

Eine siedlungsstrukturelle Wohnumfeldtypologie für Nordrhein-Westfalen. Methodik, Charakterisierung und Anwendung

David J. Hölzel 

Received: 25 November 2024 ■ Accepted: 10 April 2025 ■ Published online: 17 June 2025

Zusammenfassung

Siedlungsstrukturelle Typologien erleichtern die Verständigung über komplexe raumbezogene Sachverhalte im Zusammenhang mit Raumplanung, -forschung und -politik, liegen für Deutschland bislang aber vorrangig auf Bundes- und Regionsebene vor. Gegenwärtig fehlen siedlungsstrukturelle Typologien von vergleichbarer Generalisierbarkeit für kleinräumig angelegte Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Raum und Gesellschaft, wodurch die Verständigung über räumliche und raumbezogene Sachverhalte erschwert wird. Dieser Beitrag präsentiert für das Landesgebiet von Nordrhein-Westfalen eine flächendeckende, generelle Typologie von Wohnumfeldern, welche als Ausgangs- und Endpunkte alltäglicher Aktionsräume wichtige Kontexte der individuellen Lebensführung darstellen. Die Herleitung der Typologie erfolgt unter Nutzung einer hohen Zahl zufällig generierter Standorte im Landesgebiet und fußt auf frei verfügbaren Daten zur Siedlungsstruktur. Durch eine Verknüpfung mit den Stadt- und Gemeindetypen des BBSR sowie der RegioStaR-Typologie wird gezeigt, wie die Wohnumfeldtypologie großräumig angelegte Typologien ergänzen kann. Beispielhafte Vergleiche zu den Kontextfaktoren des Mobilitätsverhaltens von Grundschulkindern in Dortmund und zum politischen Wahlverhalten in Aachen illustrieren überdies die grundsätzliche Anwendbarkeit

der Wohnumfeldtypologie in sehr unterschiedlichen Themenfeldern. Zur Weiterverwendung in anderen Studien wird diese Typologie zur freien Verfügung gestellt.

Schlüsselwörter: Siedlungsstruktur ■ Wohnumfeld ■ Indikatoren ■ Raumbbeobachtung ■ Raumtypologie ■ Wahlen ■ Kinder

A Settlement-Structural Typology of Residential Environments for North Rhine-Westphalia, Germany. Methodology, Characterisation and Application

Abstract

Typologies of urban form facilitate the understanding of and communication on complex spatial issues in the context of spatial planning, research and policy. Currently, in Germany they are primarily available at federal and regional level, while small-scale typologies of urban form of comparable generalizability are scarce which complicates communication about spatial and space-related issues. Residential environments are an important context of everyday activity spaces and therefore, a typology of residential environments helps improve the understanding of the nexus between space and society. This paper aims to derive a typology of residential environments based on a high number of randomly generated locations in North Rhine-Westphalia and open access data on urban form. By linking the typology to the BBSR-“Stadt- und Gemeindetypen” and the RegioStaR typologies, this paper shows how the typology of residential environments may be linked to large-scale typologies. The paper further demonstrates its applicability in two very different subject areas by performing exemplary comparisons of the contextual factors of children’s mobility in Dortmund and political voting behaviour in Aachen,

✉ **David J. Hölzel**, Fakultät Raumplanung, Fachgebiet Stadtentwicklung, Technische Universität Dortmund, August-Schmidt-Straße 6, 44227 Dortmund, Deutschland
david.hoelzel@tu-dortmund.de



© 2025 by the author(s); licensee oekom. This Open Access article is published under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence (CC BY).

Germany. The typology is made freely available for further use in other studies.

Keywords: Settlement structure ■ Residential Environments ■ Indicators ■ Monitoring ■ Spatial Typology ■ Elections ■ Children

1 Einführung

Explizite und implizite Vorstellungen über Räume sind bedeutsam für Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft, da sie die Art und Weise der Auseinandersetzung mit raumbezogenen Problemen beeinflussen. Die vielschichtigen und oftmals implizit relationalen Perspektiven auf Raum erzeugen eine hohe Komplexität, die die Verständigung über räumliche und raumbezogene Sachverhalte erschwert. Dies begründet die Notwendigkeit komplexitätsreduzierender Operationalisierungen von Raum auf Makro-, Meso- und Mikroebene. Aus raumpolitischer und raumplanerischer Perspektive ist eine typisierende Operationalisierung von Räumen für die Definition von Zielen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten hilfreich. Auf der Makro- und Mesoebene wurden in der Vergangenheit bereits einige Typologien erarbeitet. Für Deutschland liegen insbesondere seitens des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Thünen-Instituts mehrere bundesweite Typologien vor, die Regionen, Kreise oder Gemeinden vorwiegend anhand ihrer siedlungsstrukturellen Merkmale (z. B. Einwohner- und Siedlungsdichte, Anteile ausgewählter Flächennutzungen, Erreichbarkeit) charakterisieren (Milbert 2020). Die resultierenden Typen unterscheiden sich vor allem nach ihrem Grad der Verstädterung bzw. der Ländlichkeit (BBSR 2012; Milbert 2015; Küpper 2016; Milbert 2020) und jüngere Forschungsarbeiten fokussieren sich auf eine weitere Verfeinerung dieser Differenzierung (vgl. z. B. Taubenböck/Droin/Standfuß et al. 2022). Vergleichbare Anstrengungen zur großflächigen Raumtypisierung werden auch international unternommen (Zewdie/Robinson/Adams et al. 2024). In Ergänzung zu den relativ allgemeinen Typologien wurden spezifischere Typologien erarbeitet, um die Dynamik von Landkreisen und Arbeitsmarktreionen erfassen zu können oder um Wohnungsmärkte zu beschreiben (Milbert 2015).

Während bereits einige Ansätze für makro- und mesoskalige Typologien für Regionen, Kreise und Gemeinden in Deutschland vorliegen, sind vergleichbare Arbeiten für die Mikroebene relativ selten. Im Zuge der Innerstädtischen Raubeobachtung (IRB) des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) wurden zwar einige innerstädtische Lagetypen erarbeitet, allerdings beziehen sie sich lediglich auf teilnehmende, vorwiegend städtisch

geprägte Kommunen (Böltken/Gatzweiler/Meyer 2007). Im Gegensatz hierzu wurde von Müller, Hecht und Buchholz (2017) für Nordrhein-Westfalen eine flächendeckende Bebauungsstrukturklassifikation zur spezifischen Anwendung in Hinblick auf Klimaanpassungsmaßnahmen entwickelt. Im internationalen Kontext wurden ebenfalls kleinräumig orientierte, generelle Typologien vorgestellt, so etwa für einzelne Städte wie Seoul (Li/Quan 2023) und Taipeh (Chen/Koch/Reicher 2024) oder aber für das gesamte Landesgebiet von Großbritannien (Fleischmann/Arribas-Bel 2022). Die hauptsächlichen Unterscheidungsmerkmale dieser Typologien beziehen sich unter anderem auf Merkmale der Flächennutzung, Bebauungs- und Gebäudestruktur. Darüber hinaus existiert eine schwer zu überblickende Vielzahl an Typologien, die themenbezogen im Kontext einzelner Studien gebildet wurden, beispielsweise zur Untersuchung des Einflusses räumlicher Umgebungen auf körperliche Aktivität (McDonald/Hearst/Farbaksh et al. 2012; Broberg/Salminen/Kyttä 2013; Lin/Chan/Leung et al. 2020) oder Verkehrsverhalten (Ralph/Turley Voulgaris/Taylor et al. 2016; Nash/Mitra 2019). Studienspezifische Typologien haben den Nachteil einer zweifachen, kaskadenartigen Stichprobenspezifität, weil die räumliche Stichprobe oftmals auf einer Personenstichprobe basiert. Strukturierende Einflüsse wie etwa Selbstselektionseffekte (Cao/Mokhtarian/Handy 2009) und eine damit verbundene räumliche Segregation von Wohn- und Arbeitsstandorten werden somit nicht berücksichtigt. Darüber hinaus sind diese Typologien mitunter auf spezifische Anwendungsfälle ausgerichtet. Diese Eigenschaften schränken die Generalisierbarkeit resultierender Raumtypologien ein. Neben der Stichprobenspezifität unterscheiden sich die studienspezifischen Typologien oftmals auch durch die Verfügbarkeit und Auswahl der zu verwendenden Raumvariablen und die gewählte Analyse-methode zur Typisierung, sodass die Typologien mitunter nur eingeschränkt vergleichbar sind.

Die vorliegende Arbeit strebt eine mikroskalige Ergänzung zu siedlungsstrukturellen Typologien an, die in Deutschland – wie beschrieben – bislang vorrangig für Regionen, Kreise und Gemeinden existieren. Die kleinräumig angelegte Charakterisierung bezieht sich auf Wohnumfelder¹, weil sie als Start- bzw. Zielpunkte alltäglicher Aktionsräume wichtige räumliche Kontexte der individuellen Lebensführung darstellen (Hölzel 2022). Somit ist eine Typologie von Wohnumfeldern von besonderem Interesse für ein verbessertes Verständnis über Zusammenhänge zwischen Raum und Gesellschaft. Aufgrund ihres explorativen Charakters konzentriert sich die Untersuchung auf

¹ Wohnumfelder werden in dieser Arbeit als räumliche Nahbereiche (bis zu 250 Meter) von Flächen mit Wohnfunktion definiert.

das Landesgebiet von Nordrhein-Westfalen. Ziel dieser Studie ist also die Erstellung einer landesweiten, generellen Wohnumfeldtypologie für Nordrhein-Westfalen, die Wohnumfelder anhand siedlungsstruktureller Merkmale auf der Mikroebene, das heißt im räumlichen Nahbereich und ohne Berücksichtigung makroskaliger Merkmale (u.a. Zentralität), charakterisiert und somit einen Beitrag zur Ergänzung größerer Typisierungsansätze leistet. Durch ihren für Nordrhein-Westfalen flächendeckenden und generellen Charakter kann die Typologie in unterschiedlichen Anwendungsfällen als referenzierende Operationalisierung genutzt werden, insbesondere auch jenseits großstädtischer Kontexte. Als solche löst sie zumindest für das Landesgebiet das Problem der Stichprobenspezifität und ist methodisch in sich geschlossen. Die hier zu erarbeitende Typologie ist unabhängig von administrativen Grenzen und somit gegenüber Typologien, die an Verwaltungsgrenzen orientiert

sind, flexibler einsetzbar. Zur Weiterverwendung in anderen Studien wird diese Typologie zur freien Verfügung gestellt (Hoelzel 2025).

Nach einer Darstellung der Datengrundlagen, Datenaufbereitung und Datenverarbeitung (Kapitel 2) wird die Typologie vorgestellt (Kapitel 3.1) und mit existierenden Typologien auf der Makroebene in Bezug gesetzt (Kapitel 3.2). Um die variable Einsetzbarkeit der Typologie und ihre grundsätzliche Plausibilität in sehr unterschiedlichen empirischen Zusammenhängen zu demonstrieren, werden anschließend zwei Anwendungsfälle exemplarisch-deskriptiv skizziert, nämlich das individuelle Verkehrsverhalten von Grundschulkindern in Dortmund (Kapitel 4.1) und das politische Wahlverhalten in Aachen (Kapitel 4.2). In Kapitel 5 schließt der Text mit Diskussionen über Stärken und Schwächen der Typologie sowie über potenzielle Anwendungsfelder und künftige Forschungspotenziale.

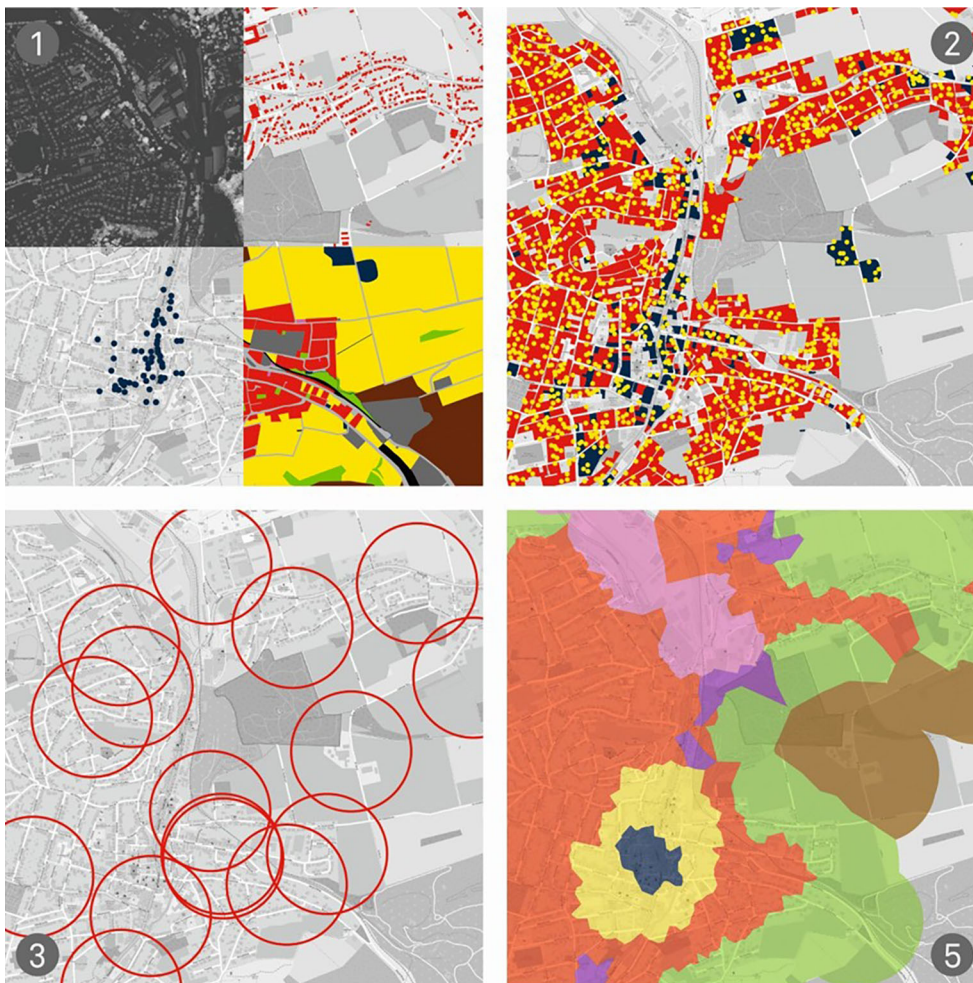


Abbildung 1 Arbeitsschritte zur Datenaufbereitung: (1) Sammlung und Zusammenführung von Datensätzen, (2) Bildung räumlicher Stichprobe anhand randomisierter Standorte, (3) Pufferung, (4) Typisierung (ohne Darstellung), (5) Kartographische Darstellung und Typenextraktion Entwurf: David Hölzel, Sophie Weidig (Fakultät Raumplanung, Technische Universität Dortmund)

2 Daten und Methodik

In Anlehnung an bisherige Typisierungsansätze sollen Wohnumfelder in dieser Arbeit über ihre siedlungsstrukturellen Charakteristika definiert werden, um eine anwendungsunabhängige Typologie zu erzeugen. Weitere raumbezogene Variablen (z. B. Bevölkerungsstruktur, Verkehr) können dadurch bei nachgelagerten Analysen als gänzlich eigenständige Einflussgrößen hinzugezogen werden. Im Vergleich zu den makroskaligen Ansätzen bezieht sich die hier zu erarbeitende Wohnumfeldtypologie allerdings ausschließlich auf den Nahbereich, sodass sie nicht auf die Ermittlung makroskaliger Zentralität ausgerichtet ist. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit und Datenverarbeitungskapazitäten erfolgt die Typisierung explorativ für Nordrhein-Westfalen, das bevölkerungsreichste Bundesland Deutschlands bei einem Flächenanteil von knapp unter zehn Prozent.²

Die im Folgenden beschriebene Vorgehensweise gliedert sich grob in folgende Arbeitsschritte, die in den nachfolgenden Unterkapiteln eingehend beschrieben werden (vgl. Abbildung 1): (1) Sammlung, Auswahl und Zusammenführung von Datensätzen und Variablen zur Beschreibung der Siedlungsstruktur im Nahbereich (hier: Flächennutzungs-, Gebäude- und Angebotsstruktur³), (2) Bildung einer räumlichen Stichprobe durch Generierung zufälliger Standorte innerhalb von Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung, (3) Erstellung von Puffern um die zuvor generierten Standorte mit anschließender Aggregation der in Schritt 1 ausgewählten Variablen, (4) (Arbeitsschritt ohne Abbildung) explorative Ermittlung markanter Gruppen von Wohnumfeldern mittels iterativer Latent-Profile-Analysen auf der Basis der aggregierten Variablen mit anschließender Erstellung der eigentlichen Wohnumfeldtypologie mittels Schwellenwerten, (5) Kartographische Darstellung der Wohnumfeldtypologie auf Basis von Thiessen-Polygonen innerhalb der Puffergrenzen und Typenextraktion.

2.1 Inkrementell-heuristische Variablenauswahl

Zur Erstellung räumlicher Typologien existieren bislang

keine standardisierten Vorgehensweisen und entsprechend unterschiedlich sind die Prozeduren und Variablensets, die bei früheren Typisierungen genutzt wurden (für einen exemplarischen Überblick vgl. Milbert 2020). Vergleichbaren Vorarbeiten entsprechend (Fleischmann/Arribas-Bel 2022; Li/Quan 2023; Chen/Koch/Reicher 2024) wird die Siedlungsstruktur von Wohnumfeldern im Rahmen der vorliegenden Studie anhand von Merkmalen der Flächennutzung, Bebauungs- und Gebäudestruktur operationalisiert (vgl. Kapitel 1). In diesem Zusammenhang folgte die Variablenauswahl drei als grundlegend erachteten Prinzipien, nämlich flächendeckender Datenbestand, freie Datenverfügbarkeit sowie Datensparsamkeit. Diese Prinzipien ergeben sich aus mehreren Gründen: Aufgrund der flächendeckenden Typisierung für Nordrhein-Westfalen müssen die Datengrundlagen ebenfalls flächendeckend für Nordrhein-Westfalen vorliegen. Die freie Datenverfügbarkeit soll eine einfache Replikation, Modifikation und Erweiterung des Ansatzes ermöglichen. Die Sparsamkeit der Variablenauswahl reduziert die Komplexität des allgemeinen Modells, was angesichts der hohen Zahl an eingehenden Fällen (vgl. Kapitel 2.2) für die ressourcenschonende Berechnung (Dauer von Aggregation und multivariater Typisierung) erforderlich ist. Aufgrund der in nachgelagerten Arbeitsschritten zwischenzeitlich festgestellten Unzulänglichkeiten vorläufiger Typisierungen (vgl. Kapitel 2.4 und 2.5) handelte es sich bei der Variablenauswahl für die explorativen Latent-Profile-Analysen (LPA) (vgl. Kapitel 2.4) nicht um einen einmaligen, in sich geschlossenen Arbeitsschritt, sondern um einen inkrementellen, heuristisch geprägten Prozess.

Als amtlicher, flächendeckend verfügbarer Datensatz bildete die Flächennutzung nach ALKIS⁴ den Ausgangspunkt der Latent-Profile-Analysen. Initial wurden die Nutzungsartengruppen⁵ „Wohnbaufläche“, „Flächen gemischter Nutzung“, „Industrie- und Gewerbefläche“, „Landwirtschaft“ und „Straßenverkehr“ als wesentliche Variablen zur kleinräumigen Charakterisierung von Siedlungsstrukturen erachtet (für einen Überblick über die Flächennutzungen vgl. AdV 2011). Exklusive Versuche mit den ALKIS-Flächennutzungen mündeten in ersten Strukturen, die zwar prinzipiell als unterschiedliche Wohnumfelder interpretierbar, aber noch nicht vollends plausibel waren: Aufgrund der räumlichen Flächennutzungsstruktur wurden zentral gelegene Flächen (Innenstadtkerne) denselben Klassen zugeordnet

² Wenngleich sich die Typologie ausschließlich auf Nordrhein-Westfalen bezieht, so ist aufgrund des Flächenanteils dennoch anzunehmen, dass sich die hier gewonnenen Wohnumfeldtypen mindestens ansatzweise auch auf andere Bundesländer übertragen lassen.

³ Der Begriff „Angebotsstruktur“ wird hier genutzt, um verallgemeinernd räumlich verteilte Versorgungs-, Dienstleistungs- und Kultureinrichtungen zu beschreiben (z. B. Einzelhandel, medizinische Versorgung, Gastronomie).

⁴ ALKIS NW Grundrissdaten; <https://open.nrw/dataset/alkis-nw-grundrissdaten-geo-nrw> (09.07.2024); „Tatsächliche Nutzung“.

⁵ Die Begrifflichkeit wurde aus AdV (2011) entnommen. Im Weiteren ist hierfür verkürzend von „(Flächen-)Nutzungen“ die Rede, soweit nicht anders angegeben.

Tabelle 1 Verwendete Variablen im inkrementell-heuristischen Forschungsprozess

Siedlungsstrukturelles Merkmal	Variable	Operationalisierung	Puffer (m)	Berücksichtigung in letzter Latent Profile Analyse
Flächennutzungsstruktur	Wohnbaufläche	Flächenanteil	250	ja
	Fläche gemischter Nutzung	Flächenanteil	250	ja
	Industrie- und Gewerbefläche	Flächenanteil	250	ja
	Landwirtschaft	Flächenanteil	250	ja
	Wald	Flächenanteil	250	ja
	Straßenverkehr	Flächenanteil	250	ja
	Weg	Flächenanteil	250	nein
	Platz	Flächenanteil	250	nein
	Platz ohne Parkplatzflächen	Flächenanteil	250	ja
	Sport-/Freizeit-/Erholungsflächen	Flächenanteil	250	ja
Angebotsstruktur	OSM-Points of interest mit gewerblich-öffentlicher, Publikumsverkehr erzeugender Funktion	Anzahl	250	ja
Bebauungsstruktur	Gebäudefläche auf Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung	Flächenanteil	250 bzw. 100	ja
	Zusammenhängende Gebäudestrukturen	Umfang	250 bzw. 100	nein
	Gebäudehöhe	Median	250 bzw. 100	nein
	Gebäudefläche	Median	250 bzw. 100	nein
	Maximales Gebäudevolumen	Median	250 bzw. 100	nein
	Große Gebäude $\geq 1.500 \text{ m}^3$ bezogen auf alle Gebäude auf Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung	Volumenanteil	250 bzw. 100	nein

wie nicht zentral gelegene Flächen (insbesondere Parkplatzflächen). Aus diesem Grund wurde eine Verbesserung der Plausibilität und Aussagekraft angestrebt, indem die Auswahl der Flächennutzungen angepasst wurde (u.a. Ergänzung von „Platz“ und „Wald“).

Nachdem mit diesen Anpassungen keine nennenswerten Verbesserungen erzielt werden konnten, wurden anschließend weitere Daten ergänzt. Zunächst wurden die Hausumringe⁶ auf Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung hinzugezogen, um den Anteil der Gebäudeflächen an den beiden, zusammengefassten ALKIS-Nutzungen zu berechnen. Die unter Hinzunahme dieser Variable erzielten Ergebnisse mündeten zwar in einer verbesserten, aber noch nicht hinreichend zufriedenstellenden Struktur. Deswegen wurden OpenStreetMap-Daten (OSM)⁷ hinzugezogen, um die Anzahl von „Points of interest“ mit gewerblich-öffentlicher, Publikumsverkehr erzeugender Funktion⁸ zu ermit-

teln. Außerdem erlaubten die OSM-Daten im Gegensatz zum ALKIS-Datensatz eine Differenzierung zwischen Parkplätzen und Nicht-Parkplätzen, weswegen in OSM als Parkplätze gekennzeichnete Flächen von der ALKIS-Flächennutzung „Platz“ subtrahiert wurden. Dadurch wurde die falsche Klassifikation von nichtzentralen Parkplatzflächen als Kernräume vermieden. Schließlich wurden die aggregierten Gebäudehöhen durch Verschneidung des Normalisierten Digitalen Oberflächenmodells⁹ mit den Hausumringen ermittelt.¹⁰ Für die manuelle Filterung wurden die Gebäudehöhen (Maximum pro Gebäude) in Verbindung mit den Gebäudegrundflächen ergänzend genutzt, um für jeden zufällig generierten Punkt Anteile großer Gebäude mit einem Volumen von mindestens 1. 500m³ am Volumen aller Gebäude

⁶ https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/lk/akt/hu_shp/ (03.07.2024).

⁷ <https://download.geofabrik.de/> (16.09.2024).

⁸ mall, departement_store, bank, museum, theatre, town_hall, market_place, post_office, restaurant, supermarket, florist, butcher, bakery, optician, clothes, jeweller, shoe_shop, sports_shop, chemist, fast_food, cafe, pharmacy, bookshop, outdoor_shop, gift_shop, newsagent, mobile_phone_shop, computer_shop, hair-

dresser, toy_shop, stationery, doctors, library, clinic, dentist, pub, beauty_shop, laundry, convenience, travel_agent, kiosk, furniture_shop, toilet, bicycle_shop.

⁹ <https://open.nrw/dataset/normalisiertes-digitales-oberflächenmodell-50-nw-geo-nrw> (06.08.2024).

¹⁰ Pro Gebäude wurde jeweils die maximale Höhe extrahiert. Die Aggregation innerhalb der Puffer erfolgte anschließend über den jeweiligen Median aller Gebäude, um unangemessene Approximationen der maximalen Gebäudehöhen (z. B. durch Nebengebäude, Schornsteine oder Antennen) auszugleichen.

auf Wohnbauflächen und Flächen¹¹ gemischter Nutzung innerhalb des Puffers zu berechnen. Ein Überblick über Variablen, die im Verlauf des inkrementellen Arbeitsprozesses (Variablenauswahl und Latent Profile Analysen) genutzt wurden, findet sich in Tabelle 1.

2.2 Räumliche Stichprobe

Bei dem hier gewählten Vorgehen wird – anstelle einer räumlich eng begrenzten Stichprobe mit einer relativ geringen Fallzahl – auf großräumiger Ebene eine große Zahl von Zufallsstandorten im Geographischen Informationssystem (GIS) generiert. Durch die zufällige räumliche Verteilung der Punkte ist die entstehende Typologie unabhängig von administrativ definierten Grenzen und dem Gebäudebestand.¹² Das einzige Kriterium zur Bildung dieser räumlichen Zufallsstichprobe liegt in deren Begrenzung auf Flächen, die bereits mit einer Wohnfunktion belegt sind oder mit einer Wohnfunktion belegt werden könnten, das heißt Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung. Gleichzeitig ist zu beachten, dass nicht alle Flächen gemischter Nutzung mit einer tatsächlichen Wohnnutzung belegt sind oder belegt werden können (vgl. AdV 2011: 13).

Für die im Folgenden berichtete Wohnumfeldtypologie wurde die Anzahl der zufällig generierten Punkte über das Landesgebiet von Nordrhein-Westfalen¹³ auf drei Millio-

nen und deren Mindestabstand auf zehn Meter festgesetzt (QGIS-Algorithmus „native:randompointsinpolygons“). Die unter diesen Vorgaben generierte Menge räumlicher Punkte auf einer Gesamtfläche von rund 3.200 km² für die Nutzungen Wohnbaufläche und Fläche gemischter Nutzung eignet sich für eine hinreichende räumliche Abdeckung sowie Dichte und die Verarbeitung auf handelsüblichen Rechnerkomponenten.

2.3 Räumliche Aggregation

Die Charakterisierung der Wohnumfelder erfordert eine punktspezifische Aggregation der als Punkte und Flächen vorliegenden Eingangsvariablen (vgl. Kapitel 2.1). Obwohl Standortqualitäten im Kontext von Raumordnung und Raumplanung oft über verkehrnetzbasierter Erreichbarkeitsanalysen operationalisiert werden, ist für den Zweck der hier angestrebten Typisierung von Wohnumfeldern eine Bildung kreisförmiger Puffer um die zufällig generierten Standorte besser geeignet: Einerseits können Puffer als räumliche Aggregationseinheiten einheitlicher Größe definiert werden, wodurch deren Vergleichbarkeit gegeben ist. Andererseits gewährleistet die Aggregation anhand kreisförmiger Puffer im Gegensatz zu einer netzbasierten Aggregation eine gleiche Gewichtung aller umliegenden Flächennutzungs-, Angebots- und Bebauungsstrukturen. Dies ist insbesondere für Standorte auf Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung in direkter Nachbarschaft zu Flächennutzungen mit geringer Straßen- bzw. Wededichte (z. B. Landwirtschaft, Wald, Industrie-/Gewerbeflächen) bedeutsam, um deren qualitative Rolle für das Wohnumfeld angemessen zu berücksichtigen.

Die Entscheidung für die Puffergröße ist ein Kompromiss zwischen Aussagekraft und Typisierbarkeit. Anders als bestehende Typologien auf großräumlicher Ebene sollte sich die hier zu berechnende Wohnumfeldtypologie lediglich auf die nahegelegene Umgebung beziehen. Diese Anforderung lässt sich von zwei Standpunkten begründen: Aus theoretischer Perspektive ist anzunehmen, dass ein gewählter Puffer individuelle Aktionsräume im Wohnumfeld umso schlechter erfasst, je größer er gewählt wird (vgl. *Uncertain Geographic Context Problem*; Kwan 2012). Darüber hinaus ergibt sich das *Modifiable Areal Unit Problem*, wonach Analyseergebnisse von der Größe räumlicher Untersuchungseinheiten abhängen (Openshaw 1984): Mit zunehmender Puffergröße werden eher allgemeine siedlungsstrukturelle Gegebenheiten erfasst, wodurch sich die Kategorisierungsergebnisse existierenden Typologien auf großräumlicher Ebene annähern dürften. Umgekehrt können (zu) klein gewählte Puffergrößen lokale Besonderheiten stärker betonen, was zu Typologien mit höherer Komplexität (Typenanzahl) und geringerer Generalisierbarkeit (Nähe zu Eingangsvariablen) führen

¹¹ Im Zuge der Datenbereinigung wurden Gebäude mit einer Höhe von höchstens 1,5 Metern sowie Gebäude mit einer Grundfläche von weniger als 15 m² ausgeschlossen.

¹² Die Bildung einer räumlichen Stichprobe über Hausumringe wurde aus mehreren Gründen verworfen: Die Nutzung von Hausumringen als Untersuchungseinheit stellt erstens eine implizite Flächengewichtung nach Gebäudetyp dar, sodass in multivariaten Analysen Mehrfamilienhäuser trotz einer gegenüber Einfamilienhäusern wesentlich größeren Anzahl an Wohneinheiten aufgrund ihrer geringeren Häufigkeit unterrepräsentiert wären. Gemäß Destatis (2025) lag zum 31. Dezember 2023 in Nordrhein-Westfalen der Anteil von Einfamilienhäusern an der Gesamtzahl der Wohngebäude bei 62,37% (Mehrfamilienhäuser mit mindestens drei Wohnungen: 20,85%) und der Anteil von Einfamilienhäusern an der Wohnungsanzahl bei 27,65% (Mehrfamilienhäuser mit mindestens drei Wohnungen: 56,49%). Zweitens ist im Gegensatz zur Stichprobenbildung über Hausumringe die Verwendung zufällig generierter Standorte grundsätzlich unabhängig vom (veränderlichen) Gebäudebestand. Drittens beträgt die Zahl der Hausumringe auf Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung mit einer Mindestfläche von 25 m² 6,8 Millionen, wodurch die Laufzeiten bei der Datenprozessierung gegenüber 3 Millionen zufällig generierten Punkten länger wären.

¹³ Ausgenommen sind Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung in einem Abstand von bis zu 250 Metern zur Landesgrenze, um Verzerrungen durch Überlappung der später zu bildenden Puffer mit nicht berücksichtigten Flächen außerhalb Nordrhein-Westfalens zu vermeiden.

könnte. Für die hier vorgestellte Typologie wurde der Puffer zur Erfassung der Kontextdaten für nahezu alle Variablen auf 250 Meter festgesetzt; einzig für die Gebäudevolumina wurde der Puffer für eine verbesserte Differenzierung auf 100 Meter begrenzt. Anschließend wurden die Eingangsvariablen durch Erfassung von Anteilen (Flächennutzungen und Gebäudevolumina) und Häufigkeiten (OpenStreetMap Points of interest) pro Puffer aggregiert.

2.4 Typisierungsmethodik

Die Wohnumfeldtypen wurden durch Filterung der Stichprobe entlang heuristisch ermittelter Schwellenwerte ermittelt. Die Wahl der Filterungskriterien und Schwellenwerte orientierte sich dabei an Latent-Profile-Analysen (Masyn 2013; Spurk/Hirschi/Wang et al. 2020; Bauer 2022)¹⁴, die explorativ durchgeführt wurden, um ein Verständnis für die Datenstruktur zu erlangen. Die Latent-Profile-Analyse (LPA) ist ein Gruppierungsverfahren, das den *Mixture Models* zuzurechnen ist. Bei Latent-Profile-Analysen wird angenommen, dass eine multivariate Häufigkeitsverteilung in einem Datensatz auf eine unbeobachtete, diskrete Variable (sogenannte latente Klassen) zurückzuführen ist. Klassenzuweisungen erfolgen probabilistisch anhand von Häufigkeitsverteilungen bzw. Mittelwerten („Modal Assignment“; Masyn 2013; Bauer 2022), das heißt, Unsicherheiten der ermittelten Zuweisungen werden konzeptionell berücksichtigt. Aufgrund dieses probabilistischen Ansatzes erlauben *Mixture Models* die Berechnung von *Fit Indices* zur Bestimmung der Güte gefundener Lösungen und zur Ermittlung der Klassenanzahl. Gleichzeitig sind die *Fit Indices* mitunter uneindeutig und können zu Fehlinterpretationen führen (Spurk/Hirschi/Wang et al. 2020). In diesen Fällen wird eine ergänzende Prüfung von *Scree-Plots* (bezogen auf die Entwicklung von *Indices* in Abhängigkeit von der Klassenanzahl) und den Charakteristika der ermittelten Klassen anhand der sogenannten *Profile Plots* erforderlich (Masyn 2013; Bau-

er 2022): Hier werden standardisierte Werte dargestellt, um für jede Variable die Abweichungen der ermittelten Klassen vom globalen Mittelwert zu illustrieren. Gemeinhin sollten sich Klassen qualitativ voneinander unterscheiden, während quantitativen Unterschieden keine wesentlich verbesserte Aussagekraft gegenüber einer geringeren Klassenanzahl zugeschrieben wird (Spurk/Hirschi/Wang et al. 2020).

In dem hier beschriebenen, iterativ-heuristischen Prozess (vgl. Kapitel 2.1) wurde in jeder Iteration eine Latent-Profile-Analyse mit jeweils wechselnder Kombination von Variablen durchgeführt (zum Verlauf der Variablenauswahl vgl. Kapitel 2.1; zur Variablenübersicht vgl. Tabelle 1). Dabei wurde die Klassenanzahl anhand von *Fit Indices*, *Profile Plots* bzw. *Scree-Plots* ermittelt, bevor Kartierungen und deskriptiv-statistische Vergleiche der Klassenzuweisungen genutzt wurden, um die Plausibilität und Aussagekraft ermittelter Klassen zu überprüfen. Diese Vorgehensweise wurde mit unterschiedlichen Variablensets wiederholt, bis sich ein hinreichend differenziertes und plausibles Bild von der Datenstruktur ergab. Aufbauend auf den Kartierungen und deskriptiven Statistiken (insbesondere *Profile Plots*) wurde die Anzahl der Klassen auf sieben festgesetzt, weil zusätzliche Klassen die Aussagekraft der Klassifikation nicht nennenswert verbesserten. Anhand der Latent-Profile-Analysen ließen sich folgende potenzielle Wohnumfeldtypen abgrenzen: Geschäftszentren, weitere Gebiete mit erhöhter Angebotsdichte, Gebiete mit hohen Flächenanteilen landwirtschaftlich genutzter Flächen (jeweils innerhalb und außerhalb des geschlossenen Siedlungszusammenhangs), Gebiete mit hohen Flächenanteilen forstwirtschaftlich genutzter Flächen und Gebiete mit hauptsächlicher Wohnfunktion.

Mit einem Anteil von rund 40-45 % (je nach Variablenauswahl und Klassenanzahl) an allen zufällig generierten Punkten bildeten Gebiete mit hauptsächlicher Wohnfunktion in allen Latent-Profile-Analysen die mit Abstand größte Gruppe. Allerdings war es mit unterschiedlichen Variablensets nicht möglich, eine Differenzierung innerhalb der Wohngebiete mit hauptsächlicher Wohnfunktion nach dem Anteil von Mehrfamilienhäusern herbeizuführen. Eine solche Differenzierung wurde jedoch als notwendig erachtet, weil andernfalls recht unterschiedliche Wohnumfelder (Einfamilienhaussiedlungen und Großwohnsiedlungen) in einem Typ gebündelt worden wären, wodurch die Aussagekraft der Wohnumfeldtypologie gemindert worden wäre. Dementsprechend wurde die grundsätzlich plausible Strukturierung der Stichprobe mittels Latent-Profile-Analyse durch manuelle Filterung weitgehend repliziert, in zwei Aspekten jedoch modifiziert: Wohnumfelder land- und forstwirtschaftlicher Prägung im geschlossenen Siedlungszusammenhang wurden zusammengeführt und Wohnumfelder mit hauptsächlicher Wohnfunktion bei erhöhtem Mehrfamilienhausanteil wurden als eigenständiger Wohnumfeld-

¹⁴ Unter den getesteten Methoden der Clusteranalyse (hierarchisch und k-Means), der Hauptkomponentenanalyse, der Latent-Profile-Analyse und der Latent-Class-Analyse war einzig die Latent-Profile-Analyse mit dem R-Package tidyLPA (Rosenberg/Beymer/Anderson et al. 2018) zur erfolgreichen Ermittlung von Ergebnissen in einer akzeptablen Laufzeit geeignet. Für hierarchische Clusterverfahren, die auf Distanzmatrizen aufbauen, potenziert sich die Zellohngkeit in Abhängigkeit von der Anzahl der eingehenden Fälle. Die hohe Zahl von drei Millionen eingehenden Fällen überstieg die Rechenkapazitäten (insbesondere Arbeitsspeicher) bei Weitem. Eine testweise durchgeführte k-Means-Clusteranalyse lieferte keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Bei der Durchführung einer Latent-Class-Analyse zeigte sich, dass die Berechnung mit handelsüblichen Rechnerkomponenten je nach Klassenanzahl und Anzahl der Wiederholungen mehrere Wochen Zeit in Anspruch nehmen würde.

Tabelle 2 Gestaffelte Typenbildung mit Filterungskriterien

Nr.	Wohnumfeldtyp	Kurzbezeichnung	Puffer (m)	Filterkriterium	Schwellenwert	Anzahl
1	Wohnumfeld land-/forstwirtschaftlicher Prägung (außerhalb des geschlossenen Siedlungszusammenhangs)	Außenbereich	250	Kombinierter Flächenanteil Vegetation (Landwirtschaft, Wald, Gehölz, Heide, Moor, Sumpf, Unland/vegetationslose Fläche); AdV (2011: 24–25)	≥ 70 %	498.268
2	Geschäftszentrum	Geschäftszentrum	250	Anzahl der OSM Points of Interest mit gewerblich-öffentlicher, Publikumsverkehr erzeugender Funktion	≥ 50	25.471
3	Wohnumfeld gewerblich-industrieller Prägung	Gewerbe/Industrie	250	Flächenanteil Industrie- und Gewerbefläche	≥ 20 %	144.581
4	Wohnumfeld mit erhöhter Angebotsdichte	Angebotsverdichtung	250	Anzahl der OSM Points of Interest mit gewerblich-öffentlicher, Publikumsverkehr erzeugender Funktion	15–49	102.776
5	Wohnumfeld mit hauptsächlicher Wohnfunktion und erhöhtem Mehrfamilienhausanteil	Geschosswohnungsbau	100	Volumenanteil aller großen Gebäude (≥ 1.500 m³) an allen Gebäuden auf Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung	≥ 80 %	163.776
			250	Flächenanteil Wohnbaufläche	≥ 20 %	
6	Wohnumfeld land-/forstwirtschaftlicher Prägung (im geschlossenen Siedlungszusammenhang)	Siedlungsrand	250	Kombinierter Anteil land- und forstwirtschaftlicher Flächen	≥ 30 %	739.031
7	Wohnumfeld mit hauptsächlicher Wohnfunktion und geringem Mehrfamilienhausanteil	Einfamilienhaus-siedlung	250	Kombinierter Anteil Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung	≥ 15 %	1.319.665
	Nicht zugewiesen		–	–	–	6.432

typ unter Nutzung der Volumenanteile großer Gebäude (≥ 1.500 m³) herausgearbeitet. Die in diesem Arbeitsschritt genutzten Schwellenwerte wurden heuristisch bestimmt, damit sich die endgültige Wohnumfeldtypologie an die zuvor ermittelten Ergebnisse der Latent-Profile-Analysen annähert.

Die Filterung der Wohnumfeldtypen erfolgte gestaffelt, das heißt, einmal einem Wohnumfeldtyp zugewiesene Standorte waren nicht mehr für nachfolgende Wohnumfeldtypen verfügbar. Entsprechend bedeutsam ist die Reihenfolge der Filterungen, die für die hier gebildete Wohnumfeldtypologie nach ‚absteigender Eindeutigkeit‘ festgelegt wurde (vgl. Tabelle 2): Mit Wohnumfeldern außerhalb des Siedlungszusammenhangs und in den Geschäftszentren wurden zunächst die Typen definiert, die am eindeutigsten als peripher und zentral erkennbar waren. Um sicherzustellen, dass Wohngebiete in der Nähe von dezentralen Einzelhandelszentren in Gewerbe-/Industriegebieten von zentrennahen Wohngebieten mit vergleichbar dichter Angebotsstruktur (z. B. in Cityrandlage) unterschieden werden, wurden anschließend Wohnumfelder gewerblich-industrieller Prägung vor Wohnumfeldern mit erhöhter Angebotsdichte ermittelt. Aus dem verbleibenden Teil der Stichprobe (Punkte im Siedlungszusammenhang, geringe Angebotsdichte, geringe

Flächenanteile gewerblich-industrieller Nutzung) wurden nun Wohnumfelder mit einem erhöhten Anteil von Mehrfamilienhäusern als eigenständiger Wohnumfeldtyp definiert. Anschließend wurden abermals Wohnumfelder land-/forstwirtschaftlicher Prägung als eigenständiges Wohnumfeld abgegrenzt, wobei aufgrund der bereits durchgeführten Definition von Typ 1 lediglich Standorte im Siedlungszusammenhang zu Typ 6 zugeordnet wurden. Als ‚Residualkategorie‘ umfassten Wohnumfelder mit Wohnfunktion und geringem Mehrfamilienhausanteil nun alle zufällig generierten Punkte, in deren Umgebung sich Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung in mindestens geringfügigem Maße befanden. Etwa 0,2 % der Stichprobe konnten mit den genutzten Filterungskriterien keinem Wohnumfeldtyp zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich in der Regel um randständig oder abseits gelegene Punkte im Umfeld von Friedhöfen, Sport-/Freizeit-/Erholungsflächen, Gewässern oder großflächigen Verkehrsanlagen (z. B. Gleisdreiecke oder Autobahnkreuze).

2.5 Typenextraktion und kartographische Darstellung

Um die Untersuchungseinheiten der Punkte zu Darstellungs- und Analysezwecken in die Fläche zu überführen, wurden Thiessen-Polygone auf der Basis der zufällig generierten Punkte gebildet. Thiessen-Polygone (auch Voronoi-Diagramme) stellen eine Interpolationsmethode dar, bei der Punkte genutzt werden, um Zonen zu bilden, innerhalb derer die Punkte jeweils der nächstliegende Punkt sind (Heywood/Cornelius/Carver 2011). Auf diese Weise können auch Standorte, die nicht mit den zufällig generierten Punkten übereinstimmen, einem Wohnumfeldtyp zugeordnet werden. Die Thiessen-Polygone wurden mit den 250-Meter-Puffern verschnitten und anschließend entsprechend dem Typ, dem der jeweils zugrunde liegende Punkt zugeordnet wurde, eingefärbt.

Für die nachfolgend aufgeführten Anwendungsbeispiele werden die generierten Wohnumfeldtypen auf zweierlei Weise extrahiert. Das in Kapitel 4.1 beschriebene Anwendungsbeispiel nutzt als Untersuchungseinheit einzelne (punktbasierte) Wohnstandorte, die über ihre Lage in dem jeweiligen Thiessen-Polygon der Wohnumfeldtypologie je einem Typ zugewiesen werden. In Umkehrung hierzu beziehen sich der Vergleich mit bestehenden Typologien in Kapitel 3.2 sowie das in Kapitel 4.2 beschriebene Anwendungsbeispiel auf Flächen als Untersuchungseinheit, innerhalb derer mittels Aggregation die relative Häufigkeit der Wohnumfeldtypen auf Basis der punktbasierenden Zufallsstandorte bestimmt wird.

3 Wohnumfeldtypologie

Nach einer Beschreibung ermittelter Wohnumfeldtypen wird die Typologie mit existierenden, makroskaligen Typologien verglichen.

3.1 Wohnumfeldtypen in Nordrhein-Westfalen

Eigenschaften der ermittelten Wohnumfeldtypen sind in Tabelle 3 dargestellt und werden nachfolgend detailliert nach absteigender Größe der Wohnumfeldtypen beschrieben. „Wohnumfelder mit hauptsächlicher Wohnfunktion und geringem Mehrfamilienhausanteil“ (Typ 7) stellen mit deutlichem Abstand den größten Wohnumfeldtyp dar. Sie sind durch einen hohen Anteil an Wohnbauflächen bei unterdurchschnittlicher Gebäudefläche und durchschnittlichen Gebäudehöhen gekennzeichnet. In Bezug auf durchschnittliche Gebäudemerkmale sind „Wohnumfelder land- bzw. forstwirtschaftlicher Prägung im geschlossenen Siedlungszusammenhang“ (Typ 6, zweitgrößter Typ) mit Typ 7

vergleichbar, allerdings ist die Flächennutzungsstruktur durch überdurchschnittliche Anteile land- und forstwirtschaftlicher Nutzungen gekennzeichnet. In Groß- und Mittelstädten befinden sich Wohnumfelder der Typen 6 und 7 vermehrt im suburbanen Raum oder in Randlage. In ländlichen Kontexten liegen Wohnumfelder des Typs 7 häufiger im Siedlungskern, während sich Wohnumfelder des Typs 6 entweder in Randlage befinden oder im Fall kleiner bzw. disperser Siedlungsstrukturen den hauptsächlichen Wohnumfeldtyp bilden. „Wohnumfelder land- bzw. forstwirtschaftlicher Prägung außerhalb des geschlossenen Siedlungszusammenhangs“ (Typ 1) bilden die drittgrößte Gruppe und zeichnen sich durch die höchsten Anteile land- bzw. forstwirtschaftlich genutzter Flächen sowie die niedrigsten Dichten in Bezug auf Bebauung, Angebotsstruktur und Straßenverkehrsnetze aus. Diese Wohnumfelder umfassen vermehrt Weiler oder einzelne land- bzw. forstwirtschaftliche Betriebe. Die räumliche Verteilung der Wohnumfeldtypen lässt sich exemplarisch Abbildung 2 entnehmen; die Verteilung von Wohnumfeldtypen nach Siedlungsgröße wird vertieft in Kapitel 3.2 diskutiert.

„Wohnumfelder mit hauptsächlicher Wohnfunktion und erhöhtem Mehrfamilienhausanteil“ (Typ 5) sind durch eine überdurchschnittliche Präsenz großer Gebäude (in der Regel Mehrfamilienhäuser) gekennzeichnet. Im innenstadtnahen Bereich von Großstädten grenzt dieser Wohnumfeldtyp oftmals an Wohnumfelder des Typs 4. Hier befinden sich vermehrt Geschosswohnungsbauten (Blockrandbebauung), standortabhängig vereinzelt jedoch auch Villen aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Suburbane Wohnumfelder des Typs 5 umfassen demgegenüber Großwohnsiedlungen und weitere Mehrfamilienhäuser (vor allem im sozialen Wohnungsbau). In Ausnahmefällen werden wegen ihrer großen Betriebsgebäude auch landwirtschaftliche Betriebe im geschlossenen Siedlungszusammenhang in Typ 5 sortiert.

„Wohnumfelder gewerblich-industrieller Prägung“ (Typ 3) weisen einen relativ hohen Anteil von Industrie- und Gewerbeflächen auf, während der Anteil der Wohnbauflächen unterdurchschnittlich ist. Wohnumfelder dieses Typs liegen entsprechend häufig im Umfeld von Gewerbe- und Industriegebieten. „Wohnumfelder mit erhöhter Angebotsdichte“ (Typ 4) weisen ebenfalls eine überdurchschnittliche Dichte in Bezug auf Bebauung, Angebotsstruktur und Straßenverkehrsnetze auf, wenn auch nicht auf dem Niveau von Typ 2. In Groß- und Mittelstädten befindet sich dieser Typ oftmals in Cityrandlage oder im Kern dezentraler Stadtteilzentren, während er in Kleinstädten vermehrt in den eigentlichen Stadtkernen liegt. Mit weniger als einem Prozent stellt der Wohnumfeldtyp „Geschäftszentrum“ (Typ 2) die kleinste Gruppe dar. Er ist gleichermaßen durch eine sehr dichte Angebotsstruktur sowie eine hohe Bebau-

Tabelle 3 Nutzungsbezogene und bauliche Eigenschaften (Durchschnitt) im Umfeld zufällig generierter Standorte in Nordrhein-Westfalen (n = 2.993,568; Puffer = 250 Meter) nach Wohnumfeldtyp; * = bezogen auf Gebäude auf Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung. Alle Anteile sind in Prozent angegeben und können in Summe rundungsbedingt von 100 abweichen.

Flächenanteil															Anzahl	An- teil	
Typ	Wohn- bau- fläche	Sport-, Frei- zeit- und Erholungsflä- che	Fläche gemisch- ter Nut- zung	Platz (ohne Parken)	Indus- trie- und Gewer- befläche	Stra- ßen- ver- kehr	Land- wirt- schaft	Wald	Bebaute Wohnbau- und Misch- fläche*	Ge- bäu- de*	Median			Große Ge- bäude (≥ 1.500 m³) im Umkreis von 100 Metern*	OSM Points of Interest	Typ	
											Gebäu- defläche (Quadrat- meter)*	Gebäu- dehöhe (Meter)*	Maximales Gebäude- volumen (Kubikme- ter)*				
1: Außen- bereich	3,68	1,28	5,98	0,02	0,47	2,61	69,10	10,90	21,54	29,29	126,99	8,53	1144,61	65,03	0,05	16,64	16,64
2: Ge- schäfts- zentrum	22,58	4,34	23,17	2,25	8,57	21,71	0,15	0,13	56,15	410,14	104,34	14,24	1513,18	83,29	85,10	0,85	0,85
3: Ge- werbe/ Industrie	23,07	4,60	5,98	0,30	32,38	11,70	8,33	2,79	26,38	169,75	84,96	9,04	814,21	57,00	3,12	4,83	4,83
4: Ange- botsver- dichtung	39,14	5,89	13,52	0,99	5,34	17,20	1,42	0,76	37,82	383,17	87,66	11,31	1050,13	69,54	24,98	3,43	3,43
5: Ge- schoss- woh- nungsbau	44,44	8,85	5,28	0,31	3,90	14,97	5,27	3,01	28,24	249,72	96,70	11,03	1121,77	89,56	3,62	5,47	5,47
6: Sied- lungsrand	26,72	4,47	4,87	0,10	1,79	7,17	37,84	9,53	22,10	174,58	72,02	8,07	590,83	36,19	0,44	24,69	24,69
7: Ein- famili- enhaus- siedlung	52,15	7,20	3,88	0,24	2,98	12,81	6,91	2,57	25,49	377,26	63,37	8,54	544,18	35,67	2,14	44,08	44,08
Gesamt	35,22	5,48	5,14	0,22	3,87	10,01	24,60	5,63	24,87	252,34	80,20	8,73	726,72	46,26	2,99	99,99	99,99

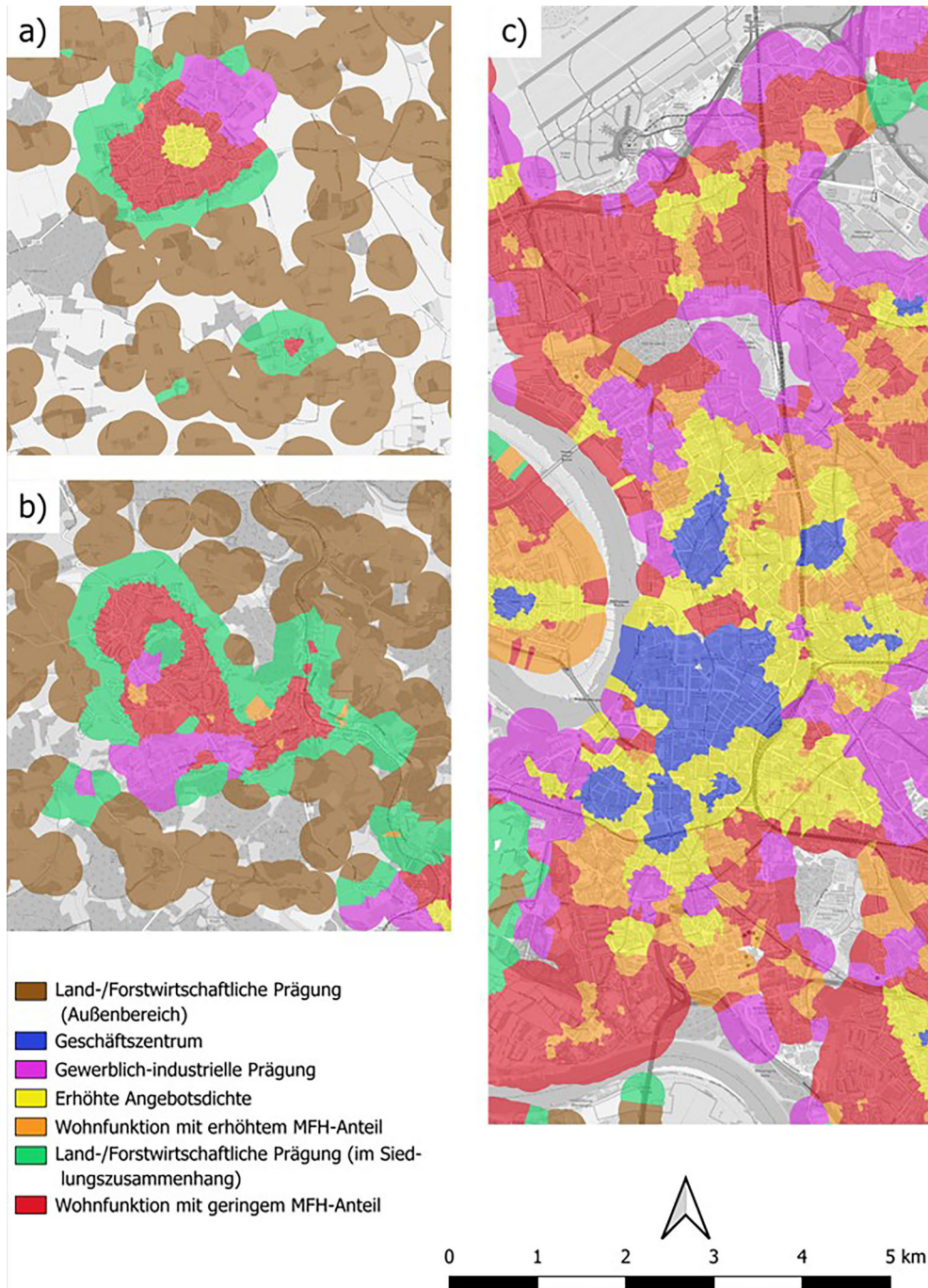


Abbildung 2 Wohnumfeldtypen in a) Laer und Laer-Holthausen (Kreis Steinfurt), b) Kierspe (Märkischer Kreis) und c) der Landeshauptstadt Düsseldorf Hintergrundkarte: OpenStreetMap

Tabelle 4 Verteilung der Wohnumfeldtypen, differenziert nach Stadt- und Gemeindetypen (nach BBSR); alle Angaben in Prozent

Stadt- und Gemeindetyp differenziert	Anteil Wohnumfeldtyp							Anteil Nordrhein-Westfalen
	1: Außenbereich	2: Geschäftszentrum	3: Gewerbe/Industrie	4: Angebotsverdichtung	5: Geschosswohnungsbau	6: Siedlungsrand	7: Einfamilienhaussiedlung	
Größere Großstadt	2,00	2,71	5,95	8,67	19,08	9,15	52,44	8,80
Kleine Großstadt	6,38	1,24	6,55	4,78	10,93	15,79	54,33	19,25
Größere Mittelstadt	10,31	1,02	5,75	3,05	4,86	21,90	53,12	16,34
Kleine Mittelstadt	20,93	0,62	4,49	2,51	2,02	27,38	42,05	30,61
Größere Kleinstadt	26,90	0,09	3,01	1,96	1,18	36,17	30,68	19,99
Kleine Kleinstadt	36,21	–	2,63	1,81	0,83	32,06	26,45	4,77
Landgemeinde	18,33	–	1,63	1,57	0,54	50,58	27,35	0,25

Quelle: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/downloads/raumgliederungen-referenzen-2022.xlsx> (Bezeichnung: „Raumgliederungssystem des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) zum Gebietsstand 31.12.2022; Stand: 28.08.2024“) (23.09.2024). Der Raumtyp „Periphere ländliche Region - Zentrale Stadt“ existiert nicht in Nordrhein-Westfalen

ungs- und Straßendichte gekennzeichnet und liegt meist im Bereich historischer Stadtkerne (Citylage).

Die kartographischen Betrachtungen der Wohnumfeldtypologie zeigen ein Muster visuell abgrenzbarer Wohnumfeldtypen, allerdings sind räumliche Wechsel zwischen den Typen nicht als harte Grenzen, sondern als Verläufe siedlungsstruktureller Übergänge (im Sinne von „fuzzy sets“; Sui 1992) zu verstehen. Weiterhin wurde die Wohnumfeldtypologie im Attributraum erstellt, ohne räumliche Distanzen zwischen den zufällig generierten Standorten raumstatistisch abzubilden. Die Typologie berücksichtigt außerdem keine administrativen Grenzen oder Größen kommunaler Gebietskörperschaften. Die mit der Typologie verbundenen Aussagen über die funktionale Bedeutung von Wohnumfeldern beziehen sich ausschließlich auf die nahräumliche Angebotsstruktur, Bebauung und Flächennutzung im Puffer, nicht aber auf die räumliche Lage im Kontext der gesamten Siedlungsstruktur. Dennoch führen Merkmalskombinationen von Flächennutzungsmustern, Angebots- und Bebauungsstrukturen mitunter zu kartographischen Mustern, deren visuelle Interpretation zum Teil ‚relative‘ Zentren nahelegen, die allerdings nur in Abhängigkeit von den jeweils betrachteten geographischen Teilausschnitten als solche verstanden können (vgl. Abbildung 2 a und c). So kommen beispielsweise Standorte des Typs 4 in Cityrandlagen, Stadtteilzentren und Zentren von Klein- und Mittelstädten vor.

3.2 Vergleich mit makroskaligen Typologien

Aus den kartographischen Betrachtungen in Kapitel 3.1 wird ersichtlich, dass lagebezogene Zusammenhänge zwischen den kleinräumigen Wohnumfeldtypen und der großräumigen Siedlungsstruktur bestehen. Zur Offenlegung dieser Zusammenhänge werden die Wohnumfeldtypen mit zwei ausgewählten Typologien verglichen (zur Methodik der Typenextraktion vgl. Kapitel 2.5). Datengrundlage bilden die Referenztabellen des BBSR.¹⁵ Im Vergleich mit den differenzierten Stadt- und Gemeindetypen zeigt sich, dass die Häufigkeit der Wohnumfeldtypen 2 und 4 mit der Größe der Gemeinde abnimmt; Ähnliches gilt auch für die Typen 3, 5 und 7 (vgl. Tabelle 4). Umgekehrt nimmt der Anteil der Typen 1 und 6 mit abnehmender Gemeindegröße bis zu den kleinen Kleinstädten zu.

In Ergänzung zu den Stadt- und Gemeindetypen wird die Wohnumfeldtypologie mit den Regionalstatistischen Raumtypen (RegioStaR 17) verglichen, welche neben der Siedlungsgröße auch die regionale Lage von Siedlungen berück-

¹⁵ <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/downloads/raumgliederungen-referenzen-2022.xlsx> (Bezeichnung: „Raumgliederungssystem des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) zum Gebietsstand 31.12.2022; Stand: 28.08.2024“) (23.09.2024).

sichtigt (Milbert 2020). Hier zeigen sich grundsätzlich vergleichbare Zusammenhänge wie bei den Stadt- und Gemeindetypen, allerdings variieren die Anteile einzelner Wohnumfeldtypen bei gleicher Stadt- bzw. Gemeindegröße auch in Abhängigkeit vom regionalen Kontext (vgl. Tabelle 5): Ländliche Regionen weisen im Vergleich zu Stadtregionen über alle Siedlungsgrößen hinweg größere Anteile der Wohnumfeldtypen 1 und 6 und gleichzeitig kleinere Anteile der Typen 2, 4, 5 und 7 auf.

Durch den ausschließlich nähräumlichen Bezug der Wohnumfeldtypologie ist es möglich, dass zufällig genierte Standorte desselben Typs in Siedlungskontexten

unterschiedlicher Größe Ähnlichkeiten aufweisen, die die Typenzugehörigkeit zwar *statistisch* begründen, aber nicht mit der *realen* Wahrnehmung der Wohnumfelder aufgrund der unterschiedlichen Siedlungsgröße übereinstimmen. So kann beispielsweise ein Wohnumfeld mit erhöhter Angebotsdichte (Typ 4) sowohl in einer Großstadt als auch in einer Kleinstadt vorkommen, ist aber kontextabhängig entweder als zentrennahes Wohnumfeld, Stadtteilzentrum oder Zentrum einer Kleinstadt zu interpretieren. Dementsprechend sollten Studien zu räumlichen Einflüssen auf individuelles Verhalten (bzw. Wahrnehmungen und Einstellungen) berücksichtigen, dass Wohnumfeldtypen mit

Tabelle 5 Verteilung der Wohnumfeldtypen, differenziert nach Regionalstatistischen Raumtypen „RegioStaR 17“ (nach BBSR); alle Angaben in Prozent

Regionalstatistischer Raumtyp (RegioStaR 17)	Wohnumfeldtyp							Anteil Nord- rhein- West- falen
	1: Außen- bereich	2: Ge- schäfts- zentrum	3: Ge- werbe/ Industrie	4: Angebots- verdichtung	5: Geschoss- wohnungs- bau	6: Sied- lungsrand	7: Einfamilien- haussiedlung	
Metropolitane Stadtregion - Metropole	2,00	2,71	5,95	8,67	19,08	9,15	52,44	8,80
Metropolitane Stadtregion - Großstadt	4,78	1,21	6,89	4,66	11,84	14,51	56,10	13,67
Metropolitane Stadtregion - Mittelstadt	9,17	0,98	5,36	3,62	4,84	22,12	53,90	15,21
Metropolitane Stadtregion - Verstädterter Raum	17,55	0,35	4,21	2,96	2,11	33,81	39,01	5,76
Metropolitane Stadtregion - Kleinstädtisch, dörflicher Raum	25,28	–	0,99	2,39	0,62	38,50	32,22	1,01
Regiopolitane Stadtregion - Regiopole	9,71	1,39	5,54	5,55	9,28	19,04	49,48	4,93
Regiopolitane Stadtregion - Mittelstadt	20,04	0,65	5,83	2,13	1,84	22,11	47,40	7,80
Regiopolitane Stadtregion - Verstädterter Raum	29,26	0,24	3,87	2,21	1,15	27,62	35,66	7,18
Regiopolitane Stadtregion - Kleinstädtischer, dörflicher Raum	28,66	0,09	2,45	2,20	1,20	33,90	31,50	2,81
Stadtregionsnahe ländliche Region - Zentrale Stadt	13,33	0,96	5,28	2,26	3,95	25,91	48,32	6,02
Stadtregionsnahe ländliche Region - Mittelstadt	23,24	0,63	4,67	1,91	1,72	27,50	40,33	8,13
Stadtregionsnahe ländliche Region - Verstädterter Raum	28,28	0,23	3,53	1,97	1,04	33,47	31,48	7,89
Stadtregionsnahe ländliche Region - Kleinstädtischer, dörflicher Raum	32,74	0,00	2,38	1,60	1,22	37,36	24,70	7,59
Periphere ländliche Region - Mittelstadt	23,23	0,46	2,01	1,79	1,86	40,52	30,12	1,46
Periphere ländliche Region - Verstädterter Raum	14,51	–	2,97	1,00	0,66	45,37	35,48	0,35
Periphere ländliche Region - Kleinstädtischer, dörflicher Raum	29,45	0,31	1,83	2,13	0,67	41,65	23,96	1,37

anderen Kontexteinflüssen interagieren könnten. Hierfür können die hier dargestellte Wohnumfeldtypologie und andere, größere Typologien wechselseitig ergänzt werden.

4 Anwendungsbeispiele

In den folgenden, deskriptiv angelegten Anwendungsbeispielen wird die Nutzbarkeit der Wohnumfeldtypologie als unabhängige Variable zur Analyse individuellen Verkehrsverhaltens sowie als Strukturierungsschema für raumbezogene Sekundärdaten zum politischen Wahlverhalten illustriert.

4.1 Wohnumfelder und Mobilitätsverhalten von Grundschulkindern

Exemplarisch werden Daten einer 2020 durchgeführten Elternbefragung von Grundschulkindern zu deren Mobilitätsverhalten in Hinblick auf mögliche Zusammenhänge mit dem Wohnumfeld analysiert. Die Befragung erfolgte im Rahmen des Projekts „Grundschulkindern unterwegs – Die Bedeutung der verkehrlichen und baulichen Umwelt für kindliche Mobilität“ in Dortmund. Sie wurde an insgesamt 13 Schulstandorten in urbanen bis mehrheitlich suburban-ländlichen Stadtteilen durchgeführt. Von den insgesamt 1.220 gültigen Rückmeldungen enthielten 792 eine freiwillige Angabe zum (ungefähren) Wohnstandort. Wie in Kapitel 2.5 beschrieben, wurden die Wohnstandorte dem Wohnumfeldtyp entsprechend ihrer Lage in den Thiessen-Polygonen zugewiesen.

Bei der Befragung wurde unter anderem abgefragt, mit welchen Personen und welchen Verkehrsmitteln die Kinder an den drei Schultagen vor der Befragung zur und von der Schule gekommen sind (insgesamt sechs Wege). Außerdem wurden Haushaltsmerkmale wie Haushaltsform und die Anzahl der verfügbaren Pkw ebenso erhoben wie die elterliche Verkehrsmittelnutzung auf dem Arbeitsweg. Auf dieser Basis wurden unter anderem die Länge des kürzesten Wegs zwischen Wohn- und Schulstandort berechnet und die Anzahl der Unfälle sowie die modellierten Verkehrsstärken entlang dieses Weges ermittelt. Für den exemplarischen Vergleich wird im Folgenden deskriptiv untersucht, inwieweit die Kontextvariablen der Schulwegmobilität von Grundschulkindern in Abhängigkeit vom bewohnten Wohnumfeld variieren.

Tabelle 6 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Wohnumfeldtypen, die in der Stichprobe vorhanden sind, sowie eine Auswahl von Variablen zur Charakterisierung des Verkehrsverhaltens und seiner Kontextfaktoren. Bedingt durch die geringen Fallzahlen in den Typen 1 und 2 richten sich die nachfolgenden Betrachtungen ausschließlich auf die Wohn-

umfeldtypen 3 bis 7. Knapp die Hälfte der Stichprobe lebt an einem Wohnstandort, der gemäß Wohnumfeldtypologie als Wohnumfeld mit hauptsächlicher Wohnfunktion und geringem Mehrfamilienhausanteil (Typ 7) klassifiziert ist, während ein weiteres Zehntel in land- und forstwirtschaftlich geprägten Wohnumfeldern lebt (Typ 6). Dies spiegelt einerseits den großen Anteil der beiden Typen an der Gesamtmenge zufällig generierter Standorte (vgl. Tabelle 2), andererseits aber auch die räumliche Lage der untersuchten Schulstandorte in überwiegend suburbanen bis ländlichen Siedlungsstrukturen wider. Ein weiteres knappes Viertel der Stichprobe lebt in Wohnumfeldern mit hauptsächlicher Wohnfunktion und erhöhtem Mehrfamilienhausanteil (Typ 5).

Während die wohnumfeldbezogenen Unterschiede für die Begleitmobilität und aktive Mobilität zur (meist nahegelegenen) Schule gering ausfallen, deuten mehrere Kontextvariablen auf typenbezogene Unterschiede hin, die indirekte Zusammenhänge mit infrastrukturellen Gegebenheiten aufzeigen könnten. So zeigt sich etwa bei der elterlichen Verkehrsmittelnutzung auf dem Arbeitsweg, dass Eltern in Wohnumfeldern mit erhöhter Angebotsdichte (Typ 4), gewerblich-industriell geprägten Wohnumfeldern (Typ 3) und Wohnumfeldern mit hauptsächlicher Wohnfunktion und erhöhtem Mehrfamilienhausanteil (Typ 5) vergleichsweise häufig Verkehrsmittel des Umweltverbunds nutzen. Demgegenüber verfügen Eltern in Wohnumfeldern mit hauptsächlicher Wohnfunktion und geringem Mehrfamilienhausanteil (Typ 7) sowie Eltern in landwirtschaftlich geprägten Wohnumfeldern (Typ 6) im Vergleich über mehr Pkw und greifen für ihren Arbeitsweg entsprechend häufiger auf den motorisierten Individualverkehr zurück. Diese Unterschiede könnten durch die unterschiedlichen Angebotsdichten der jeweiligen Wohnumfeldtypen (vgl. Tabelle 2) und implizit damit verbundene Erreichbarkeiten bedingt sein. Außerdem könnte das unterschiedliche Pendelverhalten auf ungleiche Lebenslagen und Lebensstile zurückzuführen sein, welche auch einen strukturierenden Einfluss auf die Verteilung der Haushalte auf die Wohnumfeldtypen haben könnten.¹⁶ Daneben zeigen sich bei weitgehend vergleichbaren Schulwegdistanzen recht prägnante Unterschiede im Verkehrsaufkommen und Unfallhäufigkeiten entlang der Schulwege jener Kinder, die in Wohnumfeldern mit hauptsächlicher Wohnfunktion (Typen 5 und 7), Wohnumfeldern mit erhöhter Angebots- bzw. Wohnungsdichte (Typ 4) und landwirtschaftlich geprägten Wohnumfeldern (Typ 6) leben. Schulwege von Kindern in Wohnumfeldern

¹⁶ In der Befragung wurden zwar Angaben zum Einkommen abgefragt, allerdings machte hierzu ein erheblicher Teil der Eltern keine Angaben, weswegen eine Auswertung nicht möglich ist.

Tabelle 6 Kontextvariablen zum Verkehrsverhalten von Grundschulkindern in Dortmund nach Wohnumfeldtyp (n = 792), ¹ = mindestens vier der sechs abgefragten Wege zur/von der Schule wurden mit Erwachsenen zurückgelegt, ² mindestens vier der sechs abgefragten Wege zur/von der Schule wurden zu Fuß oder mit dem Rad zurückgelegt, ³ = Nutzung durch mindestens einen Elternteil

Anteil (in %)			Mittelwert							An- teil (in %)		
Typ	Begleiteter Schulweg ¹	Aktiver Schulweg ²	Haushalts- typ: Familie mit Kindern	Verkehrsmittel- telnutzung Pendelweg Eltern ³ : Fahr- rad	Verkehrsmittel- telnutzung Pendelweg Eltern ³ : Fuß	Verkehrsmittel- nutzung Pen- delweg Eltern ³ : motorisiert	Verkehrsmittel- nutzung Pen- delweg Eltern ³ : ÖPNV	Länge Schul- weg (m)	Anzahl verfü- barer Pkw	Anzahl der Unfälle entlang des Schulwegs 2019-2021	Mittlere model- lierte Verkehrs- stärke entlang des Schulwegs	Typ
1: Außen- bereich	62,50	37,50	87,50	31,25	6,25	93,75	12,50	3289,47	1,88	7,44	1779,67	2,02
2: Ge- schäfts- zentrum	100,00	50,00	50,00	25,00	50,00	25,00	50,00	1527,15	0,67	37,00	10553,99	0,51
3: Ge- werbe/ Industrie	67,86	44,64	87,50	25,00	30,36	76,79	19,64	1639,08	1,15	25,31	12204,99	7,07
4: Ange- botsver- dichtung	51,35	60,81	78,38	20,27	22,97	70,27	27,03	1526,34	1,21	21,01	8146,73	9,34
5: Ge- schoss- woh- nungsbau	53,80	53,26	78,80	18,48	20,65	69,57	25,54	1088,69	1,29	8,65	5162,75	23,23
6: Sied- lungs- rand	59,72	52,78	90,28	11,11	6,94	91,67	11,11	1402,94	1,75	4,34	3304,74	9,09
7: Ein- famili- enhaus- siedlung	54,66	55,18	83,94	12,69	10,10	85,49	21,76	1162,95	1,53	6,46	4550,27	48,74

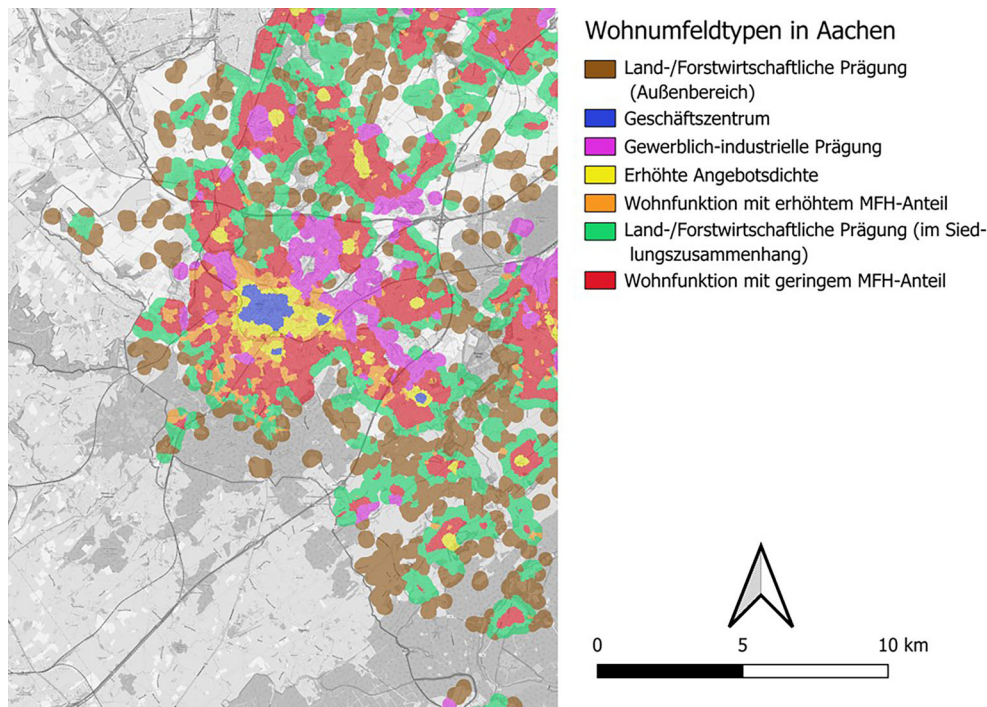


Abbildung 3 Wohnumfelder in Aachen. Hintergrundkarte: OpenStreetMap

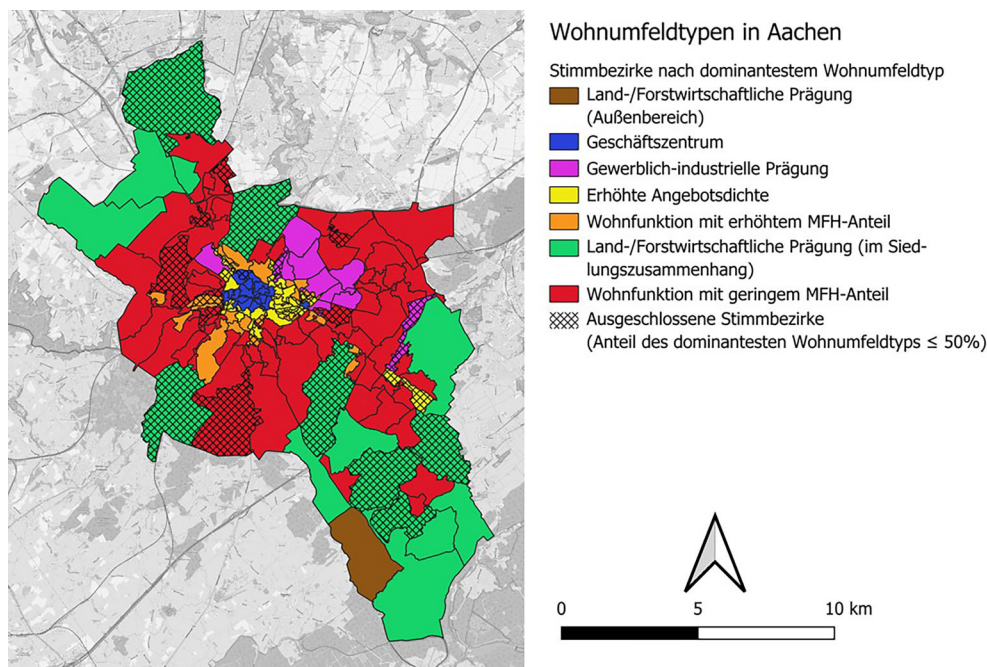


Abbildung 4 Stimmbezirke in Aachen zur Europawahl 2024 nach dominantestem Wohnumfeldtyp. Datengrundlage: Stadt Aachen (2022) Hintergrundkarte: OpenStreetMap

Tabelle 7 Wahlverhalten zur Europawahl 2024 in Aachener Stimmbezirken nach jeweils dominantestem Wohnumfeldtyp (Schwellenwert: 50 %)

Typ	Anzahl Stimm- bezirke	Durchschnitt		Durchschnittlicher Stimmenanteil in Prozent								
		Wahlbeteiligung (ohne Briefwahl) (in %)	Wahlbe- rechtigte	CDU	Grü- ne	SPD	AfD	FDP	LINKE	Volt	BSW	Sons- tige
1: Außenbereich	1	59,41	161,00	32,28	19,62	6,96	8,23	10,13	1,27	6,33	6,33	8,85
2: Geschäftszentrum	18	37,72	355,06	11,77	26,33	10,07	5,24	6,88	5,51	14,86	4,03	15,31
3: Gewerbe/ Industrie	8	30,44	244,38	16,15	13,23	15,09	16,11	4,05	4,34	6,56	7,81	16,66
4: Angebotsver- dichtung	21	39,53	402,14	10,66	26,84	12,39	5,93	4,90	6,21	12,76	4,50	15,81
5: Geschosswoh- nungsbau	16	36,55	416,06	17,24	19,56	13,66	11,85	5,85	4,88	8,23	6,07	12,66
6: Siedlungsrand	9	47,44	364,67	31,21	20,78	15,10	8,80	6,48	1,75	3,49	3,92	8,47
7: Einfamilien- haussiedlung	60	42,37	499,78	27,14	19,90	15,47	9,75	6,19	2,67	4,60	4,99	9,29
Aachen (ohne Briefwahl)	162	40,10	430,51	20,66	21,48	13,99	9,11	5,95	3,94	7,90	4,98	12,00

mit erhöhter Angebotsdichte weisen im Vergleich zu den anderen drei Wohnumfeldtypen höhere Verkehrsstärken und Unfallhäufigkeiten auf, was aus dem mit der erhöhten Angebotsdichte verbundenen Vorhandensein nahegelegener Hauptverkehrsstraßen zu erklären ist. Für Schulwege von Kindern, die in gewerblich-industriell geprägten Wohnumfeldern (Typ 3) leben, sind sowohl Schulwegdistanzen als auch Unfallhäufigkeiten und Verkehrsstärken gegenüber den anderen hier betrachteten Wohnumfeldtypen nochmals erhöht, wobei gewerblich-industriell geprägte Wohnumfelder in Dortmund oftmals von Hauptverkehrsstraßen geschnitten werden.

4.2 Politisches Wahlverhalten nach Wohnumfeldtypen

Neben ihrer Anwendung auf punktspezifische Datenbestände kann die Wohnumfeldtypologie auch als interpretativer Rahmen für flächenbezogene Sekundärdaten unterschiedlicher Maßstäblichkeit herangezogen werden. Exemplarisch werden hier die Wahlergebnisse für die Europawahl 2024 in Aachen untersucht, um zu ermitteln, inwieweit das politische Wahlverhalten mit den nähräumlichen Wohnbedingungen zusammenhängt. Politische Einstellungen im räumlichen Kontext werden bislang oftmals polarisierend zwischen Stadt und Land analysiert und diskutiert (vgl. z. B. D'Antonio 2017; Richter/John 2022; Stroppe/Jungmann 2022; Haffert/Mitteregger 2023), ohne die siedlungsstrukturellen Unterschiede innerhalb städtischer und ländlicher Regionen (vgl. Kapitel 1 und Tabelle 5) vertiefend zu beleuchten. Demgegenüber erlaubt die kleinräumige Wohnumfeldtypologie eine differenziertere Betrachtung politischer

Einstellungen innerhalb kommunaler Gebietskörperschaften. Derartige Analysen könnten helfen, raumbezogene Erklärungsansätze der politischen Willensbildung im Kontext der alltäglichen Lebensführung zu verbessern (z. B. in Hinblick auf Einstellungen gegenüber parteispezifischen Konzepten der Wohnungs- oder Verkehrspolitik).

Für das Fallbeispiel Aachen wurden die insgesamt 22.649 zufällig generierten Standorte im Stadtgebiet über die 162 Stimmbezirke aggregiert und für jeden Stimmbezirk die jeweiligen Anteile der Wohnumfelder bestimmt, um die Stimmbezirke dem jeweils dominantesten Wohnumfeldtyp zuzuordnen zu können. Die Aachener Stimmbezirke verfügen jeweils über einen Wahlraum und sollen eine Bevölkerung von maximal 2.500 Menschen umfassen (Stadt Aachen 2022). Durch die stadtreional unterschiedliche Bevölkerungsdichte ergeben sich hieraus Bezirke von sehr unterschiedlicher Größe: Sie reichen von siedlungsstrukturell eigenständigen, dörflich geprägten Ortsteilen an den administrativen Grenzen der Stadt (z. B. Horbach und Schmithof) bis auf einzelne, dicht besiedelte Straßenzüge im Stadtzentrum (z. B. Mittlere Bismarckstraße und Oppenhoffallee). Per Briefwahl abgegebene Stimmen wurden in gesonderten Briefwahlbezirken zusammengefasst und sind somit nicht in den eigentlichen Stimmbezirken enthalten. In Abbildung 3 ist ersichtlich, dass sich südlich und östlich des Aachener Stadtzentrums zwei weitere Stadtteilzentren in Innenstadtnähe befinden. Außerdem sind weitere Unterzentren in den dezentral gelegenen Stadtbezirken erkennbar (Walheim, Kornelimünster, Eilendorf, Brand, Haaren und Laurensberg).

Der folgende Vergleich des Wahlverhaltens enthält nur jene Stimmbezirke, die eindeutig je einem dominanten Wohn-

umfeldtyp mit einem Häufigkeitsanteil von mehr als 50 Prozent zugeordnet werden können (133 Bezirke) und deren Wohnumfeldtyp mindestens zehn Mal in der verbleibenden Stichprobe vorkommt, sodass $n = 115$ (71 %; vgl. Abbildung 4). Mit diesen Einschränkungen lassen sich die nachfolgenden Analysen im Wesentlichen als Vergleich zwischen verdichteten Wohnumfeldern mit überdurchschnittlicher bis weit überdurchschnittlicher Angebotsdichte (Typen 2 und 4) und Wohnumfeldern mit überwiegender Wohnfunktion (Typen 5 und 7) verstehen (vgl. Tabelle 2).

Der tabellarische Vergleich (vgl. Tabelle 7) zeigt deutliche Unterschiede im Wahlverhalten zwischen Stimmbezirken, in denen jeweils Wohnumfelder mit überdurchschnittlicher Angebotsdichte und Wohnumfelder mit hauptsächlichlicher Wohnfunktion dominieren: In ersteren finden sich die höchsten Stimmenanteile für die Grünen und auch die sonst als Kleinpartei geltende Volt erzielt in Stimmbezirken in Wohnlagen mit überdurchschnittlicher Angebotsdichte auffällig hohe Stimmenanteile. Gleichzeitig sind die Stimmenanteile für die CDU hier (Typen 2 und 4) im Vergleich zu anderen Wohnumfeldtypen am niedrigsten. In Stimmbezirken, die von Wohnumfeldern hauptsächlichlicher Wohnfunktion und geringem Mehrfamilienhausanteil (Typ 7) geprägt sind, liegen die Wahlergebnisse, mit Ausnahme eines überdurchschnittlichen Anteils für die CDU, weitgehend um den gesamtstädtischen Durchschnitt (Ähnliches gilt für Typ 6). AfD, Linke und BSW erzielen in Stimmbezirken, die von Wohnumfeldern mit hauptsächlichlicher Wohnfunktion und erhöhtem Mehrfamilienhausanteil geprägt sind (Typ 5), leicht überdurchschnittliche Anteile (ähnlich auch Typ 3). Weiterhin variiert der Anteil sonstiger¹⁷ Parteien im Zusammenhang mit Wohnumfeldtypen, wobei diese Parteien zusammengekommen mindestens 15 % der Stimmen in Stimmbezirken erringen konnten, die überwiegend Wohnumfelder mit erhöhter Angebotsdichte umfassen.

Die hier skizzierten, typbezogenen Unterschiede im Wahlverhalten der Stimmbezirke sind wahrscheinlich zu einem wesentlichen Anteil auf unterschiedliche soziodemographische Strukturen und Effekte residenzieller Selbstselektion zurückzuführen. Gerade an einem Hochschulstandort wie Aachen sind in Innenstadtnähe höhere Konzentrationen junger, liberal eingestellter Menschen zu erwarten. Dies impliziert jedoch auch, dass die Wohnumfeldtypologie Muster sozialer Segregation zumindest in Ansätzen abbilden kann. Das Beispiel zeigt, dass die alleinige Betrachtung Aachens als Gesamtstadt die hier ermittelten raumbezogenen Unterschiede im Wahlverhalten verdecken würde. Im

Gegensatz dazu kann die Wohnumfeldtypologie zur systematischen Strukturierung und aggregierenden Analyse des Wahlverhaltens in den kleinräumigen Stimmbezirken genutzt werden und so ein differenzierteres Bild politisch-geographischer Zusammenhänge zeichnen. Während diese beispielhafte Analyse nur Wohnumfeldtypen mit einer relevanten Mindestanzahl an Stimmbezirken betrachtet und sich daher weitgehend auf urbane bis suburbane Räume konzentriert, könnten künftige Analysen weitere Städte und Kreise berücksichtigen, um auch fundierte Aussagen über das Wahlverhalten in land- bzw. forstwirtschaftlich und gewerblich-industriell geprägten Wohnumfeldern treffen zu können.

5 Diskussion und Ausblick

Die hier vorgestellte Typologie weist eine Reihe von Stärken auf. Im Allgemeinen erlaubt sie eine kleinräumige Differenzierung wohnumfeldbezogener Siedlungsstrukturen und ergänzt somit existierende, makroskalige Raumtypen nach unten. Sie hebt sich gegenüber studienspezifischen Typologien durch Flächendeckung über das gesamte Landesgebiet Nordrhein-Westfalens bei gleichzeitig hoher Standortdichte ab, ohne an administrative Abgrenzungen gebunden zu sein. Vielmehr ermöglicht die Typologie aufgrund ihrer Bildung im Attributraum eine distanzunabhängige, relationale Differenzierung von Wohnumfeldern, was eine kartographische Identifizierung (poly-)zentraler Raumstrukturen, auch in mittel- und kleinstädtischen sowie in ländlichen Kontexten, ermöglicht. Durch ihren nähräumlichen Bezug eignet sich die Typologie zur Repräsentation der unmittelbaren Wohnumgebung ohne Preisgabe personenbezogener Daten. Durch die ausschließliche Verwendung siedlungsstruktureller Variablen können in nachgelagerten Analysen weitere Kontextfaktoren (z. B. Sozialstruktur) gesondert untersucht werden. Im Vergleich zur Typisierung auf der Grundlage multivariater Analysemethoden ist die Typisierung mittels Filterung auf der Grundlage von Schwellenwerten mit einem deutlich geringeren Rechenaufwand verbunden und kann entsprechend leichter auf größere Stichproben (z. B. Bundesgebiet) übertragen werden.¹⁸ Weiterhin ermöglicht diese Vorgehensweise durch die Konstanz der Schwellenwerte eine einfachere Replikation als eine direkte Typologisierung auf der Basis multivariater Gruppierungsverfahren wie etwa Latent-Profile- oder Clusteranalysen. Schließlich ist die Typologie auch frei verfügbar (Hölzel 2025).

¹⁷ Unter „Sonstige“ sind alle Parteien zusammengefasst, die in keinem Wohnumfeldtyp einen durchschnittlichen Stimmenanteil von mindestens fünf Prozent erringen konnten.

¹⁸ Davon unberührt ist allerdings die Berechnungsdauer zur Aggregation der Daten, die sich mit einer größeren Stichprobe entsprechend deutlich verlängern kann.

Aufgrund ihrer Unabhängigkeit von Personenstichproben und Anwendungen ist die Typologie für eine große Bandbreite an Fragestellungen, insbesondere für vergleichende Perspektiven, einsetzbar: So wäre beispielsweise ein Einsatz in der Wanderungsforschung denkbar, etwa zur Untersuchung von Wohnpräferenzen, residenzieller Selbstselektion oder wohnbiographischen Einflüssen. Darüber hinaus könnte die Typologie auch in der Quartiers- und Segregationsforschung oder bei Sozialraumanalysen eingesetzt werden. In der Wohnungs- und Immobilienforschung könnten Wohnumfelder etwa in Hinblick auf Eigentumsquoten, Miethöhen und Bodenrichtwerte analysiert werden. Für aktionsräumliche Analysen kann die Arbeit mit einer Wohnumfeldtypologie eine nützliche Kategorisierung nichtöffentlicher Räume bieten (vgl. Hölzel 2022) und das Verständnis für Einflussfaktoren auf die Wahl von Aktivitätsorten verbessern, etwa im Zusammenhang mit Freizeitgestaltung (Scheiner 2006). Denkbar wäre außerdem ein Einsatz in der Verkehrs- und Mobilitätsforschung, etwa bei der Untersuchung von Kontextbedingungen des individuellen Verkehrsverhaltens (vgl. Kapitel 4.1) oder bei der Modellierung von Quell- und Zielverkehren. Stadtsoziologische und umweltpsychologische Studien könnten Wohnumfeldtypen als räumliche Kontextvariable zur Untersuchung von Lebenszufriedenheit und subjektivem Wohlbefinden einsetzen. Wie in Kapitel 4.2 angedeutet, könnten zudem politikbezogene Analysen auf der Basis von Wohnumfeldern zu einer verbesserten Differenzierung des Raumbezugs in politischen Diskursen beitragen. Im Allgemeinen eignet sich die Wohnumfeldtypologie als Werkzeug zur Charakterisierung städtischer Teilräume etwa bei der Auswahl von Untersuchungsräumen in wissenschaftlichen Studien. Wenngleich die Muster der Wohnumfeldtypologie nicht als feste Grenzen zu interpretieren sind, so kann ein Vergleich mit administrativen Abgrenzungen statistischer Teilgebiete in Großstädten dennoch zu einem verbesserten Zuschnitt räumlicher Aggregationseinheiten beitragen. Außerdem könnte die Typologie mit Flächennutzungs- und Bebauungsplänen verglichen werden.

Die hier vorgestellte Wohnumfeldtypologie weist eine Reihe inhaltlicher Schwächen auf. So liegt mit 16,6% ein recht großer Teil der zufällig generierten Punkte des „Wohnumfelds land-/forstwirtschaftlicher Prägung (außerhalb des geschlossenen Siedlungszusammenhangs)“ (Typ 1) im Außenbereich. Dies ist vorrangig auf Mischflächen im land- und forstwirtschaftlichen Bereich zurückzuführen, die nicht immer mit einer tatsächlichen Wohnfunktion belegt sind (AdV 2011: 13). Außerdem sind im Wohnumfeldtyp „Wohnumfeld mit hauptsächlicher Wohnfunktion und erhöhtem Mehrfamilienhausanteil“ (Typ 5) vereinzelt große Villen und landwirtschaftliche Betriebe enthalten, die auch mit höheren Schwellenwerten nicht von tatsächlichen Mehrfa-

milienhausgebieten unterschieden werden konnten. Im Allgemeinen erfasst Typ 5 jedoch korrekterweise die Wohnumfelder, die seiner Bezeichnung entsprechen. In methodischer Hinsicht führt die Festsetzung eines Puffers das *Modifiable Areal Unit Problem* in die Typologie ein, da die Puffergröße mehr oder minder willkürlich gewählt wird (vgl. Kapitel 2.3). 250 Meter (für Gebäude 100 Meter) wurden in dieser Studie als Kompromiss zwischen Nahräumlichkeit und Aussagekraft erachtet, aber weitere Studien könnten mit anderen Puffergrößen eventuell bessere Ergebnisse liefern. Die Stichprobenbildung über Flächennutzungen statt über Gebäude ist zwar nicht immer exakt (etwa, wenn ein zufällig generierter Punkt außerhalb von Gebäuden liegt), aber insoweit vorteilhaft als damit nicht nur tatsächliche, sondern auch potenzielle Wohnumfelder typisiert werden, sofern Wohn- bzw. Mischnutzungen bereits über die ALKIS-Flächennutzung ersichtlich sind (z. B. für Neubau- und Konversionsgebiete). Außerdem ist die Bildung einer räumlichen Stichprobe über zufällig generierte Punkte wegen ihrer Unabhängigkeit vom Gebäudebestand besser für Langzeitvergleiche geeignet. Gleichwohl würden auch für zufällig generierte Punkte Änderungen in der Flächennutzungsstruktur Änderungen der räumlichen Stichprobe nach sich ziehen. In diesem Kontext könnten künftige Arbeiten ein flächendeckendes Punktraster zur Datenaggregation heranziehen, um die räumliche Stichprobe der Wohnumfeldtypologie nicht nur vom Gebäudebestand, sondern auch von der Flächennutzungsstruktur zu entkoppeln. Die hier verwendeten OpenStreetMap-Daten könnten als „Volunteered Geographic Information“ (Goodchild 2007) unzuverlässig sein, tragen in der vorliegenden Typologie jedoch zu einer plausiblen Schärfung des amtlichen Datenmaterials bei.

Für die künftige Untersuchung von Wohnumfeldtypen wäre eine Ausweitung auf andere Bundesländer und das Bundesgebiet ebenso denkbar wie eine kritische Untersuchung zum Einfluss des Maßstabs und der Puffergröße auf die Typisierungsergebnisse. Eine Erhöhung der Punktdichte könnte den Detaillierungsgrad der Wohnumfeldtypologie weiter erhöhen. Schließlich könnte auf Basis der Wohnumfeldtypologie auch eine standardisierte Skala zur anonymisierten Erhebung von Wohnumfeldtypen in schriftlichen Befragungen konzipiert werden. Die hier vorgestellte Typologie basiert auf Daten aus den Jahren von 2022 bis 2024 und bildet somit nur einen relativ kurzen Zeitraum ab. Für das Verständnis von Stadtentwicklungsprozessen (z. B. Suburbanisierung und Reurbanisierung) könnten allerdings wiederholte Analysen im Sinne einer langfristigen Raumbeobachtung Aufschluss über die Dynamik von Wohnumfeldern geben, insbesondere bei Änderungen der Angebotsstruktur auf Siedlungsflächen konstanter Größe (Ausdünnung von Angeboten, Nachverdichtung).

Research Data The data explained in this paper can be accessed via the Zenodo repository at the following link: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14168168>

Competing Interests The author declares no competing interests.

Acknowledgement I would like to thank two anonymous reviewers for their helpful comments. Furthermore, I am grateful to Oliver Huber (Department of Spatial Planning, TU Dortmund University) for his support in preparing the geodata for retrieving the heights of residential buildings throughout North Rhine-Westphalia and to Sophie Weidig for her support in the design of Figure 1. Finally, I would like to thank the Department of Transport Planning of the City of Dortmund for providing data on modelled traffic volume.

Funding This research is funded by the Karl-Vossloh-Foundation (Project Number: S0047/10061/2021).

Literatur

- AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2011): Katalog der tatsächlichen Nutzungsarten im Liegenschaftskataster und ihrer Begriffsbestimmungen. <https://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Liegenschaftskataster/Download/> (16.09.2024).
- Bauer J. (2022): A Primer to Latent Profile and Latent Class Analysis. In: Goller, M.; Kyndt, E.; Paloniemi, S.; Damşa, C. (Hrsg.): *Methods for Researching Professional Learning and Development. Challenges, Applications and Empirical Illustrations*. Cham, 243–268. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08518-5_11
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2012): *Raumabgrenzungen und Raumtypen des BBSR*. Bonn. = *Analysen Bau.Stadt.Raum* 6.
- Böltken, F.; Gatzweiler, H.-P.; Meyer, K. (2007): Das Kooperationsprojekt „Innerstädtische Raumb Beobachtung“: Rückblick, Ausblick, Ergebnisse. *Informationsgrundlagen für Stadtforschung und Stadtentwicklungspolitik*. In: BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.): *Innerstädtische Raumb Beobachtung: Methoden und Analysen*. Bonn, 7–22. = *Berichte des BBR* 25.
- Broberg, A.; Salminen, S.; Kyttä, M. (2013): Physical Environmental Characteristics Promoting Independent and Active Transport to Children’s Meaningful Places. In: *Applied Geography* 38, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.11.014>
- Cao, X.; Mokhtarian, P. L.; Handy, S. L. (2009): Examining the Impacts of Residential Self-Selection on Travel Behaviour: A Focus on Empirical Findings. In: *Transport Reviews* 29, 3, 359–395. <https://doi.org/10.1080/01441640802539195>
- Chen, C.-Y.; Koch, F.; Reicher, C. (2024): Developing a Two-Level Machine-Learning Approach for Classifying Urban Form for an East Asian Mega-City. In: *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* 51, 4, 854–869. <https://doi.org/10.1177/23998083231204606>
- D’Antonio, O. (2017): Stadt, Land, Partei – neue Asymmetrien im Parteienwettbewerb? In: Bukow, S.; Jun, U. (Hrsg.): *Parteien unter Wettbewerbsdruck*. Wiesbaden, 123–150. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16600-7_6
- Destatis (2025): Fortschreibung Wohngebäude- und Wohnungsbestand. Wohngebäude, Wohnungen, Wohnfläche: Bundesländer, Stichtag, Anzahl der Wohnungen. Tabelle 31231-0014. <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/31231/table/31231-0014> (07.02.2025).
- Fleischmann, M.; Arribas-Bel, D. (2022): Geographical Characterisation of British Urban Form and Function Using the Spatial Signatures Framework. In: *Scientific Data* 9, 546. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01640-8>
- Goodchild, M. F. (2007): Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography. In: *GeoJournal* 69, 4, 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Haffert, L.; Mitteregger, R. (2023): Cohorts and Neighbors: Urban-Rural Conflict Along the Age Gradient. In: *Electoral Studies* 86, 102705. <https://doi.org/10.1016/j.electstud.2023.102705>
- Heywood, I.; Cornelius, S.; Carver, S. (2011): *An Introduction to Geographical Information Systems*. Harlow.
- Hölzel, D. J. (2022): Aktionsräume als Gegenstand interdisziplinärer und internationaler Forschung. In: *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning* 80, 2, 168–185. <https://doi.org/10.14512/rur.101>
- Hoelzel, D. J. (2025): GREY – A Typology of Residential Environments in Germany. Dataset. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14168168>
- Küpper, P. (2016): Abgrenzung und Typisierung ländlicher Räume. Braunschweig. = *Thünen Working Paper* 68.
- Kwan, M.-P. (2012): The Uncertain Geographic Context Problem. In: *Annals of the Association of American Geographers* 102, 5, 958–968. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.687349>
- Li, N.; Quan, S. J. (2023): Identifying Urban Form Typologies in Seoul Using a New Gaussian Mixture Model-Based Clustering Framework. In: *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* 50, 9, 2342–2358. <https://doi.org/10.1177/23998083231151688>
- Lin, J.-S.; Chan, F. Y.; Leung, J.; Yu, B.; Lu, Z.-H.; Woo, J.; Kwok, T.; Lau, K.K. (2020): Longitudinal Association of Built Environment Pattern with Physical Activity in a Community-Based Cohort of Elderly Hong Kong Chinese: A Latent Profile Analysis. In: *International Journal*

- of Environmental Research and Public Health 17, 12, 4275. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124275>
- Masyn, K. E. (2013): Latent Class Analysis and Finite Mixture Modeling. In: Little, T.D. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Quantitative Methods. Volume 2: Statistical Analysis. Oxford, 551–611. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199934898.013.0025>
- McDonald, K.; Hearst, M.; Farbaksh, K.; Patnode, C.; Forsyth, A.; Sirard, J.; Lytle, L. (2012): Adolescent Physical Activity and the Built Environment. A Latent Class Analysis Approach. In: Health and Place 18, 2, 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2011.09.004>
- Milbert, A. (2015): Raumabgrenzungen – Methodik und Entwicklung der BBSR-Typen. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VII. Boden – Flächenmanagement – Analysen und Szenarien. Berlin, 173–179. = IÖR-Schriften 67.
- Milbert, A. (2020): Stadt-Umland-Definitionen in der Raumbbeobachtung. In: Stadtforschung und Statistik 33, 1, 2–11.
- Müller, N.; Hecht, R.; Buchholz, S. (2017): Bebauungsstrukturklassifikation NRW – Grundlage für Klimamodellsimulationen. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Schwarz, S.; Richter, B. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IX. Nachhaltigkeit der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung? Berlin, 81–91. = IÖR-Schriften 73.
- Nash, S.; Mitra, R. (2019): University Students' Transportation Patterns, and the Role of Neighbourhood Types and Attitudes. In: Journal of Transport Geography 76, 200–211. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.03.013>
- Openshaw, S. (1984): The Modifiable Areal Unit Problem. Norwich. = Concepts and Techniques in Modern Geography 38.
- Ralph, K.; Turley Voulgaris, C.; Taylor, B. D.; Blumenberg, E.; Brown, A. E. (2016): Millennials, Built Form, and Travel Insights from a Nationwide Typology of U.S. Neighborhoods. In: Journal of Transport Geography 57, 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.10.007>
- Richter, S.; John, S. (2022): Stadt, Land, Wahlverhalten. Die politische Geographie der Bundestagswahl 2021. Berlin. = böll.brief Demokratie & Gesellschaft #32.
- Rosenberg, J. M.; Beymer, P. N.; Anderson, D. J.; van Lissa, C. J.; Schmidt, J. A. (2018): tidyLPA: An R Package to Easily Carry Out Latent Profile Analysis (LPA) Using Open-Source or Commercial Software. In: Journal of Open Source Software 3, 30, 978. <https://doi.org/10.21105/joss.00978>
- Scheiner, J. (2006): Wohnen und Aktionsraum: Welche Rolle spielen Lebensstil, Lebenslage und Raumstruktur? In: Geographische Zeitschrift 94, 1, 43–62.
- Spurk, D.; Hirschi, A.; Wang, M.; Valero, D.; Kauffeld, S. (2020): Latent Profile Analysis: A Review and “How to” Guide of Its Application within Vocational Behavior Research. In: Journal of Vocational Behavior 120, 103445. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103445>
- Stadt Aachen (2022): Open Data Portal. Stimmbezirke. <https://offenedaten.aachen.de/dataset/stimmbezirke-stadt-aachen> (13.09.2024).
- Stroppe, A.-K.; Jungmann, N. (2022): Stadt, Land, Wahl: Welchen Einfluss hat der Wohnort auf die Wahlentscheidung bei der Bundestagswahl 2021? In: easy_social_sciences 67, 49–60. <https://doi.org/10.15464/easy.2022.07>
- Sui, D. Z. (1992): A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban Land Evaluation. In: Computers, Environment and Urban Systems 16, 2, 101–115. [https://doi.org/10.1016/0198-9715\(92\)90022-J](https://doi.org/10.1016/0198-9715(92)90022-J)
- Taubenböck, H.; Droin, A.; Standfuß, I.; Dosch, F.; Sander, N.; Milbert, A.; Eichfuss, S.; Wurm, M. (2022): To Be, or Not to Be 'Urban'? A Multi-Modal Method for the Differentiated Measurement of the Degree of Urbanization. In: Computers, Environment and Urban Systems 95, 101830. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101830>
- Zewdie, H. Y.; Robinson, J. R.; Adams, M. A.; Hajat, A.; Hirsch, J. A.; Saelens, B. E.; Mooney, S. J. (2024): A Tale of Many Neighborhoods: Latent Profile Analysis to Derive a National Neighborhood Typology for the US. In: Health and Place 86, 103209. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2024.103209>