22(1), 61–69. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1080/1091367X.2017.1383256 (Zugriff am 30.08.2020)
Bödeker, M., Bucksch, J. & Fuhrmann, H.	Bewegungsfreundlichkeit der Wohnumgebung messen. Entwicklung und Einführung der deutschsprachigen „Neighborhood Environment Walkability Scale“	2012	Prävention und Gesundheitsförderung, 7(3), 220–226. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/s11553-012-0344-3 (Zugriff am 30.08.2020)
Bödeker, M.	Walking and Walkability in Pre-Set and Self-Defined Neighborhoods: A Mental Mapping Study in Older Adults	2018	International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(7), 1363. Verfügbar unter: https://doi.org/10.3390/ijerph15071363 (Zugriff am 30.08.2020)
Bödeker, M. & Bucksch, J.	Bewegungsfreundliche Kommune am Beispiel der Gesundheitsregionen ^{plus} in Bayern	2018	Public Health Forum, 26(2), 156–159. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1515/pubhef-2018-0021 (Zugriff am 30.08.2020)

Zur Rahmung der aufeinander aufbauenden wissenschaftlichen Publikationen folgt die Synopse folgendem Aufbau. Der in Kapitel 2 dargestellte Hintergrund umfasst die Public-Health-Relevanz des aktiven Transports, fasst (2.1) den Forschungsstand zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung mit Unterkapiteln zur (2.1.2) körperlichen Aktivität im dritten Lebensalter sowie zu (2.1.2) objektiven versus subjektiven Erhebungsmethoden zusammen. Das Hintergrundkapitel mündet in einer Kennzeichnung des anschließend adressierten (2.2) Forschungsbedarfs. Die zwei empirischen Projektmodule werden daraufhin in den Kapiteln 3 und 4 präsentiert, wobei die in beiden Modulen verwendete Methodik zur Erfassung der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung im Unterkapitel 3.1 dargestellt wird. Die folgenden Unterkapitel fokussieren auf die Ergebnisse zur (3.2) Erklärung des aktiven Transports und deren (3.3) Implikationen für das folgende Projektmodul. In Kapitel 4 werden diese Implikationen mit Unterkapiteln zur (4.1) ortsspezifischen Erfassung körperlicher Aktivität sowie der in diesem Modul objektiv und subjektiv bestimmten (4.2) Fußgänger*innenfreundlichkeit und dem (4.3) analytischen Vorgehen zu deren Vergleich aufgegriffen. Die (4.4) Ergebnisse der vergleichenden Analyse werden daraufhin durch Unterkapitel zur (4.4.1) Übereinstimmung beider Maße sowie zur (4.4.2) Erklärung körperlicher Aktivität durch die Fußgänger*innenfreundlichkeit von Wohnumgebungen unterschiedlicher räumlicher Definition differenziert. Abschließend werden die Ergebnisse der zwei Projektmodule in Kapitel 5 sowohl untereinander als auch mit vorausgehenden Untersuchungen in Beziehung gesetzt und unter Berücksichtigung der methodischen (5.1) Stärken und Schwächen der Module diskutiert, bevor (5.2) Implikationen für die weitere Forschung zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität sowie zu deren verhältnisbezogener Förderung abgeleitet werden können.

2. Hintergrund

Die präventiven Wirkungen körperlicher Aktivität (Caspersen, Powell & Christenson, 1985) sind vielfältig und gut dokumentiert. Ausreichende Bewegung reduziert das Risiko für vorzeitige Sterblichkeit, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus Typ 2, Brust- und Darmkrebs. Darüber hinaus kann sie die psychische Gesundheit fördern und zum Erhalt kognitiver Fähigkeiten sowie eines gesunden Körpergewichts beitragen (Forouzanfar et al., 2016; Lee et al., 2012; Pfeifer et al., 2017; Sallis, Bull, Guthold et al., 2016; World Health Organization, WHO 2010). In den nationalen sowie internationalen Bewegungsempfehlungen wird Erwachsenen hierzu empfohlen, mindestens 75 Minuten pro Woche körperliche Aktivitäten mit hoher Intensität (z. B. Joggen, Treppensteigen) durchzuführen. Alternativ kann der gesundheitswirksame Bewegungsumfang durch 150 Minuten pro Woche mit moderater Intensität (z. B. Radfahren in mäßigem Tempo) erreicht werden.³ Sowohl alltagsbezogene (z. B. Treppensteigen) als auch stärker freizeitbezogene körperliche Aktivitäten (z. B. Joggen) tragen demnach gemeinsam und

³ Die Zeitangaben sind durch kurvilineare Dosis-Wirkung-Beziehungen begründet, die je nach Intensität der körperlichen Aktivität bei Umfängen zwischen 75 und 150 Minuten pro Woche abflachen. Höhere Zeitumfänge haben demnach einen zusätzlichen, im Vergleich zu den ersten 75 bzw. 150 Minuten aber kleineren Nutzen. Zusätzlich werden möglichst häufige Unterbrechungen sedentären Verhaltens und Aktivitäten zur Muskelkräftigung sowie mit zunehmendem Alter auch zu koordinativen Fähigkeiten empfohlen (Pfeifer et al., 2017).

bereits in geringer Dosis zu einer deutlichen Reduktion von Morbiditäts- und Mortalitätsrisiken bei (Pfeifer et al., 2017). Auch in der Differenzierung zwischen den sog. Domänen eines körperlich aktiven Lebensstils (Sallis et al., 2006) sind die gesundheitlichen Wirkungen körperlicher Aktivität nach aktuellem Kenntnisstand nicht grundsätzlich zwischen Freizeit (inkl. Sport), Arbeit, Haushalt und Transport (z. B. Einkäufe zu Fuß erledigen) verschieden, für arbeits- und haushaltsbezogene körperliche Aktivitäten bislang aber weniger umfassend belegt (Pfeifer et al., 2017; Samitz, Egger & Zwahlen, 2011).

Auch unter der Berücksichtigung aller vier Lebensbereiche sind einer internationalen Studie zufolge nur ca. 28 % der weltweiten Bevölkerung ausreichend körperlich aktiv (Guthold, Stevens, Riley & Bull, 2018). Somit wird das Ziel der WHO (2018), die Prävalenz des Bewegungsmangels bis zum Jahr 2030 um 15 % gegenüber dem Jahr 2010 zu reduzieren, voraussichtlich nicht ohne weitere Maßnahmen erreicht werden können (Guthold et al., 2018; King & Sallis, 2009; Reis et al., 2016).

In Deutschland liegt der Bevölkerungsanteil mit ausreichender körperlicher Aktivität nach einer Studie von Froböse und Kolleg*innen (2018) bei ca. 43 % und damit deutlich unter dem für das Jahr 2010 berichteten Wert von ca. 60 %. Ähnliche Prävalenzen werden in der Gesundheitsberichterstattung des Bundes mit Daten anderer EU-Staaten verglichen (Finger et al., 2017; Lange & Finger, 2017). Demnach erreichen ca. 46 % der in Deutschland lebenden Frauen und 51 % der Männer den empfohlenen Bewegungsumfang, während im EU-Durchschnitt Anteile von ca. 26 % bzw. 36 % berichtet werden (Lange & Finger, 2017).⁴ Aus der Gesundheitsberichterstattung des Bundes (Saß et al., 2017) sowie der NAKO Gesundheitsstudie (Ahrens et al., 2014) gehen darüber hinaus Unterschiede im Bewegungsverhalten zwischen einzelnen Bevölkerungsgruppen hervor. So sind Männer insbesondere während der Arbeit und in der Freizeit körperlich aktiver als Frauen (Finger et al., 2017; Froböse et al., 2018; Leitzmann et al., 2020; Wallmann-Sperlich & Froböse, 2014). Zudem nimmt der Umfang körperlicher Aktivität und insbesondere der Anteil intensiver körperlicher Aktivitäten in der Freizeit und bei der Arbeit mit zunehmendem Alter ab (Finger et al., 2017; Froböse et al., 2018; Lange & Finger, 2017; Leitzmann et al., 2020; Wallmann-Sperlich & Froböse, 2014). Weiterhin bewegen sich Erwachsene mit höherem sozioökonomischem Status häufiger und intensiver in ihrer Freizeit als Befragte mit niedrigerem sozioökonomischem Status, die vermehrt während der Arbeit körperlich aktiv sind (Finger et al., 2017; Froböse et al., 2018; Wallmann-Sperlich & Froböse, 2014). Bei transportbezogener körperlicher Aktivität werden demgegenüber geringere Unterschiede nach Alter und sozioökonomischem Status deutlich (Froböse et al., 2018; Wallmann-Sperlich & Froböse, 2014).

Die vorliegenden Daten zur Prävalenz des Bewegungsmangels weisen darauf hin, dass weiterer Handlungsbedarf zur Bewegungsförderung in Deutschland sowie insbesondere bei Frauen, Gruppen mit niedrigerem sozioökonomischem Status und in höheren Altersgruppen besteht (Finger et al., 2017; Froböse et al., 2018; Lange & Finger, 2017; Leitzmann et al., 2020; Wallmann-Sperlich & Froböse, 2014). Zudem

⁴ Angaben hier bezogen auf die Bevölkerung ab 15 Jahren und ohne Berücksichtigung körperlicher Aktivitäten im Haushalt und bei der Arbeit (Finger, Mensink, Lange & Manz, 2017; Lange & Finger, 2017).

kann die Public-Health-Relevanz der Bewegungsförderung in Deutschland anhand der auf körperliche Inaktivität zurückzuführenden disability-adjusted life years (DALYs) (Forouzanfar et al., 2016) und die durch diese Krankheitslast entstehenden direkten und indirekten Kosten in Höhe von jährlich ca. 1,7 Milliarden Euro (Ding et al., 2016; International Sport and Culture Association, 2015) verdeutlicht werden. So sind nach Ergebnissen der Global-Burden-of-Disease-Studie aus dem Jahr 2015 ca. 545.400 DALYs und damit ungefähr 2 % der Krankheitslast in Deutschland auf ungenügende körperliche Aktivität zurückzuführen. Weiterhin zeigt sich bezogen auf einzelne Krankheiten, dass der Bewegungsmangel Ursache für je ca. 17 % der durch Diabetes mellitus Typ 2, 10 % der durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen und 15 % der durch Darmkrebs verlorenen Lebensjahre ist (Forouzanfar et al., 2016).

Evidenzbasierte Förderung der öffentlichen Gesundheit durch Bewegung

Evidenzbasierte Maßnahmen zur Bewegungsförderung können international auf der Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health (WHO, 2004), dem Global Action Plan on Physical Activity (WHO, 2018) sowie der Bangkok Declaration on Physical Activity for Global Health and Sustainable Development (International Society for Physical Activity and Health, ISPAH, 2017) aufbauen. In Deutschland wurden im Kontext der Nationalen Empfehlungen zum Bewegungsverhalten darüber hinaus Empfehlungen für Interventionen zur Bewegungsförderung veröffentlicht, für die der internationale Forschungsstand zur Wirksamkeit und Kosteneffektivität von Maßnahmen zur Steigerung und Aufrechterhaltung körperlicher Aktivität zusammengetragen wurde (Abu-Omar et al., 2017; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Gediga & Messing, 2017; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Schätzlein & Suhrcke, 2017). Bezogen auf die erwachsene Bevölkerung konnten darin Empfehlungen für die Settings Betrieb und Einrichtungen der gesundheitlichen Versorgung sowie, insbesondere bezogen auf das dritte Lebensalter, die kommunale Lebenswelt formuliert werden. Weiterhin werden bewegungsfördernde Maßnahmen im häuslichen Umfeld, individuenbezogene Beratungsansätze, gruppenbasierte Programme⁵ und bevölkerungsbezogene Maßnahmen wie massenmediale Kampagnen und verhältnisbezogene Ansätze empfohlen. Folgende bevölkerungsbezogene Ansätze werden in den aus Public-Health-Perspektive formulierten Empfehlungen hervorgehoben, da sie aufgrund ihrer Reichweite kosteneffektiver als individuen- und gruppenbezogene Ansätze sind, sie einen Beitrag zu gesundheitlicher Chancengleichheit leisten oder verhaltens- und verhältnisbezogene Maßnahmen kombinieren:

- Motivationale Entscheidungshilfen zur Unterstützung von körperlicher Aktivität im Alltag (z. B. Treppensteigen).
- Programme auf Gemeinde- bzw. Quartiersebene, in denen der Zugang zu lokalen Bewegungsangeboten (z. B. Spiel- und Sportplätze, Infrastrukturen für den Fuß- und Radverkehr) geschaffen und auf sie aufmerksam gemacht wird, sowie Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung, -sicherheit und ästhetischen Attraktivität der Wohnumfeldgestaltung.

⁵ Zum Beispiel Kursangebote; zur Förderung körperlicher Aktivität durch den organisierten Sport liegen derzeit hingegen, trotz vielversprechender Hinweise, keine für eine Empfehlung ausreichenden Wirksamkeitsnachweise vor (Abu-Omar et al., 2017; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Gediga & Messing, 2017; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Schätzlein & Suhrcke, 2017).

- Städtebauliche und -gestalterische Interventionen wie insbesondere durch eine Bauleitplanung (Flächennutzungs- und Bebauungsplanung), die auf eine räumliche Durchmischung und Vernetzung unterschiedlicher Lebensbereiche (Wohnen, Einkäufe, Arbeit, Freizeit) zielen.
- Massenmediale Kampagnen zur Begleitung verhältnisbezogener Maßnahmen; für alleinstehende massenmediale Kampagnen liegen keine Empfehlungen sowie Hinweise darauf vor, dass sie gesundheitliche Ungleichheit verstärken können.

Weiterhin empfiehlt die Autorengruppe politische Ansätze, mit denen die erforderlichen Rechtsgrundlagen für verhältnisbezogene Maßnahmen der Bewegungsförderung und die hierfür erforderliche intersektorale Zusammenarbeit relevanter Ressorts in Politik und Verwaltung geschaffen werden (vgl. Kapitel 5.2). Zwar lägen bis dato kaum empirische Evaluationsstudien dazu vor, wie körperliche Aktivität durch „Health in all Policies“ (HiAP; Geene, Kurth & Matusall, 2020; Shankardass, Renahy, Muntaner & O'Campo, 2015) gefördert werden könne. Der Zusammenarbeit der für Gesundheit, Sport, Städtebau und -gestaltung, Umwelt und Verkehr verantwortlichen Ressorts könne aber ein besonderes Potenzial für die Förderung der öffentlichen Gesundheit durch Bewegung zugesprochen werden (Abu-Omar et al., 2017; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Gediga & Messing, 2017).

Förderung des aktiven Transports

Unter den Ansätzen zur Bewegungsförderung können Maßnahmen zur Förderung des körperlichen aktiven Transports aufgrund ihres zusätzlichen Nutzens für die öffentliche Gesundheit besonders hervorgehoben werden. Der Fuß- und Radverkehr (sowie weitere nicht motorisierte Fortbewegungsmittel) tragen nachweislich zur Steigerung der körperlichen Aktivität insgesamt (Chaix et al., 2014; Fishman, Böcker & Helbich, 2015; Sahlqvist, Goodman, Cooper & Ogilvie, 2013) sowie zur Verminderung kardiometabolischer Morbidität und Mortalität (Samitz et al., 2011; Xu, Wen & Rissel, 2013) und zum körperlichen und psychischen Wohlbefinden bei (Humphreys, Goodman & Ogilvie, 2013; Martin, Goryakin & Suhrcke, 2014). Auch sind gesundheitlich relevante Steigerungen körperlicher Aktivität durch den Wechsel vom MIV zum ÖPNV belegt, die zur Beibehaltung eines gesunden Körpergewichts beitragen können (Flint, Webb & Cummins, 2016; Martin, Panter, Suhrcke & Ogilvie, 2015). Als Alternativen zum MIV kann die Förderung des aktiven Transports und ÖPNV zudem einen Beitrag zur Reduzierung von Lärm- und Luftschadstoffemissionen leisten, die wiederum zur Prävention von Bluthochdruck sowie respiratorischen Erkrankungen beiträgt (Bauer et al., 2018; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, BMVBS, 2012; SRU, 2020). Auch wird ein zusätzlicher wirtschaftlicher und sozialer Nutzen des aktiven Transports wie etwa durch die Reduzierung des Flächenverbrauchs sowie die Stärkung sozialer Kontakte und des Einzelhandels beschrieben (Bauer et al., 2018; Brown, Diemedi, Moodie, Veerman & Carter, 2016; Giles-Corti et al., 2016; ISPAH, 2017; Sallis et al., 2015).

Zur Förderung des aktiven Transports werden unter anderem verkehrsplanerische sowie städtebauliche und -gestalterische Interventionen als aussichtsreich beschrieben und anhand möglicher Wirkungspfade plausibilisiert (Brown et al., 2016; Frank & Kavage, 2008; Giles-Corti et al., 2016; SRU, 2020). Zwar

liegen kaum Untersuchungen vor, die den ökologischen, gesundheitlichen, wirtschaftlichen und sozialen Nutzen einzelner Interventionen dieser verhältnisbezogenen Förderung des aktiven Transports kausal belegen (Brown et al., 2016; Giles-Corti et al., 2016; Mueller et al., 2015). Aus einer fächerübergreifenden Perspektive können aber

- infrastrukturelle Maßnahmen im Fuß-, Rad- und ÖPNV und die Steigerung deren Attraktivität (z. B. Sicherheit, Kosten, Komfort),
- Beschränkungen des MIV (z. B. Herabsetzung der Regelhöchstgeschwindigkeit, Verknappung von Parkplätzen, Zufahrtsbeschränkung, Maut) sowie
- städtebauliche und -gestalterische Maßnahmen (z. B. Verdichtung, gemischte Flächennutzung, zusätzliche ÖPNV-Haltestellen)

in zunehmendem Maße als evidenzbasierte Interventionen hervorgehoben werden (Brown et al., 2016; Frank & Kavage, 2008; Giles-Corti et al., 2016; Sallis, Bull, Burdett et al., 2016; SRU, 2020). Zur Umsetzung der genannten Handlungsansätze werden im aktuellen Gutachten des SRU (2020) darüber hinaus Reformen im Straßenverkehrsrecht und eine integrierte, datengestützte Verkehrsentwicklungsplanung unter Beteiligung unterschiedlicher kommunaler Ressorts sowie ein sog. Mobilitätsmanagement empfohlen, in dem auch regionale Akteur*innen außerhalb der Verwaltung, wie z. B. aus Betrieben und Schulen, einbezogen werden.

Eine Systematisierung der zur Förderung des aktiven Transports zu berücksichtigenden städtebaulichen und -gestalterischen Determinanten bieten die sog. 6 D (Ewing & Cervero, 2010), die von Frank und Kolleg*innen (Frank & Kavage, 2008; Saelens, Sallis & Frank, 2003) für gesundheitswissenschaftliche Zwecke adaptiert wurden. So nutzen die Autor*innen die in Tabelle 2 aufgeführten und über die Zeit erweiterten Determinanten, um Umgebungen zu beschreiben, in denen es leichter fallen kann, den Fußweg oder alternativ das Fahrrad zu wählen und häufiger auf den MIV zu verzichten (Frank & Kavage, 2008; Saelens, Sallis & Frank, 2003). Insbesondere die drei ursprünglich von Cervero und Kockelman (1997) formulierten 3 D (Density, Diversity und Design) werden im gesundheitswissenschaftlichen Kontext häufig auch unter dem Begriff Neighborhood Walkability (Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung) zusammengefasst (Frank, Sallis et al., 2010; Lo, 2009; Saelens, Sallis & Frank, 2003). Demnach könnten dicht besiedelte (Density) Wohnumgebungen, in denen auch Einzelhandel, Gewerbe und andere Zielpunkte verortet (Diversity) und über ein dichtes Fußwegenetz erreichbar sind (Design), zur Förderung körperlicher Aktivität im Transport beitragen. In einem weiteren Verständnis der Fußgänger*innenfreundlichkeit werden zudem Determinanten eingeschlossen, denen ein stärkerer Einfluss auf freizeitbezogene Aktivitäten zugeschrieben wird (Bucksch & Schneider, 2014; Giles-Corti et al., 2016). Zum Teil wird bei diesen Erweiterungen die von Cervero und Kockelman (1997) eingeführte Alliteration fortgeführt, sodass auch eine Systematik mit 8 D in der Literatur zu finden ist (Giles-Corti et al., 2016).

Tabelle 2: Merkmale fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen. Aus Städtebau und -gestaltung übertragene Determinanten der Verkehrsmittelwahl

3 D	5 D	6 D	8 D	Determinante	Beschreibung	Kennzeichen	Quellen
				Density	Das Gebiet ist dicht besiedelt und kompakt bebaut. Es entsteht eine für Einzelhandel und ÖPNV relevante lokale Nachfrage.	Haushaltsdichte, bebaute Fläche.	Cervero & Kockelman, 1997; Ewing & Cervero, 2001; Saelens, Sallis & Frank, 2003; Frank & Kavage, 2008; Ewing et al., 2009; Ewing & Cervero, 2010; Giles-Corti et al., 2016
				Diversity	In einem heterogenen Flächen- und Gebäudenutzungsmix aus Wohn-, Büro-, Einzelhandel- und Gewerbeflächen liegen möglichst unterschiedliche Zielpunkte nahe beieinander.	Diversität der Flächennutzung. Bebauung gewerblicher Flächen.	Cervero & Kockelman, 1997; Ewing & Cervero, 2001; Saelens, Sallis & Frank, 2003; Frank & Kavage, 2008; Ewing et al., 2009; Ewing & Cervero, 2010; Giles-Corti et al., 2016
				Design	Stadtgestaltung, insbesondere Gebietsgliederung (z. B. Verkehrszellen, Baublöcke) und Konnektivität im Wegenetz. Der öffentliche Raum ist in fußläufig erschließbare Einheiten untergliedert. Es gibt unterschiedliche Wege, um von A nach B zu kommen.	Block- oder Gruppenbauweise (vs. Zeilen- und Solitärbauweise). Konnektivität im Straßen-, Rad- und Fußwegenetz.	Cervero & Kockelman, 1997; Ewing & Cervero, 2001; Saelens, Sallis & Frank, 2003; Frank & Kavage, 2008; Ewing et al., 2009; Ewing & Cervero, 2010; Giles-Corti et al., 2016
				Destination Access	Relevante Zielpunkte wie Arbeitsplätze, öffentliche Einrichtungen, Einzelhändler und Dienstleistungsbetriebe liegen dicht beieinander und sind hierdurch fußläufig erreichbar (sog. Proximität).	Distanzen zwischen Wohngebäuden und u. a. Einzelhandel, Freizeiteinrichtungen, Arbeitsstätten, öffentlichen Einrichtungen.	Ewing & Cervero, 2001; Saelens, Sallis & Frank, 2003; Frank & Kavage, 2008; Ewing et al., 2009; Ewing & Cervero, 2010; Giles-Corti et al., 2016
				Distance to Transit	Bus- und Bahnhaltestellen sind fußläufig erreichbar und werden in hoher Frequenz angefahren.	Distanzen zwischen Wohngebäuden und Bus- sowie Bahnhaltestellen.	Ewing & Cervero, 2001; Saelens, Sallis & Frank, 2003; Frank & Kavage, 2008; Ewing et al., 2009; Ewing & Cervero, 2010; Giles-Corti et al., 2016
				Demand Management	Verknappung des Parkraumangebots für Autos, sodass alternative Verkehrsmittel an Attraktivität gewinnen.	Anzahl und Bepreisung verfügbarer Parkplätze.	Ewing & Cervero, 2010; Giles-Corti et al., 2016
				Distribution of Employment	Ausgewogenes Verhältnis zwischen Einwohnerzahl und lokalen Arbeitsplätzen.	Distanzen zwischen Wohngebäuden und Arbeitsstätten.	Giles-Corti et al., 2016
				Desirability	Stadt- und Quartiersgestaltungskonzepte, z. B. zur Kriminalprävention, Förderung sozialer Kontakte, Begrünung, Verkehrsberuhigung, Freizeitgestaltung.	Subjektive Einschätzungen der Bewohner*innen, Umsetzung lokaler baulicher Richtlinien und Empfehlungen.	Giles-Corti et al., 2016

2.1 Forschungsstand

Untersuchungen städtebaulicher und -gestalterischer Determinanten körperlicher Aktivität können sich auf sozialökologische Modelle stützen, in denen individuelles Handeln in Zusammenhang mit einer Vielzahl personen- und kontextbezogener Merkmale gesetzt wird (Dahlgren & Whitehead, 2007; Giles-Corti & King, 2009; King, 2015; Sallis et al., 2013; Stokols, 1996). Berücksichtigt werden hierin Einflüsse aus der natürlichen und gebauten, politischen, soziokulturellen und informationsbezogenen Umwelt, die sich nach dem ökologischen Modell der vier Domänen eines körperlich aktiven Lebensstils (Sallis et al., 2006) nach den Lebensbereichen Arbeit, Freizeit, Haushalt und Transport unterscheiden lassen.

Während die Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung in diesem Modell auch auf körperliche Aktivitäten im Umfeld der Arbeits- bzw. Ausbildungsstätte bezogen wird (Sallis et al., 2006), haben empirische Studien in stärkerem Maße auf das transportbezogene Gehen sowie körperliche Aktivität insgesamt fokussiert. Für beide Outcomes wurden systematischen Übersichtsarbeiten zufolge positive Effekte in natürlichen Experimenten wie z. B. nach Umzügen in eine fußgänger*innenfreundlichere Wohnumgebung oder entsprechenden Baumaßnahmen nachgewiesen (Ding et al., 2018; Sallis, Bull, Burdett et al., 2016; Smith et al., 2017). In einem weiteren systematischen Review wurden präventive Wirkungen fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen auf die Entstehung kardiometabolischer Erkrankungen zusammengetragen (Chandrabose et al., 2019). Einschränkend wird in den vorliegenden Übersichtsarbeiten aber konstatiert, dass nur wenige Längsschnittstudien und quasi-experimentelle Untersuchungen eingeschlossen werden konnten und die Evidenz zur Wirkung fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen insbesondere dadurch limitiert ist, dass der Wohnort zu Untersuchungszwecken kaum randomisiert werden kann. Als wesentliche Limitationen werden darüber hinaus bestehende Heterogenitäten zwischen eingesetzten Erhebungsmethoden, die fehlende Berücksichtigung möglicher Effektmoderationen in der Analyse und die eingeschränkte Generalisierbarkeit der vorliegenden Erkenntnisse angeführt (Chandrabose et al., 2019; Smith et al., 2017; Stafford & Baldwin, 2018).

Erhebungsmethoden zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung

Neben Befragungen von Bewohner*innen werden Audits und Geografische Informationssysteme (GIS) zur objektiven Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung eingesetzt (Brownson, Hoehner, Day, Forsyth & Sallis, 2009; Talen & Koschinsky, 2013). Mit standardisierten schriftlichen oder telefonischen Befragungen werden subjektive Wahrnehmungen der Wohnumgebung bei Bewohner*innen erhoben (Brownson et al., 2009; Titze & Reimers, 2014). Die erfragten Inhalte unterscheiden sich zwischen den eingesetzten Instrumenten, umfassen in der Regel aber Operationalisierungen der sog. 3 D (Density, Diversity und Design) und häufig auch deren Erweiterungen (Brownson et al., 2009; Titze & Reimers, 2014). Weitere Unterschiede werden für die räumliche Definition der Wohnumgebung beschrieben. Gängig ist ein Umkreis von 10 bis 15 Gehminuten um die Wohnadresse der Befragten (Brownson et al., 2009). Ein wissenschaftlicher Standard ist aber nicht etabliert, sodass Studienergebnisse häufig nur eingeschränkt verglichen werden können (Moudon, Chanam et al., 2006; Titze & Reimers, 2014). Darüber hinaus werden mögliche Verzerrungen in der Wahrnehmung der Befragten wie

etwa bei der Einschätzung von Distanzen als wesentliche Limitationen schriftlicher und telefonischer Befragungen angegeben. So können Einschätzungen der Wohnumgebung etwa durch individuelle Einstellungen und Überzeugungen beeinflusst sein. Auch eine Abhängigkeit der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit vom individuellen Verhalten und Präferenzen wird diskutiert, da etwa häufigere Spaziergänge durch die Wohnumgebung zu valideren Einschätzungen führen könnten (Brownson et al., 2009; Titze & Reimers, 2014). Zunehmend werden daher objektive Erhebungsmethoden wie Audits und GIS eingesetzt (Buck & Tkaczick, 2014; Titze & Reimers, 2014).

In als GIS bezeichneten EDV-Anwendungen werden raumbezogene Daten kartografisch und alphanumerisch analysiert (Buck & Tkaczick, 2014; Kirby, Delmelle & Eberth, 2017). Raumbezüge werden über Koordinaten (Punkt-Daten), Flächen (Polygon-Daten) und Strecken (Linien-Daten) hergestellt, die mit weiteren Informationen attribuiert werden. Beispielsweise können Flurstücke und Gebäudegrundrisse als Polygone erfasst und ihnen amtlich registrierte Nutzungsarten zugeschrieben werden. Mit unterschiedlichen Indizes zum Flächennutzungsmix kann auf dieser Grundlage die Diversität der Flächennutzung über das Flächenverhältnis der Nutzungsarten in einem definierten Stadtgebiet berechnet werden. Darüber hinaus erlauben Form und Größe der Polygone Rückschlüsse auf die Konnektivität im Wegenetz. So wird in angloamerikanischen Untersuchungsgebieten zum Teil die Blocklänge als Indikator der Konnektivität im Wegenetz herangezogen.⁶ Alternativ kommen Linien-Daten der örtlichen Straßen und Wege zum Einsatz, um die Konnektivität z. B. über Wegekreuzungen zu bestimmen. Auch zur Dichte finden unterschiedliche Indizes in GIS Anwendung. Beispielsweise wird die Anzahl von Haushalten oder Einwohner*innen auf die Gesamtfläche oder die anteilige Wohnfläche eines als Wohnumgebung definierten Raumes bezogen. Weitere Indizes liegen für Erweiterungen der sog. 3 D sowie zur Zusammenfassung einzelner Maße in Summenscores zur Fußgänger*innenfreundlichkeit von Wohnumgebung vor (Brownson et al., 2009; Buck & Tkaczick, 2014).

Zu den räumlichen Einheiten, für die diese Indizes in GIS berechnet werden, zählen administrative Gebietsgliederungen (z. B. Stadtteile, statistische Bezirke) und Pufferzonen, die als Einzugsbereiche um die Wohnadresse der Studienteilnehmer*innen definiert sind. Die Größe der Pufferzonen wird von der Wohnadresse ausgehend durch luftlineare Entfernungen (kreisrunde Puffer) oder auf Basis möglicher Routen im Wegenetz (Netzwerkpuffer) bestimmt (Brownson et al., 2009; Buck & Tkaczick, 2014). Während administrative Gebietsgliederungen (insbesondere in Randlagen) und kreisrunde Puffer (z. B. aufgrund von Barrieren wie Bahngleisen oder Gewässern) von den tatsächlich fußläufig erschließbaren Räumen abweichen können, bleiben unzugängliche Räume durch das Routing in Netzwerkpuffern unberücksichtigt (Buck & Tkaczick, 2014; James et al., 2014). Dennoch finden Netzwerkpuffer systematischen Übersichtsarbeiten zufolge noch seltener Anwendung als administrative Bezirke und kreisrunde Puffer (Brownson et al., 2009; Chandrabose et al., 2019). Weiterhin zeigen die Reviews, dass Pufferzonen mit

⁶ Die stadtgestalterische Blockform ist durch umlaufend bebaute, allseitig von Straßen umschlossene Flächen gekennzeichnet (Reicher, 2017).

Entfernungen von 400 bis 3.200 m genutzt werden und diese Heterogenität Vergleiche GIS-basierter Studien ebenso wie die Vielzahl der verwendeten Indizes einschränkt (Brownson et al., 2009; Chandrabose et al., 2019). Damit verweisen die Autor*innen auf das Modifiable Areal Unit Problem (MAUP; Amrhein & Wong, 1996) und das Uncertain Geographic Context Problem (UGCoP; Kwan, 2012), mit denen die Sensitivität GIS-basierter Analysen gegenüber Veränderungen der gewählten räumlichen Bezugsgröße beschrieben wird.

Als MAUP wird die methodische Frage bezeichnet, ob GIS-basierte Maße mit dem gewählten Gebietszuschnitt variieren, d. h. am selben Ort unterschiedliche Indexwerte für z. B. einen Netzwerkpuffer von 400 m und einen kreisrunden Puffer von 1.000 m ermittelt werden (Amrhein & Wong, 1996; Brownson et al., 2009; Buck & Tkaczick, 2014). Mit dem UGCoP wird darüber hinaus betont, dass auch mögliche Zusammenhänge und Effekte GIS-basierter Maße durch die Wahl des Gebietszuschnitts beeinflusst werden können (Kwan, 2012; Matthews & Yang, 2013). Hinsichtlich körperlicher Aktivität und aktivem Transport wurden das MAUP und das UGCoP in einzelnen Methodenstudien untersucht und darin festgestellt, dass GIS-basierte Maße sowie deren Effekte sensitiv gegenüber Veränderungen räumlicher Definitionen sein können (Lee & Kwan, 2019; Zhao, Kwan & Zhou, 2018). Die Sensitivität von Indizes zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung wurde in diesen Studien nicht geprüft.

Mögliche Effektmoderationen

Personen- und haushaltsbezogene Determinanten des aktiven Transports wie Alter, subjektiver Gesundheitszustand, wahrgenommene soziale Unterstützung und verfügbare Kraftfahrzeuge oder Fahrräder sind vielfach belegt (Carlson et al., 2012; Fairnie, Wilby & Saunders, 2016; McCormack, Shiell, Doyle-Baker, Friedenreich & Sandalack, 2014). Neuere Studien weisen zudem darauf hin, dass der aktive Transport auch durch kontextbezogene Merkmale wie die Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung mitbestimmt wird (Barnes, Winters, Ste-Marie, McKay & Ashe, 2016; Carlson et al., 2012; McCormack et al., 2014; Wasfi, Dasgupta, Eluru & Ross, 2016). Wie personen-, haushalts- und kontextbezogene Merkmale interagieren und ob kontextbezogene Merkmale einen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung aktiven Transports leisten, wurde bisher hingegen selten untersucht (King & Clarke, 2015; Ma, Dill & Mohr, 2014; Panter & Jones, 2010; Schulz et al., 2018; Yang, 2015).

In ökologischen Modellen wie dem zur Evaluation der infrastrukturellen Förderung des Gehens und Fahrradfahrens (Ogilvie et al., 2011) wird ein komplexes Zusammenwirken unterschiedlicher personen-, haushalts- und kontextbezogener Determinanten angenommen. Das Modell basiert auf unterschiedlichen theoretischen Ansätzen zur Erklärung und Veränderung gesundheitsrelevanten Verhaltens, die speziell für den aktiven Transport adaptiert und zusammengeführt wurden. Neben einem direkten Wirkungspfad städtebaulicher und -gestalterischer Interventionen auf den individuellen aktiven Transport beschreibt es eine zusätzliche soziale Diffusion vermehrtem aktiven Transports innerhalb eines Settings über soziale Normen und soziale Unterstützung (Ogilvie et al., 2011). Beide Wirkungspfade können nach dem Modell durch den sozioökonomischen Status der Wohnumgebung und des Individuums sowie durch weitere

personen- und haushaltsbezogene Merkmale moderiert werden. Hierzu zählen auf personeller Ebene Alter und Geschlecht, die Entfernung zur Arbeitsstätte und die Gewohnheitsstärke, die wiederum durch vorausgegangenes Verhalten mitbestimmt wird. Auf Haushaltsebene werden dessen personelle Zusammensetzung sowie die Verfügbarkeit von Kraftfahrzeugen und die Entfernung vom Interventionsort als potenziell moderierende Einflussgrößen im Modell berücksichtigt (Ogilvie et al., 2011). In einer Adaption wurden darüber hinaus individuelle Wahrnehmungen der städtebaulichen und sozialen Verhältnisse als Mediatoren in beide angenommenen Wirkungspfade integriert (Panter, Guell, Prins & Ogilvie, 2017). Aus einzelnen Untersuchungen zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung liegen erste empirische Befunde zu den Modellannahmen aus dem ökologischen Modell zur Evaluation der infrastrukturellen Förderung des Gehens und Fahrradfahrens vor. So wird die angenommene Interaktion mit verfügbaren Kraftfahrzeugen durch mehrere Untersuchungen unterstützt, in denen stärkere Effekte bei Bewohner*innen fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen ohne oder mit eingeschränktem Zugang zum MIV dokumentiert wurden (Eriksson, Arvidsson, Gebel, Ohlsson & Sundquist, 2012; Goodman, Sahlqvist & Ogilvie, 2014; McCormack et al., 2014; Turrell, Haynes, Wilson & Giles-Corti, 2013). Ebenso deuten mehrere Studien in Übereinstimmung mit dem Modell auf eine mögliche Interaktion mit dem Alter der Bewohner*innen hin (Barnes et al., 2016; Ghani, Rachele, Washington & Turrell, 2016; King & Clarke, 2015; Liao, Berg, Wesemael & Arentze, 2020; McCormack et al., 2014). Beispielsweise haben Ghani et al. (2016) berichtet, dass eine mit dem Alter einhergehende Reduktion des aktiven Transports zwischen den im australischen Brisbane untersuchten Wohnumgebungen variierte. In einer kanadischen Studie konnte darüber hinaus eine Moderation des Zusammenhangs zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und aktivem Transport in der Unterscheidung der Teilnehmenden vor versus nach dem Renteneintritt belegt werden (Barnes et al., 2016). Auf weitere Untersuchungen bei Menschen im dritten Lebensalter wird aufgrund der mit dem Alter steigenden Prävalenz des Bewegungsmangels und der zur Bewegungsförderung beschriebenen Bedeutung der kommunalen Lebenswelt für Ältere gesondert in Kapitel 2.1.1 eingegangen.

Für die im ökologischen Modell zur Evaluation der infrastrukturellen Förderung des Gehens und Fahrradfahrens angenommenen Moderationen durch den sozioökonomischen Status (der Person sowie der Wohnumgebung) werden inkonsistente Befunde berichtet. Einige Studien deuten darauf hin, dass sich die Fußgänger*innenfreundlichkeit in Wohnumgebungen mit höherem sozioökonomischem Status stärker auf den aktiven Transport der Bewohner*innen auswirkt und sozial benachteiligte Bevölkerungsgruppen innerhalb derselben Wohnumgebung möglicherweise nicht in gleichem Maße von infrastrukturellen Maßnahmen im Fuß- und Radverkehr profitieren (Cole, Turrell, Koohsari, Owen & Sugiyama, 2017; Freeman et al., 2013; Owen et al., 2007; Smith et al., 2017; Turrell et al., 2013; Witten et al., 2012). Beispielsweise berichten Turrell et al. (2013) über ein vermehrtes transportbezogenes Gehen unter Bewohner*innen sozial benachteiligter Wohnumgebungen, das anteilig auf fußgänger*innenfreundlichere Verhältnisse sowie auf eine geringere Verfügbarkeit von Kraftfahrzeugen zurückgeführt werden konnte.

Andere Untersuchungen, darunter zwei aus Europa, deuten hingegen auf ähnliche Zusammenhänge zwischen aktivem Transport und der Fußgänger*innenfreundlichkeit in Wohnumgebungen mit unterschiedlichem sozioökonomischem Status hin (Dyck et al., 2010; Sallis et al., 2009; Sundquist et al., 2011).

Weitere, zusammenfassend aber ebenfalls inkonsistente Befunde liegen zu möglichen Moderationen durch Unterschiede im aktiven Transport zwischen Frauen und Männern (Gallagher, Clarke & Gretebeck, 2014; Ghani et al., 2016) sowie nach Familienstand (Christiansen, Madsen, Schipperijn, Ersbøll & Troelsen, 2014; Forsyth, Michael Oakes, Lee & Schmitz, 2009) und Haushaltszusammensetzung vor (Christiansen et al., 2014; McCormack et al., 2014). Einzelne Studien weisen zudem auf Interaktionen mit unterschiedlichen psychosozialen Determinanten körperlicher Aktivität wie etwa aus der sozialkognitiven Theorie (Gallagher et al., 2012; Gothe, 2018; Ma et al., 2014) und der Theorie des geplanten Verhaltens hin (hier einschließlich der Gewohnheitsstärke; Bird, Panter, Baker, Jones & Ogilvie, 2018; Carlson et al., 2012). Unter Rückgriff auf beide Theorien haben unterschiedliche Autor*innen außerdem Unterscheidungen zwischen wahrgenommenen versus objektiv bestimmten Merkmalen der Wohnumgebung betont (Ma et al., 2014; McGinn, Evenson, Herring, Huston & Rodriguez, 2007), auf die in Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit näher eingegangen wird.

Eingeschränkte Generalisierbarkeit

Neben Längsschnittstudien und natürlichen Experimenten liegen mehrere systematische Übersichtsarbeiten zu Querschnittstudien (Farkas et al., 2019; Grasser et al., 2013; Hajna et al., 2015; Sugiyama et al., 2012) und eine gepoolte Analyse aus weltweit 17 Städten vor (Christiansen et al., 2016; Kerr et al., 2015; Sallis, Cerin et al., 2016), die den Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und dem transportbezogenen Gehen sowie körperlicher Aktivität überwiegend bestätigen. Dennoch gilt die Generalisierbarkeit der vorliegenden Erkenntnisse als eingeschränkt, da empirische Untersuchungen vorwiegend bei Erwachsenen im zweiten Lebensalter und zum Großteil in Nordamerika, Australien oder anderen westlichen Regionen durchgeführt wurden (Chandrabose et al., 2019; Farkas et al., 2019; Hajna et al., 2015; Holle et al., 2012; Schulz et al., 2018; Stafford & Baldwin, 2018). Zu Kindern und Jugendlichen (Ding, Sallis, Kerr, Lee & Rosenberg, 2011; McGrath, Hopkins & Hinckson, 2015) sowie Erwachsenen im dritten Lebensalter (Barnett et al., 2017; Cauwenberg, Barnett, Barnett & Cerin, 2018; Cerin, Nathan, Cauwenberg, Barnett & Barnett, 2017; Cleland et al., 2019) liegen zwar ebenfalls Übersichtsarbeiten vor. Diese fokussieren aber in stärkerem Maße auf Determinanten körperlicher Aktivität in der Freizeit und weisen in Bezug auf den aktiven Transport eine heterogene Befundlage auf. Inwieweit der Forschungsstand generalisiert und im Rahmen eines universellen Designs (Ostroff, 2011) für unterschiedliche Nutzer*innengruppen umgesetzt werden kann, ist daher noch Gegenstand der wissenschaftlichen Debatte (Gray, Zimmerman & Rimmer, 2012; Stafford & Baldwin, 2018).

Auf den mitteleuropäischen Kontext können die vornehmlich angloamerikanischen und australischen Studienergebnisse zudem nur bedingt übertragen werden, da kulturelle Unterschiede in Städtebau

und -gestaltung sowie in der Verkehrsmittelwahl bestehen (Holle et al., 2012; Rottmann & Mielck, 2014; Sallis, 2011; Sallis, Cerin et al., 2016; Schulz et al., 2018). So weisen unterschiedliche Autor*innen darauf hin, dass mitteleuropäische Städte überwiegend historisch gewachsen und durch eine vergleichsweise höhere Dichte und Konnektivität gekennzeichnet sind (Dyck et al., 2012; Grasser, Dyck, Titze & Stronegger, 2017; Sallis, 2011). Zudem wird auf die häufigere Nutzung von Fahrrädern in mitteleuropäischen Städten hingewiesen, die bisher seltener als das Gehen untersucht wurde und durch andere kontextbezogene Merkmale beeinflusst sein kann. Dass die in anderen kulturellen Kontexten identifizierte Assoziation zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität zum Teil auch in Studien aus mitteleuropäischen Städten repliziert werden konnte, wird in den hierzu vorliegenden systematischen Übersichtsarbeiten daher betont (Frank, Giles-Corti & Ewing, 2016; Holle et al., 2012; Kerr et al., 2015; Raser et al., 2018; Smith et al., 2017). Im Unterschied zum internationalen Forschungsstand basieren die darin eingeschlossenen Untersuchungen allerdings vornehmlich auf subjektiven Angaben der Befragten, während international vermehrt objektive Erhebungsmethoden Anwendung gefunden haben (Holle et al., 2012; Rottmann & Mielck, 2014; Schulz et al., 2018).

In Deutschland wird der Stand der Forschung als anfängliches, im internationalen Vergleich wenig ausgereiftes Stadium beschrieben (Schulz et al., 2018). Im Rahmen eigener Recherchen konnten sechs Untersuchungen zur Fußgänger*innenfreundlichkeit in deutschen Städten identifiziert werden. Ihnen zufolge ist die subjektive Wahrnehmung, in einer fußgänger*innenfreundlichen Umgebung zu wohnen, positiv mit dem Gehen sowie körperlicher Aktivität insgesamt und (entgegen der Erwartung) ebenfalls positiv mit sedentärem Verhalten assoziiert (Wallmann, Bucksch & Froböse, 2012; Wallmann, Spittaels, Bourdeaudhuij & Froböse, 2012; Wallmann-Sperlich, Bucksch, Hansen, Schantz & Froböse, 2013; Wallmann-Sperlich, Froböse & Schantz, 2014). In Stuttgart konnte die Assoziation mit dem transportbezogenen Gehen darüber hinaus auch für die objektiv bestimmte Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung belegt werden (Reyer, Fina, Siedentop & Schlicht, 2014). Potenzielle Zusammenhänge zwischen der GIS-basierten Konnektivität im Wegenetz, dem Zugang zum ÖPNV, Einzelhandel und Dienstleistungen mit der Prävalenz und Inzidenz von Diabetes mellitus Typ 2 wurden in einer gepoolten Analyse aus fünf in Deutschland untersuchten Kohorten dagegen nicht bestätigt (Kartschmit et al., 2020).

2.1.1 Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperliche Aktivität im dritten Lebensalter

Mögliche Auswirkungen der Wohnumgebung auf die körperliche Aktivität im dritten Lebensalter rücken infolge der demografischen Alterung, möglicher Einschränkungen der funktionalen Gesundheit und einer gegebenenfalls höheren Suszeptibilität gegenüber Barrieren im Fußverkehr sowie durch die Wohnumgebungen zugeschriebenen Bedeutung für die verhältnisbezogene Bewegungsförderung in das Erkenntnisinteresse (Beard & Petitot, 2010; Jackisch et al., 2015; King & King, 2010; Plouffe & Kalache, 2010; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Gediga & Messing, 2017; Satariano et al., 2016). Aufgrund ihrer

präventiven Wirkungen, ihrer Beiträge zum Erhalt kognitiver und physischer Fähigkeiten sowie als Voraussetzung für soziale Teilhabe und Anlass für soziale Interaktion kann körperliche Aktivität zur Bewältigung altersbedingter Anpassungsprozesse beitragen (Daskalopoulou et al., 2017; Bauman, Merom, Bull, Buchner & Fiatarone Singh, 2016). Mitbestimmt wird dieser auch als erfolgreiches Altern (Rowe & Kahn, 1997) bezeichnete Bewältigungsprozess zudem durch weitere, auch kontextbezogene Faktoren, zu denen eine barrierearme und bewegungsfördernde Gestaltung von Wohnanlagen und Wohnumgebungen zählt (Ciaula & Portincasa, 2020; Kerr, Rosenberg & Frank, 2012; SRU, 2020).⁷ Um effektive Strategien zur Förderung erfolgreichen Alterns entwickeln zu können, ist für Untersuchungen zum Gesundheitsverhalten und dessen kontextbezogenen Determinanten daher die Berücksichtigung des Alters sowie physischer Fähigkeiten von unterschiedlichen Autor*innengruppen hervorgehoben worden (Robinson et al., 2013; Sallis, 2011; Satariano et al., 2016; Stafford & Baldwin, 2018).

Im Rahmen des vorliegenden kumulativen Promotionsprojekts wurde eine narrative Übersicht zum Forschungsstand über Zusammenhänge zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität im dritten Lebensalter erstellt und in folgendem Buchbeitrag publiziert: Bödeker & Reyer, 2014. Zusammenfassend deuten die darin zusammengetragenen Studien an, dass die Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung mit dem aktiven Transport von Bewohner*innen im dritten Lebensalter assoziiert ist. So zeigt etwa eine US-amerikanische Studie, dass die Chance für vermehrtes Gehen in Wohngebieten mit höchster (vs. niedrigster) objektiv bestimmter Fußgänger*innenfreundlichkeit um das Zweifache erhöht ist (Frank, Kerr, Rosenberg & King, 2010). Darüber hinaus einen Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität insgesamt zu belegen, gelang in dieser sowie in zwei weiteren Studien hingegen nicht (Bird et al., 2009; Frank, Kerr et al., 2010; King et al., 2011). Heterogene und teils entgegengesetzte Ergebnisse wurden für einzelne Merkmale der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung (sog. 3 D; vgl. Kapitel 2) sowie für ergänzende Merkmale (z. B. Beschaffenheit von Gehwegen, Verfügbarkeit von Toiletten und Sitzgelegenheiten, Zugang zum ÖPNV) und in Bezug auf körperliche Aktivität in der Freizeit zusammengetragen (Bödeker & Reyer, 2014; Cauwenberg et al., 2011). Einzelne Untersuchungen weisen zudem auf einen möglichen zusätzlichen Nutzen fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen bei Bewohner*innen mit Mobilitätseinschränkungen (King et al., 2011; Shafizadeh et al., 2020) sowie im Bereich der psychosozialen Gesundheit hin (Levasseur et al., 2011; Low, Molzahn & Kalfoss, 2008; Sugiyama, Thompson & Alves, 2009). International und insbesondere aus Europa fehlen allerdings Untersuchungen, die die bewegungsbezogenen und möglicherweise weiteren Auswirkungen fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen auf das dritte Lebensalter in unterschiedlichen städtebaulichen Kontexten kausal bestätigen und zur Aufklärung bestehender Widersprüche, wie z. B. zwischen Studien unter Anwendung subjektiver versus objektiver Erhebungsmethoden, beitragen (Bödeker & Reyer, 2014).

⁷ Vgl. auch das bio-psycho-soziale Modell zur Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2005).

In aktuellen systematischen Übersichtsarbeiten wird ein Teil der zuvor genannten Zusammenhänge wie insbesondere von der Fußgänger*innenfreundlichkeit, Zugang zum ÖPNV, Sicherheit vor Kriminalität und im Verkehr sowie ästhetischen Aspekten der Wohnumgebung mit dem transportbezogenen Gehen sowie zusätzlich auch für die körperliche Aktivität im dritten Lebensalter bekräftigt (Barnett et al., 2017; Cauwenberg et al., 2018; Cerin et al., 2017; Cleland et al., 2019). Weiterhin heterogene Befunde werden dagegen zwischen Studien auf Basis von Selbstangaben, GIS und Akzelerometrie sowie in Bezug auf weitere Aspekte erfolgreichen Alterns einschließlich sozialer Teilhabe und niedrigerem Body-Mass-Index berichtet (Barnett et al., 2017; Cauwenberg et al., 2018; Cerin et al., 2017; Chandrabose et al., 2019; Cleland et al., 2019; Levasseur et al., 2015; Rachele et al., 2019).

2.1.2 Unterschiede zwischen subjektiv versus objektiv bestimmten Merkmalen der Wohnumgebung und ihren Beiträgen zur Erklärung körperlicher Aktivität

Werden die vorliegenden Studienergebnisse nach den zur Beschreibung der Wohnumgebungen eingesetzten Methoden differenziert, deuten sich für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit tendenziell stärkere und studienübergreifend konsistentere Zusammenhänge mit körperlicher Aktivität an als für objektiv bestimmte Maße (Barnett et al., 2017; Cauwenberg et al., 2018; Cerin et al., 2017; Chandrabose et al., 2019). Einer Metaanalyse zufolge ist beispielsweise die Wahrnehmung einer diversen Flächennutzung eindeutiger als Determinante des aktiven Transports belegt als der im GIS bestimmte Flächennutzungsmix (Cerin et al., 2017). Auch eine systematische Übersichtsarbeit solcher Studien, in denen dieselben Merkmale sowohl subjektiv als auch objektiv bestimmt wurden, bestätigt, dass der Forschungsstand zu subjektiv wahrgenommenen gegenüber objektiv bestimmten Merkmalen der Wohnumgebung konsistenter ist (Orstad et al., 2016). So wurden Zusammenhänge zwischen der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität in vier der sechs hierzu eingeschlossenen Studien belegt, aber nur in zwei Studien für die objektiv bestimmte Fußgänger*innenfreundlichkeit bestätigt (Orstad et al., 2016). Für die Altersgruppe ab 55 Jahren berichteten Nyunt et al. (2015) in einer dieser Studien, dass Zusammenhänge zwischen der wahrgenommenen Haushaltsdichte, Diversität der Flächennutzung und Konnektivität im Wegenetz mit dem transportbezogenen Gehen bestehen. Eine Assoziation mit der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung konnten sie hingegen nicht nachweisen. Die angeführte Übersichtsarbeit zeigt außerdem, dass subjektive Wahrnehmungen nur bedingt mit objektiv bestimmten Merkmalen der Wohnumgebung übereinstimmen (Orstad et al., 2016). Für die meisten Merkmale wurde eine geringe Übereinstimmung subjektiver und objektiver Maße berichtet.⁸ Mäßig bis moderat stimmten subjektiv versus objektiv bestimmte Summenscores zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung sowie die Haushaltsdichte, Diversität der Flächennutzung und die Konnektivität im Wegenetz überein (Orstad et al., 2016).

⁸ Übereinstimmung hier und im Weiteren bestimmt anhand von Cohens Kappa (κ) und klassifiziert in gering ($\kappa < 0,20$), mäßig ($\kappa < 0,40$), moderat ($\kappa < 0,60$), hoch ($\kappa < 0,75$) und exzellent ($\kappa \geq 0,75$) (Cicchetti, 1994).

Auch mögliche Erklärungen für die bestehenden Abweichungen wurden bei Erwachsenen im zweiten Lebensalter bereits untersucht (Arvidsson, Kawakami, Ohlsson & Sundquist, 2012; Bereitschaft, 2018; Gebel, Bauman & Owen, 2009; Koohsari et al., 2015; Macdonald, Kearns & Ellaway, 2013). Zwei Studien zeigen, dass ca. ein Drittel der Befragten die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit ihrer Wohnumgebung unter- oder überschätzt (Arvidsson et al., 2012; Gebel et al., 2009). Erwachsene mittleren Alters (hier bis 66 Jahre gegenüber Jüngeren), Verheiratete oder in Partnerschaft Lebende sowie Personen ohne universitäre Bildung neigen einer der Untersuchungen zufolge eher dazu, die Fußgänger*innenfreundlichkeit ihrer Wohnumgebung zu unterschätzen (Arvidsson et al., 2012). Gebel et al. (2009) konnten darüber hinaus belegen, dass Personen mit geringerem Haushaltseinkommen, geringerer körperlicher Aktivität oder Übergewicht ihre Wohnumgebungen tendenziell als weniger fußgänger*innenfreundlich wahrnehmen. Eine höhere bewegungsbezogene Selbstwirksamkeitserwartung und größeres Vergnügen an körperlicher Aktivität waren in ihrer Untersuchung dagegen mit einer Überschätzung der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung assoziiert. Im Längsschnitt wiesen sie zudem nach, dass Bewohner*innen, die die Fußgänger*innenfreundlichkeit ihrer Wohnumgebung zuvor unterschätzt hatten, im Follow-up weniger körperlich aktiv waren und einen höheren Body-Mass-Index aufwiesen als Personen, deren Wahrnehmung mit der objektiven Erfassung übereingestimmt hatte (Gebel, Bauman, Sugiyama & Owen, 2011). Studienübergreifend werden für die genannten Faktoren einschließlich der körperlichen Aktivität und Selbstwirksamkeitserwartung allerdings heterogene und teils widersprüchliche Ergebnisse berichtet, sodass die bestehenden Abweichungen zwischen subjektiven und objektiven Angaben zur Wohnumgebung aktuell nicht schlüssig durch personenbezogene Merkmale erklärt werden können (Orstad et al., 2016).

Eine mögliche alternative Erklärung für die berichteten Abweichungen zwischen wahrgenommenen und objektiv bestimmten Merkmalen von Wohnumgebungen ist das MAUP (vgl. Kapitel 2.1). Demnach können bestehende Unterschiede nicht nur durch individuelle Faktoren, sondern möglicherweise auch durch abweichende räumliche Definitionen der Wohnumgebung begründet sein. In der oben bereits angeführten Übersichtsarbeit wird hierzu als Limitation eingeräumt, dass äquivalente Bezugsräume eine Voraussetzung für Vergleiche wahrgenommener und objektiv bestimmter Merkmale von Wohnumgebung sind und in den zusammengefassten Studien unterschiedliche räumliche Definitionen Anwendung fanden. Bestehende Übereinstimmungen können daher in Abhängigkeit von der gewählten räumlichen Definition geschwächt oder verdeckt worden sein (Orstad et al., 2016). Hierauf weist auch eine Untersuchung hin, in der die Übereinstimmung zwischen wahrgenommenen und objektiven Angaben mit der Größe der im GIS untersuchten Einzugsbereiche um die Wohnadresse variierte (Macdonald et al., 2013).

2.2 Forschungsbedarf und modularer Forschungsansatz

Zusammenfassend wird ausgehend von systematischen Übersichtsarbeiten deutlich, dass der Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit von Wohnumgebung und körperlicher Aktivität

überwiegend in Querschnittsstudien bei Erwachsenen im zweiten Lebensalter aus Nordamerika, Australien und anderen westlichen Regionen belegt wurde (Chandrabose et al., 2019; Farkas et al., 2019; Hajna et al., 2015; Holle et al., 2012; Schulz et al., 2018; Stafford & Baldwin, 2018). Zudem wurden mögliche Effektmoderationen durch personen-, haushalts- und kontextbezogene Merkmale bisher selten untersucht (King & Clarke, 2015; Ma et al., 2014; Panter & Jones, 2010; Schulz et al., 2018; Yang, 2015). Die vorliegenden Erkenntnisse basieren überwiegend auf Selbstangaben zur körperlichen Aktivität und der Wahrnehmung von Wohnumgebungen. Zunehmend wird der Zusammenhang auch auf Basis objektiver Erhebungsmethoden wie Akzelerometrie und GIS geprüft (Barnett et al., 2017; Cauwenberg et al., 2018; Cerin et al., 2017; Chandrabose et al., 2019). Im Vergleich zu befragungsbasierten Untersuchungen ist der Forschungsstand zur objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität aber weniger konsistent. So werden für unterschiedliche räumliche Definitionen der Wohnumgebung heterogene Befunde zur objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit und körperlicher Aktivität berichtet (Barnett et al., 2017; Cauwenberg et al., 2018; Cerin et al., 2017; Orstad et al., 2016). Die Ergebnisse aus GIS-basierten Analysen stimmen zudem selten mit befragungsbasierten Ergebnissen zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung überein (Chandrabose et al., 2019; Orstad et al., 2016).

Mit dem vorliegenden kumulativen Promotionsprojekt wird daher angestrebt, den Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität im mitteleuropäischen Kontext sowie für die Altersgruppe ab 60 Jahren und für alternative räumliche Definitionen der Wohnumgebung zu prüfen. Im ersten Modul des Projekts (Kapitel 3) wird der Zusammenhang hierzu in Bielefeld, einer historisch gewachsenen Großstadt im Nordwesten Deutschlands, untersucht und ausgehend vom ökologischen Modell zur Evaluation der infrastrukturellen Förderung des Gehens und Fahrradfahrens (Ogilvie et al., 2011) hinsichtlich möglicher Interaktionen mit dem Alter und weiteren personen-, haushalts- und kontextbezogenen Merkmalen getestet. Die auf Basis bevölkerungsrepräsentativer Daten zur Verkehrsmittelwahl (Helmert & Henninger, 2011) und geografischer Informationen aus dem amtlichen Liegenschafts- und Katasterinformationssystem (ALKIS; Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder, 2010) sowie OpenStreetMap (OSM, 2020a) durchgeführte Mehrebenenanalyse gibt Aufschluss über die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke in Bielefeld, den Zusammenhang mit der Anzahl der körperlich aktiv zurückgelegten Wege der Befragten und mögliche Effektmoderationen durch Alter und Geschlecht, die Anzahl der im Haushalt lebenden Personen und verfügbaren Verkehrsmittel sowie den sozioökonomischen Status der statistischen Bezirke. Aufbauend auf dieser Sekundäranalyse wird der Zusammenhang zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität im zweiten Modul des kumulativen Projekts (Kapitel 4) in einer Ad-hoc-Stichprobe für das dritte Lebensalter (≥ 60 Jahre) und unter Berücksichtigung alternativer räumlicher Definitionen der Wohnumgebung weiter untersucht. Die Primärerhebung zielt darauf ab, den Beitrag der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung zur

Erklärung selbstberichteten Gehens und die Übereinstimmung mit subjektiven Angaben zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit von Wohnumgebung auf Basis unterschiedlicher räumlicher Definitionen zu bestimmen. Datengrundlage des zweiten Projektmoduls sind Selbstangaben zu täglichen Gehminuten (innerhalb der Wohnumgebung und allgemein, d. h. ortsunspezifisch) und der von Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung sowie die bereits im ersten Projektmodul verwendeten geografischen Informationen zur objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit in statistischen Bezirken sowie für Netzwerkpuffer um die Wohnadressen und subjektive räumliche Definitionen der Befragten.

3. Objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit und aktiver Transport in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld

Die Sekundäranalyse untersucht den Zusammenhang zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und Selbstangaben zum aktiven Transport in Bielefeld, einer kreisfreien Stadt im Nordosten Nordrhein-Westfalens. Die Stadt Bielefeld wird in der laufenden Raumbewertung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2015) als kleine Großstadt (325.623 Einwohner*innen im Jahr 2010) mit überwiegend städtisch geprägten Siedlungsstrukturen und zentraler Lage für die angrenzenden Landkreise gekennzeichnet. Ihre insgesamt 92 statistischen Bezirke umfassen den historischen Kern der im Jahr 1214 gegründeten Stadt und mehrere im Rahmen von Gebietsreformen eingemeindete Siedlungen, zu denen mit der Sennestadt⁹ auch eine nach dem Zweiten Weltkrieg errichtete Planstadt zählt (Vogelsang, 1989, 2005).

Grundlage der Untersuchung sind amtliche geografische Informationen aus dem Jahr 2012 und bevölkerungsrepräsentative Befragungsdaten zur Verkehrsmittelwahl der Stadt Bielefeld aus dem Jahr 2010. Die herangezogenen geografischen Informationen und deren Verarbeitung zur Bestimmung der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke in Bielefeld werden in Kapitel 3.1 beschrieben. Angaben zur Verkehrsmittelwahl lagen aus einer Haushaltsbefragung vor, die von Helmert und Henniger (2011) im Auftrag der Stadt Bielefeld durchgeführt wurde. Die Untersuchung basierte auf einer einfachen, einprozentigen Zufallsstichprobe der am 31.12.2009 in Bielefeld gemeldeten Haushalte und erreichte 3.705 Personen aus 88 statistischen Bezirken. Die Repräsentativität der Stichprobe gegenüber der gemeldeten Bevölkerung wurde hinsichtlich Alter, Geschlecht und Wohnort (statistische Bezirke) der Befragten geprüft und durch eine anschließende Gewichtung für diese drei Merkmale korrigiert (Helmert & Henniger, 2011). Die Haushaltsbefragung wurde computergestützt per Telefon (Computer Assisted Telephone Interview, CATI) und auf Basis schriftlicher Wegeprotokolle durchgeführt. Alle Haushaltsmitglieder wurden gebeten, Abfolge, Zweck und genutzte Verkehrsmittel aller, insbesondere auch kurzer Wege an einem je Haushalt selbstgewählten Werktag (Montag bis Freitag) in den Wegeprotokollen zu

⁹ Die Sennestadt wurde als Großwohnsiedlung nach dem Konzept des organischen Städtebaus (Reichow, 1948), mit dem u. a. eine räumliche Trennung des Kraft- vom Fuß- und Radverkehr erreicht werden sollte, geplant und realisiert (Sohne, 2003; Urban, 2004).

dokumentieren. Im CATI machte darüber hinaus eine Person je Haushalt Angaben zur Anzahl der im Haushalt verfügbaren Kraftwagen, Motorräder, Fahrräder und Zeitkarten für den ÖPNV sowie zum Alter, Geschlecht, Führerscheinbesitz und dem beruflichen Status der Haushaltsmitglieder. Die Daten aus den Wegeprotokollen der Haushaltsmitglieder wurden ebenfalls telefonisch von den Interviewten übermittelt (Helmert & Henninger, 2011).

3.1 Erfassung der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke in Bielefeld

Die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke wurde mit dem von Frank und Kolleg*innen (2010) entwickelten Walkability-Index bestimmt. Zur Berechnung des kumulativen Index wurden geografische Informationen aus dem ALKIS (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder, 2010) und OSM (2020a; Geofabrik GmbH, 2018) mit Daten aus dem Einwohnermelderegister der Stadt Bielefeld in ArcGIS, Version 10.3 (ESRI Inc., Redlands, Kalifornien, USA) zusammengeführt. Einheitlicher Bezugszeitpunkt der drei Datenquellen war der 31.12.2012; für das Jahr 2010 lagen keine ausreichenden Informationen vor. Aus dem ALKIS stellte das Amt für Geoinformation und Kataster der Stadt Bielefeld die geografische Lage und Größe (attribuierte Polygon-Feature) sowie die amtlich registrierte Nutzung der Grundstücke und Gebäude im Stadtgebiet zur Verfügung. Zusätzlich wurden von der Stadtverwaltung administrative Gebietsgliederungen (Stadtbezirke, statistische Bezirke, Baublöcke) und die Anzahl der am Stichtag im jeweiligen Gebiet registrierten Haushalte übermittelt. Aus OSM wurden darüber hinaus nutzer*innengenerierte Geoinformationen zu den Straßen und Wegen (attribuierte Line-Features) im Stadtgebiet aufgenommen. Die Vollständigkeit und Konsistenz der in OSM enthaltenen Wegeinformationen wurde in einer bundesweiten Untersuchung gegenüber kommerziell verfügbaren Daten bestätigt (Neis, Zielstra & Zipf, 2012).

Der kumulative Walkability-Index wurde als Summe der zugehörigen, zuvor z-transformierten Teilindizes zur Diversität der Flächennutzung, Bebauung gewerblicher Flächen, Haushaltsdichte und dem zweifach gewichteten, ebenfalls z-transformierten Teilindex zur Konnektivität im Wegenetz berechnet (Frank, Sallis et al., 2010). Zur Berechnung wurde ein vorliegendes Programmskript (Dobesova & Krivka, 2012) verwendet, in dem die vier ursprünglich für den angloamerikanischen Kontext entwickelten Teilindizes unter Berücksichtigung von Flächen und Gebäuden gemischter Nutzung (z. B. Wohnen und Gewerbe) für den europäischen Kontext adaptiert wurden. Die Berechnung der Teilindizes wird im Folgenden beschrieben.

Diversität der Flächennutzung

Die Diversität der Flächennutzung wurde mit dem Shannon-Index zur Entropie der im statistischen Bezirk vertretenen Flächennutzungskategorien berechnet. Die etwa 300 aus dem ALKIS vorliegenden Flächennutzungsarten wurden hierzu den folgenden acht durch das Skript vorgegebenen Kategorien zugeordnet: Wohnen, Gewerbe, Dienstleistungen, öffentliche Einrichtungen, Erholung, Gewässer, Industrie

und Sonstiges (z. B. Verkehrs- oder landwirtschaftliche Fläche). Flächen gemischter Nutzung gingen als eigenständige Kategorien (z. B. Wohnen und Gewerbe) in die Analyse der Flächennutzung ein und wurden durch Kombination der acht Nutzungsarten gekennzeichnet; Gewässer wurden von der Analyse ausgeschlossen. Der gültige Wertebereich des Shannon-Index liegt zwischen 0,00 und 1,00 Punkten, wobei höhere Werte eine höhere Diversität und damit eine größere Vielfalt an möglichen Wegezielen anzeigen (Dobesova & Krivka, 2012; Frank, Sallis et al., 2010). In Bielefeld variierte der Shannon-Index zwischen den statistischen Bezirken von 0,18 bis 0,94 und der mittlere Indexwert (\pm Standardabweichung, SD) lag bei 0,69 (\pm 0,16) Punkten (vgl. Anhang 1).

Bebauung gewerblicher Flächen

Die Bebauung gewerblicher Flächen wurde über die Retail Floor Area Ratio bestimmt. Der Quotient gibt den Anteil der gewerblich genutzten Flächen an, der mit Gebäuden gewerblicher Nutzung bebaut ist. Berücksichtigt wurden Gebäude und Flächen mit ausschließlicher und anteiliger gewerblicher Nutzung. Die Kategorisierung der Gebäude erfolgte analog zur Flächennutzung. Innerhalb des gültigen Wertebereichs von 0,00 bis 1,00 Punkten sind höhere Werte der Retail Floor Area Ratio charakteristisch für Gebiete, in denen unterschiedliche gewerbliche Wegeziele auf engem Raum erreicht werden können (Dobesova & Krivka, 2012; Frank, Sallis et al., 2010). In Bielefeld variierte die Retail Floor Area Ratio zwischen den statistischen Bezirken von 0,00 bis 0,79 und der mittlere Indexwert lag bei 0,19 (\pm 0,14) Punkten (vgl. Anhang 2).

Haushaltsdichte

Die Haushaltsdichte der statistischen Bezirke wurde über die Anzahl der amtlich registrierten Haushalte pro Quadratkilometer Wohnfläche definiert. Als Wohnfläche wurden Flächen mit ausschließlicher oder anteiliger Wohnnutzung berücksichtigt. Höhere Werte zeigen eine höhere Haushaltsdichte an und weisen auf eine größere Anzahl möglicher Wegeziele hin (Dobesova & Krivka, 2012; Frank, Sallis et al., 2010). In Bielefeld variierte die Haushaltsdichte zwischen den statistischen Bezirken von 0,00 bis 15.187,87 und der Mittelwert lag bei 3.774,09 (\pm 2.797,30) Haushalten pro Quadratkilometer Wohnfläche (vgl. Anhang 3).

Konnektivität im Wegenetz

Die Konnektivität im Wegenetz wurde über die Anzahl der Wegekrenzungen pro Quadratkilometer Landfläche bestimmt. Wegekrenzungen wurden als mindestens dreiarmige Schnittpunkte der in OSM erfassten Straßen und Wege definiert, wobei Schnittpunkte innerhalb eines Radius von 15 m zuvor zusammengefasst wurden. Autobahnen und sonstige dem Kraftverkehr vorbehaltene Straßen wurden von der Analyse ausgeschlossen (vgl. OSM, 2020b), ebenso blieben Gewässer in der Bezugsfläche unberücksichtigt. Der gültige Wertebereich des Index für die Konnektivität liegt zwischen 0,00 und 4.444,44 Kreuzungen pro Quadratkilometer (Dobesova & Krivka, 2012; Frank, Sallis et al., 2010). In Bielefeld variierte der Konnektivitätsindex zwischen den statistischen Bezirken von 1,89 bis 377,31 und der Mittelwert lag bei 93,19 (\pm 83,69) Wegekrenzungen pro Quadratkilometer Landfläche (vgl. Anhang 4).

3.2 Erklärung des aktiven Transports durch die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit des statistischen Bezirks

Zur Erklärung des aktiven Transports durch die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke der Stadt Bielefeld wurden aus einem bestehenden Datensatz zur Verkehrsmittelwahl (Helmert & Henninger, 2011) volljährige Befragungsteilnehmer*innen für die Analyse eingeschlossen. Durch den Ausschluss von Kindern und Jugendlichen (< 18 Jahre) reduzierte sich der Stichprobenumfang auf 2.867 erwachsene Einwohner*innen aus 1.606 Haushalten. Nach der von Helmert und Henninger (2011) übernommenen Gewichtung nach Alter, Geschlecht und statistischem Bezirk ergab sich ein gewichteter Stichprobenumfang von $n_{\text{gewichtet}} = 2.796$ Einwohner*innen. Das mittlere Alter betrug 47,23 ($\pm 17,58$) Jahre und 51,5 % der Befragten waren Frauen. Circa zwei Drittel der Teilnehmer*innen gingen einer beruflichen Tätigkeit (Vollzeit: 42,8 %; Teilzeit: 9,9 %) oder Ausbildung nach (Schule bzw. Berufsausbildung: 6,6 %; Studium: 7,4 %). Die teilnehmenden Haushalte waren durch eine mittlere Anzahl von 2,15 ($\pm 1,06$) Personen sowie 0,56 ($\pm 0,43$) Kraftwagen, 0,26 ($\pm 0,37$) ÖPNV-Zeitkarten und 0,87 ($\pm 0,62$) Fahrräder pro Person gekennzeichnet. Die Standorte der Haushalte umfassten 88 statistische Bezirke mit einer mittleren Transferleistungsquote¹⁰ von 12,0 ($\pm 7,6$) % in der lokalen Wohnbevölkerung (Stadt Bielefeld, 2017).

Abbildung 1 zeigt die räumliche Verteilung des aktiven Transports und des Walkability-Index für die statistischen Bezirke in Bielefeld. Insgesamt gab ca. ein Drittel der Befragten (35,8 %) an, am Erhebungstag mindestens einen Weg zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt zu haben. Der mittlere aktive Transport lag bei 0,97 ($\pm 1,52$) und variierte zwischen den statistischen Bezirken von 0,20 ($\pm 0,62$) bis 2,54 ($\pm 2,53$) körperlich aktiv zurückgelegten Wegen pro Person. Der Walkability-Index für die statistischen Bezirke reichte von -5,90 bis 13,2 und hatte einen Mittelwert von 0,22 ($\pm 4,15$) Punkten. Sowohl die mittlere Anzahl aktiv zurückgelegter Wege (Moran's I = 0,14; $p < 0,05$) als auch der Walkability-Index (Moran's I = 0,57; $p < 0,001$) waren räumlich autokorreliert. Moran's Index für den räumlichen Zusammenhang beider Variablen lag bei 0,33 ($p < 0,001$). Statistische Bezirke mit höherer objektiver Fußgänger*innenfreundlichkeit und höherem mittlerem aktivem Transport waren in zentralen Lagen um den historischen Stadtkern sowie um den Universitätsbezirk und in eingemeindeten Stadtgebieten einschließlich der Planstadt Sennestadt zu finden. Periphere Lagen waren durch eine geringere objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit und einen geringeren mittleren aktiven Transport gekennzeichnet.

¹⁰ Anteil der in Privathaushalten gemeldeten Personen im Leistungsbezug des Zweiten oder Siebten Sozialgesetzbuches an der in Privathaushalten gemeldeten Bevölkerung; ohne Berücksichtigung von Arbeitslosengeld I (Stadt Bielefeld, 2017).

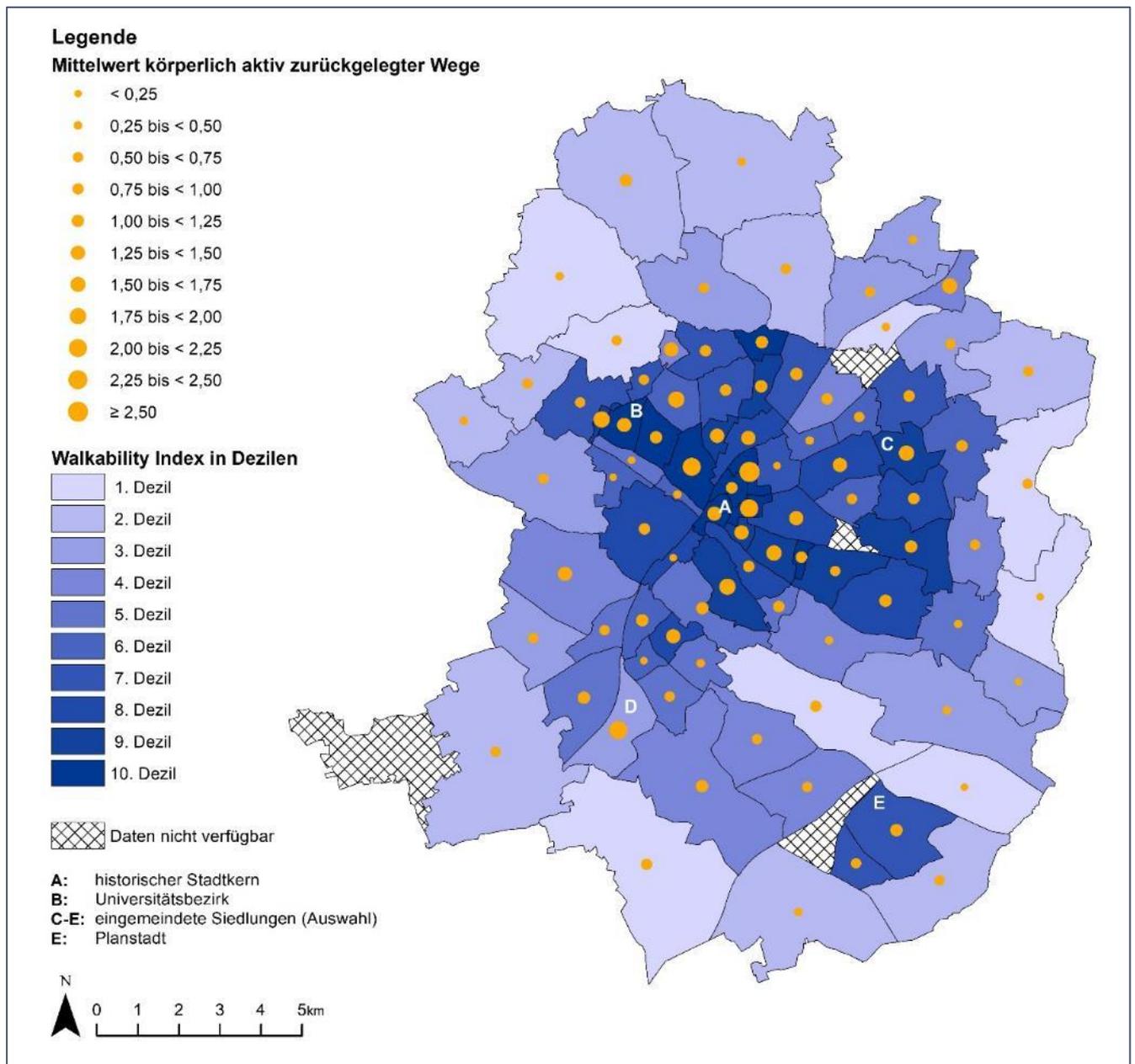


Abbildung 1: Aktiver Transport und objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld

Aktiver Transport basierend auf Selbstangaben zur Verkehrsmittelwahl aus dem Jahr 2010 von 2.867 Personen aus 88 statistischen Bezirken. Stichprobe gewichtet nach Alter, Geschlecht und statistischem Bezirk ($n_{\text{gewichtet}} = 2.796$). Walkability-Index basierend auf geografischen Informationen aus dem ALKIS und OSM, Stand: 31.12.2012.

Die statistische Analyse des Zusammenhangs zwischen dem aktiven Transport der Befragten und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke in Bielefeld erfolgte durch eine Serie multivariater Mehrebenen-Poisson-Regressionsmodelle in HLM, Version 6 (Scientific Software International Inc., Skokie, Illinois, USA). Ausgehend vom ökologischen Modell zur Evaluation der infrastrukturellen Förderung des Gehens und Fahrradfahrens (Ogilvie et al., 2011) wurden Merkmale der Person (Alter, Geschlecht, beruflicher Status, Führerscheinbesitz), des Haushalts (Anzahl der Personen, Kraftwagen, Motorräder, ÖPNV-Zeitkarten, Fahrräder) und der Wohnumgebung (Walkability-Index und Transferleistungsquote im statistischen Bezirk) sowie ausgewählte Interaktionsterme zur Erklärung des aktiven Transports berücksichtigt. Eine ergänzende, aufgrund der räumlichen Autokorrelation des

Walkability-Index und des aktiven Transports durchgeführte Analyse mittels Moran's Index bestätigte die für die Regressionsanalyse vorausgesetzte Unabhängigkeit der Residuen (Moran's $I = -0,01$; $p > 0,05$).

Die Ergebnisse der Mehrebenenanalyse wurden in folgendem Artikel veröffentlicht: Bödeker, Finne, Kerr & Bucksch, 2018. Zusammenfassend hatten der Walkability-Index für den statistischen Bezirk, das Geschlecht, die Anzahl der Personen im Haushalt sowie die Verfügbarkeit von Kraftwagen, ÖPNV-Zeitkarten und Fahrrädern einen statistisch signifikanten Effekt auf die Anzahl der zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege der Befragten. Effekte des Alters, der beruflichen Tätigkeit, des Führerscheinbesitzes, der im Haushalt verfügbaren Motorräder oder der Transferleistungsquote im statistischen Bezirk konnten nicht nachgewiesen werden. Vermehrter aktiver Transport war mit Frauen (gegenüber Männern), verfügbaren Fahrrädern und dem Walkability-Index des statistischen Bezirks assoziiert. Die Anzahl der Personen im Haushalt sowie verfügbarer Kraftwagen und ÖPNV-Zeitkarten gingen mit geringerem aktivem Transport einher. Im Rahmen von Interaktionstests zeigte sich darüber hinaus, dass der aktive Transport und die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit des statistischen Bezirks mit zunehmendem Alter der Studienteilnehmenden weniger eng zusammenhängen. Eine weitere Interaktion wies darauf hin, dass der inverse Zusammenhang zwischen verfügbaren Kraftwagen und dem aktiven Transport in statistischen Bezirken mit höherer objektiver Fußgänger*innenfreundlichkeit schwächer ausfällt. Effektmoderationen durch das Geschlecht, die Anzahl der Personen im Haushalt, verfügbare ÖPNV-Zeitkarten oder die Transferleistungsquote im statistischen Bezirk konnten nicht nachgewiesen werden.

Abbildung 2 zeigt das sparsame Modell der sequenziellen Poisson-Regressionanalyse, mit dem 21,0 % der Varianz im aktiven Transport der Studienteilnehmenden erklärt werden konnten ($p > 0,05$ gegenüber dem adjustierten Modell unter Einschluss von statistisch nicht signifikanten Prädiktoren und Interaktionstermen). Dargestellt ist das Incidence Rate Ratio (IRR) mit zugehörigem 95%-Konfidenzintervall (95%-KI) für die Veränderung der Prädiktoren um eine Einheit. Unterschiede zwischen den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld von einem Punkt im Walkability-Index waren demnach mit einem geschätzten Anstieg der zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege um 7,0 % assoziiert (IRR = 1,07; 95%-KI: 1,05 bis 1,09). Bei Frauen war die Anzahl der körperlich aktiv zurückgelegten Wege um 21,5 % gegenüber Männern erhöht (IRR = 1,22; 95%-KI: 1,08 bis 1,37). Für ein zusätzliches Fahrrad pro Person wurde ein Anstieg des aktiven Transports um 53,3 % geschätzt. Mit einem geschätzten Rückgang des aktiven Transports um 67,4 % assoziiert war die Verfügbarkeit eines zusätzlichen Kraftwagens pro Person (IRR = 0,33; 95%-KI: 0,26 bis 0,41). Für eine zusätzliche ÖPNV-Zeitkarte wurde ein Rückgang des aktiven Transports um 33,1 % geschätzt (IRR = 0,70; 95%-KI: 0,57 bis 0,86). Eine zusätzliche Person im Haushalt ging mit einem geschätzten Rückgang des aktiven Transports um 11,0 % einher (IRR = 0,89; 95%-KI: 0,84 bis 0,95).

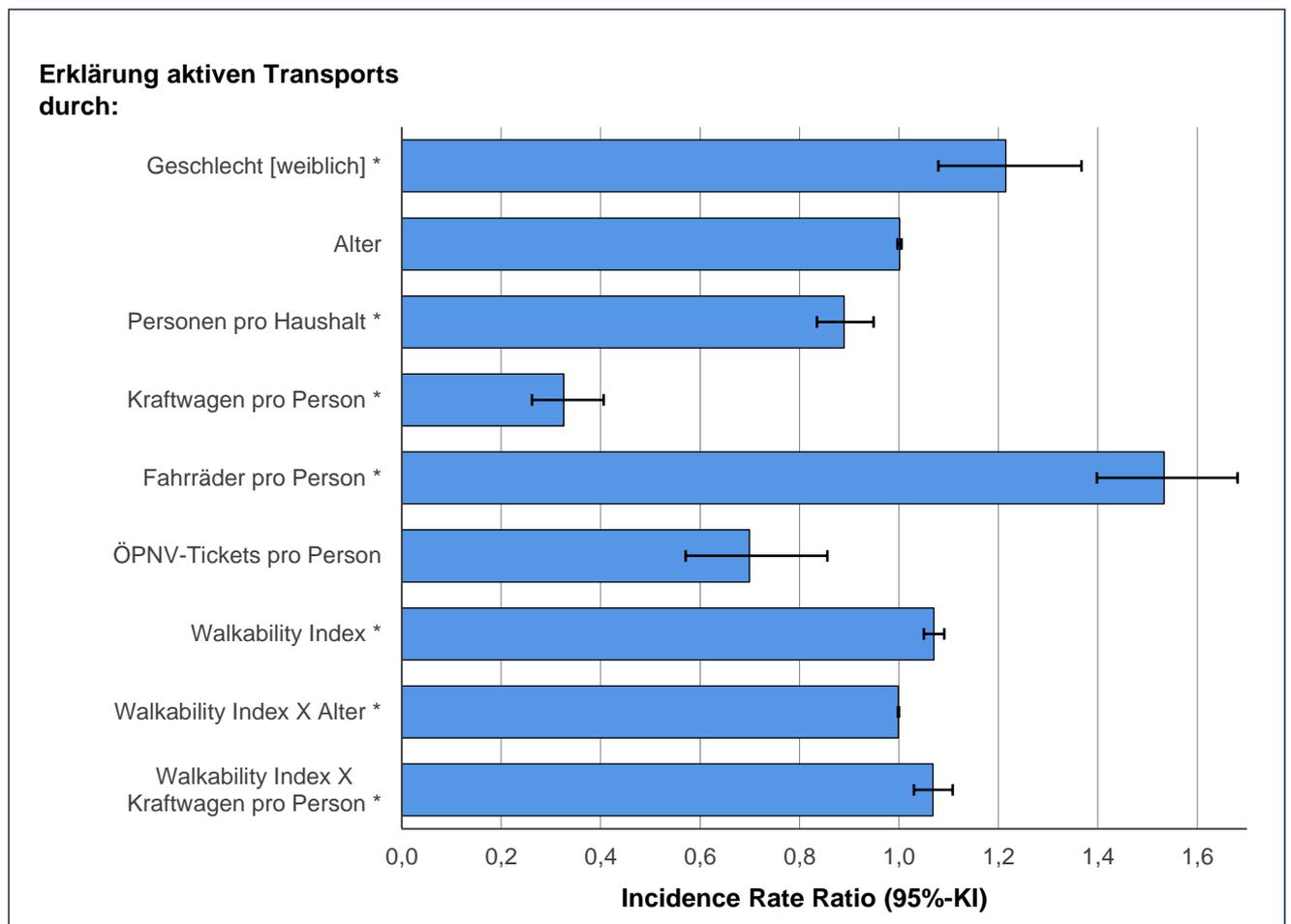


Abbildung 2: Erklärung des aktiven Transports durch Merkmale der Person, des Haushalts und des statistischen Bezirks der Stadt Bielefeld

Incidence Rate Ratio mit zugehörigem 95%-KI (Whisker) basierend auf einer Mehrebenen-Poisson-Regressionsanalyse mit 2.867 Personen aus 1.606 Haushalten und 88 statistischen Bezirken. Stichprobe gewichtet nach Alter, Geschlecht und statistischem Bezirk ($n_{\text{gewichtet}} = 2.796$ Personen);

* $p < 0,05$ basierend auf Wald-Tests.

3.3 Implikationen für die weitere Untersuchung

Die Ergebnisse der Sekundäranalyse bestätigen den Zusammenhang zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und Selbstangaben zum aktiven Transport in einer historisch gewachsenen Stadt in Deutschland. Darüber hinaus wurden Interaktionen des Walkability-Index mit dem Alter der Befragten und der Verfügbarkeit von Kraftwagen belegt. Eine Interaktion zwischen dem aktiven Transport, der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und der als Indikator für den sozioökonomischen Status der Wohnumgebung berücksichtigten Transferleistungsquote konnte hingegen nicht bestätigt werden.

Die Hauptergebnisse der Sekundäranalyse stimmen mit vorausgehenden Untersuchungen überein und tragen zur Generalisierbarkeit der vornehmlich außereuropäischen Studien zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und aktivem Transport bei (Christiansen et al., 2014; Dyck et al., 2010; Frank et al., 2006; Freeman et al., 2013; Reyer et al., 2014; Sallis, Cerin et al., 2016; Sundquist et al., 2011; Witten et al., 2012). Hinsichtlich möglicher Wechselwirkungen zeigten sich aber auch

Unterschiede zu vorausgehenden Studien (vgl. hierzu Kapitel 5). Besonders hervorgehoben werden kann, dass der Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und dem aktiven Transport bei jüngeren Studienteilnehmer*innen stärker ausfiel, während im aktuellen gesundheitswissenschaftlichen Diskurs eine besondere Bedeutung fußgänger*innenfreundlicher Umwelten für das dritte und vierte Lebensalter beschrieben wird (vgl. Kapitel 2.2.1).

Eine mögliche Erklärung für diesen Befund ist, dass in der vorliegenden Untersuchung nicht das Gehen, sondern der aktive Transport (einschließlich Fahrradfahren) analysiert wurde. So haben z. B. Christiansen et al. (2014) berichtet, dass der Zusammenhang der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung mit dem transportbezogenen Fahrradfahren zwischen unterschiedlichen Lebensphasen der Befragten variierte. Für das transportbezogene Gehen fanden sie hingegen keinen Hinweis auf eine Moderation durch das Alter. Auch für den Effekt der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung auf das Gehen insgesamt, d. h. ohne Differenzierung in transport- versus freizeitbezogene Aktivitäten, wurde in einer weiteren Studie kein Hinweis auf eine mögliche Moderation durch das Alter der Befragten gefunden (Villanueva et al., 2013). Es deutet sich demnach an, dass in älteren Bevölkerungsgruppen stärkere Zusammenhänge zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und dem Gehen im Vergleich zum Fahrradfahren zu suchen sein könnten. Da zudem unberücksichtigt blieb, wo die Studienteilnehmenden körperlich aktiv waren, können bestehende Zusammenhänge außerdem aufgrund mangelnder räumlicher Kongruenz zwischen der Erfassung der Exposition und des zu erklärenden Verhaltens verdeckt oder abgeschwächt worden sein (Chandrabose et al., 2019; Giles-Corti, 2005; Kaczynski, 2012; Keadle et al., 2014; Lovasi et al., 2012). Argumentiert werden kann daher, dass in weiteren Studien der Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und dem Gehen innerhalb der Wohnumgebung untersucht werden sollte.

Weitere Erklärungen können in der Heranziehung statistischer Bezirke sowie in der fehlenden Berücksichtigung subjektiver Angaben zur Wohnumgebung gesehen werden (Adams et al., 2014; Brownson et al., 2009; Kerr, Sallis et al., 2013; Orstad et al., 2016; Schulz et al., 2018). So wurde in vorliegenden Übersichtsarbeiten bereits herausgestellt, dass Effekte der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit zwischen unterschiedlichen räumlichen Definitionen variieren, während zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung homogenere Ergebnisse berichtet werden (Barnett et al., 2017; Cauwenberg et al., 2018; Cerin et al., 2017; Orstad et al., 2016). Analyseergebnisse auf Basis statistischer Bezirke und anderer administrativer Gebietsgliederungen gelten zudem als limitiert, da die berechneten Indizes bei einem anderen Gebietszuschnitt unterschiedlich ausfallen können (MAUP) und identifizierte Assoziationen hierdurch möglicherweise verzerrt worden sein können (UGCoP; vgl. Kapitel 2.1). Zur Bestimmung der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung wurde daher bereits empfohlen, die Wohnumgebung über Einzugsbereiche um die Wohnadresse der Studienteilnehmenden zu definieren und die Größe der hierzu im GIS bestimmten Puffer an die untersuchte körperliche Aktivität (z. B. Gehen vs. Fahrradfahren) und die untersuchte Population (z. B. nach körperlichen

Fähigkeiten, Einstellungen) anzupassen (Adams et al., 2014; Brownson et al., 2009; Chandrabose et al., 2019; Giles-Corti et al., 2019; Kerr, Sallis et al., 2013; Villanueva et al., 2013). Es ist folglich möglich, dass in einer kleinräumigeren Analyse stärkere Zusammenhänge zwischen dem Walkability-Index und dem aktiven Transport in höheren Altersgruppen hätten identifiziert werden können.

Verschiedentlich ist darüber hinaus argumentiert worden, dass räumliche Definitionen, die in Befragungen zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung verwendet werden (z. B. ein Umkreis von 10 bis 15 Gehminuten um die Wohnadresse der Befragten), den räumlichen Vorstellungen der Befragten besser entsprechen als einheitlich vorgegebene Puffer, administrative Gebietsgliederungen oder andere räumliche Definitionen (Barnett et al., 2017; Chandrabose et al., 2019; Lovasi et al., 2012; Spittaels et al., 2009). Bei Jugendlichen und Erwachsenen im zweiten Lebensalter wurden diese subjektiven räumlichen Definitionen der Wohnumgebungen bereits untersucht (Colabianchi et al., 2014; Coulton, Jennings & Chan, 2013; Siordia & Coulton, 2015; Smith, Gidlow, Davey & Foster, 2010; Tribby, Miller, Brown, Smith & Werner, 2017). Die Befragten wurden hierzu gebeten, das von ihnen als Wohnumgebung erachtete Gebiet auf ihnen vorgelegten Stadtteilkarten einzuzeichnen (sog. Mental Mapping; Tribby et al., 2017). Angesichts der in diesen Untersuchungen berichteten Unterschiede zwischen einheitlich vorgegebenen Puffern und subjektiv definierten Wohnumgebungen erscheint es möglich, dass auch kleinräumigere Analysen vom gewählten Gebietszuschnitt beeinflusst werden können. Weiterhin bieten räumliche Unterschiede zwischen administrativen Gebietsgliederungen, Puffern und subjektiv definierten Wohnumgebungen eine mögliche Erklärung für die in Kapitel 2.1.2. angeführten Abweichungen zwischen der wahrgenommenen und objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung. Demnach könnten Unterschiede zwischen dem im GIS bestimmten Walkability-Index und den Wahrnehmungen der Befragten nicht nur durch individuelle Faktoren (Gebel et al., 2009; Gebel et al., 2011), sondern auch durch abweichende Bezugsräume begründet sein. Belege für diese Annahme und Untersuchungen zu subjektiv definierten Wohnumgebungen bei Erwachsenen im dritten Lebensalter fehlen allerdings ebenso wie Untersuchungen zur Übereinstimmung zwischen subjektiven Angaben dieser Altersgruppe und objektiven Walkability-Indizes.

4. Räumliche Definitionen der Wohnumgebung als Erklärungsansatz für Unterschiede in der Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und ihren Beiträgen zur Erklärung körperlicher Aktivität im dritten Lebensalter

Aufbauend auf der Sekundäranalyse zum aktiven Transport und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld (Kapitel 3) wurde für das zweite Modul des kumulativen Promotionsprojekts eine Primärerhebung durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und dem Gehen (innerhalb der Wohnumgebung und insgesamt, d. h. ortsunspezifisch) im dritten Lebensalter auf Basis kleinräumiger GIS-Analysen und unter zusätzlicher Berücksichtigung der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung untersuchen zu können. Die Studie zielt darauf ab, die objektive

Fußgänger*innenfreundlichkeit von statistischen Bezirken, Puffern um die Wohnadresse und subjektiv definierten Wohnumgebungen sowie deren Beiträge zur Erklärung des Gehverhaltens zu vergleichen. Darüber hinaus wird angestrebt, die Übereinstimmung zwischen der objektiven und der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit für unterschiedliche räumliche Definitionen der Wohnumgebung zu prüfen und damit einen Beitrag zur Erklärung von Abweichungen zwischen GIS- und befragungsbasierten Analysen zu leisten. Erwartet wurde, dass:

- (1) Unterschiede zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke, Puffern um die Wohnadresse und subjektiv definierten Wohnumgebungen bestehen.
- (2) die Übereinstimmung zwischen der objektiven und wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung steigt, wenn die Wohnumgebung im GIS
 - a. über Puffer um die Wohnadresse anstelle von statistischen Bezirken definiert wird.
 - b. auf Basis subjektiv wahrgenommener Gebietsgrenzen (Mental Mapping) anstelle von Puffern um die Wohnadresse definiert wird.
- (3) die tägliche Dauer des Gehens innerhalb der Wohnumgebung als auch des Gehens insgesamt mit der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke, Puffer um die Wohnadresse und subjektiv definierten Wohnumgebungen assoziiert ist.
- (4) die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke, Puffer um die Wohnadresse und subjektiv definierten Wohnumgebungen jeweils einen größeren Beitrag zur Erklärung des Gehens innerhalb der Wohnumgebung als zur Erklärung des Gehens insgesamt leisten.
- (5) der Anteil der erklärten Varianz beider abhängigen Variablen steigt, wenn die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung für
 - a. Puffer um die Wohnadresse anstatt für statistische Bezirke bestimmt wird.
 - b. subjektiv definierte Wohnumgebungen anstatt für Puffer um die Wohnadresse bestimmt wird.

Für die Untersuchung wurde eine Querschnittsstudie bei Bewohner*innen von Senior*innenwohnanlagen in der Stadt Bielefeld durchgeführt. Als Stichprobenrahmen diente ein Verzeichnis der Stadt Bielefeld (2013), in der insgesamt 42 Standorte für barrierefreies und/oder betreutes Wohnen verzeichnet waren. Neben dem Wohnsitz in einer dieser Senior*innenwohnanlagen wurden folgende Einschlusskriterien für die Teilnahme an der Untersuchung definiert:

- schriftliches Einverständnis zur Studienteilnahme,
- ausreichende Deutschkenntnisse,
- Alter von ≥ 60 Jahren,
- ausreichendes Gehvermögen zur Fortbewegung innerhalb der Wohnumgebung ohne personelle Unterstützung; Nutzer*innen von Gehhilfen wurden eingeschlossen.

Die Rekrutierung der Studienteilnehmer*innen erfolgte über eine schriftliche Einladung, in der die Ziele und der Ablauf der Untersuchung erläutert wurden. Dem Einladungsschreiben lagen eine Einverständniserklärung, ein Teilnehmer*innenbogen und ein vorfrankierter Rückumschlag bei. In der

Einverständniserklärung wurden die Kriterien zur freiwilligen und informierten Studienteilnahme aus der Deklaration von Helsinki umgesetzt (Wiesing & Ehni, 2014). Im Teilnehmer*innenbogen wurden das Gehvermögen und die Nutzung von Gehhilfen (Rejeski, Ip, Marsh, Miller & Farmer, 2008) sowie das Alter der Teilnehmenden zur Prüfung der Einschlusskriterien erfragt.

Die anschließende Datenerhebung umfasste eine standardisierte schriftliche Befragung, persönliche Interviews zum Mental Mapping (Tribby et al., 2017) und GIS-basierte Analysen. Die körperliche Aktivität in und außerhalb der Wohnumgebung wurde schriftlich mit dem Neighborhood Physical Activity Questionnaire (NPAQ; Giles-Corti et al., 2006) erfasst. Da das australische Befragungsinstrument nicht in deutscher Sprache vorlag, wurde der Fragebogen im Rahmen des kumulativen Promotionsprojekts kulturell adaptiert. Die kulturelle Adaption des NPAQ einschließlich einer Validitätsprüfung gegenüber Pedometern wird in Kapitel 4.1 beschrieben. Die Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung wurde in diesem Studienmodul objektiv mittels GIS und subjektiv im Rahmen der schriftlichen Befragung bestimmt. Im GIS wurde die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit analog zu Kapitel 3 für statistische Bezirke sowie für Puffer um die Wohnadresse und subjektiv definierte Wohnumgebungen ermittelt. Die GIS-basierte Analyse einschließlich der Mental-Mapping-Interviews und deren Verarbeitung ist in Kapitel 4.2.1 dokumentiert. Die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung wurde schriftlich mit der Neighborhood Environment Walkability Scale (NEWS; Saelens, Sallis, Black & Chen, 2003), die in Kapitel 4.2.2 vorgestellt wird, erfragt. Ergänzend wurden in der schriftlichen Befragung Selbstangaben zur Soziodemografie sowie zum funktionalen und dem subjektiven Gesundheitszustand der Studienteilnehmer*innen erhoben. Für Alter, Geschlecht, Familienstand und den sozioökonomischen Status der Befragten wurden Items aus der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland des Robert Koch-Instituts verwendet (Lampert, Kroll, Müters & Stolzenberg, 2013). Der funktionale Gesundheitszustand wurde mit dem Short Form 12 Health Survey (SF-12, Version 2.0) ermittelt und durch eine Summenskala zur körperlichen Gesundheit zusammengefasst (Morfeld, Kirchberger & Bullinger, 2011). Der subjektive Gesundheitszustand wurde auf einer fünfstufigen Antwortskala von „schlecht“ bis „ausgezeichnet“ bewertet (Morfeld et al., 2011; Zajacova & Dowd, 2011).

4.1 Erfassung körperlicher Aktivität in und außerhalb der Wohnumgebung

In der schriftlichen Befragung wurden die Studienteilnehmer*innen mit einer kulturell adaptierten Fassung des NPAQ (Giles-Corti et al., 2006) gebeten, sich an eine gewöhnliche Woche zu erinnern und die Häufigkeit und Dauer des Gehens, Fahrradfahrens und „anderer körperlicher Aktivitäten“ zu berichten. Gehen und Fahrradfahren werden im NPAQ nach Zweck (Transport vs. Freizeit) und Ort unterschieden, wobei die Wohnumgebung als Umkreis von 10 bis 15 Gehminuten um die Wohnadresse definiert wird. Andere körperliche Aktivitäten werden nach Intensität differenziert (moderat vs. intensiv; Giles-Corti et al., 2006). Angaben zur Testgüte des Befragungsinstruments liegen aus vorausgehenden Studien vor, in denen eine moderate bis hohe Test-Retest-Reliabilität bei Erwachsenen im zweiten (Bae, Cho & Son,

2015; Giles-Corti et al., 2006; Jones et al., 2015; McCormack et al., 2009) und dritten Lebensalter (Cerin et al., 2011) berichtet wurde. Gegenüber Erhebungen mit Akzelerometern wurde darüber hinaus eine moderate kriterienbezogene Validität des NPAQ bei übergewichtigen Frauen und, hier begrenzt auf das Modul zum Gehen, Erwachsenen im dritten Lebensalter nachgewiesen (Cerin et al., 2011).

Die kulturelle Adaption des australischen Befragungsinstruments einschließlich einer Validitätsprüfung gegenüber Pedometern und Selbstangaben zur funktionalen Gesundheit wurde im Rahmen des vorliegenden kumulativen Promotionsprojekts realisiert und in folgendem Artikel veröffentlicht: Bödeker, Bucksch & Wallmann-Sperlich, 2018. Zusammenfassend wurde der Fragebogen nach der Richtlinie der WHO (2017) durch je zwei unabhängige Übersetzungen und Rückübersetzungen adaptiert und in einem Pretest mit drei Erwachsenen im dritten Lebensalter pilotiert. Die anschließende Testung des kulturell adaptierten Fragebogens folgte etablierten methodischen Standards (Terwee et al., 2010; Tudor-Locke, Bassett, Shipe & McClain, 2011; Tudor-Locke et al., 2013) und wurde in einer Teilstichprobe von 58 Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in der Stadt Bielefeld durchgeführt. Die Untersuchung zielte darauf ab, die kriterienbezogene Validität der deutschen Fassung gegenüber objektiv erfassten Schrittzahlen zu prüfen, die über einen Zeitraum von sieben aufeinanderfolgenden Tagen mit piezoelektrischen Pedometern erfasst wurden (Modell HJ-720 IT-E2, Omron Healthcare Co. Ltd., Kyoto, Japan; Giannakidou et al., 2012). Die über Rangkorrelationskoeffizienten (Spearman's ρ) bestimmte und nach Safrit und Wood (1995) interpretierte kriterienbezogene Validität war moderat ($0,40 \leq \rho < 0,60$) für das NPAQ-Modul zum Gehen, das Teilmodul zum Gehen innerhalb der Wohnumgebung sowie für körperliche Aktivität insgesamt. Für das Gehen außerhalb der Wohnumgebung war die kriterienbezogene Validität gering ($0,20 \leq \rho < 0,40$). Weiterhin wurden für das Fragebogenmodul zum Gehen, die Teilmodule zum Gehen in und außerhalb der Wohnumgebung sowie für körperliche Aktivität insgesamt Zusammenhänge mit dem funktionalen Gesundheitszustand ($0,20 \leq \rho < 0,40$) belegt, die die Validität der Selbstangaben aus dem NPAQ zusätzlich unterstützen.

4.2 Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung

Die Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung wurde mittels GIS und durch eine schriftliche Befragung von Bewohner*innen von Senior*innenwohnanlagen bestimmt. Im GIS wurde der Walkability-Index (Frank, Sallis et al., 2010) für die statistischen Bezirke der Stadt Bielefeld, Netzwerkpuffer von 400 m um die Wohnadresse und subjektiv definierte Wohnumgebungen berechnet. Die Erfassung subjektiv definierter Wohnumgebungen und ihrer objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit wird in Kapitel 4.2.1 beschrieben. Die Befragung zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung ist in Kapitel 4.2.2 dokumentiert.

Die Berechnung des Walkability-Index für die statistischen Bezirke erfolgte analog zum Vorgehen im ersten Studienmodul.¹¹ Netzwerkpuffer von 400 m im Fußwegenetz wurden ausgehend von methodischen Empfehlungen des International Physical Activity and the Environment Network (IPEN; Kerr, Sallis et al., 2013) und systematischen Reviews (Barnett et al., 2017; Cerin et al., 2017) als zweite räumliche Definition zur Berechnung des Walkability-Index gewählt. Das IPEN empfiehlt, Netzwerkpuffer zur Analyse von Umweltmerkmalen und körperlicher Aktivität heranzuziehen und diese mittels GIS durch Berechnung aller im Fußwegenetz in einer definierten Entfernung erreichbaren Wegepunkte zu bestimmen (Kerr, Sallis et al., 2013). Die Entfernung von 400 m um die Senior*innenwohnanlagen wurde zu Zwecken der Vergleichbarkeit mit vorausgehenden Studien bei Erwachsenen im dritten Lebensalter gewählt (Barnett et al., 2017; Cerin et al., 2017). Die Berechnung der Netzwerkpuffer erfolgte mit der Programmiererweiterung Network Analyst in ArcGIS, Version 10.3 (ESRI Inc., Redlands, Kalifornien, USA) unter Zuhilfenahme eines vorliegenden Programmskripts (Zimmermann, 2010), mit dem das aus OSM zur Berechnung des Teilindex zur Konnektivität extrahierte Wegenetz in einen routingfähigen Netzwerkdatsatz umgewandelt wurde. Die anschließende Berechnung des Walkability-Index und der zugehörigen Teilindizes zur Diversität der Flächennutzung, Bebauung gewerblicher Flächen und Konnektivität im Wegenetz erfolgte analog zu den Berechnungen für die statistischen Bezirke (vgl. Kapitel 3.1). Zur Berechnung des Teilindex zur Haushaltsdichte wurden die Polygone der Netzwerkpuffer zusätzlich an die räumliche Struktur der von der Stadt Bielefeld zur Verfügung gestellten Baublöcke angepasst.¹² Die räumlichen Proxys wurden verwendet, da die Anzahl der amtlich registrierten Haushalte nicht kleinräumiger als auf Ebene der Baublöcke vorlag.

4.2.1 GIS-basierte Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit von subjektiv definierten Wohnumgebungen

Zur räumlichen Erfassung subjektiv definierter Wohnumgebungen wurden die Studienteilnehmer*innen gebeten, das von ihnen als Wohnumgebung erachtete Gebiet in Mental-Mapping-Interviews zu kartieren, d. h. den Umriss des von ihnen als Wohnumgebung wahrgenommenen Gebiets auf vorgelegten Kartenausschnitten einzuzeichnen (Colabianchi et al., 2014; Smith et al., 2010; Tribby et al., 2017). Die Test-Retest-Reliabilität subjektiv definierter Wohnumgebungen wurde in einer Studie bei Erwachsenen (≥ 18 Jahre), die ihre wahrgenommenen Gebietsgrenzen nach einem Jahr erneut auf vorgelegten Kartenausschnitten einzeichneten, bestätigt (Tribby et al., 2017). Untersuchungen zur Reliabilität subjektiv definierter Wohnumgebungen bei Studienteilnehmenden im dritten Lebensalter konnten im Rahmen eigener Recherchen nicht identifiziert werden.

¹¹ Die für den Walkability-Index erforderliche z-Transformation der Teilindizes erfolgte im zweiten Studienmodul nicht in der Grundgesamtheit der 92, sondern für die 19 von den Befragten bewohnten statistischen Bezirke.

¹² Zur räumlichen Anpassung der Netzwerkpuffer-Polygone an die Polygone der Baublöcke wurden die Optionen „join-one-to-many“ und „have-their-center-in“ in ArcGIS, Version 10.3 genutzt, sodass stellvertretend für den jeweiligen Netzwerkpuffer diejenigen Baublöcke ausgewählt und zu einem Polygon zusammengefasst wurden, deren geometrischer Schwerpunkt innerhalb des Netzwerkpuffers lag.

Das Vorgehen in den Mental-Mapping-Interviews folgte der von Smith et al. (2010) beschriebenen Methodik. Basierend auf dem im GIS vorliegenden Kartenmaterial (vgl. Kapitel 3.1) wurden lokale Stadtpläne zur Umgebung der Senior*innenwohnanlagen erstellt. Die Stadtpläne im Maßstab 1:10.000 zeigten einen Kartenausschnitt von 2×2 km und wurden am Standort der jeweiligen Senior*innenwohnanlage zentriert. Abgebildet waren das Verkehrsnetz (Straßen, Wege, Bahngleise), die Bebauung, Grünflächen und Gewässer sowie die in der OSM-Grundkarte des deutschen Stils hinterlegten Points of Interest aus Einzelhandel, Gastronomie, öffentlichen Einrichtungen sowie ÖPNV-Haltestellen. Den Teilnehmenden wurden die Stadtpläne im Rahmen von Einzelinterviews in den Senior*innenwohnanlagen im DIN-Format A4 vorgelegt. Zur Orientierung wurde den Interviewten zunächst die Lage der Senior*innenwohnanlage sowie mindestens drei Points of Interest (alternativ auch Straßenkreuzungen) auf dem Stadtteilplan gezeigt und erfragt, ob sie die genannten Ziele in der Regel zu Fuß oder mit anderen Verkehrsmitteln erreichen. Fußläufige Ziele wurden mit einem Stift auf dem vorgelegten Stadtplan angekreuzt. Im zweiten Schritt wurden die Interviewten gebeten, selbst weitere Ziele zu benennen und auf der Stadtteilkarte anzukreuzen. Ergänzende Nachfragen zielten darauf ab, die Erreichbarkeit möglicher Ziele in allen vier Himmelsrichtungen der Senior*innenwohnanlage abzuklären. Abschließend wurden die Teilnehmenden gebeten, das von ihnen als Wohnumgebung erachtete Gebiet freihändig einzuzeichnen.

Im Nachgang zu den Mental-Mapping-Interviews wurden die Kartenausschnitte mit den von den Teilnehmenden eingezeichneten Wohnumgebungen eingescannt und mit je mindestens sechs Bezugspunkten in ArcGIS, Version 10.3 (ESRI Inc., Redlands, Kalifornien, USA) georeferenziert. Die Berechnung des Walkability-Index sowie der zugehörigen Teilindizes für die subjektiv definierten Wohnumgebungen erfolgte analog zur Berechnung der Indizes für Netzwerkpuffer, wobei zur Berechnung der Haushaltsdichte wiederum auf räumliche Proxys anhand von Baublöcken zurückgegriffen wurde (vgl. Kapitel 4.2).

4.2.2 Erfassung der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung

Zur Erfassung der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung wurde die Neighborhood Environment Walkability Scale (NEWS; Saelens, Sallis, Black & Chen, 2003) eingesetzt. In der NEWS wurden die sog. 3 D sowie eine Auswahl deren Erweiterungen (vgl. Kapitel 2) für die schriftliche Befragung von Personen im zweiten Lebensalter operationalisiert (Saelens, Sallis, Black & Chen, 2002). Die Wohnumgebung wird in der NEWS (analog zum NPAQ; vgl. Kapitel 4.1) als Umkreis von 10 bis 15 Gehminuten um die Wohnadresse definiert (Saelens, Sallis, Black & Chen, 2003). Die in der NEWS enthaltenen und nach dem vorliegenden Scoringprotokoll (Cerin et al., 2013) berechneten Subskalen zur Haushaltsdichte, Diversität der Flächennutzung, Konnektivität im Wegenetz und dem Zugang zu Dienstleistungen werden in Tabelle 3 beschrieben. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die genannten Subskalen darüber hinaus in einem kumulativen Index für die wahrgenommene

Fußgänger*innenfreundlichkeit zusammengefasst. Die Berechnung wurde aus einer vorausgehenden Studie zur Übereinstimmung zwischen der GIS-basierten und wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung übernommen (Gebel et al., 2009; Gebel et al., 2011) und erfolgte analog zum GIS-basierten Walkability-Index nach Frank und Kolleg*innen (2010) durch Addition der vier zuvor z-transformierten Teilindizes mit einer zweifachen Gewichtung des Index für die Konnektivität im Wegenetz.

Tabelle 3: Erfassung der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung in der schriftlichen Befragung mit der Neighborhood Environment Walkability Scale

Subskala		Inhalt	Ratingskala	Skalenbildung
A	Haushaltsdichte	6 Items zum Wohnungsbau	1 = „keine“ bis 5 = „alle“	gewichteter, additiver Index
B	Diversität der Flächennutzung	fußläufige Wegedauer zu 23 möglichen Zielpunkten in der Wohnumgebung	5 = „1–5 Minuten“ bis 1 = „31+ Minuten“; 8 = „weiß nicht“	Mittelwert aller zuvor umgepolten Items
C	Zugang zu Dienstleistungen	7 Items zum Zugang zu Dienstleistungen innerhalb von 10–15 Gehminuten	1 = „stimme überhaupt nicht zu“ bis 4 = „stimme vollständig zu“	Mittelwert teils umgepolter Items
D	Konnektivität im Wegenetz	5 Items zu Kreuzungen und Sackgassen	1 = „stimme überhaupt nicht zu“ bis 4 = „stimme vollständig zu“	Mittelwert aus vier Items
INDEX	wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit	Subskalen A bis D	nicht ausweisbar	Addition z-transformierter Teilindizes mit zweifacher Gewichtung der Konnektivität

Berechnung der Subskalen A bis D der NEWS nach Cerin et al. (2013) und des kumulativen Index zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung nach Gebel (2009; 2011). Für weitere Subskalen der NEWS siehe Bödeker, Bucksch & Fuhrmann, 2012.

Die Reliabilität der US-amerikanischen NEWS wurde in Test-Retest-Studien bei Erwachsenen im zweiten Lebensalter (Brownson et al., 2004; Leslie et al., 2005; Saelens, Sallis, Black & Chen, 2003; Turrell et al., 2011) und in zwei Untersuchungen bei Erwachsenen im dritten Lebensalter bestätigt (Cerin et al., 2010; Strath et al., 2012). Ihre Validität wird durch Vergleiche mit zuvor klassifizierten Wohnumgebungen (Adams et al., 2009; Cerin, Leslie, Owen & Bauman, 2008; Leslie et al., 2005) und durch die Vorhersage körperlicher Aktivität unterstützt (Bourdeaudhuij, Sallis & Saelens, 2003; Cerin et al., 2008; Leslie et al., 2005; Moudon, Lee et al., 2006; Saelens, Sallis, Black & Chen, 2003).

Eine deutsche Adaption der NEWS lag aus eigenen Vorarbeiten vor (Bödeker, 2011). Die außerdem erforderliche Prüfung der Reliabilität und Validität des adaptierten Fragebogens erfolgte im Rahmen des vorliegenden kumulativen Promotionsprojekts. In einem ersten Schritt wurde hierzu die Testgüte der NEWS-G[ermany] in einer Ad-hoc-Stichprobe im zweiten Lebensalter (≥ 18 Jahre) untersucht und mit den Ergebnissen einer US-amerikanischen Referenzstichprobe (Brownson et al., 2004) verglichen. Die

Voruntersuchung zielte darauf ab, Einschränkungen der Testgüte zu identifizieren, die durch den Prozess der kulturellen Adaption entstanden sind. Anschließend wurde die Testgüte der NEWS-G bei Bewohner*innen von Senior*innenwohnanlagen untersucht, um Hinweise auf mögliche Einschränkungen aufgrund des mit Befragten im dritten Lebensalter erweiterten Anwendungsbereichs identifizieren zu können. Die Validität des zusammenfassenden Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung wurde in diesem zweiten Analyseschritt ebenfalls untersucht.

Die Test-Retest-Reliabilität und konkurrente Validität der NEWS-G in einer Ad-hoc-Stichprobe Erwachsener im zweiten Lebensalter wurde in folgendem Artikel veröffentlicht: Bödeker, Bucksch & Fuhrmann, 2012. Zusammenfassend wurden 179 junge Erwachsene ($25,18 \pm 8,73$ Jahre, 73,1 % Frauen) im Rahmen einer Onlineerhebung mit der NEWS-G und der Kurzfassung des International Physical Activity Questionnaire (Craig et al., 2003) befragt. Nach sieben Tagen wurde die Befragung mit NEWS-G bei 66 Befragten zur Bestimmung der Test-Retest-Reliabilität wiederholt. Die für die NEWS-G Subskalen berechneten Intraklassenkorrelationen (ICC, Typ 1 nach McGraw & Wong, 1996) lagen zwischen $0,74 \leq ICC \leq 0,94$ und waren mit den Ergebnissen aus der Referenzstichprobe (Brownson et al., 2004) vergleichbar. Für die Subskalen zur Haushaltsdichte und Flächennutzung sowie für Items der Subskala zur Konnektivität im Wegenetz wurden zudem Zusammenhänge mit der körperlichen Aktivität und insbesondere dem Gehen der Befragten belegt, die die konkurrente Validität der kulturell adaptierten NEWS-G unterstützen.

Im zweiten Schritt wurde die konkurrente Validität der Subskalen der NEWS-G und des zusammenfassenden Index zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung gegenüber objektiv erfassten Schritten von 58 Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen untersucht. Das Vorgehen der siebentägigen Schrittzählererhebung ist in Kapitel 4.1 dokumentiert. Die berechneten Rangkorrelationskoeffizienten (Spearman's ρ mit 95%-KI) werden in Abbildung 3 dargestellt. Anhand der Breite der Konfidenzintervalle werden lediglich tendenzielle, positive Zusammenhänge für die Subskalen zur Haushaltsdichte ($\rho = 0,19$; 95%-KI: -0,10 bis 0,49), Diversität der Flächennutzung ($\rho = 0,18$; 95%-KI: -0,11 bis 0,43), Zugang ($\rho = 0,24$; 95%-KI: -0,05 bis 0,50) und Konnektivität im Wegenetz ($\rho = 0,05$; 95%-KI: -0,25 bis 0,33) deutlich. Ein ebenfalls schwacher, aber statistisch signifikanter Zusammenhang zeigte sich zwischen den erfassten Schritten und dem Index zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung ($\rho = 0,30$; 95%-KI: 0,03 bis 0,57). Die konkurrente Validität des befragungsbasierten Walkability-Index wird hierdurch unterstützt.

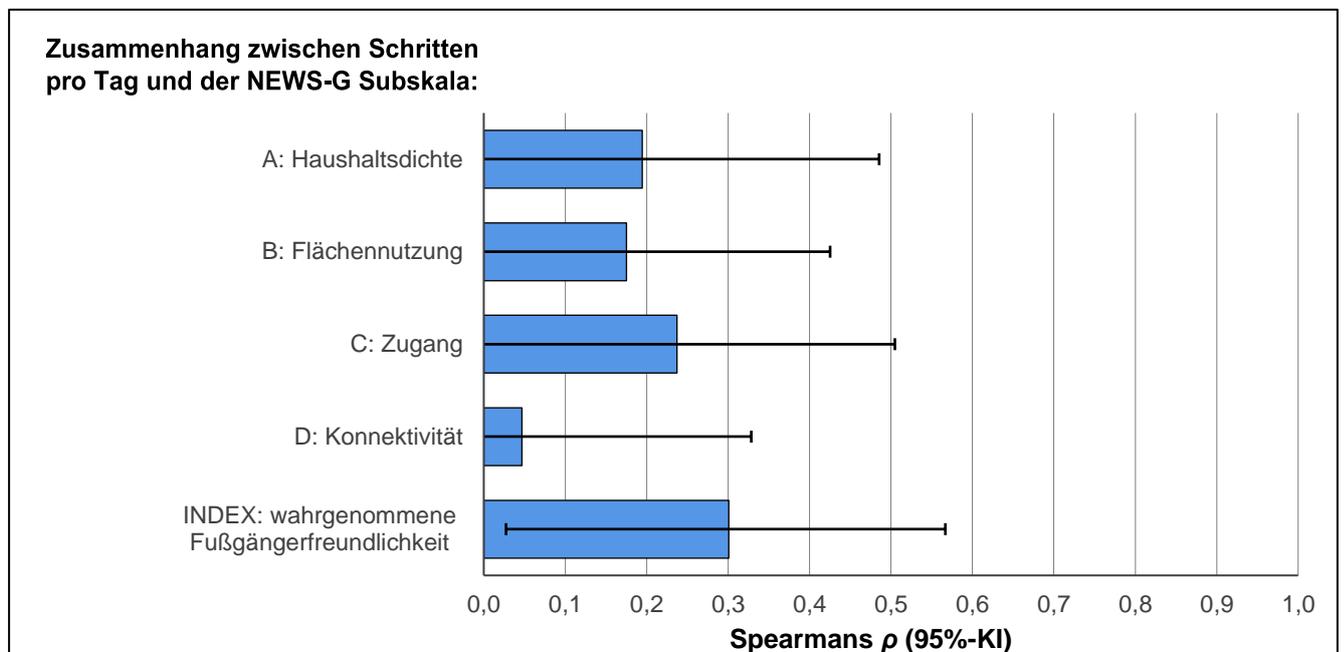


Abbildung 3: Konkurrente Validität der NEWS-G bei Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld

Spearman's ρ mit zugehörigen 95%-KI (Whisker) für den Zusammenhang zwischen Selbstangaben zur Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und objektiv erfassten Schritten bei 58 Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld.

4.3 Statistische Analysen

Die statistische Analyse erfolgte in SPSS, Version 25 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). Die Clusterung der Befragten in Senior*innenwohnanlagen wurde durch eine zur Größe der Senior*innenwohnanlagen proportionale Fallgewichtung im Complex-Samples-Modul des Programms berücksichtigt. Da keine exakten Angaben zur Anzahl der Bewohner*innen vorlagen, wurde die Größe der Senior*innenwohnanlagen über die Anzahl der Wohneinheiten geschätzt (Stadt Bielefeld, 2013). Alle Signifikanztests wurden zweiseitig auf dem α -Niveau von 0,05 durchgeführt.

Stichprobencharakteristika wurden mit χ^2 -Tests und t -Tests für unabhängige Stichproben zwischen Teilnehmenden mit versus ohne Pedometrie bzw. Mental Mapping verglichen. Zum Vergleich des Anteils der Befragten mit mindestens „gutem“ subjektivem Gesundheitszustand gegenüber einem populationsbasierten Referenzwert für die Altersgruppe ≥ 65 Jahre (51,5 %; Lange et al., 2015) wurde der Binomialtest verwendet. Die Analyse von Mittelwertunterschieden zwischen den Walkability-Indizes für statistische Bezirke, Netzwerkpuffer, subjektiv definierte Wohnumgebungen und dem Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung erfolgte durch eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung, Greenhouse-Geisser-Korrektur und Bonferroni-korrigierten Post-hoc-Tests (Girden, 1992). Die Übereinstimmung zwischen dem Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit und den drei GIS-basierten Indizes wurde mittels bivariater ICC (Typ A-1 nach McGraw & Wong, 1996) und zugehörigen 95%-KI bestimmt. Ergänzend wurde die ICC für die Gesamtübereinstimmung zwischen den vier Walkability-Indizes berechnet. Die Interpretation erfolgt anhand der

von Cicchetti (1994) etablierten Klassifikationsbereiche für geringe ($ICC < 0,20$), mäßige ($ICC < 0,40$), moderate ($ICC < 0,60$), hohe ($ICC < 0,75$) und exzellente Übereinstimmung ($ICC \geq 0,75$).

Der Beitrag der Walkability-Indizes zur Erklärung körperlicher Aktivität wurde in hierarchischen linearen Regressionsmodellen für die tägliche Dauer des Gehens innerhalb der Wohnumgebung und, separat hiervon, für die täglichen Gehminuten insgesamt bestimmt. Im ersten Schritt wurden Alter, Geschlecht, Familienstand, der sozioökonomische Status, der subjektive Gesundheitszustand und der Walkability-Index für statistische Bezirke in die Regressionsmodelle eingeschlossen. Im zweiten Schritt wurde der Walkability-Index für Netzwerkpuffer von 400 m um die Senior*innenwohnanlagen anstelle des Index für statistische Bezirke aufgenommen. Im dritten Schritt wurde der Walkability-Index für subjektiv definierte Wohnumgebungen anstelle des pufferbasierten Index eingeschlossen. Die Güte der hierarchischen Modelle wurde anhand des Bestimmtheitsmaßes (R^2) und dessen Veränderung (ΔR^2) durch partielle F -Tests auf statistische Signifikanz geprüft.

4.4 Ergebnisse

An den Mental-Mapping-Interviews nahmen 69 Bewohner*innen aus 23 Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld teil. Nach Ausschluss von vier Teilnehmer*innen, die fußläufig erreichbare Wegeziele, aber keine subjektiv definierten Wohnumgebungen auf den vorgelegten Stadtteilkarten eingezeichnet hatten, reduzierte sich der Stichprobenumfang auf 65 Bewohner*innen aus 23 Senior*innenwohnanlagen. Dies entspricht einem Anteil von 60,7 % der insgesamt 107 schriftlich Befragten, deren Angaben zur Testung der Befragungsinstrumente genutzt wurden (vgl. Kapitel 4.1 und 4.2.2). Im Vergleich waren die Befragten mit versus ohne Teilnahme an den Mental-Mapping-Interviews durch einen geringeren Anteil Alleinstehender gekennzeichnet ($p < 0,05$).

Abbildung 4 zeigt die 23 Standorte der Senior*innenwohnanlagen der 65 Befragten in 19 der insgesamt 92 statistischen Bezirke der Stadt Bielefeld. Da aus zehn Anlagen einzelne Personen teilnahmen, werden die Standorte anhand der berechneten Netzwerkpuffer von 400 m um die Senior*innenwohnanlagen abgebildet. Die mittlere Größe der Senior*innenwohnanlagen lag bei 44,74 ($\pm 24,60$) Wohneinheiten. Die mittlere Anzahl der befragten Bewohner*innen betrug 2,83 ($\pm 2,84$) Personen pro Senior*innenwohnanlage und 3,42 ($\pm 2,93$) Personen pro statistischer Bezirk. Die Senior*innenwohnanlagen der Teilnehmenden lagen überwiegend in statistischen Bezirken im Stadtzentrum sowie in eingemeindeten Gebieten mit höherer objektiver Fußgänger*innenfreundlichkeit. Im Norden und Osten der Stadt konnten einzelne Standorte in peripheren Lagen mit geringerer objektiver Fußgänger*innenfreundlichkeit eingeschlossen werden. Der Walkability-Index der 19 mit Teilnehmenden besetzten statistischen Bezirke hatte einen Mittelwert von 1,39 ($\pm 4,50$) Punkten. Ein statistisch signifikanter Unterschied zum Mittelwert für die

übrigen 73 statistischen Bezirke der Stadt ($-0,36 \pm 3,95$ Punkte) konnte nicht nachgewiesen werden ($p > 0,05$).

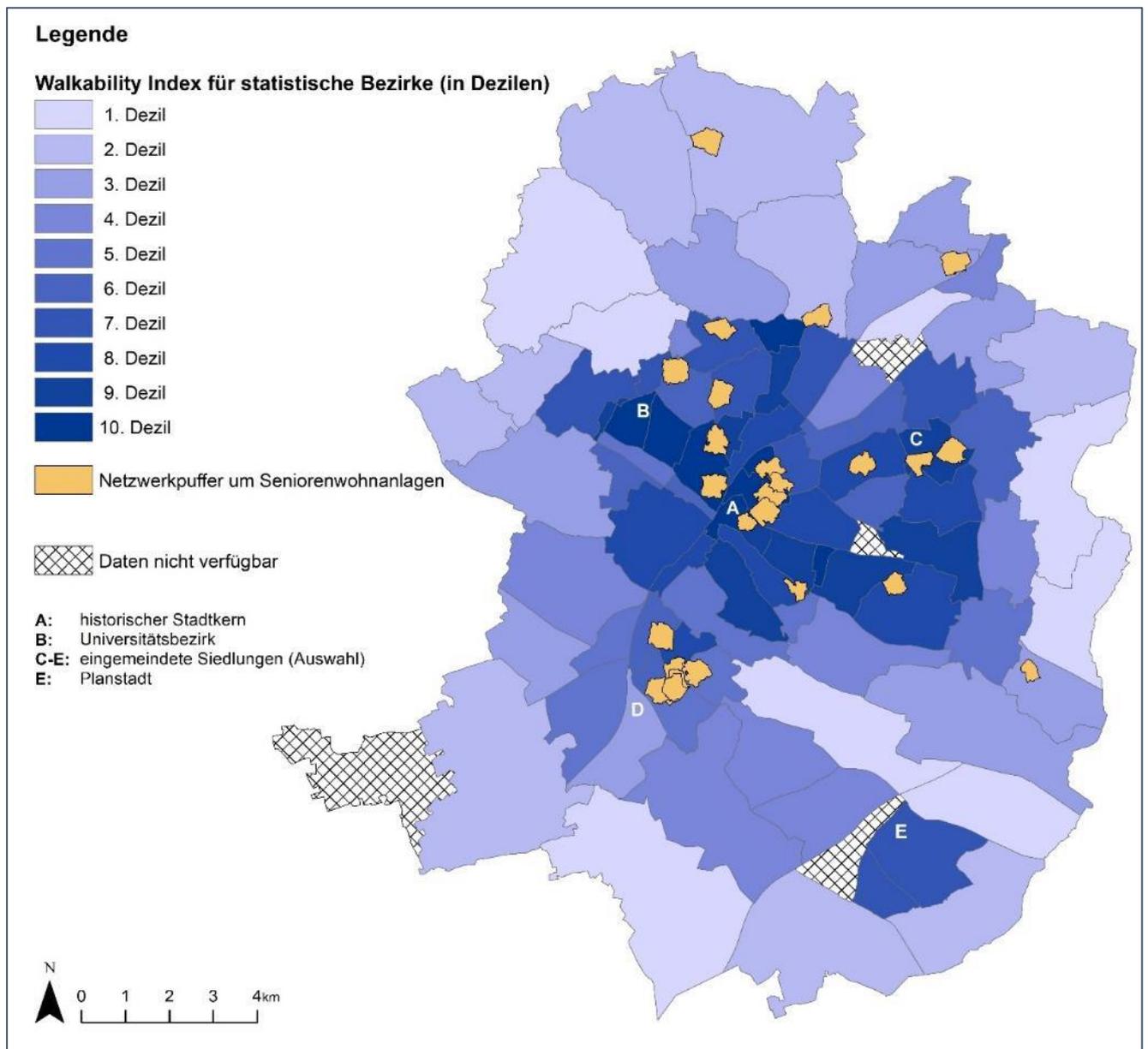


Abbildung 4: Objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit und Standorte der 23 Senior*innenwohnanlagen in 19 der 92 statistischen Bezirke der Stadt Bielefeld

Netzwerkpuffer basierend auf Weeginformationen aus OSM und einer Distanz von 400 m; Walkability-Index basierend auf geographischen Informationen aus dem ALKIS und OSM; Stand: 31.12.2012.

Nach der zur Größe der Senior*innenwohnanlagen proportionalen Gewichtung der Stichprobe ergab sich ein gewichteter Stichprobenumfang von $n_{\text{gewichtet}} = 58$. Das mittlere Alter der Befragten lag in der gewichteten Stichprobe bei $72,24 (\pm 8,55)$ Jahren. Circa drei von fünf Teilnehmenden waren Frauen (57,8 %), zwei Drittel lebten in einer Partnerschaft (66,4 %). Der Anteil der Befragten mit mindestens „gutem“ subjektivem Gesundheitszustand lag mit 67,4 % über dem populationsbasierten Referenzwert für die Altersgruppe ≥ 65 Jahre ($p < 0,001$; Referenzwert: 51,5 %; Lange et al., 2015). Zum selbstberichteten Gehen gaben die Befragten eine mittlere Dauer von $68,54 (\pm 54,30)$ Minuten pro Tag an, wobei

68,5 ($\pm 27,6$) % der angegebenen Dauer auf das Gehen innerhalb der Wohnumgebung entfielen. Die subjektiv definierten Wohnumgebungen hatten einen mittleren Flächeninhalt von 0,76 ($\pm 0,58$) km² und deckten die Netzwerkpuffer räumlich zu durchschnittlich 80,5 ($\pm 21,6$) % ab. Da sie teils weitere Gebiete einschlossen, wies die Schnittmenge beider Flächen einen durchschnittlichen Anteil von 35,8 ($\pm 17,9$) % an der Fläche der subjektiv definierten Wohnumgebungen auf.

4.4.1 Objektive und wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung im Vergleich

Der Vergleich der GIS-basierten Walkability-Indizes für subjektiv definierte Wohnumgebungen, Netzwerkpuffer von 400 m und statistische Bezirke mit dem analog berechneten Index zur wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung erfolgte anhand von Mittelwertunterschieden und ICC zur Übereinstimmung der Maße.

Abbildung 5 zeigt die Verteilungen der vier Walkability-Indizes, die insgesamt zwischen -7,45 und 15,43 Punkten variierten. Der höchste Wert wurde für die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der subjektiv definierten Wohnumgebung einer Teilnehmerin aus dem statistischen Bezirk Pauluskirche im Stadtzentrum berechnet.¹³ Der niedrigste Indexwert beschreibt die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung einer Befragten aus dem statistischen Bezirk Vilsendorf im Norden des Stadtgebiets. Mittelwertunterschiede zwischen den vier Walkability-Indizes wurden in einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung belegt ($F = 5,80$; $p < 0,01$; partielles $\eta^2 = 0,05$). Insgesamt wurden 5,2 % der Varianz zwischen den Walkability-Indizes durch Unterschiede zwischen den vier Erhebungsmethoden erklärt. Die Effektstärke nach Cohen (1988) lag bei $f = 0,23$ und entsprach einem schwachen Effekt. Post-hoc-Tests zeigten statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem mittleren Walkability-Index für die subjektiv definierte Wohnumgebung ($1,00 \pm 3,67$ Punkte) im Vergleich zu den Walkability-Indizes für den statistischen Bezirk ($-0,14 \pm 3,82$ Punkte; $p < 0,001$) und Netzwerkpuffer von 400 m ($-0,19 \pm 3,65$; $p < 0,001$). Zwischen dem Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit ($0,04 \pm 2,92$) und den drei GIS-basierten Indizes konnten keine statistisch signifikanten Mittelwertunterschiede nachgewiesen werden ($p > 0,05$).

¹³ Mit einer Abweichung von $> 1,5$ Interquartilsabständen vom oberen Quartil des Walkability-Index für subjektiv definierte Wohnumgebungen handelt es sich beim Maximalwert um einen leichten statistischen Ausreißer (vgl. Abbildung 5). Da mit den drei übrigen Erhebungsverfahren ebenfalls hohe Indexwerte (jeweils im oberen Quartil) für die betreffende Wohnumgebung berechnet wurden, wird der Fall in den weiteren Analyseschritten (ohne Winsorizing oder Trimming) eingeschlossen. Das Ergebnis der im Folgenden beschriebenen einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung wurde durch eine analog durchgeführte, rangbasierte Varianzanalyse bei verbundenen Stichproben nach Friedman bestätigt; $\chi^2(3) = 29,31$; $p < 0,001$.

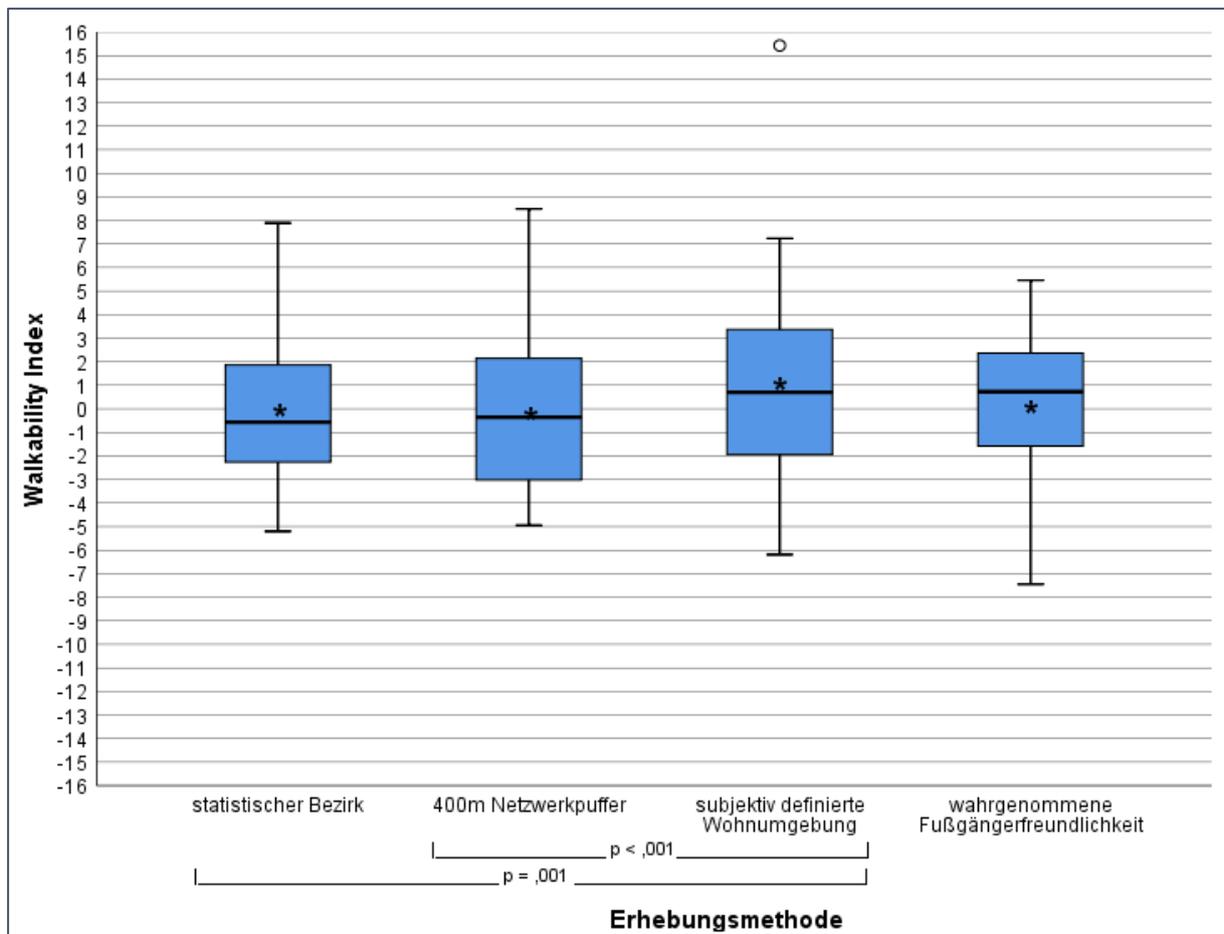


Abbildung 5: GIS-basierte Walkability-Indizes im Vergleich zum befragungsbasierten Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit

Box-Whisker-Plot basierend auf Angaben zu 65 Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld ($n_{\text{gewichtet}} = 58$). Angegebene p-Werte basierend auf Bonferroni-korrigierten Post-hoc-Tests im Rahmen einer einfaktoriellem Varianzanalyse mit Messwiederholung und Greenhouse-Geisser-Korrektur.

Die Übereinstimmung der drei GIS-basierten Walkability-Indizes mit dem Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit war gering bis mäßig und wird in Abbildung 6 anhand von ICC und ihrer 95%-KI dargestellt. Die höchste Übereinstimmung mit der Wahrnehmung der Befragten zeigte sich für den Walkability-Index für 400 m Netzwerkpuffer (ICC = 0,33; 95%-KI: 0,14 bis 0,50) gefolgt von subjektiv definierten Wohnumgebungen (ICC = 0,30; 95%-KI: 0,11 bis 0,47) und statistischen Bezirken (ICC = 0,11; 95%-KI: -0,09 bis 0,31), wobei sich die 95%-KI der ICC im Paarvergleich jeweils überlappten. Die Gesamtübereinstimmung der vier Walkability-Indizes war mit ICC = 0,49 (95%-KI: 0,39 bis 0,60) moderat.

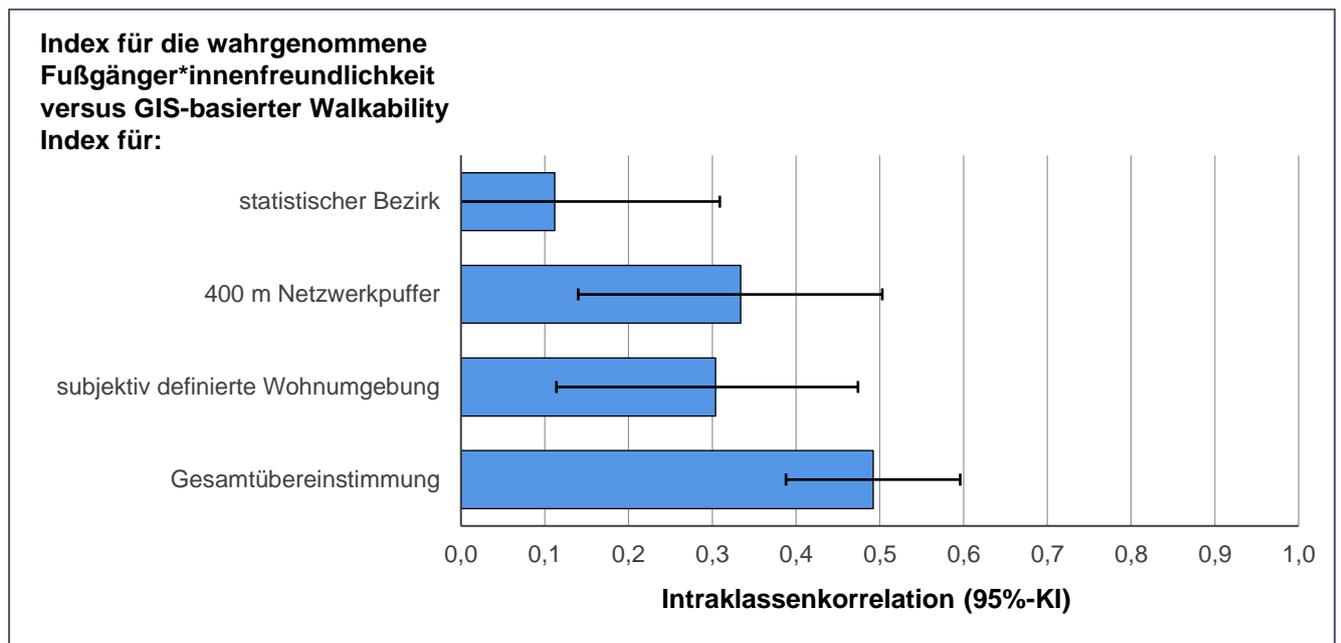


Abbildung 6: Übereinstimmung der GIS-basierten Walkability-Indizes mit dem befragungsbasierten Index für die wahrgenommene Fußgänger*innenfreundlichkeit

Intraklassenkorrelation und zugehörige 95%-KI (Whisker) basierend auf Angaben zu 65 Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld ($n_{\text{gewichtet}} = 58$).

4.4.2 Erklärung körperlicher Aktivität durch die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung

Der Zusammenhang zwischen den GIS-basierten Walkability-Indizes und der körperlichen Aktivität der Befragten wurde in hierarchischen linearen Regressionsmodellen geprüft. Die Analyseergebnisse wurden in folgendem Artikel veröffentlicht: Bödeker, 2018 (Anlage 5). Zusammenfassend war die Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke, Netzwerkpuffer von 400 m und subjektiv definierten Wohnumgebungen sowohl mit dem Gehen innerhalb der Wohnumgebung als auch mit dem Gehen insgesamt assoziiert. Bei Einschluss von Alter, Geschlecht, Familienstand, sozioökonomischem Status, subjektivem Gesundheitszustand und dem Walkability-Index für statistische Bezirke erklärten die separat analysierten Modelle 35,5 % der Varianz des Gehens innerhalb der Wohnumgebung ($R^2 = 0,355$; $p < 0,001$) und 44,8 % Varianz des Gehens insgesamt ($R^2 = 0,448$; $p < 0,001$). Für beide abhängigen Variablen waren der subjektive Gesundheitszustand und der Walkability-Index für statistische Bezirke statistisch signifikante Prädiktoren. Der Unterschied zwischen der Selbstangabe eines sehr guten oder ausgezeichneten gegenüber einem guten, weniger guten oder schlechten Gesundheitszustand war mit einem geschätzten Anstieg von 31,29 (95%-KI: 8,08 bis 44,51) Gehminuten pro Tag innerhalb der Wohnumgebung und 36,47 (95%-KI: 21,07 bis 51,86) Gehminuten insgesamt pro Tag assoziiert. Für die Veränderung des Walkability-Index für statistische Bezirke um einen Punkt wurde ein Anstieg von 2,51

(95%-KI: 0,97 bis 4,04) Gehminuten pro Tag innerhalb der Wohnumgebung und 5,12 (95%-KI: 3,27 bis 6,96) Gehminuten insgesamt pro Tag geschätzt.

Bei Berücksichtigung des Walkability-Index für Netzwerkpuffer anstelle des Index für statistische Bezirke im zweiten Schritt konnte keine statistisch signifikante Veränderung in der Erklärung der abhängigen Variablen nachgewiesen werden. Im dritten Schritt, dem Einschluss des Walkability-Index für selbstdefinierte Wohnumgebungen anstelle des Index für Netzwerkpuffer, stieg der Anteil erklärter Varianz für das Gehen innerhalb der Wohnumgebung auf 40,4 % ($R^2=0,40$ mit $p<0,001$; $\Delta R^2=0,05$ mit $p<0,05$). Die Veränderung des Bestimmtheitsmaßes zur Erklärung des Gehens insgesamt war nicht statistisch signifikant ($\Delta R^2=-0,01$ mit $p>0,05$).

Abbildung 7 zeigt den Effekt der Walkability-Indizes für statistische Bezirke, Netzwerkpuffer und subjektiv definierte Wohnumgebungen auf das Gehen innerhalb der Wohnumgebung und das Gehen insgesamt. In den für Alter, Geschlecht, Familienstand, sozioökonomischen Status und den subjektiven Gesundheitszustand adjustierten Modellen waren die Zusammenhänge zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit für die vier ausgewählten Gebietsdefinitionen und beiden abhängigen Variablen statistisch signifikant. Eine Veränderung des Walkability-Index für statistische Bezirke um einen Punkt war mit einem geschätzten Anstieg von 2,51 (95%-KI: 0,97 bis 4,04) Gehminuten pro Tag innerhalb der Wohnumgebung assoziiert. Basierend auf dem Walkability-Index für Netzwerkpuffer wurde ein Anstieg um 4,11 (95%-KI: 1,65 bis 6,57) Gehminuten innerhalb der Wohnumgebung je Indexpunkt geschätzt. Für den Walkability-Index für subjektiv definierte Wohnumgebungen lag der geschätzte Effekt auf das Gehen innerhalb der Wohnumgebung bei 4,79 (95%-KI: 2,50 bis 7,08) Minuten pro Tag je Indexpunkt. Die analog bestimmten Veränderungen im Gehen insgesamt lagen bei geschätzten 5,12 (95%-KI: 3,27 bis 6,96), 7,58 (95%-KI: 4,61 bis 10,55) und 7,16 (95%-KI: 4,25 bis 10,07) Minuten pro Tag je Indexpunkt für die Fußgänger*innenfreundlichkeit in den statistischen Bezirken, Netzwerkpuffern und subjektiv definierten Wohnumgebungen.

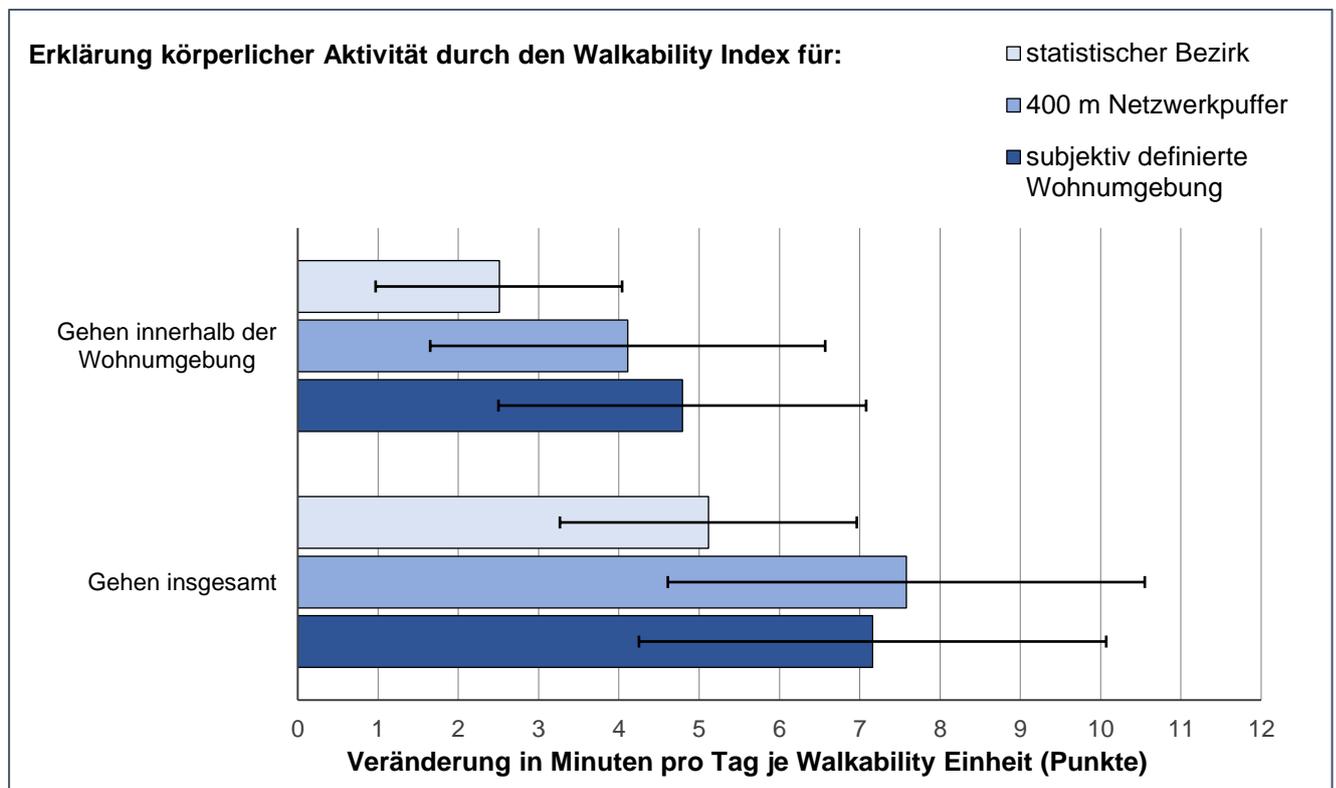


Abbildung 7: Erklärung körperlicher Aktivität durch GIS-basierte Walkability-Indizes für statistische Bezirke, Netzwerkpuffer und subjektiv definierte Wohnumgebungen

Unstandardisierte Regressionskoeffizienten und zugehörige 95%-KI (Whisker) basierend auf hierarchischen linearen Regressionsmodellen in einer Stichprobe von 65 Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld ($n_{\text{gewichtet}} = 58$). Effekte adjustiert für Alter, Geschlecht, Familienstand, sozioökonomischer Status und subjektiver Gesundheitszustand.

5. Diskussion

Das kumulative Promotionsprojekt unterstützt den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung. Die Hauptergebnisse der beiden Projektmodule ergänzen vorausgehende Untersuchungen und tragen zur Methodendiskussion und der Generalisierbarkeit der vorliegenden Evidenz auf den mitteleuropäischen Kontext und die Altersgruppe ab 60 Jahren bei (Christiansen et al., 2014; Dyck et al., 2010; Frank et al., 2006; Freeman et al., 2013; Reyer et al., 2014; Sallis, Cerin et al., 2016; Sundquist et al., 2011; Witten et al., 2012). Zusammenfassend unterstützen sie infrastrukturelle Maßnahmen als Ansatz zur Förderung des aktiven Transports.

Das erste Projektmodul (Kapitel 3) bestätigt den Zusammenhang zwischen dem selbstberichteten aktiven Transport und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit in Bielefeld. Die ausgehend vom ökologischen Modell zur Evaluation der infrastrukturellen Förderung des Gehens und Fahrradfahrens (Ogilvie et al., 2011) durchgeführte Analyse deutet in Übereinstimmung mit zwei vorausgehenden Studien aus Schweden und Kanada darauf hin, dass die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung auch bei Bewohner*innen mit Zugang zum MIV dazu beitragen kann, mehr Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad zu erledigen (Eriksson et al., 2012; McCormack et al., 2014). Eine mögliche und in vorausgehenden Studien belegte Interaktion mit dem sozioökonomischen Status der

Wohnumgebung (Freeman et al., 2013; Owen et al., 2007; Turrell et al., 2013; Witten et al., 2012) konnte für den aktiven Transport in Bielefeld hingegen nicht bestätigt werden. Mögliche Erklärungen schließen unterschiedliche Moderationseffekte auf freizeit- versus transportbezogene körperliche Aktivität ein (Witten et al., 2012), die weitere Untersuchungen unter Einschluss beider Endpunkte in derselben Analyse oder hilfsweise mit analoger methodischer Durchführung notwendig machen.

Eine weitere Interaktion wies im ersten Projektmodul darauf hin, dass die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem aktiven Transport und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung mit zunehmendem Alter abnimmt. Hierzu wurden in vorausgehenden Studien widersprüchliche Ergebnisse für das Gehen und Fahrradfahren in unterschiedlichen Lebensphasen berichtet (Barnes et al., 2016; Christiansen et al., 2014; Forsyth et al., 2009; Ghani et al., 2016; Villanueva et al., 2013). In zwei dieser Untersuchungen zur objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität wurden Effektmoderationen durch das Alter der Befragten für das Fahrradfahren, nicht aber für das Gehen nachgewiesen (Christiansen et al., 2014; Villanueva et al., 2013). Hierauf aufbauend wurde im zweiten Projektmodul der vorliegenden Arbeit (Kapitel 4) der Zusammenhang zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und dem selbstberichteten Gehen von Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld untersucht und für unterschiedliche räumliche Definitionen der Wohnumgebung bestätigt. Es deutet sich demnach an, dass in älteren Bevölkerungsgruppen stabilere Zusammenhänge zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und dem Gehen im Vergleich zum Fahrradfahren bestehen könnten, die weiterer Untersuchungen bedürfen.

Weitere Erklärungen können in der Heranziehung statistischer Bezirke zur räumlichen Definition der Wohnumgebung im ersten Projektmodul (Adams et al., 2014; Brownson et al., 2009; Kerr, Sallis et al., 2013; Orstad et al., 2016; Schulz et al., 2018) und der möglicherweise mangelnden räumlichen Kongruenz in der Erfassung der Exposition und der zu erklärenden körperlichen Aktivität gesehen werden (Chandrabose et al., 2019; Giles-Corti, 2005; Kaczynski, 2012; Keadle et al., 2014; Lovasi et al., 2012). So sind statistische Bezirke möglicherweise aufgrund ihrer Größe und unterschiedlicher Reichweiten nicht in gleicher Weise zur Erklärung des Gehens und Fahrradfahrens in unterschiedlichen Altersgruppen geeignet (Adams et al., 2014; Brownson et al., 2009; Chandrabose et al., 2019; Kerr, Sallis et al., 2013). Zudem blieb im ersten Projektmodul unberücksichtigt, ob die Studienteilnehmenden in dem statistischen Bezirk körperlich aktiv waren, dessen objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit zur Erklärung ihres aktiven Transports herangezogen wurde (Chandrabose et al., 2019; Giles-Corti, 2005; Kaczynski, 2012; Keadle et al., 2014; Lovasi et al., 2012). Im zweiten Projektmodul wurde die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit daher kleinräumiger bestimmt und auf das selbstberichtete Gehen innerhalb der Wohnumgebung bezogen, um die räumliche Kongruenz in der Erfassung der Exposition und des Outcomes zu erhöhen. Als Bezugsräume wurden ausgehend von methodischen Empfehlungen Netzwerkpuffer von 400 m im Fußwegenetz (Kerr, Sallis et al., 2013) sowie subjektiv definierte Wohnumgebungen gewählt. Mit der Berücksichtigung subjektiv definierter Wohnumgebungen folgte die Untersuchung der

Argumentation, dass Definitionen aus Befragungen (z. B. ein Umkreis von 10 bis 15 Gehminuten um die Wohnadresse der Befragten) dem Bewegungsverhalten der Befragten und ihren individuellen räumlichen Vorstellungen besser entsprechen als administrative Gebietsgliederungen oder andere in GIS verwendete Bezugsräume (Barnett et al., 2017; Chandrabose et al., 2019; Lovasi et al., 2012; Spittaels et al., 2009).

Räumliche Unterschiede bieten außerdem eine mögliche Erklärung für die in systematischen Übersichtsarbeiten diskutierten Abweichungen zwischen der objektiven und wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung (Barnett et al., 2017; Cauwenberg et al., 2018; Cerin et al., 2017; Orstad et al., 2016). Neben dem Vergleich der Beiträge der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit von statistischen Bezirken, Netzwerkpuffern um die Wohnadresse und subjektiv definierten Wohnumgebungen zur Erklärung des Gehens innerhalb der Wohnumgebung sowie des Gehens insgesamt wurde im zweiten Projektmodul daher zusätzlich die Übereinstimmung zwischen der objektiven und der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit für die genannten räumlichen Definitionen der Wohnumgebung geprüft. Folgende Annahmen zur räumlichen Kongruenz in der Erfassung der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und der zu erklärenden körperlichen Aktivität werden durch die Ergebnisse des zweiten Projektmoduls unterstützt:

Die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit unterscheidet sich zwischen statistischen Bezirken, Netzwerkpuffern um die Wohnadresse und subjektiv definierten Wohnumgebungen.

Mittelwertunterschiede wurden zwischen dem Walkability-Index für die subjektiv definierte Wohnumgebung im Vergleich zu den Walkability-Indizes für statistische Bezirke und Netzwerkpuffer von 400 m belegt. Die Studie deutet damit darauf hin, dass die Höhe des Walkability-Index von der gewählten räumlichen Bezugsgröße abhängig ist. Das MAUP (Amrhein & Wong, 1996; vgl. Kapitel 2.1) wird hierdurch für die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebungen in Bielefeld bestätigt. Eine mögliche Erklärung ist, dass die Teilnehmenden bei der subjektiven Definition ihrer Wohnumgebung eher fußgänger*innenfreundlichere Gebiete eingeschlossen haben, die sie möglicherweise aufgrund vergangenen Verhaltens besser erinnert haben als andere Gebiete aus der Umgebung ihrer Senior*innenwohnanlage. Ergänzende Analysen wiesen zudem darauf hin, dass die Teilnehmenden in der subjektiven Definition ihrer Wohnumgebung zu Gebieten mit diverser Flächennutzung und stärker auch gewerblicher Flächennutzung tendierten (Bödeker, 2018). Es deutet sich demnach an, dass in den subjektiv definierten Wohnumgebungen verstärkt Ziele wie z. B. aus dem Einzelhandel eingeschlossen wurden, die die Teilnehmenden fußläufig erreichen konnten. Einschränkend ist jedoch anzumerken, dass im Rahmen der Mental-Mapping-Interviews auf lokale Ziele wie z. B. aus dem Einzelhandel Bezug genommen wurde (vgl. Kapitel 4.2.1). In weiteren Studien sollte daher untersucht werden, ob die in dieser Studie identifizierten Unterschiede bestätigt und wie sie erklärt werden können.

Die Übereinstimmung zwischen der objektiven und wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung steigt, wenn die Wohnumgebung im GIS über Netzwerkpuffer von 400 m um die Wohnadresse anstelle von statistischen Bezirken definiert wird.

Die Übereinstimmung der objektiven mit der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung war für die statistischen Bezirke gering ($ICC = 0,11$) und für die Netzwerkpuffer von 400 m um die Senior*innenwohnanlagen mäßig ($ICC = 0,33$). Die statistische Signifikanz dieses Unterschieds konnte allerdings nicht nachgewiesen werden. Die Studienergebnisse stimmen mit vorausgehenden und systematisch zusammengefassten Untersuchungen überein, in denen für die wahrgenommene versus objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung eine mäßige Übereinstimmung berichtet wurde (Orstad et al., 2016). Die vorliegende Studie weist zudem darauf hin, dass die Übereinstimmung mit unterschiedlichen räumlichen Definitionen der Wohnumgebung variieren kann. Ähnliche Unterschiede wurden von Macdonald et al. (2013) für die Erreichbarkeit ausgewählter Ziele in Netzwerkpuffern von 800 m und 1.000 m berichtet, wobei für kleinere Einzugsbereiche tendenziell eine bessere Übereinstimmung mit subjektiven Angaben zu beobachten war.

Eine darüber hinaus erwartete Steigerung der Übereinstimmung zwischen der objektiven und der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung durch Heranziehung subjektiv wahrgenommener Wohnumgebungen anstelle von Netzwerkpuffern wurde nicht erreicht. Für die subjektiv definierte Wohnumgebung war die Übereinstimmung zwischen der wahrgenommenen und objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung mit $ICC = 0,30$ ebenfalls mäßig und geringfügig niedriger als für Netzwerkpuffer von 400 m um die Senior*innenwohnanlagen. Höher fiel demgegenüber die Gesamtübereinstimmung der vier Walkability-Indizes aus. Mit $ICC = 0,49$ legt die moderate Gesamtübereinstimmung in Ergänzung zur je mäßigen Übereinstimmung zwischen der objektiven und wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit nahe, dass zwischen den GIS-basierten Indizes vergleichsweise größere Ähnlichkeiten bestehen. Dies unterstützt die Schlussfolgerungen anderer Autor*innen, dass sowohl objektive Gegebenheiten als auch subjektive Wahrnehmungen zur Erklärung des Bewegungsverhaltens beitragen können, beide zusammenhängen, aber nur wenig übereinstimmen oder möglicherweise eigenständige Beiträge zur Varianzerklärung körperlicher Aktivität leisten können (Arvidsson et al., 2012; Chandrabose et al., 2019; Gebel et al., 2009; Koohsari et al., 2015; McGinn et al., 2007; Nyunt et al., 2015; Orstad et al., 2016; Strath et al., 2012; Wen, Hawkey & Cacioppo, 2006).

Die tägliche Dauer des Gehens innerhalb der Wohnumgebung als auch des Gehens insgesamt ist mit der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke, Netzwerkpuffer von 400 m um die Wohnadresse und subjektiv definierten Wohnumgebungen assoziiert.

Die im Rahmen hierarchischer linearer Regressionsmodelle untersuchten Zusammenhänge zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke, Netzwerkpuffer und subjektiv definierten Wohnumgebungen mit dem Gehen innerhalb der Wohnumgebung und dem Gehen insgesamt waren statistisch signifikant und zeigten in die erwartete Richtung. Übereinstimmend mit vorausgehenden Studien zum Gehen innerhalb der Wohnumgebung (Gallagher et al., 2014; Koh, Leow & Wong, 2015; Li, Fisher, Brownson & Bosworth, 2005; Maisel, 2016) und dem Gehen insgesamt (Berke, Koepsell,

Moudon, Hoskins & Larson, 2007; Reyer et al., 2014; Villanueva et al., 2013; Winters et al., 2015) weisen die Ergebnisse darauf hin, dass fußgänger*innenfreundlicher Städtebau und -gestaltung körperliche Aktivität im dritten Lebensalter begünstigen können.

Der Anteil der erklärten Varianz des Gehens innerhalb der Wohnumgebung steigt, wenn die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit für subjektiv definierte Wohnumgebungen anstatt für Netzwerkpuffer von 400 m um die Wohnadresse herangezogen wird.

Nach Einschluss des Walkability-Index für subjektiv definierte Wohnumgebungen anstelle von Netzwerkpuffern wurden zusätzliche 4,6 % der Varianz des Gehens innerhalb der Wohnumgebung erklärt und der geschätzte Anstieg für die Veränderung von einem Punkt im Walkability-Index von 4,1 auf 4,8 Minuten pro Tag erhöht. Das Ergebnis bestätigt frühere Studien, in denen die Assoziation zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und der körperlichen Aktivität im dritten Lebensalter je nach Definition der Wohnumgebung variierte (Cerin et al., 2016; Etman et al., 2014; Nagel, Carlson, Bosworth & Michael, 2008; Nathan et al., 2012; Shin, Kweon & Shin, 2011; Villanueva et al., 2013). Neben dem MAUP (Amrhein & Wong, 1996) wird hierdurch auch das UGCoP (Kwan, 2012; Lee & Kwan, 2019; Zhao et al., 2018; vgl. Kapitel 2.1) für die Assoziation zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und dem Gehen innerhalb der Wohnumgebung bestätigt. Dies deutet an, dass die Teilnehmenden bei der subjektiven Definition ihrer Wohnumgebung fußgänger*innenfreundlichere Gebiete eingeschlossen haben, in denen sie tatsächlich auch körperlich aktiv gewesen sein könnten. Hierauf weisen auch Untersuchungen unter Einsatz von GPS (Global Positioning System; Krenn, 2014) hin, in denen die Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung mit dem Aktivitätsraum, einem Maß für räumliches Verhalten (Matthews & Yang, 2013), assoziiert war (Boruff, Nathan & Nijenstein, 2012; Hirsch, Winters, Clarke & McKay, 2014; Rundle et al., 2016; Wang, Kwan & Chai, 2018).

Die außerdem erwartete Erhöhung des Anteils erklärter Varianz des Gehens innerhalb der Wohnumgebung durch Einschluss des Walkability-Index für Netzwerkpuffer anstelle des Walkability-Index für statistische Bezirke konnte hingegen nicht belegt werden. Ebenso konnten keine Veränderungen des Bestimmtheitsmaßes in der parallel durchgeführten Regressionsanalyse zum Gehen insgesamt nachgewiesen werden. Dies deutet darauf hin, dass die räumliche Spezifizierung der Exposition nicht ausreicht, um die Vorhersage körperlicher Aktivität zu verbessern. Vielmehr unterstützen die Ergebnisse die Argumentation, dass Exposition und Outcome zur Quantifizierung möglicher Zusammenhänge räumlich aufeinander abgestimmt werden sollten (Giles-Corti, 2005; Hillsdon, Coombes, Griew & Jones, 2015; Jansen, Kamphuis, Carlijn B. M., Pierik, Ettema & Dijst, 2018; Lovasi et al., 2012).

5.1 Stärken und Schwächen

Die Studien aus dem kumulativen Promotionsprojekt gehören zu den ersten, in denen der Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung

in Deutschland untersucht wurde (Rottmann & Mielck, 2014; Schulz et al., 2018). Beide haben methodische Schwächen, aber auch Stärken, die sich gegenseitig ergänzen und die Limitationen des jeweils anderen einzuschätzen helfen.

Zu den Stärken beider Projektmodule zählt, dass der Walkability-Index auf Basis amtlicher geografischer Informationen und OSM berechnet wurde. Die Vollständigkeit und Konsistenz der aus OSM hinzugezogenen Weeginformationen wurde in einer bundesweiten Untersuchung gegenüber kommerziellen Datenbanken bestätigt (Neis et al., 2012). Im zweiten Projektmodul wurde die objektive Fußgänger*innenfreundlichkeit darüber hinaus für unterschiedliche räumliche Definitionen der Wohnumgebung bestimmt. Unterschiede zwischen Netzwerkpuffern und den auch im ersten Modul herangezogenen statistischen Bezirken im Walkability-Index und dessen Assoziation mit körperlicher Aktivität konnten dabei nicht belegt werden. Zumal statistische Bezirke die Wohnumgebung in soziokultureller Hinsicht und als Bewegungsraum weniger adäquat abbilden, wäre die Nutzung von Netzwerkpuffern daher auch im ersten Modul zwar wünschenswert gewesen (Adams et al., 2014; Brownson et al., 2009; Chandrabose et al., 2019; Kerr, Sallis et al., 2013; Schulz et al., 2018). In der gemeinsamen Betrachtung wird diese Limitation aber durch die Ergebnisse des zweiten Moduls relativiert. Die Erfassung der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der statistischen Bezirke und die hierdurch näherungsweise erreichte räumliche Repräsentativität kann daher als Stärke des ersten Projektmoduls hervorgehoben werden.

Zu den Stärken des ersten Projektmoduls zählt weiterhin, dass bevölkerungsrepräsentative Daten zum aktiven Transport für die Analyse des Zusammenhangs zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität herangezogen und im Rahmen einer Mehrebenenanalyse hinsichtlich möglicher Interaktionen mit personen-, haushalts- und kontextbezogenen Merkmalen untersucht werden konnten (Bock & Diehl, 2014; Panter & Jones, 2010; Schulz et al., 2018; Yang, 2015). Demgegenüber ist die im zweiten Projektmodul analysierte Stichprobe weder für die Bevölkerung im dritten Lebensalter noch für Bewohner*innen aus Senior*innenwohnanlagen in Bielefeld repräsentativ. Die Untersuchung zeichnet sich hingegen durch eine im Vergleich zum ersten Projektmodul differenziertere Erhebungsmethodik aus. So wurde die Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung per GIS und zusätzlich durch eine schriftliche Befragung bestimmt, in der außerdem zwischen dem Gehen in und außerhalb der Wohnumgebung unterschieden werden konnte. Die hierfür eingesetzten Fragebögen NEWS und NPAQ wurden für das zweite Projektmodul kulturell adaptiert und ihre konkurrenzbewusste bzw. kriteriumsbezogene Validität gegenüber Pedometern geprüft. Beide Instrumente stehen für weitere Untersuchungen im deutschsprachigen Raum zur Verfügung (Bödeker et al., 2012; Bödeker, Bucksch & Wallmann-Sperlich, 2018). Eine besondere Stärke des zweiten Moduls ist darüber hinaus, dass die räumlichen Vorstellungen der Befragten nicht nur in der Erfassung der wahrgenommenen, sondern auch der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit berücksichtigt wurden und beide daher auf derselben räumlichen Grundlage miteinander verglichen werden konnten (Barnett et al., 2017; Chandrabose et al., 2019; Lovasi et al., 2012; Spittaels et al., 2009).

Eine wesentliche Limitation des kumulativen Promotionsprojekts ist, dass in beiden Projektmodulen Querschnittsdaten analysiert wurden, die keine Rückschlüsse zur Kausalität erlauben und durch eine mögliche Selbstselektion der Befragten verzerrt sein können (Boone-Heinonen, Guilkey, Evenson & Gordon-Larsen, 2010; Lovasi & Goldsmith, 2014). Eine alternative Erklärung für den Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität kann daher sein, dass körperlich Aktive ihren Wohnort tendenziell stärker unter Berücksichtigung der örtlichen Möglichkeiten für Bewegung auswählen, während sich Inaktivere mit Präferenzen für den MIV häufiger für weniger fußgänger*innenfreundliche Wohnumgebungen entscheiden. Da Wohnortpräferenzen in keinem der beiden Projektmodule kontrolliert wurden, muss eine mögliche Überschätzung der berichteten Zusammenhänge eingeräumt werden. Dennoch kann unter Rückgriff auf systematische Übersichtsarbeiten zu Längsschnittuntersuchungen (Chandrabose et al., 2019) und natürlichen Experimenten (Ding et al., 2018; Sallis, Bull, Burdett et al., 2016; Smith et al., 2017) angeführt werden, dass fußgänger*innenfreundliche Wohnumgebungen über mögliche Selektionseffekte hinaus zu vermehrter körperlicher Aktivität und verminderten kardiometabolischen Risiken beitragen.

Darüber hinaus wurden in beiden Projektmodulen Selbstangaben zur körperlichen Aktivität verwendet, sodass ein Recall Bias der Untersuchungsergebnisse nicht ausgeschlossen werden kann (Forsén et al., 2010; Helmerhorst, Brage, Warren, Besson & Ekelund, 2012; Kowalski, Rhodes, Naylor, Tuokko & MacDonald, 2012; Leitzmann et al., 2020). Aufgrund der im ersten Projektmodul eingesetzten Wegeprotokolle kann zwar angenommen werden, dass die mögliche Tendenz zur Überschätzung körperlich aktiv zurückgelegter Wege reduziert werden konnte (Kelly, Krenn, Titze, Stopher & Foster, 2013; Panter, Costa, Dalton, Jones & Ogilvie, 2014). Inwieweit die Protokolle tatsächlich genutzt wurden, bleibt aufgrund der telefonischen Übermittlung aber offen (Helmert & Henninger, 2011). Zudem wurde das Protokoll für einen einzelnen selbstgewählten Tag erbeten, obwohl die Verkehrsmittelwahl innerhalb einer Woche variieren kann (Heinen & Ogilvie, 2016). Im zweiten Projektmodul konnte dagegen ein Fragebogen zur habituellen körperlichen Aktivität eingesetzt werden, dessen kriteriumsbezogene Validität in einer Teilstichprobe der Befragten gegenüber Pedometern bestätigt wurde (Bödeker, Bucksch & Wallmann-Sperlich, 2018). Die Selbstangaben aus dem NPAQ sind demnach geeignet, um zwischen körperlich aktiveren und inaktiveren Befragten zu unterscheiden (moderate Rangkorrelation mit Schrittzahlen). Offen bleibt hingegen, ob die angegebene Dauer körperlicher Aktivität tatsächlich von den Teilnehmenden erreicht wurde. Zur Validität der Selbstangaben zum Gehen innerhalb der Wohnumgebung muss außerdem angemerkt werden, dass in der Erfassung des Vergleichskriteriums keine örtliche Unterscheidung der gezählten Schritte erfolgt ist.

Weiterhin sind aufgrund des Alters der Befragten, der fehlenden Kontrolle kognitiver Fähigkeiten und des hohen Frauenanteils in der Stichprobe des zweiten Projektmoduls sowohl Tendenzen zur Über- als auch zur Unterschätzung körperlicher Aktivität nicht auszuschließen (Forsén et al., 2010; Heesch, Uffelen & Brown, 2014; Helmerhorst et al., 2012; Kowalski et al., 2012). Es kann daher nicht ausgeschlossen

werden, dass Bewohner*innen mehr oder weniger fußgänger*innenfreundlicher Wohnumgebungen (z. B. aufgrund unterschiedlicher Bevölkerungsstrukturen) ihre körperliche Aktivität in unterschiedlicher Weise über- oder unterschätzen. Als Limitation muss folglich eingeräumt werden, dass der Zusammenhang nicht zusätzlich anhand der zur Testung des NPAQ erfassten Schrittzahlen geprüft wurde. Der Grund hierfür ist, dass der ohnehin kleine Stichprobenumfang hierdurch auf 41 Teilnehmende mit Mental Mapping und Pedometrie reduziert worden wäre. Es kann an dieser Stelle daher nur hilfswise auf einen systematischen Review verwiesen werden, der den Zusammenhang zwischen der Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und objektiv erfassten Schritten bei Erwachsenen im zweiten Lebensalter bestätigt (Hajna et al., 2015). Weitere Untersuchungen im dritten Lebensalter sind erforderlich.

Weitere Limitationen sind bezüglich der statistischen Modellierung und des zeitlichen Unterschieds zwischen den Erfassungen der körperlichen Aktivität und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung zu diskutieren. So wurden im ersten Projektmodul Befragungsdaten und geografische Informationen analysiert, zwischen deren Erhebung bis zu zwei Jahre lagen. Da zwischenzeitliche bauliche Veränderungen im Stadtgebiet anzunehmen sind, wäre eine erneute Analyse auf Basis der im Jahr 2017 wiederholten Befragung zur Verkehrsmittelwahl mit geografischen Informationen aus demselben Jahr wünschenswert (Stuhm, Stumm & Zhang, 2018). Hierin sollten haushaltsbezogene Merkmale nach Möglichkeit auf einer separaten Ebene modelliert werden. In der hier vorgelegten Mehrebenenanalyse konnte dies aufgrund eines hohen Anteils von Haushalten mit nur einem Teilnehmenden (46,6 %) nicht realisiert werden. Auch im zweiten Projektmodul wurden aufgrund des hohen Anteils von Senior*innenwohnanlagen mit einzelnen Studienteilnehmer*innen (43,5 %) und des darüber hinaus geringen Stichprobenumfangs auch die Merkmale der Person und der Wohnumgebung auf derselben Ebene modelliert. Welcher Anteil der Varianz körperlicher Aktivität durch Unterschiede zwischen den Wohnumgebungen erklärt wird sowie mögliche ebenenübergreifende Interaktionen konnten daher nicht untersucht werden (Bock & Diehl, 2014).

5.2 Implikationen für die Bewegungsforschung und -förderung

Zusammenfassend tragen die Ergebnisse des Promotionsprojekts zur Evidenzbasierung städtebaulicher Interventionen zur Bewegungsförderung bei, indem sie den Zusammenhang zwischen der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung und körperlicher Aktivität am Fallbeispiel einer historisch gewachsenen Stadt in Deutschland sowie für die Altersgruppe ab 60 Jahren bestätigen und methodische Unterschiede in der Erfassung der Determinante einzuschätzen helfen.

Hervorgehoben werden kann, dass die Assoziation für unterschiedliche räumliche Definitionen der Wohnumgebung belegt werden konnte und jeweils in die erwartete Richtung zeigte. Hinweise auf eine Sensitivität gegenüber Veränderungen der räumlichen Bezugsgröße zeigten sich nicht für den Nachweis des Zusammenhangs, sondern für die Quantifizierung der Determination. Zu den Implikationen der Studie für die weitere Forschung zählt daher, mögliche räumliche Bezüge des untersuchten Outcomes (z. B.

Gehen vs. Fahrradfahren, Freizeit vs. Transport) zu bestimmen und bei der Definition möglicher Expositionsgebiete zu berücksichtigen sowie Sensitivitätsanalysen mit unterschiedlichen Raumdefinitionen durchzuführen, um mögliche Verzerrungen durch das UGCoP (Kwan, 2012; Lee & Kwan, 2019; Zhao et al., 2018; vgl. Kapitel 2.1) zu minimieren und adäquat reflektieren zu können. Größere räumliche Kongruenz zwischen Outcome und Exposition kann hierzu möglicherweise auf Basis subjektiver räumlicher Definitionen (Tribby et al., 2017) und GPS-basierter Aktivitätsräume (Matthews & Yang, 2013) oder Ecological Momentary Assessments (Kerr, Marshall et al., 2013; Liao, Intille & Dunton, 2015) erreicht werden.

Weitere Implikationen für zukünftige Untersuchungen ergeben sich aus dem Befund, dass die in unterschiedlichen Übersichtsarbeiten benannten, bisher aber nicht hinreichend erklärten Unterschiede zwischen Befunden aus GIS- versus befragungsbasierten Studien (Barnett et al., 2017; Cauwenberg et al., 2018; Cerin et al., 2017; Chandrabose et al., 2019; Orstad et al., 2016) durch unterschiedliche räumliche Bezüge mitverursacht sein können. Auch in weiteren Untersuchungen zur Übereinstimmung zwischen der objektiven und der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung sollten daher ebenfalls eine größtmögliche Kongruenz der zugrunde liegenden räumlichen Definitionen angestrebt und Sensitivitätsanalysen mit unterschiedlichen Raumdefinitionen eingeschlossen werden. Zusätzlicher Forschungsbedarf besteht weiterhin darin, die bestehenden Abweichungen zwischen objektiven Gegebenheiten und subjektiven Wahrnehmungen der Wohnumgebung zu erklären (Orstad et al., 2016). So legen die Ergebnisse des zweiten Projektmoduls nahe, dass neben einer möglicherweise mangelnden räumlichen Kongruenz in den Erhebungen weitere Faktoren für die berichteten Abweichungen ursächlich sind. In Kapitel 2.1.2 wurden hierzu bereits Studienergebnisse zusammengefasst, die eine Moderation des Zusammenhangs zwischen der wahrgenommenen und der objektiven Fußgänger*innenfreundlichkeit der Wohnumgebung durch personenbezogene Merkmale wie Alter, Familienstand und den sozioökonomischen Status sowie die körperliche Aktivität, das Vergnügen daran und die bewegungsbezogene Selbstwirksamkeitserwartung andeuten (Arvidsson et al., 2012; Bereitschaft, 2018; Gebel et al., 2009; Koohsari et al., 2015; Macdonald et al., 2013). Weitere Studien sind erforderlich, um mögliche Wirkungspfade von den objektiven Gegebenheiten über subjektive, möglicherweise durch die zuvor genannten und weitere Faktoren beeinflusste Umweltwahrnehmungen auf das Verhalten zu untersuchen (Orstad et al., 2016). Entsprechende Untersuchungen können z. B. auf dem erweiterten ökologischen Modell zur Evaluation der infrastrukturellen Förderung des Gehens und Fahrradfahrens aufbauen, in dem individuelle Wahrnehmungen der städtebaulichen und sozialen Verhältnisse als intermediäre Faktoren integriert und zusätzlich die Gewohnheitsstärke und soziale Normen als mögliche Einflussfaktoren berücksichtigt wurden (Ogilvie et al., 2011; Panter et al., 2017).

Aus einer anwendungsbezogenen Perspektive können die Ergebnisse des Promotionsprojekts darüber hinaus zur Interventionsentwicklung auf Basis der Nationalen Empfehlungen zur Bewegungsförderung (Abu-Omar et al., 2017; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Gediga & Messing, 2017) und des Entwurfs zur

Nationalen Fußverkehrsstrategie (Bauer et al., 2018), in denen städtebauliche und -gestalterische Planungsleitsätze zur Fußgänger*innenfreundlichkeit von Wohnumgebungen als potenziell breitenwirksamer und nachhaltiger Ansatz eingeschlossen werden, beitragen. So können hierzu perspektivisch die GIS-basierten Indizes zur Diversität der Flächennutzung, Bebauung gewerblicher Flächen, Haushaltsdichte, Konnektivität im Wegenetz sowie der kumulative Walkability-Index (Frank, Sallis et al., 2010) herangezogen werden, um städtische Räume zu identifizieren und im Rahmen von Monitorings zu begleiten, die mittel- und langfristig unter Berücksichtigung der Fußgänger*innenfreundlichkeit entwickelt werden sollen. Zusätzlich können die Ergebnisse des Promotionsprojekts die Entwicklung massenmedialer Kommunikationskampagnen unterstützen, die zur Begleitung verhältnisbezogener Interventionen empfohlen werden (Abu-Omar et al., 2017; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Gediga & Messing, 2017). Hierzu deuten die Unterschiede zwischen der objektiven und der wahrgenommenen Fußgänger*innenfreundlichkeit von Wohnumgebung in Bielefeld sowie in außereuropäischen Studien an (Arvidsson et al., 2012; Gebel et al., 2009), dass die vor Ort bestehenden Möglichkeiten für den aktiven Transport unterschätzt werden können. Eine möglicherweise effektive Kommunikationsstrategie begleitender Kampagnen könnte daher sein, auf bestehende oder neu geschaffene lokale Infrastrukturen im Fuß- und Radverkehr aufmerksam zu machen und für deren Nutzung zu motivieren. International liegen für diesen kombinierten verhältnisbezogenen und massenmedialen Ansatz bereits erste Interventionsbeispiele und -studien vor, die adaptiert und im hiesigen Kontext zur bevölkerungsbezogenen Bewegungsförderung erprobt werden können (Adams & Sherar, 2018; Bailly et al., 2018; Barnes et al., 2013; Curl, Kearns, Macdonald, Mason & Ellaway, 2018; Panter et al., 2017).

Eine weitere Implikation des vorliegenden Projekts, in dem eine städtebaulich-gestalterische Determinante körperlicher Aktivität untersucht wurde, kann darüber hinaus auf der Notwendigkeit der Zusammenarbeit unterschiedlicher kommunaler Ressorts liegen. Einem ressortübergreifenden Vorgehen nach dem HiAP-Ansatz (Geene et al., 2020; Shankardass et al., 2015) wird in den Nationalen Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung ein besonderes Potenzial zugesprochen (Abu-Omar et al., 2017; Rütten, Abu-Omar, Burlacu, Gediga & Messing, 2017). Forschungsbedarfe bestehen jedoch auch international noch darin, wie ressortübergreifende Kooperationen initiiert, organisiert und fachspezifische Logiken (Begrifflichkeiten, Erfolgskriterien, Verfahren) integriert werden können, um interdisziplinär informierte, evidenzbasierte Entscheidungsprozesse zu erreichen (Brüchert, Quentin, Baumgart & Bolte, 2017; Chircop, Bassett & Taylor, 2015; Gohres & Kolip, 2017; Igel et al., 2017; Sallis, Bull, Burdett et al., 2016; Shankardass et al., 2015).

Als ein mögliches, weiter zu untersuchendes Instrument zur Umsetzung ressortübergreifender Gesundheitsförderungsstrategien in Deutschland werden kommunale Steuerungsgremien wie z. B. Gesundheitskonferenzen von der Nationalen Präventionskonferenz (2018) empfohlen. Diese zielen darauf ab, lokale Akteur*innen der Gesundheitsförderung und -versorgung sowohl untereinander als auch mit angrenzenden Kommunalressorts und Politikfeldern zu vernetzen, um Maßnahmen in unterschiedlichen Settings zu koordinieren und integrierte kommunale Gesundheitsstrategien zu entwickeln (Hollederer, 2015).

Aufbauen kann diese Gremien- und Netzwerkarbeit auf Praxisleitfäden zum HiAP-Ansatz (Chircop et al., 2015; Shankardass et al., 2015) und der Zusammenarbeit zwischen dem Öffentlichen Gesundheitsdienst und der Stadtentwicklung (Baumeister et al., 2019) sowie thematisch auf Leitfäden zur verhältnisbezogenen Bewegungsförderung (Community Preventive Services Task Force, 2016; Edwards & Tsouros, 2010; Geuter & Bucksch, 2014; WHO 2017) und Handlungsempfehlungen aus angrenzenden Fach- bzw. Politikbereichen zur Förderung des aktiven Transports (Bauer et al., 2018; BMVBS, 2012; SRU, 2020).

Mögliche Ansatzpunkte zur Umsetzung dieser Empfehlungen durch kommunale Steuerungsgremien wurden im Rahmen des vorliegenden kumulativen Promotionsprojekts im folgenden anwendungsbezogenen Beitrag am Beispiel der Gesundheitskonferenzen in den Gesundheitsregionen^{plus} in Bayern zusammengetragen: Bödeker & Bucksch, 2018. In Anlehnung an etablierte Prozessmodelle (Geuter & Bucksch, 2014; Quilling, Dadaczynski & Müller, 2016) veranschaulicht der Beitrag zusammenfassend, dass für eine ressortübergreifende Zusammenarbeit zur Bewegungsförderung neben Maßnahmenprozessen (Bedarfsanalyse, Strategieentwicklung, Finanzierung, Umsetzung und Evaluation einzelner Projekte) zusätzliche Netzwerkprozesse erforderlich erscheinen, um für unterschiedliche fachliche Perspektiven sensibilisieren, ressortübergreifende Arbeitsgruppen gründen, ein integriertes Leitbild entwickeln und durch netzwerkinterne Kommunikation sowie Öffentlichkeitsarbeit verbreiten zu können. Die für die genannten Teilschritte enthaltenen Empfehlungen basieren jedoch auf Praxisleitfäden und Fallbeispielen, die eine weitere wissenschaftliche Begleitforschung erforderlich erscheinen lassen, in der die strukturellen Voraussetzungen für ressortübergreifende Kooperationen und die hierfür notwendigen Prozesse als auch die gesundheitlichen Auswirkungen der daraus entstehenden Maßnahmen und Projekte untersucht werden sollen. Die Ergebnisse einer solchen Begleitforschung können perspektivisch zur strukturellen Weiterentwicklung der Bewegungsförderung in Deutschland, für die bereits erste konsentrierte Handlungsempfehlungen vorliegen (Gohres & Kolip, 2017), beitragen.

Literaturverzeichnis

- Abu-Omar, K., Rütten, A., Burlacu, I., Messing, S., Pfeifer, K. & Ungerer-Röhrich, U. (2017). Systematischer Review von Übersichtsarbeiten zu Interventionen der Bewegungsförderung. Methodologie und erste Ergebnisse. *Gesundheitswesen*, 79(S 01), S45-S50. <https://doi.org/10.1055/s-0042-123502>
- Adams, E. J. & Sherar, L. B. (2018). Community perceptions of the implementation and impact of an intervention to improve the neighbourhood physical environment to promote walking for transport: a qualitative study. *BMC Public Health*, 18(1), 1311. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5619-y>
- Adams, F. L., Schipperijn, J., Smith, G., Chapman, J., Christiansen, L., Coffee, N. et al. (2014). International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems. the IPEN adult study. *International Journal of Health Geographics*, 13, 43. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-13-43>
- Adams, M. A., Ryan, S., Kerr, J., Sallis, J. F., Patrick, K., Frank, L. D. et al. (2009). Validation of the Neighborhood Environment Walkability Scale (NEWS) items using geographic information systems. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(Suppl. 1), 113–123. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.s1.s113>
- Ahrens, W., Hoffmann, W., Jöckel, K.-H., Kaaks, R., Greiser, K. H., Linseisen, J. et al. (2014). The German National Cohort: aims, study design and organization. *European Journal of Epidemiology*, 29(5), 371–382. <https://doi.org/10.1007/s10654-014-9890-7>
- Amrhein, C. & Wong, W. S.D. (1996). Research on the MAUP: Old wine in a new bottle or real breakthrough? *Journal of Geographical Systems: Geographical Information, Analysis, Theory and Decision*, 3(2-3), 73–76.
- Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder. (2010). *Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®). Grunddatenbestand und landesspezifische Inhalte Landes Nordrhein-Westfalen*. Zugriff am 16.03.2011. Verfügbar unter: <http://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Liegenschaftskataster/ALKIS/>
- Arvidsson, D., Kawakami, N., Ohlsson, H. & Sundquist, K. (2012). Physical activity and concordance between objective and perceived walkability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(2), 280–287. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822a9289>
- Bae, W. K., Cho, B. & Son, K. Y. (2015). Validity and Reliability of the Korean Version of Neighborhood Physical Activity Questionnaire. *Korean Journal of Family Medicine*, 36(3), 135–140. <https://doi.org/10.4082/kjfm.2015.36.3.135>
- Bailly, L., d'Arripe-Longueville, F., Fabre, R., Emile, M., Valbousquet, J., Ferré, N. et al. (2018). Impact of improved urban environment and coaching on physical condition and quality of life in elderly women: a controlled study. *European Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cky192>
- Barnes, R., Giles-Corti, B., Bauman, A., Rosenberg, M., Bull, F. C. & Leavy, J. E. (2013). Does neighbourhood walkability moderate the effects of mass media communication strategies to promote regular physical activity? *Annals of Behavioral Medicine : a Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 45 Suppl 1, S86-94. <https://doi.org/10.1007/s12160-012-9429-7>

- Barnes, R., Winters, M., Ste-Marie, N., McKay, H. & Ashe, M. C. (2016). Age and retirement status differences in associations between the built environment and active travel behaviour. *Journal of Transport & Health*, 3(4), 513–522. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.03.003>
- Barnett, D. W., Barnett, A., Nathan, A., Cauwenberg, J. Van & Cerin, E. (2017). Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking. A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 103. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0558-z>
- Bauer, U., Hertel, M. & Buchmann, L. (2018). *Geht doch! Grundzüge einer bundesweiten Fußverkehrsstrategie* (Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, TEXTE 75/2018). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Bauman, A., Merom, D., Bull, F. C., Buchner, D. M. & Fiatarone Singh, M. A. (2016). Updating the Evidence for Physical Activity: Summative Reviews of the Epidemiological Evidence, Prevalence, and Interventions to Promote "Active Aging". *The Gerontologist*, 56 Suppl 2, S268-80. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw031>
- Baumeister, H., Rüdiger, A., Köckler, H., Claßen, T., Hamilton, J., Rüdiger, M. et al. (2019). *Leitfaden Gesunde Stadt. Hinweise für Stellungnahmen zur Stadtentwicklung aus dem Öffentlichen Gesundheitsdienst* (2. Aufl.). Bochum: Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen.
- Beard, J. R. & Petitot, C. (2010). Ageing and Urbanization. Can Cities be Designed to Foster Active Ageing? *Public Health Reviews*, 32(2), 127–450. <https://doi.org/10.1007/BF03391610>
- Bereitschaft, B. (2018). Walk Score® versus residents' perceptions of walkability in Omaha, NE. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 26(7), 1–24. <https://doi.org/10.1080/17549175.2018.1484795>
- Berke, E. M., Koepsell, T. D., Moudon, A. V., Hoskins, R. E. & Larson, E. B. (2007). Association of the built environment with physical activity and obesity in older persons. *American Journal of Public Health*, 97(3), 486–492. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2006.085837>
- Bird, E. L., Panter, J., Baker, G., Jones, T. & Ogilvie, D. (2018). Predicting walking and cycling behaviour change using an extended Theory of Planned Behaviour. *Built Environment, Transport & Health*, 10, 11–27. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.05.014>
- Bird, S., Kurowski, W., Feldman, S., Browning, C., Lau, R., Radermacher, H. et al. (2009). The influence of the built environment and other factors on the physical activity of older women from different ethnic communities. *Journal of Women & Aging*, 21(1), 33–47.
- Bock, C. & Diehl, K. (2014). Statistische Modellierung und Verfahren. In J. Bucksch & S. Schneider (Hrsg.), *Walkability. Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune* (S. 189–198). Bern: Hans Huber.
- Bödeker, M. (2011). *Walkability im dritten Lebensalter – Zur Evaluation fußgängerfreundlicher Wohnumgebungen in Deutschland [Masterarbeit]*. Bielefeld: Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften.
- Bödeker, M. (2018). Walking and Walkability in Pre-Set and Self-Defined Neighborhoods: A Mental Mapping Study in Older Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1363. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071363>

- Bödeker, M. & Bucksch, J. (2018). Bewegungsfreundliche Kommune am Beispiel der Gesundheitsregionen^{plus} in Bayern. *Public Health Forum*, 26(2), 156–159. <https://doi.org/10.1515/pubhef-2018-0021>
- Bödeker, M., Bucksch, J. & Fuhrmann, H. (2012). Bewegungsfreundlichkeit von Wohnumgebungen messen. Entwicklung und Einführung der deutschsprachigen "Neighborhood Environment Walkability Scale. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 7(3), 220–226. <https://doi.org/10.1007/s11553-012-0344-3>
- Bödeker, M., Bucksch, J. & Wallmann-Sperlich, B. (2018). Self-reported physical activity within and outside the neighborhood. Criterion-related validity of the Neighborhood Physical Activity Questionnaire in German older adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 22(1), 61–69. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2017.1383256>
- Bödeker, M., Finne, E., Kerr, J. & 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*, 5(9), 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.03.009>
- Bödeker, M. & Reyer, M. (2014). Auswirkungen der Walkability auf Senioren. In J. Bucksch & S. Schneider (Hrsg.), *Walkability. Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune* (S. 229–239). Bern: Hans Huber.
- Boone-Heinonen, J., Guilkey, D. K., Evenson, K. R. & Gordon-Larsen, P. (2010). Residential self-selection bias in the estimation of built environment effects on physical activity between adolescence and young adulthood. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 70. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-70>
- Boruff, B. J., Nathan, A. & Nijenstein, S. (2012). Using GPS technology to (re)-examine operational definitions of 'neighbourhood' in place-based health research. *International Journal of Health Geographics*, 11(1), 22. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-22>
- Bourdeaudhuij, I. de, Sallis, J. F. & Saelens, B. E. (2003). Environmental correlates of physical activity in a sample of Belgian adults. *American Journal of Health Promotion*, 18, 83–92. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-18.1.83>
- Brown, V., Diomedes, B. Z., Moodie, M., Veerman, J. L. & Carter, R. (2016). A systematic review of economic analyses of active transport interventions that include physical activity benefits. *Transport Policy*, 45, 190–208. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.10.003>
- Brownson, R. C., Chang, J. J., Eyler, A. A., Ainsworth, B. E., Kirtland, K. A., Saelens, B. E. et al. (2004). Measuring the environment for friendliness toward physical activity. a comparison of the reliability of 3 questionnaires. *American Journal of Public Health*, 94(3), 473–483. <https://doi.org/10.2105/AJPH.94.3.473>
- Brownson, R. C., Hoehner, C. M., Day, K., Forsyth, A. & Sallis, J. F. (2009). Measuring the built environment for physical activity. state of the science. *American Journal of Preventive Medicine*, 36(4 Suppl), 99–123. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.01.005>
- Brüchert, T., Quentin, P., Baumgart, S. & Bolte, G. (2017). Intersectoral collaboration of public health and urban planning for promotion of mobility and healthy ageing: protocol of the AFOOT project. *Cities & Health*, 1(1), 83–88. <https://doi.org/10.1080/23748834.2017.1312086>

- Buck, C. & Tkaczick, T. (2014). Geographische Informationssysteme. In J. Bucksch & S. Schneider (Hrsg.), *Walkability. Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune* (S. 165–177). Bern: Hans Huber.
- Bucksch, J. & Schneider, S. (2014). Walkability – Einführung und Überblick. In J. Bucksch & S. Schneider (Hrsg.), *Walkability. Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune* (S. 15–26). Bern: Hans Huber.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung. (2015). *Laufenden Raumb Beobachtung des BBR. Raumabgrenzungen Stadtregionen*. Zugriff am 16.03.2019. Verfügbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/Grossstadtregionen/stadtregionen_node.html
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. (2012). *Nationaler Radverkehrsplan 2020. Den Radverkehr gemeinsam weiterentwickeln*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Zugriff am 02.01.2020. Verfügbar unter: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/bund/nationaler-radverkehrsplan-nrvp-2020>
- Carlson, J. A., Sallis, J. F., Conway, T. L., Saelens, B. E., Frank, L. D., Kerr, J. et al. (2012). Interactions between psychosocial and built environment factors in explaining older adults' physical activity. *Preventive Medicine*, 54(1), 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.10.004>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness. definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126–131.
- Cauwenberg, J. Van, Barnett, A., Barnett, D. W. & Cerin, E. (2018). Relationships between neighbourhood physical environmental attributes and older adults' leisure-time physical activity. A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(7), 1635–1660. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0917-1>
- Cauwenberg, J. Van, Bourdeaudhuij, I. de, Meester, F. de, Dyck, D. Van, Salmon, J., Clarys, P. et al. (2011). Relationship between the physical environment and physical activity in older adults. A systematic review. *Health & Place*, 17(2), 458–469. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.11.010>
- Cerin, E., Barnett, A., Sit, C., Cheung, M.-c., Lee, L.-c., Ho, S.-y. et al. (2011). Measuring walking within and outside the neighborhood in Chinese elders. reliability and validity. *BMC Public Health*, 11, 851. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-851>
- Cerin, E., Conway, T., Cain, K., Kerr, J., Bourdeaudhuij, I. de, Owen, N. et al. (2013). Sharing good NEWS across the world. developing comparable scores across 12 countries for the neighborhood environment walkability scale (NEWS). *BMC Public Health*, 13(1), 309. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-309>
- Cerin, E., Leslie, E., Owen, N. & Bauman, A. (2008). An Australian version of the Neighborhood Environment Walkability Scale. Validity Evidence. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 12, 31–51. <https://doi.org/10.1080/10913670701715190>
- Cerin, E., Nathan, A., Cauwenberg, J. Van, Barnett, D. W. & Barnett, A. (2017). The neighbourhood physical environment and active travel in older adults: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(15), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0471-5>

- Cerin, E., Sit, C., Cheung, M.-c., Ho, S.-y., Lee, L.-c. & Chan, W.-m. (2010). Reliable and valid NEWS for Chinese seniors. measuring perceived neighborhood attributes related to walking. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 84. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-84>
- Cerin, E., Zhang, C. J. P., Barnett, A., Sit, C. H. P., Cheung, M. M. C., Johnston, J. M. et al. (2016). Associations of objectively-assessed neighborhood characteristics with older adults' total physical activity and sedentary time in an ultra-dense urban environment. Findings from the ALECS study. *Health & Place*, 42, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2016.08.009>
- Cervero, R. & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds. Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219. [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(97\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6)
- Chaix, B., Kestens, Y., Duncan, S., Merrien, C., Thierry, B., Pannier, B. et al. (2014). Active transportation and public transportation use to achieve physical activity recommendations? A combined GPS, accelerometer, and mobility survey study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11, 124. <https://doi.org/10.1186/s12966-014-0124-x>
- Chandrabose, M., Rachele, J. N., Gunn, L., Kavanagh, A., Owen, N., Turrell, G. et al. (2019). Built environment and cardio-metabolic health: systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Obesity Reviews*, 20(1), 41–54. <https://doi.org/10.1111/obr.12759>
- Chircop, A., Bassett, R. & Taylor, E. (2015). Evidence on how to practice intersectoral collaboration for health equity: a scoping review. *Critical Public Health*, 25(2), 178–191. <https://doi.org/10.1080/09581596.2014.887831>
- Christiansen, L. B., Cerin, E., Badland, H., Kerr, J., Davey, R., Troelsen, J. et al. (2016). International comparisons of the associations between objective measures of the built environment and transport-related walking and cycling. IPEN adult study. *Journal of Transport & Health*, 3(4), 467–478. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.02.010>
- Christiansen, L. B., Madsen, T., Schipperijn, J., Ersbøll, A. K. & Troelsen, J. (2014). Variations in active transport behavior among different neighborhoods and across adult lifestages. *Journal of Transport & Health*, 1(4), 316–325. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.10.002>
- Ciaula, A. Di & Portincasa, P. (2020). The environment as a determinant of successful aging or frailty. *Mechanisms of Ageing and Development*, 188, 111244. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2020.111244>
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological assessment*, 6(4), 284–290.
- Cleland, C., Reis, R. S., Hino, A. A.-F., Hunter, R., Fermino, R. C., Paiva, H. K. de et al. (2019). Built environment correlates of physical activity and sedentary behaviour in older adults: A comparative review between high and low-middle income countries. *Health & Place*, 57, 277–304. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.05.007>
- Cohen, J. W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Colabianchi, N., Coulton, C., Hibbert, J. D., McClure, S., Ievers-Landis, C. E. & Davis, E. M. (2014). Adolescent self-defined neighborhoods and activity spaces. Spatial overlap and relations to physical activity and obesity. *Health & Place*, 27, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.01.004>

- Cole, R., Turrell, G., Koohsari, M. J., Owen, N. & Sugiyama, T. (2017). Prevalence and correlates of walkable short car trips: A cross-sectional multilevel analysis. *Journal of Transport & Health*, 4, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.11.007>
- Community Preventive Services Task Force. (2016). *Physical Activity: Built Environment Approaches Combining Transportation System Interventions with Land Use and Environmental Design* (Guide to Community Preventive Services). Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention. Zugriff am 02.08.2020. Verfügbar unter: <https://www.thecommunityguide.org/findings/physical-activity-built-environment-approaches>
- Coulton, C. J., Jennings, M. Z. & Chan, T. (2013). How big is my neighborhood? Individual and contextual effects on perceptions of neighborhood scale. *American Journal of Community Psychology*, 51(1-2), 140–150. <https://doi.org/10.1007/s10464-012-9550-6>
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjoström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E. et al. (2003). International physical activity questionnaire. 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- Curl, A., Kearns, A., Macdonald, L., Mason, P. & Ellaway, A. (2018). Can walking habits be encouraged through area-based regeneration and relocation? A longitudinal study of deprived communities in Glasgow, UK. *Journal of Transport & Health*, 10, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.06.004>
- Dahlgren, G. & Whitehead, M. (2007). *Policies and strategies to promote social equity in health. Background document to WHO - Strategy paper for Europe*. Stockholm: Institute for Futures Studies. Zugriff am 06.08.2020. Verfügbar unter: <https://www.iffs.se/en/publications/working-papers/policies-and-strategies-to-promote-social-equity-in-health/>
- Daskalopoulou, C., Stubbs, B., Kralj, C., Koukounari, A., Prince, M. & Prina, A. M. (2017). Physical activity and healthy ageing. A systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. *Ageing Research Reviews*, 38, 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.06.003>
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. (2005). *ICF - Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit*. Köln: DIMDI. Zugriff am 09.02.2020. Verfügbar unter: <https://www.dimdi.de/dynamic/de/klassifikationen/icf>
- Ding, D., Lawson, K. D., Kolbe-Alexander, T. L., Finkelstein, E. A., Katzmarzyk, P. T., Mechelen, W. Van et al. (2016). The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *The Lancet*, 388(10051), 1311–1324. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30383-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30383-X)
- Ding, D., Nguyen, B., Learnihan, V., Bauman, A. E., Davey, R., Jalaludin, B. et al. (2018). Moving to an active lifestyle? A systematic review of the effects of residential relocation on walking, physical activity and travel behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 52(12), 789–799. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098833>
- Ding, D., Sallis, J. F., Kerr, J., Lee, S. & Rosenberg, D. E. (2011). Neighborhood environment and physical activity among youth a review. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(4), 442–455. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.06.036>

- Dobesova, Z. & Krivka, T. (2012). Walkability Index in the Urban Planning: A Case Study in Olomouc City. In J. Burian (Ed.), *Advances in Spatial Planning* (S. 180–196). Shanghai, China: InTech.
- Dyck, D. Van, Cardon, G., Deforche, B., Sallis, J. F., Owen, N. & Bourdeaudhuij, I. de. (2010). Neighborhood SES and walkability are related to physical activity behavior in Belgian adults. *Preventive Medicine*, 50(Suppl), S74–S79. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.07.027>
- Dyck, D. Van, Cerin, E., Conway, T. L., Bourdeaudhuij, I. de, Owen, N., Kerr, J. et al. (2012). Associations between perceived neighborhood environmental attributes and adults' sedentary behavior. Findings from the USA, Australia and Belgium. *Social Science & Medicine*, 74(9), 1375–1384. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.01.018>
- Edwards, P. & Tsouros, A. (2010). *Bewegungsförderung und aktives Leben im städtischen Umfeld. Die Rolle der Lokalverwaltung*. Wien: Gesundheit Österreich. Zugriff am 05.08.2020. Verfügbar unter: https://fgoe.org/medien/broschueren/bewegungsforderung_lokalverwaltung
- Eriksson, U., Arvidsson, D., Gebel, K., Ohlsson, H. & Sundquist, K. (2012). Walkability parameters, active transportation and objective physical activity. Moderating and mediating effects of motor vehicle ownership in a cross-sectional study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9, 123. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-123>
- Etman, A., Kamphuis, C., Prins, R., Burdorf, A., Pierik, F. & Lenthe, F. Van. (2014). Characteristics of residential areas and transportational walking among frail and non-frail Dutch elderly. Does the size of the area matter? *International Journal of Health Geographics*, 13, 7. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-13-7>
- Ewing, R. & Cervero, R. (2001). Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1780(1), 87–114. <https://doi.org/10.3141/1780-10>
- Ewing, R. & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265–294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>
- Ewing, R., Greenwald, M. J., Zhang, M., Walters, J., Feldman, M., Cervero, R. et al. (2009). *Measuring the impact of urban form and transit access on mixed use site trip generation rates. Portland pilot study*. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.
- Fairnie, G. A., Wilby, D. J.R. & Saunders, L. E. (2016). Active travel in London: The role of travel survey data in describing population physical activity. *Journal of Transport & Health*, 3(2), 161–172. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.02.003>
- Farkas, B., Wagner, D. J., Nettel-Aguirre, A., Friedenreich, C. & McCormack, G. R. (2019). Evidence synthesis – A systematized literature review on the associations between neighbourhood built characteristics and walking among Canadian adults. *Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada*, 39(1), 1–14. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.39.1.01>
- Finger, J. D., Mensink, G. B. M., Lange, C. & Manz, K. (2017). Gesundheitsfördernde körperliche Aktivität in der Freizeit bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of Health Monitoring*, 2(2), 37–44. <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2017-027>
- Fishman, E., Böcker, L. & Helbich, M. (2015). Adult Active Transport in the Netherlands: An Analysis of Its Contribution to Physical Activity Requirements. *PLOS ONE*, 10(4), e0121871. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121871>

- Flint, E., Webb, E. & Cummins, S. (2016). Change in commute mode and body-mass index: prospective, longitudinal evidence from UK Biobank. *The Lancet Public Health*, 1(2), e46-e55. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(16\)30006-8](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(16)30006-8)
- Forouzanfar, M. H., Afshin, A., Alexander, L. T., Anderson, H. R., Bhutta, Z. A., Biryukov, S. et al. (2016). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*, 388(10053), 1659–1724. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31679-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31679-8)
- Forsén, L., Loland, N. W., Vuillemin, A., Chinapaw, M. J., Poppel, M. N. Van, Mokkink, L. B. et al. (2010). Self-administered physical activity questionnaires for the elderly. A systematic review of measurement properties. *Sports Medicine*, 40(7), 601–623. <https://doi.org/10.2165/11531350-000000000-00000>
- Forsyth, A., Michael Oakes, J., Lee, B. & Schmitz, K. H. (2009). The built environment, walking, and physical activity. Is the environment more important to some people than others? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(1), 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.10.003>
- Frank, L. D., Giles-Corti, B. & Ewing, R. (2016). The influence of the built environment on transport and health. *Journal of Transport & Health*, 3(4), 423–425. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.11.004>
- Frank, L. D. & Kavage, S. (2008). Urban planning and public health: a story of separation and reconnection. *Journal of Public Health Management and Practice*, 14(3), 214–220. <https://doi.org/10.1097/01.PHH.0000316478.42264.a7>
- Frank, L. D., Kerr, J., Rosenberg, D. & King, A. (2010). Healthy aging and where you live. community design relationships with physical activity and body weight in older Americans. *Journal of Physical Activity and Health*, 7(Suppl 1), S82-S90. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.s1.s82>
- 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 Neighborhood 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. et al. (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/bjism.2009.058701>
- Freeman, L., Neckerman, K., Schwartz-Soicher, O., Quinn, J., Richards, C., Bader, M. M. et al. (2013). Neighborhood Walkability and Active Travel (Walking and Cycling) in New York City. *Journal of Urban Health*, 90(4), 575–585. <https://doi.org/10.1007/s11524-012-9758-7>
- Froböse, I., Biallas, B. & Wallmann-Sperlich, B. (2018). *DKV-Report 2018: Wie gesund lebt Deutschland?* Köln: DKV.
- Gallagher, N. A., Clarke, P. J. & Gretebeck, K. A. (2014). Gender differences in neighborhood walking in older adults. *Journal of Aging and Health*, 26(8), 1280–1300. <https://doi.org/10.1177/0898264314532686>

- Gallagher, N. A., Clarke, P. J., Ronis, D. L., Cherry, C. L., Nyquist, L., Gretebeck, K. A. et al. (2012). Influences on neighborhood walking in older adults. *Journal of Gerontological Nursing*, 5(4), 238–250. <https://doi.org/10.3928/19404921-20120906-05>
- Gebel, K., Bauman, A. & Owen, N. (2009). Correlates of Non-Concordance between Perceived and Objective Measures of Walkability. *Annals of Behavioral Medicine*, 37(2), 228–238. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9098-3>
- 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>
- Geene, R., Kurth, B.-M. & Matusall, S. (2020). Health in All Policies – Entwicklungen, Schwerpunkte und Umsetzungsstrategien für Deutschland. *Gesundheitswesen*, 82(7), e72-e76. <https://doi.org/10.1055/a-1138-0389>
- Geofabrik GmbH. (2018). *OpenStreetMap data - Download. Region: Regierungsbezirk Detmold*, Geofabrik GmbH. Zugriff am 13.04.2018. Verfügbar unter: <https://download.geofabrik.de/europe/germany/nordrhein-westfalen/detmold-regbez.html>
- Geuter, G. & Bucksch, J. (2014). Handlungsansätze und Empfehlungen für ein Transferkonzept. In J. Bucksch & S. Schneider (Hrsg.), *Walkability. Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune* (S. 327–339). Bern: Hans Huber.
- Ghani, F., Rachele, J. N., Washington, S. & Turrell, G. (2016). Gender and age differences in walking for transport and recreation: Are the relationships the same in all neighborhoods? *Preventive Medicine Reports*, 4, 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.05.001>
- Giannakidou, D. M., Kambas, A., Ageloussis, N., Fatouros, I., Christoforidis, C., Venetsanou, F. et al. (2012). The validity of two Omron pedometers during treadmill walking is speed dependent. *European Journal of Applied Physiology*, 112(1), 49–57. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1951-y>
- Giles-Corti, B. (2005). Understanding physical activity environmental correlates. increased specificity for ecological models. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 33(4), 175–181. <https://doi.org/10.1097/00003677-200510000-00005>
- Giles-Corti, B., Gunn, L., Hooper, P., Boulangé, C., Diomed, B. Z., Pettit, C. et al. (2019). Built Environment and Physical Activity. In M. Nieuwenhuijsen & H. Khreis (Hrsg.), *Integrating Human Health into Urban and Transport Planning: A Framework* (S. 347–381). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74983-9_18
- Giles-Corti, B. & King, A. C. (2009). Creating active environments across the life course. "thinking outside the square". *British Journal of Sports Medicine*, 43(2), 109–113. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.054700>
- Giles-Corti, B., Timperio, A., Cutt, H., Pikora, T. J., Bull, F. C., Knuiman, M. et al. (2006). Development of a reliable measure of walking within and outside the local neighborhood. RESIDE's Neighborhood Physical Activity Questionnaire. *Preventive Medicine*, 42(6), 455–459. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2006.01.019>
- Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A. L., Badland, H. et al. (2016). City planning and population health. A global challenge. *The Lancet*, 388(10062), 2912–2924. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30066-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30066-6)

- Girden, E. R. (1992). *ANOVA. Repeated measures* (vol. 84). Newbury Park, CA: Sage. Accessed 06.02.2020. Retrieved from <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0655/91034563-d.html>
- Gohres, H. & Kolip, P. (2017). Strukturen der Bewegungsförderung in Deutschland. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 12(3), 203–210. <https://doi.org/10.1007/s11553-017-0580-7>
- Goodman, A., Sahlqvist, S. & Ogilvie, D. (2014). New walking and cycling routes and increased physical activity: one- and 2-year findings from the UK iConnect Study. *American Journal of Public Health*, 104(9), e38-46. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.302059>
- Gothe, N. P. (2018). Correlates of Physical Activity in Urban African American Adults and Older Adults: Testing the Social Cognitive Theory. *Annals of Behavioral Medicine: a Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 52(9), 743–751. <https://doi.org/10.1093/abm/kax038>
- Grasser, G., Dyck, D., Titze, S. & Stronegger, W. (2013). Objectively measured walkability and active transport and weight-related outcomes in adults. a systematic review. *International Journal of Public Health*, 58(4), 615–625. <https://doi.org/10.1007/s00038-012-0435-0>
- Grasser, G., Dyck, D. Van, Titze, S. & Stronegger, W. J. (2017). A European perspective on GIS-based walkability and active modes of transport. *European Journal of Public Health*, 27(1), 145–151. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckw118>
- Gray, J. A., Zimmerman, J. L. & Rimmer, J. H. (2012). Built environment instruments for walkability, bikeability, and recreation: disability and universal design relevant? *Disability and Health Journal*, 5(2), 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2011.12.002>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M. & Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet Global Health*, 6(10), e1077-e1086. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)
- Hajna, S., Ross, N. A., Brazeau, A.-S., Bélisle, P., Joseph, L. & Dasgupta, K. (2015). Associations between neighbourhood walkability and daily steps in adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 15, 768. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2082-x>
- Heesch, K. C., Uffelen, J. Van & Brown, W. J. (2014). How do older adults respond to active Australia physical activity questions? Lessons from cognitive interviews. *Journal of Aging and Physical Activity*, 22(1), 74–86. <https://doi.org/10.1123/JAPA.2012-0175>
- Heinen, E. & Ogilvie, D. (2016). Variability in baseline travel behaviour as a predictor of changes in commuting by active travel, car and public transport: a natural experimental study. *Journal of Transport & Health*, 3(1), 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.11.002>
- Heinrichs, D. & Jarass, J. (2020). Alltagsmobilität in Städten gesund gestalten: wie Stadtplanung Fuß- und Radverkehr fördern kann. *Bundesgesundheitsblatt*, 63(8), 945–952. <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03180-1>
- Helmerhorst, H. J. F., Brage, S., Warren, J., Besson, H. & Ekelund, U. (2012). A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9, 103. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-103>

- Helmert, C. & Henninger, K. (2011). *Haushaltsbefragung zum werktägigen Verkehrsverhalten der Bevölkerung in der Stadt Bielefeld*, Stadt Bielefeld. Zugriff am 09.03.2019. Verfügbar unter: <https://www.bielefeld.de/ftp/dokumente/BAPTSHAushaltbefragung.pdf>
- Hillsdon, M., Coombes, E., Griew, P. & Jones, A. (2015). An assessment of the relevance of the home neighbourhood for understanding environmental influences on physical activity: how far from home do people roam? *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0260-y>
- Hirsch, J. A., Winters, M., Clarke, P. & McKay, H. (2014). Generating GPS activity spaces that shed light upon the mobility habits of older adults: a descriptive analysis. *International Journal of Health Geographics*, 13, 51. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-13-51>
- Holle, V. Van, Deforche, B., Cauwenberg, J. Van, Goubert, L., Maes, L., Weghe, N. Van de et al. (2012). Relationship between the physical environment and different domains of physical activity in European adults. a systematic review. *BMC Public Health*, 12, 807. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-807>
- Holleder, A. (2015). Gesundheitskonferenzen in Deutschland. Ein Überblick. *Gesundheitswesen*, 77(3), 161–167. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1361109>
- Humphreys, D. K., Goodman, A. & Ogilvie, D. (2013). Associations between active commuting and physical and mental wellbeing. *Preventive Medicine*, 57(2), 135–139. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.04.008>
- Igel, U., Gausche, R., Lück, M., Lipek, T., Spielau, U., Garz, M. et al. (2017). Challenges in doing multi-disciplinary health promotion research in Germany. *Health Promotion International*, 33(6), 1082–1089. <https://doi.org/10.1093/heapro/dax054>
- International Society For Physical Activity And Health, ISPAH. (2017). The Bangkok Declaration on Physical Activity for Global Health and Sustainable Development. *British Journal of Sports Medicine*, 51(19), 1389–1391. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098063>
- International Sport and Culture Association. (2015). *The Economic Cost of Physical Inactivity in Europe*. London: ISCA. Zugriff am 09.02.2010. Verfügbar unter: <https://inactivity-time-bomb.nowwemove.com/report> (09.02.2010)
- Jackisch, J., Zamaro, G., Green, G. & Huber, M. (2015). Is a healthy city also an age-friendly city? *Health Promotion International*, 30(Suppl 1), i108-i117. <https://doi.org/10.1093/heapro/dav039>
- James, P., Berrigan, D., Hart, J. E., Hipp, J. A., Hoehner, C. M., Kerr, J. et al. (2014). Effects of buffer size and shape on associations between the built environment and energy balance. *Health & Place*, 27, 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.02.003>
- Jansen, M., Kamphuis, Carlijn B. M., Pierik, F. H., Ettema, D. F. & Dijst, M. J. (2018). Neighborhood-based PA and its environmental correlates. A GIS- and GPS based cross-sectional study in the Netherlands. *BMC Public Health*, 18(1), 233. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5086-5>
- Jones, S. A., Evenson, K. R., Johnston, L. F., Trost, S. G., Samuel-Hodge, C., Jewell, D. A. et al. (2015). Psychometric properties of the modified RESIDE physical activity questionnaire among low-income overweight women. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(1), 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.12.007>

- Kaczynski, A. T. (2012). Development of a detailed log booklet for social ecological physical activity research. *Environmental Health Insights*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.4137/EHI.S8086>
- Kartschmit, N., Sutcliffe, R., Sheldon, M. P., Moebus, S., Greiser, K. H., Hartwig, S. et al. (2020). Walkability and its association with prevalent and incident diabetes among adults in different regions of Germany: results of pooled data from five German cohorts. *BMC Endocrine Disorders*, 20(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0485-x>
- Keadle, S., Lyden, K., Hickey, A., Ray, E., Fowke, J., Freedson, P. et al. (2014). Validation of a previous day recall for measuring the location and purpose of active and sedentary behaviors compared to direct observation. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(12), 1–11. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-11-12>
- Kelly, P., Krenn, P., Titze, S., Stopher, P. & Foster, C. (2013). Quantifying the Difference Between Self-Reported and Global Positioning Systems-Measured Journey Durations: A Systematic Review. *Transport Reviews*, 33(4), 443–459. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.815288>
- Kerr, J., Emond, J. A., Badland, H., Reis, R., Sarmiento, O., Carlson, J. et al. (2015). Perceived Neighborhood Environmental Attributes Associated with Walking and Cycling for Transport among Adult Residents of 17 Cities in 12 Countries: The IPEN Study. *Environmental Health Perspectives*, 124(3), 290–298. <https://doi.org/10.1289/ehp.1409466>
- Kerr, J., Marshall, S., Godbole, S., Chen, J., Legge, A., Doherty, A. et al. (2013). Using the SenseCam to Improve Classifications of Sedentary Behavior in Free-Living Settings. *American Journal of Preventive Medicine*, 44, 290–296. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.11.004>
- Kerr, J., Rosenberg, D. & Frank, L. D. (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>
- Kerr, J., Sallis, J. F., Owen, N., Bourdeaudhuij, I. de, Cerin, E., Sugiyama, T. et al. (2013). Advancing science and policy through a coordinated international study of physical activity and built environments. IPEN adult methods. *Journal of Physical Activity and Health*, 10(4), 581–601. <https://doi.org/10.1123/jpah.10.4.581>
- King, A. C. (2015). Theory's role in shaping behavioral health research for population health. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12, 146. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0307-0>
- King, A. C. & King, D. K. (2010). Physical Activity for an Aging Population. *Public Health Reviews*, 32(2), 401–426. <https://doi.org/10.1007/BF0339160>
- King, A. C. & Sallis, J. F. (2009). Why and how to improve physical activity promotion. Lessons from behavioral science and related fields. *Preventive Medicine*, 49(4), 286–288. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.07.007>
- King, A. C., Sallis, J. F., Frank, L. D., Saelens, B. E., Cain, K., Conway, T. L. et al. (2011). Aging in neighborhoods differing in walkability and income. associations with physical activity and obesity in older adults. *Social Science & Medicine*, 73(10), 1525–1533. <https://doi.org/10.1016/j.socsci-med.2011.08.032>

- King, K. E. & Clarke, P. J. (2015). A disadvantaged advantage in walkability: findings from socioeconomic and geographical analysis of national built environment data in the United States. *American Journal of Epidemiology*, 181(1), 17–25. <https://doi.org/10.1093/aje/kwu310>
- Kirby, R. S., Delmelle, E. & Eberth, J. M. (2017). Advances in spatial epidemiology and geographic information systems. *Annals of Epidemiology*, 27(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2016.12.001>
- Koh, P. P., Leow, B. W. & Wong, Y. D. (2015). Mobility of the elderly in densely populated neighbourhoods in Singapore. *Sustainable Cities and Society*, 14, 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.08.012>
- Koohsari, M. J., Badland, H., Sugiyama, T., Mavoa, S., Christian, H. & Giles-Corti, B. (2015). Mismatch between Perceived and Objectively Measured Land Use Mix and Street Connectivity. Associations with Neighborhood Walking. *Journal of Urban Health*, 92(2), 242–252. <https://doi.org/10.1007/s11524-014-9928-x>
- Kowalski, K., Rhodes, R., Naylor, P.-J., Tuokko, H. & MacDonald, S. (2012). Direct and indirect measurement of physical activity in older adults. A systematic review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9, 148. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-148>
- Krenn, P. (2014). Satellitengestützte Informationssysteme. In J. Bucksch & S. Schneider (Hrsg.), *Walkability. Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune* (S. 179–188). Bern: Hans Huber.
- Kwan, M.-P. (2012). The Uncertain Geographic Context Problem. *Annals of the Association of American Geographers*, 102(5), 958–968. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.687349>
- Lampert, T., Kroll, L., Müters, S. & Stolzenberg, H. (2013). Messung des sozioökonomischen Status in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt*, 56(5), 631–636. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1663-4>
- Lange, C. & Finger, J. D. (2017). Gesundheitsverhalten in Europa – Vergleich ausgewählter Indikatoren für Deutschland und die Europäische Union. *Health Monitoring*, 2(2), 3–20. <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2017-024>
- Lange, C., Jentsch, F., Allen, J., Hoebel, J., Kratz, A. L., Lippe, E. von der et al. (2015). Data Resource Profile: German Health Update (GEDA). The health interview survey for adults in Germany. *International Journal of Epidemiology*, 44(2), 442–450. <https://doi.org/10.1093/ije/dyv067>
- Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N. & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide. an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219–229.
- Lee, K. & Kwan, M.-P. (2019). The Effects of GPS-Based Buffer Size on the Association between Travel Modes and Environmental Contexts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(11), 514. <https://doi.org/10.3390/ijgi8110514>
- Leitzmann, M., Gastell, S., Hillreiner, A., Herbolsheimer, F., Baumeister, S. E., Bohn, B. et al. (2020). Körperliche Aktivität in der NAKO Gesundheitsstudie: erste Ergebnisse des multimodalen Erhebungskonzepts. *Bundesgesundheitsblatt*, 63(3), 301–311. <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03099-7>

- Leslie, E., Saelens, B. E., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., Coffee, N. et al. (2005). Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighborhoods. A pilot study. *Health & Place*, *11*(3), 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2004.05.005>
- Levasseur, M., Gauvin, L., Richard, L., Kestens, Y., Daniel, M., Payette, H. et al. (2011). Associations Between Perceived Proximity to Neighborhood Resources, Disability, and Social Participation Among Community-Dwelling Older Adults // Associations between perceived proximity to neighborhood resources, disability, and social participation among community-dwelling older adults: results from the VoisiNuAge study. Results From the VoisiNuAge Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *92*(12), 1979–1986. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.06.035>
- Levasseur, M., Généreux, M., Bruneau, J.-F., Vanasse, A., Chabot, É., Beaulac, C. et al. (2015). Importance of proximity to resources, social support, transportation and neighborhood security for mobility and social participation in older adults: results from a scoping study. *BMC Public Health*, *15*(1), 503. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1824-0>
- Li, F., Fisher, K. J., Brownson, R. C. & Bosworth, M. (2005). Multilevel modelling of built environment characteristics related to neighbourhood walking activity in older adults. *Journal of Epidemiology and Community Health*, *59*(7), 558–564. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.028399>
- Liao, B., Berg, P. E. W. Van den, Wesemael, P. J. V. Van & Arentze, T. A. (2020). How Does Walkability Change Behavior? A Comparison between Different Age Groups in the Netherlands. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph17020540>
- Liao, Y., Intille, S. S. & Dunton, G. F. (2015). Using ecological momentary assessment to understand where and with whom adults' physical and sedentary activity occur. *International Journal of Behavioral Medicine*, *22*(1), 51–61. <https://doi.org/10.1007/s12529-014-9400-z>
- Lo, R. H. (2009). Walkability. what is it? *Journal of Urbanism*, *2*(2), 145–166. <https://doi.org/10.1080/17549170903092867>
- Lovasi, G. S. & Goldsmith, J. (2014). Taking Advantage of Time-Varying Neighborhood Environments. *American Journal of Epidemiology*, *180*(5), 462–466. <https://doi.org/10.1093/aje/kwu170>
- Lovasi, G. S., Grady, S. & Rundle, A. (2012). Steps Forward. Review and Recommendations for Research on Walkability, Physical Activity and Cardiovascular Health. *Public Health Reviews*, *33*(2), 484–506. <https://doi.org/10.1007/BF03391647>
- Low, G., Molzahn, A. E. & Kalfoss, M. (2008). Quality of life of older adults in Canada and Norway. Examining the Iowa model. *Western Journal of Nursing Research*, *30*(4), 458–476.
- Ma, L., Dill, J. & Mohr, C. (2014). The objective versus the perceived environment: what matters for bicycling? *Transportation*, *41*(6), 1135–1152. <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9520-y>
- Macdonald, L., Kearns, A. & Ellaway, A. (2013). Do residents' perceptions of being well-placed and objective presence of local amenities match? A case study in West Central Scotland, UK. *BMC Public Health*, *13*, 454. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-454>
- Maisel, J. L. (2016). Impact of older adults' neighborhood perceptions on walking behavior. *Journal of Aging and Physical Activity*, *24*(2), 247–255. <https://doi.org/10.1123/japa.2014-0278>

- Martin, A., Goryakin, Y. & Suhrcke, M. (2014). Does active commuting improve psychological well-being? Longitudinal evidence from eighteen waves of the British Household Panel Survey. *Preventive Medicine*, 69, 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.08.023>
- Martin, A., Panter, J., Suhrcke, M. & Ogilvie, D. (2015). Impact of changes in mode of travel to work on changes in body mass index: Evidence from the British Household Panel Survey. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 69, 753–761. <https://doi.org/10.1136/jech-2014-205211>
- Matthews, S. A. & Yang, T.-C. (2013). Spatial Polygamy and Contextual Exposures (SPACES). Promoting Activity Space Approaches in Research on Place and Health. *American Behavioral Scientist*, 57(8), 1057–1081. <https://doi.org/10.1177/0002764213487345>
- McCormack, G. R., Shiell, A., Doyle-Baker, P. K., Friedenreich, C., Sandalack, B. & Giles-Corti, B. (2009). Testing the reliability of neighborhood-specific measures of physical activity among Canadian adults. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(3), 367–373. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.3.367>
- McCormack, G. R., Shiell, A., Doyle-Baker, P. K., Friedenreich, C. M. & Sandalack, B. A. (2014). Subpopulation differences in the association between neighborhood urban form and neighborhood-based physical activity. *Health & Place*, 28, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.health-place.2014.04.001>
- McGinn, A. P., Evenson, K. R., Herring, A. H., Huston, S. L. & Rodriguez, D. A. (2007). Exploring associations between physical activity and perceived and objective measures of the built environment. *Journal of Urban Health*, 84(2), 162–184. <https://doi.org/10.1007/s11524-006-9136-4>
- McGrath, L. J., Hopkins, W. G. & Hinckson, E. A. (2015). Associations of objectively measured built-environment attributes with youth moderate-vigorous physical activity: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(6), 841–865. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0301-3>
- McGraw, K. O. & Wong, S. P. (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological Methods*, 1(1), 30–46. <https://doi.org/10.1037//1082-989X.1.1.30>
- Morfeld, M., Kirchberger, I. & Bullinger, M. (2011). *Fragebogen zum Gesundheitszustand. Dt. Version des Short form-36 health survey (SF-36 Manual)* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Moudon, A. V., Lee, C., Cheadle, A. D., Garvin, C., Johnson, D., Schmid, T. L. et al. (2006). Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and Empirical Insights. *Journal of Physical Activity and Health*, 3(Suppl 1), S99 - S117.
- Moudon, A. V., Chanam, L., Cheadle, A. D., Garvin, C., Johnson, D., Schmid, T. L. et al. (2006). Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and Empirical Insights. *Journal of Physical Activity and Health*, 3(Suppl 1), S99–S117.
- Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Cole-Hunter, T., Nazelle, A. de, Dons, E., Gerike, R. et al. (2015). Health impact assessment of active transportation: A systematic review. *Preventive Medicine*, 76, 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.04.010>
- Nagel, C. L., Carlson, N. E., Bosworth, M. & Michael, Y. L. (2008). The relation between neighbourhood built environment and walking activity among older adults. *American Journal of Epidemiology*, 168(4), 461–468. <https://doi.org/10.1093/aje/kwn158>
- Nathan, A., Pereira, G., Foster, S., Hooper, P., Saarloos, D. & Giles-Corti, B. (2012). Access to commercial destinations within the neighbourhood and walking among Australian older adults.

- International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 133.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-133>
- Nationale Präventionskonferenz. (2018). *Bundesrahmenempfehlung nach § 20d Abs. 3 SGBV; Fortschreibung vom 29. August 2018*. Zugriff am 19.04.2019. Verfügbar unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/p/praeventionsgesetz/rahmenempfehlungen-nationale-praeventionskonferenz.html>
- Neis, P., Zielstra, D. & Zipf, A. (2012). The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps. OpenStreetMap in Germany 2007–2011. *Future Internet*, 4(1). <https://doi.org/10.3390/fi4010001>
- Nobis, C. & Kuhnimhof, T. (2018). *Mobilität in Deutschland. MiD Ergebnisbericht*. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Zugriff am 19.01.2020. Verfügbar unter: <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/>
- Nyunt, M. S. Z., Shuvo, F. K., Eng, J. Y., Yap, K. B., Scherer, S., Hee, L. M. et al. (2015). Objective and subjective measures of neighborhood environment (NE): relationships with transportation physical activity among older persons. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12, 108. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0276-3>
- Ogilvie, D., Bull, F., Powell, J., Cooper, A. R., Brand, C., Mutrie, N. et al. (2011). An applied ecological framework for evaluating infrastructure to promote walking and cycling. The iConnect study. *American Journal of Public Health*, 101(3), 473–481. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.198002>
- OpenStreetMap. (2020a). *OpenStreetMap-Portal für Deutschland*. Zugriff am 06.09.2020. Verfügbar unter: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Germany>
- OpenStreetMap. (2020b). *OSM tags for routing/Access-Restrictions. Germany*. Default-Access-Restriction if not tagged on the individual street. Zugriff am 06.08.2020. Verfügbar unter: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSM_tags_for_routing/Access-Restrictions
- Orstad, S. L., McDonough, M. H., Stapleton, S., Altincekic, C. & Troped, P. J. (2016). A Systematic Review of Agreement Between Perceived and Objective Neighborhood Environment Measures and Associations With Physical Activity Outcomes. *Environment and Behavior*, 49(8), 904–932. <https://doi.org/10.1177/0013916516670982>
- Ostroff, E. (2011). Universal Design: An Evolving Paradigm. In W. F.E. Preiser & K. H. Smith (Hrsg.), *Universal Design Handbook* (2. Aufl., S. 1–9). New York City: McGraw-Hill.
- Owen, N., Cerin, E., Leslie, E., duToit, L., Coffee, N., Frank, L. D. et al. (2007). Neighborhood walkability and the walking behavior of Australian adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 33(5), 387–395. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2007.07.025>
- Panther, J., Costa, S., Dalton, A., Jones, A. & Ogilvie, D. (2014). Development of methods to objectively identify time spent using active and motorised modes of travel to work: how do self-reported measures compare? *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11, 116. <https://doi.org/10.1186/s12966-014-0116-x>
- Panther, J., Guell, C., Prins, R. & Ogilvie, D. (2017). Physical activity and the environment. Conceptual review and framework for intervention research. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 156. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0610-z>

- Panter, J. & Jones, A. (2010). Attitudes and the environment as determinants of active travel in adults: what do and don't we know? *Journal of Physical Activity & Health*, 7(4), 551–561.
<https://doi.org/10.1123/jpah.7.4.551>
- Pfeifer, K., Banzer, W., Ferrari, N., Füzéki, E., Geidl, W. & Graf, C. (2017). Empfehlungen für Bewegung. In A. Rütten & K. Pfeifer (Hrsg.), *Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung* (Forschung und Praxis der Gesundheitsförderung, Sonderheft 3, S. 18–50). Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.
- Plouffe, L. & Kalache, A. (2010). Towards Global Age-Friendly Cities. Determining Urban Features that Promote Active Aging. *Journal of Urban Health*, 87(5), 733–739.
<https://doi.org/10.1007/s11524-010-9466-0>
- Quilling, E., Dadaczynski, K. & Müller, M. (2016). Settingbezogene Prävention von Übergewicht im Kindes- und Jugendalter: Theoretische Fundierung, Einflussfaktoren und Interventionsplanung. *Bundesgesundheitsblatt*, 59(11), 1394–1404. <https://doi.org/10.1007/s00103-016-2439-z>
- Rachele, J. N., Sugiyama, T., Davies, S., Loh, V. H. Y., Turrell, G., Carver, A. et al. (2019). Neighbourhood built environment and physical function among mid-to-older aged adults: A systematic review. *Health & Place*, 58, 102137. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.05.015>
- Raser, E., Gaupp-Berghausen, M., Dons, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Brand, C. et al. (2018). European cyclists' travel behavior: Differences and similarities between seven European (PASTA) cities. *Journal of Transport & Health*, 9, 244–252. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.02.006>
- Reicher, C. (2017). *Städtebauliches Entwerfen* (5. Auflage). Wiesbaden: Springer Vieweg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-19873-2>
- Reichow, H. B. (1948). *Organische Stadtbaukunst, organische Baukunst, organische Kultur*. Braunschweig, Berlin, Hamburg: Westermann.
- Reis, R. S., Salvo, D., Ogilvie, D., Lambert, E. V., Goenka, S. & Brownson, R. C. (2016). Scaling up physical activity interventions worldwide: stepping up to larger and smarter approaches to get people moving. *The Lancet*, 388(10051), 1337–1348. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30728-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30728-0)
- Rejeski, W. J., Ip, E. H., Marsh, A. P., Miller, M. E. & Farmer, D. F. (2008). Measuring disability in older adults: The International Classification System of Functioning, Disability and Health (ICF) framework. *Geriatrics & Gerontology International*, 8(1), 48–54. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2008.00446.x>
- Reyer, M., Fina, S., Siedentop, S. & 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. <https://doi.org/10.3390/ijerph110605849>
- Robinson, S. M., Jameson, K. A., Syddall, H. E., Dennison, E. M., Cooper, C. & Aihie Sayer, A. (2013). Clustering of lifestyle risk factors and poor physical function in older adults: the Hertfordshire cohort study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(10), 1684–1691.
<https://doi.org/10.1111/jgs.12457>
- Rottmann, M. & Mielck, A. (2014). 'Walkability' und körperliche Aktivität - Stand der empirischen Forschung auf Basis der 'Neighbourhood Environment Walkability Scale (NEWS)'. *Gesundheitswesen*, 76(2), 108–115. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1338000>

- Rowe, J. W. & Kahn, R. L. (1997). Successful aging. *Gerontologist*, 37(4), 433–440.
<https://doi.org/10.1093/geront/37.4.433>
- Rundle, A. G., Sheehan, D. M., Quinn, J. W., Bartley, K., Eisenhower, D., Bader, M. M. D. et al. (2016). Using GPS Data to Study Neighborhood Walkability and Physical Activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 50(3), e65–e72. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.07.033>
- Rütten, A., Abu-Omar, K., Burlacu, I., Gediga, G. & Messing, S. (2017). Empfehlungen für Bewegungsförderung. In A. Rütten & K. Pfeifer (Hrsg.), *Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung* (Forschung und Praxis der Gesundheitsförderung, Sonderheft 3, S. 50–88). Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.
- Rütten, A., Abu-Omar, K., Burlacu, I., Schätzlein, V. & Suhrcke, M. (2017). Sind Präventionsmaßnahmen zur Bewegungsförderung kosteneffektiv? Ein systematischer Review von Überblicksarbeiten. *Gesundheitswesen*, 79(S1), S51–S59. <https://doi.org/10.1055/s-0042-123702>
- Sachverständigenrat für Umweltfragen. (2020). *Umweltgutachten 2020. Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa*. Berlin: SRU. Zugriff am 10.06.2020. Verfügbar unter: https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Entschlossene_Umweltpolitik.html
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. & Chen, D. (2002). Measuring perceived neighborhood environment factors related to walking/cycling. *Annals of Behavioral Medicine*, 24, S139.
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B. & Chen, D. (2003). Neighborhood-Based Differences in Physical Activity. And Environmental Scale Evaluation. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1552–1558. <https://doi.org/10.2105/ajph.93.9.1552>
- Saelens, B. E., Sallis, J. F. & Frank, L. D. (2003). Environmental correlates of walking and cycling. Findings from the transportation, urban design, and planning literatures. *Annals of Behavioral Medicine*, 25(2), 80–91. https://doi.org/10.1207/S15324796ABM2502_03
- Safrit, M. J. & Wood, T. M. (1995). *Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science* (3. Aufl.). St. Louis: Mosby.
- Sahlqvist, S., Goodman, A., Cooper, A. R. & Ogilvie, D. (2013). Change in active travel and changes in recreational and total physical activity in adults. Longitudinal findings from the iConnect study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10, 28.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-28>
- Sallis, J. F. (2011). Environmental and Policy Research on Physical Activity is Going Global. *Research in Exercise Epidemiology*, 13(2), 111–117.
- Sallis, J. F., Saelens, B. E., Frank, L. D., Conway, T. L., Slymen, D. J., Cain, K. L. et al. (2009). Neighborhood built environment and income. Examining multiple health outcomes. *Social Science & Medicine*, 68(7), 1285–1293. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.01.017>
- Sallis, J. F., Bull, F., Burdett, R., Frank, L. D., Griffiths, P., Giles-Corti, B. et al. (2016). Use of science to guide city planning policy and practice. How to achieve healthy and sustainable future cities. *The Lancet*, 388(10062), 2936–2947. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30068-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30068-X)
- Sallis, J. F., Bull, F., Guthold, R., Heath, G. W., Inoue, S., Kelly, P. et al. (2016). Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. *The Lancet*, 388(10051), 1325–1336.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30581-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30581-5)

- Sallis, J. F., Cerin, E., Conway, T. L., Adams, M. A., Frank, L. D., Pratt, M. et al. (2016). Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide. A cross-sectional study. *The Lancet*, 387(10034), 2207–2217. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01284-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01284-2)
- Sallis, J. F., Certero, R. B., Ascher, W., Henderson, K. A., Kraft, M. K. & Kerr, J. (2006). An ecological approach to creating active living communities. *Annual Review of Public Health*, 27, 297–322. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.27.021405.102100>
- Sallis, J. F., Conway, T. L., Dillon, L. I., Frank, L. D., Adams, M. A., Cain, K. L. et al. (2013). Environmental and demographic correlates of bicycling. *Preventive Medicine*, 57(5), 456–460. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.06.014>
- Sallis, J. F., Spoon, C., Cavill, N., Engelberg, J., Gebel, K., Parker, M. et al. (2015). Co-benefits of designing communities for active living: an exploration of literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12, 30. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0188-2>
- Samitz, G., Egger, M. & Zwahlen, M. (2011). Domains of physical activity and all-cause mortality. Systematic review and dose response meta-analysis of cohort studies. *International Journal of Epidemiology*, 40(5), 1382–1400. <https://doi.org/10.1093/ije/dyr112>
- Saß, A.-C., Lange, C., Finger, J. D., Allen, J., Born, S., Hoebel, J. et al. (2017). „Gesundheit in Deutschland aktuell“ – Neue Daten für Deutschland und Europa. Hintergrund und Studienmethodik von GEDA 2014/2015-EHIS. *Journal of Health Monitoring*, 2(1), 83–90. <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2017-012>
- Satariano, W. A., Kealey, M., Hubbard, A., Kurtovich, E., Ivey, S. L., Bayles, C. M. et al. (2016). Mobility Disability in Older Adults: At the Intersection of People and Places. *The Gerontologist*, 56(3), 525–534. <https://doi.org/10.1093/geront/gnu094>
- Schulz, M., Romppel, M. & Grande, G. (2018). Built environment and health: a systematic review of studies in Germany. *Journal of Public Health*, 40(1), 8–15. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdw141>
- Shafizadeh, M., Manson, J., Fowler-Davis, S., Ali, K., Lowe, A. C., Stevenson, J. et al. (2020). Effects of Enriched Physical Activity Environments on Balance and Fall Prevention in Older Adults: A Scoping Review. *Journal of Aging and Physical Activity*, *Online ahead of print*. <https://doi.org/10.1123/japa.2019-0395>
- Shankardass, K., Renahy, E., Muntaner, C. & O'Campo, P. (2015). Strengthening the implementation of Health in All Policies: a methodology for realist explanatory case studies. *Health Policy and Planning*, 30(4), 462–473. <https://doi.org/10.1093/heapol/czu021>
- Shin, W.-H., Kweon, B.-S. & Shin, W.-J. (2011). The distance effects of environmental variables on older African American women's physical activity in Texas. *Landscape and Urban Planning*, 103(2), 217–229. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.07.011>
- Siordia, C. & Coulton, C. J. (2015). Using hand-draw maps of residential neighbourhood to compute level of circularity and investigate its predictors. *Human Geographies*, 9(2), 131–149. <https://doi.org/10.5719/hgeo.2015.92.2>
- Smith, G., Gidlow, C., Davey, R. & Foster, C. (2010). What is my walking neighbourhood? A pilot study of English adults' definitions of their local walking neighbourhoods. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 34. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-34>

- Smith, M., Hosking, J., Woodward, A., Witten, K., MacMillan, A., Field, A. et al. (2017). Systematic literature review of built environment effects on physical activity and active transport – an update and new findings on health equity. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 219. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0613-9>
- Sohne, E. (2003). Hans Bernhard Reichow and the concept of Stadtlandschaft in German planning. *Planning Perspectives*, 18(2), 119–146. <https://doi.org/10.1080/0266543032000055739>
- Spittaels, H., Foster, C., Oppert, J. M., Rutter, H., Oja, P., Sjostrom, M. et al. (2009). Assessment of environmental correlates of physical activity: development of a European questionnaire. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6(1), 39. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-39>
- Stadt Bielefeld. (2013). *Gesamtliste der Leistungsanbieter für betreutes und barrierefreies Wohnen. Pflege-Informationssystem-Online*. Zugriff am 22.03.2019. Verfügbar unter: http://www.bielefeld-pflegeberatung.de/index.php?page_id=142
- Stadt Bielefeld. (2017). *Statistik interaktiv. Bevölkerungs- und Arbeitsmarktdaten der Stadt Bielefeld (2000 bis 2017) aus dem Einwohnermelderegister der Stadt Bielefeld; Stand: 31.12. des jeweiligen Jahres*. Zugriff am 09.04.2019. Verfügbar unter: <https://anwendungen.bielefeld.de/BielefeldInteraktiv/JSP/main.jsp?mode=Detailansicht&area=StatistischerBezirk&id=A&detailView=false>
- Stafford, L. & Baldwin, C. (2018). Planning Walkable Neighborhoods. *Journal of Planning Literature*, 33(1), 17–30. <https://doi.org/10.1177/0885412217704649>
- Stokols, D. (1996). Translating social ecological theory into guidelines for community health promotion. *American Journal of Health Promotion*, 10(4), 282–298. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-10.4.282>
- Strath, S., Greenwald, M., Isaacs, R., Hart, T., Lenz, E., Dondzila, C. et al. (2012). Measured and perceived environmental characteristics are related to accelerometer defined physical activity in older adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-40>
- Stuhm, J.-M., Stumm, D. & Zhang, J. (2018). *Haushaltsbefragung zur Mobilität in Bielefeld 2017*. Stadt Bielefeld, Amt für Verkehr. Zugriff am 24.06.2019. Verfügbar unter: <http://www.bielefeld.de/de/sv/verkehr/mobi/>
- Sugiyama, T., Neuhaus, M., Cole, R., Giles-Corti, B. & Owen, N. (2012). Destination and Route Attributes Associated with Adults' Walking: A Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(7), 1275–1286. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318247d286>
- Sugiyama, T., Thompson, C. W. & Alves, S. (2009). Associations Between Neighborhood Open Space Attributes and Quality of Life for Older People in Britain. *Environment and Behavior*, 41(1), 3–21. <https://doi.org/10.1177/0013916507311688>
- Sundquist, K., Eriksson, U., Kawakami, N., Skog, L., Ohlsson, H. & Arvidsson, D. (2011). Neighborhood walkability, physical activity, and walking behavior. The Swedish Neighborhood and Physical Activity (SNAP) study. *Social Science & Medicine* (1982), 72(8), 1266–1273. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.03.004>

- Talen, E. & Koschinsky, J. (2013). The Walkable Neighborhood: A Literature Review. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, 1(1), 42–63.
<https://doi.org/10.24102/ijslup.v1i1.211>
- Terwee, C., Mokkink, L., Poppel, M. M., Chinapaw, M. M., Mechelen, W. & Vet, H. W. (2010). Qualitative Attributes and Measurement Properties of Physical Activity Questionnaires. *Sports Medicine*, 40(7), 525–537. <https://doi.org/10.2165/11531370-000000000-00000>
- Titze, S. & Reimers, A. (2014). Subjektive Erhebungsverfahren und Auditinstrumente. In J. Bucksch & S. Schneider (Hrsg.), *Walkability. Das Handbuch zur Bewegungsförderung in der Kommune* (S. 153–163). Bern: Hans Huber.
- Tribby, C. P., Miller, H. J., Brown, B. B., Smith, K. R. & Werner, C. M. (2017). Geographic regions for assessing built environmental correlates with walking trips. A comparison using different metrics and model designs. *Health & Place*, 45, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2017.02.004>
- Tudor-Locke, C., Bassett, D. R., Shipe, M. F. & McClain, J. J. (2011). Pedometer methods for assessing free-living adults. *Journal of Physical Activity and Health*, 8(3), 445–453.
<https://doi.org/10.1123/jpah.8.3.445>
- Tudor-Locke, C., Schuna, J. M., Jr., Barreira, T. V., Mire, E. F., Broyles, S. T., Katzmarzyk, P. T. et al. (2013). Normative steps/day values for older adults. NHANES 2005-2006. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences.*, 68(11), 1426–1432.
<https://doi.org/10.1093/gerona/glt116>
- Turrell, G., Haynes, M., O'Flaherty, M., Burton, N., Giskes, K., Giles-Corti, B. et al. (2011). Test-retest reliability of perceptions of the neighborhood environment for physical activity by socioeconomic status. *Journal of Physical Activity & Health*, 8(6), 829–840. <https://doi.org/10.1123/jpah.8.6.829>
- Turrell, G., Haynes, M., Wilson, L.-A. & Giles-Corti, B. (2013). Can the built environment reduce health inequalities? A study of neighbourhood socioeconomic disadvantage and walking for transport. *Health & Place*, 19, 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.10.008>
- United Nations. (2020). *World Population Ageing 2019*. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Zugriff am 21.08.2020. Verfügbar unter: <https://www.un.org/en/development/desa/population/theme/ageing/index.asp>
- Urban, F. (2004). Recovering Essence through Demolition: The "Organic" City in Postwar West Berlin. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 63(3), 354–369.
<https://doi.org/10.2307/4127975>
- Villanueva, K., Knuiman, M., Nathan, A., Giles-Corti, B., Christian, H., Foster, S. et al. (2013). The impact of neighborhood walkability on walking. Does it differ across adult life stage and does neighborhood buffer size matter? *Health & Place*, 25, 43–46. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.10.005>
- Vogelsang, R. (1989). *Geschichte der Stadt Bielefeld. Von den Anfängen bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts* (2. Aufl.). Bielefeld: Giesemann.
- Vogelsang, R. (2005). *Geschichte der Stadt Bielefeld. Von der Novemberrevolution 1918 bis zum Ende des 20. Jahrhunderts* (1. Aufl.). Bielefeld: Giesemann.

- Wallmann, B., Bucksch, J. & Froböse, I. (2012). The association between physical activity and perceived environment in German adults. *European Journal of Public Health*, 22(4), 502–508.
<https://doi.org/10.1093/eurpub/ckr069>
- Wallmann, B., Spittaels, H., Bourdeaudhuij, I. de & Froböse, I. (2012). The perception of the neighborhood environment changes after participation in a pedometer based community intervention. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9, 33.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-33>
- Wallmann-Sperlich, B., Bucksch, J., Hansen, S., Schantz, P. & Froböse, I. (2013). Sitting time in Germany. an analysis of socio-demographic and environmental correlates. *BMC Public Health*, 13, 196.
<https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-196>
- Wallmann-Sperlich, B. & Froböse, I. (2014). Physical Activity during Work, Transport and Leisure in Germany. Prevalence and Socio-Demographic Correlates. *PLoS One*, 9(11), e112333.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112333>
- Wallmann-Sperlich, B., Froböse, I. & Schantz, P. (2014). Physical activity and the perceived neighbourhood environment – looking at the association the other way around. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(8), 8093–8111.
<https://doi.org/10.3390/ijerph110808093>
- Wang, J., Kwan, M.-P. & Chai, Y. (2018). An Innovative Context-Based Crystal-Growth Activity Space Method for Environmental Exposure Assessment. A Study Using GIS and GPS Trajectory Data Collected in Chicago. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 703. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040703>
- Wasfi, R. A., Dasgupta, K., Eluru, N. & Ross, N. A. (2016). Exposure to walkable neighbourhoods in urban areas increases utilitarian walking: Longitudinal study of Canadians. *Journal of Transport & Health*, 3(4), 440–447. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.08.001>
- Wen, M., Hawkey, L. C. & Cacioppo, J. T. (2006). Objective and perceived neighborhood environment, individual SES and psychosocial factors, and self-rated health. an analysis of older adults in Cook County, Illinois. *Social Science & Medicine*, 63(10), 2575–2590.
- Wiesing, U. & Ehni, H.-J. (2014). Die Deklaration von Helsinki des Weltärztebundes – Ethische Grundsätze für die Forschung am Menschen. In C. Lenk, G. Duttge & H. Fangerau (Hrsg.), *Handbuch Ethik und Recht der Forschung am Menschen* (S. 517–524). Berlin, Heidelberg: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-35099-3_82
- Winters, M., Barnes, R., Venners, S., Ste-Marie, N., McKay, H., Sims-Gould, J. et al. (2015). Older adults' outdoor walking and the built environment: does income matter? *BMC Public Health*, 15, 876. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2224-1>
- Witten, K., Blakely, T., Bagheri, N., Badland, H., Ivory, V., Pearce, J. et al. (2012). Neighborhood built environment and transport and leisure physical activity: findings using objective exposure and outcome measures in New Zealand. *Environmental Health Perspectives*, 120(7), 971–977.
<https://doi.org/10.1289/ehp.1104584>
- World Health Organization. (2004). Global strategy on diet, physical activity and health. 92415922. Zugriff am 17.06.2019. Verfügbar unter: http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf

- World Health Organization. (2017). *Towards More Physical Activity in Cities. Transforming public spaces to promote physical activity*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Zugriff am 18.11.2017. Verfügbar unter: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/physical-activity/publications/2017/towards-more-physical-activity-transforming-public-spaces-to-promote-physical-activity-a-key-contributor-to-achieving-the-sustainable-development-goals-in-europe-2017>
- World Health Organization. (2018). *Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world*. Geneva: World Health Organization. Zugriff am 09.02.2020. Verfügbar unter: <https://www.who.int/ncds/prevention/physical-activity/global-action-plan-2018-2030/en/>
- World Health Organization. 2010. *Global Recommendations on Physical Activity for Health* (WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee). Geneva.
- World Health Organization. (2017). *Process of translation and adaptation of instruments*. Zugriff am 21st Jan 2017. Verfügbar unter: http://www.who.int/substance_abuse/research_tools/translation/en/
- Wurm, S. (2013). Lebensalter, drittes und viertes. In F. Dorsch, M. A. Wirtz & J. Strohmmer (Hrsg.), *Dorsch - Lexikon der Psychologie* (16. Aufl., S. 923). Bern: Huber.
- Xu, H., Wen, L. M. & Rissel, C. (2013). The Relationships Between Active Transport to Work or School and Cardiovascular Health or Body Weight: A Systematic Review. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 25(4), 298–315. <https://doi.org/10.1177/1010539513482965>
- Yang, Y. (2015). Interactions between psychological and environmental characteristics and their impacts on walking. *Journal of Transport & Health*, 2(2), 195–198. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.11.003>
- Zajacova, A. & Dowd, J. B. (2011). Reliability of self-rated health in US adults. *American Journal of Epidemiology*, 174(8), 977–983. <https://doi.org/10.1093/aje/kwr204>
- Zhao, P., Kwan, M.-P. & Zhou, S. (2018). The Uncertain Geographic Context Problem in the Analysis of the Relationships between Obesity and the Built Environment in Guangzhou. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph15020308>
- Zimmermann, E. (2010). *OpenStreetMap in ArcGIS: Automatisierte Datenaufbereitung für Netzwerkanalysen. OSM2nds*. Bachelorarbeit. Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Karlsruhe. Zugriff am 15.04.2019. Verfügbar unter: <http://www.peterseva.de/Bachelor-Thesis/Bachelor-Thesis.pdf>

Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit ohne frühere Promotionsversuche im In- oder Ausland

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren.

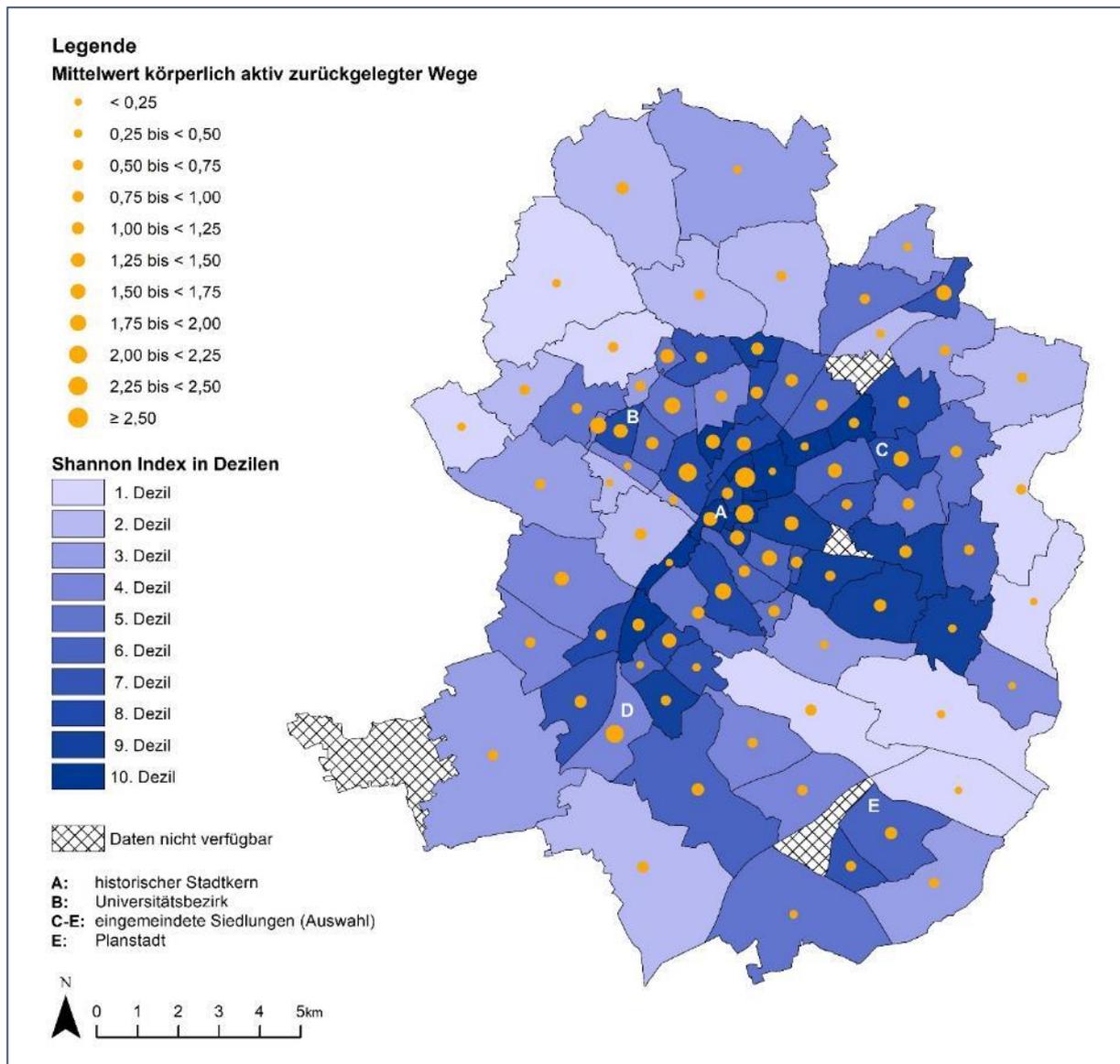
.....
Datum

.....
Unterschrift

Anhang

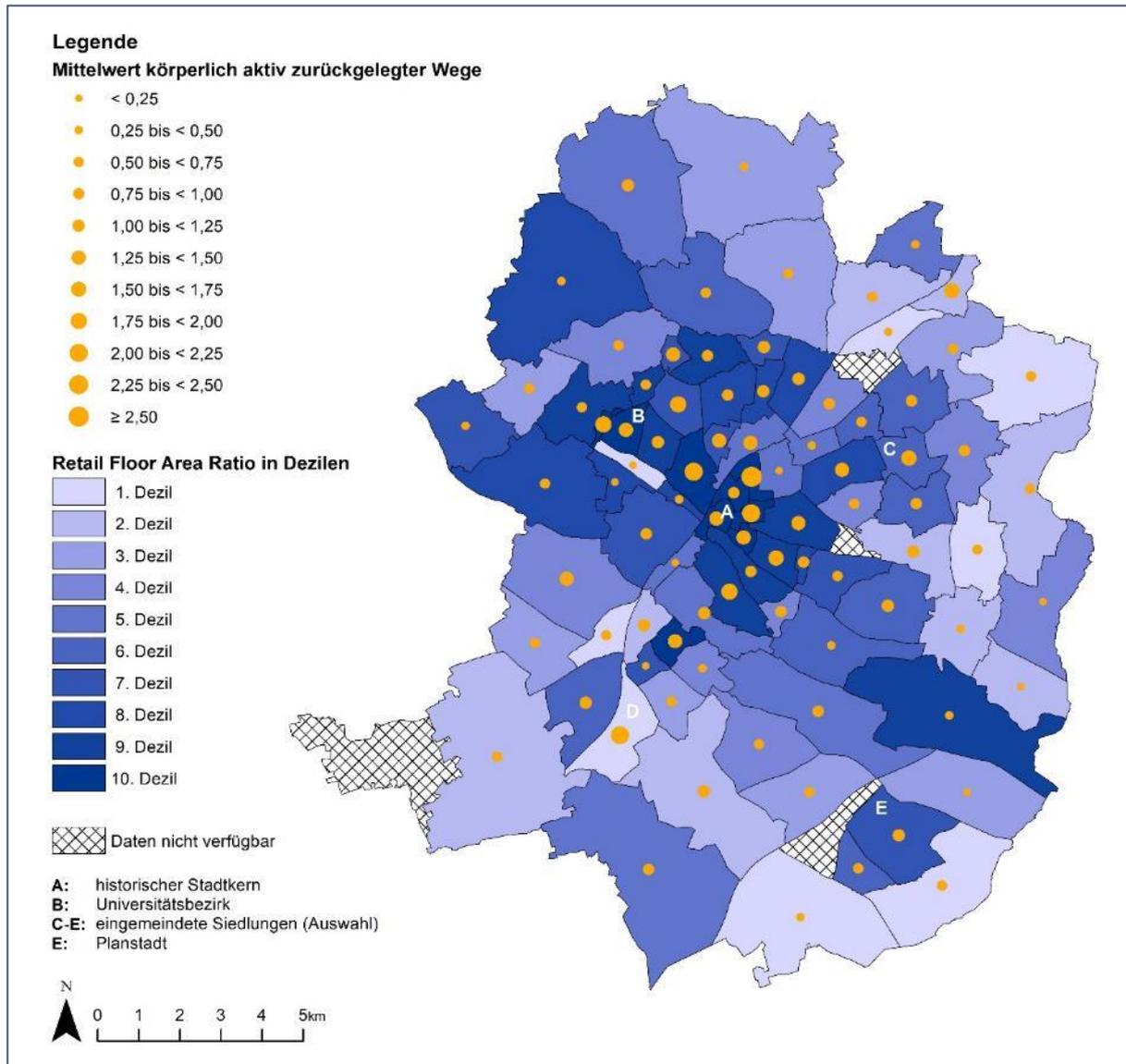
Anhang 1: Aktiver Transport und Diversität der Flächennutzung in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld	79
Anhang 2: Aktiver Transport und Bebauung gewerblicher Flächen in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld	80
Anhang 3: Aktiver Transport und Haushaltsdichte in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld	81
Anhang 4: Aktiver Transport und Konnektivität der Wege in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld	82

Anhang 1: Aktiver Transport und Diversität der Flächennutzung in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld



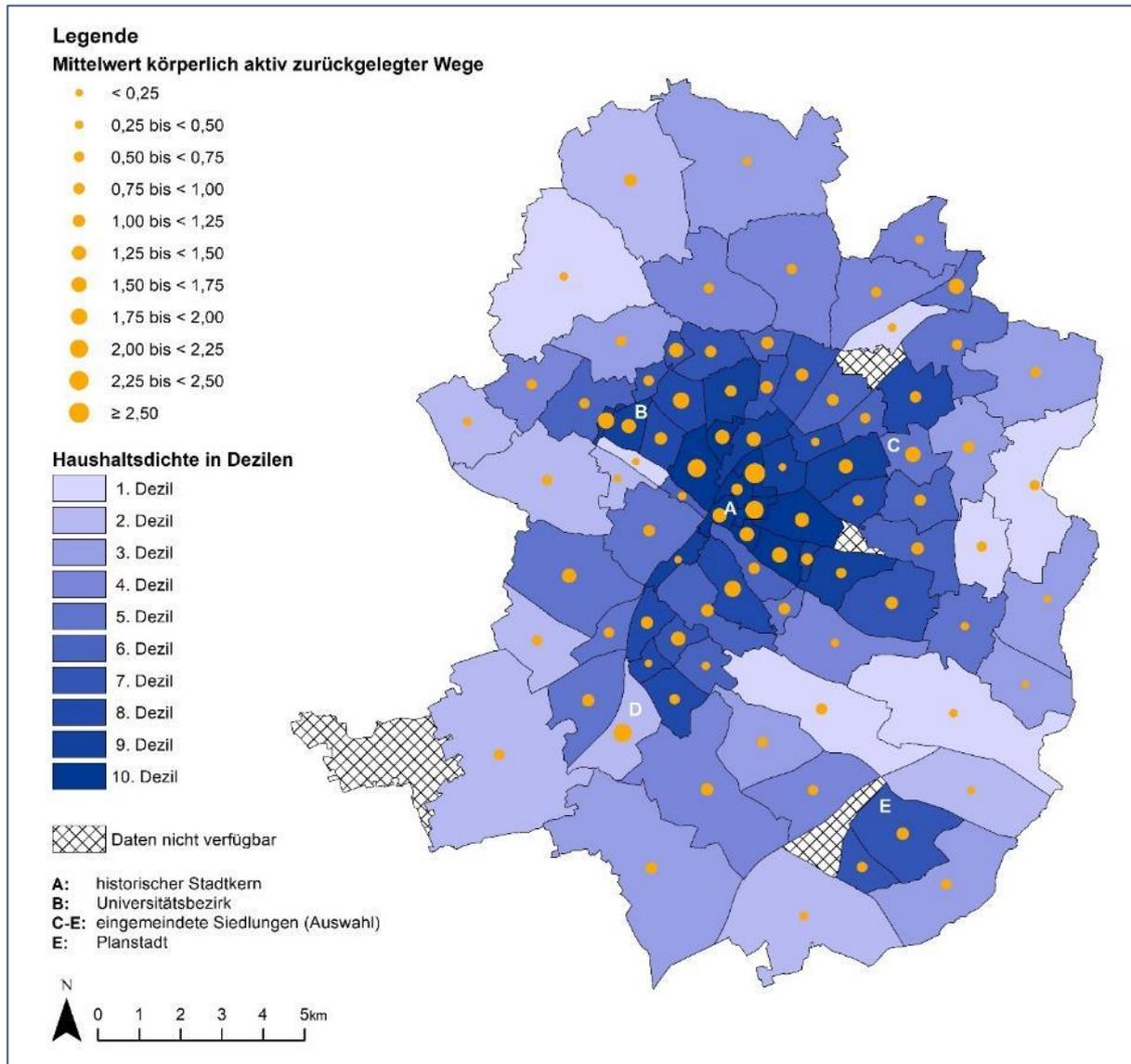
Aktiver Transport basierend auf Selbstangaben zur Verkehrsmittelwahl aus dem Jahr 2010 von 2.867 Personen aus 88 statistischen Bezirken. Stichprobe gewichtet nach Alter, Geschlecht und statistischem Bezirk ($n_{\text{gewichtet}} = 2.796$). Diversität der Flächennutzung basierend auf dem Shannon-Index und geografischen Informationen aus dem ALKIS-Grunddatenbestand, Stand: 31.12.2012.

Anhang 2: Aktiver Transport und Bebauung gewerblicher Flächen in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld



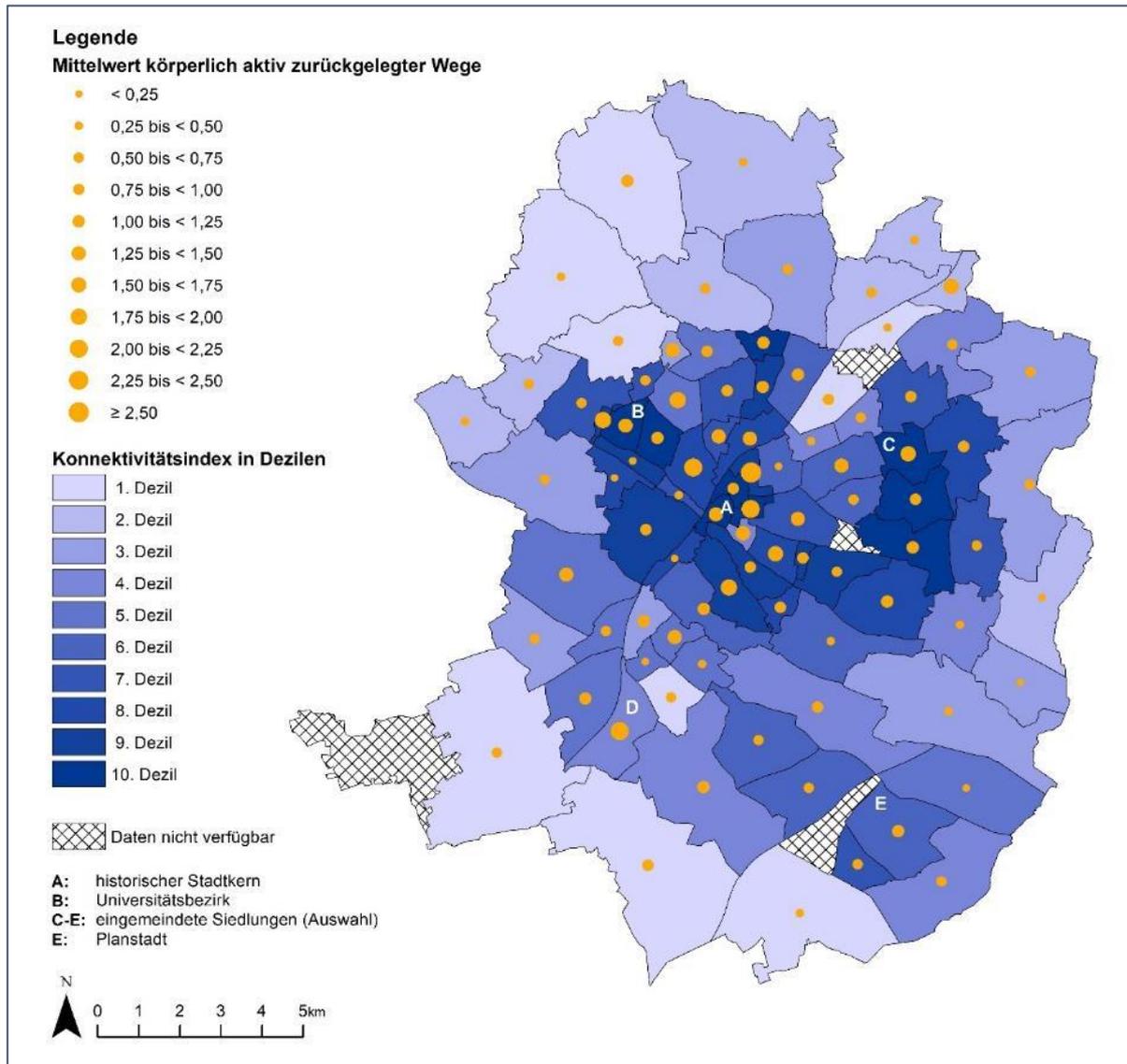
Aktiver Transport basierend auf Selbstangaben zur Verkehrsmittelwahl aus dem Jahr 2010 von 2.867 Personen aus 88 statistischen Bezirken. Stichprobe gewichtet nach Alter, Geschlecht und statistischem Bezirk ($n_{\text{gewichtet}} = 2.796$). Bebauung gewerblicher Flächen basierend auf der Retail Floor Area Ratio und geografischen Informationen aus dem ALKIS-Grunddatenbestand, Stand: 31.12.2012.

Anhang 3: Aktiver Transport und Haushaltsdichte in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld



Aktiver Transport basierend auf Selbstangaben zur Verkehrsmittelwahl aus dem Jahr 2010 von 2.867 Personen aus 88 statistischen Bezirken. Stichprobe gewichtet nach Alter, Geschlecht und statistischem Bezirk ($n_{\text{gewichtet}} = 2.796$). Haushaltsdichte basierend auf geografischen Informationen aus dem ALKIS-Grunddatenbestand, Stand: 31.12.2012.

Anhang 4: Aktiver Transport und Konnektivität der Wege in den statistischen Bezirken der Stadt Bielefeld



Aktiver Transport basierend auf Selbstangaben zur Verkehrsmittelwahl aus dem Jahr 2010 von 2.867 Personen aus 88 statistischen Bezirken im Jahr 2010. Stichprobe gewichtet nach Alter, Geschlecht und statistischem Bezirk ($n_{\text{gewichtet}} = 2.796$). Konnektivitätsindex basierend auf geografischen Informationen aus OSM, Stand: 31.12.2012.