



MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Entwicklung eines auf GIS-Methoden basierten Modells zur
Analyse der Nachhaltigkeit der Stadt der kurzen Wege am
Beispiel der Stadt Wien

verfasst von | submitted by
Tanja Steinbach BSc

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 066 856

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Kartographie und Geoinformation

Betreut von | Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Andreas Riedl

Inhaltsverzeichnis

Abbildungen.....	IV
Tabellen.....	VII
Abkürzungen.....	VIII
Kurzfassung.....	IX
Abstract.....	IX
1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung - Zielsetzung.....	1
1.2 Relevanz - Stand der Forschung	2
1.3 Forschungsfragen & Arbeitsfragen	3
1.4 Methodische Vorgehensweise	4
1.5 Struktur der Arbeit	5
2. Überblick über Stadt der kurzen Wege.....	6
2.1 Begriff - Stadt der kurzen Wege.....	6
2.1.1 Stadt der kurzen Wege - Definition	6
2.1.2 Stadt der kurzen Wege - Ziele.....	7
2.2 Begriff - 15 Minuten Stadt	8
2.2.1 15 Minuten Stadt - Definition.....	8
2.2.2 15 Minuten Stadt - Dimensionen.....	9
2.3 Zusammenfassung	12
3. Überblick über Sustainable Cities	13
3.1 Begriffsdefinition	13
3.1.1 Definition Sustainability.....	13
3.1.2 Definition Sustainable City	13
3.2 Dimensionen	14
3.3 Zusammenfassung	17
4. Relevanz - Stadt der kurzen Wege & Sustainable Cities	18
4.1 Ökologische Relevanz	18
4.2 Gesellschaftliche Relevanz.....	19
4.3 Sustainable Development Goals der UN.....	20
4.4 Zusammenfassung	23
5. Erreichbarkeitsanalyse als Methode.....	24
5.1 Einführung	24
5.1.1 Definition Erreichbarkeit.....	24
5.1.2 Definition Erreichbarkeitsmodelle /-analyse	26

5.1.3	Unterschied vektor- und rasterbasierte Erreichbarkeitsanalyse.....	28
5.1.4	Werkzeuge und Funktionen der ArcGIS-Erweiterung "Network Analyst"	30
5.2	Identifikation von Forschungslücke an der Schnittstelle von GIS, Nachhaltigkeit und der Stadt der kurzen Wege	36
5.2.1	Erreichbarkeit und Stadt der kurzen Wege: Fokus auf einen POI, ohne Nachhaltigkeit	36
5.2.2	Erreichbarkeit und mehrere POIs in der Stadt der kurzen Wege: Keine Nachhaltigkeit	40
5.2.3	Stadt der kurzen Wege und nachhaltige Städte: Ohne GIS-Methoden.....	45
5.2.4	Fehlende Studien zu Erreichbarkeit, Nachhaltigkeit, Stadt der kurzen Wege und mehreren POIs	49
6.	Untersuchungsgebiet Wien	52
6.1	Wahl des Untersuchungsgebiets	52
6.2	Das Untersuchungsgebiet.....	56
7.	Parameter, Kriterien, Voraussetzungen & Wahl der Daten.....	61
7.1	Qualitative Parameter	61
7.2	Quantitative Parameter	64
7.3	Einrichtungen nach Kategorien - POI.....	65
8.	Methode, Workflow & Umsetzung	66
8.1	Daten.....	67
8.1.1	Daten sammeln und aufbereiten	67
8.1.2	Quellfeatures für Network Dataset erstellen.....	72
8.1.3	Feature Classes.....	76
8.2	Network Dataset erstellen.....	78
8.3	Nächstgelegene Einrichtungen berechnen	80
8.4	Erstellen der flächenbezogenen Karten	82
9.	Ergebnisse & Erörterung.....	85
9.1	Einkaufswege	85
9.2	Freizeitmobilität	88
9.3	Berufliche Wege und Bildung & Betreuung	91
9.4	Gesundheitsversorgung.....	94
9.5	Öffentliche Dienstleistungen	96
9.6	Kommunikationsmöglichkeiten	98
9.7	Mobilitätsoptionen.....	99
9.8	Sicherheit	103
9.9	Defizite	105
9.9.1	Defizite ohne Bevölkerungsdichte	105

9.9.2	Defizite mit Bevölkerungsdichte	107
10.	Conclusio & Ausblick	114
10.1	Conclusio.....	114
10.2	Fazit mit Ausblick.....	120
11.	Literaturverzeichnis	122
12.	Anhang.....	130

Abbildungen

Abbildung 1: Die vier Dimensionen der 15 Minuten Stadt (MORENO ET AL. 2021: 102)	10
Abbildung 2 Die drei Dimensionen der Sustainable Cities	15
Abbildung 3: Ein Beispiel einer Routenanalyse (ESRI 2014a)	32
Abbildung 4: Ein Beispiel des „Nächstgelegene Einrichtung“ Solvers (ESRI 2014b)	33
Abbildung 5: Ein Beispiel einer Einzugsgebietsanalyse (ESRI 2014c)	33
Abbildung 6: Ein Beispiel einer Location-Allocation Analyse (ESRI 2024c)	34
Abbildung 7: Ein Beispiel einer Start-Kostenmatrix-Analyse (ESRI 2014d)	35
Abbildung 8: Das Ergebnis der Start-Kostenmatrix-Analyse (ESRI 2014d)	35
Abbildung 9: Ergebnis der vektorbasierten Erreichbarkeitsanalyse (RAUCH & RAUH 2016: 447)	37
Abbildung 10: Ergebnis einer rasterbasierten Erreichbarkeitsanalyse (NEUMEIER & KOKORSCH 2021: 255)	38
Abbildung 11: Ergebnis einer Analyse mit Methodenmix (BURK ET AL. 2020: 496-499)	39
Abbildung 12: Ergebnis 1 der Studie von Aleksander Noworól (2022: 12)	41
Abbildung 13: Defizite in Krakau (NOWORÓL ET AL. 2022: 13)	42
Abbildung 14: Ergebnis der Studie von Florian Ahlmeyer und Dirk Wittowsky (2018: 544) ..	44
Abbildung 15: Kombination 15 Minuten Stadt und Sustainable Cities (KHAVARIAN-GARMSIR ET AL. 2023: 104101)	49
Abbildung 16: Ergebnis „Quality of Life“ Studie (ABD EL KARIM & AWAWDEH 2020: 20) .	51
Abbildung 17: Ergebnis der Erreichbarkeitsanalyse (ABD EL KARIM & AWAWDEH 2020: 14)	51
Abbildung 18: Die drei Rahmenziele der Smart „Klima“ City Strategie Wien	54
Abbildung 19: Stadtgrün statt Klimaanlage (Magistrat der Stadt Wien 2022: 85)	55
Abbildung 20: Die 23 Bezirke der Stadt Wien (Eigene Erstellung)	56
Abbildung 21: Sprengel innerhalb der 23 Bezirke Wiens (Eigene Erstellung)	56
Abbildung 22: Bevölkerungsdichte mit Stand 1.1.2024 in der Stadt Wien (Eigene Erstellung)	57
Abbildung 23: Einkaufswege in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)	58
Abbildung 24: Freizeitmobilität in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)	58
Abbildung 25: Bildung und Betreuung in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung) .	59
Abbildung 26: Gesundheitsversorgung in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)	60
Abbildung 27: Mobilitätsoptionen in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)	60
Abbildung 28: Workflow der methodischen Umsetzung (Eigene Erstellung)	66
Abbildung 29: Wohnstandorte auf Basis der Flächenwidmung in Wien (Eigene Erstellung)	69

Abbildung 30: Wohnstandorte in der Stadt Wien (Eigene Erstellung)	70
Abbildung 31: Sprengel ohne Wohnstandorte in Wien (Eigene Erstellung)	70
Abbildung 32: Radwege in rosa, die auch Fußgänger benutzen	72
Abbildung 33: Erstellung der Spalten Zeit und Distanz.....	73
Abbildung 34 und 35: Route kann nicht berechnet werden; Manche Verbindungspunkte fehlen (in Gelb).....	73
Abbildung 35: Fehlende Verbindungspunkte nun vorhanden	74
Abbildung 36: Straßenstücke fehlen	74
Abbildung 37: Hinzugefügte Haupt-/Bundesstraßen.....	74
Abbildung 38: Korrektur Spalte „oneway“ in roads-feature class	75
Abbildung 39: Wiener Straßennetz (Eigene Erstellung).....	75
Abbildung 40: Wiener Straßennetz anhand eines Ausschnitts (Eigene Erstellung)	76
Abbildung 41: Erstellung des Network Datasets – Schritt 1	78
Abbildung 42: Erstellung des Network Datasets – Schritt 2.....	78
Abbildung 43: Erstellung des Network Datasets – Schritt 3.....	79
Abbildung 44: Erstellung des Network Datasets – Schritt 3.1.....	79
Abbildung 45: Erstellung des Network Datasets – Schritt 3.2.....	80
Abbildung 46: An Netzwerk Standorte fangen.....	81
Abbildung 47: Standorte bevor und nachdem sie am Netzwerk gefangen wurden	82
Abbildung 48: Ausschnitt von Wohnstandorte, die mehr als 15 Minuten zu einem Supermarkt benötigen.....	82
Abbildung 49: Berechnung der Startstützpunkte aus Routen	83
Abbildung 50: Anwendung Werkzeug "Räumliche Verbindung"	83
Abbildung 51: Einkaufswege zu Fuß in Wien 2025 (Eigene Erstellung)	86
Abbildung 52: Distanzparameter von 500 Meter für die Einrichtung Supermarkt (Eigene Erstellung).....	87
Abbildung 53: Freizeitoptionen zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)	89
Abbildung 54: Distanzparameter von 250 Meter für die Einrichtung Grünflächen (Eigene Erstellung).....	90
Abbildung 55: Bildung und Betreuung zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)	92
Abbildung 56: Arbeitsstandorte zu Fuß entfernt in Wien (Eigene Erstellung).....	93
Abbildung 57: Distanzparameter von 800 Meter für die Einrichtung Schulen oder Volkshochschulen (Eigene Erstellung).....	93
Abbildung 58: Gesundheitsversorgung zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)	95
Abbildung 59: Öffentliche Dienstleistungen zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)	97

Abbildung 60: Kommunikationsmöglichkeiten zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)	98
Abbildung 61: Mobilitätsoptionen zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)	101
Abbildung 62: Distanzparameter von 150 Meter für Haltestellen von Öffentlichen Verkehrsmittel in Wien (Eigene Erstellung)	101
Abbildung 63: Distanzparameter von 300 Meter für Haltestellen von Öffentlichen Verkehrsmittel in Wien (Eigene Erstellung)	102
Abbildung 64: Distanzparameter von 500 Meter für Haltestellen von Öffentlichen Verkehrsmittel in Wien (Eigene Erstellung)	102
Abbildung 65: Versorgung durch Polizeistationen zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung).....	104
Abbildung 66: Defizite an Versorgung nach Bezirken (Eigene Erstellung).....	106
Abbildung 67: Defizite an Versorgung nach Sprengel	107
Abbildung 68: Einstellungen der bivariaten Darstellung.....	108
Abbildung 69: Defizite an Versorgung bezogen auf die Bevölkerungsdichte (Eigene Erstellung).....	109
Abbildung 70: Schlechte Versorgung in Sprengel 91001233 (Eigene Erstellung).....	111
Abbildung 71: Schlechte Versorgung in Sprengel 92101183 (Eigene Erstellung).....	112
Abbildung 72: Schlechte Versorgung in Sprengel 92201130 (Eigene Erstellung).....	113
Abbildung 73: Schlechte Versorgung in Sprengel 92301081 (Eigene Erstellung).....	113

Tabellen

Tabelle 1: Die Ziele und Indikatoren des SDGs „Sustainable Cities and Communities“ (UNITED NATIONS 2022B)	22
Tabelle 2: Liste an Erreichbarkeitsmethoden (LI ET AL. 2017: 417).....	27
Tabelle 3: Zusammenfassung und Vergleich vektor- und rasterbasierte Erreichbarkeit (RAUCH & RAUH 2016: 442; NEUMEIER 2012: 15-16).....	30
Tabelle 4: Defizite in Krakau (NOWORÓL ET AL. 2022: 13)	42
Tabelle 5: Einrichtungen und Gewichtungen des Erreichbarkeitsindex (AHLMEYER & WITTOWSKY 2018: 535).....	43
Tabelle 6: Parameter 1 - Morenos sechs Bedürfnisse für gute Lebensqualität	62
Tabelle 7: Parameter 2 - Vier Dimensionen der 15 Minuten Stadt.....	62
Tabelle 8: Parameter 3 - Drei Dimensionen der Sustainable Cities	63
Tabelle 9: Dimensionen von beiden Konzepten kombiniert	63
Tabelle 10: Definierte Distanzparameter	64
Tabelle 11: Einrichtungen und Kategorien der Bedürfnisse (Eigene Erstellung)	65
Tabelle 12: Datenquellen der definierten Einrichtungen und Kategorien der Bedürfnisse (Eigene Erstellung)	68
Tabelle 13: Feature Classes auf Basis der definierten Einrichtungen und Kategorien der Bedürfnisse.....	77
Tabelle 14: Einkaufswege in Wien 2025 (Eigene Erstellung).....	87
Tabelle 15: Freizeitoptionen zu Fuß in Wien 2025 (Eigene Erstellung)	90
Tabelle 16: Bildung und Betreuung zu Fuß entfernt in Wien (Eigene Erstellung).....	94
Tabelle 17: Gesundheitsversorgung zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung) ..	95
Tabelle 18: Öffentliche Dienstleistungen zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung).....	97
Tabelle 19: Kommunikationsmöglichkeiten zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung) .	99
Tabelle 20: Mobilitätsoptionen zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)	103
Tabelle 21: Versorgung durch Polizeistationen zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung).....	104
Tabelle 22: Defizite an Versorgung nach Bezirken (Eigene Erstellung)	106
Tabelle 23: Lila Sprengel nach Bezirken (Eigene Erstellung)	110
Tabelle 24: Die vier schlecht versorgten Sprengel (Eigene Erstellung)	111

Abkürzungen

AHP	Analytischer Hierarchieprozess
bzw.	Beziehungsweise
GIP	Graphenintegrations-Plattform
GIS	Geographische Informationssysteme
IoT	Internet of Things
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
MA	Magistratsabteilung
MADA	Multiattribute Decision Analysis
MCDa	Multicriteria Decision Analysis
MODA	Multiobjective Decision Analysis
OGD	Open Government Data
ORS	OpenRouteService
OSM	OpenStreetMap
POI	Points of Interests
SDGs	Sustainable Development Goals
STEP	Stadtentwicklungsplan
UN	United Nations
WLAN	Wireless Local Area Network
z.B.	zum Beispiel

Kurzfassung

Während das Konzept der “Stadt der kurzen Wege” oder “15 Minuten Stadt” sich damit beschäftigt, zu erarbeiten ob in einer Stadt Bedürfnisse und Einrichtungen des täglichen Lebens wie Wohnen, Arbeiten, Versorgen, Fürsorgen, Lernen und Genießen, innerhalb von 15 Minuten zu Fuß erreichbar sind, erarbeitet das Konzept der “Sustainable Cities” ob eine Stadt als nachhaltig bezeichnet werden darf. Eine Stadt ist allerdings erst dann eine Sustainable City, wenn sie die Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Soziales erfüllen und in Einklang miteinander bringen kann. Diese Arbeit widmet sich der Verknüpfung dieser beiden Konzepte und versucht zu erarbeiten, ob GIS-Methoden einen Beitrag dabei leisten können, eine Stadt hinsichtlich ihrer kurzen Wege und Nachhaltigkeit zu analysieren. Als Ausgangslage wurde auf Basis von vorhandener Literatur ein Kriterienkatalog aufgestellt, der für die nachfolgende Analyse unersetzlich war. Dabei wurden im Zuge dessen acht Kategorien der Bedürfnisse definiert, die aus insgesamt 33 Einrichtungen bestehen, die im Zuge einer Analyse erfüllt werden müssen. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag darin, mit Hilfe einer Erreichbarkeitsanalyse, die mittels der ArcGIS Erweiterung “Network Analyst” durchgeführt wurde, Bereiche in einer Stadt aufzuzeigen, die durch Defizite bzw. einer Unterversorgung durch kurze Wege und Nachhaltigkeit geprägt sind. Als Untersuchungsgebiet wurde die Bundeshauptstadt Wien in Österreich gewählt, da sie sich zwar mit dem Konzept der “Stadt der kurzen Wege” in ihrem Stadtentwicklungsplan 2025 und der Smart “Klima” City Strategie Wien auseinandersetzt, jedoch noch keine repräsentativen Ergebnisse dazu veröffentlicht hat. Außerdem gehört die Stadt Wien nicht zum C40 Netzwerk, das sich gemeinsam um eine nachhaltigere Zukunft bemüht, da als Voraussetzung eine Stadt als nachhaltig eingestuft werden muss, um Mitglied zu werden.

Abstract

While the concept of the “city of short distances” or “15 minute city” is concerned with working out whether the needs and facilities of daily life, such as living, working, supplying, caring, learning and enjoying, can be met within 15 minutes of walking in a city, the concept of “Sustainable Cities” determines whether a city can be described as sustainable. However, a city is only a sustainable city if it can meet and harmonize the environmental, economic and social dimensions. This master’s thesis is dedicated to linking these two concepts and attempts to find out whether GIS methods can contribute to analyzing a city in terms of its short distances and sustainability. As a starting point, a catalog of criteria was drawn up based on existing literature, which was irreplaceable for the subsequent analysis. In the course of this, eight categories of needs were defined, which consist of a total of 33 facilities that must be met in the course of an analysis. The focus of this work was to use an accessibility analysis carried out using the ArcGIS extension “Network Analyst” to show areas in a city that are characterized by deficits or undersupply due to short distances and sustainability. Vienna as the capital of Austria was chosen as the study area because, although it deals with the concept of the “city of short distances” in its 2025 urban development plan and the Smart “Climate” City Strategy Vienna, it has not yet published any representative results. In addition, the city of Vienna is not part of the C40 network, which is working together to create a more sustainable future, as the prerequisite for a city to become a member is to be classified as sustainable.

1. Einleitung

Nachfolgend wird ein Überblick über diese Masterarbeit gegeben. Dabei werden folgende Komponenten näher beschrieben:

- Problemstellung und Zielsetzung
- Relevanz der Themenstellung vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes
- Hauptforschungsfrage und Arbeitsfragen
- Methodische Vorgehensweise
- Struktur der Arbeit

1.1 Problemstellung - Zielsetzung

Im Zuge dieser Masterarbeit soll versucht werden, ein auf GIS-Methoden basiertes Modell zu erstellen, um die Stadt Wien hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit und dem Konzept der „Stadt der kurzen Wege“ zu analysieren. Hinsichtlich der Nachhaltigkeit wird dabei auf das Konzept der „Sustainable Cities“, das unter anderem von den Vereinten Nationen definiert wird, zurückgegriffen. Ziel ist es zu überprüfen, ob der Einsatz von GIS-Methoden sinnvoll ist und dazu beitragen kann, eine Stadt als nachhaltig einstufen zu können, mit der Voraussetzung, dass kurze Wege mit einer zeitlichen Distanz von bis zu 15 Minuten vorherrschen.

Der Grundkonsens seit mehreren Jahrzehnten ist, dass Städte nachhaltiger werden sollen. Diese Debatte hat sich insbesondere in den letzten Jahren durch die vermehrte mediale Diskussion des Klimawandels verstärkt. Aber auch Trends wie beispielsweise die Abwendung von Autonutzung oder generelle Veränderungen in der Bevölkerung fördern die Hinwendung zu nachhaltigeren Städten.

Im Stadtentwicklungsplan Wien 2025 wurde in der überarbeiteten Version von 2019 aus diesem Grund das Konzept „Stadt der kurzen Wege“ im neuen Schwerpunkt „Maßnahmen gegen die Erderwärmung und ihre Folgen“ als konkrete Maßnahme für den Energieverbrauch durch Verkehr und im Gebäude definiert. Es wird als klimaschonende Mobilitätslösung gesehen, denn der „Vorrang für ÖV, Fuß- und Radverkehr, rasch und bequem erreichbare Fahrradabstellanlagen und eine kompakte Stadtstruktur mit kurzen Wegen ermöglichen Alternativen zur Autonutzung und zum Autobesitz und reduzieren damit auch die Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen“ (MA18 2019: 31-51).

In der Smart City Strategie Wiens wird ebenfalls im Zielbereich „Anpassung an den Klimawandel“ die rasche Erreichbarkeit von „Grünräumen zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit den öffentlichen Verkehrsmitteln“ genannt (Magistrat der Stadt Wien 2022: 88). Die Smart City Strategie erwähnt zudem, dass Wien „die 15-Minuten Stadt mit kurzen Wegstrecken, lebendigen, gemischt genutzten Stadtteilen und einer Neuverteilung des öffentlichen Straßenraums zugunsten von aktiver Mobilität, Öffis und attraktiven Verweilmöglichkeiten“ realisiert und fördert (Magistrat der Stadt Wien 2022: 41). Bei der (Um-)Gestaltung von Stadtteilen soll nach dem Konzept der „15 Minuten Stadt“ geplant werden, damit die Bedürfnisse in nächster Nähe gedeckt werden können. Dazu gehören: Wohnen, Lernen und Arbeiten, Einkaufen und Gesundheitsversorgung, Freizeit und Kulturangebote, Sport und Erholung (Magistrat der Stadt Wien 2022: 54).

Die Dringlichkeit für Maßnahmen gegen den Klimawandel ist auch in den 2015 erarbeiteten Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen verankert, welche „Sustainable Cities and Communities“ als eigenes Ziel definiert haben. Dieses Ziel soll bis 2030 in konkreten Schritten mit eigens definierten Targets und Indikatoren umgesetzt werden (United Nations 2023a). Die Smart Klima City Strategie Wien baut auf den SDGs auf und bildet als Wiener Nachhaltigkeitsstrategie den strategischen Rahmen zu ihrer Erfüllung (Magistrat der Stadt Wien 2022: 18). Um eine Stadt langfristig nachhaltig zu gestalten, ist es allerdings notwendig eine Balance zwischen drei Dimensionen zu schaffen: nämlich der Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft, die miteinander verknüpft gesehen werden müssen (BIBRI & KROGSTIE 2017: 189).

In dieser Masterarbeit soll auf das Konzept der „Sustainable Cities“ und „Stadt der kurzen Wege“ bzw. „15-Minuten Stadt“ näher eingegangen werden, und es wird versucht die beiden Konzepte miteinander zu verknüpfen, um zu untersuchen, ob die Stadt Wien nicht nur kurze Wege hat, sondern auch nachhaltig ist. Dabei werden konkret definierte Indikatoren bzw. Parameter aufgestellt, anhand derer eine Erreichbarkeitsanalyse für die Stadt Wien durchgeführt wird.

1.2 Relevanz - Stand der Forschung

Der Einsatz von GIS-gestützten Analysemethoden zur Untersuchung von Städten oder Regionen hinsichtlich ihrer Erreichbarkeit von Standorten wird gerne und immer öfter in der gegenwärtigen Forschung verwendet.

Bezogen auf Untersuchungen von Erreichbarkeiten einer Einrichtung mit Hilfe von GIS-gestützten Erreichbarkeitsmethoden können einige Beispiele genannt werden: Sebastian Rauch und Jürgen Rauh (2016: 437f.) untersuchen beispielsweise mit Hilfe einer vektorbasierten Erreichbarkeitsanalyse „Schlaganfallversorgungszentren“ in Deutschland, um Auskunft über die Versorgungsbereiche geben zu können. Stefan Neumeier und Matthias Kokorsch (2021: 247f.) versuchen hingegen Defizite an Lebensmittelversorgung mit Hilfe einer rasterbasierten Erreichbarkeitsanalyse zu finden. Jannis Burk (BURK ET AL. 2020: 487f.) ging einen Schritt weiter und wandte in ihrer Studie einen Methodenmix an. Dabei wurde einerseits eine vektorielle und rasterbasierte Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt sowie demographische Daten und Interviews als Teil der Untersuchung eingearbeitet. Nicoleta Larissa Stoia (STOIA ET AL. 2022: 1f.) verwendet in ihrem Paper das Service Area Analysis Tool, um die Erreichbarkeit von städtischen Grünflächen zu analysieren.

Bei all diesen Beispielen handelt es sich um Erreichbarkeitsanalysen von nur einem definierten Ziel(-typ) bzw. POI (points of interest), und es wird nicht auf die Konzepte „Sustainable Cities“ oder „Stadt der kurzen Wege“ eingegangen. Der Hauptfokus der Untersuchungen liegt auf der generellen Versorgung und Distanz zu den Standorten.

Es gibt einige wenige Studien, die sich mit der Erreichbarkeit, der „15-Minuten Stadt“ und mehreren definierten Einrichtungen auseinandersetzen. Beispielsweise geht Aleksander Noworól (NOWORÓL ET AL. 2022: 1f.) sehr genau auf das Konzept der „15-Minuten Stadt“ ein und untersucht das Vorhandensein verschiedener Einrichtungen in der Stadt Krakau mit Hilfe des ArcGIS Buffer Tools auf Basis einer Netzwerktopologie und des Kernel Density Tools zur Visualisierung der Bevölkerungsdichte. Ein zweites Fallbeispiel liefern Florian Ahlmeyer und Dirk Wittowsky (AHLMEYER & WITTOWSKY 2018: 531f.), in dem sie einen Erreichbarkeitsindex zu formulieren, um die Erreichbarkeit der Daseinsvorsorge bewerten zu können und die

Auswirkungen von Veränderungen hinsichtlich Standort und Angebot zu analysieren. Auch in der Erforschung von verschiedenen „x-minute cities“ durch T.M. Logan (LOGAN ET AL. 2022: 1f.) werden zwar mehrere essentielle POI einbezogen und untersucht, doch bei diesen drei Forschungen fehlt der zusätzliche Fokus und das Aufstellen von Kriterien bezogen auf Nachhaltigkeit und dem Konzept der „Sustainable Cities“.

Mehrere Autoren verknüpfen allerdings das Konzept der „Stadt der kurzen Wege“ und der „Sustainable Cities“ in ihren Forschungen, jedoch ohne Anwendung einer GIS-Methode. Allen voran ist hier MORENO ET AL. (2021) zu nennen. Aufgrund der Herausforderungen, die durch die Covid-19 Pandemie entstanden sind, wurde die „15-Minuten Stadt“ hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit untersucht, um bessere Lösungsansätze für die Gestaltung von Städten vorstellen zu können. Auch Zaheer Allam (2022a) untersucht die theoretischen und praktischen Grundlagen der „15-Minuten Stadt“ mit besonderem Schwerpunkt auf die Dimension der Nähe und ihre wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Vorteile.

Eine einzige Studie führt tatsächlich eine Erreichbarkeitsanalyse für die genannten Konzepte durch, allerdings wird das Konzept der „15-Minuten Stadt“ nicht konkret erwähnt. Die untersuchte Stadt wurde stattdessen hinsichtlich ihrer „Quality of Life“ untersucht. Die definierten Indikatoren bzw. Parameter von den Autoren Ashraf Abd El Karim und Mohsen Awawdeh (ABD EL KARIM & AWAWDEH 2020: 1f.) besitzen jedoch eine Ähnlichkeit mit jenen der „15-Minuten Stadt“ bzw. der „Stadt der kurzen Wege“. Die Wahl der verwendeten Erreichbarkeitsanalyse, einer Kombination aus Service Area Analyse, Location-Allocation Analyse und Multicriteria Decision Analyse, liefert zwar interessante Ergebnisse, ist allerdings nicht passend für die Forschung dieser Masterarbeit. Für diese Masterarbeit wird nämlich ein Tool gesucht, das bestimmte Anforderungen erfüllen kann und spezifische Funktionen enthält, die im Laufe dieser Arbeit näher erläutert werden.

1.3 Forschungsfragen & Arbeitsfragen

Nachfolgend können die Hauptforschungsfrage und die definierten Arbeitsfragen dieser Masterarbeit näher betrachtet werden.

Hauptforschungsfrage:

Welchen Beitrag kann der Einsatz von GIS-Methoden dabei leisten, eine Stadt hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung des Konzepts „Stadt der kurzen Wege“ zu analysieren?

Arbeitsfragen:

- Wie definieren sich die Konzepte „Stadt der kurzen Wege“ und „Sustainable Cities“ und welche Kriterien bzw. Parameter umfassen sie?
- Was ist der aktuelle Forschungsstand zu „Stadt der kurzen Wege“ im Zusammenhang von Nachhaltigkeit unter Verwendung von GIS-Methoden?
- Wie gut sind die Bedürfnisse des täglichen Lebens in Wien verbreitet und erreichbar?
- Welche Bereiche weisen die größten Defizite auf und worum handelt es sich dabei?

1.4 Methodische Vorgehensweise

Die methodische Vorgehensweise dieser Masterarbeit erstreckt sich über drei Phasen.

In der ersten Phase erfolgt eine intensive Literaturrecherche, um alle notwendigen Konzepte beschreiben und angewandte Beispiele für die Erreichbarkeitsanalyse aufzeigen zu können. Ziel dabei ist es auf Basis der Literatur einen Kriterienkatalog aufstellen zu können, der qualitative und quantitative Parameter sowie Voraussetzungen enthält, um die nachfolgende GIS-Analyse der Erreichbarkeiten durchführen zu können und Defizite an Versorgung durch Einrichtungen berechnen zu können. Als Teil dieser theoretischen Phase wird auch Literatur für die Beschreibung und Definition des Untersuchungsgebiets recherchiert und anschließend schriftlich zusammengefasst.

Die zweite Phase kann als der praktische Teil dieser Arbeit gesehen werden. Denn in dieser Phase wird mit Hilfe des Programms ArcGIS und der Erweiterung Network Analyst die Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt. Zunächst werden dafür die notwendigen frei verfügbaren Daten gesammelt und entsprechend aufbereitet. Die verwendeten Daten dieser Masterarbeit werden hauptsächlich von OpenStreetMap, Stadt Wien (data.gv.at) und Statistik Austria bezogen. Anschließend erfolgt die Berechnung des Network Datasets auf Basis von Linien-Straßendaten von OpenStreetMap, um ein Straßennetzwerk aufstellen zu können. Mit Hilfe dieses Straßennetzes und der ArcGIS Erweiterung Network Analyst werden anschließend die Erreichbarkeit von unterschiedlichen Einrichtungen innerhalb von 15 Minuten und innerhalb definierter Distanzen zu Fuß zu Wohnstandorten berechnet. Zum Schluss werden die Defizite aller Bezirke und Sprengel der Stadt Wien visuell in Karten aufgezeigt, die eine hohe Anzahl bzw. einen hohen prozentualen Anteil an Erreichbarkeiten von über 15 Minuten zu Einrichtungen zu den Wohnstandorten aufweisen. Als Teil dieser zweiten Phase werden somit alle Arbeitsschritte durchgeführt, die praktisch umzusetzen sind. Zur visuellen Darstellung und Unterstützung werden die Ergebnisse der Erreichbarkeitsanalyse in Karten und Tabellen präsentiert.

Die dritte Phase dieser Masterarbeit beschäftigt sich mit einem weiteren theoretischen Teil, der darin besteht, die erhaltenen und berechneten Ergebnisse nun genauestens zu erörtern und entsprechend mit den jeweiligen Bezirken zu vergleichen. Einerseits sollen dabei die Einrichtungen im Einzelnen näher beleuchtet und aufgezeigt werden, welche besser oder schlechter in kurzen Wegen und Distanzen erreichbar sind. Andererseits soll mit Hilfe einer "Defizit-Karte" und einer "Defizit-Tabelle" die generelle Versorgung von kurzen Wegen zu Einrichtungen im Gesamten in der Stadt Wien aufgezeigt und näher beschrieben werden. Die Ergebnisse sollen außerdem mit Hilfe der Ergebnisse der Wiener Lebenszufriedenheitsstudie (2018) erörtert werden. Denn im Zuge dieser Studie wurden Bewohner der jeweiligen Bezirke befragt, wie zufrieden sie mit Themen wie Wohnen, Arbeit und Bildung, Freizeit, Kultur, Familie, Gesundheit, Mobilität, Stadtentwicklung und Umwelt in ihrem Bezirk sind. Zum Schluss folgt eine Conclusio mit einem Ausblick für potentielle Weiterentwicklungen der Ergebnisse in der Zukunft.

1.5 Struktur der Arbeit

Zunächst erfolgt eine wissenschaftliche Analyse der Definitionen der Konzepte „Stadt der kurzen Wege“ und „Sustainable Cities“. Dies ist notwendig, um einen Überblick über die Kriterien und Voraussetzungen der Konzepte geben zu können und in die anschließende Analyse einfließen zu lassen.

Außerdem wird die Relevanz der beiden Konzepte hinsichtlich Ökologie (Klimawandel), Gesellschaft (Veränderung in der Bevölkerung) und die Sustainable Development Goals (SDGs) kurz beleuchtet.

Anschließend folgt ein kurzer Einblick in das Untersuchungsgebiet. Dieses Kapitel soll zeigen, warum die Stadt Wien als Untersuchungsgebiet gewählt wurde und grundlegende Eigenschaften und Merkmale der Stadt aufzeigen.

Bevor die Erreichbarkeitsanalyse für die Stadt Wien durchgeführt werden soll, wird eine Liste an Indikatoren bzw. Parametern auf Basis der Literaturrecherche von der „Stadt der kurzen Wege“ und der „Sustainable Cities“ aufgestellt. Anhand dieser Liste soll einerseits die anschließende Erreichbarkeitsanalyse und andererseits die Wahl der benötigten Daten erfolgen. Bezüglich der Datenwahl soll zudem versucht werden auf freie Daten von der Datenbank der Stadt Wien (data.gv.at) und OpenStreetMap (OSM) zurückgreifen zu können. Für Adressdaten könnte es notwendig sein kommerzielle Daten beispielsweise von der Österreichischen Post AG einzubeziehen.

Am Anfang der Erreichbarkeitsanalyse wird zunächst anhand von Beispielen aus der wissenschaftlichen Literatur erörtert, welche aktuellen Möglichkeiten es gibt Erreichbarkeiten zu modellieren und zu berechnen. Dabei wird vor allem der Fokus auf die unterschiedliche Wahl von vektor- oder rasterbasierter Erreichbarkeitsanalysen gelegt, sowie auf unterschiedliche Kombinationen von Tools und Analysen eingegangen, wie beispielsweise das Service Area Analysis Tool und das Buffer Tool von ArcGIS sowie die Start-Ziel-Kostenmatrix-Analyse oder die Location-Allocation Analyse des ArcGIS Network Analyst.

Auf Basis dessen und mit Blick auf die Forschungsfragen wird die geeignete Erreichbarkeitsanalyse für diese Masterarbeit gewählt und durchgeführt. Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert und hinsichtlich ihrer Beantwortung der Forschungsfragen betrachtet.

2. Überblick über Stadt der kurzen Wege

In diesem Kapitel erfolgt ein Einblick in das Konzept “Stadt der kurzen Wege”. Ziel dabei ist es durch das Erarbeiten von Definitionen, das Zusammenfassen der Voraussetzungen und Kriterien und das Präsentieren eines Vergleichs zu anderen gängigen Konzepten auf nachfolgende Themenbereiche vorzubereiten.

2.1 Begriff - Stadt der kurzen Wege

Das Konzept der “Stadt der kurzen Wege” ist unter vielen Namen bekannt. Eine weitere gängige Bezeichnung ist die “15-Minuten Stadt” oder wie auch im englischen “15-Minute City”. Grundsätzlich stellen diese Begriffe das gleiche Ziel dar, haben jedoch eine unterschiedliche Herkunft sowie Eigenschaften. Diese werden im Nachfolgenden erläutert.

2.1.1 Stadt der kurzen Wege - Definition

Bevor das Konzept der “Stadt der kurzen Wege” genauer definiert werden kann, braucht es eine Beschreibung des Begriffs “Stadt”.

BERDING & BUKOW (2020: 104) beschreiben “*Stadt ist das Zusammenleben von Vielen auf kleinem Raum*”. Dabei kommt es zur Ausbildung einer öffentlichen und einer privaten Sphäre, so Hans Paul Barth in “Die moderne Großstadt”. Diese beiden Sphären gestalten sich durch private Baublöcke mit dazwischenliegendem, öffentlichem Raum. Die zwei essenziellen Grundbedürfnisse des Menschen, Begegnung und Ausgrenzung, werden dabei erfüllt. Die Wohnung stellt das Private dar, das vor der Öffentlichkeit geschützt wird, während der öffentliche Raum durch Offenheit und Begegnung geprägt ist. Zu diesem öffentlichen Raum zählen insbesondere die Straßen, Plätze sowie Parks, wo sich die Bevölkerung einer Stadt ungeachtet von Herkunft, sozialer Zugehörigkeit oder finanzieller Situation austauschen und leben darf. Sie ist ein Mikrokosmos für alle Formen des urbanen und gesellschaftlichen Lebens. Die Stadt wirkt somit auf den Menschen und der Mensch wirkt auf die Stadt, wodurch sie in konstanter Wechselwirkung miteinander stehen (BERDING & BUKOW 2020: 104-107).

Das Konzept der “Stadt der kurzen Wege” wird vom Umweltbundesamt (2011) in Deutschland mit dem Diskussionsstand der 1990er Jahre gut definiert:

Die Stadt der kurzen Wege bedeutet: “*in einem materiellen Sinn die Schaffung urbaner, kompakter und ressourceneffizienter Siedlungsstrukturen, eine strukturell ausgewogene Durchmischung miteinander verträglicher Nutzungen sowie die Erreichbarkeit von Einrichtungen der Nahversorgung und Orten der Naherholung in fußläufiger Entfernung und ergänzend deren gute Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln sowie eine schienengestützte Siedlungsentwicklung*” (Umweltbundesamt 2011: 22).

Die “Stadt der kurzen Wege” ist somit ein Konzept bzw. ein Leitbild, das versucht, mehrere essenzielle Bedürfnisse des täglichen Lebens zu verknüpfen.

Sie zeichnet sich durch eine kompakte Siedlungsstruktur aus, die aus einer verdichteten und durchmischten Siedlungsstruktur besteht, bei der es auch möglich sein soll eine Multifunktionalität von Stadtquartieren, Plätzen und Gebäuden zu ermöglichen. Dadurch ist es möglich die Kosten in den Bereichen Stromnetz, Wasserversorgung und Öffentlicher Verkehr zu reduzieren. Auch die Zeit, die nicht im Verkehrsstau auf der Autobahn oder Schnellstraße verbracht wird, kann eingespart werden (Umweltbundesamt 2011: 22-23).

Ein Beispiel einer gelungenen Stadt ist die Tübinger Südstadt in Deutschland. Ein ehemaliges Militärgelände wurde aufgewertet und umgestaltet, wodurch ein neuer Stadtteil entstehen konnte, der weitgehend frei von Autoverkehr ist (Umweltbundesamt 2011: 8). Ein weiteres Beispiel ist der Stadtteil Freiburg-Vauban in Deutschland. Er wird als Paradebeispiel eines gelungenen Stadtteils gesehen, das autofreies bzw. autoreduziertes Wohnen durch ein dichtes öffentliches Verkehrsnetz und Verbindungsstrecken für Radfahrer ermöglicht. Innerhalb des Quartiers dürfen keine Autos bzw. nur kurzfristig geparkt werden, wodurch die Wohnstraßen verkehrsberuhigt sind. Der öffentliche Raum lädt daher wieder verstärkt zu Freizeitaktivitäten ein und kehrt wieder zum Menschen zurück (Umweltbundesamt 2011: 85).

Eine wichtige Komponente des Leitbilds der Stadt der kurzen Wege ist somit die Mobilität. Maßnahmen können helfen, dass sich das örtliche Wegenetz an den Bedürfnissen der Fußgänger, Radfahrer und Nutzer von öffentlichen Verkehrsmitteln orientiert (Umweltbundesamt 2011: 22).

KEMPER ET AL. (2012: 11) führt dazu eine Liste mit Wegen an, die ein Stadtbewohner täglich zurückzulegen hat:

- berufliche Wege (Pendeln zur Arbeit, Weg zu Schule oder Universität)
- Einkaufswege (Versorgung mit Gütern in Einzelhandelseinrichtungen)
- Freizeitmobilität (tägliche Besuche von Sozial- und Freizeiteinrichtungen, wie Kino, Fitnessstudios oder Spielplätze)
- Wohnstandort

2.1.2 Stadt der kurzen Wege - Ziele

Mit der aktuellen Entwicklung von Städten zu einer Stadt der kurzen Wege, bei der die Stadt wieder als Ort des Wohnens und Lebens gesehen wird und nicht mehr als „*System getrennter Funktionen* - *erobert sich der Stadtbewohner den öffentlichen Raum zurück*“ (BERDING & BUKOW 2020: 108).

Die Stadt der kurzen Wege soll sich durch drei wesentliche Elemente zusammensetzen: eine kompakte, dichte Siedlungsstruktur, Nutzungsmischung und qualitative Gestaltung der öffentlichen Räume (Umweltbundesamt 2011: 64).

Die Verwendung von Rad oder öffentlichen Verkehrsmittel soll in den Vordergrund gestellt werden und im Zuge dessen die autogerechte Stadt verdrängen. Ein großer Anteil des motorisierten Individualverkehrs soll auf den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und den nicht motorisierten Verkehr (Rad- und Fußgängerverkehr) verlagert werden. Die Stadt soll wieder zur „Ungeteilten City“ werden, bei der die Trennungswirkung durch Verkehrsachsen reduziert wird (Umweltbundesamt 2011: 64; Umweltbundesamt 2017: 16- 17).

Die durchschnittliche Weglänge soll laut dem deutschen Umweltbundesamt (2017) nur noch 8 km pro Weg bzw. 28 km pro Person und Tag betragen. Das ist ein Viertel weniger als heutzutage. Für kürzere Wege braucht es attraktive und sichere Fuß- und Radwegenetze. Die Wege sollten durch oder entlang von Grünanlagen liegen, gute Beleuchtung besitzen, Barrierefreiheit voraussetzen, regelmäßig instandgehalten werden und sicher über Straßen führen können. Für Radfahrer benötigt es sichere, gut ausgewiesene und zugängliche Abstellmöglichkeiten und ein dichtes Radwegenetz innerhalb der Stadt. Eine Regelgeschwindigkeit von 30 km/h für den motorisierten Individualverkehr und

verkehrsberuhigte Maßnahmen wie beispielsweise Begegnungszonen können umso mehr Menschen zum Zu-Fuß-Gehen oder Radfahren motivieren (Umweltbundesamt 2017: 16-30).

Je weniger PKW-Verkehr durch aktive Mobilität vorhanden ist, desto eher sinkt die Nachfrage nach Stellplätzen, die Platz für neue Wohnungen, Grünzonen oder andere Freiflächen zur Freizeitgestaltung ermöglichen. Dementsprechend soll sich die Raumentwicklung und die Siedlungsplanung entlang der Linien des ÖPNV orientieren, um so deren Benützung zu fördern. Neue Siedlungseinheiten sollen somit nicht mehr isoliert gebaut werden können, sondern gliedern sich kompakt in die Stadt ein, wodurch auch eine Zersiedelung vermieden werden kann (Umweltbundesamt 2017: 25-31). Dabei kann die Nutzungsvielfalt aller Stadtviertel und insbesondere "Gründerzeitviertel" erhalten und gefördert werden (Umweltbundesamt 2011: 65).

2.2 Begriff - 15 Minuten Stadt

Der Begriff "15 Minuten Stadt" ist eine weitere Bezeichnung des Leitbildes der "Stadt der kurzen Wege". Inhaltlich besitzen die beiden Begriffe eine grundsätzlich identische Ausrichtung, ihre Definitionen sind allerdings unterschiedlich. Die folgenden Unterkapiteln nehmen sich dem an und gehen insbesondere auf die Dimensionen der 15 Minuten Stadt ein.

2.2.1 15 Minuten Stadt - Definition

Der Begriff und das Konzept der 15 Minuten Stadt wurde erstmals im Jahr 2016 vom Franco-Colombian Wissenschaftler Carlos Moreno begründet. Er sah das Konzept als Möglichkeit einerseits dem Klimawandel vehement entgegenzuwirken, aber andererseits auch die steigende Zersiedelung aufzuhalten. Seine Vision ist es, die Menschen bzw. Bewohner wieder in den Mittelpunkt des städtischen Raums zu setzen (NOWORÓL ET AL. 2022: 2; ALLAM ET AL. 2022a: 1-2).

Moreno nennt als Inspiration für das Konzept der 15 Minuten Stadt einerseits Jane Jacobs, die ebenfalls die Gestaltung von Multifunktionalen, dicht bevölkerten, fußgängerfreundlichen und lebhaften Nachbarschaften vorschlug. Andererseits ist das Konzept auch eine Antwort auf den neuen Urbanismus "New Urbanism", bei dem kompakte, fußgängerfreundliche, gemischt genutzte Nachbarschaften gestaltet werden sollen, in denen alle alltäglichen Aktivitäten innerhalb von 15 Minuten Gehweite erreicht werden können (NOWORÓL ET AL. 2022: 2; ALLAM ET AL. 2022a: 10).

Das Konzept besitzt zudem ähnliche Ziele und Empfehlungen, die in den Sustainable Development Goals (Ziele 3, 5, 9, 10, 11 und 13) und dem Bericht der letzten IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) der Europäischen Union vermerkt sind (NOWORÓL ET AL. 2022: 2; ALLAM ET AL. 2022a: 14).

Seine mediale Aufmerksamkeit erlangte die 15 Minuten Stadt durch Anne Hidalgo, die Bürgermeisterin von Paris in Frankreich, die aufgrund ihrer "living smart city" initiative mit dem Namen "Ville du quart d'heure" - the 15-minute city - ihres Programms "Paris en Commun" ein zweites Mal zur Bürgermeisterin gewählt wurde (ALLAM ET AL. 2022b: 3; MORENO ET AL. 2021: 100).

Eine 15 Minuten Stadt sollte vom Prinzip her so gestaltet sein, dass alle täglichen Bedürfnisse innerhalb von 15 Minuten zu Fuß von der Wohnung aus zu erreichen sein müssen. Carlos

Moreno nennt dabei sechs Bereiche, die zu den täglichen Bedürfnissen gezählt werden sollen: Wohnen, Arbeiten, Versorgen, Fürsorgen, Lernen und Genießen (ETI Chair 2019: 7).

Die Nachbarschaft gilt dabei als das Grundelement der räumlichen und funktionalen Organisation dieser Ziele, weshalb Städte grundsätzlich in Nachbarschaften gegliedert sein sollten, in denen alle täglichen Bedürfnisse innerhalb von 15 Minuten zu Fuß oder mit dem Rad erreicht werden können (POZOUKIDOU & ANGELIDOU 2022: 1356). Diese Nachbarschaften besitzen damit auch die Möglichkeit, die Menge an produzierter Treibhausgase zu reduzieren (ALLAM ET AL. 2022a: 9).

Solche Nachbarschaften benötigen daher auch eine Nutzungsmischung an Flächen und sollten beispielsweise nicht nur aus Wohngebäude oder industriell genutzten Flächen bestehen. Gerade durch die COVID 19 Pandemie wurde zudem das Vertrauen in die Erwerbung von regionalen Waren gestärkt, wodurch vor allem der Einzelhandel und die Lebensmittelgeschäfte besonders profitieren konnten und daher in Nachbarschaften sehr willkommen sind. (POZOUKIDOU & ANGELIDOU 2022: 1357; ALLAM ET AL. 2022b: 2). Außerdem braucht es eine Mischung aus unterschiedlich gestaffelten Preisen an Wohnungen innerhalb einer Nachbarschaft, um eine soziale Durchmischung erzielen zu können (POZOUKIDOU & ANGELIDOU 2022: 1360).

Das Konzept der 15 Minuten Stadt versucht einen Paradigmenwechsel durchzusetzen, bei dem die Nutzung von motorisiertem Individualverkehr in der Stadtplanung nicht mehr Vorrang hat und somit die Städte unnötig zerschneidet und blockiert, und stattdessen der Mensch als Fußgänger oder Fahrradfahrer insbesondere in den Hauptfokus rückt (ALLAM ET AL. 2022c: 2).

Die 15 Minuten Stadt von Carlos Moreno ist unter anderem vom Chrono Urbanismus "Chrono-urbanism" inspiriert, bei dem die Zeit einen essentiellen Faktor in Relation zum Raum besitzt. Zeit und Raum sowie die Bewegung im Raum müssen gleichermaßen bei der Planung einer Stadt und dem städtischen Leben beachtet werden. In Bezug auf die 15 Minuten Stadt gibt Chrono Urbanismus die Zeit vor, wie lange eine Person braucht, um ihre täglichen Bedürfnisse erfüllen zu können. Aus der Sicht der 15 Minuten Stadt sind das höchstens 15 Minuten. Es gibt allerdings auch andere Ansätze und Zeitlimits von Städten, wie die 10 Minuten in Charlotte und 20 Minuten in Portland, Detroit, Dublin und Melbourne, um dieses Leitbild umzusetzen (NOWORÓL ET AL. 2022: 3; ALLAM ET AL. 2022b: 3).

Aus diesem Grund sollte das Zeitlimit von 15 Minuten beim Konzept von Carlos Moreno nicht ausschließlich streng befolgt werden. Jede Stadt besitzt individuelle Eigenschaften, Situationen, Dynamiken, Morphologien und Herausforderungen, die nicht mit einem rigiden Zeitlimit gelöst und angesprochen werden können, und brauchen stattdessen ein spezifisch angepasstes Limit und Konzept, um die Voraussetzungen einer "15 Minuten Stadt" ermöglichen zu können. Auch der große Unterschied zwischen Fußgänger und Radfahrer in Bezug auf die zurückgelegte Distanz innerhalb von 15 Minuten muss daher berücksichtigt werden (MORENO ET AL. 2021: 106).

2.2.2 15 Minuten Stadt - Dimensionen

Das Konzept der 15 Minuten Stadt von Moreno aus dem Jahr 2016 besagt, dass eine Stadt sechs alltägliche Bedürfnisse einer Person erfüllen muss, um eine gute Lebensqualität bieten zu können: Wohnen, Arbeiten, Versorgen, Fürsorgen, Lernen und Genießen (ETI Chair 2019: 7). Diese können allerdings laut Moreno nur gedeckt werden, wenn Städte die vier folgenden Dimensionen erfüllen (NOWORÓL ET AL. 2022: 4) (Abbildung 1):

- Proximity - Nähe
- Diversity - Vielfalt
- Density - Dichte
- Ubiquity (2016) / Digitalization (2021) - Allgegenwart / Digitalisierung

Aufgrund der Auswirkungen und Herausforderungen der COVID 19 Pandemie passte Moreno den letzten Punkt an und ersetzte ihn durch Digitalisierung, da dieser Bereich und auch die vier anderen zuvor aufgelisteten Eigenschaften eine wichtige Rolle während der Pandemie spielten (NOWORÓL ET AL. 2022: 4; MORENO ET AL. 2021: 101).



Abbildung 1: Die vier Dimensionen der 15 Minuten Stadt (MORENO ET AL. 2021: 102)

Proximity - Nähe

Die Nähe bzw. Distanz spielt im Konzept der 15 Minuten Stadt eine wesentliche Rolle. Nähe bedeutet hier, die kürzeste Distanz zu den sechs essentiellen Grundbedürfnissen, die erfüllt werden sollen. Diese Distanz wird aus dem zeitlichen und räumlichen verstanden (NOWORÓL ET AL. 2022: 4; MORENO ET AL. 2021: 103).

Die Zeit soll im Sinne der 15 Minuten Stadt reduziert werden, die dabei verloren geht, lange Strecken zu pendeln oder im Auto zu verbringen. Dabei können sowohl die Auswirkungen auf Umwelt und Wirtschaft gesenkt werden, aber auch die sozialen Interaktionen im öffentlichen Raum gefördert werden (MORENO ET AL. 2021: 103).

Die Nähe bringt den Vorteil, dass der Ort, an dem gearbeitet wird, auch die ärztliche Versorgung gegeben ist, die Schule der Kinder vorhanden ist, Lebensmittel eingekauft werden, die Freizeit im Park verbracht wird und somit dieser Ort aufgrund von Nähe multifunktionelle Aufgaben besitzt. Falls bestimmte Orte allerdings nicht in der Nähe sind, wird vorgeschlagen beispielsweise Spielplätze von Schulen außerhalb der Schulzeit zu öffentlichen Parks umzuwandeln und wodurch sie noch benutzt werden können. Verfügbare Ressourcen sollen, wenn möglich, mehrere Funktionen tragen können und somit Platz für alle Bedürfnisse aus der Sicht der Umwelt, Wirtschaft und sozialem Austausch schaffen (MORENO ET AL. 2021: 103).

Weiters bedeutet Nähe im Zuge der 15 Minuten Stadt auch Maßnahmen zur Umverteilung und Neuauflistung von städtischen Ressourcen aufzustellen (KHAVARIAN-GARMSIR ET AL. 2023: 2) Denn in der 15 Minuten Stadt müssen nicht die Bewohner zu den städtischen Ressourcen gebracht werden, sondern die Ressourcen zu den Orten, an denen die Menschen leben (POZOUKIDOU & CHATZIYIANNAKI 2021: 22).

Diversity - Vielfalt

Die Vielfalt bzw. Diversity bedeutet im Zuge der 15 Minuten Stadt, dass diverse Funktionen innerhalb eines Raumes bzw. innerhalb einer Nachbarschaft verfügbar sein sollen (NOWORÓL ET AL. 2022: 4-5).

Dabei ist allerdings in zwei Gruppen bzw. Mechanismen zu unterscheiden (KHAVARIAN-GARMSIR ET AL. 2023: 2; MORENO ET AL. 2021: 103).

1. software diversity - Die Vielfalt an Kulturen, ethnischer Zugehörigkeit und wirtschaftlicher sowie sozialer Klassen innerhalb einer Gemeinschaft und Nachbarschaft
2. hardware diversity - Der Mix aus Natur, Wohnen, Einzelhandel, Lebensmittelversorgung, Gesundheitswesen, Arbeit und Erholung innerhalb einer Nachbarschaft

Durch eine software diversity kann die soziale Kohärenz innerhalb einer Nachbarschaft gestärkt werden. Wenn in diversen Gebäudetypen mit unterschiedlichen Wohnungsgrößen ebenso verschiedene Einkommensgruppen willkommen heißt, kann ein sozialer Mix aus Kulturen und Menschen mit diversen Hintergründen entstehen (ALLAM ET AL. 2022a: 4). Dadurch kann sich eine Stadt von einer monozentrischen Struktur zu einer polyzentrischen entwickeln und die Zeit für Pendeln und Autonutzung reduziert werden und somit den Ausstoß von CO2 Emissionen senken (KHAVARIAN-GARMSIR ET AL. 2023: 2).

Weiters soll ein Ort für verschiedene Nutzungen, abhängig von Tageszeit, Tag der Woche oder Jahreszeit, verfügbar sein, um die maximalen Nutzungsmöglichkeiten nutzen zu können. Beispielsweise könnten die Turnhallen und Fußballplätze von Universitäten und Schulen außerhalb der regulären Zeiten für die Öffentlichkeit durch andere externe Kurse oder Veranstaltungen genutzt werden (NOWORÓL ET AL. 2022: 5; ALLAM ET AL. 2022b: 3).

Density - Dichte oder Kompaktheit

Die Dichte oder Kompaktheit einer 15 Minuten Stadt bezieht sich auf mehrere Sachverhalte.

Zunächst wird versucht, die optimale Zahl an Personen pro Quadratkilometer zu finden, um diese Personen innerhalb eines bestimmten Gebietes adäquat entsprechend den alltäglichen Bedürfnissen zu versorgen, ohne einen Überkonsum oder eine Unterauslastung zu verursachen und nachhaltig entsprechend der Wirtschaftlichkeit, der Gesellschaft und der Umwelt zu sein (MORENO ET AL. 2021: 102; ALLAM ET AL. 2022b: 4).

Denn beispielsweise fördert die zentralisierte Stadtplanung, bei der vor allem Wolkenkratzer mit Wohnungen und Büros gebaut werden, den Überkonsum an Ressourcen und die höhere Abhängigkeit von Energie aus fossilen Brennstoffen sowie die Nutzung von motorisiertem Individualverkehr (MORENO ET AL. 2021: 102).

Dichte bedeutet im Kontext der 15 Minuten Stadt auch die Möglichkeit für Gerechtigkeit und Gleichberechtigung für Orte mit bestimmten Bedürfnissen, Gemeinschaften unterschiedlicher Einkommensgrenzen sowie sozialer Klasse und insbesondere für die Benachteiligten einer Stadt zu sorgen. Diese Dimension besitzt somit eine wichtige Aufgabe, um soziale Nachhaltigkeit einer Stadt umsetzen zu können (MORENO ET AL. 2021: 102-103).

Letzteres bezieht sich Density auf eine dicht bebaute Stadt. Das bedeutet, dass Flächen und Gebäude kompakt und optimal für allerlei Bedürfnisse vorhanden sind und genutzt werden. Brachflächen oder ungenutzte, kaputte Gebäude und Flächen müssen umgestaltet werden. Grün- und Erholungsflächen müssen zusätzlich dicht vorhanden sein. Durch eine dicht bebaute Stadt ist es auch möglich Radwege und sichere Fußgängerwege zu bauen und somit die Autonutzung zu reduzieren (MORENO ET AL. 2021: 102-103; ALLAM ET AL. 2022a: 4).

Digitalisation - Digitalisierung

Die vierte Dimension der 15 Minuten Stadt war ursprünglich nicht Teil des Konzepts und wurde erst im Zuge der Auswirkungen und Veränderungen der COVID 19 Pandemie hinzugefügt und ersetzte die ehemalige Dimension "Ubiquity" (KHAVARIAN-GARMSIR ET AL. 2023: 2).

Als Digitalisierung werden das Vorhandensein und die Verwendung von digitalen Werkzeugen, Plattformen und Lösungen gesehen, wodurch eine Stadt sozusagen "Smart" wird. Beispielsweise können Fahrräder und Autos einfachst mittels Bike- und Car-Sharing in der Stadt verteilt und genutzt werden und dadurch der Ausstoß von CO2 Emissionen reduziert werden. Auch der Onlinehandel und bargeldlose Zahlungsmöglichkeiten werden durch Digitalisierung gefördert. Durch Big Data und Internet of Things (IoT) wird außerdem ermöglicht, einerseits die Bevölkerung aktiv in die Planung und Entscheidung von Sachverhalten in der Stadt teilzunehmen und mitzumachen, und andererseits Wasser und elektronische Ressourcen effizienter zu nutzen (MORENO ET AL. 2021: 104-105; ALLAM ET AL. 2022a: 4).

Insbesondere die COVID 19 Pandemie hatte einen großen Einfluss auf den Trend, dass Städte digitaler werden sollen. Durch Maßnahmen wie die Reduzierung von sozialen Kontakten und das Arbeiten von zuhause förderte das Aufkommen von digitaler Kommunikation und anderer digitaler Werkzeuge und Plattformen (MORENO ET AL. 2021: 104).

2.3 Zusammenfassung

Beide Begriffe bzw. Konzepte verfolgen grundsätzlich die gleichen Ansätze und Ziele, um die Lebensqualität einer Stadt zu erhöhen und nachhaltiger zu gestalten.

Beide Leitbilder haben insbesondere das Ziel, die autoorientierte Stadt zu verdrängen und stattdessen eine kompakte Stadt des Zu-Fuß-Gehens, Radfahrens und nachhaltiger Mobilität zu werden. Durch die Nähe und Durchmischung von Einrichtungen und miteinander verträgliche Nutzungen innerhalb von Stadtvierteln und Nachbarschaften wird dabei auch der soziale Zusammenhalt in der Gesellschaft gefördert. Unterschiedliche Gesellschaftsgruppen, Alter, Einkommensstatus, Beeinträchtigung finden zueinander, wodurch das Vertrauen und die Sicherheit, aber auch die Lebensqualität innerhalb einer Nachbarschaft oder eines Stadtviertels gestärkt wird (LOGAN ET AL. 2022: 1-2; Umweltbundesamt 2011: 22-23).

Außerdem wird in einer Stadt der kurzen Wege und 15 Minuten Stadt die Nähe zu und die Verwendung von öffentlichen Verkehrsmitteln ein besonderer Stellenwert zugeschrieben. Die Raumstruktur und die urbane Entwicklung sollen sich nämlich an den Linien des schienengebundenen und öffentlichen Nahverkehrs orientieren und somit eine dezentrale Konzentration von unterschiedlichen Einrichtungen ermöglichen (Umweltbundesamt 2011: 22-54).

3. Überblick über Sustainable Cities

Das Konzept bzw. Leitbild der Sustainable Cities spielt eine wesentliche Rolle im Zuge dieser Masterarbeit und muss daher näher erläutert und definiert werden. In den folgenden Unterkapitel befinden sich dadurch die Begriffsdefinition, eine Beschreibung der drei essentiellen Dimension, aus denen die Sustainable Cities Theorie sich zusammensetzt, die Vor- sowie Nachteile und die relevanten Indikatoren bzw. Kriterien des Konzepts.

3.1 Begriffsdefinition

Das Konzept der Sustainable Cities muss aus mehreren Blickwinkeln betrachtet werden. Daher beinhaltet dieses Kapitel eine Definition des Nachhaltigkeitsbegriffes, von Sustainable Cities, der erweiterten Form Smart Sustainable Cities und von Sustainable Development, das eine eigene wichtige Bedeutung besitzt.

3.1.1 Definition Sustainability

Das Wort Sustainability im Konzept Sustainable Cities bedeutet ins Deutsche übersetzt Nachhaltigkeit. Im Allgemeinen gibt es allerdings keine endgültige und eindeutige Definition für den Begriff Sustainability bzw. Nachhaltigkeit.

Einfach ausgedrückt kann ein Sachverhalt als nachhaltig bezeichnet werden, wenn etwas von Dauer ist und lange "überleben" kann (BIBRI 2018: 780). Die ursprünglichste Definition von Nachhaltigkeit stammt allerdings aus der Holzbranche bzw. der Forstwirtschaft, da hier versucht wird, nicht mehr an Holz zu verbrauchen und abzuholzen als nachwachsen kann (Radio Wien zum Thema WeFair; wien.ORF.at).

Simon Bibri und John Krogstie (2017) bieten eine gut formulierte Definition von Nachhaltigkeit:

"In general terms, sustainability can be conceived of as a state in which society doesn't undermine the natural and social systems, i.e. where the natural system is not subject to resource depletion and intensive consumption, hazardous substances, and concomitant environmental risks, and, as of equal importance, where the social system doesn't render people subject to conditions that inhibit their ability to satisfy their needs and aspirations. Undermining natural and social systems can occur through pollution, environmental degradation/ecological deprivation, health decrease, social instability, social injustice, and social hazard" (BIBRI & KROGSTIE 2017: 188).

Im Grunde soll eine nachhaltig lebende Gesellschaft systematisch nicht die Erde ausbeuten, zu viele von Menschen produzierte, künstliche Produkte erschaffen, physikalische Materialien abbauen und sie sollten nicht von Dingen umgeben sein, die es verhindern, die eigenen Bedürfnisse ausreichend decken zu können (BIBRI & KROGSTIE 2018: 189; BIBRI 2018: 779-780).

3.1.2 Definition Sustainable City

Im Allgemeinen gibt es mehrere Sichtweisen, wie eine Sustainable City, also eine nachhaltige Stadt, zu definieren ist und wie sie aussehen soll.

Im wissenschaftlichen Artikel von Hannele Ahvenniemi (2017) befindet sich eine simple Definition von Sustainable Cities, die sich auch an der Beschreibung von Nachhaltigkeit orientiert.

“Eine Stadt kann dann als nachhaltig definiert werden, ‘wenn seine Produktionsbedingungen nicht im Laufe der Zeit die Bedingungen seiner Reproduktion zerstören’“ (AHVENNIEMI ET AL. 2017: 235).

Teil einer nachhaltigen Stadt ist die Anwendung von nachhaltigen Ansätzen im Planungs- und Gestaltungsprozess von neuen und bestehenden Stadtteilen. Sie ist dadurch ein Beispiel für nachhaltige Stadtentwicklung, da sie versucht langfristige Ziele zu verwirklichen (BIBRI ET AL. 2020: 2).

Außerdem muss eine nachhaltige Stadt eine Balance zwischen den drei Dimensionen von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt wahren können, um die Ziele von Nachhaltigkeit in einem integrativen Prozess umsetzen zu können. In Folge können Städte grüner, gerechter und profitabler für alle Beteiligten werden (BIBRI ET AL. 2020: 2).

Simon Bibri und John Krogstie (2017) fassen den Begriff in folgendem Absatz zusammen:

“a sustainable city can be described as an urban environment designed with the primary aim of contributing to improved environmental quality and protection and social equity and well-being over the longrun, which can be attained through adopting sustainable development strategies to foster advancement and innovation in built environment, infrastructure, operational functioning, planning, and ecosystem and human service provisioning, while continuously optimizing efficiency gains“ (BIBRI & KROGSTIE 2017: 193).

Das Idealbild einer Sustainable City kann jedoch stets nur angenähert erreicht werden, da äußere Einflüsse permanente Herausforderungen darstellen. Ziel einer Sustainable City ist es, die Lebensqualität aller Menschen, Pflanzen und Tiere in einer Stadt zu erhalten und für zukünftige Generationen zu verbessern. Die Stadt soll hierbei möglichst geringe Auswirkungen auf ihr Umland haben (COHEN 2018: 3f.).

3.2 Dimensionen

Grundsätzlich wird in der Stadtplanung hauptsächlich auf die Lebensqualität und Wirtschaftlichkeit einer Stadt geachtet. Die Theorie der Sustainable City sieht diese zwei Bereiche, Wirtschaft und Gesellschaft bzw. Soziales, in direkter Verbundenheit mit der Umwelt. Eine Stadt kann nur dann als nachhaltig bezeichnet werden, wenn sie die drei Dimensionen der Sustainable Cities Theorie umfassend erfüllt und im Gleichgewicht behält. Diese drei Dimensionen oder auch 3Es sind folgende (COHEN 2018: 3f.; BIBRI 2018: 779) (Abbildung 2):

- Environment / Planet / Umwelt
- Economy / Profit / Wirtschaft
- Equity / People / Gesellschaft / Soziales

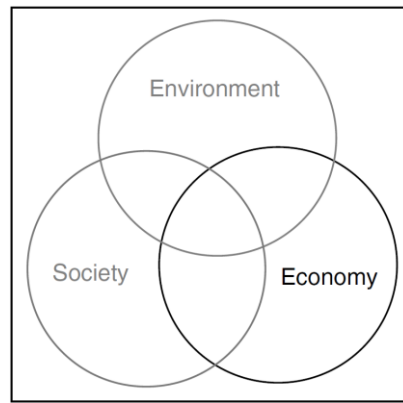


Abbildung 2 Die drei Dimensionen der Sustainable Cities

(GIDDINGS ET AL. 2002: 189)

Diese drei Dimensionen sollen in einer Stadt langfristig gestärkt werden und im Einklang miteinander stehen. Nur wenn alle drei Bereiche ausgewogen koexistieren, kann eine Stadt Resilienz aufbauen. Die Nachhaltigkeit einer Stadt äußert sich darin, wie gut diese Stadt mit den Herausforderungen und Themenschwerpunkten der drei Dimensionen umgeht und sie integriert. Alle drei Dimensionen sollten verknüpft behandelt und nicht wie im historischen Kontext getrennt voneinander thematisiert werden (COHEN 2018: 3f.; BIBRI 2018: 779).

Environment / Planet / Umwelt

Grundkonsens der Dimension Umwelt ist es, Grenzen und Toleranz der Umwelt zu verstehen und gut damit umzugehen, um sowohl der Gesellschaft, aber auch der Natur den Raum zu lassen, ihre Bedürfnisse decken zu können und um sie nicht auszubeuten. Die Gesellschaft und die Umwelt müssen miteinander im Einklang sein und miteinander interagieren, damit beide voneinander profitieren können. Die Gesellschaft bzw. der Mensch muss sich an die Gegebenheiten der Umwelt anpassen, und nicht die Umwelt an den Menschen (BIBRI 2018: 779-780).

Der fortschreitende Klimawandel und seine Folgen sind Beispiele wie der Mensch zu stark Druck auf die Erde ausgeübt und Rohstoffe ausbeutet, wodurch die Erde sich verändert und somit die Lebensbedingungen der Menschen in manchen Gebieten der Erde in Folge zunehmend verschlimmert. Erst durch ein Zusammenspiel der Menschen und der Erde, bei dem respektvoll miteinander umgegangen wird, können die Auswirkungen des globalen Wandels verlangsamt werden. Dadurch kann sich auch die Gesellschaft in einem angemessenen Tempo daran gewöhnen und sich anpassen.

Folgende Vorteile sind zu nennen, wenn die Dimension der Umwelt in einer nachhaltigen Stadt erfüllt werden kann (BIBRI ET AL. 2020: 4):

- durch die Nähe zu täglichen Zielen kann der Energiekonsum und die Umweltverschmutzung reduziert werden
- ebenso können Kosten für Auto-/Reiseverkehr und geringe Pendelzeiten reduziert werden
- die Effizienz von öffentlichen Personennahverkehrs wird optimiert
- CO2 Emissionen können durch reduzierter Autonutzung und stattdessen zu Fuß gehen oder Radfahren minimiert werden

- Energie kann eingespart werden, indem eine Kombination von Wärme- und Strombereitstellungen durch die Bevölkerungsdichte ermöglicht wird
- durch das Vorhandensein von Grün- und Naturflächen kann der Druck auf die Ökosysteme reduziert werden
- der Verlust von Grün- und Naturflächen kann minimiert werden

Economic / Profit / Wirtschaft

In dieser Dimension wird versucht, Strategien und Maßnahmen zu finden, die es möglich machen, dass Ressourcen optimal genutzt werden. Dabei ist es auch wichtig darauf zu achten, dass diese Ressourcen langfristig nicht ausgebeutet werden und nachhaltig vorhanden sind, um sich wirtschaftlich auf lange Zeit absichern zu können, ohne auf ein Defizit zu stoßen (BIBRI 2018: 780).

Simon Bibri (2020) nennt folgende Vorteile im Zuge dieser Dimension (BIBRI ET AL. 2020: 4):

- regionale, lokale Dienstleistungen und Geschäfte sollen unterstützt werden, indem eine kompakte Siedlungsstruktur gefördert wird und dadurch eine größere Menge an Konsumenten verfügbar sind
- Stadtzentren sollen revitalisiert werden, in dem in einem dichten Verhältnis Geschäfte, Firmen und andere Infrastruktur positioniert werden
- Der ÖPNV soll ausgebaut und verbessert werden
- Es soll eine geringe Entfernung zwischen Wohnort der Arbeitnehmer bzw. Mitarbeiter und ihrem Arbeitsplatz geben
- Mitarbeiter sollen diverser aufgestellt sein wodurch auch größere Vielfalt Jobs zur Verfügung stehen
- eine höhere Produktivität wird erlangt, in dem Arbeitnehmer einen Arbeitsplatz bekommen, der ihren Fähigkeiten tatsächlich entspricht
- Die Vielfalt an Möglichkeiten zu wählen wo gearbeitet wird, welche Serviceeinrichtungen besucht werden und welche sozialen Kontakte gewählt und gepflegt werden

Society / Equity / Menschen

Die letzte Dimension beschäftigt sich mit sozialer Gerechtigkeit und Gleichberechtigung sowie dem Wohlbefinden der Menschen. Außerdem liegt der Fokus auf der kulturellen Aufwertung einer Stadt. Alle Menschen und Bürger einer Stadt sollen von den Systemen, Strukturen und Netzwerken profitieren und sich gegenseitig unterstützen, um so nachhaltige Gemeinschaften und Nachbarschaften bilden zu können. Diese Gemeinschaften und Netzwerke sollen in einer nachhaltigen Gesellschaft über Generationen erhalten bleiben und flexibel mit neuen Herausforderungen und Veränderungen durch neue Entwicklungen wie Technik oder den Klimawandel umgehen können. Sie soll dabei auch als eine Art Schutzmechanismus dienen, um im Falle von Problemen und Notfällen die Menschen auffangen zu können (BIBRI 2018: 780).

Simon Bibri (2020) nennt auch für diese Dimension einige Vorteile (BIBRI ET AL. 2020: 4):

- durch die Nähe von diversen Einrichtungen kann eine bessere Lebensqualität mit mehr sozialer Interaktion und Kontaktaufnahmen sowie besserem Nachbarschaftsgefühl bewirkt werden
- das Gefühl von Sicherheit wird geschaffen in dem die Kriminalität mit Hilfe von natürlicher Überwachung deutlich reduziert wird
- soziale Gerechtigkeit wird erreicht in dem ein besserer Zugang zu Einrichtungen und Dienstleistungen vorhanden ist sowie eine flexible Wohnraumgestaltung gegeben ist, bei der auf gemischte Formen und Bezahlbarkeit geachtet wird
- die soziale Kohäsion wird durch das Gefühl von Zugehörigkeit und Verbundenheit gestärkt
- die psychische und physische Gesundheit wird durch begehbare Nachbarschaften, offenen Grünflächen und sozialer Interaktionen unterstützt
- die Lebensqualität wird durch die Förderung von sozialer Stabilität und Kultur- und Freizeitmöglichkeiten gestärkt
- Räumliche Segregation zwischen Gemeinschaften wird aufgelöst durch physische Verbindungen und die Überbrückung von Barrieren

3.3 Zusammenfassung

Sustainability und Sustainable Cities werden grundsätzlich dadurch definiert, dass nicht mehr Ressourcen verbraucht und der Umwelt entzogen werden dürfen, um wie im Falle einer nachhaltigen Stadt die Wohnbevölkerung zu versorgen, als tatsächlich benötigt wird. *“Eine Stadt kann dann als nachhaltig definiert werden, ‘wenn seine Produktionsbedingungen nicht im Laufe der Zeit die Bedingungen seiner Reproduktion zerstören’“* (AHVENNIEMI ET AL. 2017: 235). Ziel einer Sustainable City ist es daher, die Lebensqualität aller Menschen, Pflanzen und Tiere in einer Stadt zu erhalten und für zukünftige Generationen zu verbessern (COHEN 2018: 3f.).

Eine Stadt kann außerdem nur als nachhaltig bezeichnet werden, wenn sie die folgenden drei Dimensionen erfüllt: Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. Nur wenn alle drei Bereiche im Gleichgewicht bleiben, kann eine Stadt Resilienz aufbauen. Die Nachhaltigkeit einer Stadt äußert sich somit darin, wie gut sie mit den Herausforderungen und Themenschwerpunkten der drei Dimensionen umgeht und sie integriert (COHEN 2018: 3f.; BIBRI 2018: 779).

4. Relevanz - Stadt der kurzen Wege & Sustainable Cities

Dieses Kapitel soll einen Einblick in die Relevanz der Kombination der beiden Konzepte Stadt der kurzen Wege und Sustainable Cities geben. Es wird näher auf die ökologische Relevanz bezogen auf den Klimawandel, die gesellschaftliche Relevanz sowie generelle Trends, die Sustainable Development Goals und gegenwärtige Forschungen im Bereich der beiden Konzepte eingegangen.

4.1 Ökologische Relevanz

Die Konzepte Stadt der kurzen Wege und Sustainable Cities sind in ihren ursprünglichen Formen aus der Notwendigkeit entstanden, eine Antwort bzw. Lösung für die kommenden Herausforderungen durch den globalen Umweltwandel, umgangssprachlich Klimawandel, zu finden. Der Grundkonsens seit mehreren Jahrzehnten ist, dass Städte auf Grund der Auswirkungen des Klimawandels nachhaltiger werden sollen. Diese Debatte hat sich insbesondere in den letzten Jahren durch die vermehrte mediale Diskussion des Klimawandels verstärkt.

Die Erde befindet sich im Zeitalter der Städte, da mehr als 50 Prozent der aktuellen Weltbevölkerung in Städten bzw. urbanen Räumen wohnen. Für das Jahr 2050 wird ein Anteil von 70 Prozent an Menschen prognostiziert, die in einer Stadt oder städtischen Region leben werden, was bedeutet, dass die Menschen im Laufe des 21. Jahrhunderts urbaner werden (KRELLENBERG 2021; United Nations 2023: 34).

Städte sind ein wesentlicher Verursacher des globalen Umweltwandels, sind allerdings selber ebenso stark von den Auswirkungen davon betroffen. Als Hauptursache für den Klimawandel stellen die durch Menschen in die Atmosphäre emittierten Treibhausgase dar zu denen Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und Fluor-(F) Gase (H-FKW, PFC und SF₆) gehören. Obwohl Städte nur zwei bis drei Prozent der Landfläche der Erde einnehmen, entstehen 75 Prozent an CO₂ Emissionen in Städten. Meist entstehen die Emissionen durch den Menschen, verursacht durch Verbrennung fossiler Brennstoffe, bei der industriellen Produktion von Gütern, der Mobilität, aber auch durch den Konsum industriell hergestellter Güter (MERTENS 2021: 11-12; KRELLENBERG 2021).

Der Klimawandel wirkt sich in einer Stadt auf verschiedene Bereiche aus. Zum Beispiel auf die Gesundheit der Menschen, insbesondere auf Kinder und ältere Personen. Aber auch Naturgefahren wie Starkregen, Überschwemmungen oder langanhaltende Hitze haben große Auswirkungen auf die Städte. Der Klimawandel kann Temperatur, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und -richtung langfristig stark verändern, wobei Prognosen zum Eintreffen und Ausmaß der Auswirkungen für Städte schwer aufzustellen sind (MERTENS 2021: 10-11; KRELLENBERG 2021).

Aktuelle statistische Berechnungen zur Lage in Städten zeigen, dass 4,2 Millionen Todesfälle auf Luftverschmutzung durch Verkehr, Abfallverbrennung, Brennstoffverbrennung durch Privathaushalte und Energieerzeugung zurückgeführt werden. Durch den Kontakt mit feinen Staubpartikel von 2,5 Mikrometern oder weniger (PM_{2,5}) steigt das Risiko an Lungenkrankheiten, Herzkrankheiten, Infektionen der Atemwege und Schlaganfall zu erkranken. 99 Prozent der urbanen Weltbevölkerung leben in Gebieten, in denen der Grenzwert der WHO aus dem Jahr 2021 überschritten wird (United Nations 2022a: 48).

Aufgrund der COVID19 Pandemie hat sich gezeigt, wie wichtig Parks und öffentliche Plätze in einer Stadt sind. Daten aus dem Jahr 2020 zeigen allerdings, dass von 962 Städten die meisten eine schlechte Verteilung der öffentlichen Plätze aufweisen und nur circa 38 Prozent der Stadtgebiete in einer Gehweite von 400 Metern zu erreichen sind (United Nations 2022a: 49).

Städte werden allerdings nicht nur von Urbanisierung und dem globalen Umweltwandel geprägt, sondern auch durch spezifische Herausforderungen. Beispielsweise kann eine Stadt aktuell von demographischem Wandel, politischen oder ökologischen Wandel, Migration, Finanzkrisen, aber auch Krisen wie zuletzt der COVID-19 Pandemie geprägt sein. Der globale Umweltwandel stellt dabei einen zusätzlichen Druck auf die Städte dar. Es ist eine Herausforderung, die bereits bestehende Herausforderungen weiter verstärkt (KRELLENBERG 2021).

Wenn sich Städte weiterhin nicht den Herausforderungen des Klimawandels stellen und Maßnahmen definieren, werden die Treibhausgase steigen, die Zersiedelung von Städten voranschreiten sowie das Verkehrsaufkommen sich immer mehr verzweigen und ansteigen. Die Kosten verglichen mit den Vorteilen, Städte nachhaltiger zu gestalten, sind minimal, wie beispielsweise beim kostenintensiven Aufbau eines öffentlichen Verkehrsnetzes beobachtet werden kann, während die wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Vorteile größer und wichtiger sind (United Nations 2023: 34-35).

4.2 Gesellschaftliche Relevanz

COVID 19

Im Zuge der Herausforderungen und Maßnahmen wie Lockdowns der COVID 19 Pandemie in den Jahren 2020 und 2021 waren mehr als 40 Millionen Menschen weltweit plötzlich gezwungen, ihre täglichen Bedürfnisse und Aufgaben online zu erfüllen und zu erledigen. Viele von diesen Menschen mussten plötzlich von zu Hause aus arbeiten, wodurch sich im Laufe der letzten drei Jahre ein Wandel hinsichtlich der Verwendung von digitalen Technologien, insbesondere virtuelle Kommunikationsmöglichkeiten, etablierte. Einige Branchen mussten sich den Gegebenheiten stellen, Homeoffice für ihre Mitarbeiter mit geeigneter Hard- und Software zu ermöglichen, was bis heute weiterhin genutzt und von den Mitarbeitern gewünscht wird (MIDHA 2022; MORENO ET AL. 2021: 93f.).

Denn gerade während der COVID 19 Pandemie wurde es offensichtlich, dass manche Städte grundlegende strukturelle Probleme haben, ihre Bürger effizient zu versorgen. Beispielsweise konnte ein ungleicher Zugang zu städtischen Annehmlichkeiten und Funktionen sowie ein Mangel an grundlegenden Dienstleistungen und Grün- sowie Freizeitflächen in der eigenen Nachbarschaft beobachtet werden. Generell war es ersichtlich, dass die Nachbarschaft bzw. die unmittelbare zu Fuß begehbare Umgebung besonders wichtig für die isolierten Menschen war, um ihre Lebensqualität und psychische Belastbarkeit zu stärken und soziale Interaktionen zu erfahren (POZOUKIDOU & ANGELIDOU 2022: 1357). Aufgrund dessen gewann das Konzept der 15 Minuten Stadt deutlich an Bekanntheit, obwohl es schon im Jahr 2016 von Carlos Moreno begründet worden war (MORENO ET AL. 2021: 94-100).

Hochhäuser

Seit dem vergangenen Jahrhundert haben Hochhäuser oder auch Skyscraper im Englischen an großer Bedeutung gewonnen. Oftmals werden Städte anhand ihrer Hochhäuser als besonders urban, modern und fortschrittlich angesehen. Doch in Anbetracht der Entwicklung hin zu nachhaltigen, klimaresilienten Städten sind Hochhäuser heutzutage immer stärkerer Kritik ausgeliefert, wie beispielsweise in der Stadt Wien das Projekt der Hotelerweiterung am Heumarkt (Magistratsabteilung 21 2014: 9f.).

Hochhäuser werden somit gerne als Maßnahme zur Verdichtung innerhalb von Städten herangezogen, um der Nachfrage der Verdichtung entgegenzukommen. Jedoch beeinträchtigen Hochhäuser oftmals das menschliche Ausmaß von Städten und generieren Probleme hinsichtlich der effizienten Nutzung von Ressourcen, wie zum Beispiel Nahrungsmittel und Strom- und Energieversorgung. Hochhäusern werden in der gegenwärtigen Stadtplanung gerne positive Eigenschaften zugeschrieben, doch in Wahrheit stehen sie oft leer, wie beispielsweise in New York City in der "Billionaire's Row" beobachtet werden kann. In diesen Hochhäusern leben Großteils nur Superreiche, die mit Hilfe dieser Hochhäuser ihren Reichtum präsentieren wollen, während die meisten von ihnen nicht Vollzeit in diesen Wohnungen leben. Aufgrund dessen, dass in Hochhäuser die Wohnungen meistens teuer verkauft und vermietet werden und die Standorte meist in gesellschaftlich und wirtschaftlich starken Stadtteilen zu finden sind, wird die gesellschaftliche Durchmischung selten erreicht. Auch eine Nutzungsmischung, wie im Zuge einer nachhaltigen Stadt oder Stadt der kurzen Wege als Ziel vorgegeben wird, ist in Hochhäusern selten zu finden (ALLAM ET AL. 2022c: 3).

4.3 Sustainable Development Goals der UN

Das Konzept der Sustainable Cities findet eine wesentliche Verknüpfung mit den Sustainable Development Goals (SDGs) der United Nations. Denn die Vereinten Nationen prägen die Theorie der Sustainable Cities wesentlich und gliedern sie in spezifische Bestandteile (United Nations 2022b).

Historisch gesehen, begann der Start der heutigen Sustainable Development Goals im Jahr 2000 mit den acht Millennium Development Goals (MDGs). Der Hauptfokus lag dabei auf der Beseitigung von extremer Armut und Hungersnot. Bezogen auf die Umwelt, Nachhaltigkeit und Städte gab es nur ein Ziel, das vorschrieb, eine ökologische Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Städte oder städtische Regionen sowie der Fokus auf ökonomischer, ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit wurden allerdings nicht explizit erwähnt und als Ziele definiert (KLOPP & PETRETTA 2017: 93).

Aufgrund von mehreren Problemen wurden im Jahr 2012 schließlich die Sustainable Development Goals (SDGs), die auch unter dem Namen Agenda 2030 bekannt sind, durch die Vereinten Nationen im Zuge der Konferenz für Nachhaltige Entwicklung in Rio de Janeiro ins Leben gerufen. Diesmal lag der Hauptfokus auf der Aufstellung von Ziele und Indikatoren, um den aktuellen weltweiten Herausforderungen in den Bereichen Wirtschaft, Politik, und Umwelt gewappnet zu sein. Dabei wird versucht, einen nachhaltigen Weg einzuschlagen, um deutliche Veränderungen bewirken zu können. Insgesamt wurden 17 nachhaltige Entwicklungsziele aufgestellt, die jeweils alle miteinander verbunden sind und bis zum Jahr

2030 sichtbare und messbare Veränderungen bewirken sollen. Die 17 SDGs stellen einen globalen Rahmen dar, durch den eine nachhaltige Entwicklung auf Basis der drei Dimensionen Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt geschaffen werden kann, und der versucht alle Menschen miteinzubeziehen (UNDP 2024 & Bundeskanzleramt Österreich 2024a).

Im Zuge der Sustainable Development Goals wurde das sogenannte “Urban Sustainable Development Goal” (USDG) definiert. Hauptaugenmerk dieses Zieles ist es, Städte und menschliche Siedlungen wieder integrativ, sicher, flexibel und umweltverträglich zu machen. Außerdem befasst sich das USDG mit Herausforderungen wie Zugang zu angemessenem Wohnraum, die Förderung nachhaltiger Verkehrssysteme, Schutz des kulturellen Erbes und Reduzierung von Umweltauswirkungen. Mit Hilfe dieses Zieles soll es einfacher sein Ressourcen zu schaffen und zur Verfügung zu stellen, um städtische Verbesserungen zu ermöglichen. Dabei sollen die aktuellen Maßnahmen oder Systeme einer Stadt durch die aufgestellten Targets nicht überfordert oder gestört werden, sondern sie nachträglich ergänzen. Denn Städte spielen eine wichtige Rolle bei der Bewältigung des Klimawandels und der Förderung einer inklusiven und nachhaltigen Entwicklung (GROSSI & TRUNOVA 2021: 2).

In der folgenden Tabelle sind die Targets sowie die Indikatoren zum Ziel “Sustainable Cities and Communities” zu betrachten. Die Targets und Indikatoren des USDGs stellen einen guten Rahmen zur Umsetzung dar. Die Wahl und Art der Implementierung hängt jedoch von den nationalen Regierungen und der jeweiligen lokalen Stadtpolitik und Stadtplanung ab. Die Indikatoren müssen an die jeweiligen Bedingungen in den Städten angepasst werden, um nachhaltige Veränderungen bewirken zu können. Die Liste an Indikatoren sollte daher eher als Richtlinie gesehen werden und die lokalen Maßnahmen stattdessen ergänzen und stärken. Denn die Indikatoren können als äußerst limitiert beschrieben werden, da beispielsweise das Target 2 zwar den Zugang zu sicheren, bezahlbaren und nachhaltigen Verkehrssystemen für alle ermöglichen will, jedoch der zugehörige Indikator nur Nähe bzw. den Zugang zu öffentlichen Verkehrsmitteln beinhaltet und dabei die Sicherheit, Bezahlbarkeit und der physische Zugang für beeinträchtigte Gruppen ignoriert wird (KLOPP & PETRETTA 2017: 93-95).

Bezogen auf die Targets 2 und 7 werden konkrete Angaben einerseits zur Entfernung von Wohnort zu öffentlichen Plätzen von höchstens 400 Metern sowie zur Gehstrecke zu Bus, Straßenbahn und U-Bahn von höchstens 500 Metern und zur Gehstrecke zu Zügen und Fähren von höchstens 1.000 Metern gemacht (United Nations 2022a: 49).

Tabelle 1: Die Ziele und Indikatoren des SDGs „Sustainable Cities and Communities“ (UNITED NATIONS 2022b)

Ziel	Indikator
Target 11.1: Bis 2030 soll der Zugang zu angemessenem, sicherem und bezahlbarem Wohnraum und essentiellen Dienstleistungen sowie die Verbesserung von Slums gewährleistet sein	Anteil der städtischen Bevölkerung, die in Slums, informellen Siedlungen oder unzureichendem Wohnraum lebt
Target 11.2: Bis 2030 soll der Zugang zu sicheren, bezahlbaren und nachhaltigen Verkehrssystemen für alle, Verbesserung der Verkehrssicherheit durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs - Dabei sollen vor allem Personen in gefährdeten Situationen, Frauen, Kinder, Menschen mit Behinderungen und älteren Menschen berücksichtigt werden	Anteil der Bevölkerung, der einen guten Zugang zu öffentlichen Verkehrsmitteln hat, nach Geschlecht, Alter und Personen mit Behinderungen
Target 11.3: Bis 2030 soll die inklusive und nachhaltige Urbanisierung verbessert werden, sowie die Kapazität für partizipative, integrierte und nachhaltige Siedlungs- und Stadtplanung und Verwaltung in allen Ländern	1. Verhältnis der Landverbrauchsrate zur Bevölkerungswachstumsrate 2. Anteil der Städte mit einer direkten partizipativen Struktur der Zivilgesellschaft an der Stadtplanung und -verwaltung, die regelmäßig und demokratisch agieren
Target 11.4: Bemühungen zum Schutz und zur Sicherung des kulturellen und natürlichen Erbes der Welt sollen stärker werden	Gesamtausgaben pro Kopf für den Schutz und die Erhaltung des gesamten Kultur- und Naturerbes; nach Finanzierungsquelle (öffentlich, privat), nach Art des Erbes (kulturell, natürliche) und Regierungsebene (national, regional, lokal/kommunal)
Target 11.5: Bis 2030 soll die Zahl der Todesfälle und der betroffenen Menschen reduziert werden, sowie die direkten wirtschaftlichen Verluste im Verhältnis zum globalen Bruttoinlandsprodukt, die durch Katastrophen, einschließlich auf Wasser bezogene Katastrophen, verursacht werden sollen erheblich verringert werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Schutz der Armen und Menschen in gefährdeten Situationen	1. Anzahl an Todesfällen, vermissten Personen und direkt von Katastrophen betroffene Personen pro 100.000 Einwohner 2. Direkter wirtschaftlicher Verlust aufgrund von Katastrophen im Verhältnis zum globalen Inlandsprodukt (BIP) 3. (a) Schäden an kritischer Infrastruktur und (b) Anzahl der Störungen der Grundversorgung, die auf Katastrophen zurückzuführen sind
Target 11.6: Bis 2030 sollen die negativen Pro-Kopf-Umweltauswirkungen von Städten verringert werden, mit besonderem Augenmerk auf die Luftqualität sowie die kommunale und andere Abfallentsorgung	1. Anteil der in Einrichtungen gesammelten und entsorgten Abfälle am gesamten Abfallsaufkommen der Städte 2. Jahresmittelwerte von Feinstaub (z.B. PM _{2,5} und PM ₁₀) in Städten (gewichtet nach der Bevölkerung)
Target 11.7: Bis 2030 soll ein universeller Zugang zu sicheren und integrativen grünen und öffentlichen Räumen, insbesondere für Frauen und Kinder, ältere Menschen und Menschen mit Behinderungen bereitgestellt sein	1. Durchschnittlicher Anteil der bebauten Fläche von Städten, der öffentlich zugänglicher Raum für alle ist, nach Geschlecht, Alter und Menschen mit Behinderung 2. Anteil an Personen, die in den letzten 12 Monaten Opfer von körperlicher oder sexueller Belästigung wurden, nach Geschlecht, Alter, Status der Behinderung und Ort des Ereignisses

Target 11.a: Unterstützungen von positiver wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Verbindungen zwischen städtischen, vorstädtischen und ländlichen Gebieten durch Stärkung der nationalen und regionalen Entwicklungsplanung	Anzahl der Länder, die über nationale Stadtpolitik oder regionale Entwicklungspläne verfügen, die (a) auf die Bevölkerungsdynamik reagieren; (b) eine ausgewogene territoriale Entwicklung ermöglichen; (c) den lokalen fiskalischen Spielraum vergrößern
Target 11.b: Bis 2030 soll die Anzahl der Städte und Siedlungen erheblich steigen, die integrierte Richtlinien und Pläne für Inklusion, Ressourceneffizienz, Eindämmung und Anpassung an den Klimawandel sowie Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen beschließen und umsetzen; und es soll ein ganzheitliches Katastrophenrisikomanagement auf allen Ebenen im Sinne des Sendai-Rahmen für Reduzierung von Katastrophenrisiken 2015-2030 entwickelt und umgesetzt werden	1. Anzahl der Länder, die nationale Strategien zur Katastrophenvorsorge im Einklang mit dem Sendai-Rahmen zur Katastrophenvorsorge 2015-2030 verabschieden und umsetzen; 2. Anteil der Kommunalverwaltungen, die lokale Strategien zur Katastrophenrisikominderung im Einklang mit nationalen Strategien zur Katastrophenrisikominderung übernehmen und umsetzen
Target 11.c: Unterstützung der am wenigsten entwickelten Länder, durch finanzieller und technischer Hilfe, sowie Bau nachhaltiger und widerstandsfähiger Gebäude unter Verwendung regionaler Materialien	Anteil der finanziellen Unterstützung für die am wenigsten entwickelten Länder, die für den Bau und der Sanierung nachhaltiger, widerstandsfähiger und ressourceneffizienter Gebäude unter Verwendung von lokaler Materialien bereitgestellt wird

4.4 Zusammenfassung

Die Erde befindet sich im Zeitalter der Städte, da mehr als 50 % der aktuellen Weltbevölkerung in urbanen Räumen wohnen. Diese Städte sollen aber auf Grund der Auswirkungen des globalen Umweltwandels nachhaltiger werden, um sich daraus resultierenden Herausforderungen stellen zu können und resilienter zu werden. Denn Städte spüren nicht nur die Auswirkungen des Klimawandels, wie beispielsweise durch Verstärkung von Naturgefahren, langanhaltenden Hitze oder Schwächung der Gesundheit der Stadtbewohner, sondern erleben auch ganz andere Herausforderungen wie den demographischen Wandel, Migration, politische und ökologische Wandel, Finanzkrisen und auch Krisen wie die COVID-19 Pandemie im Jahr 2020. Durch die COVID-19 Pandemie wurde offensichtlich, dass manche Städte grundlegende Probleme haben, ihre Bürger effizient zu versorgen. Konzepte wie der 15 Minuten Stadt und Sustainable Cities helfen Städte nachhaltiger und resilienter zu gestalten und um die Lebensqualität der Menschen zu verbessern.

Das Konzept der Sustainable Cities findet eine wesentliche Verknüpfung mit den Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen, die im Jahr 2012 definiert wurden. Die SDGs sind eine Aufstellung von Ziele und Indikatoren, um den aktuellen weltweiten Herausforderungen in den Bereichen Wirtschaft, Politik und Umwelt gewappnet zu sein. Dabei wurde auch das Ziel "Sustainable Cities and Communities" definiert. Allerdings sollten diese Ziele und Indikatoren nur als Unterstützung und nicht als Verpflichtung gesehen werden. Stattdessen soll sich die Wahl der Implementierung und Umsetzung an den jeweiligen Bedingungen der Städte orientieren, um tatsächlich nachhaltige Veränderungen bewirken zu können.

5. Erreichbarkeitsanalyse als Methode

In diesem Kapitel wird einerseits die Erreichbarkeitsanalyse als Methode dieser Masterarbeit mit einer Einführung detailreich vorgestellt. Dabei werden Definitionen erklärt, verschiedene Erreichbarkeitsmodelle beschrieben, der Unterschied zwischen vektor- und rasterbasierter Analyse erörtert und mehrere Werkzeuge der "Network Analyst" Erweiterung von ArcGIS präsentiert.

Andererseits erfolgt in diesem Kapitel die Auseinandersetzung mit der Forschungslücke dieser Arbeit, nämlich das Fehlen einer Forschung, die sich mit den Konzepten Stadt der kurzen Wege und Sustainable Cities auseinandersetzt und diese versucht mit Hilfe von GIS-Methoden zu verknüpfen. Dabei werden mehrere aktuelle Forschungen vorgestellt, die dieser Forschungslücke möglicherweise nahekommen, jedoch zeigen, dass diese noch nicht existiert.

5.1 Einführung

In diesem Kapitel folgt eine kurze Einführung in den Begriff Erreichbarkeit und in die verschiedenen Erreichbarkeitsmodelle/-analysen. Insbesondere wird die vektorbasierte Erreichbarkeitsanalyse der rasterbasierten Erreichbarkeitsanalyse gegenübergestellt.

5.1.1 Definition Erreichbarkeit

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, den Begriff Erreichbarkeit umfassend zu beschreiben und zu definieren.

Walter Hansen (1959) war einer der Ersten, der Erreichbarkeit bzw. "accessibility" im Englischen als ein Konzept beschrieb und als Möglichkeit definierte, zwischen verschiedenen Knotenpunkte entlang eines Verkehrsnetzes zu interagieren (LI ET AL. 2017: 415).

Karst Geurs und Bert van Wee (2004) beschreiben, dass der Erreichbarkeit ein sogenanntes Wirkungsgefüge zugrunde liegt und setzt sich dabei aus mehreren Eigenschaften nämlich der Landnutzung, dem Verkehrssystem, dem zeitlichen Kostenfaktor sowie die individuellen Ressourcen der jeweiligen betroffenen Person zusammen (AHLMEYER & WITTOWSKY 2018: 533).

Auch Yage Cui (2020) nennt eine ähnliche Definition. Sie bezeichnen Erreichbarkeit, den Schwierigkeitsgrad, Raumwiderstände zu überwinden, die durch die Zeit, die Entfernung, die anfallenden Kosten und andere Faktoren abhängig sind.

Linbo Li (2017) geht in ihrem wissenschaftlichen Artikel von zwei verschiedenen Erreichbarkeiten bzw. "accessibility" im Englischen aus. Die erste Erreichbarkeit wird als "attraction accessibility" bezeichnet und beschreibt die Leichtigkeit, ein bestimmtes Ziel mittels unterschiedlichen Transportmöglichkeiten zu erreichen. Die zweite Erreichbarkeit wird als "radiation accessibility" definiert und beschäftigt sich mit der Leichtigkeit, mehrere Ziele von einem Standort aus zu erreichen (LI ET AL. 2017: 414-415).

Gather, Kagermeier und Lanzendorf (2008) nehmen sich der Herausforderung an die ähnlichen englischsprachigen Begriffe "access" und "accessibility" sowie "availability" zu differenzieren und im Zuge des deutschen Erreichbarkeitsbegriffs einzuordnen. Einerseits definieren sie eine "personenbezogene Erreichbarkeit" für das englische Wort "access", was so viel bedeutet wie die Möglichkeit, so viele Ziele wie möglich mit Hilfe eines bestimmten Verkehrsmittels oder zu Fuß in einer bestimmten Zeit erreichen zu können. Der englische

Begriff "accessibility" wird hingegen so beschrieben, dass von der Perspektive des Zielortes ausgegangen wird und beobachtet wird, wie viele Personen innerhalb einer bestimmten Zeit und mit einem geringen Kosten- und Ressourcenaufwand erreicht werden können. Es wird also unterschieden zwischen Verfügbarkeit und Entfernung (AHLMEYER & WITTOWSKY 2018: 533; RAUCH & RAUH 2016: 438).

Jannis Burk (2020) beschreibt diese Differenzierung des Begriffs Erreichbarkeit nochmal anders. Er meint, dass der Begriff ein Konstrukt aus zwei Funktionen ist, der sich aus der Aktivitätsfunktion, also die Aktivität bzw. die zu erreichenden Gelegenheiten stehen im Vordergrund, sowie aus der Widerstandsfunktion, also der Aufwand, die Entfernung und die Kosten, die anfallen, um die Ziele zu erreichen, zusammensetzt (BURK ET AL. 2020: 488).

In der Studie von Alexander Noworól (2022) wird außerdem auf den Unterschied zwischen "accessibility" (Erreichbarkeit) und "proximity" (Nähe) eingegangen. Die räumliche Erreichbarkeit bzw. Zugänglichkeit wird dabei als Fähigkeit zweier Punkte im Raum beschrieben, die wirtschaftlich und sozial agieren können. Dabei zeichnet es sich durch mehrere Komponenten aus (NOWORÓL ET AL. 2022: 4):

- **räumlich** (befindet sich im Raum)
- **kommunikativ** (über Medien aber auch der Transport)
- **zeitlich** (ein bestimmter Zeitpunkt wird definiert oder Zeitanspruch)
- **soziokulturell** (Gesellschaften mit unterschiedlichen sozialen Merkmalen, Bedürfnisse, Möglichkeiten und Erwartungen)
- **wirtschaftlich** (technischer, finanzieller Aufwand)
- **Zweck** (was ist der Grund)
- **Infrastrukturbereitstellung** (Qualität und Quantität der Infrastruktur und der Grad der Überlastung)

"Accessibility" wird durch Taylor allerdings auch durch "Die Möglichkeit für die Bewohner eines bestimmten Gebiets, eine bestimmte Art von Dienstleistung in Anspruch zu nehmen (TAYLOR 1979)." beschrieben. Sie wird dabei in zwei Aspekte unterteilt, nämlich einerseits in Mobilität, wodurch Raumbarrieren überwunden werden können, sowie andererseits die Nähe, die auf geographischer Nähe, und im Englischen als "proximity" bezeichnet wird, basiert (NOWORÓL ET AL. 2022: 5).

Zusammenfassend haben die verschiedenen Wissenschaftler unterschiedliche Ansätze, Erreichbarkeit zu definieren. Generell können allerdings drei Elemente genannt werden, die meistens genannt werden:

1. der Vorteil eine schnelle, einfache Erreichbarkeit zu ermitteln
2. die anfallenden Kosten bzw. der Zeitfaktor, in Bezug auf den zurückgelegten Weg
3. die Intensität der Rauminteraktionen

In Bezug auf das Konzept der 15 Minuten Stadt findet eher eine Hinwendung zum Begriff der Nähe statt als zu Erreichbarkeit. Denn das Hauptaugenmerk der 15 Minuten Stadt ist die städtischen Aktivitäten und Ziele dorthin zu bringen, wo die Menschen leben, anstatt die Menschen zu den städtischen Aktivitäten zu bringen, um eine höhere Lebensqualität ermöglichen zu können (NOWORÓL ET AL. 2022: 4-5; POZOUKIDOU & CHATZIYIANNAKI 2021: 22).

5.1.2 Definition Erreichbarkeitsmodelle /-analyse

Je nach Fragestellung gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, die Erreichbarkeit anhand einer Analyse oder eines Modells zu berechnen und zu messen. Dabei muss auf jeweilige Parameter und Indikatoren eingegangen werden. Das Ziel des Messens der Erreichbarkeit ist es, insbesondere Optimierungen von Fahrtrouten oder Standortanpassungen von Unternehmen und Einrichtungen vorschlagen zu können (RAUCH & RAUH 2016: 439-441).

Sebastian Rauch und Jürgen Rauh (2016) differenzieren dabei zwei verschiedene Ansätze. Einerseits gibt es die "einfache Erreichbarkeit", bei der ausschließlich auf das vorhandene Verkehrssystem zurückgegriffen wird und somit mit einfachen Erreichbarkeitsindikatoren gemessen wird. Die "integrierte Erreichbarkeit" hingegen beinhaltet nicht nur das vorhandene Verkehrssystem, sondern auch die Siedlungsstruktur und andere Merkmale. Das bedeutet, dass sowohl aus der Perspektive eines Standortes in Richtung aller erreichbaren Ziele gemessen wird als auch der Aufwand, der benötigt wird, um die Ziele mittels des vorhandenen Verkehrssystems zu erreichen (RAUCH & RAUH 2016: 439).

Um diese beiden Ansätze berechnen zu können, wird das Erreichbarkeitsmodell der "Nearest-Neighbor"- oder "Nearest-Center"-Annahmen herangezogen. Dabei wird auf ein Netzwerk aus Kanten und Knoten auf Basis des Straßennetzes zurückgegriffen und die Standorte, Einwohnerzahlen sowie Nutzungshäufigkeiten einbezogen. Generell können weitere Parameter wie demographische oder sozioökonomische Merkmale mit den räumlich erfassbaren Parametern kombiniert werden. Je nach Forschungsfrage und Thema können Wege und Gesamtentfernungen sowie die örtlichen Potentiale ermittelt werden (RAUCH & RAUH 2016: 439-441).

Bei einer sogenannten "Netzwerkanalyse" spielen die Zeit und die Entfernung eine wichtige Rolle. Die Zeit ist dabei verknüpft mit der Fortbewegungsgeschwindigkeit sowohl zu Fuß als auch mit Fahrrad oder Auto, Bus, Straßenbahn oder Zug. Die Entfernung ergibt sich aus der Summe der zurückgelegten Kanten entlang des Netzwerks des Verkehrssystems, bzw. der euklidischen Distanz (RAUCH & RAUH 2016: 438-441).

Die Berechnung der geographischen Erreichbarkeit mit Hilfe der euklidischen Distanz kann allerdings nur für Gebiete mit einem dichten Verkehrswegenetzwerk verwendet werden. Im Fall von weniger dichten Verkehrswegenetzen ist oftmals die Situation, dass aufgrund von anthropogenen oder natürlichen Hindernissen die zurückgelegten Wege länger sind als die euklidische Distanz. Für die Berechnung der geographischen Erreichbarkeit ist somit die Distanz innerhalb der Verkehrsnetze besonders wichtig und muss immer einbezogen werden. Die Berechnung erfolgt dann unter Berücksichtigung des Straßennetzes und der Zeit mittels Geoinformationssystemen (GIS) unter der Verwendung des Verfahrens der Netzwerkanalyse (NEUMEIER 2012: 15).

GIS-basierte Erreichbarkeitsanalysen, die auf eine Netzwerkanalyse zurückgreifen, müssen dabei in zwei verschiedene methodische Ansätze differenziert werden (BURK ET AL. 2020: 488):

- der traditionelle, vektorielle Ansatz
- der Rasteransatz

Yage Cui (2020) nennt neben der Netzwerkanalyse noch zwei weitere Methoden, Erreichbarkeit zu messen. Zum einen wird die Buffer Analyse mittels dem Buffer Tool genannt, welches beispielsweise im Programm ArcGIS vorhanden ist. Aber auch die Kosten-

Nutzen/Distanz-Methode wird als Möglichkeit vorgeschlagen, Erreichbarkeit zu berechnen (CUI ET AL. 2020: 1).

Karst Geurs und Bert van Wee (2004) nennen außerdem vier Arten von Komponenten für Maßnahmen für Erreichbarkeit, wobei in der Praxis meist nur auf eine oder mehrere Komponenten eingegangen wird: 1. Landnutzung, 2. Transport, 3. Zeit und 4. Individuell. In der nachfolgenden Tabelle 2 wird eine Liste an Methoden bzw. Maßnahmen angeführt, die im Zuge der Forschung von Linbo Li (2017) gesammelt und zusammengefasst wurden. Sie wurden auch entsprechend der vier Arten von Komponenten eingeordnet (LI ET AL. 2017: 417).

Tabelle 2: Liste an Erreichbarkeitsmethoden (LI ET AL. 2017: 417)

Evaluation method		
Geometrical network	Traditional evaluation methods	Spatial separation method (Ingram, 1971; Pooler, 1995)
		Cumulative opportunity method (Wachs and Kumagai, 1973)
		Potential energy model (Weibull, 1976; Kwan et al., 2003); Gravity model (Yang and Zhou, 1999)
		Utility method (Uncles, 1987)
		Space-temporal method (Miller, 1991, 1999; Neutens et al., 2010)
Topological network	Topological method (Batty, 2009) Space syntax (Hillier and Iida, 2005; Li, 2013)	

Stefan Neumeier (2012) fasst die verschiedenen Berechnungsansätze noch wie folgend zusammen (NEUMEIER 2012: 15):

1. Berechnungsansätze basierend auf räumlichen Interaktionsmodelle (zum Beispiel Gravitationsmodell und Logit-Modelle) sind in der Regionalökonomie verbreitet
2. Berechnungsansätze basierend auf der Prognose des Verkehrsgeschehens (zum Beispiel Ermittlung der erwarteten Quell-Ziel-Wahl aller Reisenden mit Hilfe von Gravitations- und Gelegenheitsmodellen, Bestimmung der im Mittel zu erwartenden Zielwahl zum Beispiel mit Hilfe der Random Utility Theorie)
3. Berechnungsansätze basierend auf der geographischen Erreichbarkeit:
 - a. traditioneller-vektorbasierter Ansatz
 - b. rasterbasierter Ansatz

Grundsätzlich gibt es viele Methoden und Ansätze, Erreichbarkeit zu berechnen, allerdings hängt die Wahl und der Aufbau jeder dieser Arten von der Komplexität des vorliegenden Verkehrsnetzes ab, sowie weitere beeinflussende Faktoren wie Bevölkerungsstruktur und verschiedene räumliche Maßstäbe (LI ET AL. 2017: 415).

5.1.3 Unterschied vektor- und rasterbasierte Erreichbarkeitsanalyse

In diesem Unterkapitel soll ein kurzer Überblick zum Unterschied zwischen vektor- und rasterbasierter Erreichbarkeitsanalyse gegeben werden.

Zunächst müssen allerdings die zwei unterschiedlichen Erreichbarkeitsindikatoren nach Stefan Neumeier (2012) definiert werden. Die erste Art der Indikatoren wird "einfache Erreichbarkeitsindikatoren" genannt. Damit sind Ausstattungsziffern bzw. infrastrukturbasierte Indikatoren gemeint, die sich zum Beispiel mit der Länge und Dichte der Autobahnen und Schnellstraßen auseinandersetzen, aber auch Querschnittsinformationen zur Region beinhalten und die Anzahl an Standorte je Raumeinheit angeben. Ein Nachteil dieser Indikatoren ist die Vernachlässigung des Straßen- bzw. Verkehrsnetzes (NEUMEIER 2012: 13).

Der zweite Typ der Indikatoren wird "komplexe Erreichbarkeitsindikatoren" bezeichnet. Diese Indikatoren versuchen die räumliche Verteilung von interessierenden Standorten mit den Effekten der Raumwiderstände, wie insbesondere Distanz, Zeit oder Kosten, miteinander zu verbinden. Sie bestehen somit aus zwei Funktionen, einer Activity Function, die die Attraktivität des Ziels beschreibt, und die Impedance Function, die den Aufwand, jenes Ziel zu erreichen, beinhaltet. Mit diesen Indikatoren ist daher möglich die Reisezeit, die anfallenden Kosten, um das nächstgelegene Ziel zu erreichen, die generelle tägliche Erreichbarkeit bzw. die akkumulierten Aktivitäten innerhalb eines bestimmten Zeitraumes, und das Erreichbarkeitspotenzial, also die akkumulierten Ziele gewichtet mit der Zeit und den anfallenden Kosten, zu ermitteln (NEUMEIER 2012: 13-14).

Die komplexen Indikatoren werden nochmals in integrale Indikatoren und Raum-Zeit Indikatoren unterteilt. Erstere beschreiben die Erreichbarkeit auf dem Makrolevel und stellen zum Beispiel die durchschnittliche Reisezeit vom Ursprungsort dar. Die Raum-Zeit Indikatoren hingegen beschäftigen sich mit der Erreichbarkeit auf dem Mikrolevel, was beispielsweise die Summe der Ziele, die eine einzelne Person in einem bestimmten Zeitrahmen erreichen kann, sind (NEUMEIER 2012: 14).

Vektorbasierter Ansatz

Mit Hilfe des vektorbasierten Berechnungsansatzes kann ausgehend von nur einer begrenzten Anzahl von Startpunkten die Erreichbarkeit ebenso nur von einer begrenzten Zahl an Ziele berechnet werden. Das passiert meistens mittels einer "shortest-path" Netzwerkanalyse. Zusätzliche Informationen wie beispielsweise Zeit und Kosten können nur mittels fester Vorgaben inkludiert werden. Aufgrund der meist geringen Datenmenge und dem geringeren Datenaufwands ist eine schnelle Berechnung von klaren Einzugsgebieten und Zeit- und Kostenmatrizen als Ergebnis möglich. Das Ergebnis besteht zudem aus Isochronen, die allerdings statisch sind und somit wenig flexibel sind, um weitere interne Differenzierungen durchführen zu können (NEUMEIER 2012: 15f.; BURK ET AL. 2020: 491-492).

In der Studie von Jannis Burk (2020) wird ein Beispiel einer solchen Berechnung angeführt. Im Zuge einer Analyse soll mit Hilfe des vektoriellen Ansatzes die konkreten Einzugsbereiche von Pflegestandorte ermittelt werden. Diese Einzugsbereiche sollten begrenzt sein durch die vergüteten Anfahrtspauschalen und die durch die Fahrzeiten entstehenden Personalkosten (BURK ET AL. 2020: 487f.).

Rasterbasierter Ansatz

Mit Hilfe des rasterbasierten Berechnungsansatzes kann eine hohe Anzahl von Zielen, die auf einer fast unbegrenzten Anzahl von Startpunkten bzw. Rasterzellen basieren und werden ohne Angaben zu Zeit oder Kosten betrachtet. Es ist somit möglich, eine stufenlose, diskrete Raumdarstellung zu erhalten, die mit weiteren Daten verknüpft werden kann. Als Ergebnis werden flächendeckende Einzugsbereiche bzw. Zeit-/Kostenmatrizen erstellt. Mit den zusätzlich erhaltenen Isochronen wird eine weitere, interne und gute Differenzierung ermöglicht (NEUMEIER 2012: 16f.; BURK ET AL. 2020: 491-492).

Der Rasteransatz basiert, wie der Name schon verrät, auf einzelnen Rasterzellen, die ein unteilbares flächiges Grundelement darstellen. Sie überschneiden sich nie, können aber in beliebiger Form und Größe abgebildet werden. Jede Zelle besteht außerdem aus Zahlenwerten, die die Merkmalsausprägungen darstellen. Da es sich dabei um Ganzzahlige Indexwerte handelt, kann mit Rasterzellen besser und einfacher Berechnungen durchgeführt werden, verglichen mit Vektorkoordinaten beim vektorbasierten Berechnungsansatz. Flächenberechnungen können beispielsweise einfach mittels Mittelwertbildung der Zahlenwerte innerhalb der jeweiligen Rasterzellen durchgeführt werden (NEUMEIER 2012: 16f.).

Die Berechnungen beim rasterbasierten Ansatz erfolgen trotzdem meistens durch die euklidische Metrik. Dabei wird dem Rastermodell zunächst ein vektorielles Gittermodell unterlegt "so, dass die durch jeweils vier Gitterlinien definierte polygonale Gitterfläche gerade der zugehörigen Rasterzelle entspricht. Jeder Gitterfläche kann dann ihr vektoriell definierter Mittelpunkt (Schwerpunkt) zugeordnet werden. Die euklidische Distanz solcher Gitterflächen-Mittelpunkte wird dann als Distanz der entsprechenden Rasterzellen aufgefasst" (STREIT 2011; NEUMEIER 2012: 16).

Ein Beispiel des rasterbasierten Ansatzes ist die Studie von Jannis Burk (2020) In dieser Studie wird ein Überblick über die Erreichbarkeitsverhältnisse von Standorten ambulanter Pflegedienste in einem bestimmten Untersuchungsgebiet ermittelt. Durch die Möglichkeit, Rasterzellen mit weiteren Daten zu bespielen, wird anschließend mit Hilfe von zusätzlichen demographischen Daten eine differenzierte Analyse basierend auf der Altersstruktur erstellt. Dadurch können Aussagen über die potenzielle Veränderung der Anzahl der Pflegekund*innen getroffen werden.

Der Rasteransatz benötigt aufgrund der meist großen Datenmenge und der Rasterzellen einen deutlich höheren Rechenaufwand im Vergleich zum Vektoransatz. Außerdem besitzen die Einzugsgebiete keine eindeutigen Grenzen (BURK ET AL. 2020: 492).

Tabelle 3: **Zusammenfassung und Vergleich vektor- und rasterbasierte Erreichbarkeit** (RAUCH & RAUH 2016: 442; NEUMEIER 2012: 15-16)

	Vorteile	Nachteile
Vektorbasierter Ansatz	geringer Datenaufwand	keine interne Differenzierung
	schnelle Berechnung	geringe Kontrolle Abgrenzung Isochrone
	klare Grenzen Einzugsgebiete	keine flächendeckenden Ergebnisse
	einfache Implementierung	geringe Flexibilität
		benötigt gute Netzabdeckung
Rasterbasierter Ansatz	stufenlose, diskrete Raumdarstellung	hoher Rechenaufwand
	größere Kontrolle über relevante Parameter	keine klar begrenzten Einzugsgebiete
	interne Differenzierung	aufwendige Implementierung
	Flächendeckende Ergebnisse	hohe Komplexität
	beliebige Aggregation der Ergebnisse	(Einzugsgebiete) stark abhängig von Auflösung
	leichte Verknüpfungsmöglichkeiten	große Datenmengen
	hohe Flexibilität	

5.1.4 Werkzeuge und Funktionen der ArcGIS-Erweiterung “Network Analyst”

Das Geoinformationssystem-Softwareprodukt “ArcGIS” des Unternehmen ESRI ist ein weltweit anerkanntes und beliebtes kommerzielles Produkt, um Karten mit geographischen Daten zu erstellen und insbesondere spezifische räumliche Analysen umsetzen zu können. Diese Analysen werden zwar auch für private Zwecke, jedoch meistens im Bereich der Forschung, Wissenschaft, von privaten und öffentlichen Unternehmen und Stellen in vielen Ländern genutzt. ArcGIS erleichtert oftmals die Abwicklung der Analysen, da der Betrieb effizienter ist und strategische Entscheidungen einfacher getroffen werden können.

Im Zuge des ArcGIS-Desktop-Softwarepakets werden viele Werkzeuge und Funktionen zur Verfügung gestellt, um unterschiedlichste räumliche Analysen und Berechnungen durchführen zu können. Jedoch sind nicht alle Funktionen automatisch in jeder Lizenz von ArcGIS verfügbar. Je nachdem welche Lizenzstufe erworben wurde, ArcGIS Desktop Basic, ArcGIS Desktop Standard oder ArcGIS Desktop Advanced, sind unterschiedliche Funktionalitäten verfügbar (ESRI 2024a).

Bezogen auf Netzwerkanalysen und Erreichbarkeitsanalysen besitzt ArcGIS einige Tools, um diese durchzuführen. Eine beliebte Erweiterung kann allerdings erst durch eine Zusatzlizenz erworben werden: Die ArcGIS-Erweiterung “Network Analyst”. Diese Erweiterung kann in

allen drei ArcGIS-Desktop-Varianten Basic, Standard und Advanced genutzt werden, jedoch sind nicht alle Editierwerkzeuge für alle Lizenzstufen freigeschaltet. Ohne der ArcGIS Network Analyst Extension können aber trotzdem einige Funktionen genutzt werden: Eigenschaften von Netzwerk-Datasets sowie Netzwerk-Dataset-Layer und Netzwerkanalyse-Layer in ArcMap können angezeigt werden und Eigenschaften von Netzwerkanalyse-Layer geändert werden. Ohne der Network Analyst Erweiterung kann allerdings kein Netzwerk-Dataset erstellt, berechnet und Neuberechnet werden und ebenso Netzwerkanalyse-Layer können nicht berechnet werden. Mit Hilfe der ArcGIS Desktop Routenanalysefunktionen kann außerdem ohne der Network Analyst Extension das Werkzeug "Route suchen" genutzt werden. Jedoch nicht mit allen Analysemöglichkeiten, die die Erweiterung bieten würde (ESRI 2024a).

Die ArcGIS Erweiterung Network Analyst steht auch für ArcGIS Engine und ArcGIS Server zur Verfügung, wobei für jede Anwendung eine separate Lizenz erforderlich ist (ESRI 2024a).

Um die Network Analyst Extension anwenden zu können, ist es notwendig ein Netzwerk-Dataset zu erstellen oder zur Verfügung zu haben. Ein Netzwerk-Dataset ist eine der zwei Kategorien an Netzwerke, in die ArcGIS ein Netzwerk gruppiert. Ein Netzwerk wird dabei als *"ein System verbundener Elemente, z. B. Kanten (Linien) und Verbindungsknoten (Punkte), die mögliche Routen von einem Ort zu einem anderen darstellen"* (ESRI 2024b) definiert. Die Ermittlung der kürzesten Route zwischen zwei Punkten ist dabei die am häufigsten angewandte Netzwerkanalyse. Auf solchen Netzwerken können beispielsweise Autos auf Straßen fahren, Flugzeuge entlang Flugrouten fliegen und Wasser durch Rohre fließen. Je nachdem, was entlang eines Netzwerkes transportiert wird, unterteilt von ArcGIS entweder in geometrische Netzwerke (Versorgungs- und Flussnetze) und Netzwerk-Datasets (Verkehrsnetz) unterteilt. Der Unterschied liegt darin, dass entlang der Verkehrsnetze die Bewegungsrichtung in beide Richtungen möglich ist, während dies entlang der Versorgungs- und Flussnetze nicht der Fall ist. Außerdem kann entlang eines Verkehrsnetzes die Fahrtrichtung und das Ziel je nach Fallbeispiel selbst bestimmt werden und variieren. Neben geometrischen Netzwerken und Netzwerk-Datasets gibt es noch das Multimodale Netzwerk-Dataset, das mehrere Transportmodi modellieren kann, und das 3D-Netzwerk-Dataset, um Routen innerhalb von zum Beispiel Gebäude oder Bergwerke modellieren zu können (ESRI 2024b).

Da bei einer Erreichbarkeitsanalyse bzw. Netzwerkanalyse die Erreichbarkeit entlang eines Verkehrsnetzes berechnet werden soll, wird ein Netzwerk-Dataset benötigt. Mit einer einfachen Streets-Linien-Feature-Class kann die Network Analyst Erweiterung nämlich nicht angewendet werden, da sie keine Informationen darüber bietet, wie und mit welchen Elementen die einzelnen Linien bzw. Straßen miteinander verbunden sind. Diese Information ist allerdings für die Anwendung der Network Analyst Extension erforderlich. Die Extension stellt daher den Assistenten "Neues Netzwerk-Dataset" zur Verfügung, der dabei hilft aus Straßen ein Netzwerk-Dataset zu erstellen, das diese Konnektivität der Linien enthält. Zusätzlich zur Konnektivität werden auch zusätzliche Attribute (Kosten, Deskriptor, Hierarchie und Beschränkung) bereitgestellt und festgelegt. Es ist beispielsweise möglich die Fortbewegungsgeschwindigkeit, die Entfernung, gewisse Einschränkungen und die Hierarchieebenen von Straßen zu bestimmen (ESRI 2021; ESRI 2024b).

Nach Generierung des Netzwerk-Datasets und eines Netzwerkanalyse-Layers, in dem ein Routenproblem anhand von Netzwerkanalyseklassen (Feature-Classes und Tabellen der interessierenden Standorte) berechnet und visualisiert wird, können folgende Analysen durchgeführt werden (ESRI 2021).

Routenanalyse

Die erste Analysemöglichkeit ist der Routen-Solver. Damit kann die beste bzw. optimale Route von einem Standort zum anderen berechnet werden. Die beste Route kann dabei die schnellste Route je nach Tageszeitpunkt oder Verkehrslage sein, aber auch die kürzeste Route mit geringster zurückgelegter Distanz (Eingabeparameter). Es kann außerdem die beste Route (siehe Abbildung 3) entlang von mehreren Standorten berechnet werden, die innerhalb einer gewissen Zeit erreicht werden müssen. Auf Basis dessen ist es auch möglich die optimale Reihenfolge von mehreren zu erreichenden Standorten zu ermitteln (Ausgabeparameter) (ESRI 2024c).



Abbildung 3: Ein Beispiel einer Routenanalyse (ESRI 2014a)

Nächstgelegene Einrichtung

Mit Hilfe des Solvers zur Analyse der nächstgelegenen Einrichtung werden die Reisekosten zwischen den jeweiligen nächstgelegenen Standorten bzw. Ereignisse und Einrichtungen gemessen und bestimmt. Dabei ist es möglich festzulegen wie viele Einrichtungen ermittelt werden sollen und in welcher Fahrtrichtung die Analyse durchgeführt werden soll. Bei dieser Analyse können außerdem Einschränkungen bestimmt werden, wie beispielsweise Grenzkosten bzw. Reisekosten, die nicht überschritten werden dürfen. Das kann beispielsweise eine Zeitbeschränkung von 15 Minuten sein. Das Ergebnis ist dann jene Einrichtung, die innerhalb eines Umkreises von 15 Minuten von einem Startpunkt aus erreicht werden kann (Abbildung 4). Es ist außerdem mit diesem Solver möglich, mehrere Analysen der nächstgelegenen Einrichtungen gleichzeitig durchzuführen und sowie für mehrere Ereignisse die nächstgelegenen Einrichtungen zu berechnen (ESRI 2024c; ESRI 2014b).

Dieser Solver führt ähnliche Analysen durch wie der Start-Ziel-Kostenmatrix-Solver. Letzterer kann jedoch Ergebnisse schneller berechnen, wobei er die echten Shapes der Routen oder ihre Wegbeschreibungen nicht zurückgeben kann. Der Solver zur Analyse der nächstgelegenen Einrichtung ist hingegen deutlich langsamer, kann allerdings die echten Routen-Shapes und ihre Wegbeschreibungen zurückgeben. Je nachdem, ob die internen Informationen benötigt werden, ist es empfohlen eine der beiden Solver auszuwählen (ESRI 2024c; ESRI 2014b).

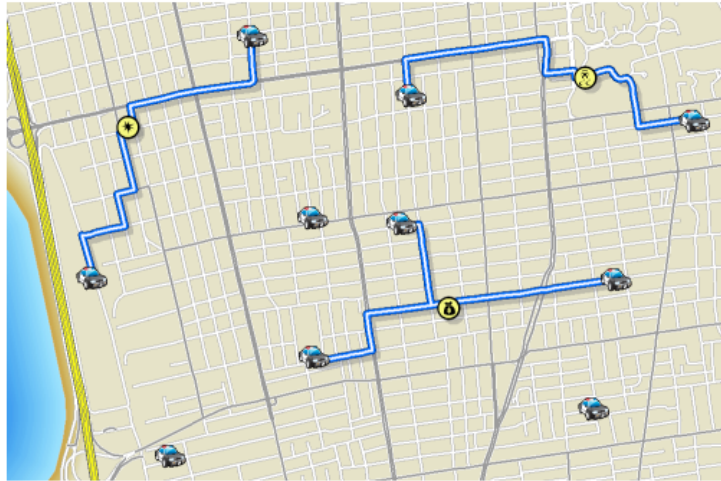


Abbildung 4: Ein Beispiel des „Nächstgelegene Einrichtung“ Solvers (ESRI 2014b)

Einzugsgebietsanalyse

Mit Hilfe der Methode der Einzugsgebietsanalyse ist es möglich zu ermitteln, welche Gebiete in einer bestimmten Impedanz (zum Beispiel Zeit oder Entfernung) erreichbar sind. Beispielsweise kann das 10-Minuten-Einzugsgebiet eines Punktes auf einem Straßennetzwerk berechnet werden, das innerhalb von 10 Minuten erreicht werden kann. Auf Basis dessen kann auch die Zugänglichkeit ermittelt werden, indem mit unterschiedlichen Impedanzwerten aufgezeigt wird, wann welches Gebiet erreicht werden kann (ESRI 2014c).

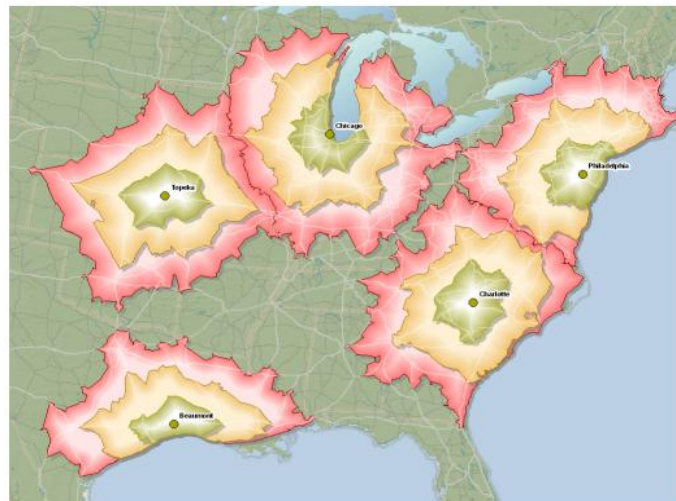


Abbildung 5: Ein Beispiel einer Einzugsgebietsanalyse (ESRI 2014c)

Das Ergebnis der Einzugsgebietsanalyse stellt eine Isochronenkarte dar, die auch das Ergebnis des ArcGIS Puffer-Werkzeuges ist (siehe Abbildung 5). Generell kann dieser Einzugsgebiet-Solver mit dem Puffer-Tool verglichen werden, da beide das Gebiet in einer bestimmten Entfernung je nach Grenzwert oder Reisebudget ermitteln. Der Unterschied liegt jedoch darin, dass der Einzugsgebiets-Solver das Gebiet und die Entfernung entlang des Verkehrsnetzes bzw. des Netzwerk-Datasets misst, während das Puffer-Werkzeug die Entfernung ausgehend von der Eingabeeinrichtung entlang einer geraden Linie berechnet. *“Einzugsgebiete modellieren die Bewegung von Personen oder Dingen in Netzwerken. Puffer setzen die ungehinderte Bewegung in eine beliebige Richtung voraus.”* (ESRI 2024c).

Location-Allocation

Der Location-Allocation-Solver beschäftigt sich damit, *“diejenigen Einrichtungen zu suchen, die die Bedarfspunkte am effizientesten bedienen”* (ESRI 2024c). Es werden *“gleichzeitig Einrichtungen gesucht und Bedarfspunkte den Einrichtungen zugeordnet”* (ESRI 2024c). Diese Bedarfspunkte können sich je nach Fragestellung, Einrichtung, Ware und Services unterscheiden. Bei der Frage nach den besten Standorten für drei neue Notdienstzentralen ist es beispielsweise relevant einzubeziehen, wie die größte Anzahl von Personen in einer bestimmten Zeit erreicht werden kann. Für die Wahl eines neuen Standortes für einen Industriebetrieb hingegen wird zum Beispiel hinterfragt, wie die Transportkosten am besten minimiert werden können (ESRI 2024c).



Abbildung 6: Ein Beispiel einer Location-Allocation Analyse (ESRI 2024c)

Der Location-Allocation-Solver kann somit unter anderem folgende Problemtypen analysieren (ESRI 2024c):

- Flächendeckung maximieren
- Flächendeckung maximieren und Einrichtungen minimieren
- Erreichbarkeit maximieren
- Marktanteil maximieren

Bei diesen Problemtypen wird also insbesondere versucht zu erarbeiten, welche Standorte es ermöglichen Beschaffungswege zu optimieren, Marktanteile zu erhöhen oder ein großes Gebiet oder eine große Anzahl an Menschen mit Waren oder Services zu versorgen. Relevant ist dabei einerseits, dass schon Einrichtungen bestehen und auf Basis dessen die Analyse durchgeführt wird und andererseits, dass Impedanzwerte definiert und Gewichtungen der Einrichtungen aufgestellt werden (ESRI 2024c).

Start-Ziel-Kostenmatrix-Analyse

Mit Hilfe der Start-Ziel-Kostenmatrix ist es möglich eine Kostenübersicht für mehrere Startpunkte zu mehreren Zielstandorten zu berechnen. Bei der Suche nach der kostengünstigsten Route im Netzwerk kann die Anzahl der gesuchten Ziele frei gewählt werden und die maximale Entfernung kann als Grenzwert angegeben werden. Das Ergebnis dieses Solvers besteht aus geraden Linien (Abbildung 7), die nicht dem Netzwerk-Dataset folgen, und einer Attributtabelle für die Linien mit den Werten der tatsächlich kostengünstigsten Entfernung. In der Attributtabelle (Abbildung 8) sind also nicht die Werte der geraden Linien zu finden, sondern die der kostengünstigsten Routen. Sie werden nur nicht im Ausgabe-Shape-Layer visuell ausgegeben. Diese Ergebnisse dienen meist als Grundlage für weitere räumliche Analysen, die schnell eine Analyse der Erreichbarkeit ohne echten Shapes und nur die Netzwerkkosten benötigen. *“Die Bewegung von Personen in einer bebauten Umgebung lässt sich mit Hilfe der Netzwerkkosten beispielsweise besser modellieren, da Personen sich zumeist auf Straßen und Fußgängerwegen fortbewegen”* (ESRI 2024c).

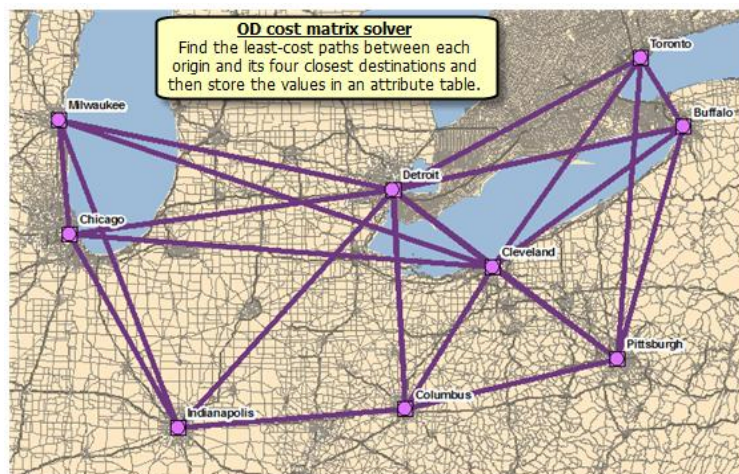


Abbildung 7: Ein Beispiel einer Start-Kostenmatrix-Analyse (ESRI 2014d)

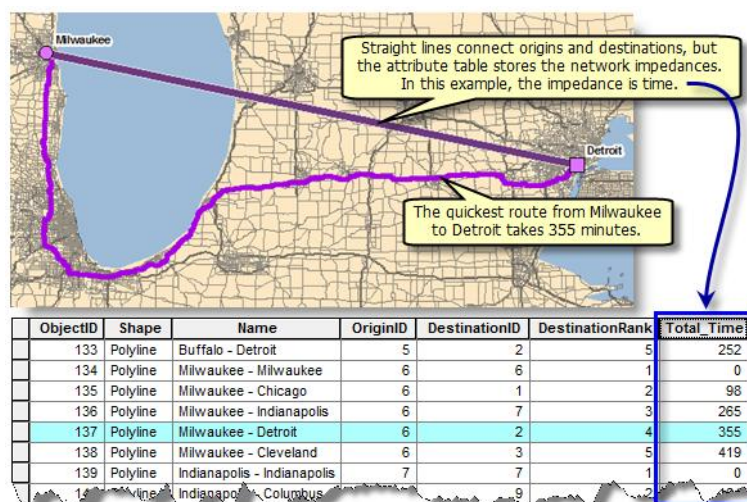


Abbildung 8: Das Ergebnis der Start-Kostenmatrix-Analyse (ESRI 2014d)

5.2 Identifikation von Forschungslücke an der Schnittstelle von GIS, Nachhaltigkeit und der Stadt der kurzen Wege

Dieses Kapitel beschäftigt sich damit, das Fehlen einer Forschung bzw. eines wissenschaftlichen Artikels aufzuzeigen, die sich mit der Kombination von einer GIS-gestützten Erreichbarkeitsanalyse, dem Konzept der Stadt der kurzen Wege sowie der Sustainable Cities annimmt. Wichtig ist dabei außerdem die Analyse von mehreren Merkmalen und nicht die Konzentration auf nur eine Thematik wie beispielsweise das Vorhandensein von Nahversorgern und Supermärkten im Untersuchungsgebiet.

5.2.1 Erreichbarkeit und Stadt der kurzen Wege: Fokus auf einen POI, ohne Nachhaltigkeit

Der Einsatz von GIS-gestützten Analysemethoden zur Untersuchung von Städten oder Regionen hinsichtlich ihrer Erreichbarkeit von Standorten wird gerne und immer öfter in der gegenwärtigen Forschung verwendet und gesehen. Bezogen auf Untersuchungen von Erreichbarkeiten eines Zieles mit Hilfe von GIS-gestützten Analysemethoden können daher einige Beispiele genannt werden.

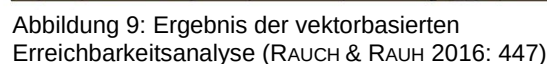
Sebastian Rauch und Jürgen Rauh (2016: 437f.) untersuchen beispielsweise mit Hilfe einer **vektorbasierten Erreichbarkeitsanalyse** "Schlaganfallversorgungszentren" in Deutschland, um Auskunft über die Versorgungsbereiche geben zu können. Dabei werden zunächst OpenStreetMap-Straßendaten in Vektorform in ein routingfähiges Netzwerk übertragen. Mit Hilfe der Tools der ArcGIS - Extension Network Analyst wurden die Daten anschließend verarbeitet und das Tool Service Area verhalf aus den gewählten Versorgungszentren Polygone bzw. Isochronen zu erzeugen. Die Versorgungszeit wurde auf 30 Minuten begrenzt, wodurch die Isochronen in 10-Minuten-Isochronen unterteilt wurden, um die Ergebnisse anschließend einfacher auswerten zu können.

Da in dieser Forschung auch demographische Sachdaten wie Bevölkerungsdaten integriert werden sollten, kam die Frage auf, in welcher Form die Verknüpfung erfolgen sollte. Eine Möglichkeit ist eine rasterbasierte Analyse, bei der die Daten rasterbasiert sind. Ein großer Vorteil dahinter ist die einfache weitere Verarbeitung und Verknüpfung mit anderen Daten. Nachteilig zu betrachten sind allerdings der sehr hohe Rechen- und Speicheraufwand sowie der Verlust von klaren Einzugsgebietsgrenzen. Außerdem weisen gering aufgelöste Rasterdaten weniger starke Verschneidungsprobleme mit Sekundärdaten vor. Bei räumlich hochaufgelösten Daten werden jene allerdings stark aggregiert.

In diesem wissenschaftlichen Artikel wurde jedoch entschieden, keine rasterbasierte Analyse zu vollziehen, sondern ein indirektes Verfahren, bei dem die Bevölkerungsdaten mit Isochronen zu verschneiden sind.

- Dabei wurden zunächst die in Zentroiden liegenden Bevölkerungsdaten auf die ausgewählten Polygone disaggregiert und anschließend sogenannte Thiessen-Polygone für das gesamte Gebiet erstellt, um ein von den administrativen Grenzen unabhängiges Modell zu erhalten.
- Die Bevölkerungsverteilung dient dabei als Grundlage für die Berechnung der Bevölkerungspotenziale in den jeweiligen Einzugsbereichen.
- Durch das Verschneiden der Gebäudepolygone mit den Bevölkerungsinformationen kann eine hohe Auflösung gewährleistet werden.

- Diese Analyse erzeugt eine Isochronen-Kartendarstellung (Abbildung 9), die durch ein möglichst realitätsnahes Erreichbarkeitsmodell mit GIS-gestützten Werkzeugen erstellt wurde. Das Bevölkerungspotenzial wurde außerdem ermittelt, um die Gebiete aufzuzeigen, die ausgehend von den jeweiligen Zentren in bestimmten Fahrzeitzone versorgt und unterversorgt sind.



Eine **rasterbasierte Erreichbarkeitsanalyse** hat den Vorteil, dass Ergebnisse unterhalb der Ebene der Verwaltungseinheit der Gemeinden berechnet werden können, und diese Ergebnisse skalierbar sind. Dies wird dadurch erreicht, indem über das Untersuchungsgebiet ein kleinräumiger Vektorraster gelegt wird. Vom Schwerpunkt jeder Rasterzelle zum nächsten Standort eines Supermarktes oder Discounters wird anschließend die Entfernung bzw. die Fahrzeit innerhalb des Verkehrsnetzes berechnet. Das Rastergitter besitzt in diesem Fallbeispiel eine Auflösung von 250 Meter Mal 250 Meter und enthält für jede Rasterzelle

Bevölkerungsdaten. Für die Studie von Neumeier und Kokorsch eignet sich diese Analyseverfahren besonders, da nicht eine bestimmte Region, sondern Deutschland im gesamten, also im Makrolevel, als Untersuchungsgebiet dient (siehe Abbildung 10).

Die Berechnung der Erreichbarkeit wurde aufgrund der Größe und dem Rechenaufwands des Untersuchungsgebiets in zwei Stufen unterteilt und mittels der Open Source Routing Machine (OSRM) (LUXEN & VETTER 2011) innerhalb des Verkehrsnetzes von OpenStreetMap durchgeführt. Zunächst werden mindestens 10 nächstgelegene Standorte mittels der euklidischen Distanz durch einen knn-nearest-neighbour Algorithmus für jeden Schwerpunkt der Rasterzellen berechnet. Anschließend wird die Entfernung bzw. Fahrzeit zwischen allen Start- und Zielpunkten ermittelt. Zum Schluss werden die kürzesten Entfernungen bzw. Fahrzeiten für jeden Startpunkt herausgefiltert.

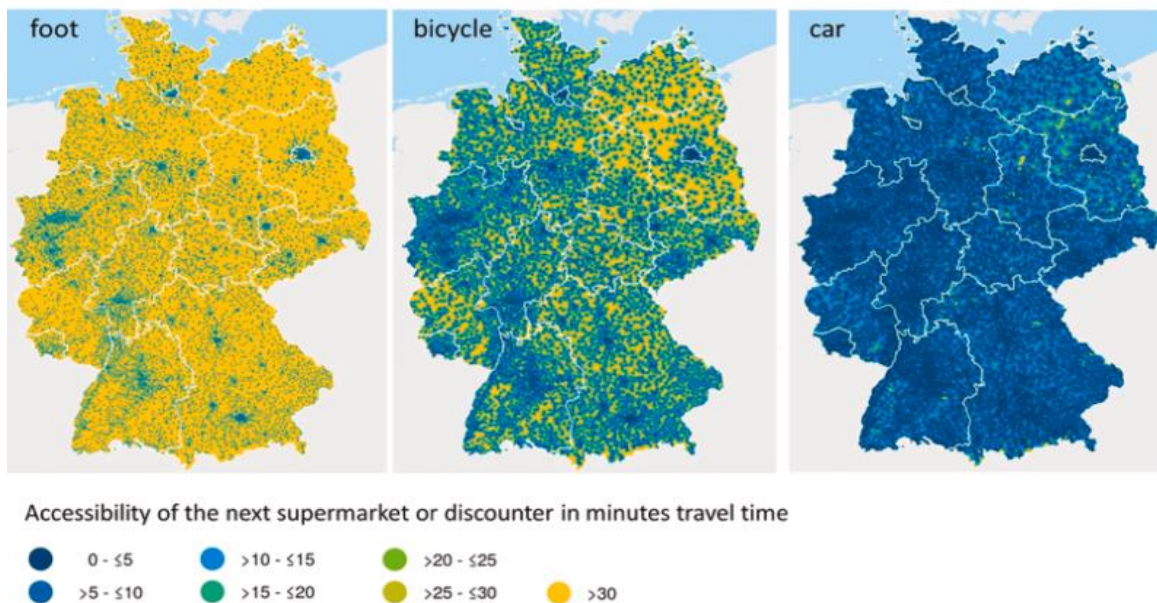


Abbildung 10: Ergebnis einer rasterbasierten Erreichbarkeitsanalyse (NEUMEIER & KOKORSCH 2021: 255)

Jannis Burk (BURK ET AL. 2020: 487f.) ging einen Schritt weiter und wandte in ihrer Studie einen **Methodenmix** an. Dabei wurde einerseits eine **vektorielle und rasterbasierte Erreichbarkeitsanalyse** durchgeführt sowie demographische Daten eingearbeitet, andererseits wurden auch **Interviews** als Teil der Untersuchung durchgeführt. Der Themenschwerpunkt liegt in dieser Studie bei der Untersuchung und Bewertung der Erreichbarkeit der Bevölkerung durch ambulante Pflegedienste, verknüpft mit der räumlich differenzierten Bevölkerungsstruktur sowie der demographischen Entwicklung (siehe Abbildung 11).

Der vektorielle Teil dieser Studie beschäftigt sich damit, klare Einzugsgebiete der Pflegestandorte zu berechnen, die auf den vergüteten Anfahrtspauschalen und den durch die Fahrtzeit aufgekommenen Personalkosten basieren. Dazu werden Standorte und ein routingfähiges Netzwerk benötigt, welche durch das Tool ArcGIS Network Analyst aufbereitet werden. Die Zeitgrenzen geben die Reichweite der Fahrten durch das Pflegepersonal an und werden durch eine eigens aufgestellte Formel berechnet. Das anschließende Ergebnis sind Isochronengrenzen.

Mit Hilfe der rasterbasierten Analyse soll hingegen ein Gesamtüberblick über Erreichbarkeit von ambulanter Pflegedienststandorte ermittelt werden. Dies geschieht indem

demographische Daten mit den Vektordaten verknüpft werden, wodurch eine differenzierte Analyse anhand der Altersstruktur ermöglicht wird und Aussagen über die potentielle Veränderung der Anzahl der Pflegekond*Innen getroffen werden kann. Den 100 Meter Rasterzellen wurde als Attribut ein Bevölkerungswert zugeordnet.

Auf Basis der Rasterzellenmittelpunkte, des Verkehrsnetzes und der geocodierten Standorte ambulanter Pflegedienste wurde schließlich die Fahrzeit vom zeitlich nächstgelegenen Pflegestandort mit Hilfe der Start-Ziel-Kostenmatrix-Analyse der ArcGIS Network-Analyst Erweiterung berechnet. Dieses Analysewerkzeug misst die kostengünstigsten Routen im vorhandenen Netzwerk von mehreren Startpunkten zu mehreren Zielen. Die Startpunkte stellen die geocodierten Pflegestandorte dar, während der Kostenfaktor durch die Fahrzeit innerhalb des Verkehrswegenetzes definiert wird. Die Summarize-Funktion verhilft anschließend dabei, für jede Rasterzelle die geringste Fahrzeit zu berechnen. Jene Rasterzellen, bei der die Analyse fehlgeschlagen ist, wird mit Hilfe einer Nearest-Neighbor-Interpolation zum Schluss die Fahrzeit einer benachbarten bzw. anliegenden Zelle zugeordnet.

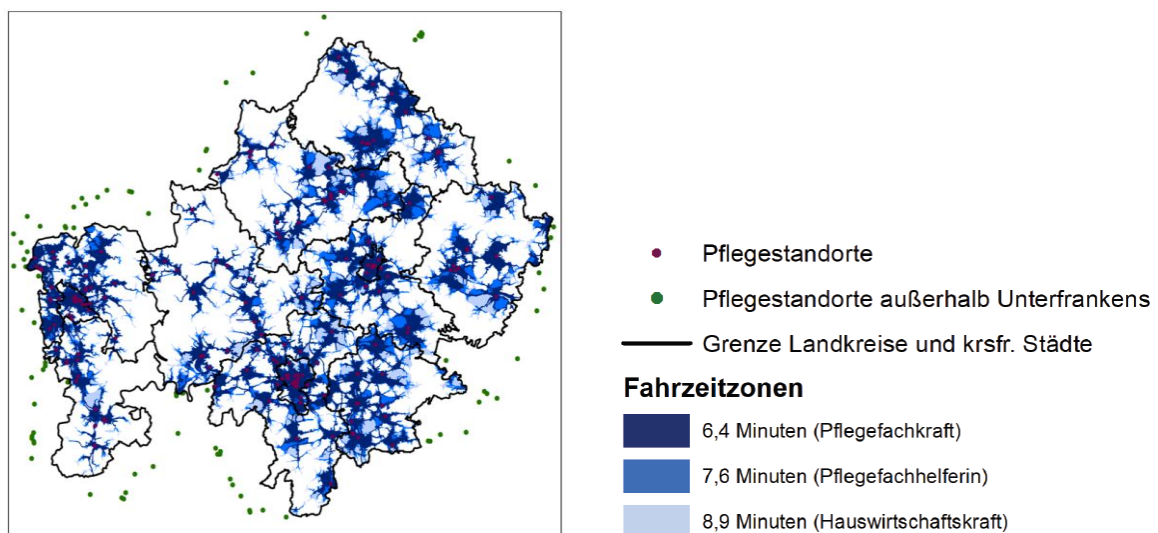


Abbildung 11: Ergebnis einer Analyse mit Methodenmix (BURK ET AL. 2020: 496-499)

Als weitere interessante Studien ist zum einen jene von Nicoleta Larissa Stoia (STOIA ET AL. 2022: 1f.) zu nennen, die die Erreichbarkeit von städtischen Grünflächen mit Hilfe des **Service Area Analyst Tools** von der ArcGIS Pro Software auf Basis eines Verkehrsnetzes analysiert. C. Seip (SEIP ET AL. 2016: 99f.) untersucht hingegen wieder die Notfallversorgung und dabei alle kürzesten Wege von einem gegebenen Standort aus. Doch diesmal wird innerhalb dieser Studie analysiert, **auf welcher Kartengrundlage zum Straßennetz** die Untersuchung durchgeführt werden soll. Es wird auf drei Möglichkeiten zurückgegriffen:

1. Umsetzung mit ArcMap
 - a. OSM-Daten
 - b. Konvertierung mit OSM2NetworkDataset in Netzwerk
 - c. wenn die Daten zu groß dann: OSM-Tool Osmosis, um die Daten zu verkleinern
2. Umsetzung mit OpenRouteService
 - a. OpenRouteService (ORS) der Universität Heidelberg

- b. Open Source Routing Machine (OSRM) des Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- 3. Umsetzung mit ArcGIS Online
 - a. Nachbarschaftsanalyse, mit der Fahrzeitgebiete ermittelt werden
 - b. neuer Layer entsteht
 - c. in ArcMap weiter zu verarbeiten
 - d. Erreichungsgrade berechnet

Bei all diesen Beispielen handelt es sich um Erreichbarkeitsanalysen von nur einem einzigen definierten Thema bzw. POI (points of interest). Außerdem wird nicht auf die Konzepte der „Sustainable Cities“ oder „Stadt der kurzen Wege“ eingegangen. Der Hauptfokus der Untersuchungen liegt auf der generellen Versorgung und Distanz zu den Standorten der jeweiligen Thematik ohne ein konkretes Konzept oder Voraussetzungen als Ausgangspunkt.

5.2.2 Erreichbarkeit und mehrere POIs in der Stadt der kurzen Wege: Keine Nachhaltigkeit

In der Literatur gibt es einige wenige Studien, die sich mit der Erreichbarkeit von Standorten und dem Konzept der Stadt der kurzen Wege bzw. 15-Minuten-Stadt auseinandersetzen. Oftmals wird auch auf mehrere Zielarten bzw. Point of Interest (POI) eingegangen.

Beispielsweise geht Aleksander Noworól (NOWORÓL ET AL. 2022: 1f.) sehr genau auf das **Konzept der „15 Minuten Stadt“** ein und untersucht das Vorhandensein verschiedener Einrichtungen in der Stadt Krakau mit Hilfe des **ArcGIS Buffer Tools auf Basis einer Netzwerktopologie und des Kernel Density Tools** zur Visualisierung der Bevölkerungsdichte. Die in der Studie untersuchten Einrichtungen wurden zunächst in sechs Kategorien unterteilt: Bildung und Kinderbetreuung, Gesundheitswesen, Kultur, Grünflächen, Freizeit und Sport, Einkaufen und Dienstleistungen sowie Haltestellen der öffentlichen Verkehrsmittel, die innerhalb von 10 Minuten zu Fuß erreichbar sein müssen. Diese sechs Kategorien wurden nochmals in spezifische Einrichtungen und Dienstleistungen aufgeschlüsselt. Außerdem wurden diese zusätzlichen Einrichtungen in zwei Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe stellt die minimale Version an täglicher Versorgung mit grundlegenden lokalen Dienstleistungen. Die zweite Gruppe ist die optimale Vorstellung, wie gut die Stadt versorgt wird, und inkludiert komplexe bzw. fortgeschrittene Einrichtungen. Als Beispiel ist hier die Kategorie Kultur zu nennen. In der ersten Gruppe werden nur die Bücherei und Gemeinschaftszentren einbezogen, während in der zweiten Gruppe auch kulturelle Treffpunkte wie Kinos, Museen, Konzerthallen, Theater und Kunstgalerien gesammelt Teil der Kategorie Kultur sind.

Zusätzlich zu den identifizierten Einrichtungen und Dienstleistungen wurden Bevölkerungsdaten in dieser Studie verwendet und eine durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von 1,34 m/s oder 80 m/min für die Berechnungen einbezogen.

Für die Erreichbarkeitsanalyse wurde zuerst mit dem ArcGIS Buffer Tool in ArcGIS Pro Polygone erstellt, um die Einzugsgebiete abzugrenzen. Dabei wurden Entfernungen von 400, 800 und 1.200 Metern zu den POI verwendet, die sich an die Vorgabe des Zeitaufwands von 5, 10 und 15 Gehminuten halten. Bezogen auf Grünflächen wurde die Distanz zur äußeren Grenze und nicht zum Mittelpunkt der Fläche herangezogen. Die erhaltenen "dissolved"-Buffer-Polygone wurden anschließend verwendet, um die 5-, 10- und 15-Minuten Entfernungen zu kreieren und die darauf basierenden Einzugsgebiete zu kartieren (Abbildung 12). Der ermittelte Bereich innerhalb der 15-Minuten-Grenze zum nächsten POI stellt den geometrischen gemeinsamen Teil der generierten Einzugsgebiet-Layers für jeden einzelnen Standort dar. Er wird auch als "proximity area" bezeichnet. Um als gut versorgtes Gebiet eingestuft werden zu können, müssen Einrichtungen und Dienstleistungen aus allen sechs zuvor definierten Kategorien innerhalb der "proximity" area liegen. All jene Bereiche, die keinen Zugang zu mehr als fünf Kategorien, insbesondere der minimalen Gruppe an POI haben, werden als mangelhaft versorgte Gebiete eingestuft (Tabelle 4). Unterstützt wurde diese Analyse mit einer Karte mit der Bevölkerungsdichte, die mittels des Kernel Density Tool (Zellgröße 25 Meter) umgesetzt wurde (Abbildung 13). Damit wurden anschließend alle unbewohnten Gebiete von den mangelhaft versorgten Bereichen ausgeschlossen. Zum Abschluss wurde für jede berechnete "proximity area" die Anzahl der Bevölkerung berechnet.

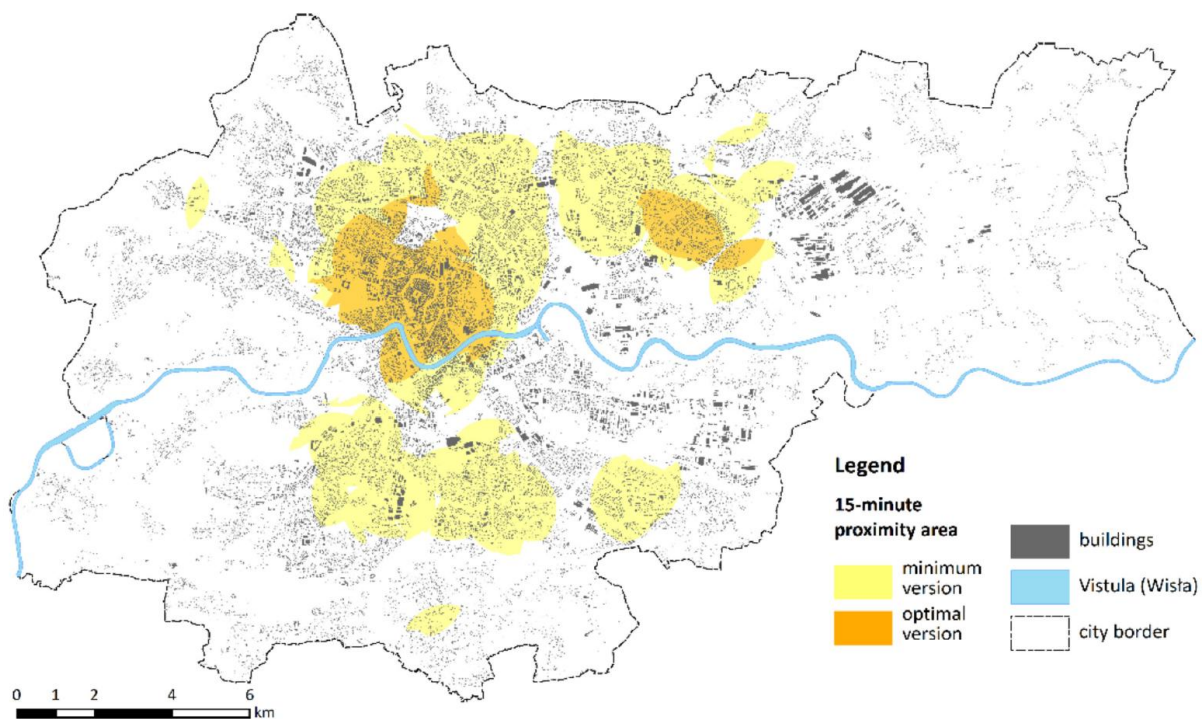


Abbildung 12: Ergebnis 1 der Studie von Aleksander Noworól (2022: 12)

Tabelle 4: Defizite in Krakau (NOWORÓL ET AL. 2022: 13)

Area No	Deficits
1	preschool, primary school, primary health care centre, pharmacy, playground, gym/fitness club, post office
2	primary health care centre, pharmacy, library, community centre, gym/fitness club, post office
3	nursery, preschool, primary school, primary health care centre, pharmacy, library, gym/fitness club, post office, church
4	nursery, preschool, primary school, primary health care centre, pharmacy, library, community centre, playground, sports field, gym/fitness club, shop, post office
5	preschool, primary health care centre, pharmacy, library, community centre, gym/fitness club, post office
6	nursery, preschool, primary health care centre, pharmacy, library, playground, gym/fitness club, post office
7	nursery, preschool, primary school, primary health care centre, pharmacy, playground, gym/fitness club, post office
8	pharmacy, library, community centre, playground, gym/fitness club, post office, crèche
9	nursery, preschool, primary health care centre, pharmacy, library, community centre, playground, gym/fitness club, shop, post office, church
10	nursery, primary health care centre, pharmacy, library, playground, gym/fitness club, post office

Source: own study.

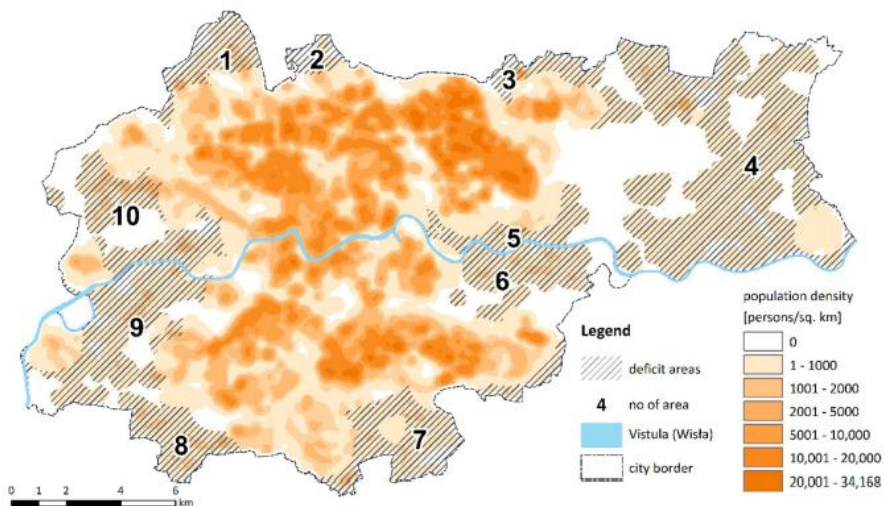


Abbildung 13: Defizite in Krakau (NOWORÓL ET AL. 2022: 13)

Ein zweites Fallbeispiel liefern Florian Ahlmeyer und Dirk Wittowsky (AHLMEYER & WITTOWSKY 2018: 531f.) in ihrer Forschung aus dem Jahr 2018. Mit ihrer Studie versuchten sie ein **Planungsinstrument bzw. einen Erreichbarkeitsindex zu formulieren**, um die Erreichbarkeit der Daseinsvorsorge bewerten zu können und die Auswirkungen von Veränderungen hinsichtlich Standort und Angebot zu analysieren. Bei dieser Analyse handelt es sich um eine **rasterbasierte Erreichbarkeitsanalyse**, bei der die Rasterzellen eine Kantenlänge von 200 Metern aufweisen, was eine detaillierte Darstellung möglich macht. Die sogenannte Reisezeit wird von den Mittelpunkten der Rasterzellen zu den jeweils nächstgelegenen Zielen je nach Kategorie der Einrichtungen gemessen. Außerdem werden die Einwohner in jenen 200 Meter langen Rasterzellen zusammengefasst. **Bei der Wahl an Kategorien und Einrichtungen wird das Konzept der Stadt der kurzen Wege bzw. 15-**

Minuten-Stadt zwar nicht erwähnt, allerdings sind sie fast identisch. Denn die herangezogenen Kategorien sind: Bildung, Gesundheit, Versorgung, Freizeit und Kultur sowie Dienstleistungen und Behörden.

Der erstellte Erreichbarkeitsindex orientiert sich stark am Grundprinzip des kombinierten Erreichbarkeitsindex "Walk Scores", welcher für die fußläufige Erreichbarkeit entwickelt wurde. Der Walk Score verwendet Distanzwerte als Basiskennwerte und stellt auf Basis der Reisezeiten eine Bewertungsskala von 0 bis 100 auf. Die Grunddaseinsvorsorge steht bei diesem Index allerdings nicht im Vordergrund, sondern der "Einfluss wohnortnaher, fußläufiger Erreichbarkeit auf die Immobilienpreise in urbanen Räumen". Der Unterschied zum Erreichbarkeitsindex von Florian Ahlmeyer und Dirk Wittowsky (2018) ist die erstmalige Integration von empirischen Wegedaten der Haushaltsbefragung zusätzlich zu den theoretischen Annahmen.

Der Erreichbarkeitsindex ergibt sich aus zwei Teilen. Der erste Teil der Berechnung stellt die jeweilige Gewichtung der Kategorien und Einrichtungen der Daseinsvorsorge dar (Tabelle 5). Der zweite Teil setzt sich aus der Reisezeit bzw. Entfernung zum nächsten Standort, die sich für die jeweilige Rasterzelle ergibt, zusammen. Eine Reisezeit von unter 10 Minuten erhält eine Bewertung von 100 Punkten, während jene über einer Stunde einen Wert von 0 Punkten erzielen, da eine schlechte Erreichbarkeit vorhanden ist. Mit Hilfe einer Summenformel werden beide Teile für jedes Ziel verbunden und anschließend wird ein Erreichbarkeitswert zwischen 0 und 100 berechnet. Zum Schluss wurden Karten auf Basis der Rasterdaten und des Erreichbarkeitsindex erstellt, eine davon ist in Abbildung 14 zu sehen.

Tabelle 5: Einrichtungen und Gewichtungen des Erreichbarkeitsindex (AHLMEYER & WITTOWSKY 2018: 535)

Einrichtungs-kategorie	Bereiche der Daseinsvorsorge	Gewicht	Erläuterung Schritte	
Grundschule	Bildung (15 %)	5	Schritt 1	Wegzweck- verteilung gemäß der Haushalts- befragung
Sekundarstufe II		5		
Kitas		5		
Hausarzt	Gesundheit (25 %)	11		
Fachärzte		6		
Krankenhaus		3		
Apotheke		3		
Pflegeheim		2		
Bäcker	Versorgung (30 %)	4,5	Schritt 2	Einbezug lokaler Akteure
Metzger		4,5		
Supermarkt		9		
Lebensmittel		6		
Drogerie		3		
Tankstelle	3			
Bücherei	1			
Kino	2			
Theater	1			
Kirche	3			
Sportplatz	Freizeit und Kultur (20 %)	4	Schritt 3	Einbezug theoretischer Erkenntnisse
Schwimmbad		3		
Restaurant		6		
Bank		2		
Post		2		
Frisör	Dienstleistungen und Behörden (10 %)	2	Schritt 4	Anpassungen zur besseren Operationali- sierbarkeit im Modell
Optiker		1		
Amt		2		
Jobcenter		1		
Summe		100		

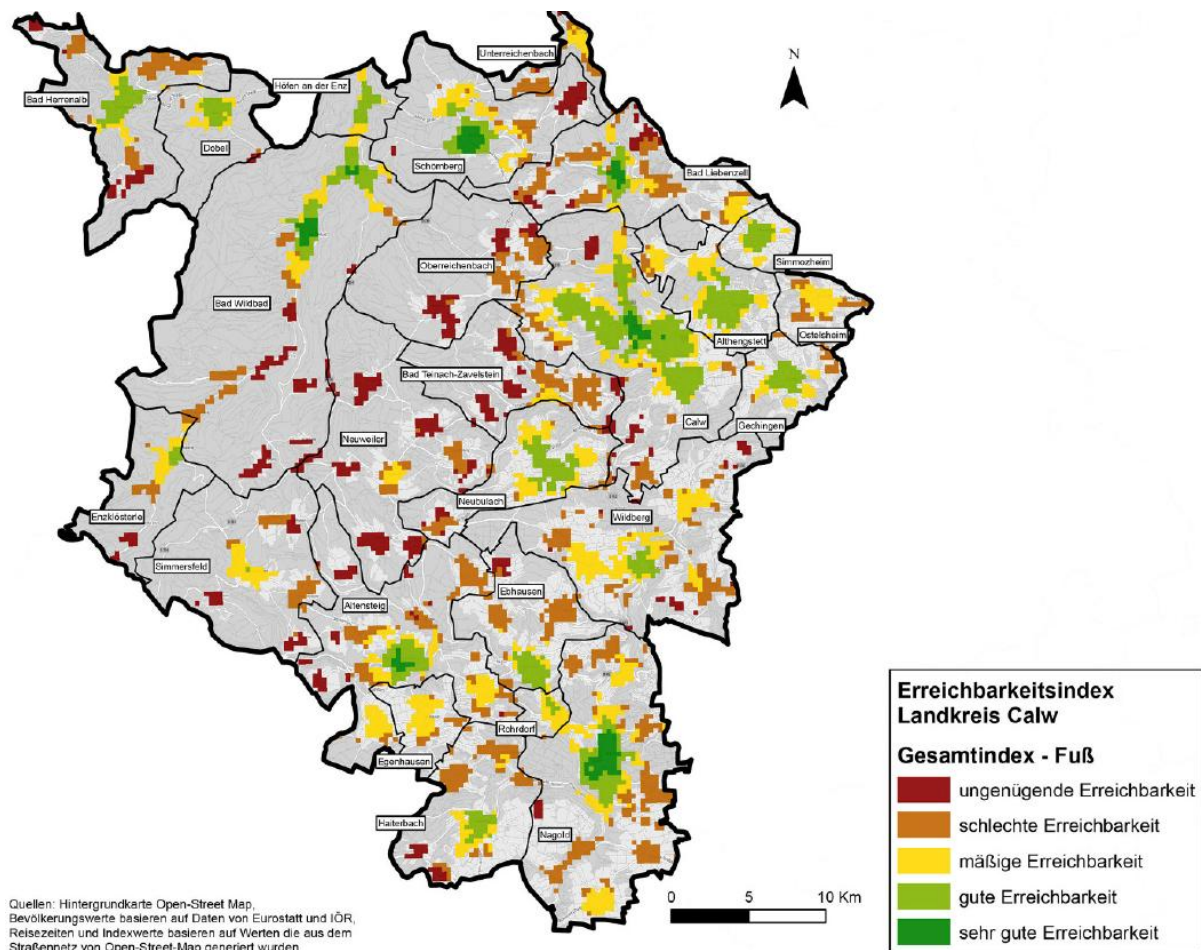


Abbildung 14: Ergebnis der Studie von Florian Ahlmeyer und Dirk Wittowsky (2018: 544)

T.M. Logan (LOGAN ET AL. 2022: 1f.) nahm sich der Aufgabe in ihrer Studie an, eine **Vielzahl an Analyseansätzen** von 500 Städten in den USA und 43 Städte in Neuseeland **gegenüberzustellen** und eine Bewertung der aktuellen Lage bzw. Vorschläge für zukünftige Planungen zu formulieren. Dabei entwickelten sie ein Werkzeug, um die Erreichbarkeit von nächstgelegenen Zielen in städtischen Gebieten zu visualisieren. Sie analysierten allerdings nicht nur Städte, die sich mit dem Konzept der **15-Minuten-Stadt** auseinandersetzen, sondern auch jene Planungsansätze von **10-Minuten- oder 20-Minuten-Städten**. In der Studie werden Städte deshalb zusammengefasst als **x-Minuten-Städte** bezeichnet. Die Studie spricht außerdem die Tatsache konkret an, dass das Konzept einer x-Minuten-Stadt aufgrund der Förderung an Nachhaltigkeit, Gesundheit und sozialem Zusammenhalt von den internationalen C40-Städten im Rahmen der Post-Covid-Pandemie-Agenda für eine grüne und gerechte Entwicklung befürwortet wird.

Für die Analyse wurden 543 städtische Gebiete herangezogen. Mit Hilfe von OpenStreetMap und OpenSourceRoutingMachine wurde innerhalb des Straßennetzes die Gehzeit vom geographischen Mittelpunkt der Zensusblöcke in den USA und "Statistical Area 1" in Neuseeland zu allen und anschließend nur zu den nächstgelegenen Zieleinrichtungen gemessen. Damit ist für jeden Block die Gehzeit zur am nächsten gelegenen Einrichtung bekannt. Dann wurde die maximale Gehzeit zu allen nächstgelegenen Zielen ermittelt, damit ersichtlich ist, ob die Bewohner des Blocks alle essentiellen Annehmlichkeiten in der vorgegebenen Zeit erreichen können. Auf Basis von Bevölkerungsdaten wurde außerdem die Anzahl der Bewohner je Block berechnet. Abschließend wurden diese Werte für die jeweilige

Stadt oder Stadtteil auf unterschiedliche Arten aggregiert. Zum Beispiel wurde der Prozentsatz der Einwohner, die beispielsweise innerhalb einer bestimmten Zeitgrenze wie 10, 15 oder 20 Minuten wohnen, ermittelt. Es wurden auch der maximale Reisezeitraum, sowie der gewichtete Durchschnitt und Median der Bevölkerung berechnet.

Bei diesen drei Fallbeispielen aus der wissenschaftlichen Literatur werden zwar mehrere essentielle POI einbezogen und untersucht, die sich manchmal auf das Konzept der 15-Minuten-Stadt bzw. Stadt der kurzen Wege beziehen, doch bei diesen Studien fehlt der zusätzliche Fokus und das Aufstellen von Indikatoren bzw. Kriterien bezogen auf Nachhaltigkeit und das Konzept der Sustainable Cities.

5.2.3 Stadt der kurzen Wege und nachhaltige Städte: Ohne GIS-Methoden

Neben Studien zur Analyse von Erreichbarkeiten gibt es viele Forschungen und Autor*innen, die das Konzept der Stadt der kurzen Wege bzw. 15-Minuten Stadt mit der Theorie der Sustainable Cities versuchen zu verknüpfen. Bei diesen Forschungen handelt es sich allerdings nur um literaturbasierte Studien ohne Anwendung einer GIS-basierten Methode oder Analyse.

Allen voran ist hier die Studie von Carlos Moreno (MORENO ET AL. 2021: 93f.) zu nennen. Aufgrund der Herausforderungen, die durch die Covid-19 Pandemie entstanden sind, wurde das von Carlos Moreno begründete Konzept der 15-Minuten Stadt hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit untersucht, um bessere Lösungsansätze für die Gestaltung von Städten in der gegenwärtigen Planung vorstellen zu können.

Gerade Carlos Moreno und Zaheer Allam veröffentlichten gemeinsam und mit Unterstützung von weiteren Autoren und Wissenschaftler im Jahr 2022 mehrere wissenschaftliche Artikel, die sich mit der Thematik beschäftigen (ALLAM ET AL. 2022a, 2022b, 2022c). Hauptsächlich werden die theoretischen und praktischen Grundlagen der 15-Minuten-Stadt mit besonderem Schwerpunkt auf die Dimension der Nähe und ihre wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Vorteile untersucht. Oftmals fließt auch das Konzept der Smart City in die Analyse ein, da die Anwendung von smarten Technologien beim Umsetzen der Ziele der Konzepte der 15-Minuten-Stadt sowie der Sustainable City behilflich sein kann. Außerdem wird in diesen Studien versucht zu erarbeiten, ob die Anwendbarkeit im urbanen Raum tatsächlich gegeben ist und welchen Einfluss auf die Entwicklung der Städte sie haben können.

Dichte

Carlos Moreno (2021) versucht die vier Dimensionen der 15 Minuten Stadt mit den Dimensionen der Sustainable Cities Theorie zu vereinen. Die erste Dimension der 15 Minuten Stadt ist, wie im vorigen Kapitel erwähnt, "density" bzw. Dichte. In Bezug auf Nachhaltigkeit wird davon ausgegangen, dass nur eine optimale Anzahl an Menschen in einem bestimmten Gebiet, auf einer bestimmten Fläche leben sollte, um umfassend versorgt werden zu können und den Ressourcenverbrauch nicht zu überlasten. Dadurch ist es möglich, die Ziele von Nachhaltigkeit in den Bereichen Wirtschaft, Soziales und Umwelt zu verwirklichen und umzusetzen (MORENO ET AL. 2021: 102-103).

Zaheer Allam (2022a) spricht sich außerdem dazu aus, dass es bei der "nachhaltigen Dichte" nicht unbedingt darum gehen muss die Dichte innerhalb eines Stadtviertels zu erhöhen oder zu verringern, sondern auch die generelle Planung von einer kompakten städtischen Form gehört zu einer langfristig nachhaltigen Dichte hinzu (ALLAM ET AL. 2022a: 4).

Dichte bzw. Density übt insbesondere eine wichtige Rolle in der Umsetzung der sozialen Nachhaltigkeit aus. Denn durch eine optimale Dichte können lokal verankerte Lösungen wie eine ausreichende Versorgung durch Lebensmittel, Energieerzeugung und -verteilung sowie öffentliche Räume vielerlei genutzt werden. Spielplätze von Schulen können außerhalb der Öffnungszeiten öffentlich von den Bürgern als Parks genutzt werden. Durch die Planung von Dichte werden zudem mehr Radwege und Fußgängerwege gestaltet, wodurch die soziale Nähe zu den Mitbürgern gefördert wird (MORENO ET AL. 2021: 102-103).

Nähe

Die nächste Dimension der 15 Minuten Stadt ist "Proximity" bzw. räumliche Nähe. Bezogen auf die Nachhaltigkeit übt diese Dimension insbesondere einen positiven Einfluss auf die wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen aus. Durch die Verringerung der Abhängigkeit von der Autonutzung, da alle alltäglichen lebensnotwendigen Dienstleistungen und Bedürfnisse innerhalb von 15 Minuten Fußweg gestillt werden sollen, können große Veränderungen hinsichtlich einer ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit bewirkt werden. Durch die Reduzierung der Automobilität kann außerdem der Ausstoß von CO2 Emissionen eingedämmt werden (MORENO ET AL. 2021: 103).

Gleichzeitig kann die soziale Kohäsion gefördert werden, da die Interaktion mit anderen Mitbürgern nun gegeben ist, anstelle des einsamen Autofahrers in seinem quasi leeren Auto. Trotzdem wird hinsichtlich der sozialen Dimension die Sorge beschrieben, dass eine soziale Ungleichheit entstehen kann, wenn bei der Umsetzung einer sozialen Nachhaltigkeit und der Nähe von täglichen Bedürfnissen nicht auf die unterschiedlichen Voraussetzungen von verschiedenen Altersgruppen und sozialen Status der Stadtbewohner geachtet wird. Denn ältere Personen haben beispielsweise eine langsamere Gehgeschwindigkeit als Mitte 20-Jährige, sowie benötigen Menschen mit bestimmten körperlichen Beeinträchtigungen andere bzw. weitere Voraussetzungen, um ihre täglichen Bedürfnisse stillen zu können. Dies muss in neue Konzepte und Gestaltungsplänen unbedingt einbezogen werden (MORENO ET AL. 2021: 94).

Vielfalt

Die dritte Dimension der 15 Minuten Stadt ist die Diversität. Das bedeutet, dass eine Vielfalt an gemischt genutzten Stadtteilen bestehen muss, sowie eine Mischung aus diversen Kulturen und Menschen innerhalb einer geringen Distanz. In Bezug auf die Nachhaltigkeit dieser Dimension wird dementsprechend vor allem die soziale, aber auch die wirtschaftliche Nachhaltigkeit gefördert. In Folge davon wird zudem die soziale Kohärenz gestärkt (ALLAM ET AL. 2022a: 4; MORENO ET AL. 2021: 103-104).

Denn die Gestaltung von Nachbarschaften mit sozialer Durchmischung und unterschiedlicher Kulturen sowie Einkommenshöhen kann die soziale Gemeinschaft stärken und die Lebensqualität deutlich erhöhen. Aber auch die Gewährleistung von unterschiedlichen Haushaltsgrößen, Wohnraum für verschiedene Einkommensgruppen, unterschiedliche

Wohntypen und ein Gleichgewicht zwischen Wohn- und Arbeitsplatz fördern den sozialen Zusammenhalt (ALLAM ET AL. 2022a: 4).

Die Diversität fördert allerdings auch die wirtschaftliche Nachhaltigkeit, da durch die Vielfalt an Menschen und Kulturen und die gemischt genutzten Stadtviertel das Angebot an Produkten und Dienstleistungen größer und diverser ist. Auch der Tourismus kann dabei gefördert werden, wenn vor allem das historische und kulturelle Erbe unterstützt und gut beworben werden. Neue Unternehmen können entstehen und eine wirtschaftliche Dynamik bildet sich, wodurch auch mehr Beschäftigungsmöglichkeiten geschaffen werden können (MORENO ET AL. 2021: 104).

Digitalisierung

Die vierte und letzte Dimension der 15 Minuten Stadt ist die Digitalisierung. Sie übt grundsätzlich auf alle drei Bereiche der Sustainable Cities Theorie einen wesentlichen Einfluss aus.

Zunächst fördert sie die ökologische Nachhaltigkeit, indem durch die Etablierung von digitalen Werkzeugen und Lösungen beispielsweise die Nutzung von Fahrrädern und Radwegen einfacher kommuniziert werden kann und durch die Entwicklung von Sensoren die Sicherheit der Radfahrer gewährleistet werden kann. Durch Sensoren kann auch das Aufsuchen von verschiedenen öffentlichen Plätzen, Radwegen und Parkanlagen überwacht und vereinfacht werden. Durch die Nutzung von digitalen Plattformen ist es möglich eine alternative Mobilitätsmöglichkeit anstelle der Autonutzung zu wählen, wodurch in Folge dessen der Ausstoß an CO2 Emissionen verringert werden kann (ALLAM ET AL. 2022a: 4; MORENO ET AL. 2021: 104).

Die Digitalisierung hat auch einen Einfluss auf die wirtschaftliche Nachhaltigkeit einer Stadt, indem sie den Wandel in der Umwelt und Digitalpolitik fördert und dadurch die wirtschaftliche Widerstandsfähigkeit festigen kann. Werkzeuge sowie Lösungen wie beispielsweise die Möglichkeit, online Lebensmittel und Produkte einzukaufen, aber auch bargeldloses Bezahlen unterstützen eine nachhaltigere Wirtschaft (ALLAM ET AL. 2022a: 4; MORENO ET AL. 2021: 104).

Die soziale Dimension der Sustainable Cities Theorie wird ebenfalls mittels der Dimension Digitalisierung gefördert. Durch die COVID-19 Pandemie war es notwendig aufgrund von Lockdowns die physischen sozialen Interaktionen deutlich zu reduzieren, wodurch aufgrund von digitalen Softwares viele Menschen auf virtuelle Kommunikationstechnologien umgestiegen sind. Dadurch war es nicht nur möglich, mit Familie und Freunden in Kontakt zu bleiben und sich virtuell sehen zu können, sondern auch von zu Hause auszuarbeiten und an Meetings mit Kollegen teilzunehmen. Dies hatte sowohl einen großen Einfluss auf den sozialen Zusammenhalt, aber auch auf die Wirtschaftlichkeit, der Unternehmen trotz Lockdowns und Social Distancing ihre Arbeit weiterführen konnten und manche dadurch keine großen finanziellen Herausforderungen ausgesetzt wurden. Außerdem konnten durch das Vorhandensein von digitalen Technologien Jobs gesichert werden, wodurch deutlich weniger Menschen arbeitslos wurden (MORENO ET AL. 2021: 104-105).

Zaheer Allam (2022a) hat in seinem Forschungsartikel auf Basis von Simon Bibri (2021) die drei Dimensionen der Sustainable City anhand der Dimension der Nähe bzw. "Proximity" der 15 Minuten Stadt analysiert, da insbesondere die unmittelbare Nähe ein wichtiger Faktor einer nachhaltigen Stadt und einer 15 Minuten Stadt ist (ALLAM ET AL. 2022a: 7-8).

Nähe und Umwelt

Bezogen auf den Bereich Umwelt übt die Nähe einen großen Einfluss auf die Nachhaltigkeit aus. Sie ermöglicht, dass Verschmutzung und Energiekonsum aufgrund der Nähe zu Arbeit, Dienstleistungen, Wohnen und Freizeit reduziert werden. Der Druck auf die Ökosysteme wird reduziert, indem mehr Grünflächen entstehen und vorhanden sind und der Verlust von Grünflächen generell deutlich minimiert wird. Durch optimale Landnutzung und Ressourcennutzung können landwirtschaftliche Flächen geschützt werden (ALLAM ET AL. 2022a: 7).

Nähe und Wirtschaft

Proximity ist allerdings auch wichtig für die wirtschaftliche Nachhaltigkeit. Durch die Möglichkeit und Verfügbarkeit in der Nähe alle täglich erfüllenden Bedürfnisse decken zu können, leben Stadtviertel wieder auf und lokale Unternehmen und Geschäfte werden beworben und unterstützt, wodurch die regionale Wirtschaft gestärkt wird. Durch die Verbesserung und den Ausbau von öffentlichen Verkehrsmitteln in einer Stadt können Stadtviertel besser und schneller erreichbar werden und somit auch die Bürger nachhaltig mobil sein. Zudem steigt die Produktivität und Motivation der Stadtbewohner, wenn geringere Distanzen zur Arbeit, Schule und Nahrungsmittelversorgung zu überwinden sind. Durch die Verbesserung der Mobilität und der Reduzierung von Wegstrecken kann ein besserer Zugang zu einer Vielfalt an lokalen Dienstleistungen und Arbeitsplätzen geschaffen werden, wodurch in Folge eine höhere Lebensqualität erreicht werden kann und qualifizierte Arbeitskräfte gewonnen werden können. Außerdem wird durch die Förderung von regionaler Wirtschaft eine urbane Resilienz aufgebaut und CO2 Emissionen können durch geringeren Warenimport reduziert werden (ALLAM ET AL. 2022a: 7).

Nähe und Soziales

Die soziale Nachhaltigkeit wird ebenfalls durch die Dimension Nähe ermöglicht. Das geschieht beispielsweise durch mehr soziale Interaktionen und die Stärkung der Gemeinschaft, da die täglichen Ziele schnell und zu Fuß erreichbar sind. Außerdem wird durch natürliche Überwachung durch die Stadtbewohner die Kriminalität reduziert und die Sicherheit von Stadtvierteln gesteigert. Auch die soziale Gleichberechtigung kann verbessert werden, indem der Zugang zu diversen Dienstleistungen und Services sowie zu unterschiedlichen Wohnformen je nach Einkommensstatus oder sozialem Status ermöglicht wird. Transportkosten für insbesondere Autos können minimiert werden und ebenso die physische und mentale Gesundheit durch mehr Bewegung mittels Zu-Fuß-Gehens und das schnelle Erreichen von Grünflächen und öffentlichen Flächen, um soziale Kontakte zu pflegen, können gestärkt werden. Proximity bzw. Nähe kann letztlich der räumlichen Zerstreuung und Trennung von Stadtvierteln entgegenwirken und sie wieder miteinander verbinden (ALLAM ET AL. 2022a: 8).

In der Forschungsarbeit von Amir Khavarian-Garmsir (2023) werden die beiden Konzepte verglichen mit den beiden vorigen Forschungen aus der Sicht des Sustainable City Konzepts untersucht. In der folgenden Abbildung 15 kann diesbezüglich eine Zusammenfassung der Verknüpfung des Konzepts mit der 15 Minuten Stadt betrachtet werden.

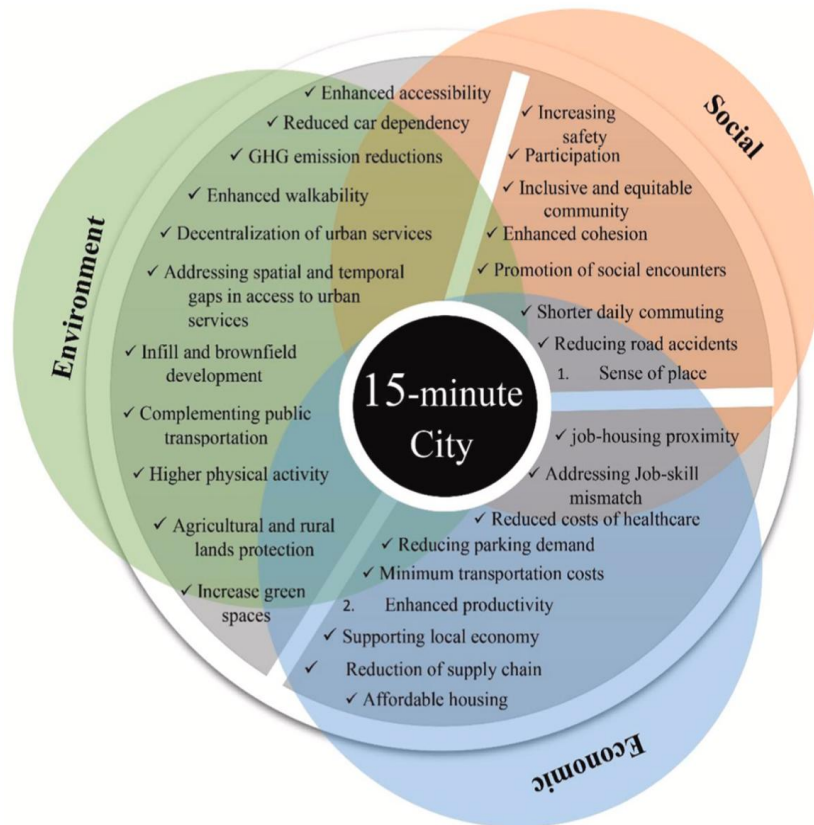


Abbildung 15: Kombination 15 Minuten Stadt und Sustainable Cities (KHAVARIAN-GARMSIR ET AL. 2023: 104101)

5.2.4 Fehlende Studien zu Erreichbarkeit, Nachhaltigkeit, Stadt der kurzen Wege und mehreren POIs

Eine einzige Studie, die der Idee nahekommt, die Konzepte “Stadt der kurzen Wege” und “Sustainable Cities” zu vereinen und mittels einer Erreichbarkeitsanalyse zu analysieren und visuell darzustellen ist jene von Ashraf Abd El Karim und Mohsen Awawdeh (ABD EL KARIM & AWAWDEH 2020: 1f.). Allerdings werden die Konzepte nicht konkret erwähnt, sondern es gibt inhaltliche Überschneidungen. Denn in dieser Studie liegt der Fokus darauf, für die saudi-arabische Stadt Buraidah und ihre Stadtviertel bzw. Bezirke, die **Lebensqualität bzw. “Quality of Life”** als Teil der Vision 2030 des Königreichs nach bestimmten Kriterien zu bewerten. Dabei wird vor allem darauf eingegangen, wie weit weg bestimmte Einrichtungen und Dienstleistungen sind und wie lange es dauert, diese zu erreichen. Zwölf verschiedene Einrichtungen wurden für diese Analyse herangezogen: Universitäten, Gymnasien, Mittelschulen, Grundschulen, Krankenhäuser, Gesundheitszentren, Krankenwageneinrichtungen, staatliche und religiöse Einrichtungen sowie Services für Sicherheit, Sport und Freizeit. Diese zwölf Einrichtungen wurden nach drei verschiedenen Zeitvorgaben untersucht, die benötigt werden, um sie zu erreichen: eine Reisezeit von 5, 10 und 15 Minuten.

Für das “Konzept” Quality of Life gibt es unter den Wissenschaftlern und politischen Entscheidungsträgern keine von allen akzeptierten allgemeingültigen Definitionen für die Beschreibung und Bewertung von Lebensqualität, die essentiellen Bestandteile sowie

konkrete Maßnahmen, wie sie zu erreichen ist. Die Studie von Ashraf Abd El Karim und Mohsen Awawdeh (2020) orientiert sich daher an eine Mischung von Beschreibungen und fasst diese folgend zusammen: Quality of Life setzt sich aus den Komponenten wirtschaftlicher, ökologischer, gesellschaftlicher, freizeitorientierter und ziviler Bedingungen zusammen. Es wird hier zwar nicht das Konzept der Sustainable Cities erwähnt, aber die Dimensionen Wirtschaft, Umwelt und Soziales werden genannt, jedoch nicht aus einer nachhaltigen Perspektive betrachtet und ausgewählt. In der Studie werden einige Definitionen für Quality of Life aus der wissenschaftlichen Literatur angeführt, aber keine davon beschäftigt sich mit Lebensqualität und Nachhaltigkeit.

Für die räumliche Analyse und Bewertung von Lebensqualität wurden in der Studie von Ashraf Abd El Karim und Mohsen Awawdeh (2020) GIS-gestützte Werkzeuge und Programme verwendet. Diese greifen auf die Hauptprozesse Konnektivität, Kommunikation, Nähe und Überlagerung (Overlay) zurück, um Entscheidungen treffen zu können und Analysen durchzuführen.

Zunächst wurde die **Service Area Analysis** innerhalb der GIS Network Analysis durchgeführt. Das bedeutet, dass auf Basis der Kriterien und Voraussetzungen für das Verkehrsnetz in der Stadt Buraidah die Serviceanalyse durchgeführt wurde, um die gewünschten Einrichtungen und Services in die Analyse einzubeziehen, den Straßen-Layer und weitere Layer hinzuzufügen und schlussendlich die Servicegebiete bzw. Einzugsgebiete zu ermitteln. Außerdem wurden die Service-Layer mit Fahrzeiten von 5, 10 und 15 Minuten berechnet. Das Ergebnis zeigt zunächst die prozentuale Verteilung und Versorgung der Stadtteile und Bezirke in Buraidah im Verhältnis zur Gesamtfläche. Anschließend wurden die minimalen und maximalen Werte sowie die Durchschnittswerte und Summe berechnet, um einen Layer mit den minimalen und maximalen Zeitangaben zu erhalten, die benötigt werden, um jene Einrichtungen zu erreichen. Dadurch werden jene Bereiche ersichtlich, die in weniger als 5 Minuten, zwischen 5 und 10 Minuten und zwischen 10 und 15 Minuten erreichbar sind (Abbildung 17). Aber auch Bereiche, die erst ab 15 Minuten zu erreichen sind, werden angezeigt.

Das Network Analyst Werkzeug **“Location-Allocation Model”** wurde daher anschließend verwendet, um die Raumplanung der öffentlichen Einrichtungen und Dienstleistungen zu verbessern und Vorschläge für alternative Standorte und für die generelle Verbesserung zu geben. Das Modell greift dabei auf quantitative Vergleiche zur Bewertung der Effizienz der aktuellen räumlichen Entscheidungen und für die Verbesserungsvorschläge zurück.

Als nächstes wurde auf die **“Multicriteria Decision Analysis (MCDA)”** zurückgegriffen, um die mehreren vorhandenen Parameter dieser Studie auszuwerten und Entscheidungen treffen zu können. Der Entscheidungsprozess wird in Form von vier Schritten durchgeführt. Zunächst wird das Problem definiert und die Präferenzen der Entscheidungsträger anhand der gegebenen Parameter aufgebaut, anschließend die Alternativen bewertet sowie evaluiert und zum Schluss die beste Alternative bestimmt. Die MCDA wird in mehrere verschiedenen Typen unterteilt, wie beispielsweise die **“Multiobjective Decision Analysis” (MODA)** und die **“Multiattribute Decision Analysis” (MADA)**. Letztere Analysemöglichkeit kann einerseits mit Hilfe eines linear gewichteten Overlay-Modells, sowie mit dem analytischen Hierarchieprozesses (AHP) und andererseits mit der Idealpunktmethode (IPM) durchgeführt werden. In der Studie von Ashraf Abd El Karim und Mohsen Awawdeh (2020) wird die in der Wissenschaft beliebte Methode des analytischen Hierarchieprozesses (AHP) angewendet, der, wie der Name verrät, ein hierarchisches System mit Zielen, Aspekten, Kriterien und Alternativen aufstellt und anwendet. Außerdem beinhaltet diese Analysemethode eine Skala

von eins bis neun, um den Kriterien Gewichtungen zuzuweisen, wie wichtig die jeweilige Einrichtung ist. Die Gewichtung der Präferenzen wurde für die zwölf zuvor definierten Services durchgeführt.

Zum Schluss wurde eine **“suitability map”** erstellt, die die besten Bereiche bzw. Stadtteile der Stadt Buraidah in Bezug auf die Lebensqualität darstellt (Abbildung 16). Mit Hilfe des "Raster Calculators" in der GIS-Umgebung werden die Parameter mit ihren Gewichtungen multipliziert und anschließend summiert. Danach wurden Gebiete mit hoher prozentualer Abdeckung durch alle öffentlichen Einrichtungen unter Berücksichtigung der Gebiete mit bester Lebensqualität ermittelt und somit die “suitability map” erstellt.

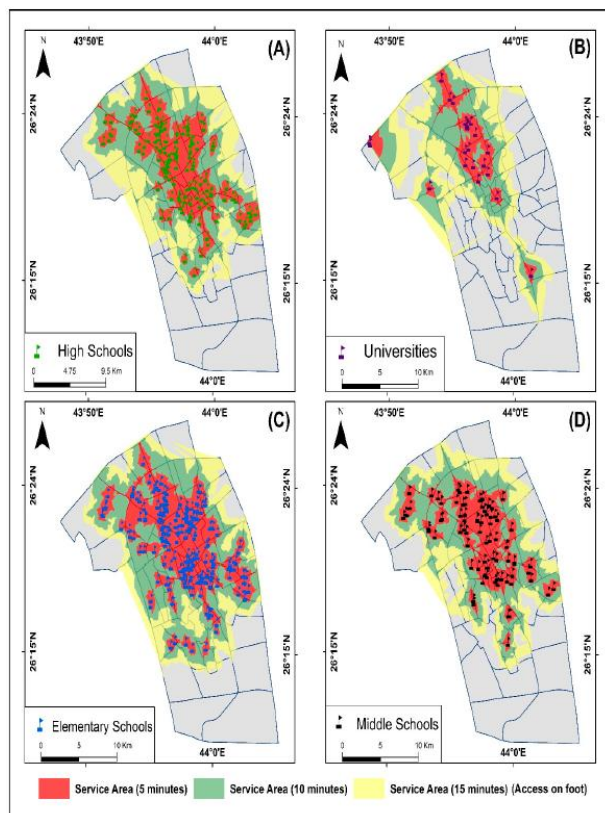


Abbildung 17: Ergebnis der Erreichbarkeitsanalyse (ABD EL KARIM & AWAWDEH 2020: 14)

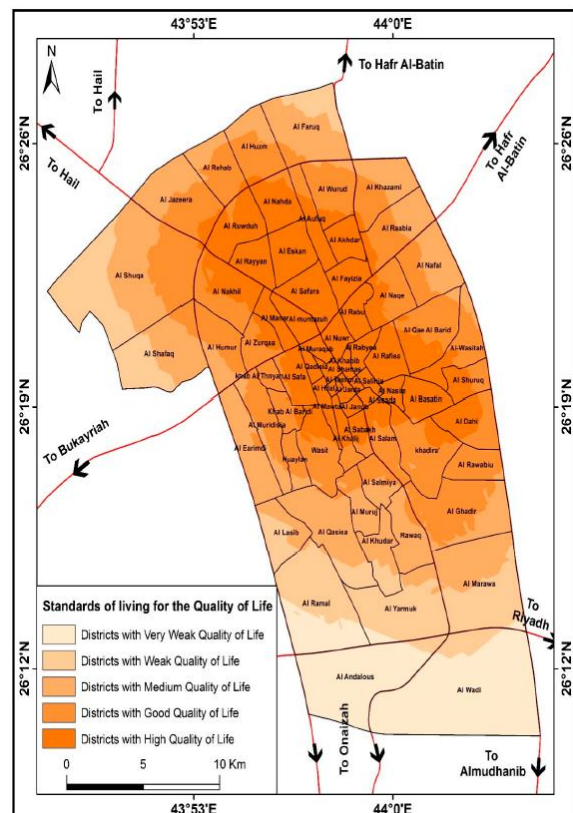


Abbildung 16: Ergebnis „Quality of Life“ Studie (ABD EL KARIM & AWAWDEH 2020: 20)

6. Untersuchungsgebiet Wien

Für den Versuch die Konzepte “Stadt der kurzen Wege” und “Sustainable Cities” zu verknüpfen unter Anwendung eines Erreichbarkeitsmodells wird ein Untersuchungsgebiet benötigt. Im Zuge dieses Kapitels soll daher die Wahl der Bundeshauptstadt Wien in Österreich als Untersuchungsgebiet aufgezeigt werden und seine Eigenschaften näher beleuchtet werden.

6.1 Wahl des Untersuchungsgebiets

Ein Hauptgrund für die Wahl der Bundeshauptstadt Wien in Österreich als Untersuchungsgebiet ist das Netzwerk der C40 Städte.

C40 Stadt

Das Netzwerk C40 ist ein weltweit anerkanntes und gut etabliertes Netzwerk von Städten. Das sogenannte C40 Netzwerk besteht aus 97 der weltweit größten Städte der Welt, deren Ziel es ist, Klimaschutzmaßnahmen zu entwickeln, um gemeinsam eine nachhaltigere und lebenswertere Zukunft zu schaffen. Teil der C40-Städte ist es, den Einwohnern zu ermöglichen, ihre täglichen Bedürfnisse mittels kurzen Fußwegs von ihrem Wohnort aus zu erreichen. Die Bürgermeister jener C40 Städte haben sich außerdem dazu verpflichtet, ihre Stadt und ihre Maßnahmen so zu entwickeln und umzusetzen, um die Klimaziele des Pariser Abkommens von 2015 erreichen zu können. Städte wie Toronto, Vancouver, New York City, Houston, Bogotá oder Rio de Janeiro sind Teil des C40 Netzwerkes (LOGAN ET AL. 2022: 1-2; MERTENS 2021: 14).

Die Stadt Wien ist allerdings keine C40-Stadt. Denn um Mitglied zu werden, muss eine Stadt nach deren internen Kriterien ausreichend nachhaltig sein, sich für den Klimawandel einsetzen und erfolgreich Ziele umsetzen. Dies ist für die Stadt Wien wohl noch nicht der Fall. Um zu überprüfen, ob die Stadt Wien doch nachhaltig ist, allerdings unter Aufstellung eigener Kriterien auf Basis der Konzepte 15 Minuten Stadt und Sustainable Cities, wurde diese Stadt als Untersuchungsgebiet ausgewählt (LOGAN ET AL. 2022: 1-2; MERTENS 2021: 14).

Sustainable Development Goals

Die Stadt Wien bekennt sich außerdem seit dem 12. Jänner 2016 zur UN-Agenda 2030 bzw. Sustainable Development Goals (SDGs), um eine nachhaltige Entwicklung langfristig zu bewirken. Alle Bundesministerien sollen seither die Prinzipien der Agenda 2030 und ihre nachhaltigen Entwicklungsziele in jeweils entsprechenden Strategien und Programme einarbeiten, um Veränderungen in Politik und Verwaltung zu erreichen (Magistrat der Stadt Wien 2022: 18; Bundeskanzleramt Österreich 2024b).

Die Nachhaltigkeitsziele bzw. Sustainable Development Goals (SDGs) der Agenda 2030 bilden grundsätzlich einen übergeordneten Referenzrahmen, worauf beispielsweise die Smart City Strategie Wien aufbaut. Auf Basis des 11. SDGs “Nachhaltige Städte und Gemeinden” wurden 10 Themenbereiche definiert, die es gilt zu fördern und umzusetzen (Magistrat der Stadt Wien 2022: 18).

Im aktuellen *“Bericht zur Umsetzung der Agenda 2030 in und durch Österreich 2020-2022”* werden die gegenwärtigen Fortschritte der Umsetzung der SDGs dargestellt, die seit dem Jahr 2020 erreicht wurden. Er enthält auch eine Vorstellung neuer Umsetzungsbeispiele und aktuelle Leuchtturmprojekte aller Bundesministerien, Bundesländer, Städte und Gemeinden in Österreich. Die Statistik Austria liefert zudem einen Einblick in die aktuellen Daten zu den SDGs und versucht Fortschritte aufzuzeigen (Bundeskanzleramt Österreich 2024b).

Ein weiterer Grund für die Wahl für die Stadt Wien als Untersuchungsgebiet lag darin, dass die Stadt schon einige Maßnahmen und Pläne besaß, die sich insbesondere dem Konzept der Stadt der kurzen Wege annehmen oder sich inhaltlich mit den Voraussetzungen des Konzepts auseinandersetzen.

Stadtentwicklungsplan 2025

Zunächst ist der Stadtentwicklungsplan 2025 zu nennen, da er die *“Stadt der kurzen Wege”* mehrmals namentlich und inhaltlich erwähnt. Im Zuge dieses Planes wurde ein neuer Ziel-Schwerpunkt definiert, der sich erstmals auf den globalen Umweltwandel bezieht und dabei die Stadt der kurzen Wege erwähnt (MA18 2019: 17-22).

Doch auch schon vor dem Hinzufügen eines vierten Schwerpunktthemas konnte der Stadtentwicklungsplan (STEP) einige für das Leitbild *“Stadt der kurzen Wege”* relevante Konzepte aufstellen. Im Jahr 2014 wurde das STEP-Fachkonzept Mobilität für nachhaltige Mobilität beschlossen. Die Verlängerung des Wiener U-Bahnnetzes konnte dabei zum Beispiel erreicht werden. Mit dem 2018 beschlossenen STEP-Fachkonzept Öffentlicher Raum konnten 10.000 zusätzliche Straßenbäume in Wien gepflanzt werden. Das STEP-Fachkonzept Grün- und Freiraum aus dem Jahr 2014 bemüht sich beispielsweise um die Verkehrsberuhigung und Begrünung des öffentlichen Raumes auf der Mariahilfer Straße, Meidlinger Hauptstraße, Lange Gasse, Währinger Straße und Zieglergasse (MA18 2019: 38-39).

Ein weiteres beschlossenes Konzept ist das STEP-Fachkonzept Polyzentrales Wien aus dem Jahr 2019. Der Hauptfokus dieses Fachkonzeptes ist es, die Wiener Zentrenlandschaft zu fördern und weiterzuentwickeln. Neben dem Einzelhandel benötigt es auch Standorte für Bildung, Kultur, Unternehmen, Gesundheit und öffentliche Räume, um ein attraktives städtisches Zentrum zu schaffen (MA18 2019: 55-56).

Das Leitbild der Stadt der kurzen Wege wird im STEP 2025 außerdem als Maßnahme oder Lösung gesehen, um den Energieverbrauch durch Verkehr und Gebäude zu reduzieren (MA18 2019: 31).

“Durch Nahversorgung und Naherholung, die „Stadt der kurzen Wege“ und attraktive Alternativen zum motorisierten Individualverkehr (MIV) wird der Treibstoffverbrauch reduziert, durch kompakte Bauweisen und Stadtstrukturen werden der Heizbedarf und der Einsatz von Baustoffen gesenkt“ (MA18 2019: 41).

Nach einer Pilotphase im Sommer 2018 im 11. Wiener Gemeindebezirk, befinden sich nun in der Stadt Wien eine große Anzahl an WienMobil-Stationen der Wiener Linien in Kooperation mit der nextbike GmbH. Das sind Fahrradstationen, an denen Fahrräder kostengünstig ausgebaut und an einer beliebigen Station im Wiener Stadtgebiet wieder zurückgebracht werden können (MA18 2019: 64 & Wiener Linien 2024).

Mit Begegnungszonen wie beispielsweise auf der Mariahilfer Straße wird ermöglicht, die Autonutzung zu verdrängen, Fußgängern wieder Platz zu geben und weitere nachhaltige Mobilitätsangebote Raum zu geben. Die Umgestaltung des Straßenraumes wird geplant, um mehr Bäume, Begrünung, Wasserelemente und Schatten zum Schutz vor starker Sonneneinstrahlung und Hitze Platz geben zu können und den öffentlichen Raum für Freizeit, sportliche Aktivitäten und soziale Interaktionen nutzen zu können (MA18 2019: 67).

In neuen Stadterweiterungsgebieten wird der Fokus darauf gelegt Grün- und Freiräume zu gestalten, wie beispielsweise im Stadtentwicklungsgebiet Nordbahnhof. Neben 5.000 Wohnungen und 2.500 Arbeitsplätzen, die entlang des Randes des Gebiets gebaut werden, wird hier bis 2026 ein ungefähr 10 Hektar großer Park bzw. Grün- und Freiraum geschaffen (Stadt Wien 2024).

Die Hinwendung zuutzungsgemischten Stadtquartieren und nutzungsoffenen Gebäuden wird im STEP 2025 als wichtiger Trend gesehen. Für die Stadt Wien sind hier neben dem Nordbahnhofviertel auch das Stadtentwicklungsgebiet Seestadt Aspern, eines der größten Entwicklungsgebiete Europas, oder die Quartiershäuser des Quartier Belvedere Central am Hauptbahnhof zu nennen (MA18 2019: 52).

Smart “Klima” City Strategie Wien

Das Konzept der Stadt der kurzen Wege wird in der Stadt Wien nicht nur im Stadtentwicklungsplan 2025 erwähnt, sondern auch in der Smart City Wien Rahmenstrategie von 2014 und der überarbeiteten Smart “Klima” City Strategie Wien aus dem Jahr 2022.

Die Rahmenstrategie der Smart City Strategie Wien setzt sich aus drei Rahmenzielen zusammen: Ressourcenschonung, Lebensqualität und Innovation (Abbildung 18). *“Es gibt mehr Grünraum, saubere Luft, lebenswerte Grätzln, kurze Wege und gute Erreichbarkeiten, ein vielfältiges und leistbares Angebot an öffentlichem Raum und öffentlichen Dienstleistungen”* (Magistrat der Stadt Wien 2014: 12-14).

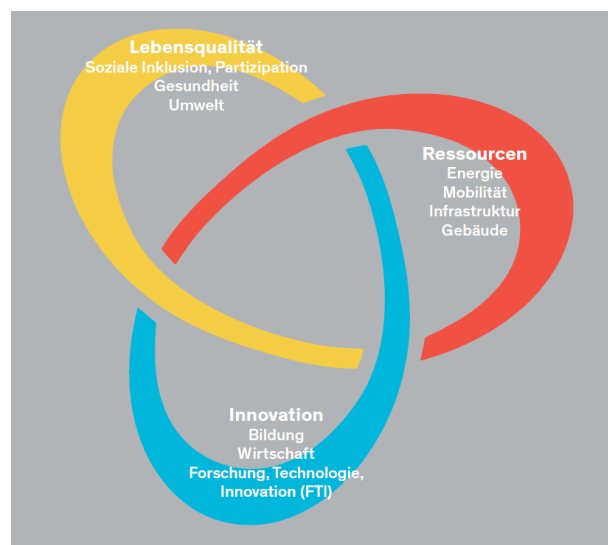


Abbildung 18: Die drei Rahmenziele der Smart „Klima“ City Strategie Wien

(Magistrat der Stadt Wien 2014: 17)

In der neuen überarbeiteten Smart “Klima” City Strategie Wien wurden die drei Rahmenziele in elf thematische Zielbereiche untergliedert, die enge Wechselwirkungen besitzen, da sich

manche Ziele und Maßnahmen einander verstärken können (Magistrat der Stadt Wien 2022: 23-25). Insbesondere die Definition des Zielbereichs „Anpassung an den Klimawandel“ ist hier hervorzuheben, da erst mit der neu überarbeiteten Version der Smart „Klima“ City Strategie die Auseinandersetzung mit dem globalen Umweltwandel in die Maßnahmen und Ziele aufgenommen wurde. Da sich Österreich im Jahr 2015 zu den Zielen des Paris Klimaschutzabkommens verpflichtete und das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 im Wiener Regierungsübereinkommen verankert wurde, war es umso mehr notwendig den Klimawandel auch in der Smart City Strategie zu integrieren (Magistrat der Stadt Wien 2022: 7-13).

Im Sektor Mobilität & Verkehr wird die 15-Minuten-Stadt mit kurzen Wegstrecken namentlich konkret als Teil des Mobilitätskonzepts erwähnt:

“Wien realisiert und fördert die 15-Minuten-Stadt mit kurzen Wegstrecken, lebendigen, gemischt, genutzten Stadtteilen und einer Neuverteilung des öffentlichen Straßenraums zugunsten von aktiver Mobilität, Öffis und attraktiven Verweilmöglichkeiten“ (Magistrat der Stadt Wien 2022: 55).

“Bei der Gestaltung der Stadtteile geht es darum, nach dem Konzept der “15-Minuten-Stadt” zu planen, damit Bedürfnisse in nächster Nähe gedeckt werden können: Wohnen, Lernen und Arbeiten, Einkaufen und Gesundheitsversorgung, Freizeit- und Kulturangebote, Sport und Erholung“ (Magistrat der Stadt Wien 2022: 54).

Das Zufußgehen und die Verwendung von Fahrrädern sowie öffentliche Verkehrsmittel stehen dabei im Vordergrund. Durch sogenannte „Supergrätzln“, gezielter Geschwindigkeitsreduktion und mehr Verkehrssicherheit soll außerdem eine flächendeckende Verkehrsberuhigung ermöglicht werden, um eine 15-Minuten-Stadt gestalten zu können. Betriebe bekommen zudem ein Mobilitätsmanagement, um nachhaltige Anreize für die Wahl des Verkehrsmittels am Weg in und von der Arbeit erarbeiten zu können (Magistrat der Stadt Wien 2022: 57-90). Denn es soll für alle Bürger*innen möglich sein, mobil zu sein, auch ohne einen PKW zu besitzen (Magistrat der Stadt Wien 2022: 41).

“Die Ökosysteme, die Wien als Wald- und Wiesengürtel umgeben und als Grünraum durchziehen, bilden die ‚grüne Lunge‘ der Stadt“ (Magistrat der Stadt Wien 2022: 88). Da sie einen wichtigen Beitrag für die klimatischen Bedingungen im Stadtgebiet leisten, ist es besonders notwendig die Quantität und Qualität langfristig sicherzustellen und zu fördern. Allen Bürger*Innen soll es daher möglich sein, innerhalb von 250 Metern einen barrierefreien Zugang zum Grünraum zu haben, ob zu Fuß, mit dem Rad oder öffentlichen Verkehrsmitteln. (Magistrat der Stadt Wien 2022: 82-88).

Stadtgrün statt Klimaanlage

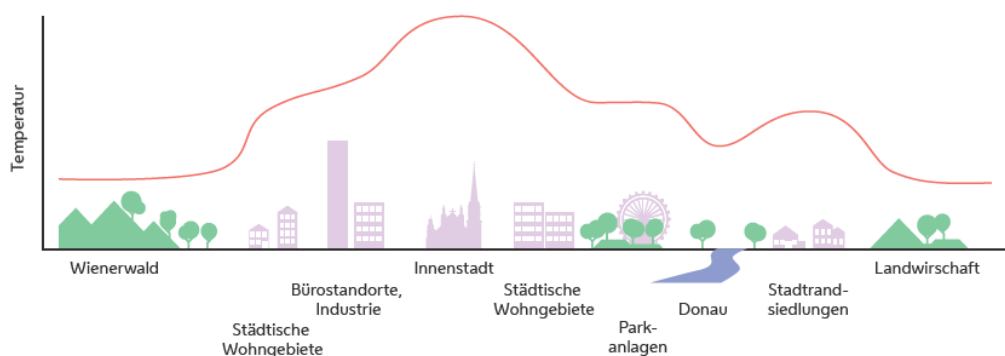


Abbildung 19: Stadtgrün statt Klimaanlage (Magistrat der Stadt Wien 2022: 85)

6.2 Das Untersuchungsgebiet

Die Stadt Wien ist die Bundeshauptstadt Österreichs. Sie zeichnet sich durch ihre 23 Bezirke aus, die sich von der Innenstadt bis zum Stadtrand spiralförmig erstrecken (Abbildung 20). In einer weiteren Karte (Abbildung 21) können die aktuell definierten Sprengel innerhalb der 23 Wiener Gemeindebezirke betrachtet werden. Besonders große Sprengel, wie zum Beispiel im 22., 13., oder 14. Bezirk, stellen dabei Bereiche dar, die nur von sehr wenigen Bewohner beheimatet sind und stattdessen viel Wald oder Landwirtschaft aufweisen.

Die 23 Bezirke in Wien

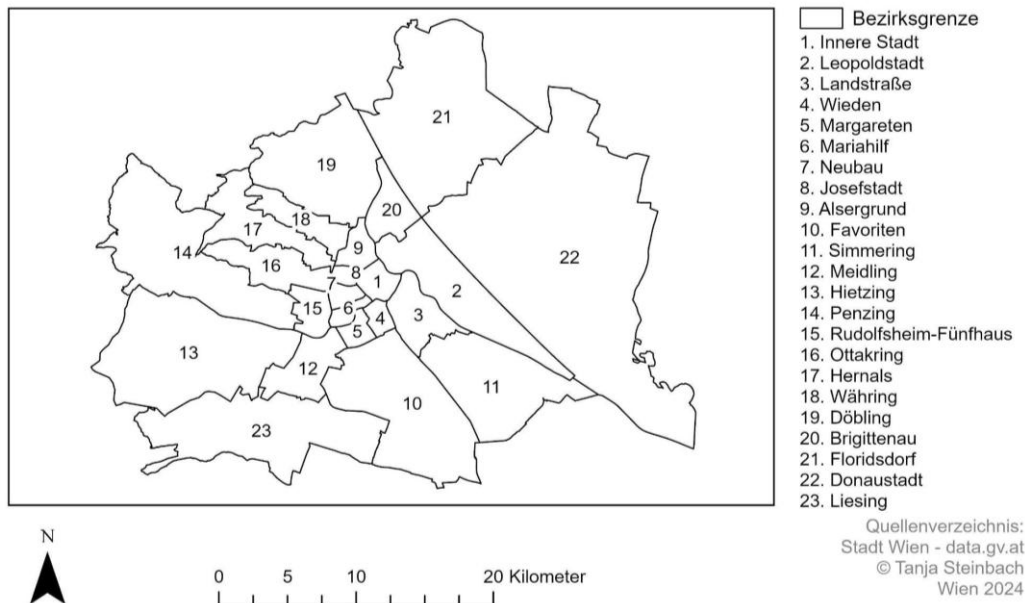


Abbildung 20: Die 23 Bezirke der Stadt Wien (Eigene Erstellung)

Sprengel anhand der 23 Bezirke Wiens

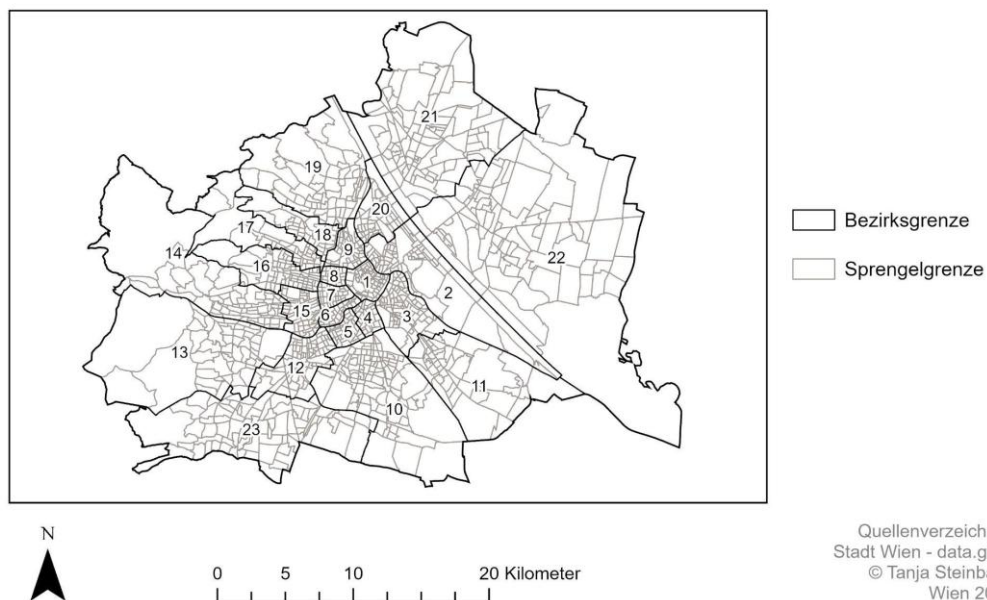


Abbildung 21: Sprengel innerhalb der 23 Bezirke Wiens (Eigene Erstellung)

Die Stadt Wien besitzt eine Bevölkerungsdichte von 4840 Einwohner pro Quadratkilometer im gesamten Stadtgebiet. In der Abbildung kann die absolute Bevölkerungsdichte in den jeweiligen Bezirken betrachtet werden. Hier fällt auf, dass äußere Bezirke am Stadtrand eine deutlich geringere Dichte aufweisen als im Zentrum der Stadt. Trotzdem besitzt der erste Bezirk nicht die höchste Bevölkerungsdichte. Diese kann insbesondere in den Bezirken 5., 6., 8., 15. und 20. gefunden werden. Besonders im 5. Wiener Gemeindebezirk kann eine Dichte von über 25.000 Einwohner pro Quadratkilometer beobachtet werden. Somit sollten gerade diese Bezirke, die eine relativ hohe Bevölkerungsdichte aufweisen, eine exzellente Versorgung an Einrichtungen, die zu Fuß in 15 Minuten erreichbar sind, vorweisen können.

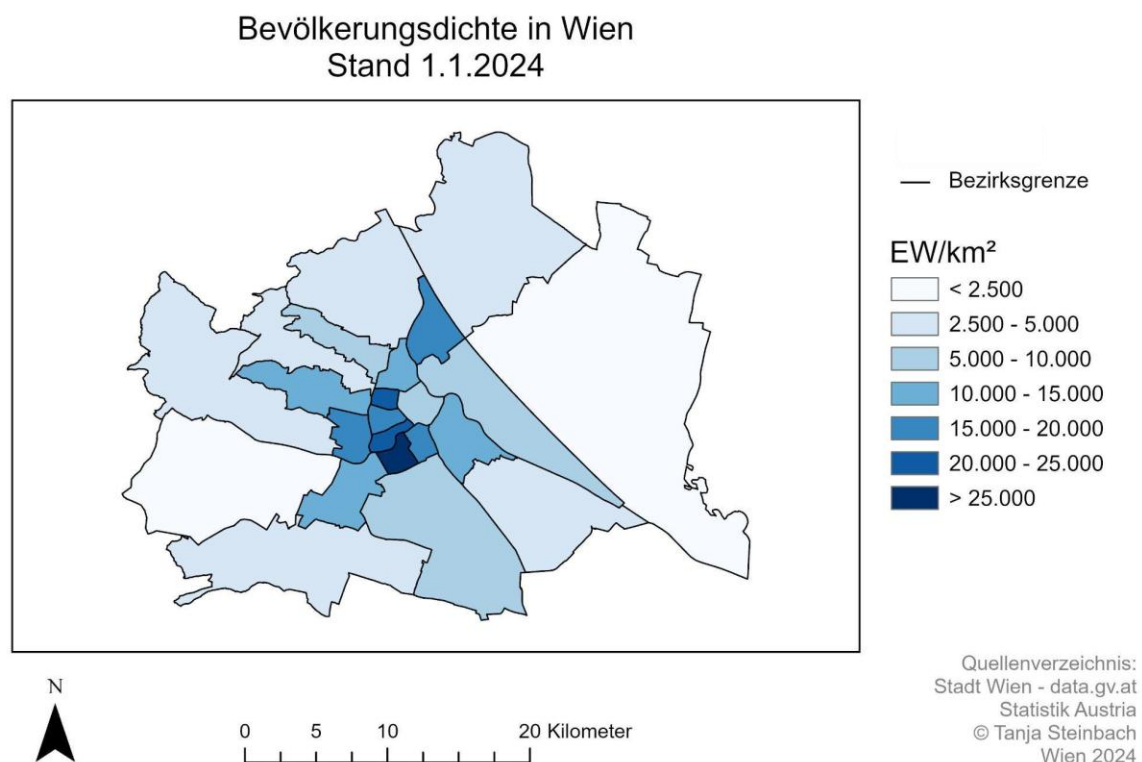


Abbildung 22: Bevölkerungsdichte mit Stand 1.1.2024 in der Stadt Wien (Eigene Erstellung)

Bezogen auf das Vorhandensein von verschiedenen Einrichtungen, die die tägliche Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen für Bewohner einer Stadt gewährleisten, kann in den nachfolgenden Abbildungen die aktuelle Lage von diversen Einrichtungen betrachtet werden.

In Wien gibt es eine besonders hohe Anzahl an Supermärkten, Cafés, Restaurants und Feinkostläden, die sich vor allem rund um die Inneren Bezirke erstrecken. Auch Drogerien können fast flächendeckend in allen Bezirken gefunden werden. Märkte wie beispielsweise Wochenmärkte, um frische und regionale Lebensmittel zu kaufen, sind jedoch nur wenig in Wien zu finden.

Bezogen auf verschiedene Freizeitoptionen in Wien kann eine sehr hohe Anzahl an frei zugänglichen und öffentlichen Grünflächen, Spielplätze und Sporteinrichtungen betrachtet werden. Auch Kultureinrichtungen sind zahlreich vorhanden, jedoch sind diese eher zentral in den inneren Bezirken gelegen.

Einkaufswege in Wien

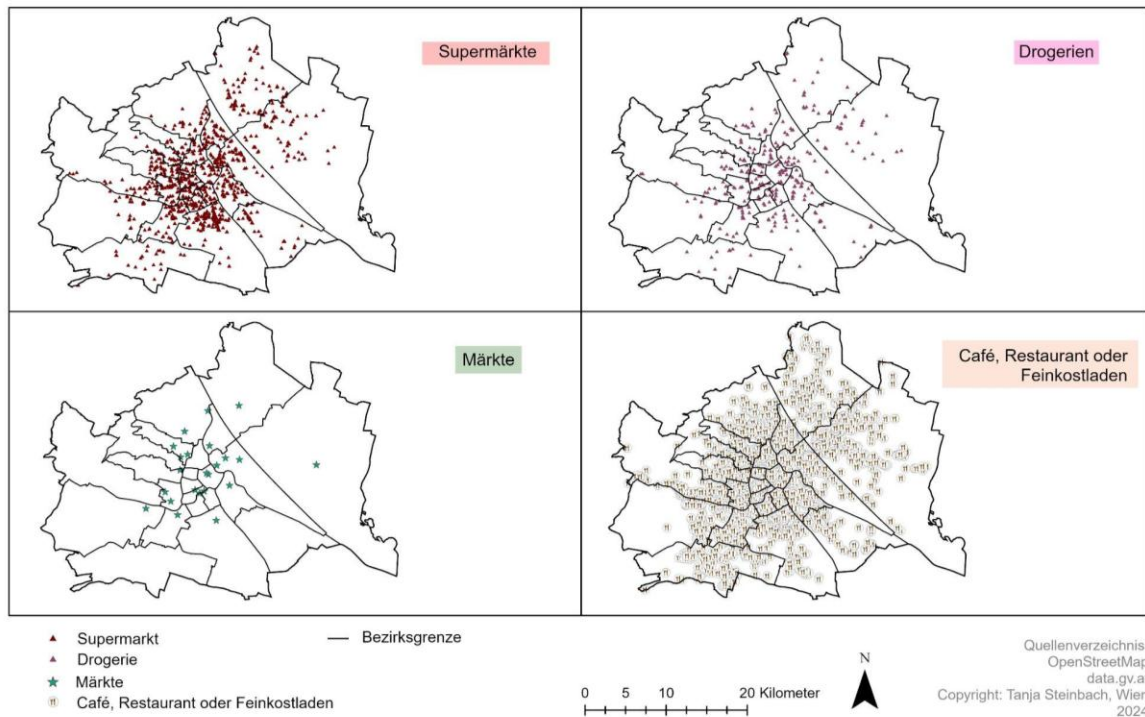


Abbildung 23: Einkaufswege in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)

Freizeitoptionen in Wien

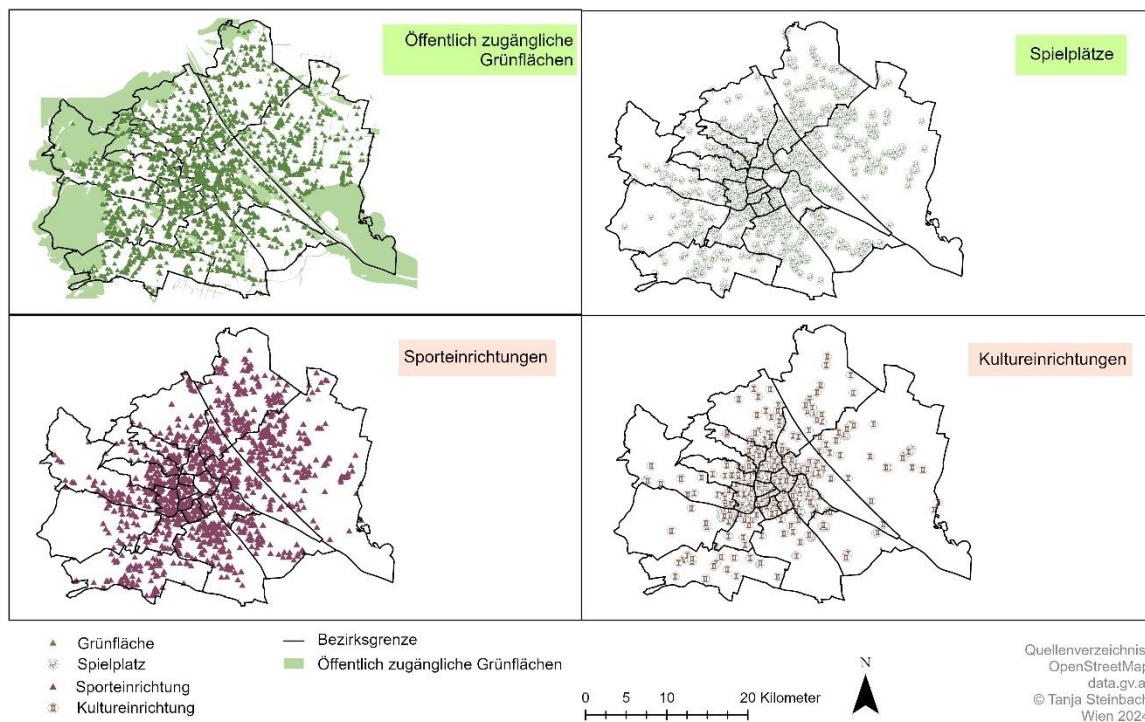


Abbildung 24: Freizeitmobilität in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)

In der Bundeshauptstadt Wien kann auch eine große Anzahl an Kindergärten, Schulen und Volkshochschulen in allen Bezirken vorweisen. Österreichische Hochschulen wie zum Beispiel private und öffentliche Universitäten sowie Fachhochschulen sind allerdings nur wenig zu finden. Wobei einige dieser österreichischen Hochschulen eine große Anzahl an Studierende aufnehmen können. Pensionistenheime, die vor allem für Angehörige, Freunde und Pensionisten relevant sind, sind zwar reichlich in der Stadt vorhanden, allerdings könnte hier ein größeres Defizit an nächstgelegenen Einrichtungen vorliegen. Die vorhandenen Arbeitsstandorte können in der Karte im Anhang betrachtet werden.

Die gesundheitliche Versorgung in Wien wird vor allem durch Krankenhäuser, Ärzte bzw. Fachärzte und Apotheken gedeckt, wobei vor allem Krankenhäuser nicht flächendeckend vorhanden sind und auf den ersten Blick längere Distanzen benötigen, um sie zu Fuß zu erreichen. Fachärzte und Apotheken scheinen hingegen zahlreich vorhanden zu sein.

Bildung und Betreuung in Wien

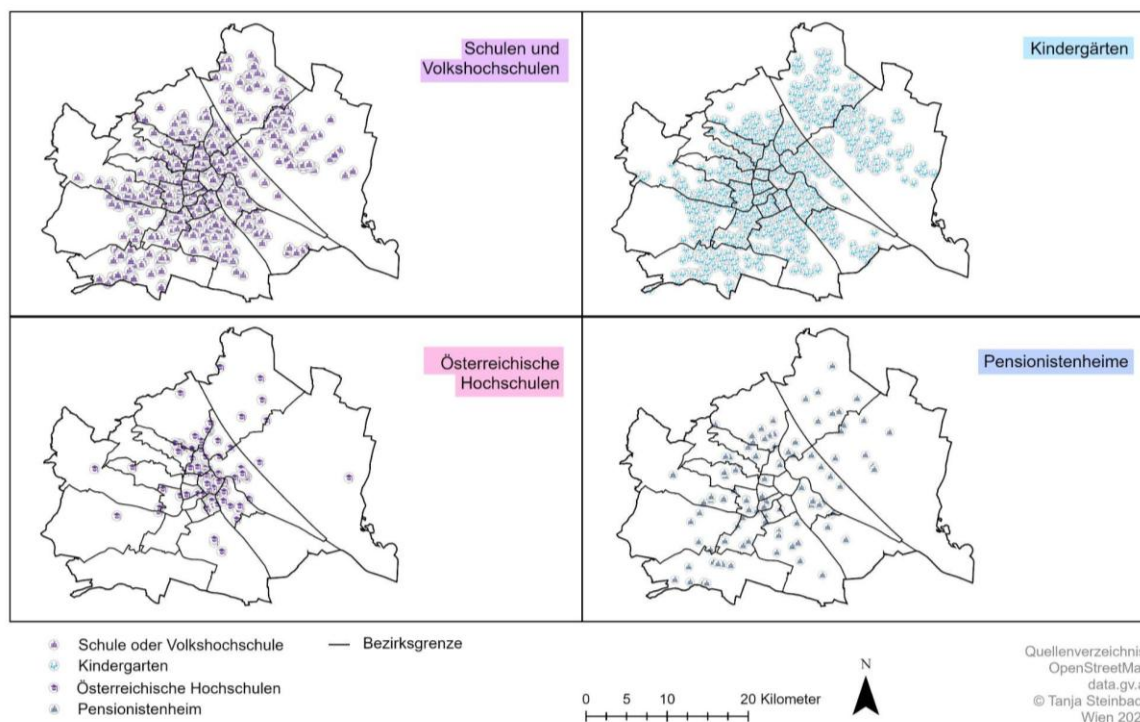


Abbildung 25: Bildung und Betreuung in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)

Bezüglich der Kategorie “Öffentliche Dienstleistungen” können drei der definierten Einrichtungen hauptsächlich Standorte in und rund um das Zentrum der Stadt Wien gefunden werden. Dazu gehören: Bankfilialen, öffentliche Behörden und Anlaufstellen von Partizipationsprojekten. Einzig die Altstoffsammelstellen scheinen sehr dicht im Stadtgebiet Wiens vorhanden sein (siehe Anhang).

Auch die Einrichtungen der Kategorie “Kommunikation” und “Sicherheit” weisen Standorte rund um das Stadtzentrum Wiens auf und müssen in der nachfolgenden Analyse näher untersucht werden. Dies trifft auch auf die Abstellflächen von E-Scooter und WienMobil Rad Stationen zu (siehe Anhang).

Bezogen auf die Mobilitätsoptionen scheint Wien eine besonders hohe Anzahl an Haltestellen von Bus, Straßenbahn, Zug und U-Bahn vorweisen zu können. Auch am Stadtrand können viele Haltestellen beobachtet werden.

Gesundheitsversorgung in Wien

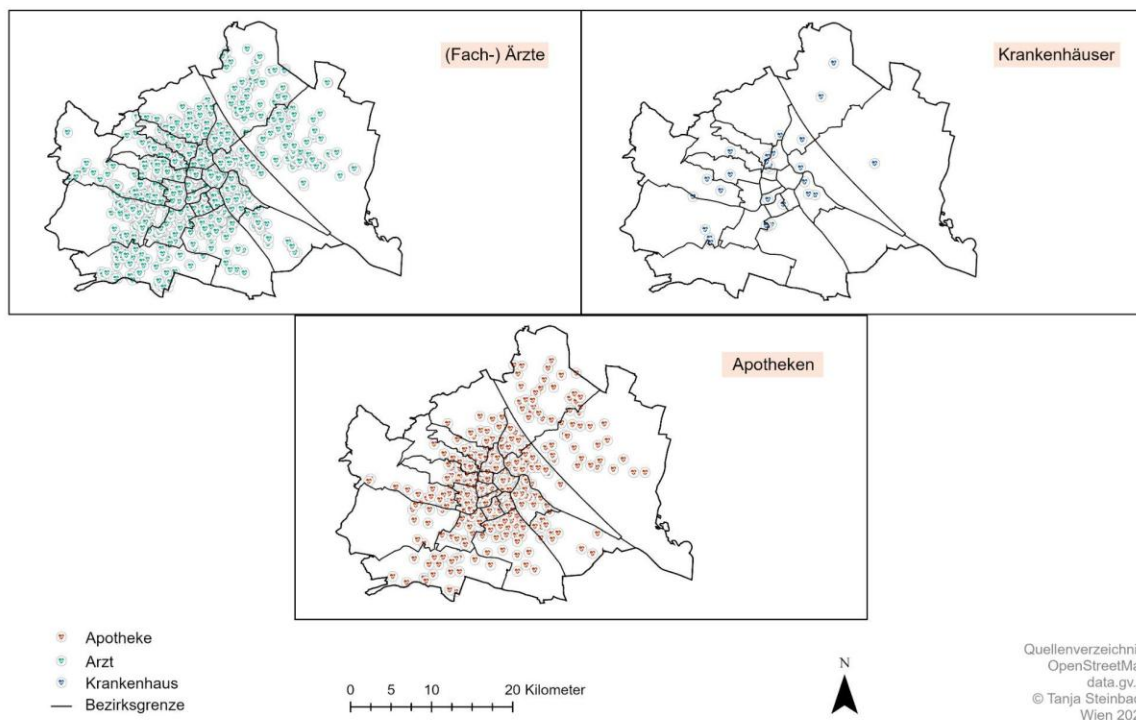


Abbildung 26: Gesundheitsversorgung in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)

Mobilitätsoptionen in Wien

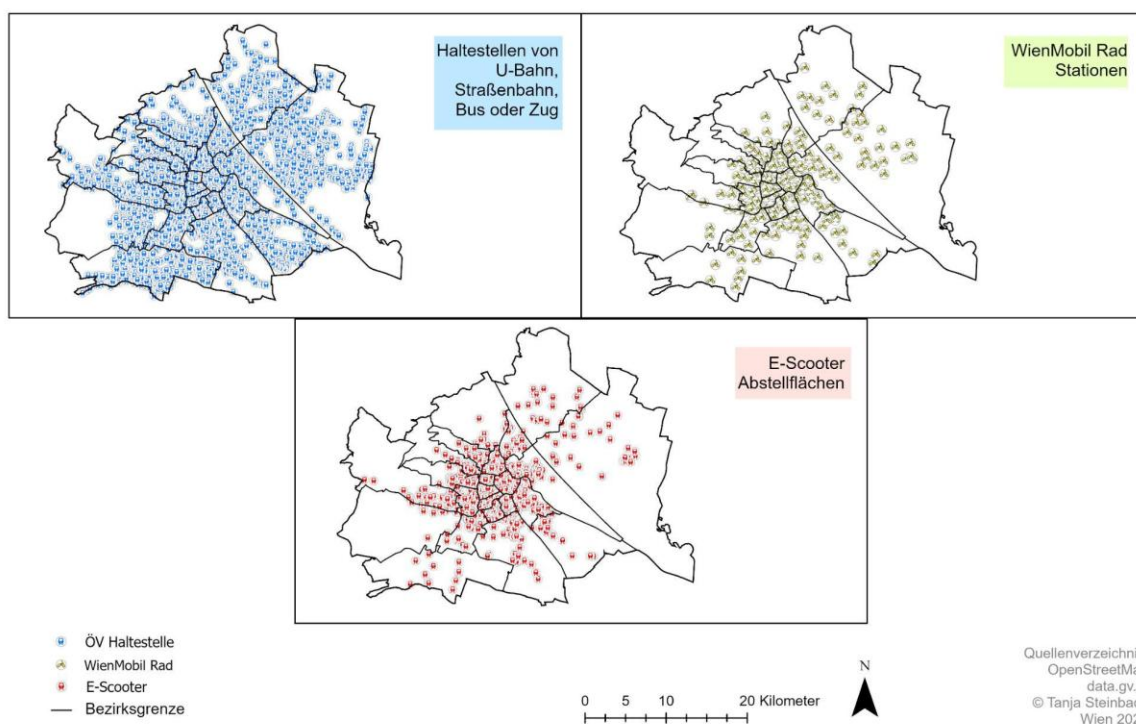


Abbildung 27: Mobilitätsoptionen in der Stadt Wien im Jahr 2025 (Eigene Erstellung)

7. Parameter, Kriterien, Voraussetzungen & Wahl der Daten

Da in Kapitel 2 ersichtlich wurde, dass die Kriterien bzw. Parameter der Konzepte "Stadt der kurzen Wege" und "15 Minuten Stadt" sich inhaltlich deutlich überschneiden, werden diese im hier aufgestellten Kriterienkatalog als gleichwertig betrachtet. Weiters werden diese Parameter mit den Dimensionen der Sustainable Cities Theorie nun verknüpft.

7.1 Qualitative Parameter

Im Zuge der Erarbeitung der 15 Minuten Stadt wurde ersichtlich, dass laut Moreno sechs alltägliche Bedürfnisse gedeckt werden müssen, um eine gute Lebensqualität für ihre Bewohner zu ermöglichen. Diese sollen im Zuge dieses Kriterienkatalogs als Grundbasis gesehen werden und im Allgemeinen in einer Stadt erfüllt werden: **Wohnen, Arbeiten, Versorgen, Fürsorgen, Lernen und Genießen** (ETI Chair 2019: 7).

Auf Basis dieser Grundkriterien werden nun die vier Dimensionen bzw. Eigenschaften der 15 Minuten Stadt als Leitlinie dieses Kriterienkataloges gesehen, die durch Moreno definiert wurden (NOWORÓL ET AL. 2022: 4). Diese lassen sich auch inhaltlich mit den Grundkriterien der Stadt der kurzen Wege, nämlich **Dichte, Nutzungsmischung und Qualität öffentlicher Räume**, vereinbaren (Umweltbundesamt 2011: 64).

- Proximity - Nähe
- Diversity - Vielfalt
- Density - Dichte
- Digitalization - Digitalisierung

Zusätzlich werden die drei Dimensionen der Sustainable Cities Theorie, **Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft**, in den Kriterienkatalog aufgenommen und miteinander verbunden (COHEN 2018: 3f.; BIBRI 2018: 779).

In den nachfolgenden Tabellen 7 bis 9 werden alle definierten Kriterien aufgelistet und miteinander verknüpft. Dabei werden Überlegungen aufgestellt, wie diese Kriterien im Zuge einer Erreichbarkeitsanalyse mit GIS-Methoden berechnet und analysiert werden können. Die erste Tabelle weist die sechs Bedürfnisse für eine gute Lebensqualität von Carlos Moreno auf und wie sie im Zuge einer GIS-Analyse definiert und analysiert werden könnten. Die zweite Tabelle enthält die vier Dimensionen der 15 Minuten Stadt, während die dritte Tabelle die drei Dimensionen der Sustainable Cities auflistet. In der letzten Tabelle werden die beiden Konzepte verknüpft und Möglichkeiten zur Analyse vorgestellt. Auf Basis insbesondere der letzten Tabelle soll die Festlegung von Einrichtungen, die für eine Erreichbarkeitsanalyse verwendet werden, in einem nächsten Schritt geschehen.

Tabelle 6: Parameter 1 - Morenos sechs Bedürfnisse für gute Lebensqualität

Moreno	
Wohnen	Wohnstandorte
Arbeiten	Arbeitsstandorte
Versorgen	Einkaufswege, Gesundheit, sonstige Dienstleistungen, Sicherheit, Mobilitätsoptionen
Fürsorgen	Partizipation, Schule, Kindergarten, Pensionistenheim, Kommunikation, Gesundheit
Lernen	Schule, Uni, Kindergarten, Volkshochschule, Pensionistenheim
Genießen	Freizeitoptionen (Grünflächen, Spielplätze, Sporteinrichtungen, Kultureinrichtungen)

Tabelle 7: Parameter 2 - Vier Dimensionen der 15 Minuten Stadt

Kurze Wege - 15 Minuten Stadt	
Dichte	Bevölkerungsdichte Einrichtungen innerhalb 15 min erreichbar und spezifischen Distanzen
Nähe	Einrichtungen innerhalb 15 min erreichbar und spezifischen Distanzen
Vielfalt	Endkarte: sind alle Einrichtungen ausreichend vorhanden
Digitalisierung	Escooter WienMobil Rad Post (auch Selbstbedienungsfilialen einbezogen) WLAN

Tabelle 8: Parameter 3 - Drei Dimensionen der Sustainable Cities

Sustainability	
Wirtschaft	alles Handel Arbeitsstandorte (Gebäudeblöcke als "Gewerbe" oder "gemischt" gewidmet) Mobilitätsoptionen (Öffentliche Verkehrsmittel, WienMobil Rad, Escooter) Nahversorgung in Nähe vorhanden (Einkaufswege, Gesundheitsversorgung)
Soziales	Partizipationsprojekte Kommunikation (Post, Briefkasten, WLAN) Grünflächen und öffentliche Plätze öffentliche Behörden Banken Bildung und Betreuung und Arbeitsstandorte
Umwelt	Grünflächen Altstoffsammelstelle Mobilitätsoptionen (Öffentliche Verkehrsmittel, WienMobil Rad, Escooter) Nähe von Einrichtungen innerhalb 15 min oder spezifischen Distanzen

Tabelle 9: Dimensionen von beiden Konzepten kombiniert

15 Minuten Stadt + Sustainability			
Nähe & Umwelt	Einrichtungen innerhalb von 15 Minuten entfernt Mobilitätsoptionen (Öffentliche Verkehrsmittel, Escooter, WienMobil Rad) Grünflächen		
Nähe & Wirtschaft	Arbeitsstandorte Einrichtungen innerhalb von 15 Minuten entfernt Mobilitätsoptionen (Öffentliche Verkehrsmittel, Escooter, WienMobil Rad)		
Nähe & Soziales	Einrichtungen innerhalb von 15 Minuten entfernt Grünflächen		
Nähe & Mobilität	Mobilitätsoptionen (Öffentliche Verkehrsmittel, Escooter, WienMobil Rad)		
Diversität	Software diversity Hardware diversity	Alter, Einkommen, Haushaltsgröße etc Einrichtungen innerhalb von 15 Minuten entfernt	fehlt (zu großer Aufwand)
Density	Bevölkerungsdichte Nachverdichtung von Gebäude etc	Einrichtungen innerhalb von 15 Minuten entfernt	fehlt
Digitalisierung	Escooter WienMobil Rad Öffentliche Verkehrsmittel Partizipationsprojekte WLAN		

7.2 Quantitative Parameter

Bezogen auf die zurückgelegte Geschwindigkeit zu Fuß als Teil der Netzwerkanalyse, ist zu nennen, dass diese von unterschiedlichen Faktoren wie Alter, Geschlecht, gesundheitlicher Zustand und weiteren Merkmalen abhängig ist. In einer Studie von Morgenroth (2008) konnten folgende Gehgeschwindigkeiten ermittelt werden (NEUMEIER 2014: 24-25):

- bei Personen bis 24 Jahren im Durchschnitt 1,53 m/s
- bei Personen zwischen 25 und 44 Jahren 1,5 m/s
- bei Personen zwischen 45 und 64 Jahren 1,39 m/s
- bei Personen über 65 Jahren 1,24 m/s

Die durchschnittliche mittlere Geschwindigkeit kommt auf 1,45 m/s bzw. 5,2 km/h. Mit dieser Gehgeschwindigkeit kann innerhalb von 15 Minuten ungefähr 1.300 Meter zurückgelegt werden (NEUMEIER 2014: 24-25).

In der Tabelle 10 können alle Distanzparameter betrachtet werden, die im Zuge der Literaturrecherche gefunden wurden und als relevant für die Analyse bewertet wurden. Dazu gehören Vorgaben zur Distanz die fußläufig zu überwinden ist für Haltestellen von Öffentlichen Verkehrsmittel, Grünraum, Nahversorgung und Schulen. Diese Parameter sollen zusätzlich zum zeitlichen Parameter von 15 Gehminuten in der Analyse herangezogen werden.

Tabelle 10: Definierte Distanzparameter

Öffentliche Verkehrsmittel Haltestellen	150m zu Haltestelle von Wohnung entfernt (BÖCKER et al. 2020: 44) 300m zu nächster ÖV-Station (Umweltbundesamt 2011: 66) 500m zu Haltestelle (United Nations 2022a: 49)
Grünraum	Grünraum innerh. 250m von Wohnung (HAAS & PICHLER 2023: 44)
Nahversorgung	innerhalb 500m Radius Nahversorgung erreichbar (Umweltbundesamt 2011: 92)
Schule	nicht weiter entfernt als 0,5 Meilen / 800m (SZIBBO 2015: 29)

7.3 Einrichtungen nach Kategorien - POI

In der nachfolgenden Tabelle wurden auf Basis der zuvor definierten Parameter acht Kategorien der Bedürfnisse und die dazugehörigen Einrichtungen definiert.

Tabelle 11: Einrichtungen und Kategorien der Bedürfnisse (Eigene Erstellung)

Kategorie der Bedürfnisse	Einrichtung
Einkaufswege	Supermarkt Spar, Billa, Hofer, Penny, Lidl
	Drogerie BIPA, dm, Müller
	Märkte
	sonstige denms, Bioladen, Feinkost
	Restaurants
	Cafés
Freizeitmobilität	Erholung Parks, Grünflächen, öffentliche Freiräume, Spielplatz
	Sporteinrichtungen Schwimmbad, Fitnessstudio, Sportplätze
	Kultureinrichtungen Museen, Galerien, Musikveranstaltungen, Theater, Kino, Bücherei, Kirche
Bildung & Betreuung	Schule, Volksschule, Kindergarten, Österreichische Hochschulen, Pensionistenheim
Berufliche Wege	Arbeitsplatz/-standort
	Wohnstandortwahl
Gesundheitsversorgung	Apotheke
	(Fach-) Ärzte
	Krankenhaus
sonstige Dienstleistungen	Banken
	Öffentliche Behörden
	Altstoffsammelstellen
	Partizipationsprojekte
Kommunikation	Post
	Briefkasten
	öffentliche WLAN Standorte
Mobilitätsoptionen	U-Bahn
	Straßenbahn
	Bus
	Zug
	E-Scooter
	WienMobil Rad
Sicherheit	Polizei

8. Methode, Workflow & Umsetzung

Die methodische Vorgehensweise dieser Masterarbeit erstreckt sich über drei Phasen (siehe Abbildung 28).

Die erste Phase kann als der erste theoretische Teil gesehen und bezeichnet werden, da diese Phase hauptsächlich aus einer intensiven Literaturrecherche besteht. Denn im Zuge dieser Masterarbeit entsteht die Methode erst im Laufe der Literaturrecherche, da ein Kriterienkatalog auf Basis der Konzepte "Stadt der kurzen Wege" und "Sustainable Cities" aufgestellt werden muss.

Diese Literaturrecherche und Erstellung von Parametern und Kriterien wurde in den vergangenen Kapiteln bisher ausgearbeitet. Wichtig war dabei einerseits, einen Einblick in die Konzepte im Allgemeinen zu geben, um ein einfaches Verständnis über Definitionen und grundlegende Elemente vermitteln zu können. Es wurde auch auf die Relevanz der Thematik und der Konzepte in einem eigenen Abschnitt eingegangen, um einen zusätzlichen Einblick geben zu können. Andererseits war es allerdings auch wichtig, auf verschiedene Erreichbarkeitsanalysen einzugehen und anhand angewandter Beispiele aufzuzeigen, dass eine derartige Forschung wie hier in dieser Masterarbeit noch nicht umgesetzt wurde. Zum Schluss dieser Phase wurde das Untersuchungsgebiet Wien vorgestellt und die Wahl dessen versucht zu begründen.

Die zweite Phase dieser Masterarbeit beschäftigt sich mit der Umsetzung der Forschung und Beantwortung der Forschungs- sowie Arbeitsfragen und wird in den nachfolgenden Unterkapitel näher erläutert.

Die dritte und letzte Phase kann als zweiter theoretischer Teil gesehen werden und beinhaltet die Vorstellung der Ergebnisse der Erreichbarkeitsanalyse und die anschließende Erörterung mit Hilfe der Ergebnisse der Wiener Lebenszufriedenheitsstudie (2018). Zum Schluss folgt eine Conclusio mit einem Ausblick für potentielle Weiterentwicklungen der Ergebnisse in der Zukunft.

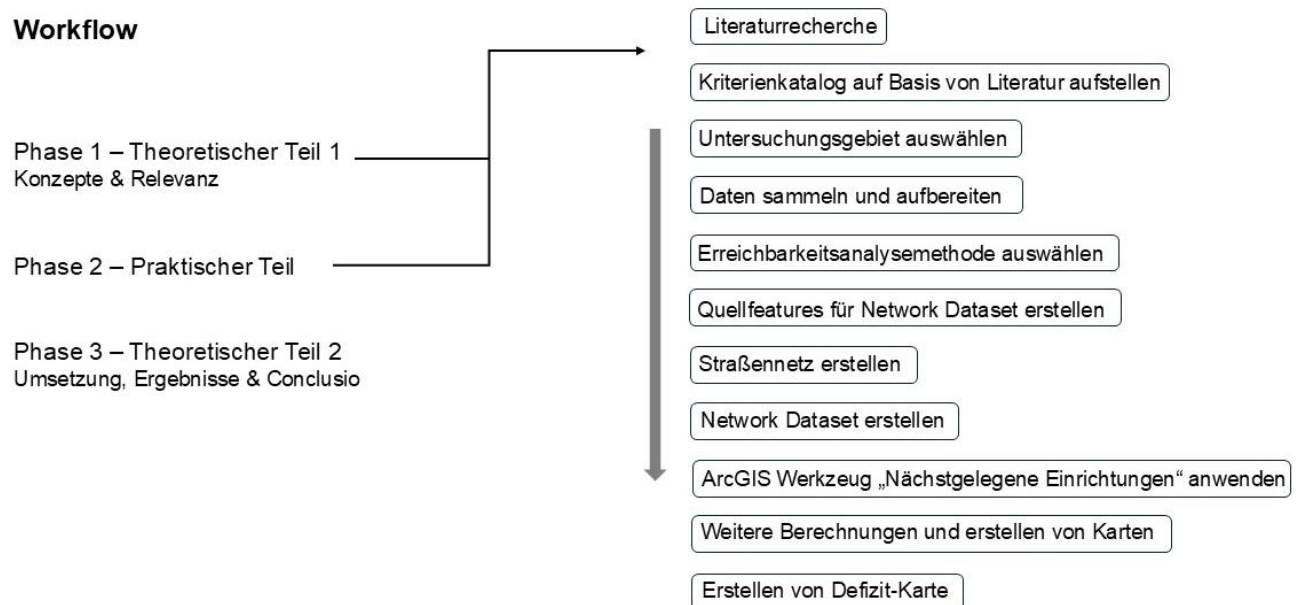


Abbildung 28: Workflow der methodischen Umsetzung (Eigene Erstellung)

8.1 Daten

Auf Basis der aufgestellten Kriterien in Kapitel 7 wurden zunächst die passenden Daten dazu gesucht und anschließend für die nachfolgende Erreichbarkeitsanalyse aufbereitet. Zum Schluss wurden aus diesen Daten die Quellfeatures für das Network Dataset erstellt.

8.1.1 Daten sammeln und aufbereiten

Bei der Recherche nach Daten für die Analyse dieser Masterarbeit war es wichtig bzw. wurde eine zusätzliche Herausforderung gestellt, frei verfügbare Daten zu finden und auf Basis dieser die Forschung umzusetzen.

In Österreich und insbesondere der Stadt Wien gibt es die Plattform "data.gv.at", auf der aus den verschiedenen Bundesländern frei verfügbare Daten gesammelt und für die Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Die Stadt Wien sammelt und erhebt einige Daten selbst und veröffentlicht einen gewissen Teil dieser Datensätze auf "data.gv.at". Ein Großteil der verwendeten Daten dieser Masterarbeit wurde daher von dieser Plattform bezogen, da sie meist relativ aktuell sind und nicht viele Fehler oder Lücken auf den ersten Blick aufweisen. Die Daten werden als WFS zur Verfügung gestellt und können erst nach Exportieren der einzelnen Feature Classes bearbeitet werden.

Ein weiterer großer Teil der verwendeten Daten dieser Masterarbeit stammt von der Plattform OpenStreetMap, wobei die Daten von "download.geofabrik.de" heruntergeladen wurden. OpenStreetMap ist eine Weltkarte, die aus frei verfügbaren und anwendbaren Geodaten besteht, die immer neu überarbeitet und bearbeitet wird.

In der auf der nächsten Seite angeführten Tabelle 12 können die benötigten Daten geordnet nach Kategorien der Bedürfnisse sowie Einrichtungen betrachtet werden. Dabei wird ersichtlich, über welche Datenquelle, data.gv.at oder OpenStreetMap, sie bezogen wurden.

Die Einrichtungen der Einkaufswege wurden ausnahmslos durch OpenStreetMap abgedeckt, da hier eine größere Menge an aktuellen Daten zur Verfügung stand und Subkategorien wie Drogerien, Cafés oder Märkte speziell ausgewiesen wurden. Die Daten der Stadt Wien waren dagegen nicht zufriedenstellend.

Für die Kategorie Freizeitmobilität wurden hauptsächlich die Daten über die Stadt Wien bezogen. Eine Ausnahme sind die Daten der Büchereien, die von OpenStreetMap verwendet und mit den anderen Einrichtungen verschmolzen wurden. Die Daten der Einrichtungen "Grünflächen, Parks und öffentliche Räume" dieser Kategorie wurden zwar auch über die Stadt Wien bezogen, aber nicht über das WFS. Stattdessen wurden sie zusätzlich von data.gv.at heruntergeladen, da sie mehr Daten beinhalteten. Der Datensatz heißt "Öffentlich zugängliche Grünflächen Wien", der von der Magistratsabteilung 22 - Umweltschutz der Stadt Wien generiert wurde. Eine Besonderheit dieses Datensatzes ist, dass die Grünflächen nicht nur als Polygone in einer Feature Class vorliegen, sondern auch eine weitere Feature Class vorhanden ist, die die zugehörigen Zugangspunkte zu diesen Grünflächen beinhaltet. Da für Verwendung der Network Analyst Erweiterung die verwendeten Features als Punkte vorliegen müssen, ist dieser Datensatz besonders gut für die Erreichbarkeitsanalyse geeignet.

Tabelle 12: Datenquellen der definierten Einrichtungen und Kategorien der Bedürfnisse (Eigene Erstellung)

Kategorie der Bedürfnisse	Einrichtung	Datenquelle
Einkaufswege	Supermarkt	OpenStreetMap
	Spar, Billa, Hofer, Penny, Lidl	
	Drogerie	
	BIPA, dm, Müller	
	Märkte	
	sonstige	
	denns, Bioladen, Feinkost	
	Restaurants	
	Cafés	
Freizeitmobilität	Erholung	OpenStreetMap; Stadt Wien - data.gv.at
	Parks, Grünflächen, öffentliche Freiräume, Spielplatz	
	Sporteinrichtungen	
	Schwimmbad, Fitnessstudio, Sportplätze	
	Museen, Galerien, Kultureinrichtungen	
	Musikveranstaltungen, Theater, Kino, Bücherei, Kirche	
Bildung & Betreuung	Schule, Volksschule, Kindergarten, Österreichische Hochschulen	Stadt Wien - data.gv.at
Berufliche Wege	Arbeitsplatz/-standort	
	Wohnstandortwahl	
Gesundheitsversorgung	Apotheke	Stadt Wien - data.gv.at
	(Fach-) Ärzte	
	Krankenhaus	
sonstige Dienstleistungen	Banken	OpenStreetMap; Stadt Wien - data.gv.at
	Öffentliche Behörden	
	Altstoffsammelstellen	
	Partizipationsprojekte	
Kommunikation	Post	OpenStreetMap; Stadt Wien - data.gv.at
	Briefkasten	
	öffentliche WLAN Standorte	
Mobilitätsoptionen	U-Bahn	OpenStreetMap; Stadt Wien - data.gv.at
	Straßenbahn	
	Bus	
	Zug	
	E-Scooter	
	WienMobil Rad	Wiener Linien
Sicherheit	Polizei	Stadt Wien - data.gv.at

Für die Kategorie Bildung und Betreuung sowie Berufliche Wege wurden ausschließlich Daten von der Stadt Wien und data.gv.at bezogen. Die Daten der Einrichtungen "Schule, Volkshochschule, Österreichische Hochschule, Kindergarten und Pensionistenheim" wurden über das WFS der Stadt Wien herangezogen. Die Einrichtungen "Arbeitsstandort" und "Wohnstandort" wurden allerdings über den Datensatz "Generalisierte Flächenwidmung Wien" auf data.gv.at bezogen. Diese Daten stammen von der Magistratsabteilung 21 A - Stadtplanung und Flächenwidmung Innen-Südwest der Stadt Wien. In diesem Datensatz werden die Flächenwidmungs- und Bebauungspläne in generalisierter Form dargestellt. Dabei sind zwar Widmungskategorien und Bauklassen angegeben, die Bauweise ist jedoch nicht enthalten. Für die Einrichtung "Wohnstandorte" wurde dieser Datensatz nach "Wohnnutzung" und "Gemischter Nutzung" gefiltert. Die Arbeitsstandorte wurden hingegen nach "Gemischter Nutzung" und "Betriebliche Nutzung" gefiltert. Da dieser Datensatz ursprünglich aus Polygonen der Baublöcke besteht, können in der Abbildung 29 die Wohnstandorte derart betrachtet werden. Für die Erweiterung Network Analyst und das Network Dataset war es jedoch notwendig, diesen Datensatz in Punkte umzuwandeln. Mit Hilfe des Data Management Tools "Feature in Punkt" wurde daher eine neue Feature Class mit Punkten, die innerhalb des Eingabe-Features platziert wurden, berechnet. Jene Wohnstandorte als Punkt können in Abbildung 30 betrachtet werden. In Abbildung 31 sind außerdem jene Sprengel zu sehen, die keine Wohnstandorte aufweisen und somit keine Analysen ermöglichen.

Wohnstandorte auf Basis der Flächenwidmung in Wien

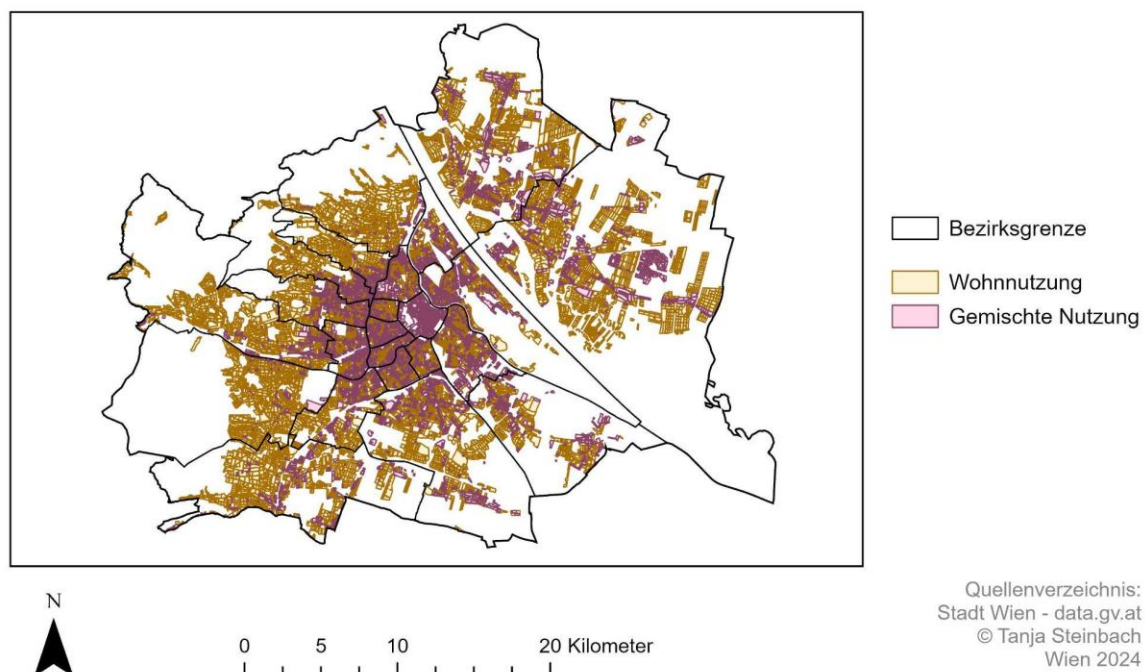


Abbildung 29: Wohnstandorte auf Basis der Flächenwidmung in Wien (Eigene Erstellung)

Wohnstandorte in Wien

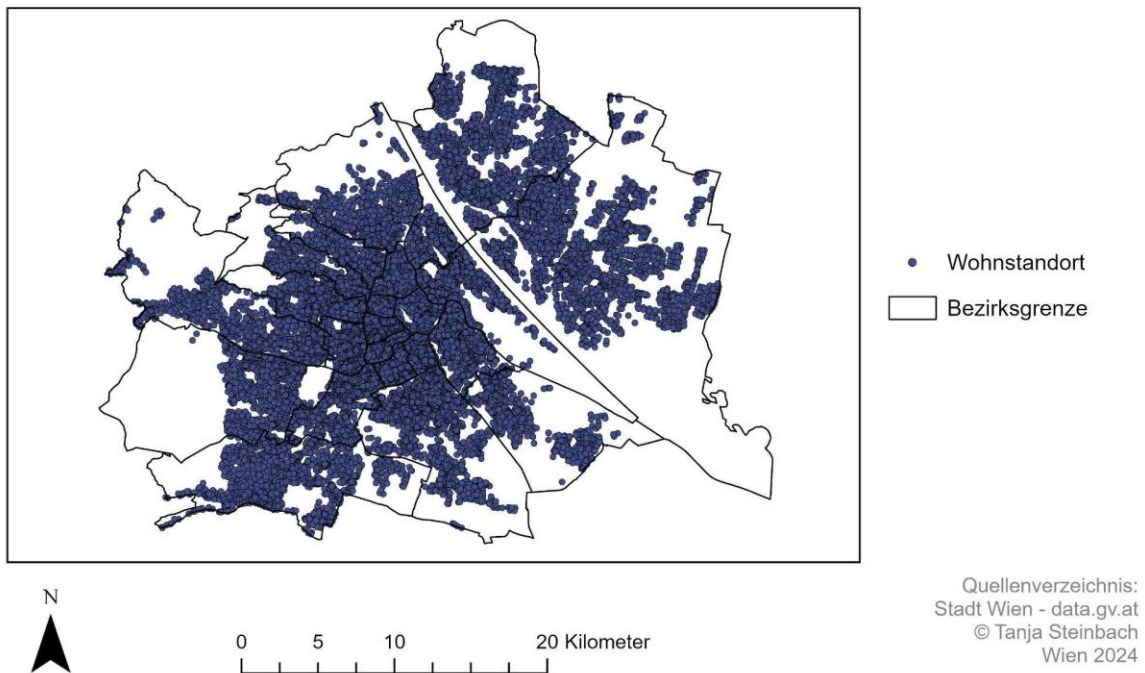


Abbildung 30: Wohnstandorte in der Stadt Wien (Eigene Erstellung)

Sprengel ohne Wohnstandorte in Wien

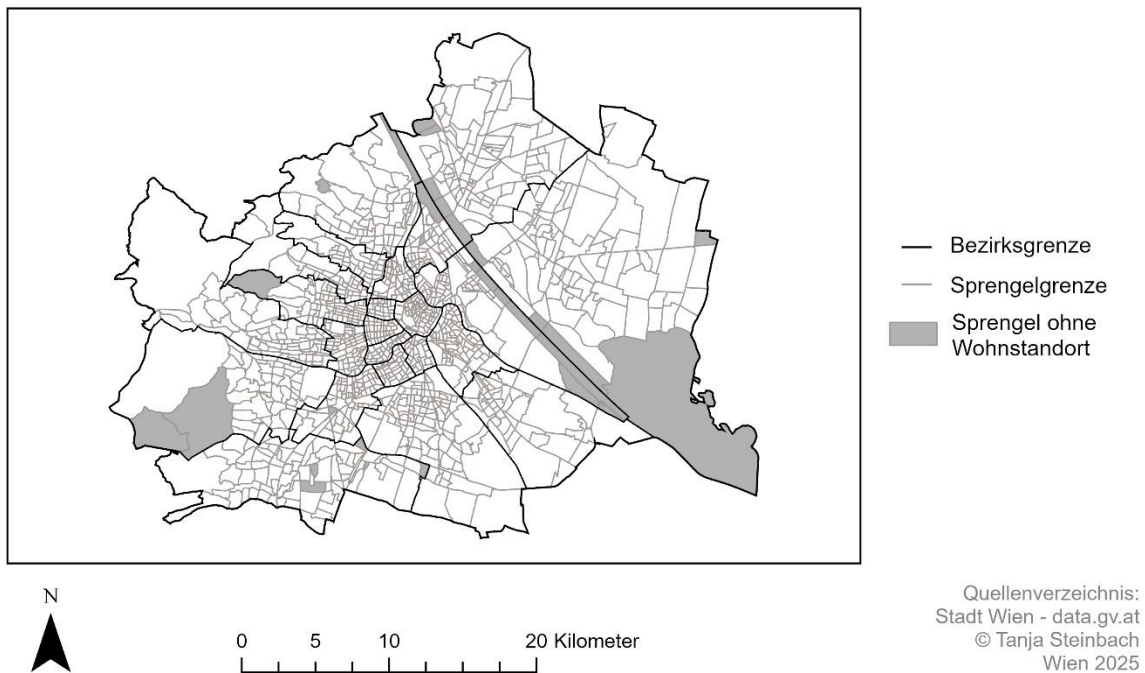


Abbildung 31: Sprengel ohne Wohnstandorte in Wien (Eigene Erstellung)

Die Daten für die Einrichtungen der Kategorien „Gesundheitsversorgung“ und „Sicherheit“ wurden alle über das WFS der Stadt Wien bezogen. Für die Kategorie „Sonstige Dienstleistungen“ und „Kommunikation“ wurden ebenfalls Datensätze des WFS der Stadt Wien herangezogen, sowie Datensätze von OpenStreetMap. Nach Betrachtung des Datensatzes für die Altstoffsammelstellen fiel auf, dass die Daten vom 22. und 23. Wiener Gemeindebezirks fehlen. Nach einem Vergleich mit dem digitalen Stadtplan der Stadt Wien, der auf den Daten des WFS basiert, müssten die Daten aber existieren, da sie im Stadtplan enthalten sind. Obwohl die Daten fehlerhaft sind, wurden sie trotzdem für die Analyse verwendet, da sie wertvolle Informationen in den anderen Bezirken enthalten. Für die Endanalyse wird die Tatsache der fehlenden Daten der beiden Bezirke berücksichtigt.

Die letzte Kategorie „Mobilitätsoptionen“ verwendet Daten von OpenStreetMap und der Stadt Wien über das WFS. Allerdings wurden die Daten für die Stationen von „WienMobil Rad“ zusätzlich über die Wiener Linien bezogen. Diese waren allerdings nicht zum Download verfügbar, sondern mussten stattdessen selbst auf Basis der Karte auf der Webseite der Wiener Linien kartiert werden.

Die Daten für das benötigte Straßennetz wurden ebenfalls von OSM bezogen. Neben dem crowdsourced OSM-Straßennetz steht in Österreich allerdings auch ein OGD-Verkehrsnetz von GIP (Graphenintegrations-Plattform) frei zur Verfügung. Der Datensatz der GIP ist deutlich umfangreicher und beschreibt knapp 50 verschiedene Straßentypen, während OSM-Straßen in nur 24 Klassen unterteilt sind. Da für diese Arbeit jedoch ein Straßennetz gesucht wurde, das insbesondere alle von Fußgänger genutzten Straßen und Wege enthält, war es nicht relevant wie detailreich der verwendete Datensatz aufbereitet ist, sondern wie simpel und effizient er gestaltet ist, um schnell und einfach die benötigten Straßen zu filtern. Denn Straßentypen, die als „Gehweg“ oder „Fußweg“ klassifiziert wurden, reichen allein nicht aus, um ein Straßennetz für Fußgänger zu definieren. Denn viele Schnellstraßen und andere von Autos befahrene Straßen werden auch von Fußgänger genutzt, jedoch fehlen oftmals die parallel verlaufenden, eingezeichneten Gehwege in den Daten. Dadurch müssen auch andere Straßentypen außer den klassifizierten „Gehwegen“ und „Fußwegen“ überprüft und berücksichtigt werden. Bei einem Datensatz mit circa 50 Klassen wäre das ein hoher zeitlicher Aufwand gewesen, die Daten entsprechend zu untersuchen und zu filtern. Ein weiterer Aspekt, der für die Verwendung von OSM-Daten sprach, war die gute Vergleichbarkeit mit anderen Städten oder Regionen der Welt. Denn die Daten von OpenStreetMap sind weltweit (frei) verfügbar, wodurch ähnliche Analysen wie z.B. die Erreichbarkeitsanalyse und Methode in dieser Arbeit für andere Städte auf Basis dieser Daten durchgeführt und die Ergebnisse verglichen werden können. Außerdem stellt nicht jedes Land oder Stadt ein gutes OGD-Straßennetzwerk zur Verfügung, um anschließend die Ergebnisse vergleichen zu können. Mit der Verwendung der einheitlichen OSM-Daten ist eine Datenvergleichbarkeit dagegen eher gegeben als mit verschiedenen OGD-Daten, die auf unterschiedlichen Vorgaben je nach Land oder Stadt basieren. Der dritte und letzte Aspekt, der die Wahl von OSM unterstrich, waren einige wissenschaftliche Paper, die in der Literatur zu finden sind und in ihren Forschungen OpenStreetMap für ihre Verkehrsnetze gewählt haben, um ihre Erreichbarkeitsanalysen durchzuführen. Dazu gehören z.B. die Forschungen von C. Seip (2015: 99-107), Sebastian Rauch und Jürgen Rauh (2016: 441-442) sowie Yage Cui und ihren Co-Autoren (2020: 2).

8.1.2 Quellfeatures für Network Dataset erstellen

Da für die Erreichbarkeitsanalyse die ArcGIS Erweiterung “Network Analyst” gewählt wurde, ist es notwendig für weitere Berechnungen ein Network Dataset, also ein Netzwerk aus Straßenlinien, zu erstellen. Jene Features, die in ein Network Dataset gespeist werden, nennen sich “Quellfeatures”.

Im Zuge dieser Masterarbeit und dieses Network Datasets wurden die Quellfeatures bzw. Straßendaten über OpenStreetMap bezogen. Der “roads”-Datensatz von OSM enthält aktuelle Features und kann leicht bearbeitet werden. Bevor der OSM-roads-Datensatz allerdings zu Quellfeatures umgewandelt werden konnte, musste er in mehreren Arbeitsschritten überarbeitet werden.

1. Als erstes musste der Datensatz auf das Untersuchungsgebiet zugeschnitten werden.
2. Anschließend wurden all jene Straßentypen entfernt, auf denen es nicht möglich ist, sich zu Fuß fortzubewegen. Dazu gehören Autobahnen und bestimmte Haupt-/Bundesstraßen.
3. Radwege sind Straßentypen, die auf den ersten Blick eigentlich auch rausgelöscht werden müssten. Aber nach genauer Kontrolle und einem Vergleich mit dem Street View von Google Maps fiel auf, dass manche Wege, die als Radweg ausgewiesen wurden, auch von Fußgängern genutzt werden, jedoch nicht als Fußweg bzw. “footway” gespeichert sind. In der Abbildung 32 ist ein Ausschnitt zu sehen, auf dem in der Farbe Pink Radwege eingezeichnet wurden. Die Radwege führen hier entlang des Donaukanals, dessen Wege nicht nur für Radfahrer, sondern auch für Fußgänger zur Fortbewegung zur Verfügung stehen.

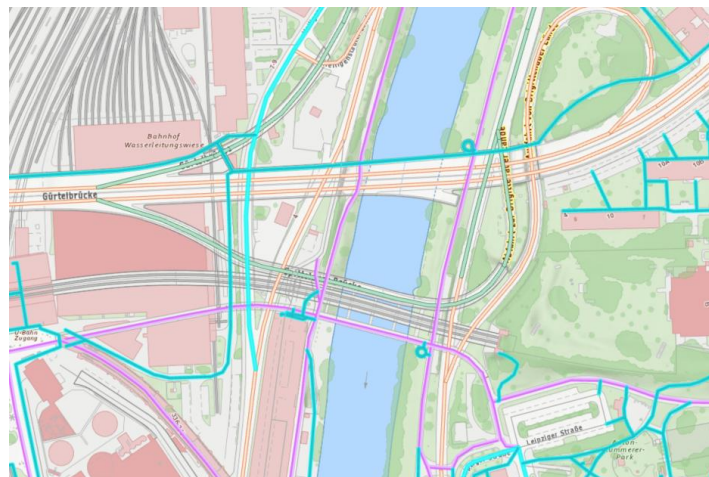


Abbildung 32: Radwege in rosa, die auch Fußgänger benutzen

4. Als nächstes wurden die bereinigten Features in der Feature Class “wien_roads_osm_footway” gespeichert und der Attributtabelle zwei neue Spalten, die für die Erreichbarkeitsanalyse essentiell sind, hinzugefügt. Als erstes wurde die Spalte “length_m” hinzugefügt, die die Länge der Strecke zur später berechneten Einrichtung in Metern berechnet. Als nächstes wurde die Spalte “time_min” bzw. “wegzeit” hinzugefügt und das Feld auf Basis der Spalte “length_m” berechnet. Beide Berechnungen kann in der Abbildung 33 betrachtet werden.

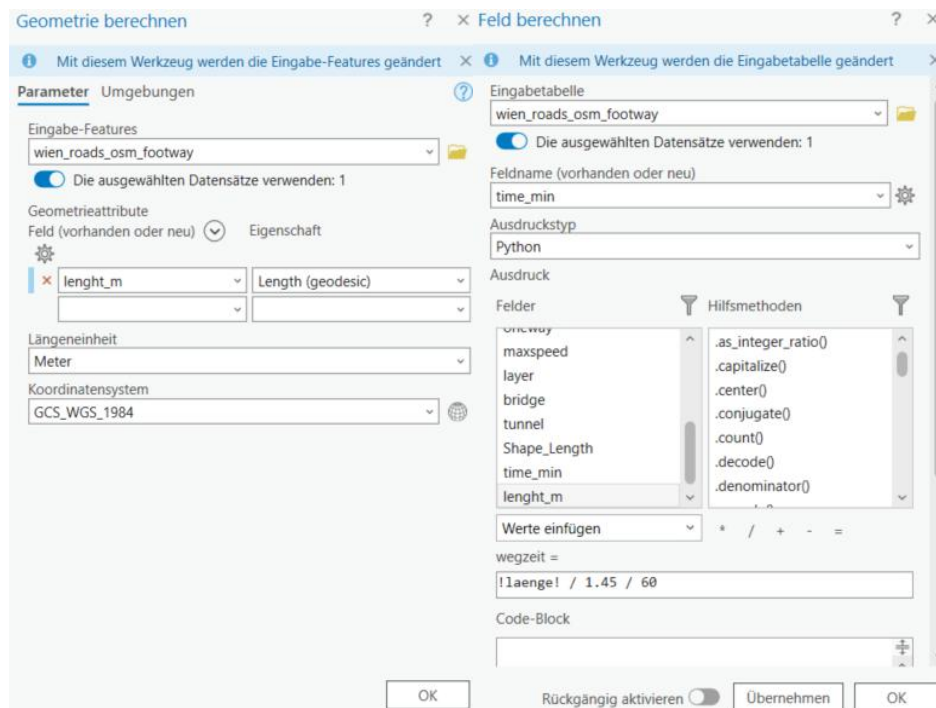


Abbildung 33: Erstellung der Spalten Zeit und Distanz

5. Als nächstes wurde die Feature Class in ein Test-Network Dataset geladen, um die Funktionalität zu überprüfen. Dabei wurden drei Probleme aufgedeckt, die noch gelöst werden mussten, bevor die Netzwerkanalyse durchgeführt werden konnte.
6. **Erstes Problem:** Viele Straßen des OSM-roads-Datensatzes sind an Kreuzungen nicht geteilt bzw. gespalten. Bei der Anwendung eines Routen-Solvers ist es daher nicht möglich eine Route zu finden, da die aufeinandertreffenden Straßen nicht zueinanderfinden. Sie benötigen daher Verbindungsstellen. Die Lösung wurde mittels dem Data Management Werkzeug "Linie an Punkt teilen" gefunden. Dabei wurden die Straßen mit den vom Network Dataset generierten Verbindungsstellen (Junctions) geschnitten. Diese Features wurden nochmals in das Test-Network-Dataset geladen und das Straßennetz nochmal berechnet.



Abbildung 34 und 35: Route kann nicht berechnet werden; Manche Verbindungspunkte fehlen (in Gelb)

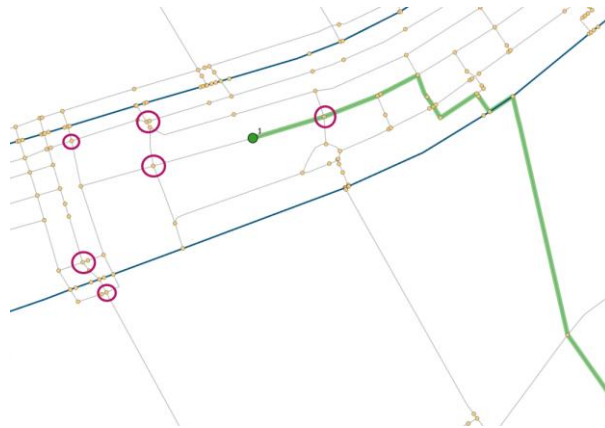


Abbildung 35: Fehlende Verbindungspunkte nun vorhanden
und Route wurde berechnet

7. **Zweites Problem:** An manchen Stellen fehlen Straßenstücke. Nach näherer Überprüfung ist aufgefallen, dass manche Haupt-/Bundesstraßen doch Fußwege aufweisen und in der ersten Berechnung des Straßennetzes fehlten (Abbildung 36). Da jedoch nicht alle Haupt-/Bundesstraßen auch Fußwege an den Seiten vorweisen können, ist es nicht möglich, alle wieder hinzuzufügen. Stattdessen wurden alle entsprechenden Haupt-/Bundesstraßen mittels Definitionsabfrage und Abgleich mit Google Maps in einer eigenen Feature Class ausgewählt und dann mit der Feature Class des Straßennetzwerks wieder hinzugefügt (Abbildung 37). Vor der Verschmelzung müssen den Haupt-/Bundesstraßen-Features allerdings noch die beiden Spalten "wegzeit" und "length" erstellt und berechnet werden, sowie das Werkzeug "Linie an Punkt teilen" nochmals angewendet werden.



Abbildung 36: Straßenstücke fehlen

Abbildung 37: Hinzugefügte Haupt-/Bundesstraßen

8. **Drittes Problem:** Die Straßensegmente der OSM-roads-Feature Class weisen Richtungseigenschaften auf. Bei der Berechnung einer Route im Test-Network-Dataset fiel auf, dass die Richtungen basierend auf dem Autoverkehr vorhanden sind und dadurch Wege nicht korrekt für Fußgänger berechnet werden. Als Lösung galt es alle Straßensegmente in der Attributtabelle auf "B" (in beide Richtungen), statt "F" (nur eine Richtung) zu ändern (siehe Abbildung 38).

wien_roads_osm_all_S_tLineAtPo_merge									
Feld: Hinzufügen Berechnen Auswahl: Nach Attributen auswählen Zoomen auf Umkehren Aufheben Löschen Kopieren									
F 83 von 8223									
B 8223 Ersetzungen durchgeführt									
CTID *	Shape *	osm_id	code	fclass	name	ref	oneway	maxspeed	layer
139	Polylinie	4469877	5113	primary	Schönbrunner Schlosst...	B1	B	50	0
140	Polylinie	4469877	5113	primary	Schönbrunner Schlosst...	B1	B	50	0
141	Polylinie	4469877	5113	primary	Schönbrunner Schlosst...	B1	B	50	0
142	Polylinie	4469877	5113	primary	Schönbrunner Schlosst...	B1	B	50	0
143	Polylinie	4469877	5113	primary	Schönbrunner Schlosst...	B1	B	50	0

Abbildung 38: Korrektur Spalte „oneway“ in roads-feature class

Das Endergebnis des erstellten Straßennetzes und Network Datasets kann in den beiden nachfolgenden Abbildungen genauer betrachtet werden.

Wiener Straßennetz

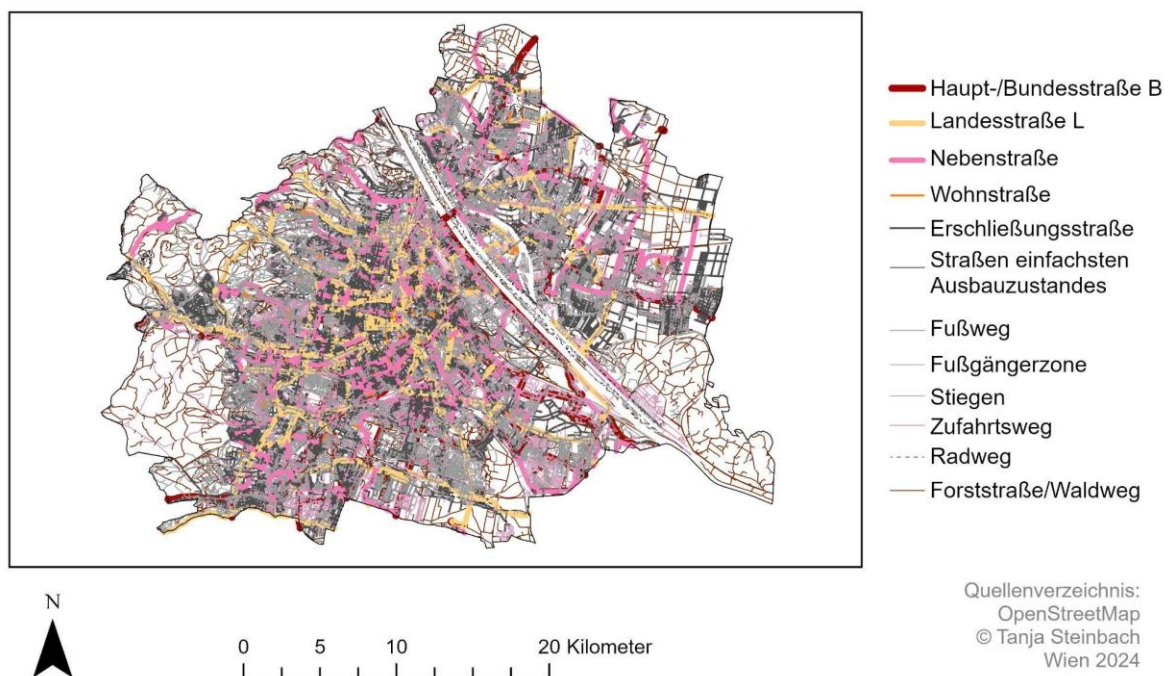


Abbildung 39: Wiener Straßennetz (Eigene Erstellung)

Wiener Straßennetz anhand eines Ausschnitts

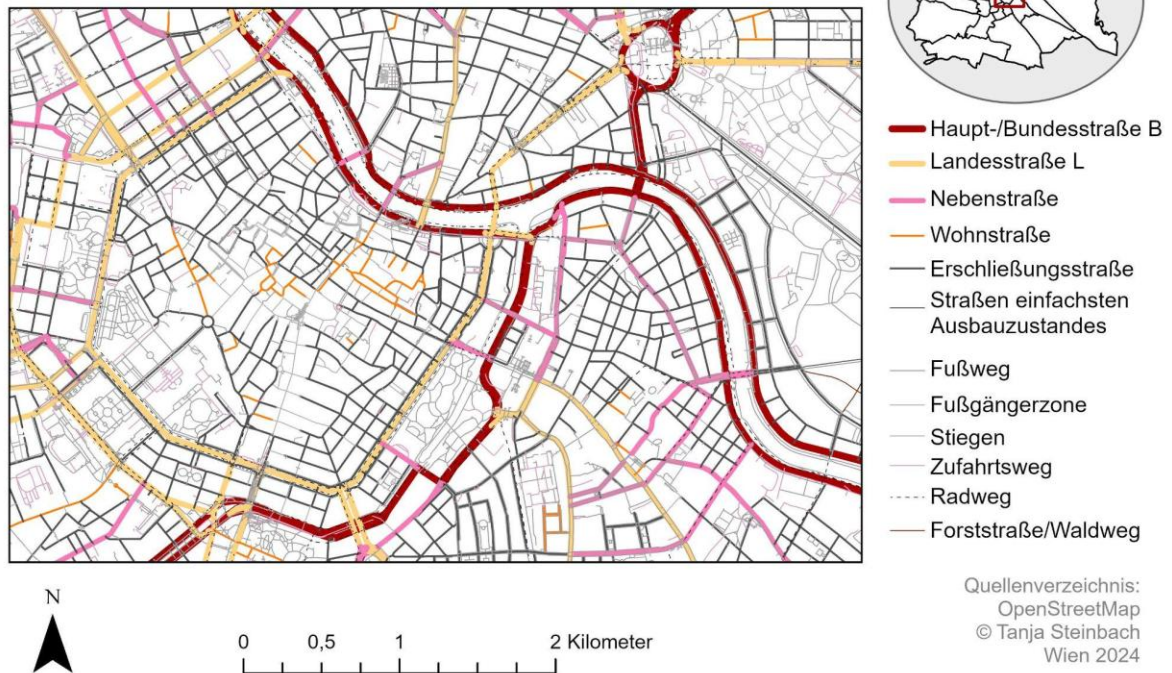


Abbildung 40: Wiener Straßennetz anhand eines Ausschnitts (Eigene Erstellung)

8.1.3 Feature Classes

Auf Basis der gesammelten Daten und der Definition von Einrichtungen wurden die Feature Classes für die nachfolgende Netzwerkanalyse erstellt. In der auf der nächsten Seite aufgeführten Tabelle können die 33 definierten Feature Classes in der grauen Spalte betrachtet werden

Tabelle 13: Feature Classes auf Basis der definierten Einrichtungen und Kategorien der Bedürfnisse

Kategorie der Bedürfnisse	Einrichtung	Datenquelle	Feature Classes
Einkaufswege	Supermarkt	Spar, Billa, Hofer, Penny, Lidl	Supermarkt 15 min entfernt
	Drogerie	BIPA, dm, Müller	Supermarkt 500m entfernt
	Märkte		Drogerie
	sonstige	denns, Bioladen, Feinkost	Markt
	Restaurants		Café, Restaurant oder Feinkostladen
	Cafés		
Freizeitmobilität	Erholung	Parks, Grünflächen, öffentliche Freiräume, Spielplatz	Grünflächen 15 min entfernt
	Sporteinrichtungen	Schwimmbad, Fitnessstudio, Sportplätze	Grünflächen 250m entfernt
	Kultureinrichtungen	Museen, Galerien, Musikveranstaltungen, Theater, Kino, Bücherei, Kirche	Spielplätze
Bildung & Betreuung	Schule, Volksschule, Kindergarten, Österreichische Hochschulen		Sporteinrichtungen
	Arbeitsplatz/-standort		Kultureinrichtungen
	Wohnstandortwahl		
Berufliche Wege			Universitäten
			Kindergärten
			Schule 15 min entfernt
Gesundheitsversorgung	Apotheke		Schule 800m entfernt
	(Fach-) Ärzte		Pensionistenheime
	Krankenhaus		Arbeitsstandorte
sonstige Dienstleistungen	Banken		
	Öffentliche Behörden		
	Altstoffsammelstellen		
	Partizipationsprojekte		
Kommunikation	Post		
	Briefkasten		
	öffentliche WLAN Standorte		
Mobilitätsoptionen	U-Bahn		
	Straßenbahn		
	Bus		
	Zug		
	E-Scooter		
	WienMobil Rad		
Sicherheit	Polizei		

8.2 Network Dataset erstellen

Um ein Network Dataset zu erstellen, ist es notwendig, alle bisherigen Features Classes innerhalb eines klassischen Features Datasets abzuspeichern. Wichtig ist dabei, dass alle Feature Classes denselben Raumbezug aufweisen und die ObjektID nicht 64-bit aufweist. Anschließend wird mit einem Rechtsklick auf das Feature Dataset und einem Klick auf “Neu” ein Dropdown-Menü geöffnet, das die Erstellung eines Network Datasets vorschlägt (Abbildung 41). In der Abbildung können die Einstellungen und die Erstellung des Datasets betrachtet werden. Es wurde auf die Generierung von Höhenwerte verzichtet, da sie in dieser Forschung und Analyse nicht berücksichtigt wurden. Die Eingabe Quell-Feature-Class ist das zuvor aufbereitete Straßennetz auf Basis der OpenStreetMap Daten, hier mit dem Namen “wien_roads_osm_all_SplitLineAtPo_merge”. Das neu erstellte Network Dataset wurde “Wien_merge_ND” genannt.

Nachdem das Grundgerüst des Network Datasets geschaffen wurde, müssen noch einige Einstellungen festgelegt werden, bevor es in eine Karte importiert und für Netzwerkanalysen verwendet werden kann. Mit einem Rechtsklick auf das Dataset öffnete sich unter Einstellungen ein Fenster, um die Eigenschaften festzulegen.

Als erstes wurde in der Rubrik “Allgemein” das Feld für die “Einzugsgebiet-Index”-Indizes angekreuzt. In dieser Rubrik war am Anfang ersichtlich, dass für die Kanten, Knoten und Kantenübergänge noch keine Werte vorhanden sind (Abbildung 42). Nach der Berechnung des Network Datasets wurde diese aber schließlich befüllt.

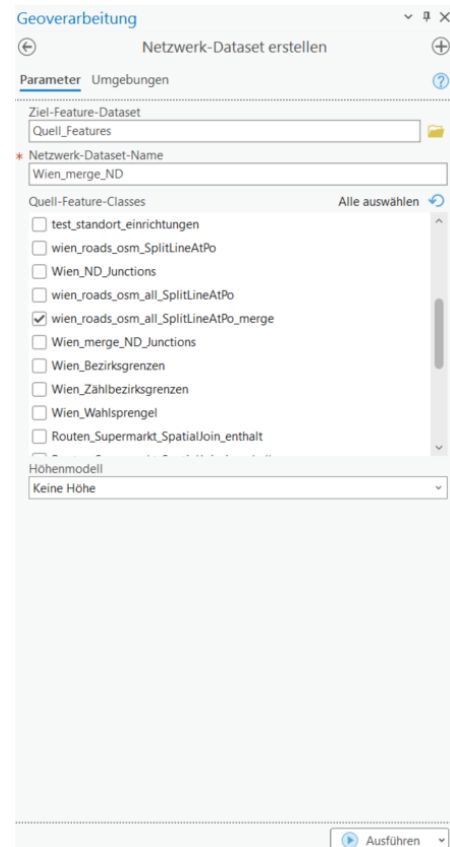


Abbildung 41: Erstellung des Network Datasets – Schritt 1

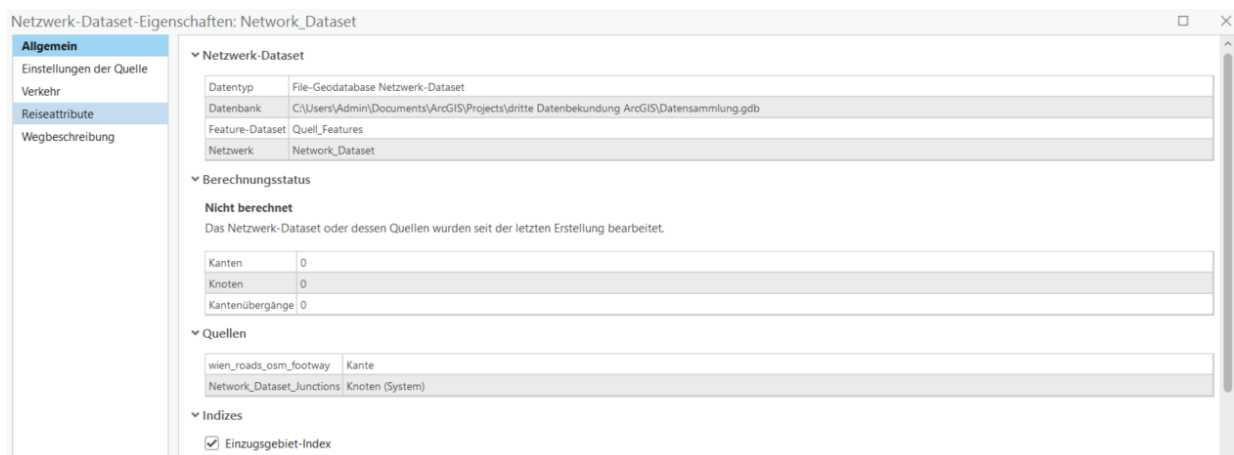


Abbildung 42: Erstellung des Network Datasets – Schritt 2

Als nächstes wurde die Rubrik “Reiseattribute” geöffnet, um Reisekosten definieren zu können. Zunächst wurde ein neuer Reisemodus erstellt und die Impedanz auf “Gehen”

gestellt, da sich diese Masterarbeit nur auf zu Fuß gehen fokussiert und die Netzwerkanalysen auf Basis dieser Information Wege berechnen kann.

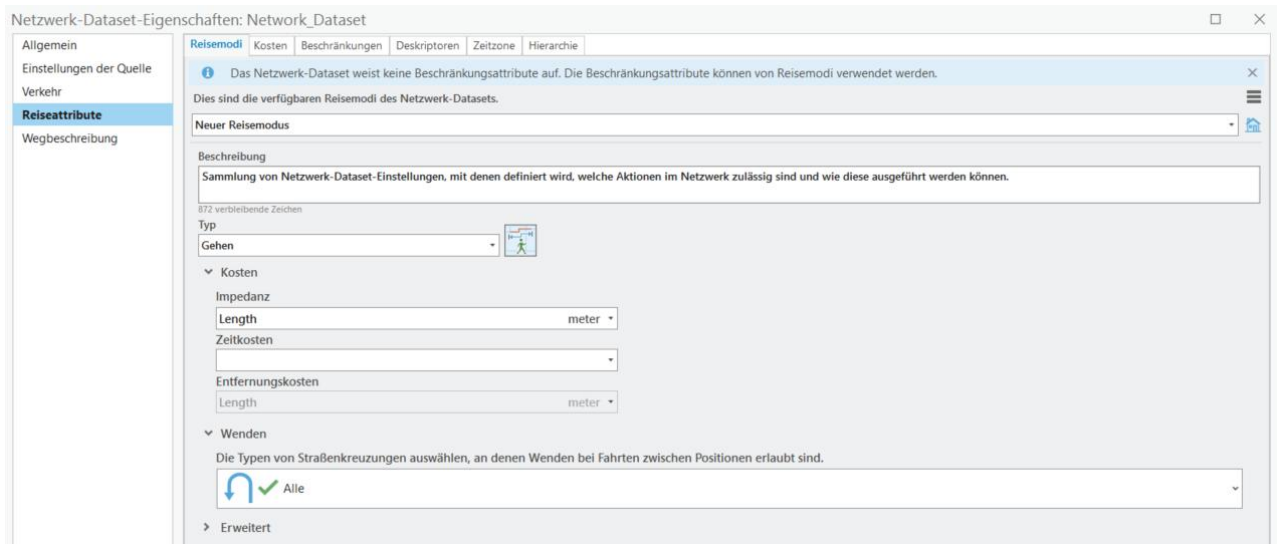


Abbildung 43: Erstellung des Network Datasets – Schritt 3

Anschließend wurden die ersten Reisekosten festgelegt, unter dem Namen “wegzeit”, um diese mit der neu erstellten Spalte des Straßennetzwerks verbinden zu können. Unter “Typ” wird daher “Feldskript” angegeben und mittels Python als Sprache mit der Spalte verknüpft. Das hat zur Folge, dass im Laufe einer Netzwerkanalyse diese Spalte mit der zurückgelegten Zeit, die von Ereignissen zu Einrichtungen benötigt wird, befüllt wird. Unter “Einheiten” werden Minuten als zeitliche Einheit angegeben.

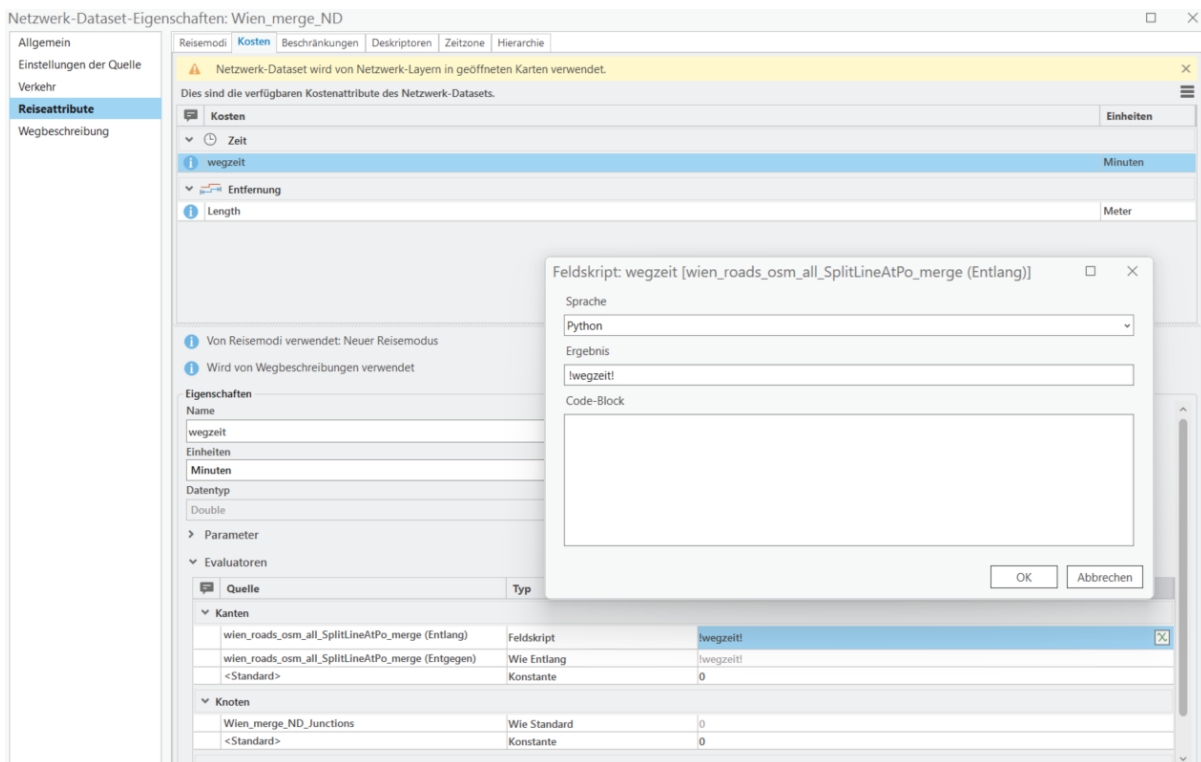


Abbildung 44: Erstellung des Network Datasets – Schritt 3.1

Die zweiten Reisekosten beinhalten die Länge der Strecke, die von Ereignissen zu Einrichtungen zurückgelegt wird. Diese Information wird wie auch die “wegzeit” in der neuen

Spalte der Straßen-Quell-Feature-Class gespeichert. Als Einheit werden Meter angegeben und für den Typ der Kanten “Feldskript” der Wert !Shape! angegeben, um die Spalte mit dem Netzwerk Dataset zu verknüpfen.

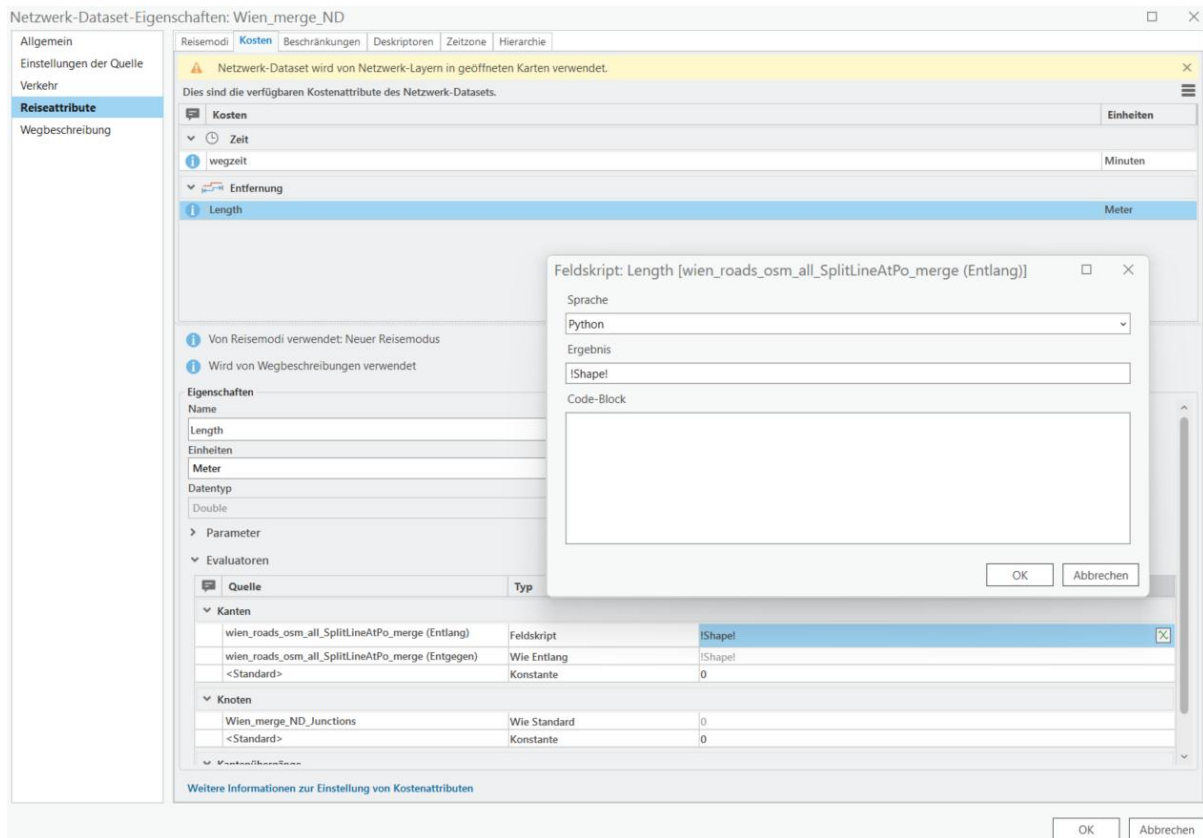


Abbildung 45: Erstellung des Network Datasets – Schritt 3.2

Anschließend wurde noch unter der Rubrik “Wegbeschreibung” das Erhalten von Wegbeschreibungen aktiviert, die bei der Berechnung von Routen als Teil des Ergebnisses berechnet und präsentiert werden. Mit Hilfe der Wegbeschreibungen war es möglich, zu kontrollieren, ob das Werkzeug korrekt arbeitet oder Fehler sowie Probleme vorliegen. Beispielsweise konnte dadurch die Dauer von zurückgelegten Strecken mit einem Vergleich mit derselben Route auf Google Maps einfach und schnell überprüft werden.

Nachdem alle Einstellungen festgelegt wurden, wurde mit einem Rechtsklick auf das Network Dataset, das sich noch nicht auf der Karte befindet, und einem Klick auf “Berechnen” berechnet. Dabei wird das fertige Netzwerk mit seinen Kanten und Verbindungsstellen in die Karte importiert. Außerdem werden zwei neue Feature Classes mit den Quellfeatures, den Kanten bzw. Straßen sowie den Verbindungsstellen bzw. Junctions erstellt. Auf Basis dieser Grundlage konnten nun Netzwerkanalyse-Layer erstellt und die Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt werden.

8.3 Nächstgelegene Einrichtungen berechnen

Wie schon in Kapitel 5.1.4. erwähnt, bietet die ArcGIS Erweiterung Network Analyst mehrere Möglichkeiten an Netzwerkanalysen durchzuführen. Für diese Masterarbeit wurde aus der vorhandenen Liste daher der “Nächstgelegene Einrichtung”-Solver gewählt, da er jene Ergebnisse generiert, mit denen gut weitergearbeitet werden konnte. Beispielsweise war es

möglich die Analyse für mehrere Startpunkte durchzuführen. Da der Startpunkt in dieser Forschung nicht nur aus einem Punkt, sondern aus mehreren Punkten besteht, nämlich den Wohnstandorten, war dies eine besonders wichtige Voraussetzung für die Wahl des jeweiligen Werkzeugs. Dasselbe gilt für die Zielpunkte. Für diese Erreichbarkeitsanalyse war es notwendig, von mehreren Startpunkten aus zu mehreren Zielpunkten die kürzeste Route ermitteln zu können. Außerdem sollte das Ergebnis die genaue Distanz in Metern (Länge) und benötigte Zeit (in Minuten) der Routen in einer Tabelle ausgeben können. Mit Hilfe des "Nächstgelegene Einrichtung"-Solvers waren diese Anforderungen umsetzbar und erreichbar.

Im Zuge dieser Erreichbarkeitsanalyse wurde daher für alle definierten Einrichtungen, die als Teil der Kategorien von Bedürfnissen aufgestellt wurden, die Analyse durchgeführt und der "Nächstgelegene Einrichtung"-Solver als Werkzeug eingesetzt. Insgesamt wurden 27 Netzwerkanalyse-Layer erstellt und die nächstgelegenen Einrichtungen ermittelt.

Um einen Netzwerkanalyse-Layer für den "Nächstgelegenen Einrichtung"-Solver zu erstellen, mussten zunächst die "Einrichtungen" und "Ereignisse" festgelegt werden. Für alle 27 Layer wurden die Wohnstandorte als "Ereignisse" definiert. Die Punkte der 27 verschiedenen Einrichtungen wurden als "Einrichtungen" bestimmt. Üblicherweise ist es anschließend möglich einen Grenzwert für die zuvor definierten Kosten, in diesem Fall Wegzeit und Distanz, anzugeben. Für diese Analyse wurde jedoch kein Grenzwert angegeben, da alle Daten für die weitere Bearbeitung benötigt wurden.

Eine wichtige Einstellung für die Festlegung der Einrichtungen und Ereignisse war es das Feld "An Netzwerk fangen" anzukreuzen und einen Fangversatz von 0 Meter zu definieren (Abbildung 46). Bei ersten Testberechnungen stellte sich nämlich heraus, dass die berechneten Routen sich nur entlang des definierten Netzwerks befinden, die Punkte sich jedoch nicht entlang des Netzwerks befinden. Da es einerseits nicht möglich ist, die Punkte für die Einrichtungen und Wohnstandorte anders zu positionieren, war es notwendig, das Feld "An Netzwerk fangen" anzukreuzen. Andererseits war es im nächsten Arbeitsschritt notwendig, all jene Wohnstandorte herauszufiltern, die mehr als 15 Minuten zur jeweiligen Einrichtung benötigten. Da das Ergebnis des "Nächstgelegene Einrichtung"-Solvers eine Linie ist, können durch das Fangen der Punkte am Straßennetzwerk die Routen genauer berechnet werden (siehe Abbildung 47).

Eigenschaft	Feld
Name	Feldname:
CurbApproach	NUTZUNGSFO
Attr_wegzeit	Standardwert:
Attr_Length	
Cutoff_wegzeit	

☐ An vorhandene Standorte anhängen
☒ An Netzwerk fangen
Fangversatz: 0 Meter

Erweitert

Übernehmen OK

Abbildung 46: An Netzwerk Standorte fangen



Abbildung 47: Standorte bevor und nachdem sie am Netzwerk gefangen wurden

Im nachfolgenden Ausschnitt können in einem Berechnungsbeispiel jene Routen betrachtet werden, die als Ergebnis ermittelt wurden und die längste Zeit in Anspruch nehmen, um von einem Wohnstandort zu einer Einrichtung zu gelangen. In diesem Beispiel gibt es 1.231 von 21.220 Wohnstandorte, von denen aus mehr als 15 Minuten zu Fuß zu einem Supermarkt benötigt werden.

Routen											
Feld:	Hinzufügen	Berechnen	Auswahl:	Nach Attributen auswählen	Zoomen auf	Umkehren	Aufheben	Löschen	Kopieren		
		IncidentCurbApproach	FacilityCurbApproach	IncidentID	StartTime	EndTime	StartTimeUTC	EndTimeUTC	Total_wegzeit	Total_Length	Shape_Length
1	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Linke Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	11693	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	99.109206	8622.500926	0.094293
2	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Rechte Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	11694	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	98.1387	8538.066924	0.093493
3	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Linke Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	6368	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	89.517792	7788.047862	0.086058
4	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Rechte Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	6011	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	89.016152	7744.405183	0.085606
5	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Rechte Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	6450	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	88.654813	7712.968724	0.085365
6	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Rechte Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	6461	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	67.853234	5903.231331	0.065301
7	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Linke Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	5809	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	67.756132	5894.783483	0.065197
8	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Rechte Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	6462	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	66.213359	5760.562214	0.063541
9	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Linke Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	6050	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	65.956372	5738.204364	0.063114
10	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Rechte Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	6490	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	65.472548	5696.111657	0.062841
11	gende Wohnnutzung - Billa	Linke Seite des Fahrzeugs	Linke Seite des Fahrzeugs	1205	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	64.770278	5635.014171	0.059631
12	gend gemischte Nutzung - Billa	Linke Seite des Fahrzeugs	Linke Seite des Fahrzeugs	17716	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	64.765932	5634.636084	0.058891
13	gende Wohnnutzung - Billa	Rechte Seite des Fahrzeugs	Linke Seite des Fahrzeugs	1198	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	64.612932	5621.325075	0.059501
14	gende Wohnnutzung - denn's Biomarkt	Linke Seite des Fahrzeugs	Rechte Seite des Fahrzeugs	6326	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	64.28044	5592.398246	0.061653
15	gende Wohnnutzung - Billa	Rechte Seite des Fahrzeugs	Linke Seite des Fahrzeugs	1193	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	64.199796	5585.382214	0.058988
16	gend gemischte Nutzung - Billa	Linke Seite des Fahrzeugs	Linke Seite des Fahrzeugs	13212	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	62.807086	5464.216491	0.057378

Abbildung 48: Ausschnitt von Wohnstandorte, die mehr als 15 Minuten zu einem Supermarkt benötigen

Um nur jene Standorte zu erhalten, die über 15 Minuten oder länger als eine bestimmte Distanz benötigten, um eine Einrichtung zu erreichen, wurden mit Hilfe des Werkzeugs "Nach Attributen auswählen" jene Standorte ausgewählt und anschließend in einem neuen Layer mittels "Layer aus Auswahl" abgespeichert.

8.4 Erstellen der flächenbezogenen Karten

Nachdem die Netzwerkanalyse-Layer für alle 27 Einrichtungen mit Hilfe des "Nächstgelegene Einrichtung"-Solvers berechnet und eigene Layer mit den gefilterten Routen abgespeichert wurden, war es das Ziel die Ergebnisse in flächenbezogenen Karten visuell darstellen zu können. Dafür waren aber zuvor mehrere Arbeitsschritte notwendig.

Zunächst mussten mit Hilfe des Werkzeugs "Feature-Stützpunkte in Punkte" die Linien der Routen in Punkte umgewandelt werden, da nicht die Route als Ganzes, sondern nur der Wohnstandort, der nicht gut mit einer Einrichtung versorgt ist, als Ergebnis relevant ist. Die

Eingabe-Features sind jeweils die gefilterten Routen der 27 Einrichtungen und als Punkttyp wurde "Startstützpunkt" angegeben, da dieser die Wohnstandorte darstellt, die entlang des Netzwerks gefangen wurden. In der nachfolgenden Abbildung kann die Anwendung des Werkzeugs betrachtet werden.



Abbildung 49: Berechnung der Startstützpunkte aus Routen

Der zweite Arbeitsschritt umfasst die Anwendung des Werkzeugs "Räumliche Verbindung", um all jene Wohnstandorte, die ein Defizit aufweisen, nach ihrem Wiener Gemeindebezirk sowie Sprengel zuzuordnen und anschließend in einer Karte darstellen zu können (Abbildung 50).

Das Werkzeug wurde für alle 27 Einrichtungen angewendet. Als Ziel-Features wurden die Bezirksgrenzen und Sprengelgrenzen gewählt, während das Verbindungs-Feature die im Arbeitsschritt zuvor als Punkte berechneten Routen darstellen. Als Verbindungsvorgang wurde "Eins-zu-Eins-Verbindung" gewählt und als Zuordnungsoption "Enthält" angegeben, da sich die Punkte innerhalb der jeweiligen



Abbildung 50: Anwendung Werkzeug "Räumliche Verbindung"

Grenzen befinden mussten. Das Ergebnis dieses Werkzeugs ist eine neue Ausgabe-Feature-Class mit einer neuen Spalte mit dem Namen "Join_Count". Auf Basis dieser Spalte ist es nun möglich, die Karten für die jeweiligen Einrichtungen und Kategorien der Bedürfnisse zu erstellen. Je höher der Wert in der Spalte "Join_Count" ist, desto mehr Wohnstandorte benötigen mehr als 15 Minuten zu einer Einrichtung. In den anschließend erstellten Karten wurden die Ergebnisse von absoluten Werten in Prozente umgerechnet und jene Bezirke sowie Sprengel in aufsteigenden dunkleren Rottönen dargestellt.

Da für die Beantwortung der Forschungsfrage und Arbeitsfragen das Ergebnis für die einzelnen Einrichtungen und Kategorien der Bedürfnisse noch nicht ausreicht, wurden anschließend auf Basis der aktuellen Ergebnisse zwei Karten mit den Defiziten nach Bezirken und Sprengel in Wien erstellt. Dabei wurde prozentual ausgewertet, wie hoch der Grad an schlechter Versorgung mit Einrichtungen in den jeweiligen Bezirken und Sprengel vorliegt.

Bei der Berechnung des Defizits wurden allerdings nicht 27 Einrichtungen einbezogen, sondern 33. Der Grund dafür liegt darin, dass für manche Einrichtungen mehrere Analysen bzw. Parameter im Kriterienkatalog definiert und berechnet wurden. Beispielsweise wurde für die Einrichtung Supermarkt die Voraussetzung von 15 Minuten Fußweg, aber auch eine Distanz von 500 Metern zum nächsten Supermarkt definiert. Für diese zusätzlichen Voraussetzungen wurden ebenfalls Analysen durchgeführt und für die Ermittlung der Defizite je Bezirk und Sprengel miteinbezogen. Somit musste jeder Bezirk und jeder Sprengel 33 Einrichtungen in kurzen Wegen erreichen können.

Die Defizite wurden nicht nur für die 33 Einrichtungen berechnet, sondern auch in Bezug auf die Kategorien der Bedürfnisse. Denn alle 33 Einrichtungen sind insgesamt 8 Kategorien an Bedürfnissen zugeordnet. Auf Basis dieser 8 Kategorien wurden ebenfalls die prozentualen Defizite je Bezirk und Sprengel berechnet und in Karten visuell dargestellt.

Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse nun vorgestellt und näher erörtert.

9. Ergebnisse & Erörterung

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden nun die Ergebnisse dieser Masterarbeit vorgestellt und erörtert. Zunächst wird auf die acht definierten Kategorien von Bedürfnisse sowie die konkreten 33 Einrichtungen eingegangen. Erst zum Schluss folgt eine Betrachtung der sogenannten Defizit-Karte, die die schlechte Versorgung in den jeweiligen Bezirken und Sprengel der Stadt Wien beinhaltet.

Zusätzlich zu den ermittelten Ergebnissen werden in die Erörterung die Ergebnisse der Wiener Lebenszufriedenheits Studie aus dem Jahr 2018 einfließen. Da die Studie alle fünf Jahre durchgeführt wird, wurde die letzte Studie im Jahr 2023 erhoben. Diese Ergebnisse sind jedoch mit aktuellem Stand noch nicht zur Gänze veröffentlicht worden, weshalb nur einzelne dieser Fakten in diese Erörterung einfließen können.

Seit dem Jahr 1995 wird in der Stadt Wien regelmäßig die Wiener Lebenszufriedenheitsstudie durchgeführt, um Fragen hinsichtlich der Lebensqualität in Wien für alle Bevölkerungsgruppen und Stadtgebiete beantworten zu können. Dabei werden Daten zu Themen wie Wohnen, Arbeit und Bildung, Freizeit, Kultur, Familie, Gesundheit, Mobilität, Stadtentwicklung, Umwelt und Lebenszufriedenheit gesammelt (MA18 2020: 10).

Im Europavergleich schneidet Wien in Bezug auf die Lebensqualität sehr gut ab und befindet sich mit 96% für die allgemeine Zufriedenheit gemeinsam mit Graz, München und Hamburg im oberen Drittel der Vergleichsstädte. Der öffentliche Verkehr besitzt mit ebenfalls 96% eine hohe Zufriedenheit im internationalen Vergleich, was auch daran ersichtlich wird, dass rund 73% der Bevölkerung im Alltag auf die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel zurückgreift. Hinsichtlich der Gesundheitsversorgung liegt die Stadt Wien mit 47 % an "sehr zufrieden" Antworten über dem Durchschnitt der europäischen Vergleichsstädte. Bezogen auf das Kulturangebot und die Zufriedenheit mit den Grünflächen schneidet die Stadt Wien mit 99% den 1. Platz und mit 93% den 2. Platz im Ranking mit den Vergleichsstädten ab. Auch die Umweltqualität wird in Wien überdurchschnittlich positiv bewertet (MA18 2020: 34-35).

9.1 Einkaufswege

Die erste ermittelte Kategorie ist jene der Einkaufswege in Abbildung 51 und Tabelle 14. Hier wurden mehrere Einrichtungen herangezogen: Supermarkt, Drogerie, Markt und sonstige Einkaufswege wie Cafés, Restaurants oder Feinkostläden. Bezogen auf die Supermärkte wurden allerdings zwei Parameter untersucht. Zum einen wurden jene Wohnstandorte ermittelt, von denen aus Bewohner mehr als 15 Minuten zum nächsten Supermarkt benötigten. Zum anderen wurden auch jenen Wohnstandorte berechnet, von denen ausgehend der nächste Supermarkt erst ab einer Distanz von 500 Metern zu finden ist.

Bei erster Betrachtung der Ergebnisse der nächstgelegenen Drogerien kann eine gute Versorgung in den inneren Bezirken Wiens beobachtet werden. Größere Defizite sind in den Randbezirken zu finden: im 21., 22., 23., 13., 14., 16., 17., 18. und 19. Bezirk, wobei der 14. und 19. Bezirk mit jeweils 33% den höchsten Anteil aufweisen. Cafés, Restaurants und Feinkostläden sind allerdings noch besser in Wien verteilt. Nur in einzelnen Sprengeln im 22., 13., 14. und 17. Bezirk ist eine schlechte Versorgung vorhanden, wobei der höchste prozentuale Anteil mit 9% im 14. Bezirk liegt und immer noch relativ gering ist. In den meisten anderen Bezirken und Sprengel sind kaum Defizite zu finden. Märkte können dagegen nur

wenige in Wien gefunden werden, wodurch auch nur wenige einzelne Sprengel eine gute Versorgung durch Märkte, die in kürzester Zeit zu Fuß erreichbar sind, vorweisen können. In der Karte ist gut ersichtlich, dass sich um diese einzelnen Märkte Kreise gebildet haben. Nur der erste Bezirk mit 1% und der 15. Bezirk mit 8% besitzen eine adäquate Versorgung. Allerdings haben die Randbezirke und insbesondere der 22., 23. und 11. Bezirk mit 91%, 98% und 99% eine besonders schlechte Versorgung durch Märkte.

Einkaufswege zu Fuß in Wien

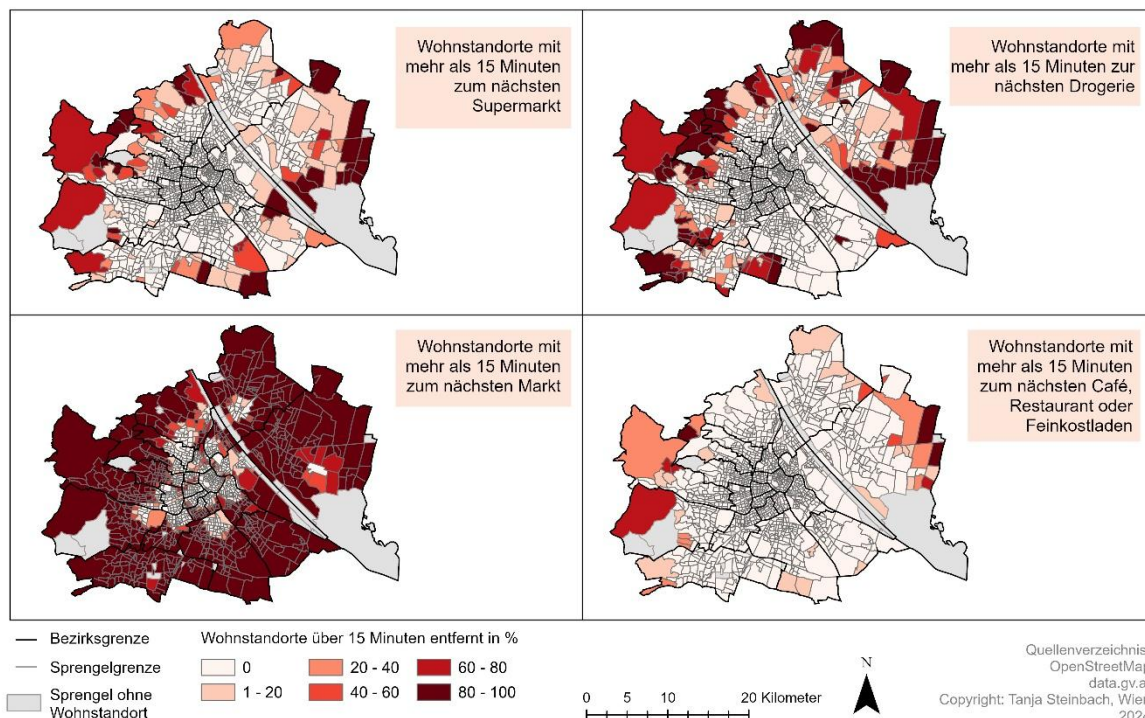


Abbildung 51: Einkaufswege zu Fuß in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Wird nun die Versorgung der Wiener Stadtbevölkerung durch Supermärkte, die entweder in 15 Minuten oder 500 Meter zu Fuß erreichbar sind, näher betrachtet (siehe Abbildung 51 und 52), ist sofort ersichtlich, dass die Ergebnisse sich deutlich voneinander unterscheiden. Grundsätzlich sind in beiden Berechnungen die inneren Bezirke besser versorgt als jene am Stadtrand. Trotzdem scheint bei der Berücksichtigung einer Distanz von höchstens 500 Meter ein engerer Kreis gezeichnet worden zu sein. Deutlich weniger Wohnstandorte in den Randbezirken haben einen Supermarkt fußläufig in der Nähe, der in höchstens 500 Metern zu erreichen ist. Gerade im 21., 23., 10., 13., 14., 16., 17., 18., und 19. Bezirk ist die Versorgung deutlich schlechter, wenn der Distanz-Parameter im Vergleich zum Zeit-Parameter herangezogen wird. Wenn nur die Ergebnisse des Zeit-Parameters betrachtet werden, ist eine deutlich bessere Versorgung ersichtlich. Jedoch ist das größte Defizit an Versorgung durch Supermärkte im 22. und 14. Bezirk mit 21% und 19% zu finden.

Versorgung durch Supermärkte zu Fuß erreichbar in Wien

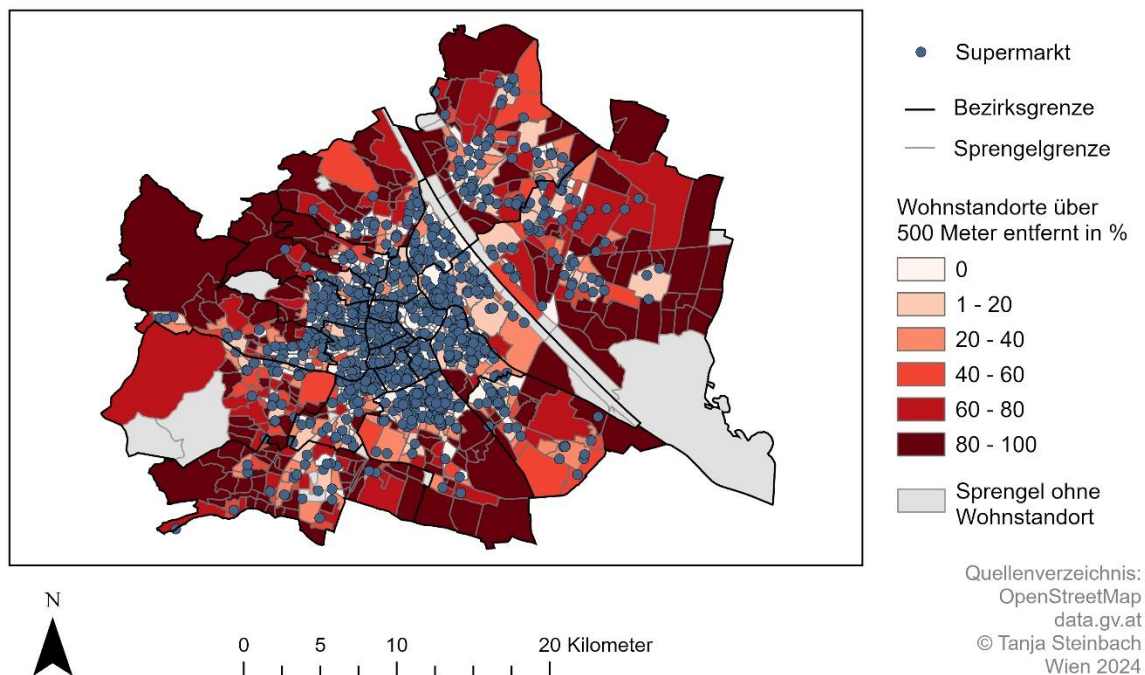


Abbildung 52: Distanzparameter von 500 Meter für die Einrichtung Supermarkt (Eigene Erstellung)

Tabelle 14: Einkaufswege in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wohnstandort (absolut)	Supermarkt > 15 Minuten entfernt		Supermarkt > 500 Meter entfernt		Drogerie		Markt		Café, Restaurant oder Feinkostladen	
		absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%
1. Innere Stadt	580	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0
2. Leopoldstadt	1134	13	1	91	8	22	2	236	21	0	0
3. Landstraße	1190	1	0	99	8	4	0	469	39	0	0
4. Wieden	405	0	0	1	0	0	0	138	34	0	0
5. Margareten	569	0	0	3	1	0	0	310	54	0	0
6. Mariahilf	457	0	0	1	0	0	0	60	13	0	0
7. Neubau	587	0	0	2	0	0	0	86	15	0	0
8. Josefstadt	284	0	0	2	1	0	0	53	19	0	0
9. Alsergrund	539	0	0	14	3	0	0	104	19	0	0
10. Favoriten	1767	65	4	408	23	153	9	987	56	8	0
11. Simmering	753	8	1	249	33	52	7	742	99	1	0
12. Meidling	1072	0	0	116	11	49	5	462	43	0	0
13. Hietzing	1027	71	7	495	48	236	23	762	74	30	3
14. Penzing	1132	218	19	564	50	368	33	877	77	97	9
15. Rudolfshheim-Fünfhaus	804	0	0	15	2	0	0	64	8	0	0
16. Ottakring	995	42	4	147	15	64	6	607	61	0	0
17. Hernals	723	51	7	263	36	204	28	395	55	15	2
18. Währing	537	44	8	152	28	69	13	87	16	0	0
19. Döbling	865	51	6	367	42	138	16	416	48	3	0
20. Brigittenau	491	0	0	22	4	0	0	217	44	0	0
21. Floridsdorf	1876	82	4	787	42	312	17	1471	78	17	1
22. Donaustadt	2456	520	21	1476	60	804	33	2236	91	119	5
23. Liesing	1279	63	5	826	65	290	23	1253	98	8	1

9.2 Freizeitmobilität

Die zweite analysierte Kategorie ist Freizeitmobilität bzw. Freizeitoptionen in Abbildung 53 und 54 sowie Tabelle 15. Dabei wurden vier verschiedene Einrichtungen einbezogen und näher betrachtet: Grünflächen, Spielplätze, Sporteinrichtungen und Kultureinrichtungen. Wie auch schon bei der Kategorie Einkaufswege gibt es auch in dieser Kategorie eine Einrichtung, die mit Hilfe von zwei Parametern analysiert wurde, nämlich die Grünflächen. Im Zuge der Literaturrecherche dieser Masterarbeit ergab sich einerseits die Vorgabe einer zeitlichen Distanz von 15 Minuten zur nächsten verfügbaren Grünfläche, aber auch eine metrische Distanz von höchstens 250 Metern.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Einrichtung Spielplatz und Sporteinrichtung fällt sofort auf, dass eine gute Versorgung mit nahegelegenen Einrichtungen für die jeweiligen Wohnstandorte vorliegt. Nur einzelne Sprengel am Stadtrand weisen im Falle der Einrichtung Spielplatz mit höchstens 7,1% im 22. Bezirk und 5,2% im 23. Bezirk eine schlechtere Versorgung auf. Bezogen auf die Sporteinrichtungen kann nur im 14. Bezirk eine negative Versorgung mit 7,2% beobachtet werden. Dieses Ergebnis spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Wiener Lebenszufriedenheitsstudie wider. Generell wird die Zufriedenheit mit den Freizeit- und Sportangeboten im Allgemeinen sehr positiv eingestuft, wobei der 6. Bezirk bezogen auf Sportangebote und der 11. Bezirk in Bezug auf Freizeitangebote die niedrigsten Zufriedenheitsquoten erhielten (MA18 2020: 192-193).

Kultureinrichtungen können hingegen nicht in allen Bezirken eine relativ gute Versorgung aufweisen. Mit 39,4% ist der höchste Anteil an schlechter fußläufiger Versorgung im 22. Bezirk zu finden. Auch die Bezirke 11 und 17 weisen prozentuale Werte von über 30% auf. In den innerstädtischen Bezirken kann dafür eine relativ gute Versorgung durch Kultureinrichtungen beobachtet werden. In 10 verschiedenen Bezirken ist keine Unterversorgung vorhanden. Bezogen auf die Zufriedenheit der Wiener Bevölkerung mit dem kulturellen Angebot und Leben wurden die höchsten Beurteilungen des allgemeinen Kulturangebote in Wien dem 4., 14., 19., 9., 13. und 18. Bezirk zugeschrieben, während die schlechtesten Beurteilungen auf den 11., 1., 7. und 20. Bezirk fallen. Gleichzeitig ist das Stimmungsbild bei der Beurteilung des eigenen Wohngebiets anders. Bei dieser Bewertung werden vor allem der 7., 1., 8. und 6. Bezirk am höchsten beurteilt, während die Zufriedenheit mit dem Kulturangebot im Wohngebiet im 23., 11. und 21. Bezirk negativ beurteilt wurden (MA18 2020: 177-178).

Bei der Betrachtung der beiden Ergebnisse der Einrichtung "Grünfläche" fällt sofort auf, dass es einen großen Unterschied gibt. Während der Zeit-Parameter eine fast ausschließlich gute Versorgung im gesamten Stadtgebiet aufweist, sieht das Ergebnis des Distanz-Parameters ganz anders aus. Unter Berücksichtigung des Kriteriums, dass eine Grünfläche zu Fuß in 250 Metern vom Wohnstandort aus erreichbar sein muss, ist fast im gesamten Stadtgebiet keine gute Versorgung ersichtlich. Der niedrigste prozentuale Anteil kann mit 30,9% im 6. Bezirk gefunden werden, während der 22. Bezirk mit 67% den höchsten Anteil mit schlechter Versorgung aufweist. Bezogen auf die Zufriedenheit mit Grün- und Freiflächen bzw. der Nachbarschaft können Unterschiede beobachtet werden.

Auf den ersten Blick entsteht in der Stadt Wien der Eindruck, dass mit etwa mehr als 50 Prozent der Fläche Wiens, Parkanlagen (19%) und landwirtschaftlich genutzte Flächen oder Wälder (77%), eine gute und gerechte Versorgung mit Grünraum vorliegen muss. Tatsache ist, dass diese Grünflächen jedoch nicht gleichmäßig über das Stadtgebiet verteilt sind, da sich der flächenmäßig größte Anteil an Grünraum mit dem Wienerwald, Prater und Lobau am

Stadtrand befindet. Jene Bezirke bzw. Stadtviertel in der Nähe und innerhalb des Gürtels besitzen somit den geringsten Anteil an Grünraum. In gründerzeitlich geprägten Stadtvierteln gibt es zusätzlich deutlich weniger Grünraum, da aufgrund des Wohnbedarfs in der Gründerzeit bis zu 85% der Grundfläche verbaut wurden (Lichtenberger 1978 zit. n. Fassmann et al. 2009). Dazu gehören der 10., 11., 15. und 17. Bezirk (HAAS & PICHLER 2023: 47). Ein weiterer Aspekt, der den nicht gleichmäßig verteilten Anteil an Grünraum verstärkt, ist die Tatsache, dass circa 40% der Bürger*innen keinen privaten Freiraum wie Balkon oder Garten zur Verfügung haben, um beispielsweise sich in der Freizeit zu erholen oder im Sommer der Hitze zu entfliehen (HAAS & PICHLER 2023: 4-5).

Obwohl weitläufige Grünflächen wie Wienerwald, Lobau oder Prater einen großen Einfluss auf die Lebenszufriedenheit der Bevölkerung Wiens und auf die klimatischen Bedingungen in Wien hat, so sind wohnungsnah Grünräume wichtiger: *“Der größte Teil der Zufriedenheit mit dem Wohngebiet wird von der Zufriedenheit mit der Nähe zu Grünanlagen, dem Ansehen des Viertels, der Sicherheit, den Menschen in der Nachbarschaft und Plätzen und Freiräumen erklärt”* (Verwiebe et al. 2020:49). In den Bezirken 4 und 8 sowie in Teilen der Bezirke 3., 9., 10., 11., 12., 15., 16., 17., 18., 19., 20., und 23. geben mehr als 50% der Befragten an, dass sie mit der Nähe zu Grünflächen (eher) unzufrieden sind und/oder sich mehr Grünflächen wünschen (HAAS & PICHLER 2023: 43-44).

Freizeitoptionen zu Fuß erreichbar in Wien

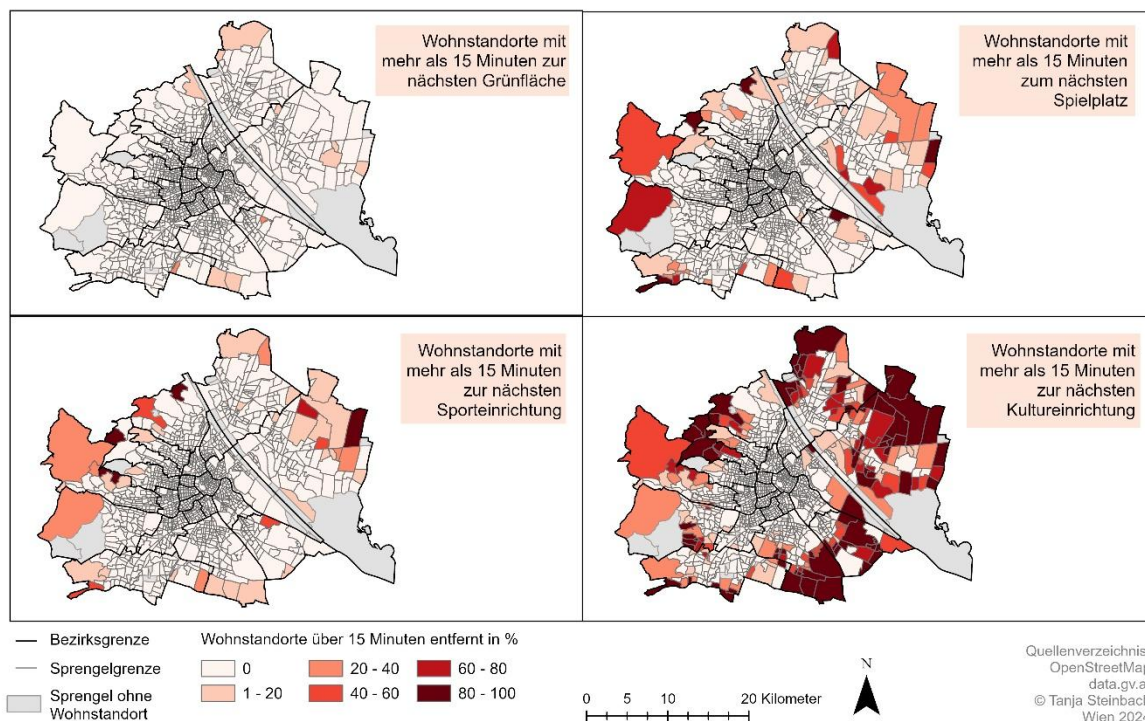


Abbildung 53: Freizeitoptionen zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Grünflächen zu Fuß erreichbar in Wien

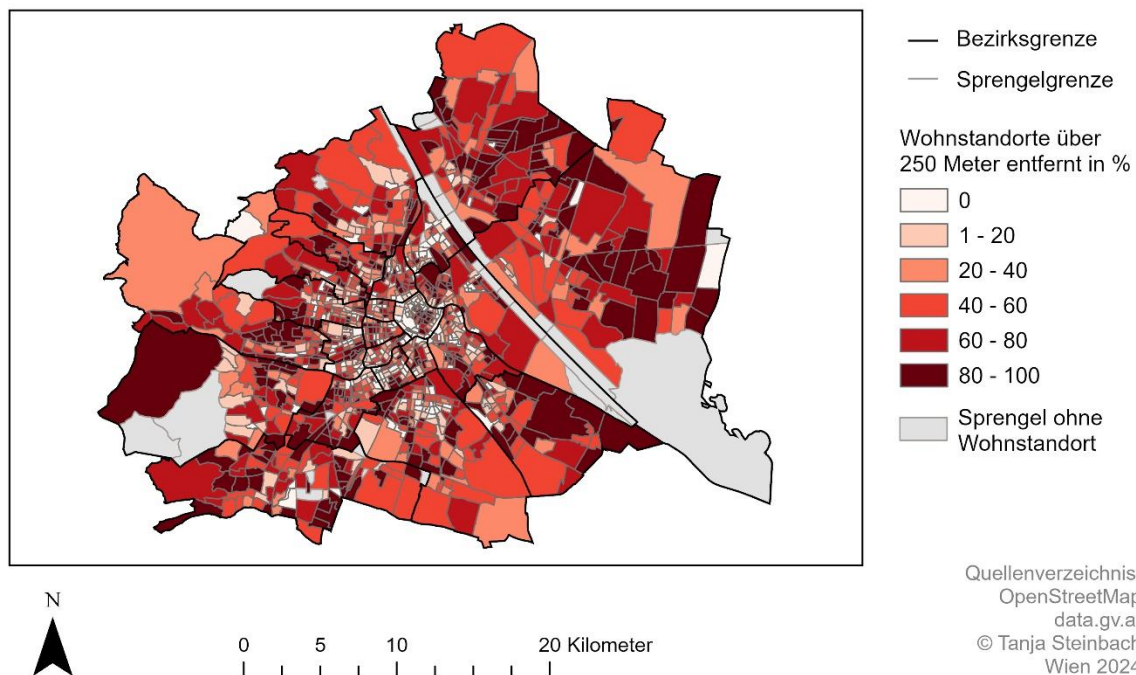


Abbildung 54: Distanzparameter von 250 Meter für die Einrichtung Grünflächen (Eigene Erstellung)

Tabelle 15: Freizeitoptionen zu Fuß in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wohnstandort (absolut)	Grünfläche > 15 Minuten entfernt		Grünfläche > 250 Meter entfernt		Spielplatz		Sporteinrichtung		Kultureinrichtung	
		absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%
1. Innere Stadt	580	0	0	283	48,8	0	0	0	0	0	0
2. Leopoldstadt	1134	0	0	642	56,6	0	0	0	0	29	2,6
3. Landstraße	1190	0	0	545	45,8	1	0,1	0	0	0	0
4. Wieden	405	0	0	171	42,2	0	0	0	0	0	0
5. Margareten	569	0	0	236	41,5	0	0	0	0	0	0
6. Mariahilf	457	0	0	141	30,9	0	0	0	0	0	0
7. Neubau	587	0	0	271	46,2	0	0	0	0	0	0
8. Josefstadt	284	0	0	116	40,9	0	0	0	0	0	0
9. Alsergrund	539	0	0	241	44,7	0	0	0	0	0	0
10. Favoriten	1767	3	0,2	865	49,0	13	0,7	7	0,4	293	16,6
11. Simmering	753	1	0,1	461	61,2	3	0,4	2	0,3	280	37,2
12. Meidling	1072	0	0	612	57,1	0	0	0	0	1	0,1
13. Hietzing	1027	0	0	534	52,0	3	0,3	1	0,1	202	19,7
14. Penzing	1132	0	0	676	59,7	47	4,2	83	7,3	154	13,6
15. Rudolfsheim-Fünfhaus	804	0	0	345	42,9	0	0	0	0	0	0
16. Ottakring	995	0	0	454	45,6	0	0	3	0,3	9	1
17. Hernals	723	0	0	360	49,8	23	3,2	4	0,6	215	30
18. Währing	537	0	0	300	55,9	0	0	2	0,4	25	5
19. Döbling	865	3	0,4	453	52,4	19	2,2	18	2,1	109	13
20. Brigittenau	491	0	0	173	35,2	0	0	0	0	0	0
21. Floridsdorf	1876	3	0,2	1231	65,6	18	1,0	7	0,4	462	24,6
22. Donaustadt	2456	7	0,3	1646	67,0	175	7,1	92	3,8	968	39,4
23. Liesing	1279	3	0,2	774	60,5	66	5,2	16	1,3	146	11,4

9.3 Berufliche Wege und Bildung & Betreuung

Die dritte Kategorie, die im Zuge dieser Erreichbarkeitsanalyse herangezogen wurde, ist jene der beruflichen Wege sowie Bildung und Betreuung in Abbildung 55, 56 und 57 sowie in Tabelle 16. Als Einrichtungen wurden dafür folgende Komponenten analysiert: Schule oder Volkshochschule, Kindergarten, Österreichische Hochschule, Pensionistenheim und Arbeitsstandorte. Für die Einrichtung Schule oder Volksschule wurde allerdings nicht nur ein Parameter als Kriterium definiert, sondern zwei. Einerseits soll eine Schule oder Volkshochschule innerhalb von 15 Minuten zu Fuß vom Wohnstandort erreichbar sein. Andererseits darf sie sich laut Nicola Alexandra Szibbo nicht weiter als 800 Meter vom Wohnstandort befinden (SZIBBO 2015: 29). Für beide Parameter wurde daher die Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Einrichtung Schule oder Volkshochschule fällt auf, dass sich eine ähnliche Tendenz bei der Analyse beider Parameter ergeben hat. Im Stadtzentrum ist die Versorgung durch Schulen besonders gut, während zum Stadtrand hin die Verfügbarkeit stetig abnimmt. Für den Distanz-Parameter von 800 Metern ist jedoch eine größere Unterversorgung am Stadtrand zu beobachten. Der Höchstwert liegt mit 34% im 22. Bezirk, wobei auch die Bezirke Hietzing, Penzing, Hernals, Döbling, Floridsdorf und Liesing Defizitwerte zwischen 17 und 25 Prozent aufweisen. Die Analyse mit dem Zeit-Parameter von 15 Minuten liefert deutlich bessere Ergebnisse mit den höchsten Anteilen im Bezirk Donaustadt und Penzing mit 15,2% und 13,4%.

Die Verfügbarkeit von Kindergärten ist in Wien sogar noch besser als jene von Schulen oder Volkshochschulen. Die größte Unterversorgung ist mit nur 9,4% im 22. Bezirk zu finden. Generell gibt es nur einzelne, wenige Sprengel, die eine schlechte Versorgung aufweisen. Die meisten davon sind direkt an der Stadtgrenze zu finden.

Die Versorgung durch Österreichische Hochschulen erzielte im Zuge der Erreichbarkeitsanalyse ein ziemlich schlechtes Ergebnis. In vier Bezirken liegt der Anteil an Unterversorgung bei über 80%, wobei in Liesing mit 98% der Höchstwert zu finden ist. Hier gibt es so gut wie keine Möglichkeit zu Fuß in kurzen Wegen eine österreichische Hochschule erreichen zu können. Bei den anderen drei Bezirken handelt es sich um Simmering, Meidling und Donaustadt. Keine schlechte Verfügbarkeit kann, wie schon in vorigen Analysen, im Stadtzentrum gefunden werden. Der 1., 4., 7., 8. und 9. Bezirk weisen kein Defizit auf. Auch die Bezirke Leopoldstadt, Landstraße, Mariahilf, Rudolfsheim-Fünfhaus und Brigittenau besitzen eine relativ gute Verfügbarkeit.

Ein besonders interessantes Ergebnis lieferte die Erreichbarkeitsanalyse bei der Einrichtung Pensionistenheim. Nur zwei Bezirke besitzen kein Versorgungsdefizit, nämlich der 5. und 15. Bezirk. Auch im 3., 6., 8., 9., 12., 18. und 20. Bezirk sind Pensionistenheime zu Fuß innerhalb von 15 Minuten gut erreichbar. Auffällig ist, dass nicht wie bei anderen Ergebnissen eine Unterversorgung ausschließlich am Stadtrand zu finden ist, sondern auch im Stadtzentrum und insbesondere im 1., 2. und 4. Bezirk.

Bei der Analyse der Einrichtung Arbeitsstandorte kann ein besonders gutes Ergebnis betrachtet werden. In fast allen Bezirken liegt der Defizitanteil bei unter 1% oder 0. Nur in Penzing, Döbling, Donaustadt und Liesing ist eine Unterversorgung von bis zu 4,1% zu finden. Generell gibt es nur einzelne, wenige Sprengel, die eine schlechte Versorgung vorweisen. Wobei es nur zwei Sprengel gibt, die eine schlechte Verfügbarkeit von über 80% vorweisen. Bei dieser Einrichtung ist allerdings zu bemerken, dass von der Hypothese ausgegangen wird, dass von einem Wohnstandort aus hypothetisch ein Arbeitsstandort innerhalb von 15

Gehminuten erreichbar ist. Natürlich wird nicht jede Person den nächstgelegenen Job für sich auswählen, sondern einen, der den eigenen Qualifikationen entspricht. Trotzdem soll die Berechnung und Einbeziehung dieser Einrichtung ein Bild davon liefern, dass möglicherweise eine gute Verfügbarkeit an nächstgelegenen Arbeitsstandorten vorhanden ist.

Bezugnehmend auf die Auswertungen der Wiener Lebenszufriedenheitsstudie fällt auf, dass nur ein Viertel der Erwerbstätigen Wiens in ihrem Wohnbezirk tatsächlich arbeitet, wodurch sie auf das Pendeln und das Überschreiten von Bezirksgrenzen angewiesen sind. Jene Wiener*innen, die in den inneren Bezirken wohnen, können jedoch häufiger in ihrem Wohnbezirk arbeiten als jene Bewohner*Innen der Außenbezirke. Für den Weg von und zum Arbeitsplatz ist eine klare Tendenz in Richtung einer starken Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel (53% im Jahr 2018) zu beobachten, während die Autonutzung (24% im Jahr 2018) einen Rückgang verzeichnet. Der Rückgang wird insbesondere durch die zunehmende Attraktivität der öffentlichen Verkehrsmittel begründet. Trotzdem wird das Auto vor allem von Erwerbstätigen genutzt, die in den Außenbezirken arbeiten, als jene in den inneren Bezirken. Auch die Nutzung von Fahrrädern konnte sich leicht von 3% im Jahr 2003 auf 7% im Jahr 2018 verbessern (MA18 2020: 201-204).

Bildung und Betreuung zu Fuß erreichbar in Wien

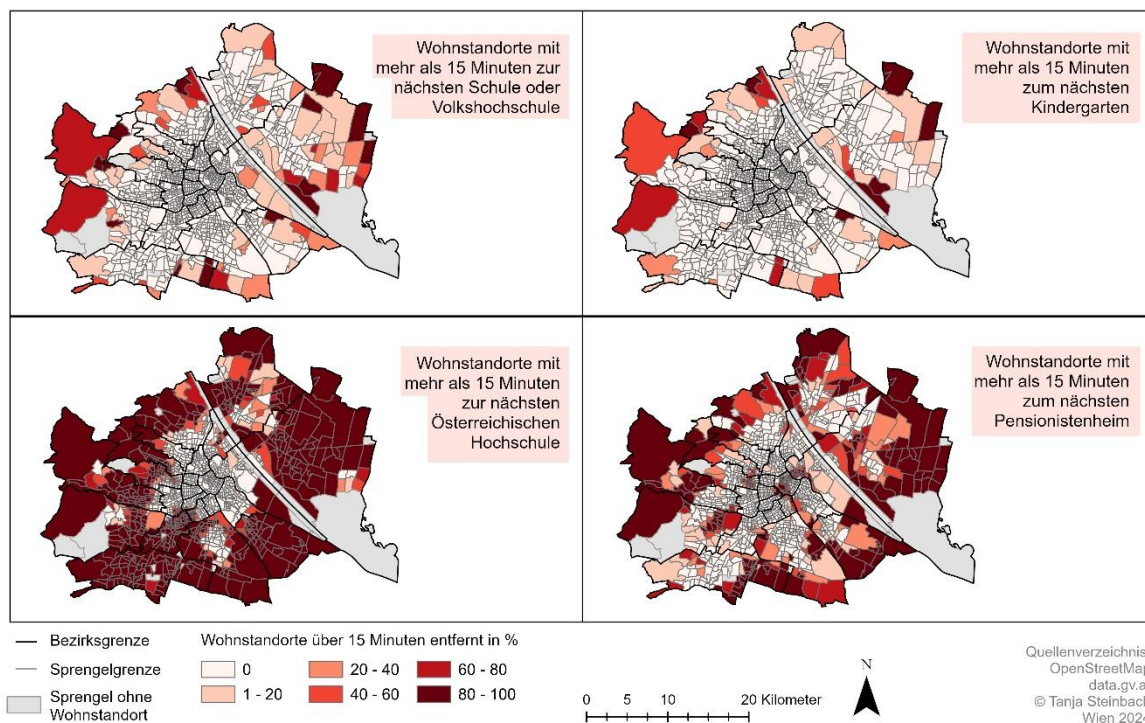


Abbildung 55: Bildung und Betreuung zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Arbeitsstandorte zu Fuß entfernt in Wien

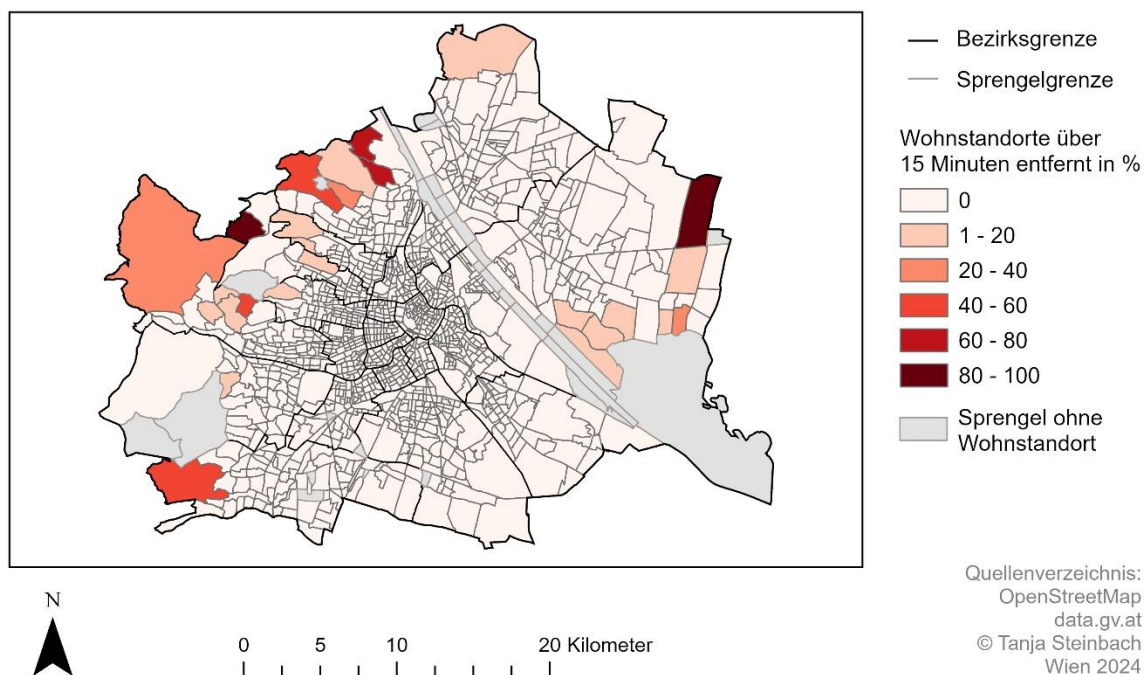


Abbildung 56: Arbeitsstandorte zu Fuß entfernt in Wien (Eigene Erstellung)

Versorgung durch Schulen oder Volkshochschulen zu Fuß erreichbar in Wien

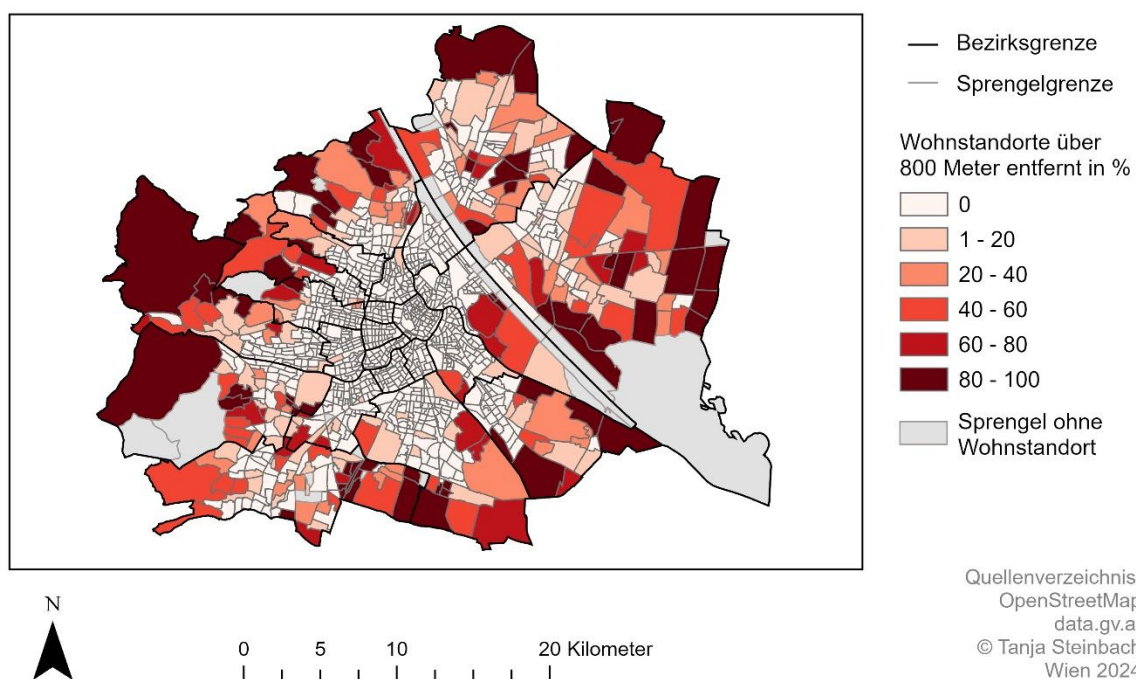


Abbildung 57: Distanzparameter von 800 Meter für die Einrichtung Schulen oder Volkshochschulen (Eigene Erstellung)

Tabelle 16: Bildung und Betreuung zu Fuß entfernt in Wien (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wohnstandort (absolut)	Arbeitsstandort		Schule oder Volkshochschule				Kindergarten		Österreichische Hochschule		Pensionistenheim	
				> 15 Minuten entfernt		> 800 Meter entfernt							
		absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%
1. Innere Stadt	580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243	41,9
2. Leopoldstadt	1134	4	0,4	28	2,5	80	7,1	0	0	40	3,5	371	32,7
3. Landstraße	1190	0	0	0	0	28	2,2	0	0	16	1,3	50	4,2
4. Wieden	405	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	20,7
5. Margareten	569	0	0	0	0	0	0	0	0	166	29,2	0	0
6. Mariahilf	457	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7,7	33	7,2
7. Neubau	587	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	11,8
8. Josefstadt	284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,7
9. Alsergrund	539	0	0	0	0	1	0,2	0	0	0	0	6	1,1
10. Favoriten	1767	4	0,2	51	2,9	155	8,8	20	1,1	1011	57,2	248	14,0
11. Simmering	753	0	0	10	1,3	65	8,6	6	0,8	697	92,6	307	40,8
12. Meidling	1072	0	0	0	0	81	7,6	0	0	1012	94,4	45	4,2
13. Hietzing	1027	1	0,1	39	3,8	220	21,4	3	0,3	777	75,7	388	37,8
14. Penzing	1132	46	4,1	152	13,4	288	25,3	54	4,8	733	64,8	389	34,4
15. Rudolfsheim-Fünfhaus	804	0	0	0	0	2	0,2	0	0	98	12,2	0	0
16. Ottakring	995	1	0,1	5	0,5	74	7,4	0	0	528	53,1	238	23,9
17. Hernals	723	5	0,7	48	6,6	167	23,1	41	5,7	435	60,2	181	25,0
18. Währing	537	4	0,7	3	0,6	36	6,7	0	0	85	15,8	48	8,9
19. Döbling	865	25	2,9	53	6,1	171	19,8	33	3,8	296	34,2	134	15,5
20. Brigittenau	491	0	0	0	0	0	0	0	0	61	12,4	8	1,6
21. Floridsdorf	1876	2	0,1	66	3,5	322	17,2	7	0,4	1041	55,5	555	29,6
22. Donaustadt	2456	67	2,7	374	15,2	834	34,0	232	9,4	2010	81,8	1326	54,0
23. Liesing	1279	18	1,4	53	4,1	247	19,3	20	1,6	1253	98,0	354	27,7

9.4 Gesundheitsversorgung

Die vierte analysierte Kategorie der Bedürfnisse im Zuge dieser Masterarbeit ist die Gesundheitsversorgung in Wien. Dabei wurden die Einrichtungen Arzt bzw. Facharzt, Krankenhaus und Apotheke bezogen auf die fußläufige Versorgung näher überprüft (siehe Abbildung 58 und Tabelle 17).

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Einrichtung Arzt oder Facharzt fällt auf, dass im gesamten Wiener Stadtgebiet eine relativ gute fußläufige Versorgung innerhalb von 15 Minuten gegeben ist. Nur im Bezirk Donaustadt gibt es ein paar Sprengel mit einer schlechten Versorgung. Trotzdem erreicht dieser Bezirk nur einen Höchstwert von 10,3%. Auch im 11., 14., 17., 19. und 21. Bezirk gibt es einzelne Sprengel mit einer schlechten Versorgung. Diese befinden sich jedoch direkt am Stadtrand an der Grenze zum Nachbarbundesland Niederösterreich.

Die Versorgung durch Apotheken, die von einem Wohnstandort nur in maximal 15 Minuten zu Fuß erreichbar sind, ist ähnlich aufgestellt wie jene durch Ärzte oder Fachärzte. Das höchste Defizit an Versorgung ist mit 20,4% im 4. Bezirk zu finden, wobei auch der 22. Bezirk mit 19,5% einen ähnlich hohen Wert aufweist. Generell ist die beste Versorgung in der Stadtmitte bzw. in den inneren Bezirken zu finden.

Eine besonders schlechte Versorgung im Wiener Stadtgebiet kann hingegen in Bezug auf nahe gelegene Krankenhäuser beobachtet werden. Nur der 3., 5., 8. und 9. Bezirk eine relativ gute Versorgung mit jeweils bis zu 10%. Fast alle anderen Bezirke weisen eine ausschließlich schlechte Versorgung mit über 50% auf. Insbesondere im 10., 11., 22. und 23. Bezirk kann in fast allen Sprengel kein Krankenhaus zu Fuß innerhalb von 15 Minuten vom Wohnstandort erreicht werden.

Gesundheitsversorgung zu Fuß erreichbar in Wien

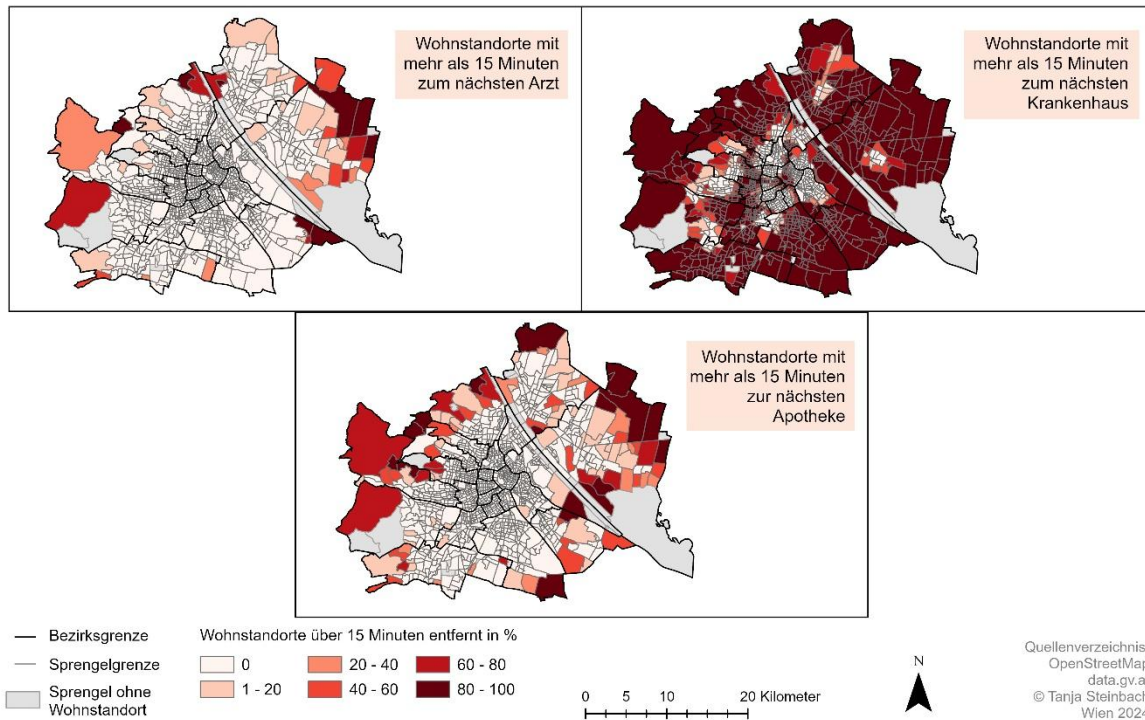


Abbildung 58: Gesundheitsversorgung zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Tabelle 17: Gesundheitsversorgung zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wohn- standort (absolut)	Arzt		Krankenhaus		Apotheke	
		absolut	%	absolut	%	absolut	%
1. Innere Stadt	580	0	0	213	36,7	0	0
2. Leopoldstadt	1134	21	1,9	533	47,0	12	1,1
3. Landstraße	1190	0	0	123	10,3	3	0,3
4. Wieden	405	0	0	124	30,6	0	0
5. Margareten	569	0	0	23	4,0	0	0
6. Mariahilf	457	0	0	70	15,3	0	0
7. Neubau	587	0	0	308	52,5	0	0
8. Josefstadt	284	0	0	2	0,7	0	0
9. Alsergrund	539	0	0	71	13,2	0	0
10. Favoriten	1767	22	1,2	1531	86,6	27	1,5
11. Simmering	753	35	4,6	742	98,5	17	2,3
12. Meidling	1072	0	0	829	77,3	3	0,3
13. Hietzing	1027	2	0,2	625	60,9	12	1,2
14. Penzing	1132	37	3,3	652	57,6	231	20,4
15. Rudolfsheim-Fünfhaus	804	0	0	642	79,9	0	0
16. Ottakring	995	3	0,3	518	52,1	48	4,8
17. Hernals	723	9	1,2	310	42,9	63	8,7
18. Währing	537	1	0,2	235	43,8	15	2,8
19. Döbling	865	22	2,5	636	73,5	59	6,8
20. Brigittenau	491	0	0	199	40,5	0	0
21. Floridsdorf	1876	65	3,5	1498	79,9	125	6,7
22. Donaustadt	2456	253	10,3	2183	88,9	478	19,5
23. Liesing	1279	17	1,3	1178	92,1	50	3,9

9.5 Öffentliche Dienstleistungen

Die fünfte Kategorie der Bedürfnisse, die im Zuge dieser Masterarbeit herangezogen wurde, ist "Öffentliche Dienstleistungen". Für diese Kategorie wurden folgende Einrichtungen näher analysiert: Bankfilialen, öffentliche Behörden, Partizipationsprojekte und Altstoffsammelstellen (siehe Abbildung 59 und Tabelle 18).

Die erste Einrichtung, die für diese Kategorie analysiert wurde, ist "Bankfilialen". Bei der Betrachtung des Ergebnisses in der Karte kann eine ähnliche Tendenz wie auch in einigen anderen Einrichtungen von anderen Kategorien beobachtet werden. In den inneren Bezirken ist eine ausschließlich gute Versorgung durch nahegelegene Bankfilialen zu finden. Doch auch im südlichen Wien kann eine relativ gute Versorgung betrachtet werden. Am Stadtrand und insbesondere an der nördlichen und östlichen Grenze zum Bundesland Niederösterreich können einige Sprengel mit einer schlechten Versorgung gefunden werden. Mit einem Höchstwert von 42,5% im 22. Bezirk ist aber trotzdem keine signifikante Unterversorgung durch Bankfilialen in Wien zu beobachten.

Ein etwas schlechteres Ergebnis ist für die Verfügbarkeit von Partizipationsprojekte, die fußläufig in kurzen Wegen erreicht werden können, vorhanden. Hier kann zwar wie schon zuvor eine gute Versorgung in den Bezirken 1. bis 9., 11., 12., 15., 16. und 20. gefunden werden. Jedoch ist am Stadtrand und insbesondere im 13., 14., 18., 19., 21., 22. und 23. Bezirk eine schlechte Verfügbarkeit von Partizipationsprojekten zu beobachten. In Hietzing ist mit 60% der höchste Anteil an Defiziten zu finden.

Das schlechteste Ergebnis dieser Kategorie liefert die Einrichtung "öffentliche Behörde". Dabei kann eine besonders schlechte Versorgung von kurzen Wegen zur nächstgelegenen Einrichtung in den äußeren Bezirken am Stadtrand gefunden werden. Mit 75,7% liegt der höchste Wert im 13. Wiener Gemeindebezirk. Doch auch 14., 21., 22. und 23. Bezirk kann eine Unterversorgung von über 50% beobachtet werden. Außerdem besitzen fast alle Sprengel entlang des Stadtrands eine Unterversorgung zwischen 80 und 100%. Nur in der Stadtmitte bzw. in den Bezirken 1., 4., 5., 6., 7., 8. und 9. kann eine ausschließlich gute Verfügbarkeit gefunden werden.

Ein Spezialfall präsentiert die Einrichtung "Altstoffsammelstellen", da im 22. und 23. Bezirk scheinbar eine deutliche Unterversorgung vorhanden ist. Doch bei genauerer Betrachtung der Daten ist ersichtlich geworden, dass die Daten für diese Bezirke im frei verfügbaren Datensatz der Stadt Wien fehlen. Im restlichen Wiener Stadtgebiet ist die Versorgung und Verfügbarkeit von Altstoffsammelstellen innerhalb von 15 Minuten fast zur Gänze gegeben. Nur in einzelnen Sprengeln im 10., 13., 14. und 21. Bezirk ist eine etwas schlechtere Versorgung zu beobachten.

Öffentliche Dienstleistungen zu Fuß erreichbar in Wien

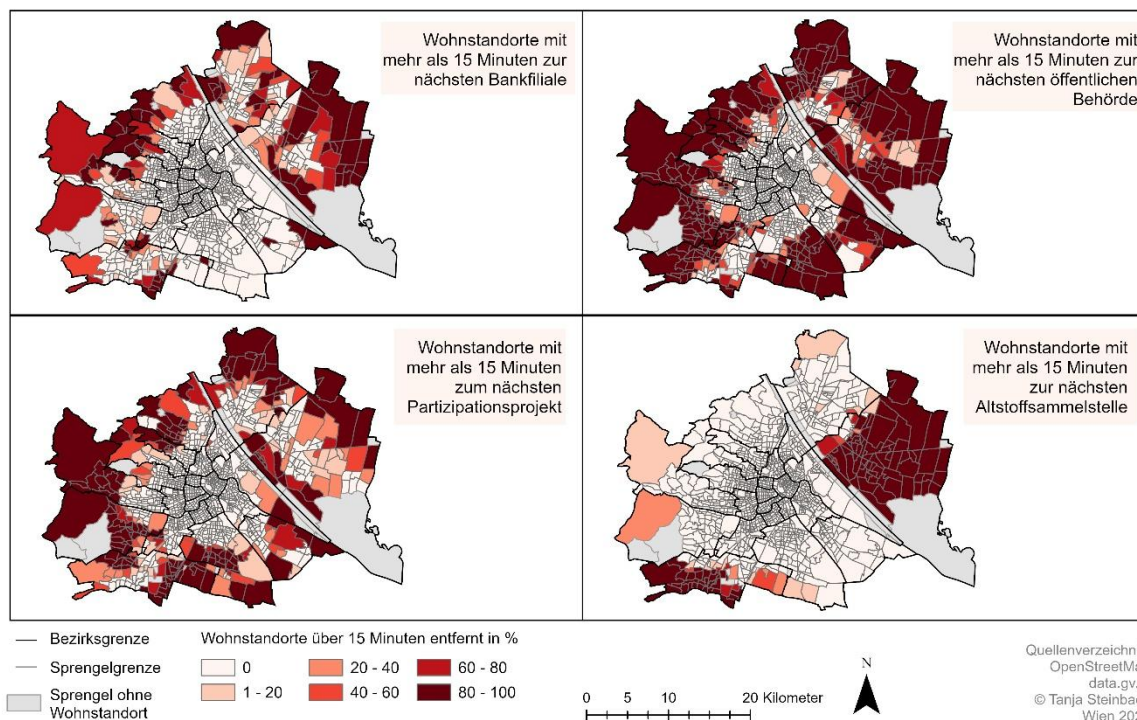


Abbildung 59: Öffentliche Dienstleistungen zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)

Tabelle 18: Öffentliche Dienstleistungen zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wohnstandort (absolut)	Bank		Öffentliche Behörde		Partizipationsprojekt		Altstoffsammelstelle	
		absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%
1. Innere Stadt	580	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Leopoldstadt	1134	13	1,1	39	3,4	25	2,2	0	0
3. Landstraße	1190	15	1,3	11	0,9	1	0,1	0	0
4. Wieden	405	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Margareten	569	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Mariahilf	457	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Neubau	587	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Josefstadt	284	0	0	0	0	0	0	0	0
9. Alsergrund	539	0	0	0	0	0	0	0	0
10. Favoriten	1767	336	19,0	494	28,0	400	22,6	4	0,2
11. Simmering	753	90	12,0	315	41,8	58	7,7	0	0
12. Meidling	1072	72	6,7	310	28,9	85	7,9	0	0
13. Hietzing	1027	69	6,7	777	75,7	616	60,0	1	0,1
14. Penzing	1132	291	25,7	653	57,7	437	38,6	16	1,4
15. Rudolfsheim-Fünfhaus	804	0	0	7	0,9	0	0	0	0
16. Ottakring	995	71	7,1	95	9,5	47	4,7	0	0
17. Hernals	723	247	34,2	254	35,1	62	8,6	0	0
18. Währing	537	59	11,0	194	36,1	142	26,4	0	0
19. Döbling	865	121	14,0	337	39,0	271	31,3	0	0
20. Brigittenau	491	0	0	3	0,6	5	1,0	0	0
21. Floridsdorf	1876	504	26,9	1093	58,3	669	35,7	9	0,5
22. Donaustadt	2456	1045	42,5	1606	65,4	673	27,4	2148	87,5
23. Liesing	1279	276	21,58	656	51,3	566	44,3	720	56,3

9.6 Kommunikationsmöglichkeiten

Die sechste Kategorie der Bedürfnisse, die im Zuge dieser Analyse herangezogen wurde, ist "Kommunikationsmöglichkeiten". Dabei wurden folgende Einrichtungen näher analysiert: Postfilialen, Briefkästen und Gratis-WLAN Standorte (siehe Abbildung 60 und Tabelle 19).

Die Versorgung durch nächstgelegenen Postfilialen, die zu Fuß innerhalb von 15 Minuten erreicht werden können, ist insbesondere in der Stadtmitte Wiens besonders gut. Dazu gehören die Bezirke 1.-9., der 15. und 20. Bezirk. In den Bezirken entlang des Stadtrands fällt allerdings eine eher schlechtere Versorgung in einigen Sprengel auf. Insbesondere im 23. Bezirk ist die Verfügbarkeit einer nahegelegenen Postfiliale mit 65,1% besonders schlecht. Aber auch im 11., 14., 21. und 22. Bezirk ist ein Defizit mit jeweils ungefähr 30% zu finden.

Ein ähnliches Bild kann in Wien auch in Bezug auf die Versorgung mit gratis WLAN-Standorten beobachtet werden. Mit 70,2% ist die größte Unterversorgung im 13. Bezirk zu finden. Doch auch der 22. Bezirk weist mit 60,4% einen hohen Wert auf. Wie auch bei den Postfilialen ist eine besonders gute Versorgung in den inneren Bezirken zu finden. Hier können 9 Bezirke kein Defizit vorweisen.

Ein besonders dichtes Netzwerk an Versorgung kann für die Einrichtung Briefkasten beobachtet werden. Fast im gesamten Wiener Stadtgebiet kann eine gute Versorgung gefunden werden. Nur der 10., 21., und 22. Bezirk mit jeweils ungefähr 10-15% in einzelnen Sprengel eine etwas schlechtere Versorgung auf. Diese Sprengel befinden sich allerdings direkt am Wiener Stadtrand bzw. an der Grenze zum Nachbarbundesland Niederösterreich. In 12 Bezirken kann keine Unterversorgung beobachtet werden und in allen weiteren Bezirken liegt der prozentuale Anteil bei höchstens 5,7%.

Kommunikationsmöglichkeiten zu Fuß erreichbar in Wien

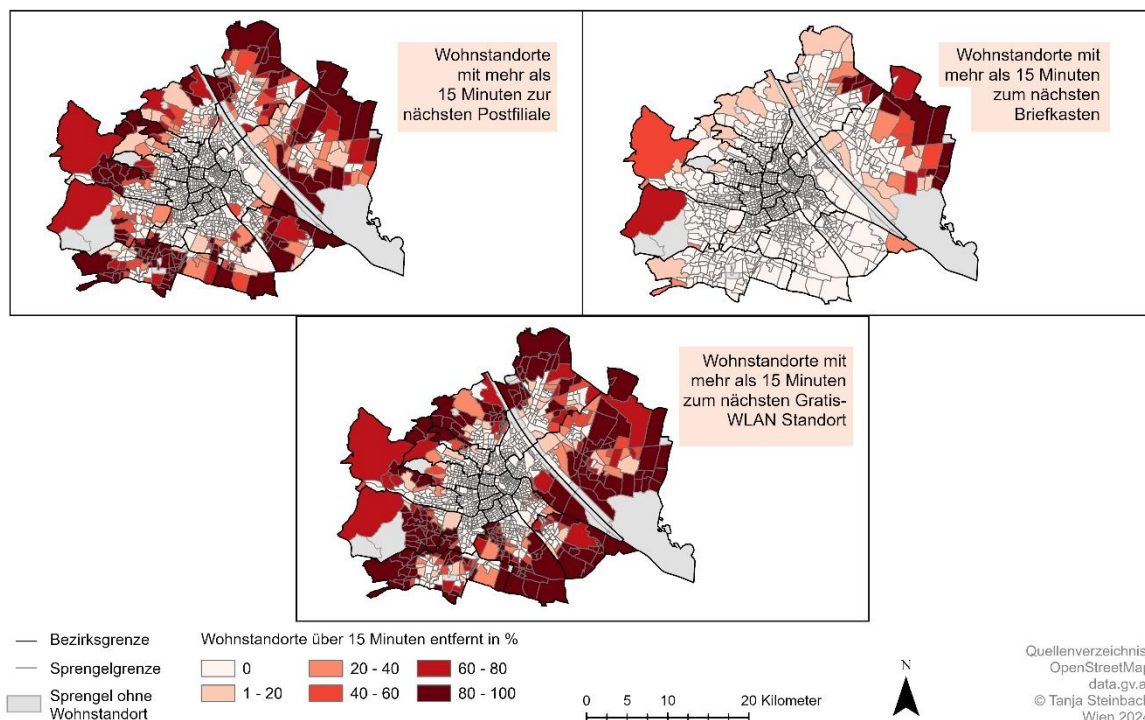


Abbildung 60: Kommunikationsmöglichkeiten zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)

Tabelle 19: Kommunikationsmöglichkeiten zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wohn-standort (absolut)	Postfiliale		Briefkasten		WLAN Standort	
		absolut	%	absolut	%	absolut	%
1. Innere Stadt	580	0	0	0	0	0	0
2. Leopoldstadt	1134	14	1,2	0	0	121	10,7
3. Landstraße	1190	21	1,8	0	0	111	9,3
4. Wieden	405	0	0	0	0	0	0
5. Margareten	569	0	0	0	0	0	0
6. Mariahilf	457	0	0	0	0	0	0
7. Neubau	587	0	0	0	0	0	0
8. Josefstadt	284	0	0	0	0	0	0
9. Alsergrund	539	0	0	0	0	0	0
10. Favoriten	1767	236	13,4	217	12,3	697	39,4
11. Simmering	753	215	28,6	5	0,7	340	45,2
12. Meidling	1072	87	8,1	0	0	204	19,0
13. Hietzing	1027	227	22,1	12	1,2	721	70,2
14. Penzing	1132	414	36,6	64	5,7	295	26,1
15. Rudolfsheim-Fünfhaus	804	0	0	0	0	0	0
16. Ottakring	995	85	8,5	1	0,1	58	5,8
17. Hernals	723	74	10,2	7	1,0	68	9,4
18. Währing	537	61	11,4	2	0,4	105	19,6
19. Döbling	865	125	14,5	10	1,2	371	42,9
20. Brigittenau	491	5	1,0	0	0	0	0
21. Floridsdorf	1876	700	37,3	197	10,5	805	42,9
22. Donaustadt	2456	855	34,8	340	13,8	1484	60,4
23. Liesing	1279	832	65,1	7	0,5	558	43,6

9.7 Mobilitätsoptionen

Die siebente Kategorie der Bedürfnisse, die im Zuge dieser Erreichbarkeitsanalyse definiert wurde, ist jene der Mobilitätsoptionen anstelle von ausschließlich "Zu-Fuß-Gehen". Die für diese Kategorie herangezogenen Einrichtungen sind: Haltestellen von Bus, U-Bahn, Zug und Straßenbahn, WienMobil Rad Stationen und E-Scooter Abstellflächen (siehe Abbildung 61 bis 64 und Tabelle 20). Für die Einrichtung Haltestelle von Bus, U-Bahn, Zug und Straßenbahn wurde allerdings nicht nur der zeitliche Parameter von 15 Minuten in der Analyse angewendet, sondern auch folgende drei Distanz-Parameter:

- 150m zu Haltestelle von Wohnung entfernt (BÖCKER et al. 2020: 44)
- 300m zu nächster ÖV-Station (Umweltbundesamt 2011: 66)
- 500m zu Haltestelle (United Nations 2022a: 49)

Bei der Betrachtung des Ergebnisses der Einrichtung WienMobil Rad Stationen und der E-Scooter Abstellflächen fällt auf, dass es wie auch in anderen Analysen einen Trend in Richtung des Stadtrandes bezüglich der Verfügbarkeit in nächstgelegener Entfernung gibt. Außerdem ähneln sich die Ergebnisse deutlich. Denn auch im Stadtzentrum ist eine gute Versorgung zu beobachten. Die Verfügbarkeit von WienMobil Rad Stationen ist allerdings mit einem Höchstwert von 44,7% im 14. Wiener Gemeindebezirk etwas schlechter als der Höchstwert von 30,3% im 22. Bezirk für E-Scooter Abstellflächen.

Die Ergebnisse der verschiedenen Parameter für die Einrichtung "Haltestelle von Bus, U-Bahn, Zug und Straßenbahn" sind besonders interessant. Während die Erreichbarkeitsanalyse mit einem Parameter von 15 Minuten ein fast ausschließlich exzellentes Ergebnis für das gesamte Wiener Stadtgebiet liefert, ist das Ergebnis für Haltestellen, die in einer Distanz von 150 Metern zu Fuß erreichbar sein müssen, besonders schlecht. Alle Bezirke weisen eine schlechte Verfügbarkeit von mindestens 50% auf, während der Mittelwert bei 71,8% liegt. Es gibt auch so gut wie keine Sprengel, die eine gute Versorgung aufweisen können. Das Ergebnis des Distanz-Parameters von 300 Metern ist hingegen schon etwas besser. Zwar gibt es immer noch im fast gesamten Stadtgebiet keinen Sprengel oder Bezirk mit einer ausreichend guten Verfügbarkeit, allerdings liegt der Mittelwert nun bei 24,4% und der Höchstwert bei 40,4% im Bezirk Hietzing. Der 1., 5. und 7. Bezirk weisen die niedrigsten Werte mit unter 10% auf und besitzen somit eine relativ gute Verfügbarkeit von nahegelegenen Haltestellen von öffentlichen Verkehrsmitteln. Das Ergebnis des Distanz-Parameters von 500 Metern ist nochmal deutlich besser, jedoch nicht so gut wie jenes des Zeit-Parameters von 15 Minuten zur nächsten Haltestelle. Die durchschnittliche Versorgung liegt hier bei 3,9%, was besonders gut ist. Die höchsten Werte von 13,1% und 10,7% sind in Floridsdorf und Donaustadt zu finden. Trotzdem gibt es in fast allen Bezirken mindestens einen Sprengel mit einer schlechten Verfügbarkeit. Nur der 1., 4., 5., 6., 7. und 8. Bezirk weisen kein Defizit auf. Eine Tatsache, die bei den Ergebnissen der Analyse der Haltestellen anders ist, ist, dass es keine klare Tendenz in Richtung des Stadtzentrums oder des Stadtrandes gibt, wie es bei anderen Einrichtungen der Fall ist. Stattdessen ist eine schlechte Verfügbarkeit im gesamten Stadtgebiet verteilt zu beobachten.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Wiener Lebenszufriedenheitsstudie fällt auf, dass über 70% der Wiener*Innen mehrmals pro Woche zu Fuß gehen oder öffentliche Verkehrsmittel nutzen. Nur 40% der Befragten gaben an mehrmals pro Woche das Auto als Fahrer*in zu verwenden. Ungefähr ein Viertel der Wiener Bevölkerung nutzt zudem das Fahrrad und 10% davon sogar im Winter. Allerdings gibt es einen eindeutigen Unterschied bei der Wahl der Fortbewegung je nach Weg. Für Einkäufe und Besorgungen und der Begleitung von Kindern zur Schule oder Kindergarten gehen 90% der Wiener*Innen zu Fuß, jedoch für den Weg zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz sowie Freizeitgestaltung werden öffentliche Verkehrsmittel gewählt. Die Autonutzung lässt sich allerdings nicht derart zuordnen (MA18 2020: 196-211).

Bezogen auf die Mobilitätstypen konnten soziodemographische Unterschiede bei der Wahl der Fortbewegung identifiziert werden. Überdurchschnittlich viele Frauen, junge Personen, Personen mit geringer Bildung und Einkommen nutzen eher nur öffentliche Verkehrsmittel oder sind zusätzlich Mitfahrer*innen eines Autos oder Taxis. Im Gegensatz dazu verwenden Männer, ältere Personen und Personen mit hohem Einkommen ohne Migrationshintergrund häufig Autos als Fortbewegungsmittel (MA18 2020: 197-211).

Die Nutzung der Verkehrsmittel je nach Bezirk ist unterschiedlich verteilt. Während die Autonutzung als Mitfahrer*in ungefähr gleichmäßig auf alle Bezirke verteilt ist, so ist die Nutzung des Autos als Fahrer*in nicht gleichmäßig verteilt. Im 11., 13., 21., 22. und 23. Bezirk werden motorisierte Fahrzeuge überdurchschnittlich häufig mehrmals pro Woche verwendet, während im 3., 7. und 15. Bezirk das Auto selten genutzt wird. Die Schwankungsbreite für Radfahrer ist allerdings noch höher. Im 2., 4., 5. und 7. Bezirk wird sehr häufig das Fahrrad als Fortbewegungsmittel genutzt, wobei der 2. Bezirk mit 40% den höchsten Anteil hat. Mit 16% wird hingegen im 19. Bezirk das Rad am seltensten verwendet. Die öffentlichen Verkehrsmittel werden mit über 80%, insbesondere in den Bezirken 5., 7., 8., und 15. genutzt,

während mit ungefähr 60% der 21., 22. und 23. Bezirk die geringsten Anteile vorweisen (MA18 2020:199-200).

Mobilitätsoptionen zu Fuß erreichbar in Wien

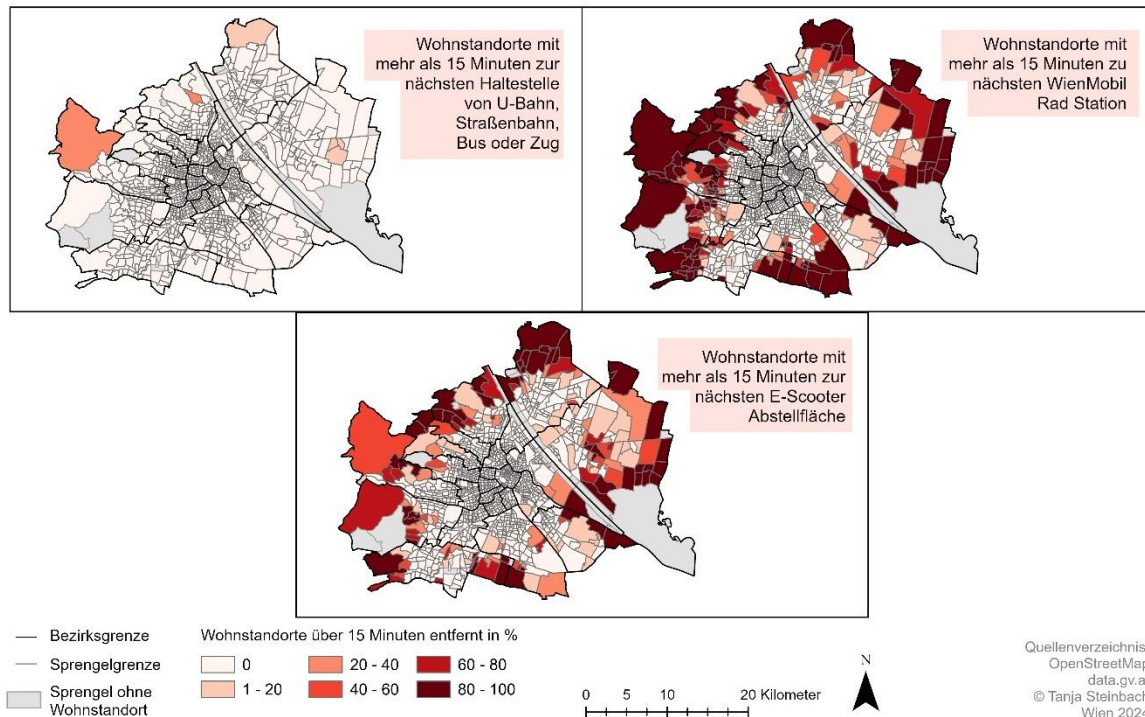


Abbildung 61: Mobilitätsoptionen zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)

Versorgung durch Haltestellen von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug zu Fuß erreichbar in Wien

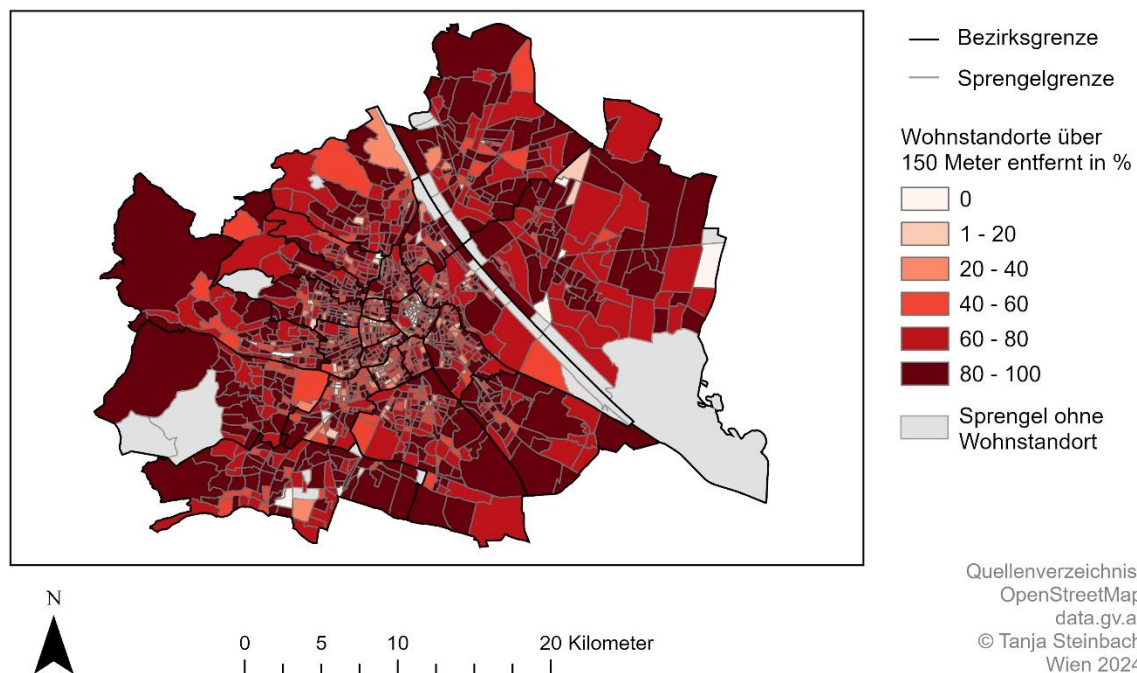


Abbildung 62: Distanzparameter von 150 Meter für Haltestellen von Öffentlichen Verkehrsmittel in Wien (Eigene Erstellung)

Versorgung durch Haltestellen von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug zu Fuß erreichbar in Wien

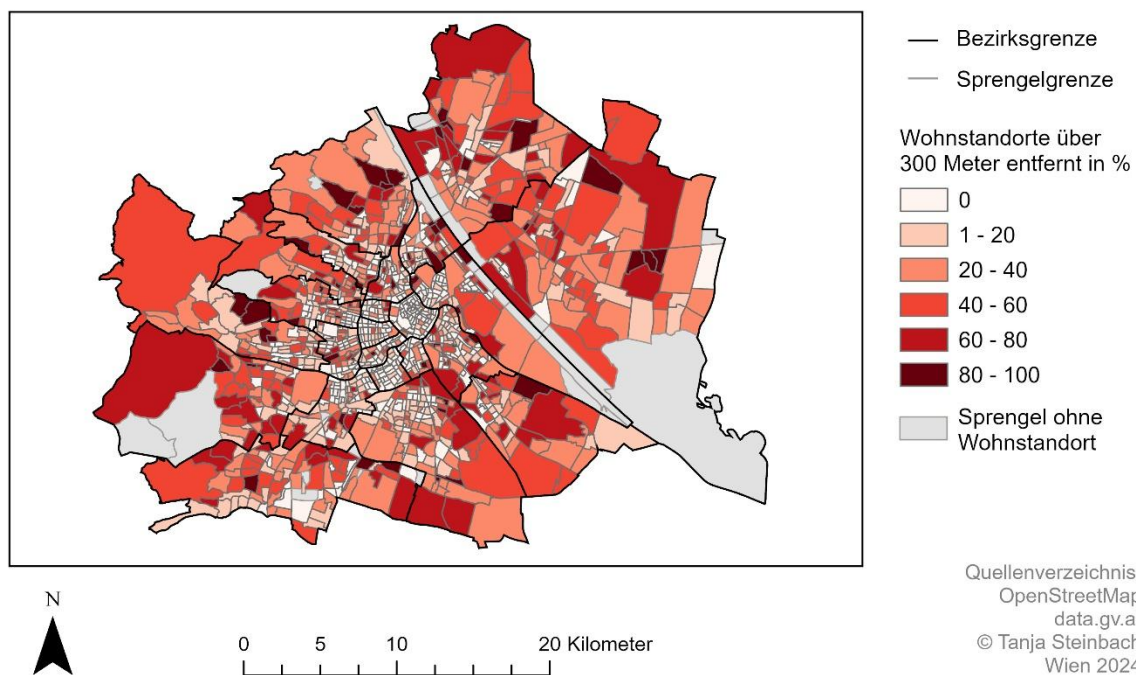


Abbildung 63: Distanzparameter von 300 Meter für Haltestellen von Öffentlichen Verkehrsmittel in Wien (Eigene Erstellung)

Versorgung durch Haltestellen von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug zu Fuß erreichbar in Wien

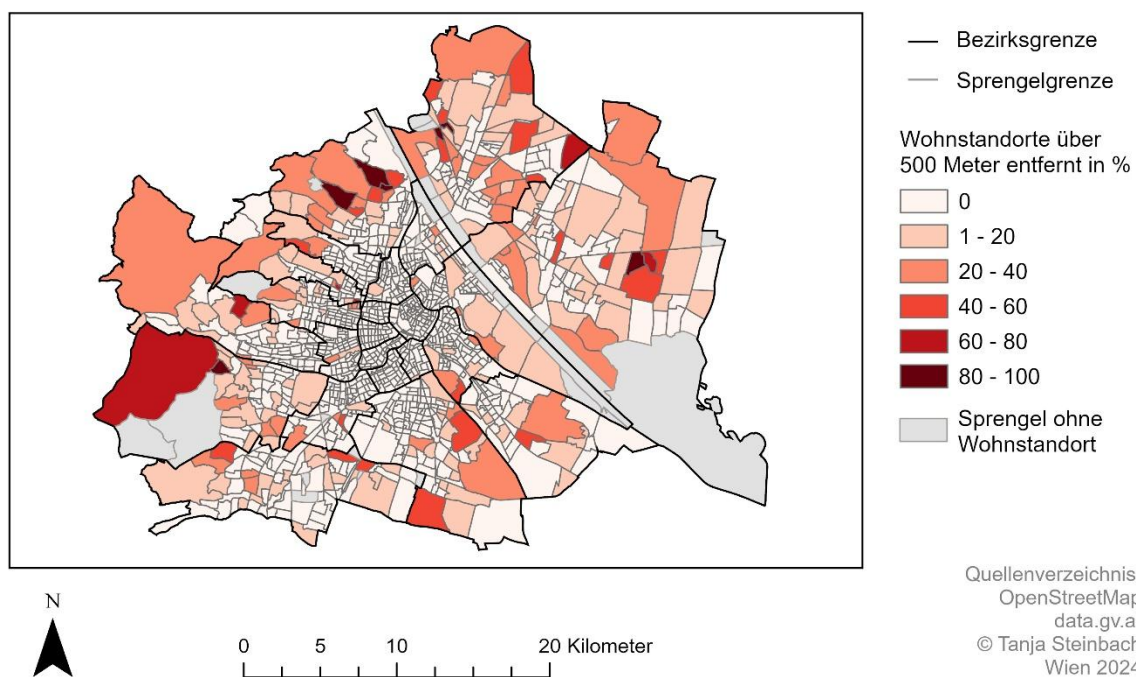


Abbildung 64: Distanzparameter von 500 Meter für Haltestellen von Öffentlichen Verkehrsmittel in Wien (Eigene Erstellung)

Tabelle 20: Mobilitätsoptionen zu Fuß erreichbar in Wien (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wohnstandort (absolut)	Haltestelle von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug								WienMobil Rad Station		E-Scooter Abstellfläche	
		> 15 Minuten entfernt		> 150 Meter entfernt		> 300 Meter entfernt		> 500 Meter entfernt		absolut	%	absolut	%
		absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%				
1. Innere Stadt	580	0	0	300	51,7	20	3,4	0	0	0	0	0	0
2. Leopoldsdorf	1134	0	0	779	68,7	249	22,0	32	2,8	13	1,1	22	1,9
3. Landstraße	1190	0	0	826	69,4	262	22,0	31	2,6	7	0,6	1	0,1
4. Wieden	405	0	0	275	67,9	72	17,8	1	0,2	0	0	0	0
5. Margareten	569	0	0	306	53,8	29	5,1	0	0	0	0	0	0
6. Mariahilf	457	0	0	301	65,9	49	10,7	0	0	0	0	0	0
7. Neubau	587	0	0	355	60,5	47	8,0	0	0	0	0	0	0
8. Josefstadt	284	0	0	202	71,1	38	13,4	0	0	0	0	0	0
9. Alsergrund	539	0	0	401	74,4	96	17,8	1	0,2	0	0	0	0
10. Favoriten	1767	0	0	1329	75,2	526	29,8	77	4,4	260	14,7	100	5,7
11. Simmering	753	0	0	613	81,4	259	34,4	31	4,1	24	3,2	21	2,8
12. Meidling	1072	0	0	677	63,2	191	17,8	37	3,5	16	1,5	0	0,0
13. Hietzing	1027	0	0	832	81,0	415	40,4	86	8,4	360	35,1	193	18,8
14. Penzing	1132	27	2,4	844	74,6	336	29,7	76	6,7	506	44,7	226	20,0
15. Rudolfsheim	804	0	0	591	73,5	175	21,8	6	0,7	0	0	0	0
16. Ottakring	995	0	0	745	74,9	283	28,4	49	4,9	48	4,8	29	2,9
17. Hernals	723	0	0	571	79,0	252	34,9	48	6,6	32	4,4	59	8,2
18. Währing	537	0	0	400	74,5	167	31,1	29	5,4	21	3,9	17	3,2
19. Döbling	865	2	0,2	654	75,6	312	36,1	76	8,8	151	17,5	177	20,5
20. Brigittenau	491	0	0	375	76,4	128	26,1	14	2,9	0	0	0	0
21. Floridsdorf	1876	2	0,1	1503	80,1	732	39,0	246	13,1	346	18,4	487	26,0
22. Donaustadt	2456	4	0,2	1971	80,3	963	39,2	262	10,7	705	28,7	745	30,3
23. Liesing	1279	0	0	1001	78,3	419	32,8	50	3,9	271	21,2	167	13,1

9.8 Sicherheit

Die letzte analysierte Kategorie dieser Masterarbeit und Erreichbarkeitsanalyse ist die Sicherheit. Dafür wurden als Einrichtung für die Analyse die vorhandenen Polizeistationen, die innerhalb von 15 Minuten zu Fuß erreichbar sind, ausgewählt und erarbeitet (siehe Abbildung 65 und Tabelle 21).

Wie schon bei einigen anderen Einrichtungen bis jetzt zu beobachten war, gibt es auch bei den Polizeistationen eine Tendenz in Richtung Stadtmitte, wenn eine gute Versorgung erhofft wird. Alle Bezirke am Stadtrand weisen hingegen einige Sprengel auf in denen eine schlechte Versorgung bzw. eine Unterversorgung vorhanden ist. Insbesondere die Bezirke 22. und 23. weisen mit 50,4% und 57,4% den höchsten Anteil auf. Doch auch der 10., 13., 14., 17., 19. und 21. Bezirk weisen eine schlechte Versorgung zwischen 20 und circa 35% auf. In den Bezirken 1., 4., 6., 7., 8. und 9. kann hingegen keine Unterversorgung gefunden werden.

Bezogen auf die Zufriedenheit mit dem Ansehen bzw. Image des Wohnviertels, das in der Wiener Lebenszufriedenheitsstudie aus dem Jahr 2018 untersucht wurde, ist generell eine positive Tendenz zu beobachten, die auch in fast allen Bezirken im Zeitraum zwischen 2003 und 2018 gestiegen ist. Die einzigen Ausnahmen sind der 1., 19., und der 23. Bezirk. Weiters kann generell behauptet werden, dass das Image des Wohngebiets in den inneren Bezirken und in den Bezirken 13., 14., 17., 18., 19., 22., und 23. ein höheres Ansehen besitzen. In den Bezirken 10., 11., 12., 15., 16. und 20. sind die Bewohner*Innen allerdings weniger zufrieden. Das subjektive Sicherheitsempfinden bzw. wie sicher sich die Bewohner*Innen vor bestimmten Kriminaldelikten fühlen ist, wie auch das Ansehen in allen Bezirken, zwischen 2008 und 2018 gestiegen. (MA18 2020: 45-47).

Versorgung durch Polizeistationen zu Fuß erreichbar in Wien

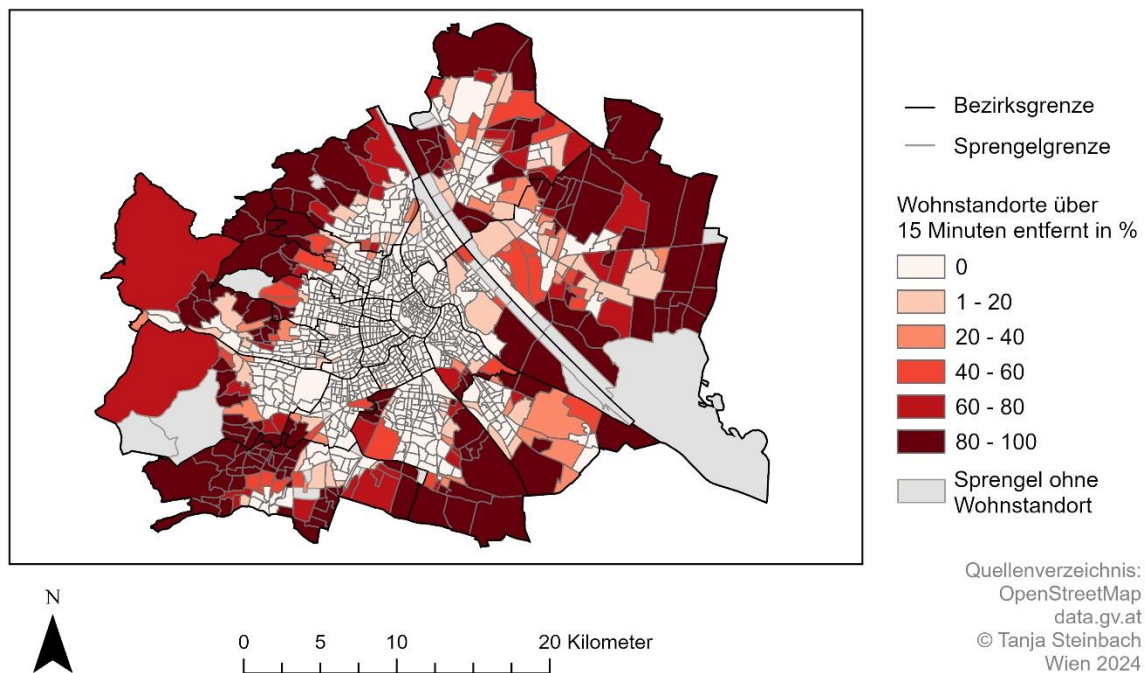


Abbildung 65: Versorgung durch Polizeistationen zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Tabelle 21: Versorgung durch Polizeistationen zu Fuß erreichbar in Wien 2025 (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wohnstandort (absolut)	Polizeistation	
		absolut	%
1. Innere Stadt	580	0	0
2. Leopoldstadt	1134	88	7,8
3. Landstraße	1190	102	8,6
4. Wieden	405	0	0
5. Margareten	569	2	0,4
6. Mariahilf	457	0	0
7. Neubau	587	0	0
8. Josefstadt	284	0	0
9. Alsergrund	539	0	0
10. Favoriten	1767	389	22,0
11. Simmering	753	92	12,2
12. Meidling	1072	139	13,0
13. Hietzing	1027	324	31,5
14. Penzing	1132	403	35,6
15. Rudolfsheim-Fünfhaus	804	1	0,1
16. Ottakring	995	86	8,6
17. Hernals	723	247	34,2
18. Währing	537	94	17,5
19. Döbling	865	204	23,6
20. Brigittenau	491	2	0,4
21. Floridsdorf	1876	591	31,5
22. Donaustadt	2456	1238	50,4
23. Liesing	1279	734	57,4

9.9 Defizite

Um ein aussagekräftiges Gesamtergebnis dieser Forschung zu erhalten, wurden alle Analysen der Einrichtungen der Kategorien zusammengefügt sowie zusammengerechnet und in einer Karte dargestellt. Außerdem erfolgt eine Darstellung mit Einbeziehung der Bevölkerungsdichte sowie eine Visualisierung ohne diese Daten. Beide Versionen sind für das Endergebnis relevant und sollten berücksichtigt werden. Zusätzlich werden die Ergebnisse für die einzelnen Bezirke sowie die einzelnen Sprengel der Stadt Wien dargestellt.

9.9.1 Defizite ohne Bevölkerungsdichte

Zunächst wird das Endergebnis der Unterversorgung bzw. Defizite an Versorgung für die Stadt Wien ohne Einbeziehung der Bevölkerungsdichte vorgestellt.

Bei der Betrachtung der Abbildung des Analyseergebnisses der Bezirke (Abbildung 66 und Tabelle 22) fällt auf, dass kein einziger Bezirk ohne Defizite vorhanden ist sowie nur der erste Bezirk einen prozentualen Anteil von unter 20% aufweist. Außerdem ist ein ähnliches Muster wie in den einzelnen Analysen der Einrichtungen erkennbar: Nämlich eine Tendenz der Unterversorgung in Richtung des Stadtrandes und einer besseren Versorgung im Stadtzentrum. Insgesamt elf Bezirke weisen Defizite von über 80% auf, wobei Floridsdorf und Donaustadt mit 100% die höchsten Werte erhielten. 100% bedeutet, dass in diesen Bezirken für jede einzelne Einrichtung mindestens ein Defizit gezählt wurde und somit alle Kategorien der Bedürfnisse eine Unterversorgung in diesen Bezirken vorweisen. Doch auch die Bezirke Favoriten, Simmering, Hietzing, Penzing, Ottakring, Hernals, Währing, Donaustadt und Liesing haben mit Defizitwerte von über 80% keine gute Versorgungsrate erreicht und alle Kategorien der Bedürfnisse wurden nicht ausreichend erfüllt.

Bessere Ergebnisse erzielten die Bezirke Wieden, Margareten, Mariahilf, Neubau, Josefstadt, Alsergrund, Rudolfsheim-Fünfhaus und Brigittenau. Hier liegen die prozentualen Anteile der Defizite zwischen 21 und 36 Prozent. Bezogen darauf für wie viele Einrichtungen gesamt je Bezirk ein Defizit gezählt wurde, erhielten der 1., 7. und 8. Bezirk mit 6-7 die besten Werte und scheinen die beste Versorgung durch die acht Kategorien der Bedürfnisse erfüllen zu können sowie die meisten kurzen Wege zu haben. Doch auch der 4., 5., 6. und 9. Bezirk besitzen mit unter 10 Einrichtungen, die sie nicht ausreichend mit kurzen Wegen erreichen können, eine bessere Versorgung.

Tabelle 22: Defizite an Versorgung nach Bezirken (Eigene Erstellung)

Bezirk	Wie viele "Ja"s?	Wie viele Defizite Gesamt nach Einrichtungen?	Wie viele Defizite in Prozent?
1. Innere Stadt	5	6	18
2. Leopoldstadt	8	25	76
3. Landstraße	7	22	67
4. Wieden	5	8	24
5. Margareten	6	8	24
6. Mariahilf	5	8	24
7. Neubau	5	7	21
8. Josefstadt	5	7	21
9. Alsergrund	5	9	27
10. Favoriten	8	32	97
11. Simmering	8	30	91
12. Meidling	8	20	61
13. Hietzing	8	31	94
14. Penzing	8	32	97
15. Rudolfsheim-Fünfhaus	7	11	33
16. Ottakring	8	27	82
17. Hernals	8	30	91
18. Währing	8	27	82
19. Döbling	8	32	97
20. Brigittenau	7	12	36
21. Floridsdorf	8	33	100
22. Donaustadt	8	33	100
23. Liesing	8	32	97

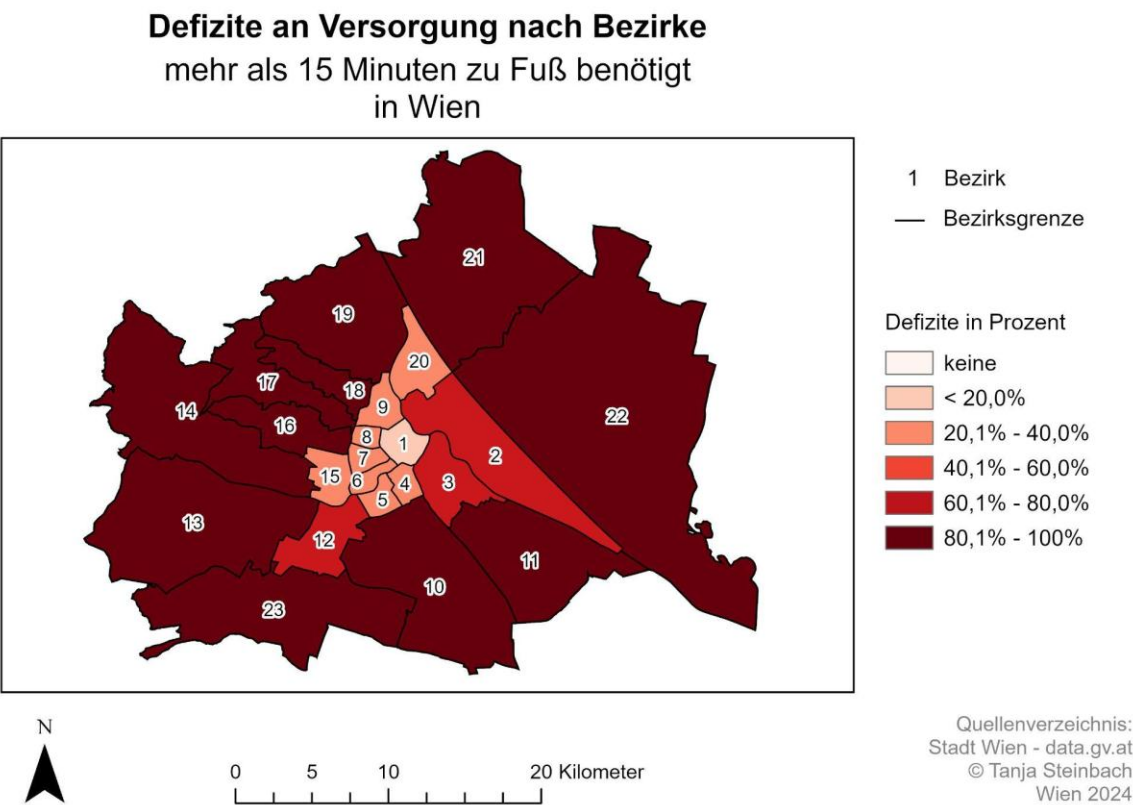


Abbildung 66: Defizite an Versorgung nach Bezirken (Eigene Erstellung)

Das Analyseergebnis der Einrichtungen insgesamt für ganz Wien bezogen auf die Sprengel sieht im Vergleich zu jenem bezogen auf die Bezirke etwas anders aus (Abbildung 67). Die Tendenz in Richtung einer schlechten Versorgung durch kurze Wege, um die definierten Einrichtungen erreichen zu können, am Stadtrand sowie eine stetig bessere Versorgung in Richtung der Stadtmitte ist so gut wie identisch. Der Unterschied liegt hier aber darin, dass durch die Betrachtung des Ergebnisses der Sprengel ersichtlich wird, dass nicht jeder Bezirk am Stadtrand als Ganzes Defizite aufweist. Stattdessen ist zu erkennen, dass insbesondere Sprengel an der direkten Grenze zum Nachbarbundesland die größten Defizite aufweisen, während alle jene Sprengel in Richtung des Stadtzentrums eine stetig bessere Versorgung erkennen lassen. Besonders viele Sprengel mit einer Unterversorgung von über 80% sind in den Bezirken Donaustadt, Floridsdorf und Liesing zu finden. Doch auch die Bezirke Hietzing, Penzing, Döbling, Favoriten und Simmering besitzen mindestens einen Sprengel mit mehr als 80% an Defiziten. Am besten aufgestellt sind hingegen die Bezirke im Stadtzentrum. Der 1., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 15. und 20. Bezirk weisen die meisten Sprengel mit Defiziten an kurzen Wegen zu nächstgelegenen Einrichtungen von unter 20% auf. Einzelne Sprengel mit 20-40% kommen jedoch trotzdem vor.

Defizite an Versorgung nach Sprengel mehr als 15 Minuten zu Fuß benötigt in Wien

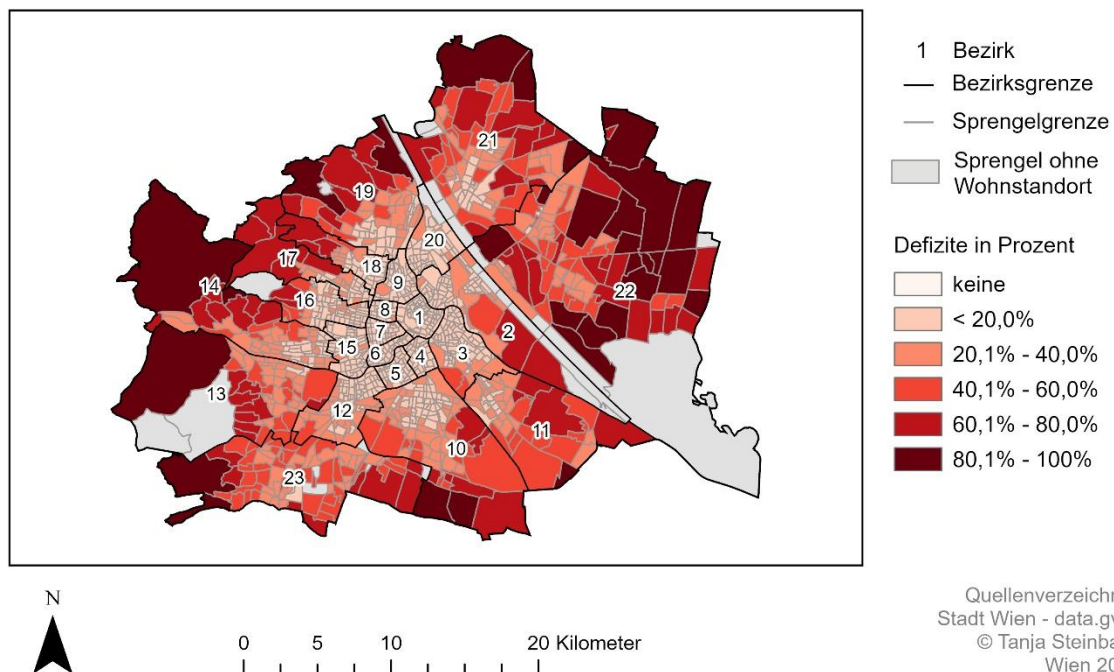


Abbildung 67: Defizite an Versorgung nach Sprengel

9.9.2 Defizite mit Bevölkerungsdichte

Bei der Einbeziehung der Bevölkerungsdichte fiel die Entscheidung auf eine bivariate Darstellung, um das Ergebnis gut interpretieren zu können. Es wurde auch die Option einer Schraffur für die Bevölkerungsdichte in Betracht gezogen, allerdings waren die unterschiedlichen Klassen für die kleinen Sprengel nicht gut unterscheidbar. Die bivariate Darstellung hilft hingegen zu erkennen, welche Bezirke bzw. Sprengel eine hohe

Bevölkerungsdichte, einen hohen Anteil an Defizite, beides oder niedrige Werte für beide Komponenten aufweisen.

In der Abbildung 68 können die konkreten Einstellungen für die Anwendung der bivariaten Darstellung bzw. Farben betrachtet werden. Feld 1 stellt die Defizite gesamt nach Einrichtungen in Prozent dar, während in Feld 2 die Bevölkerungsdichte in Quadratkilometer angezeigt wird. Als Methode wurde Quantil gewählt, da eine klare Eingliederung der Klassen bzw. der Daten folgen konnte. Denn mit Quantil werden "Beobachtungen gleichmäßig auf das Klassenintervall verteilt, wobei sich ungleiche Klassenbreiten, aber die gleiche Häufigkeit von Beobachtungen pro Klasse ergeben" (ESRI 2023). Außerdem wurde die Gittergröße auf 3x3 gestellt, damit auf der Karte ein Farbchaos entstehen konnte. Denn durch die vielen kleinen Sprengel, war es notwendig, wenige, klar erkennbare Farben zu wählen.

Das Farbschema wurde auf Basis der Farben, die bisher in dieser Masterarbeit verwendet wurden, selbst erstellt. Da die Bevölkerungsdichte in blauen Farben sowie die Defizite an Versorgung in Rottönen dargestellt wurde, fiel die Entscheidung auf diese beiden Farben. Um einen hohen Anteil von beiden Komponenten visuell darzustellen, wurde ein dunkles Violett gewählt, da die Kombination aus Blau und Rot diese Farbe ergibt.

Somit zeigt das Farbschema, dass je roter die Sprengel in der Karte sind, in diesen Bereichen der Anteil an Defiziten höher und die Bevölkerungsdichte niedrig ist. Umgekehrt bedeuten Blautöne, dass in jenen Sprengel die Bevölkerungsdichte hoch ist, jedoch der Anteil an Defizite gering ist. Lila Farbtöne zeigen hingegen, dass in jenen Sprengel beide Komponenten hohe Anteile aufweisen.

Primäre Symbolisierung

Bivariate Farben

Feld 1: Defizite gesamt nach Einrichtungen %

Normalisierung 1: <Keine>

Feld 2: EWkm2

Normalisierung 2: <Keine>

Methode: Quantil

Gittergröße: 3 x 3

Farbschema: [Color Swatch]

Vorlage: Feld 1 - Histogramm

Legende: Feld 1 - Histogramm, Feld 2 - Histogramm, Legende

Mehr

▼ Felder

Defizite gesamt nach

EWkm2

▼ Ausrichtung

Keine

▼ Beschriftungen

☐ Ecken beschriften ☒ Beschriftungsseiten

Hoch

Niedrig

Hoch

Niedrig

Abbildung 68: Einstellungen der bivariaten Darstellung

Bei der Betrachtung des Endergebnisses und der visuellen Darstellung in der Karte ist zu erkennen, dass

sich der Trend der zuvor erhaltenen Ergebnisse in den Analysen, ohne Einbeziehung der Bevölkerungsdichte, umgekehrt hat (Abbildung 69). Zuvor war oft eine Tendenz in Richtung der Stadtgrenze oder der Stadtmitte zu erkennen. Jedoch wenn nun darauf Bezug genommen werden soll, welche Sprengel und Bezirke einen hohen Anteil an Defizite und eine hohe Bevölkerungsdichte aufweisen, fällt auf, dass jene Sprengel entlang der Stadtmitte und am Beginn des Stadtrandes betroffen sind. Viele lila Sprengel sind beispielsweise im nördlichen Zipfel des 10. Bezirks zu finden, aber auch im östlichen Teil des 14. 16. und 17. Wiener Gemeindebezirks. Auch im eher südlichen Eck des 21. Bezirks sowie im westlichen Bereich des 22. Bezirks sind Sprengel mit hohen Werten in beiden Komponenten zu erkennen. Viele lila Sprengel sind allerdings auch relativ in der Mitte des 23. Bezirks zu finden.

Bezugnehmend auf die Analyseergebnisse ohne Einbeziehung der Bevölkerungsdichte muss allerdings erwähnt werden, dass eine Tendenz in Richtung des Stadtrandes sowie des Stadtzentrums trotzdem zu erkennen ist. Denn bei Betrachtung des Ergebnisses am Stadtrand fällt auf, dass diese Bezirke bzw. Sprengel einen hohen prozentualen Anteil an Defizite aufweisen, jedoch die Bevölkerungsdichte sehr niedrig ist. Daher kann im Falle dieser Sprengel behauptet werden, dass zwar eine Unterversorgung mit kurzen Wegen zu vielen Einrichtungen vorhanden ist, allerdings nur eine geringe Anzahl an Bevölkerung davon tatsächlich betroffen ist und somit nicht allzu streng bewertet werden sollte.

Ebenso fällt auf, dass die Bevölkerungsdichte im Stadtzentrum besonders hoch ist, während die Unterversorgung durch kurze Wege sehr niedrig ist. Das bedeutet, dass in jenen Bereichen in der Stadt Wien, in denen eine hohe Anzahl der Wiener Wohnbevölkerung wohnt, die Einwohner gut mit kurzen Wegen zu vielen verschiedenen Einrichtungen versorgt werden.

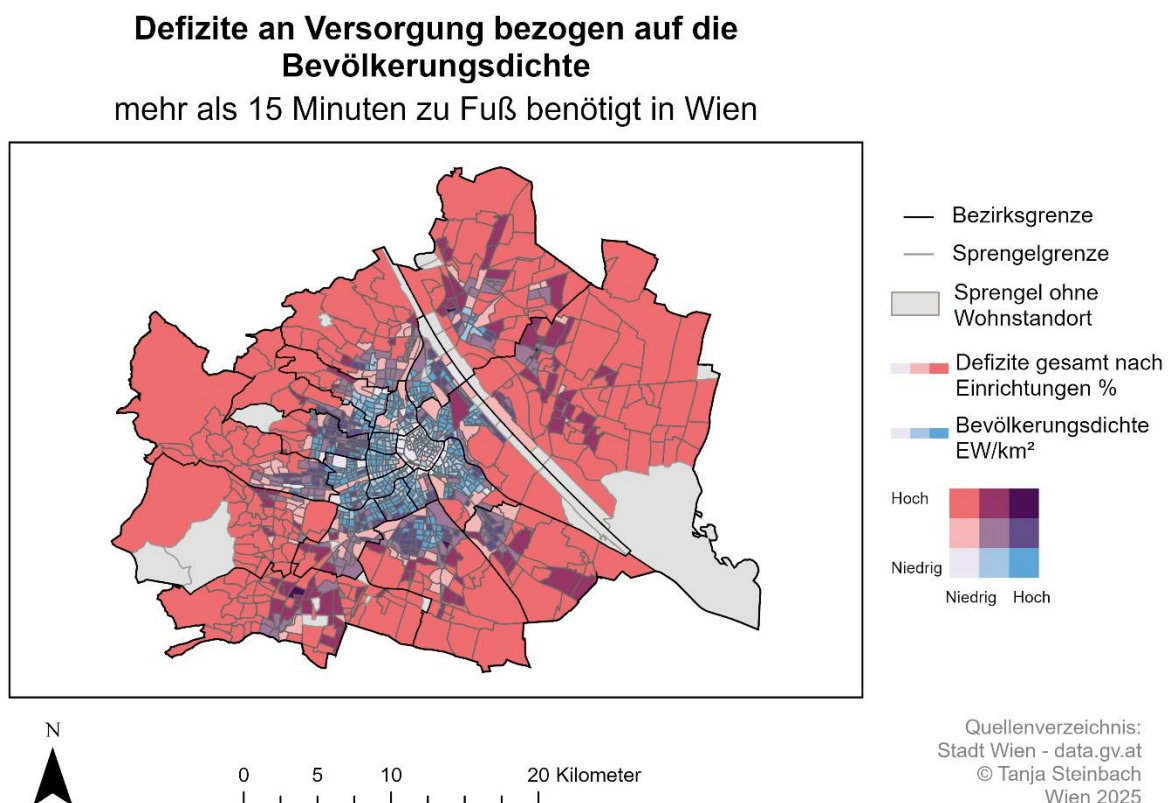


Abbildung 69: Defizite an Versorgung bezogen auf die Bevölkerungsdichte (Eigene Erstellung)

Bei der Betrachtung der konkreten Zahlen von den lila Sprengeln in der Tabelle 23 ist erkennbar, dass der 10. Bezirk mit 35 Sprengel die höchste Anzahl aufweist. Auch der 16. Bezirk mit 31, der 22. Bezirk mit 24 und der 21. Bezirk mit 19 Sprengel besitzen hohe Werte. Interessant ist allerdings auch, dass Bezirke wie Wieden, Margareten, Mariahilf, Neubau und Alsergrund mindestens einen Sprengel enthalten, der hohe Werte aufweist, obwohl diese Bezirke grundsätzlich niedrige Defizitwerte und eine hohe Bevölkerungsdichte besitzen.

Wenn allerdings nur die Mittelwerte der Defizite je Bezirk mit violetten Sprengeln herangezogen werden, sind die höchsten Mittelwerte mit knapp über 40% in den Bezirken Donaustadt und Liesing zu finden. Das ist verglichen mit den hohen Werten ohne Einbeziehung der Bevölkerungsdichte ein deutlich niedrigeres Ergebnis. Weiters werden in

den Bezirken Favoriten, Simmering, Hietzing, Währing, Döbling und Floridsdorf ebenfalls hohe Mittelwerte zwischen 25 und 38 Prozent gefunden. Dabei ist allerdings interessant, dass Währing nur zwei Sprengel besitzt, die hohe Defizite und eine hohe Bevölkerungsdichte aufweisen, und trotzdem mit 38% einen hohen Mittelwert für die Defizite besitzt.

Bezugnehmend auf die Summe der Bevölkerungszahl innerhalb der Bezirke mit lila Sprengel sind sieben Bezirke zu nennen, deren Unterversorgung an kurzen Wegen besonders viele Menschen trifft. Jene Bezirke mit der höchsten Bevölkerungszahl sind die beiden Bezirke Favoriten und Donaustadt mit 92.726 und 87.436 Einwohner. Doch auch die Bezirke Leopoldstadt, Simmering, Ottakring, Floridsdorf und Liesing weisen mit einer Bevölkerungszahl in allen lila Sprengel hohe Werte von 30.000 bis 68.000 Personen auf. Ein interessanter Fall ist hier der 2. Bezirk, der mit 8 Sprengel und einem Defizit-Mittelwert von 23% keine signifikant hohen Werte besitzt, jedoch trotzdem mit 32.714 Einwohner eine hohe Anzahl an Bevölkerung betroffen ist. Im Bezirk Währing sind hingegen nur 4.235 Einwohner von einem Defizit-Mittelwert von hohen 38% betroffen, was nur eine niedrige Anzahl an Bevölkerung darstellt.

Bei Betrachtung der betroffenen Flächen der violetten Sprengel besitzen die Bezirke Donaustadt, Floridsdorf, Liesing und Simmering mit 6,52 km, 5,16 km, 4,8 km und 4,5 km die größten Flächen. Auch die Bezirke Ottakring, Leopoldstadt und Meidling besitzen mit über 1,5 km relativ große Flächen, die von einer hohen Bevölkerungsdichte sowie einem hohen Defizit-Anteil betroffen sind. Ein besonderer Fall ist jedoch der Bezirk Meidling, der zwar eine große Fläche aufweist, die Anzahl an 15 betroffenen Sprengel, der Defizit-Wert von 22% und die Bevölkerungszahl von 27.056 nicht signifikant hoch sind, verglichen mit den Werten von anderen Bezirken wie zum Beispiel Favoriten und Donaustadt.

Tabelle 23: Lila Sprengel nach Bezirken (Eigene Erstellung)

Bezirk	Sprengelanzahl	Mittelwert Defizite in %	EW - Summe	Fläche km ² - Summe
2. Leopoldstadt	8	23	32.714	1,68
3. Landstraße	7	16	12.563	0,41
4. Wieden	3	17	6.505	0,24
5. Margareten	4	16	8.827	0,31
6. Mariahilf	1	15	820	0,04
7. Neubau	1	21	861	0,03
9. Alsergrund	3	15	3.528	0,13
10. Favoriten	35	27	92.726	3,88
11. Simmering	16	29	67.925	4,50
12. Meidling	15	22	27.056	1,52
13. Hietzing	6	38	9.972	0,84
14. Penzing	17	17	29.606	1,13
15. Rudolfsheim-Fünfhaus	5	15	8.070	0,29
16. Ottakring	31	19	48.986	1,78
17. Hernals	11	20	22.185	0,96
18. Währing	2	38	4.235	0,41
19. Döbling	7	25	11.941	0,78
20. Brigittenau	10	16	28.429	0,91
21. Floridsdorf	19	37	60.525	5,16
22. Donaustadt	24	41	87.436	6,52
23. Liesing	17	42	54.988	4,80

Auf Basis dieses Ergebnisses sind im konkreten vier Sprengel zu nennen, die sowohl einen hohen Anteil an Unterversorgung von kurzen Wegen sowie eine hohe Bevölkerungsdichte vorweisen können. In der nachfolgenden Tabelle können diese vier Sprengel aufgelistet mit den entsprechenden Zahlen gefunden werden.

Tabelle 24: Die vier schlecht versorgten Sprengel (Eigene Erstellung)

Sprengelname	Bezirk	Defizite in %	EW/km ²
91001233	10. Favoriten	33	30.274
92101183	21. Floridsdorf	36	27.710
92201130	22. Donaustadt	42	28.126
92301081	23. Liesing	36	23.185

Der erste betroffene Sprengel befindet sich im 10. Wiener Gemeindebezirk und weist einen Defizitanteil von 33% auf (Abbildung 70). Mit 30.274 Einwohner pro Quadratkilometer ist der größte Anteil an Bevölkerung, verglichen mit den anderen drei Sprengel, betroffen. Rund um diesen Sprengel können in der Karte auch einige andere Sprengel betrachtet werden, die ebenfalls einen hohen Bevölkerungsanteil besitzen, jedoch nur eine mittlere Versorgung durch kurze Wege. Es sind auch vier Sprengel zu sehen, die eine hohe Unterversorgung aufweisen, jedoch nur eine mittlere Bevölkerungsdichte enthalten.

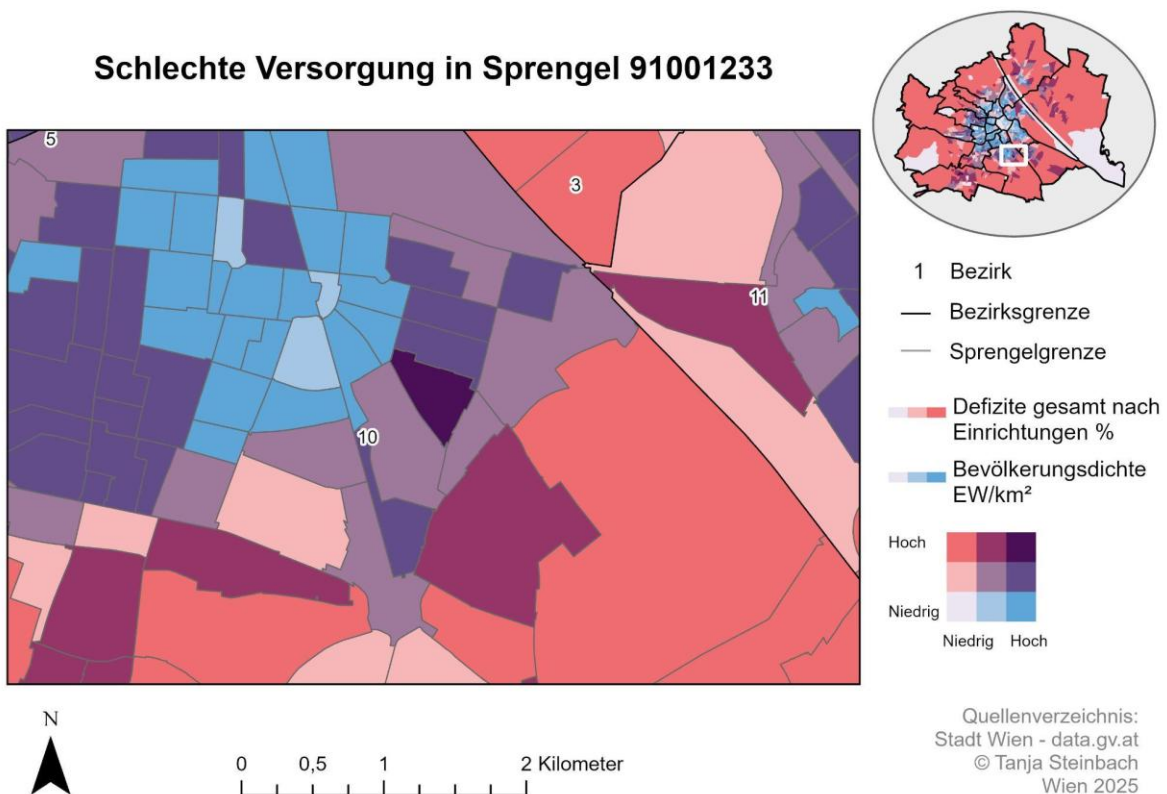


Abbildung 70: Schlechte Versorgung in Sprengel 91001233 (Eigene Erstellung)

Der zweite betroffene Sprengel mit einer hohen Unterversorgung an kurzen Wegen sowie einer hohen Bevölkerungsdichte ist der Sprengel 92101183 im 21. Wiener Gemeindebezirk (Abbildung 71). Mit einem Anteil von 36% für Defizite besitzt er zwar den gleichen Wert wie der Sprengel im Bezirk Liesing. Allerdings liegt der Wert der Bevölkerungsdichte mit 27.710 Einwohner pro Quadratkilometer etwas höher als beim anderen Sprengel, wodurch ungefähr 4.000 mehr Einwohner pro Quadratkilometer betroffen sind. Direkt angrenzend an diesen Sprengel befinden sich einige andere Sprengel mit einem hohen Anteil an Defizite sowie einer mittleren Bevölkerungsdichte. Es ist auch ein Sprengel mit einer hohen Bevölkerungsdichte und einer mittleren Unterversorgung zu sehen.

Schlechte Versorgung in Sprengel 92101183

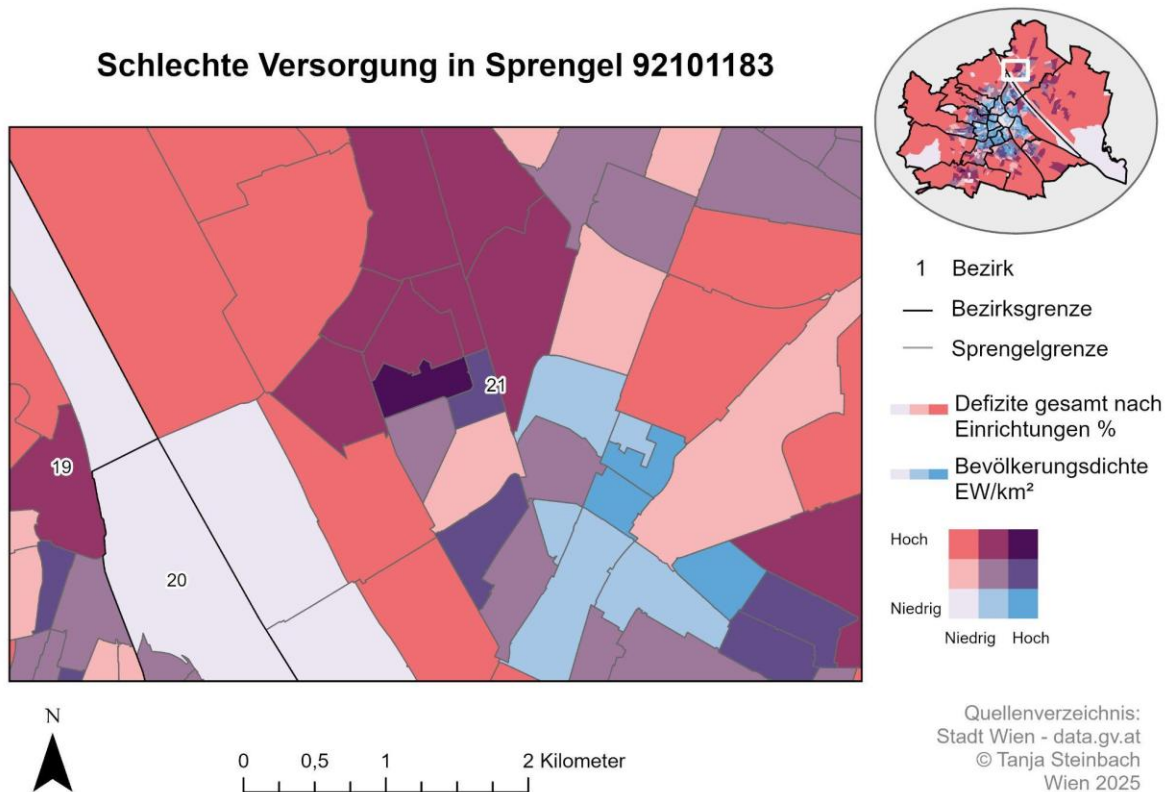
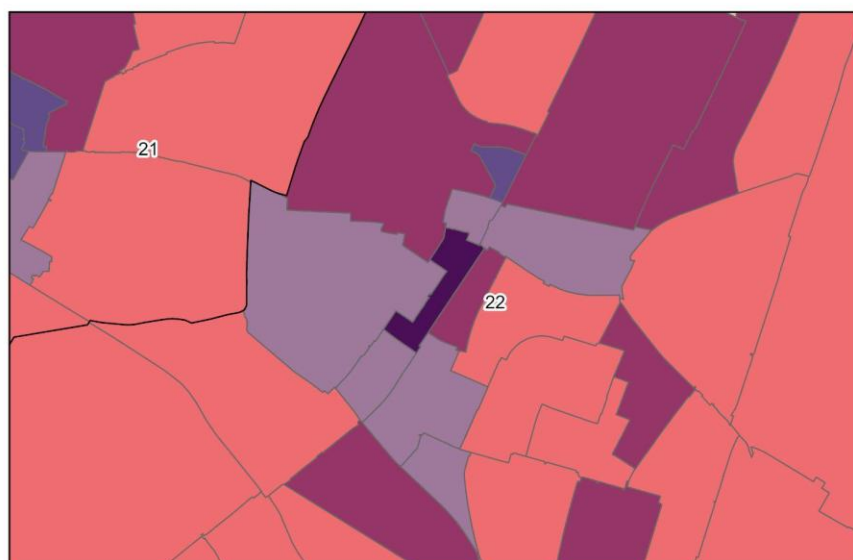


Abbildung 71: Schlechte Versorgung in Sprengel 92101183 (Eigene Erstellung)

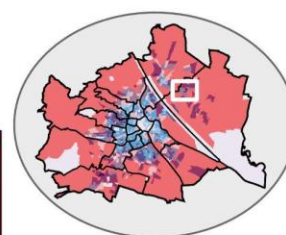
Ein besonders hoher Anteil an Defizite ist mit 42% im Sprengel 92201130 im 22. Bezirk zu finden. Der Sprengel ist zwar optisch relativ klein, jedoch ist hier eine Bevölkerungsdichte von 28.126 Einwohner pro Quadratkilometer zu finden (Abbildung 72). Mit diesen Werten liegt er mit dem Sprengel des 10. Bezirks auf gleicher Höhe, wenn es um eine schlechte Versorgung durch kurze Wege und Nachhaltigkeit und eine hohe Zahl an betroffenen Bürgern gehen soll. Rund um den schlecht versorgten Sprengel im 22. Bezirk befinden sich einige Sprengel mit einem hohen Anteil an Unterversorgung sowie mittlerer Bevölkerungsdichte.

Der letzte Sprengel, der von einer schlechten Versorgung betroffen ist, besitzt die ID-Nummer bzw. den Namen 92301081 und befindet sich im 23. Wiener Gemeindebezirk (Abbildung 73). Mit einem Defizitanteil von 36% besitzt er den gleichen Wert wie der betroffene Sprengel in Floridsdorf. Mit einer Bevölkerungsdichte von 23.185 Einwohner pro Quadratkilometer sind besonders viele Menschen von einer schlechten Versorgung durch kurze Wege sowie Nachhaltigkeit betroffen. Verglichen mit den Werten der anderen drei Sprengel besitzt dieser Sprengel jedoch den niedrigsten Wert für die Bevölkerungsdichte. Rund um diesen Sprengel befinden sich besonders viele weitere betroffene Sprengel, die ebenfalls einen hohen Defizitanteil besitzen, allerdings nur eine Bevölkerungsdichte aufweisen können.

Schlechte Versorgung in Sprengel 92201130



0 0,5 1 2 Kilometer

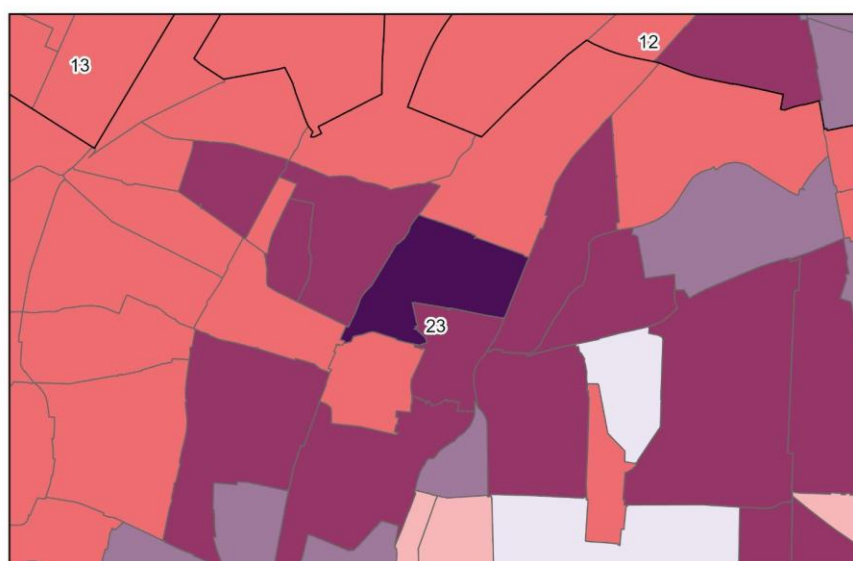


- 1 Bezirk
- Bezirksgrenze
- Sprengelgrenze
- Defizite gesamt nach Einrichtungen %
- Bevölkerungsdichte EW/km²
- Hoch
- Niedrig
- Niedrig Hoch

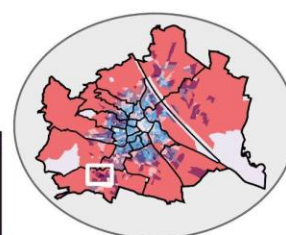
Quellenverzeichnis:
Stadt Wien - data.gv.at
© Tanja Steinbach
Wien 2025

Abbildung 72: Schlechte Versorgung in Sprengel 92201130 (Eigene Erstellung)

Schlechte Versorgung in Sprengel 92301081



0 0,5 1 2 Kilometer



- 1 Bezirk
- Bezirksgrenze
- Sprengelgrenze
- Defizite gesamt nach Einrichtungen %
- Bevölkerungsdichte EW/km²
- Hoch
- Niedrig
- Niedrig Hoch

Quellenverzeichnis:
Stadt Wien - data.gv.at
© Tanja Steinbach
Wien 2025

Abbildung 73: Schlechte Versorgung in Sprengel 92301081 (Eigene Erstellung)

10. Conclusio & Ausblick

An dieser Stelle werden nun alle Ergebnisse zusammengefasst, diskutiert und interpretiert. Dabei wird auf die zu Beginn definierte Forschungsfrage sowie Arbeitsfragen eingegangen, da die Ergebnisse und Erkenntnisse damit umfassender bewertet werden können. Außerdem werden spezifische Problembereiche näher erörtert, die sich im Laufe dieser Masterarbeit ergeben haben. Darauf aufbauend wird zum Schluss ein möglicher Ausblick vorgeschlagen, wie zukünftige Forschungen den thematisierten Bereich dieser Arbeit erweitern könnten.

10.1 Conclusio

Zu Beginn dieser Masterarbeit wurde die Frage gestellt, welchen Beitrag der Einsatz von GIS-Methoden dabei leisten kann, eine Stadt hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit unter der Berücksichtigung des Konzepts „Stadt der kurzen Wege“ zu analysieren. Mittels der definierten Arbeitsfragen wurde daher versucht diese Frage mit Hilfe einer intensiven Literaturrecherche sowie einer Erreichbarkeitsanalyse unter anderem zu beantworten. Als Untersuchungsgebiet wurde die Stadt Wien in Österreich im Zuge der Erarbeitung einer Lösung für diese Frage herangezogen.

Wie definieren sich die Konzepte „Stadt der kurzen Wege“ und „Sustainable Cities“ und welche Kriterien bzw. Parameter umfassen sie?

Die erste Arbeitsfrage hatte das Ziel einen Überblick über die in der Forschungsfrage und im Titel dieser Masterarbeit erwähnten Konzepte zu geben, um auf Basis dessen einen geeigneten Kriterienkatalog für die anschließende GIS-Analyse aufstellen zu können. Im Zuge der Literaturrecherche wurde ersichtlich, dass das Konzept der Stadt der kurzen Wege auch eine andere Bezeichnung besitzt, nämlich „15 Minuten Stadt“. Grundsätzlich stellen beide Begriffe das gleiche Ziel dar, haben jedoch eine unterschiedliche Herkunft, Definition und Kriterien.

Das Konzept der „Stadt der kurzen Wege“ wird vom Umweltbundesamt (2011) mit dem besonders gut beschrieben:

Die Stadt der kurzen Wege bedeutet: „in einem materiellen Sinn die Schaffung urbaner, kompakter und ressourceneffizienter Siedlungsstrukturen, eine strukturell ausgewogene Durchmischung miteinander verträglicher Nutzungen sowie die Erreichbarkeit von Einrichtungen der Nahversorgung und Orten der Naherholung in fußläufiger Entfernung und ergänzend deren gute Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln sowie eine schienengestützte Siedlungsentwicklung“ (Umweltbundesamt 2011: 22).

Der Begriff und das Konzept der „15 Minuten Stadt“ wurde erstmals im Jahr 2016 von Carlos Moreno begründet. Er sah das Konzept als Möglichkeit dem Klimawandel entgegenzuwirken und die steigende Zersiedelung aufzuhalten. Der Mensch soll wieder im Mittelpunkt des städtischen Raums stehen (NOWORÓL ET AL. 2022: 2; ALLAM ET AL. 2022a: 1-2). In einer 15 Minuten Stadt sollten alle täglichen Bedürfnisse innerhalb von 15 Minuten zu Fuß von der Wohnung aus zu erreichen sein. Folgende sechs Bereiche gelten als tägliche Bedürfnisse: **Wohnen, Arbeiten, Versorgen, Fürsorgen, Lernen und Genießen** (ETI Chair 2019: 7). Diese Bedürfnisse können allerdings nur gedeckt werden, wenn Städte folgende vier Dimensionen erfüllen können (NOWORÓL ET AL. 2022: 4):

- **Nähe**
- **Vielfalt**
- **Dichte**
- **Digitalisierung**

Als Nähe bzw. Distanz wird hierbei die kürzeste Distanz zu den sechs Grundbedürfnissen beschrieben, wobei sie sowohl aus dem zeitlichen als auch räumlichen verstanden wird (NOWORÓL ET AL. 2022: 4; MORENO ET AL. 2021: 103). Mit Vielfalt ist das Vorhandensein von diversen Funktionen innerhalb einer Nachbarschaft gemeint. Dabei wird zwischen Software Diversity, also der Vielfalt an Kultur, ethnischer Zugehörigkeit und sozialer Klassen, sowie Hardware Diversity, der Mix aus Natur, Wohnen, Einzelhandel, Lebensmittel- und Gesundheitsversorgung, Arbeit und Erholung unterschieden (KHAVARIAN-GARMSIR ET AL. 2023: 2; MORENO ET AL. 2021: 103). Dichte beschreibt sowohl eine dicht bebaute Stadt als auch eine optimale Zahl an Stadtbewohnern, um einem Überkonsum oder einer Unterauslastung entgegenzuwirken (MORENO ET AL. 2021: 102-103). Mit der Dimension Digitalisierung wird das Vorhandensein von digitalen Werkzeugen, Plattformen und Lösungen beschrieben, wodurch eine Stadt sozusagen "Smart" wird (MORENO ET AL. 2021: 104-105; ALLAM ET AL. 2022a: 4).

Die 15 Minuten Stadt bzw. Stadt der kurzen Wege haben insbesondere das Ziel, die autoorientierte Stadt zu verdrängen und stattdessen eine kompakte Stadt des Zu-Fuß-Gehens zu werden (LOGAN ET AL. 2022: 1-2; Umweltbundesamt 2011: 22-23).

Das Konzept der Sustainable Cities besitzt eine wesentliche Verknüpfung mit den SDGs der Vereinten Nationen, da es im 11. Ziel „Sustainable Cities and Communities“ namentlich genannt wird und bestimmte Targets sowie Indikatoren innerhalb der UN vorgibt (United Nations 2022b). Grundsätzlich wird das Konzept dadurch definiert, dass nicht mehr Ressourcen verbraucht und der Umwelt entzogen werden dürfen, um die Wohnbevölkerung einer nachhaltigen Stadt zu versorgen, als tatsächlich benötigt werden (AHVENNIEMI ET AL. 2017: 235). Ziel einer Sustainable City ist es, die Lebensqualität aller Menschen, Pflanzen und Tiere in einer Stadt zu erhalten und für zukünftige Generationen zu verbessern (COHEN 2018: 3f.).

Eine Stadt kann außerdem nur als nachhaltig bezeichnet werden, wenn sie die folgenden drei Dimensionen erfüllt:

- **Wirtschaft,**
- **Gesellschaft und**
- **Umwelt.**

Nur wenn alle drei Bereiche im Gleichgewicht bleiben, kann eine Stadt nachhaltige Resilienz aufbauen. (COHEN 2018: 3f.; BIBRI 2018: 779).

Was ist der aktuelle Forschungsstand zu "Stadt der kurzen Wege" im Zusammenhang von Nachhaltigkeit unter Verwendung von GIS-Methoden?

Die zweite Arbeitsfrage dieser Masterarbeit befasst sich mit der Frage wie der aktuelle Forschungsstand ist und soll das Fehlen einer Forschung aufzeigen, die sich mit der Kombination von einer GIS-gestützten Erreichbarkeitsanalyse, dem Konzept der Stadt der kurzen Wege und der Sustainable Cities auseinandersetzt sowie in ihrer Analyse mehrere Einrichtungen berücksichtigt.

Im Zuge der Literaturrecherche fiel auf, dass drei verschiedene Richtungen an Forschungen existieren, die sich einer oder mindestens zwei der notwendigen Komponenten annehmen. Zum einen gibt es viele Untersuchungen von Erreichbarkeiten von einer einzigen Einrichtung wie beispielsweise Lebensmittelversorgung oder städtische Grünflächen. Dabei wurden raster- und vektorbasierte Erreichbarkeitsanalysen sowie Methodenmixe mit zusätzlichen Interviews durchgeführt (RAUCH & RAUH 2016: 437f.; NEUMEIER & KOKORSCH 2021: 247f.; BURK ET AL. 2020: 487f.; STOIA ET AL. 2022: 1f.).

Es gibt allerdings auch einige wenige Studien, die sich mit der Anwendung von GIS-Methoden, dem Konzept der Stadt der kurzen Wege und der Analyse von mehreren Einrichtungen auseinandersetzen, jedoch das Konzept der Sustainable Cities außer Acht lassen. Dazu gehört die Studie von Aleksander Noworól (NOWORÓL ET AL. 2022: 1f.), der sehr genau auf das Konzept der 15 Minuten Stadt eingeht und versucht, die Versorgung durch verschiedene Einrichtungen in der Stadt Krakau zu analysieren. Diese Studie entpuppte sich als besonders gute Hilfestellung bei der Erarbeitung dieser Masterarbeit und war insbesondere bei der Aufstellung des Kriterienkatalogs sowie der Wahl der zu analysierenden Einrichtungen ein herausragender Wegweiser.

Zwei Autoren, die sich besonders mit der Kombination der beiden Konzepte 15 Minuten Stadt und Sustainable Cities beschäftigen, sind Carlos Moreno und Zaheer Allam (MORENO ET AL. 2021: 93f; ALLAM ET AL. 2022a, 2022b, 2022c). Bei ihren Forschungsarbeiten wird allerdings nur auf die theoretischen Ansätze eingegangen und die Anwendung von GIS-Methoden bzw. Erreichbarkeitsanalysen nicht einbezogen. Trotzdem waren diese Studien im Zuge dieser Masterarbeit besonders nützlich für die Definition der kombinierten Konzepte, um daraufhin einen geeigneten Kriterienkatalog aufstellen zu können.

Im Zuge der Literaturrecherche fiel nur eine einzige Studie auf, die der Fragestellung dieser Arbeit am nächsten gekommen ist, nämlich jene von Ashraf Abd El Karim und Mohsen Awawdeh (ABD EL KARIM & AWAWDEH 2020: 1f.), die sich mit der Lebensqualität einer Stadt mit Hilfe von GIS-Methoden auseinandersetzt. Namentlich werden zwar die Konzepte "Stadt der kurzen Wege" und "Sustainable Cities" nicht erwähnt, allerdings ist eine Ähnlichkeit bemerkbar. Trotzdem erfüllte die Studie nicht die Anforderungen, die im Zuge dieser Masterarbeit definiert wurden. Für diese Arbeit wurde nämlich ein Tool gesucht, das bestimmte Ergebnisse liefern kann und spezifische Funktionen enthält.

Zunächst war es nämlich wichtig, dass in einem Analyseprozess von mehreren Startpunkten gleichzeitig die am nächsten gelegenen und in 15 Minuten erreichbaren Einrichtungen berechnet werden können. Im Falle der Wohnstandorte als Startpunkte wurden dafür über 21.000 Punkte definiert, wodurch ein Werkzeug benötigt wurde, dass viele Punkte gleichzeitig prozessieren kann. Weiters musste das Ergebnis die genauen Routen und zeitlichen sowie räumlichen Distanzen beinhalten und dann in einer Tabelle ausgeben können. Damit wurden nämlich im nächsten Schritt jene Wohnstandorte gefiltert, von denen ausgehend die Bewohner **mehr** als 15 Minuten zu einer Einrichtung benötigen. Erst dadurch war es möglich, Gebiete mit schlechter Versorgung bzw. Defizite zu definieren. Eine Einzugsgebietsanalyse oder eine Location-Allocation Analyse wären zum Beispiel für diese Vorgaben nicht geeignet gewesen. Bei einer Einzugsgebietsanalyse kann zwar eine Impedanz als Zeit oder Entfernung bestimmt werden, allerdings ist das Ergebnis eine Isochronenkarte, mit der keine konkreten Routen oder Distanzen berechnet werden. Das Werkzeug Location-Allocation kann zwar mehrere Einrichtungen einbeziehen, allerdings fehlt im Endergebnis die Angabe der zurückgelegten Zeit. Außerdem werden zwar Routen zu den Punkten berechnet, jedoch

werden sie nicht entlang des zuvor definierten Network Datasets gezeichnet, sondern bestehen aus geraden Luftlinien.

Die Parameter bzw. Kriterien dieser Arbeit orientieren sich an diesen beiden Konzepten. Dabei wurden die drei Dimensionen der Sustainable Cities (Wirtschaft, Soziales und Umwelt) und die vier Dimensionen der 15 Minuten Stadt (Nähe, Dichte, Vielfalt und Digitalisierung) herangezogen und miteinander in Verbindung gebracht. Einerseits wurden dafür qualitative Daten bzw. Einrichtungen definiert mit deren Analyse und Ergebnisse diese Dimensionen erfüllt werden können. In der Tabelle 7, 8 und 9 können diese betrachtet werden. Andererseits wurden quantitative Parameter aufgestellt. Dazu gehört die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit und mehrere Distanzparameter für die Einrichtungen Grünflächen, Haltestellen von Bus, U-Bahn, Straßenbahn und Zug, sowie Nahversorgung und Schule (siehe Tabelle 10).

Wie gut sind die Bedürfnisse des täglichen Lebens in Wien verbreitet und erreichbar?

Um diese Frage zu beantworten, wurde im Zuge der Entstehung des Kriterienkatalogs und der Wahl der Daten definiert, welche Einrichtungen für die Analyse einbezogen werden sollen und wie diese zu gliedern sind. Dabei wurden folgende acht Kategorien der Bedürfnisse sowie 33 Einrichtungen bestimmt (siehe auch Tabelle 11):

1. Einkaufswege
2. Freizeitmobilität
3. Berufliche Wege und Bildung & Betreuung
4. Gesundheitsversorgung
5. Öffentliche Dienstleistungen
6. Kommunikationsmöglichkeiten
7. Mobilitätsoptionen
8. Sicherheit

Grundsätzlich fiel bei der Erarbeitung der Versorgung der Stadt Wien durch Einrichtungen, die für das tägliche Leben notwendig sind, ein gewisser Trend auf. Bei der Betrachtung der Ergebnisse der einzelnen Einrichtungen gab es einige Einrichtungen deren Versorgung oder Verfügbarkeit zur Stadtgrenze hin immer schlechter wurde, während im Stadtzentrum eine gute Versorgung festzustellen war. Dazu gehören Supermärkte, Drogerien, Kultureinrichtungen, Schulen oder Volkshochschulen, Kindergärten, (Fach-) Ärzte, Apotheken, Bankfilialen, Partizipationsprojekte, Postfilialen, gratis WLAN-Standorte, WienMobil Rad Stationen, E-Scooter Abstellflächen und Polizeistationen.

Eine besonders gute Verfügbarkeit konnte in Wien für folgende Einrichtungen beobachtet werden: Café, Restaurant oder Feinkostladen, Grünflächen, Sporteinrichtungen, Spielplätze, Arbeitsstandorte, Altstoffsammelstellen (unter Berücksichtigung, dass eine Datenlücke vorhanden ist), Briefkästen und Haltestellen von U-Bahn, Bus, Zug und Straßenbahn. Bei diesen Einrichtungen handelt es sich allerdings nur um jene, die das Kriterium von einer zeitlichen Entfernung von höchstens 15 Minuten erfüllen. Für manche Einrichtungen wurde nämlich nicht nur dieser zeitliche Parameter definiert, sondern auch ein oder mehrere Distanz-Parameter, basierend auf der Literaturrecherche. Beim Vergleich der Ergebnisse des Distanz-Parameters mit dem Zeit-Parameters fiel ein deutlicher Unterschied auf. Während die Voraussetzung von 15 Minuten meistens gut erfüllt wird, erscheint bei den Distanz-Parametern eine viel schlechtere Versorgung. Beispielsweise gibt es kaum Sprengel der Stadt

Wien, in denen die Wohnbevölkerung innerhalb von 150 Metern eine Haltestelle von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug erreichen kann. Bei 300 Metern ist die Verfügbarkeit schon etwas besser, während bei einer Entfernung von 500 Metern das beste Ergebnis sichtbar wird. Jedoch trotzdem schlechter als beim 15 Minuten Parameter. Auch die Grünflächen sind als betroffene Einrichtung zu nennen, da das Ergebnis mit der 15 Minuten Vorgabe fast in ganz Wien fehlerfrei ist, jedoch bei der Berücksichtigung einer Distanz von 250 Metern zur nächsten Grünfläche zu Fuß eine schlechte Verfügbarkeit in fast allen Bezirken sichtbar wird. Es fällt somit auf, dass Distanz-Parameter eine gute Vorgabe sind, jedoch nicht mit dem Zeit-Parameter von 15 Minuten gleichzusetzen sind, da sich die Ergebnisse signifikant in Wien unterscheiden.

Eine besonders schlechte Versorgung von Wohnstandorten durch folgende Einrichtungen konnte in den Ergebnissen der 15 Minuten zu Fuß Voraussetzung beleuchtet werden: Märkte, österreichische Hochschulen, Krankenhäuser und öffentliche Behörden. Diese vier Einrichtungen leiden allerdings an der Problematik von zu wenigen Standorten und keiner guten Verteilung im Stadtgebiet. In der Stadt Wien gibt es zum Beispiel nur 23 Märkte und diese sind hauptsächlich im Stadtzentrum positioniert, mit Ausnahme eines Marktes in der Mitte des 22. Bezirks. Österreichische Hochschulen sind zwar mit circa 160 Einrichtungen zahlreicher vertreten, allerdings ebenfalls hauptsächlich im Stadtzentrum. Im Norden der Stadt gibt es zwar auch einzelne Hochschulen, die die Versorgung dort verbessern. Trotzdem sind die Bezirke am Stadtrand und insbesondere im Süden und Osten Wiens benachteiligt. Öffentliche Behörden liefern ein ähnliches Bild, wobei das Stadtzentrum ausschließlich gut versorgt ist, während der Stadtrand äußerst schlechte Werte erreicht. Krankenhäuser stellen einen Sonderfall dar, da es eher unüblich ist, im Notfall zu Fuß ein Krankenhaus aufzusuchen. Da Spitäler jedoch nicht nur in Notfällen, sondern wegen Routineuntersuchungen sowie Patientenbesuche besucht werden, ist ein schlechtes Ergebnis trotzdem zu berücksichtigen. Hier ist auffallend, dass insbesondere im Süden Wiens sowie im 21. und 22. Bezirk eine äußerst schlechte Versorgung zu beobachten ist.

Welche Bereiche weisen die größten Defizite auf und worum handelt es sich dabei?

Um diese Frage zu beantworten, wurden zwei verschiedene Ergebnisse berechnet. Einerseits wurden alle einzelnen Analyseergebnisse der Einrichtungen zusammengefasst und der prozentuale Anteil der Defizite je Bezirk und Sprengel in Wien ermittelt. Dann wurden diese Defizite präsentiert und erörtert. Andererseits wurde in einem zusätzlichen Schritt die Bevölkerungsdichte mit einbezogen und in einer Karte dargestellt. Die Darstellung erfolgte mittels einer bivariaten Darstellung, da sie ermöglichte festzustellen, welche Sprengel in Wien eher eine hohe Bevölkerungsdichte, einen hohen Defizitanteil, beides oder niedrige Werte in beiden Bereichen besitzen. Dadurch war es möglich zu erkennen, welche Sprengel die schlechteste Versorgung oder Verfügbarkeit aufweisen und am meisten Veränderung in der Zukunft benötigen. Es wurde zwar auch die Option einer Schraffur für die Bevölkerungsdichte in Betracht gezogen, allerdings waren die unterschiedlichen Klassen für die kleinen Sprengel nicht gut unterscheidbar.

Bezogen auf das Ergebnis der Defizite ohne Einbeziehung der Bevölkerungsdichte, wurden einerseits die Bezirke als Ganzes sowie ihre einzelnen Sprengel analysiert. Bei der Betrachtung der Abbildung des Analyseergebnisses der Bezirke fällt auf, dass kein einziger Bezirk ohne Defizite vorhanden ist und nur der erste Bezirk einen prozentualen Anteil von unter 20% aufweist. Generell ist vor allem in den Bezirken und Sprengel am Stadtrand Wiens

eine schlechte Versorgung durch Einrichtungen der täglichen Bedürfnisse, die zu Fuß innerhalb von 15 Minuten erreichbar sind, zu erkennen. Während das Ergebnis der Defizite für die Bezirke bei über 80% liegt, zeigt das Ergebnis der Sprengel, dass nicht die ganzen Bezirke, sondern nur jene Teile entlang der Stadtgrenze betroffen sind. Denn je weiter die Sprengel im Stadtzentrum liegen, desto eher weisen sie keine oder nur wenige Defizite auf. Zu jenen Bezirken, die Defizite von über 80% beinhalten, gehören folgende: 10., 11., 13., 14., 19., 21., 22. Und 23. Ein besonderes Augenmerk sollte aber auf die Bezirke Floridsdorf und Donaustadt sowie Liesing, Favoriten, Penzing und Döbling gelegt werden. Denn die ersten Beiden haben von insgesamt 33 Einrichtungen in jeder Einrichtung mindestens ein Defizit zu verzeichnen und haben somit einen Defizitanteil von 100%. Auch die anderen vier Bezirke haben in 32 Einrichtungen mindestens eine Unterversorgung vorzuweisen und erreichen somit einen prozentualen Wert von 97%. Insgesamt gibt es 14 Bezirke, die einen Defizitwert von über 50% besitzen und somit keine gute Versorgungsrate erreichen sowie alle acht Kategorien der Bedürfnisse nicht ausreichend erfüllen. Auch wenn sich dieses Ergebnis auf die gesamten Bezirke erstreckt, sollte es berücksichtigt und die genauen Probleme dieser Defizite erarbeitet werden. Denn woran liegt es, dass vor allem Bezirke sowie Sprengel am Stadtrand eine äußerst schlechte Verfügbarkeit von Einrichtungen haben? Können die Bewohner dieser Bezirke einige ihrer täglichen Bedürfnisse und Erledigungen auch im Nachbarbundesland Niederösterreich zu Fuß schnell erreichen? Oder wird in diesen Wohngegenden eher auf das Auto als Mobilitätsoption zurückgegriffen? In dieser Masterarbeit wurden nämlich Einrichtungen, die sich außerhalb Wiens befinden, nicht miteinbezogen oder analysiert. Wäre das Ergebnis dadurch anders?

Bei der Betrachtung des Analyseergebnisses mit Einbeziehung der Bevölkerungsdichte ist ein umgekehrter Trend im Vergleich zu jenem des vorigen Ergebnisses zu beobachten. Anstatt einer schlechten Versorgung in Richtung des Stadtrandes sowie einer immer besseren Verfügbarkeit von kurzen Wegen gen Stadtmitte, sind jene Sprengel betroffen, die sich genau in der Mitte dieser beiden Bereiche befinden. Also am "Gürtel" oder Rand der inneren Bezirke. Viele solche Sprengel sind beispielsweise im nördlichen Zipfel des 10. Bezirks zu finden, aber auch im östlichen Teil des 14. 16. und 17. Wiener Gemeindebezirks. Auch im eher südlichen Eck des 21. Bezirks, im westlichen Bereich des 22. Bezirks und relativ in der Mitte des 23. Bezirks sind diese Sprengel zu finden. Wenn allerdings nur die Mittelwerte der Defizite je Bezirk herangezogen werden, sind die höchsten Werte mit über 40% in den Bezirken Donaustadt und Liesing zu finden. Das ist verglichen mit den höchsten Werten ohne Einbeziehung der Bevölkerungsdichte jedoch ein deutlich niedrigeres Ergebnis. Bezugnehmend auf die Summe der Bevölkerung innerhalb der Bezirke, die von einer Unterversorgung durch kurze Wege beeinträchtigt sind, müssen sieben Bezirke gezählt werden, da mindestens 30.000 Menschen betroffen sind. In den Bezirken Favoriten und Donaustadt sind es sogar circa 90.000 Einwohner.

Generell sind jedoch vier Sprengel zu nennen, die durch die bivariate Darstellung als besonders schlecht versorgt definiert wurden. Der erste Sprengel befindet sich im 10. Bezirk und ist von einigen ähnlichen Sprengel umgeben. Mit 30.274 Einwohner pro Quadratkilometer sind außerdem die meisten Bewohner von Unterversorgung betroffen. Zwei weitere schlecht versorgte Sprengel befinden sich im 21. und 23. Bezirk. Hier liegen die Defizitwerte bei 36 Prozent und über 23.000 Bewohner sind dadurch beeinträchtigt. Der letzte der vier Sprengel liegt im Bezirk Donaustadt und besitzt mit 42% den höchsten Defizitwert. Der Sprengel ist zwar relativ klein, jedoch ist hier eine Bevölkerungsdichte von 28.126 EW/km² zu finden, die von der schlechten Verfügbarkeit durch Einrichtungen betroffen ist.

10.2 Fazit mit Ausblick

Insgesamt kann anhand der Ergebnisse dieser Arbeit behauptet werden, dass GIS-Methoden dafür eingesetzt werden können, eine Stadt hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung des Konzepts “Stadt der kurzen Wege” zu analysieren. Entscheidend ist dabei allerdings der gewählte Kriterienkatalog auf Basis dessen die Analysen durchgeführt werden. Je nachdem welche Einrichtungen, Voraussetzungen und Parameter gewählt werden, kann sich das Ergebnis möglicherweise unterscheiden. In dieser Masterarbeit wurden die Kriterien und Einrichtungen anhand der ausgewählten und recherchierten Literatur ausgewählt und definiert. Doch gerade für die Erfüllung und Überprüfung der Dimension “Wirtschaft”, die als Voraussetzung für das Konzept “Sustainable Cities” gilt, wäre es möglich auch andere Einrichtungen bzw. Parameter für eine Analyse zu wählen. In dieser Arbeit wurde für diese Dimension insbesondere die Einrichtung “Arbeitsstandorte” herangezogen. Allerdings ist es schwierig, Daten zu finden, die den genauen Arbeitsplatz von jedem Stadtbewohner beinhalten. Daher fiel die Entscheidung, den hypothetisch in 15 Gehminuten entfernten möglichen Arbeitsstandort je Wohnstandort heranzuziehen. Rein hypothetisch sollte quasi für jeden Wohnstandort ein Arbeitsstandort zu Fuß schnell erreichbar sein, auch wenn dieser nicht als Arbeitsplatz gewählt wird. Generell könnten für alle im Kriterienkatalog definierten Dimensionen genauere Analysen durchgeführt werden, die am Ende ein detailliertes Abbild der Defizite an Erfüllung der täglichen Bedürfnisse in einer Stadt liefern.

Auch die Wahl der Daten für die Wohnstandorte ist an diesem Punkt zu erwähnen, da, wie auch für die Arbeitsstandorte, ein Datensatz mit der “Generalisierten Flächenwidmung Wien” von der Stadt Wien verwendet wurde. In diesem Datensatz werden die Flächenwidmungs- und Bebauungspläne in generalisierter Form dargestellt. Dabei wurden Häuserblöcke grundsätzlich entweder in “Wohnnutzung”, “Gemischter Nutzung” oder “Betriebliche Nutzung” eingeteilt. Dadurch erfolgte die Erreichbarkeitsanalyse mittels ArcGIS nicht über beispielsweise konkrete Adresspunkte, sondern über die Schwerpunkte der gefilterten Gebäudeblöcke, die am Network Dataset gefangen wurden. Mit einem Datensatz, der die genauen Adresspunkte enthalten würde, wäre es möglich, ein genaueres Ergebnis für die Defizite an fußläufiger Versorgung durch Einrichtungen je Bezirk und Sprengel zu erhalten. Da in dieser Masterarbeit jedoch bevorzugend frei verfügbare Daten ausgewählt wurden, konnte ein solcher Datensatz nicht in Betracht gezogen werden. Der Bezug solcher sensiblen Daten ist nämlich immer mit Kosten verbunden.

Bezugnehmend auf die verwendeten Daten dieser Arbeit kann zusammenfassend berichtet werden, dass insbesondere die Stadt Wien und OpenStreetMap sehr viele aktuelle und frei verfügbare Daten zu den definierten Einrichtungen im Kriterienkatalog enthalten haben. Zwar war es notwendig für die Berechnung des Network Datasets, die verwendeten Straßendaten von OpenStreetMap genauestens zu überarbeiten, trotzdem war es gut möglich eine aufwändige Erreichbarkeitsanalyse mit 33 Einrichtungen durchzuführen. Ein Kritikpunkt ist jedoch an dieser Stelle zu erwähnen. Denn im Datensatz für die Altstoffsammelstellen von der Stadt Wien fiel auf, dass für zwei Bezirke die Daten fast zur Gänze gefehlt haben, obwohl sie im online verfügbaren Stadtplan Wien vorhanden sind. Hier muss ein Fehler bei der Generierung des Datensatzes geschehen sein. Durch diesen Spezialfall kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass auch in den anderen ausgewählten Datensätzen Datenlücken vorhanden sind, die allerdings in dieser Arbeit nicht bemerkt und somit nicht berücksichtigt wurden. Die Überprüfung jedes Datensatzes auf Datenlücken hätte außerdem den zeitlichen Rahmen dieser Masterarbeit überstiegen.

Ein weiterer Sachverhalt hat im Laufe der Erreichbarkeitsanalyse die Folge gehabt, dass möglicherweise die Ergebnisse nicht völlig korrekt waren. Bei der Anwendung einer Erreichbarkeitsanalyse mittels der Network Analyst Erweiterung von ArcGIS und des "Nächstgelegene Einrichtung" Solvers ist es nämlich möglich und für weitere Analysen notwendig, die definierten und sogenannten Einrichtungen und Wohnstandorte an das zuvor definierte Network Dataset bzw. Straßennetz zu fangen. Die Folge davon ist, dass sich die Punkte allerdings nicht mehr an ihren korrekten Standorten befinden und somit in den nachfolgenden Analysen nicht den richtigen Bezirken oder Sprengel zugewiesen werden. Das Ergebnis könnte dadurch für manche dieser Sprengel und Bezirke etwas gefälscht worden sein und möglicherweise ein schlechteres sowie positiveres Ergebnis als das eigentliche Endresultat ergeben haben. Denn bei der Anwendung des "Nächstgelegene Einrichtung" Solvers besteht die Ausgabe aus Routen, die sich nur entlang des zuvor definierten Straßennetzes erstrecken, unabhängig davon wo sich die Einrichtungen befinden. Vielleicht wäre es möglich durch Anwendung einer anderen Analysemethode von ArcGIS oder einem ähnlichen Programm diesem Problem zu entgehen.

Ein Aspekt, der in dieser Masterarbeit nicht berücksichtigt wurde, sind soziodemographische Merkmale. Denn je nach Alter, Einkommen, Geschlecht, Familienstand oder Haushaltsbildung können unterschiedliche Einrichtungen zu den täglich erfüllenden Bedürfnissen zählen und somit das Ergebnis bezüglich Defizite in einer Stadt beeinflussen. In dieser Arbeit wurden die Einrichtungen im Allgemeinen für die Wohnbevölkerung einer Stadt ausgewählt und deshalb wurden Einrichtungen wie Spielplätze, Kindergärten oder Pensionistenheime in die Analyse einbezogen. Im Zuge von weiteren Analysen wäre es allerdings interessant zu erarbeiten, wie ein Kriterienkatalog für beispielsweise unterschiedliche Altersgruppen oder verschiedene Geschlechter aussehen müsste und wie das Ergebnis für die Versorgung durch kurze Wege und das Vorhandensein von Nachhaltigkeit aussehen würde. Es wäre auch interessant eine Erreichbarkeitsanalyse für unterschiedliche Einkommensgruppen durchzuführen. Denn für Personen mit geringem Einkommen ist es möglicherweise nicht möglich, teure Einrichtungen zu besuchen, auch wenn sie fußläufig innerhalb von 15 Minuten zu erreichen sind. Solche Einrichtungen müssten dann aus der Analyse ausgeschlossen werden. Eine solche Analyse könnte allerdings dabei helfen aufzudecken, in welchen Gegenden geringe Einkommensgruppen eine besonders schlechte Versorgung erleben und somit neue Einrichtungen eröffnet oder gebaut werden müssen. Für die Stadtentwicklung können solche Analyseergebnisse eine gute Hilfestellung für zukünftige Entscheidungen sein.

Auch die in dieser Masterarbeit definierten Einrichtungen und erarbeiteten Ergebnisse liefern eine wesentliche Hilfestellung, um zu erkennen welche Bereiche einer Stadt noch nicht als nachhaltig definiert werden können und keine bzw. zu wenige kurze Wege zu diversen Einrichtungen des täglichen Lebens vorweisen können. Sie können als Hilfestellung gesehen werden solche Stadtteile zu definieren und möglicherweise die Situation in diesen Gegenden in der Zukunft zu verbessern.

11. Literaturverzeichnis

ABD EL KARIM, A. & AWAWDEH, M.M. (2020): Integrating GIS Accessibility and Location-Allocation Models with Multicriteria Decision Analysis for Evaluating Quality of Life in Buraidah City, KSA. – Sustainability, 12/4: 1412. doi: 10.3390/su12041412.

AHLMAYER, F. & WITTOWSKY, D. (2018): Was brauchen wir in ländlichen Räumen? Erreichbarkeitsmodellierung als strategischer Ansatz der regionalen Standort- und Verkehrsplanung. - Raumforsch Raumordn Spat Res Plan, 76: 531-550. doi:10.1007/s13147-018-0558-8.

AHVENNIEMI, H., HUOVILA, A., PINTO-SEPPÄ, I. & AIRAKSINEN, M. (2017): What are the differences between sustainable and smart cities? - Cities 60/A: 234-245. doi:10.1016/j.cities.2016.09.009.

ALLAM, Z., BIBRI, S.E., CHABAUD, D. & MORENO, C. (2022a): The Theoretical, Practical, and Technological Foundations of the 15-Minute City Model: Proximity and Its Environmental, Social and Economic Benefits for Sustainability. – Energies, 15/16: 6042. doi:10.3390/en15166042.

ALLAM, Z., BIBRI, S.E., JONES, D.S., CHABAUD, D. & MORENO, C. (2022b): Unpacking the '15 Minute City' via 6G, IoT, and Digital Twins: Towards a New Narrative for Increasing Urban Efficiency, Resilience, and Sustainability. - Sensors, 22/4: 1369. doi:103390/s22041369.

ALLAM, Z., BIBRI, S.E., CHABAUD, D. & MORENO, C. (2022c): The '15-Minute City' concept can shape a net-zero urban future. - Humanities and Social Sciences Communications, 9/126: 1-5. doi:10.1057/s41599-022-01145-0.

BERDING, N., & BUKOW, W.-D. (2020). Die Zukunft gehört dem urbanen Quartier: Das Quartier als eine alles umfassende kleinste Einheit von Stadtgesellschaft. – Wiesbaden. doi.org/10.1007/978-3-658-27830-4

BIBRI, S.E. (2018): A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. - Sustainable Cities and Society, 38: 758-794. doi:10.1016/j.scs.2017.12.032.

BIBRI, S.E. (2021): A novel model for data-driven smart sustainable cities of the future: The institutional transformations required for balancing and advancing the three goals of sustainability. - Energy Informatics, 4/4. doi:10.1186/s42162-021-00138-8.

BIBRI, S.E. & KROGSTIE, J. (2017): Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. - Sustainable Cities and Society, 31: 183-212. doi:10.1016/j.scs.2017.02.016.

BIBRI, S.E., KROGSTIE, J. & KÄRRHOLM, M. (2020): Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. - Developments in the Built Environment 3: 100021. doi:10.1016/j.dibe.2020.100021.

BÖCKER, M., BRÜGGEMANN, H., CHRIST, M., KNAK, A., LAGE, J. & SOMMER, B. (2020): Wie wird weniger genug? Suffizienz als Strategie für eine nachhaltige Stadtentwicklung. - München; online unter: doi:10.14512/9783962388041.

Bundeskanzleramt Österreich (2024a): Ziele der Agenda 2030; online unter:
<https://www.bundeskanzleramt.gv.at/themen/nachhaltige-entwicklung-agenda-2030/ziele-der-agenda-2030.html> (05.09.2024)

Bundeskanzleramt Österreich (2024b): Umsetzung der Agenda 2030; online unter:
<https://www.bundeskanzleramt.gv.at/themen/nachhaltige-entwicklung-agenda-2030/implementierung.html> (07.09.2024)

BURK, J., MEYER, C., PETERS, J.C. & RAUCH, S. (2020): GIS-gestützte Modellierung der Erreichbarkeiten ambulanter Pflegedienste nach SGB V und SGB XI in Unterfranken unter der Berücksichtigung demographischer Entwicklungen. - Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning, 78/5: 487-507. doi:10.2478/rara-2020-0022.

COHEN, S. (2018): The Sustainable City. - New York.

COMBER, A., BRUNSDON, C. & GREEN, E. (2008): Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups. - Landscape and Urban Planning, 86/1: 103-114. doi:10.1016/j.landurbplan.2008.01.002.

CUI, Y., TAN, W., CHENG, L., CHEN, T., LV, L. & PAN, H. (2020): Analysis of Walking Accessibility of Park Green Space in Weidu District of Xuchang City Based on GIS. - E3S Web of Conferences, 165: 04017. doi:10.1051/e3sconf/202016504017.

Entrepreneurship Territory Innovation Chair (ETI Chair) & IAE Paris - Sorbonne Business School (2019): White Paper. Paris Northgates Project 15 min. city - 30 min. territory. Urban and Territorial Transitions. - Paris.

<https://chaire-eti.org/wp-content/uploads/2019/12/White-Paper-2019.pdf>

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2014a): ArcGIS-Hilfe (10.2, 10.2.1 und 10.2.2). Routenanalyse - ArcGIS Resources; online unter:

<https://resources.arcgis.com/de/help/main/10.2/index.html#/na/004700000045000000/>

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2014b): ArcGIS-Hilfe (10.2, 10.2.1 und 10.2.2). Analyse der nächstgelegenen Einrichtung - ArcGIS Resources; online unter:

<https://resources.arcgis.com/de/help/main/10.2/index.html#/na/00470000004n000000/>

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2014c): ArcGIS-Hilfe (10.2, 10.2.1 und 10.2.2). Einzugsgebiet-Analyse - ArcGIS Resources; online unter:

<https://resources.arcgis.com/de/help/main/10.2/index.html#/na/004700000048000000/>

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2014d): ArcGIS-Hilfe (10.2, 10.2.1 und 10.2.2). Start-Ziel-Kostenmatrix-Analyse - ArcGIS Resources; online unter:

<https://resources.arcgis.com/de/help/main/10.2/index.html#/na/00470000004r000000/>

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2021): Wichtige Terminologie für die Erweiterung "ArcGIS Network Analyst" - ArcMap 10.8; online unter:

<https://desktop.arcgis.com/de/arcmap/latest/extensions/network-analyst/essential-network-analyst-vocabulary.htm>

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2023): ArcGIS Pro 3.2.0. - Published in the United States of America.

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2024a): Lizenzierung und die Erweiterung "ArcGIS Network Analyst" - ArcGIS Pro 3.3; online unter:

<https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/help/analysis/networks/licensing-and-the-network-analyst-extension.htm> (05.09.2024)

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2024b): Was ist die Erweiterung "ArcGIS Network Analyst"? - ArcGIS Pro 3.3; online unter:

<https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/help/analysis/networks/what-is-network-analyst-.htm>

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2024c): Network Analyst-Solver - ArcGIS Pro 3.3; online unter:

https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/help/analysis/networks/network-analyst-solver-types.htm#ESRI_SECTION1_B826A1BEEC9142DD860980BC99B71000

GATHER, M., KAGERMEIER, A. & LANZENDORF, M. (2008): Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung. - Berlin/Stuttgart.

GEURS, K.T. & VAN WEE, B. (2004): Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. - Journal of Transport Geography, 12/2: 127-140. doi:10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005.

GIDDINGS, B., HOPWOOD, B. & O'BRIEN, G. (2002): Environment, Economy and Society: Fitting them together into Sustainable Development. - Sustainable Development, 10: 187-196. doi:10.1002/sd.199.

GROSSI, G. & TRUNOVA, O. (2021): Are UN SDGs useful for capturing multiple values of smart city?. - Cities, 114: 103193. doi:10.1016/j.cities.2021.103193.

HAAS, M. & PICHLER, C. (2023): Grünraumgerechtigkeit für eine resiliente Stadt. Visionäre Realitäten. - Arbeiterkammer Wien Verlag, Band 44; bezogen unter: <https://emedien.arbeiterkammer.at/viewer/image/AC16878339/> (07.09.2024).

HANSEN, W.G. (1959): How Accessibility Shapes Land Use. - Journal of the American Institute of Planners, 25/2: 73–76. doi:10.1080/01944365908978307.

KEMPER, F.-J., KULKE, E. & SCHULZ, M. (eds) (2012): Die Stadt der kurzen Wege. – Wiesbaden (VS Verlag für Sozialwissenschaften). doi:10.1007/978-3-531-19383-0.

KHAVARIAN-GARMSIR, A.R., SHARIFI, A. & SADEGHI, A. (2023): The 15-minute city: Urban planning and design efforts toward creating sustainable neighborhoods. – Cities, 132: 104101. doi: 10.1016/j.cities.2022.104101.

KLOPP, J.M. & PETRETTA, D.L. (2017): The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. - Cities, 63: 92-97. doi:10.1016/j.cities.2016.12.019.

KRELLENBERG, K. (2021): Klimawandel und Stadt. – In: GLADE, T. (Hrsg.): Klimawandel MOOC (KliMO): Wissenschaftliche Grundlagen. iMooX; online unter: <https://youtu.be/KDmYvh4PUOU>.

LI, L., HUAN, R., ZHAO, S., DUAN, Z., ZHANG, Y. & ZHANG, A. (2017): Two dimensional accessibility analysis of metro stations in Xi'an, China. - Transportation Research Part A, 106: 414-426. doi:10.1016/j.tra.2017.10.014.

LOGAN, T.M., HOBBS, M.H., CONROW, L.C., REID, N.L., YOUNG, R.A. & ANDERSON, M.J. (2022): The x-minute city: Measuring the 10, 15, 20-minute city and an evaluation of its use for sustainable urban design. – Cities, 131:103924. doi: 10.1016/j.cities.2022.103924.

LUXEN, D. & VETTER, C., 2011. Real-time routing with OpenStreetMap data. In: Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. ACM, New York, pp. 513–516. doi:10.1145/2093973.2094062.

Magistrat der Stadt Wien (2014): Smart City Wien. Rahmenstrategie. - Wien; bezogen unter: <https://smartcity.wien.gv.at/smart-city-wien-rahmenstrategie-als-download-verfuegbar/> (07.09.2024).

Magistrat der Stadt Wien (2022): Smart Klima City Strategie Wien. Der Weg zur Klimamusterstadt. – Wien; bezogen unter: <https://www.wien.gv.at/spezial/smartklimacitystrategie/> (07.09.2024).

Magistrat der Stadt Wien, (Magistratsabteilung 22-Wiener Umweltschutzabteilung) (2020): Grünraummonitoring Wien. 1994-2020; online unter: <https://www.esri.de/content/dam/distributor-restricted/esri-de/files/esri-konferenz-2020/vortraege/gruenraummonitoring-wien-94-20.pdf> (07.09.2024).

Magistratsabteilung 21 - Stadtplanung und Flächennutzung (2014): Fachkonzept Hochhäuser. Strategien zur Planung und Beurteilung von Hochhausprojekten. - Wien.

MERTENS, E. (2021): Die resiliente Stadt. Landschaftsarchitektur für den Klimawandel. - Basel, Schweiz.

MIDHA, A. (02.22.2022): Sustainable Cities: Accelerating The Path Toward Net Zero. - Forbes Technology Council; online unter: <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2022/02/22/sustainable-cities-accelerating-the-path-toward-net-zero/>

MORENO, C., ALLAM, Z., CHABAUD, D., GALL, C. & PRATLONG, F. (2021): Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. – Smart Cities, 4/1: 93–111. doi:10.3390/smartcities4010006.

MORGENROTH, O. (2008): Zeit und Handeln. Psychologie der Zeitbewältigung. - Stuttgart.

NEUMEIER, S. (2012): Modellierung der Erreichbarkeit von Straßentankstellen: Untersuchung zum regionalen Versorgungsgrad mit Dienstleistungen der Grundversorgung. - Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, 9; online unter:

https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn052039.pdf

NEUMEIER, S. (2014): Modellierung der Erreichbarkeit von Supermärkten und Discountern: Untersuchung zum regionalen Versorgungsgrad mit Dienstleistungen der Grundversorgung. - Thünen Working Paper, 16; online unter

https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn053577.pdf

NEUMEIER, S. & KOKORSCH, M. (2021): Supermarket and discounter accessibility in rural Germany - identifying food deserts using a GIS accessibility model. - Journal of Rural Studies, 86: 247-261. doi:10.1016/j.jrurstud.2021.06.013.

NOWORÓL, A., KOPYCIŃSKI, P., HAŁAT, P., SALAMON, J. & HOŁUJ, A. (2022): The 15-Minute City—The Geographical Proximity of Services in Krakow. – Sustainability, 14/12: 7103. doi: 10.3390/su14127103.

POZOUKIDOU G. & ANGELIDOU, M. (2022): Urban Planning in the 15-Minute City: Revisited under Sustainable and Smart City Developments until 2030. - Smart Cities, 5/4: 1356-1375. doi:10.3390/smartcities5040069.

POZOUKIDOU G. & CHATZIYIANNAKI, Z. (2021): 15-Minute City: Decomposing the New Urban Planning Eutopia. - Sustainability 13/2: 928. doi:10.3390/su13020928.

RAUCH, S. & RAUH, J. (2016): Verfahren der GIS-Modellierung von Erreichbarkeiten für Schlaganfallversorgungszentren. – Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning, 74/5. doi:10.1007/s13147-016-0432-5.

SEIP, C., BILL, R. & KINSHOFER, A. (2016): Notfallversorgung der Bevölkerung in Mecklenburg-Vorpommern. Erreichbarkeitsanalysen auf Grundlage von OpenStreetMap und ArcGIS Online. - Notfall Rettungsmed, 19: 99-107. doi:10.1007/s10049-015-0117-6.

Stadt Wien (2024): Teilbereich "Freie Mitte - Vielseitiger Rand" - Stadtentwicklungsgebiet Nordbahnhof. - Wien; online unter:

<https://www.wien.gv.at/stadtplanung/nordbahnhof-freie-mitte-vielseitiger-rand> (07.09.2024).

Stadtentwicklung und Stadtplanung (Magistratsabteilung 18) (2019): STEP 2025. Positionsbestimmung: Der Step 2025 aus heutiger Sicht. Aktuelle Einblicke und Ausblicke. - Wien; bezogen unter:

<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/strategien/step/step2025/publikationen.html>
(07.09.2024).

Stadtentwicklung und Stadtplanung (Magistratsabteilung 18) (2020): Werkstattbericht 187. Lebensqualität in einer wachsenden Stadt. Wiener Lebensqualitätsstudie 2018. - Wien; bezogen unter:
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/stadtforschung/soziologie-oekonomie/lebensqualitaetsstudien/2018.html> (07.09.2024).

STOIA, N.L., NITA, M.R., POPA, A.M. & IOJA, I.C. (2022): The green walk - An analysis for evaluating the accessibility of urban green spaces. - Urban Forestry & Urban Greening, 75: 127685. doi:10.1016/j.ufug.2022.127685.

SZIBBO, N.A. (2015): Livability and LEED-ND: The Challenges and Successes of Sustainable Neighborhood Rating Systems. - Dissertation for the Degree of Philosophy in City and Regional Planning of the University of California, Berkeley.

TAYLOR, Z. (1979): Dostępność miejsc pracy, nauki i usług w obszarach wiejskich jako przedmiot badań geografii społeczno-ekonomicznej - Próba analizy krytycznej. Przegląd Geogr, 69, 261–283.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2011): Leitkonzept - Stadt und Region der kurzen Wege. Gutachten im Kontext der Biodiversität. - Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017): Die Stadt für Morgen. Umweltschonend mobil, lärmarm, grün, kompakt, durchmischt. - Dessau-Roßlau.

United Nations (2022a): The Sustainable Development Goals Report 2022. - New York.

United Nations (2022b): Sustainable Development Goals. Goal 11: Make Cities Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable; online unter:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>

United Nations (2023a): Goal 11. Make Cities and Human Settlements Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable, bezogen unter: <https://sdgs.un.org/goals/goal11> (13.04.2023).

United Nations (2023b): The Sustainable Development Goals Report 2023. Special edition. - New York.

United Nations Development Programme (UNDP) (2024): Sustainable Development Goals. Background on the goals; online unter:

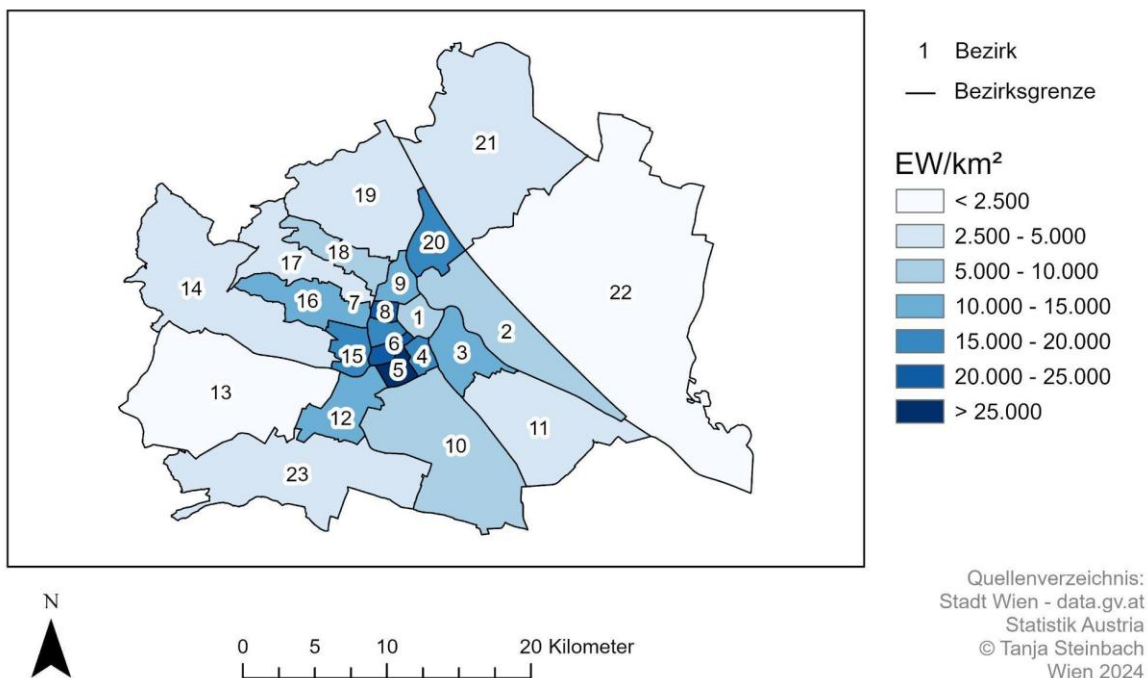
<https://www.undp.org/sdg-accelerator/background-goals#:~:text=The%20Sustainable%20Development%20Goals%20>

Wien.ORF.at (2023): Messe WeFair erstmals in Wien; online unter: wien.orf.at/stories/3202873 (14.04.2023).

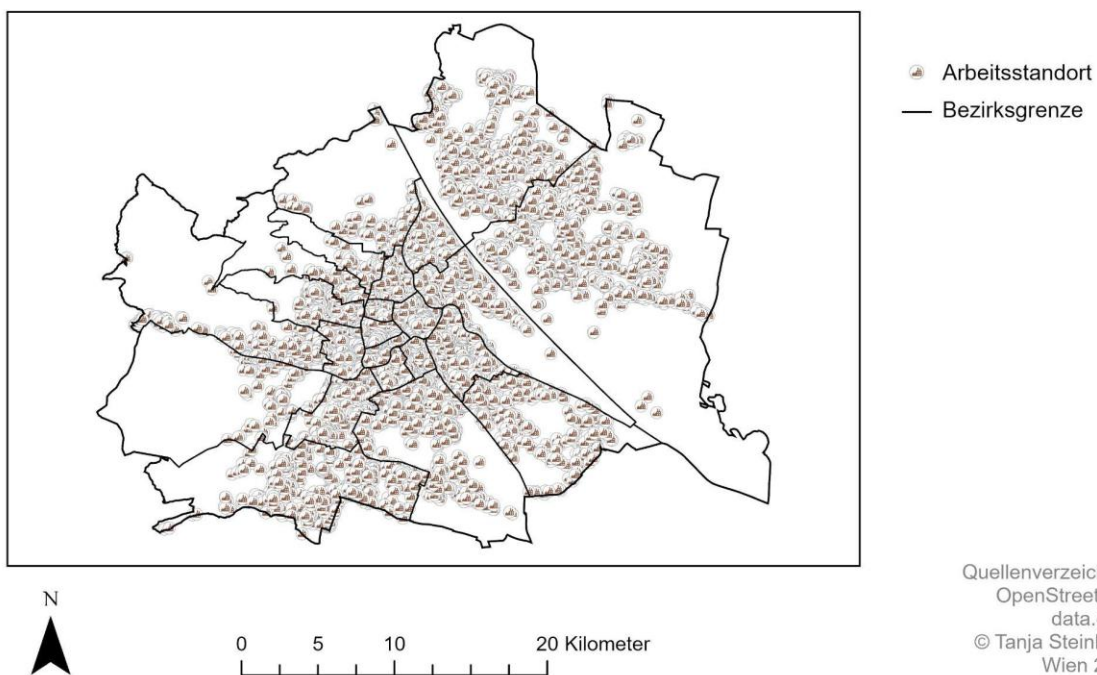
Wiener Linien (2024): Häufige Fragen (FAQ). Wer betreibt WienMobil Rad? - Wien; online unter: <https://www.wienerlinien.at/h%C3%A4ufige-fragen?categoryId=10377654#wer-betreibt-wienmobil-rad> (07.09.2024).

12. Anhang

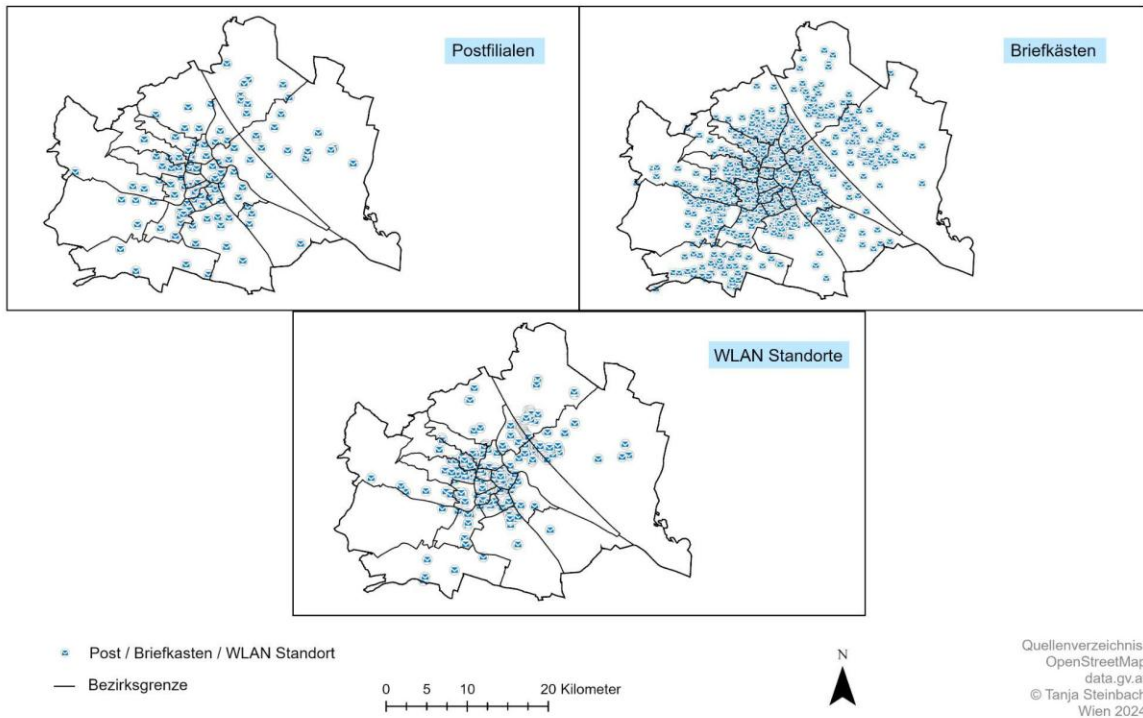
Bevölkerungsdichte in Wien
Stand 1.1.2024



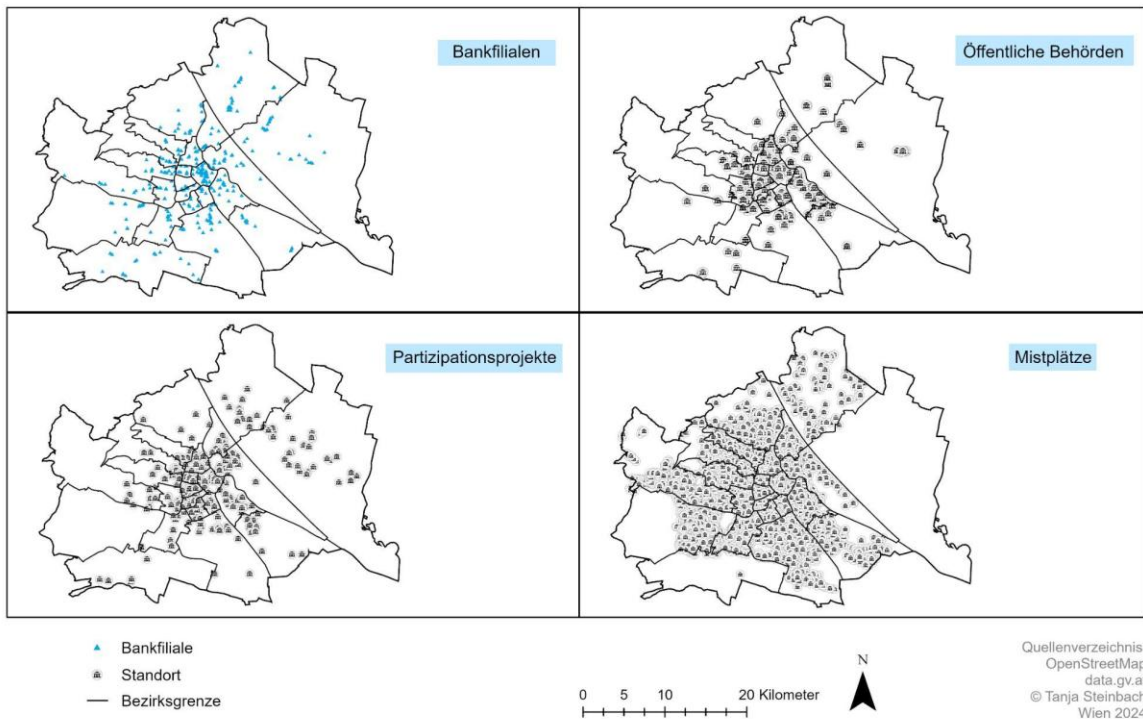
Arbeitsstandorte in Wien



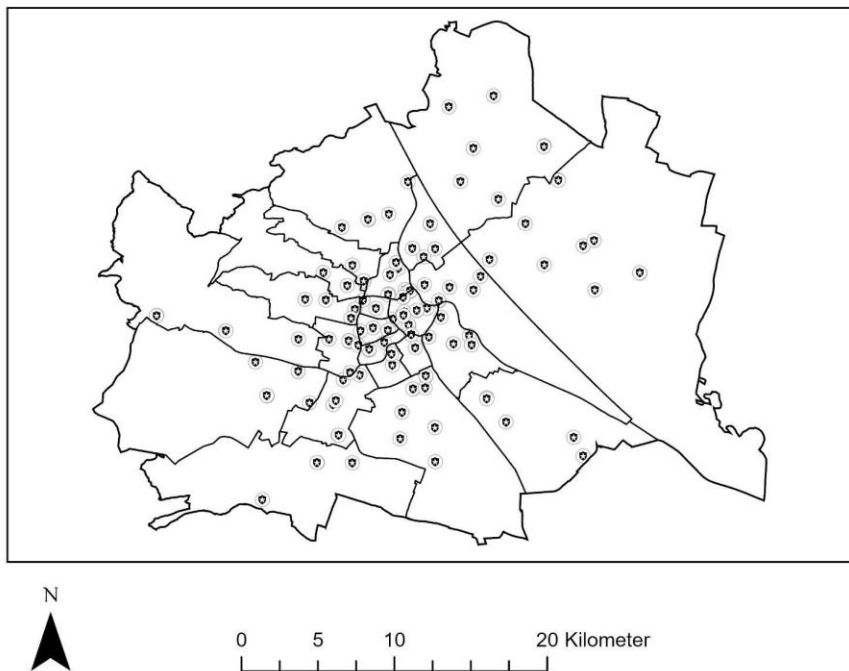
Kommunikationsmöglichkeiten in Wien



Öffentliche Dienstleistungen in Wien



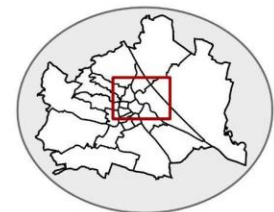
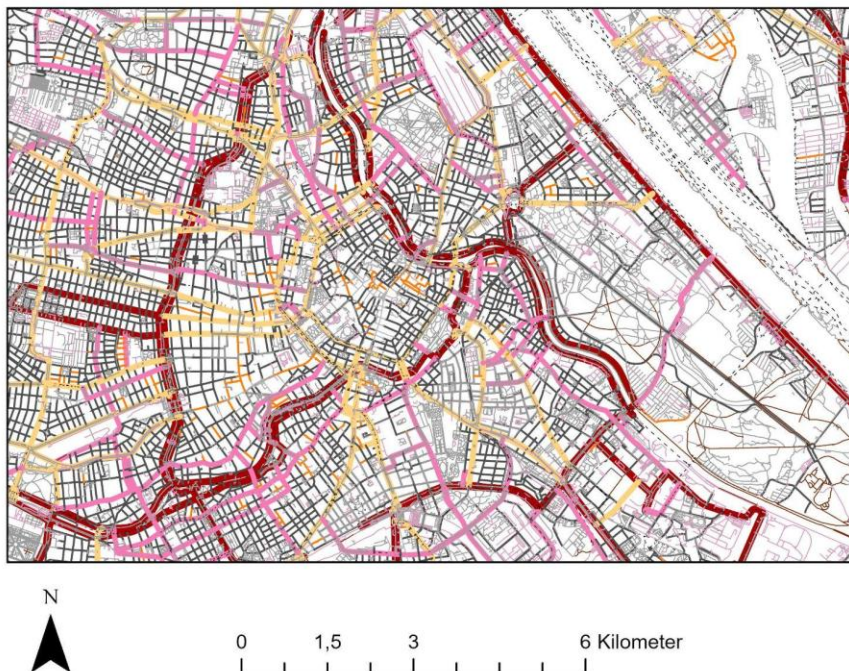
Polizeistationen in Wien



- Polizeistation
- Bezirksgrenze

Quellenverzeichnis:
OpenStreetMap
data.gv.at
© Tanja Steinbach
Wien 2024

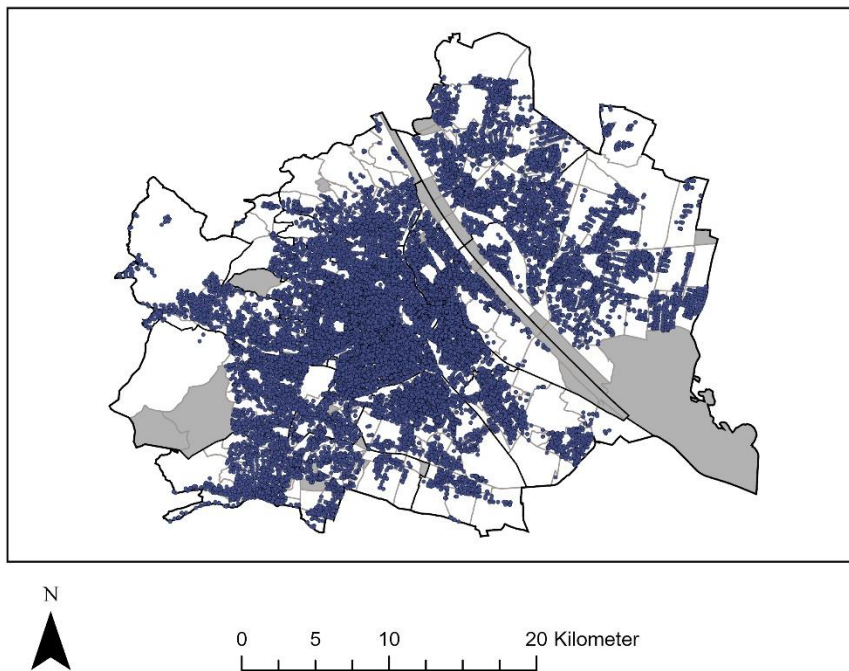
Wiener Straßennetz anhand eines Ausschnitts



- Haupt-/Bundesstraße B
- Landesstraße L
- Nebenstraße
- Wohnstraße
- Erschließungsstraße
- Straßen einfachsten Ausbaustandes
- Fußweg
- Fußgängerzone
- Stiegen
- Zufahrtsweg
- Radweg
- Forststraße/Waldweg

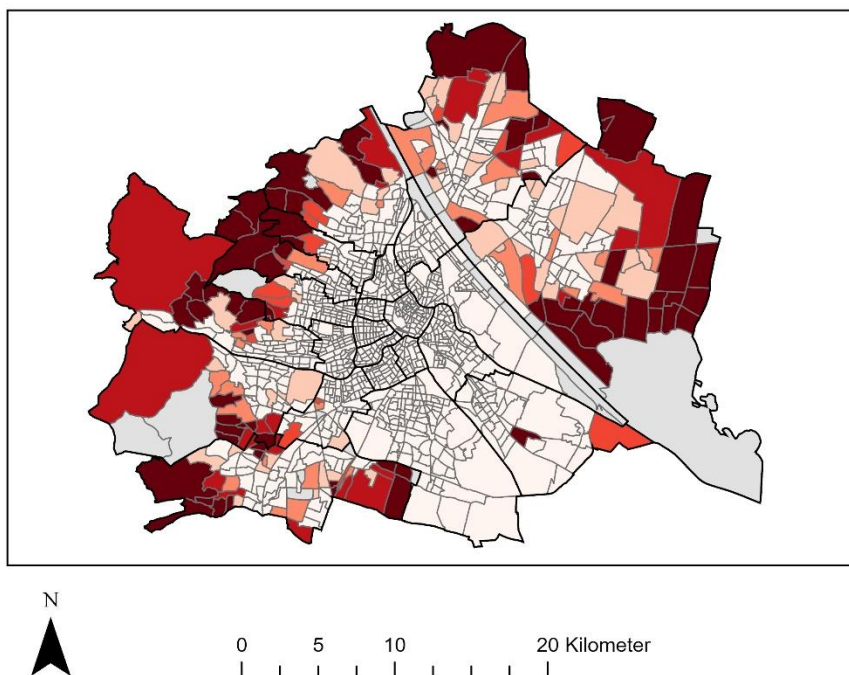
Quellenverzeichnis:
OpenStreetMap
© Tanja Steinbach
Wien 2024

Sprengel ohne Wohnstandorte in Wien



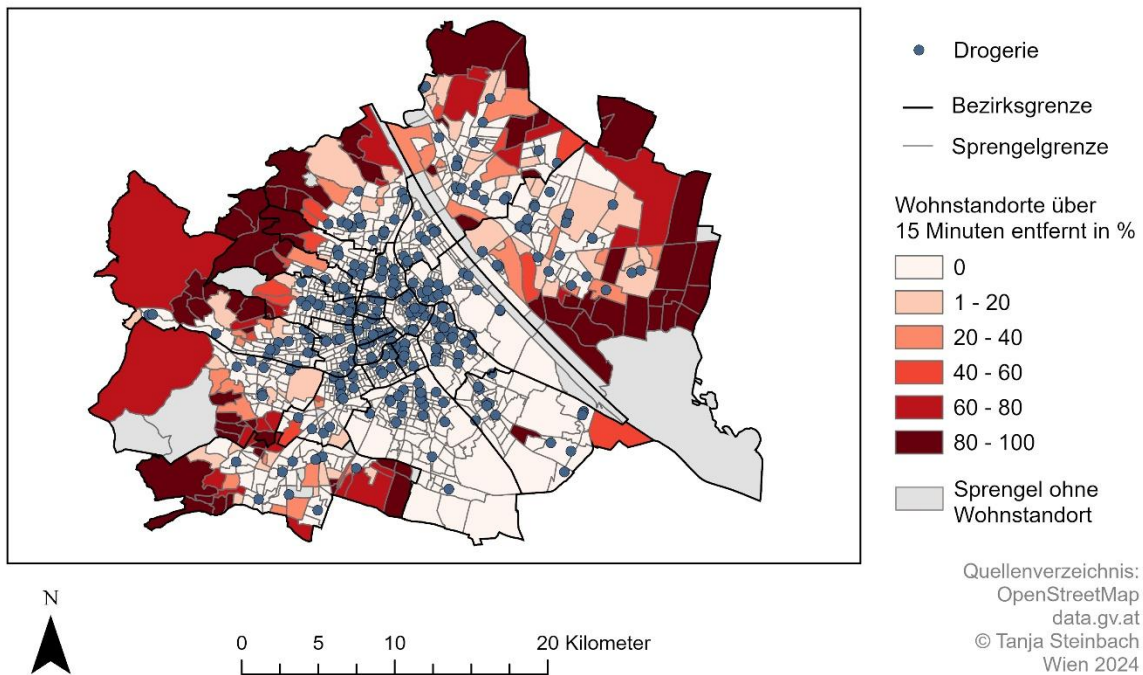
Quellenverzeichnis:
 Stadt Wien - data.gv.at
 © Tanja Steinbach
 Wien 2025

Versorgung durch Drogerien zu Fuß in Wien

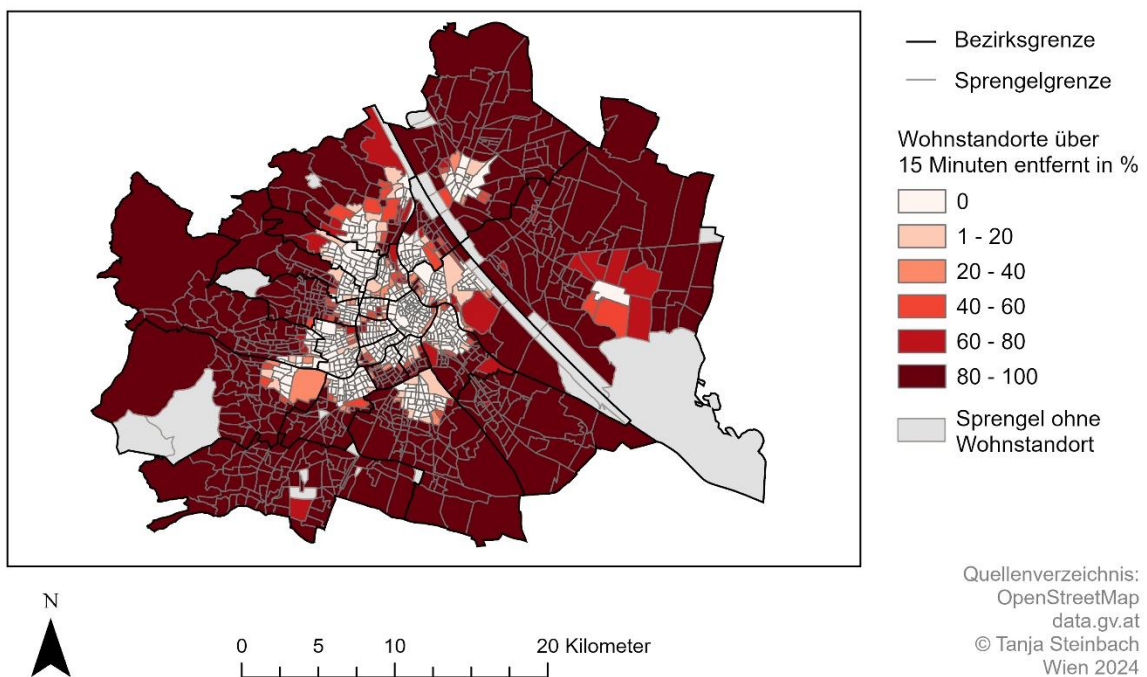


Quellenverzeichnis:
 OpenStreetMap
 data.gv.at
 © Tanja Steinbach
 Wien 2024

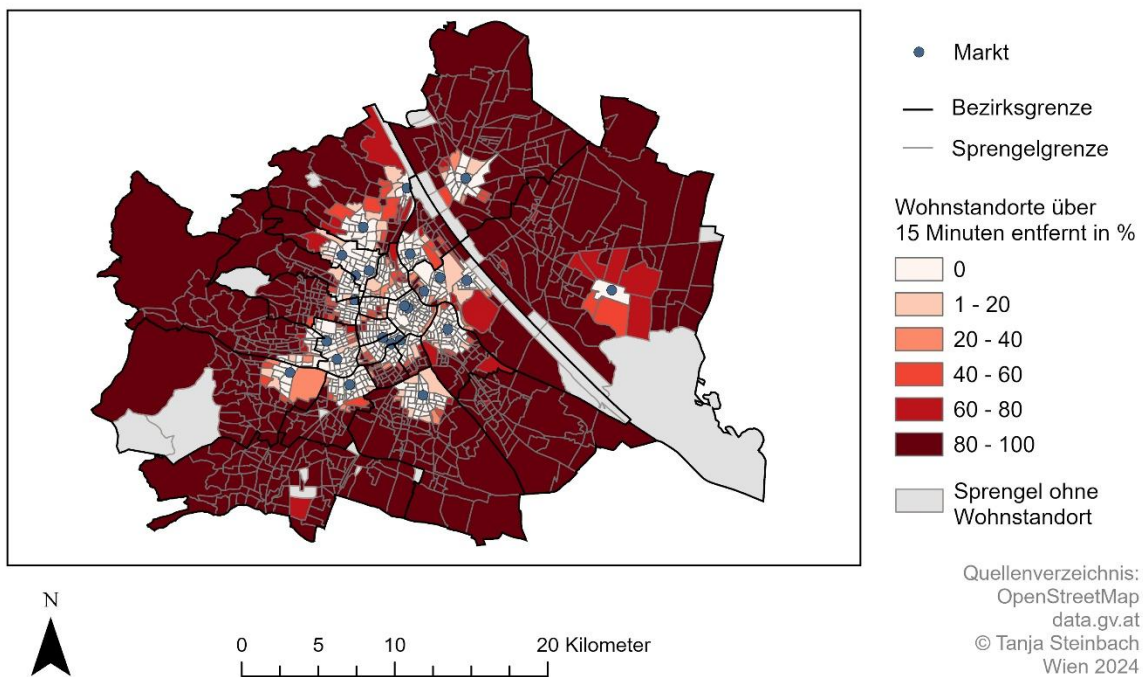
Versorgung durch Drogerien zu Fuß in Wien



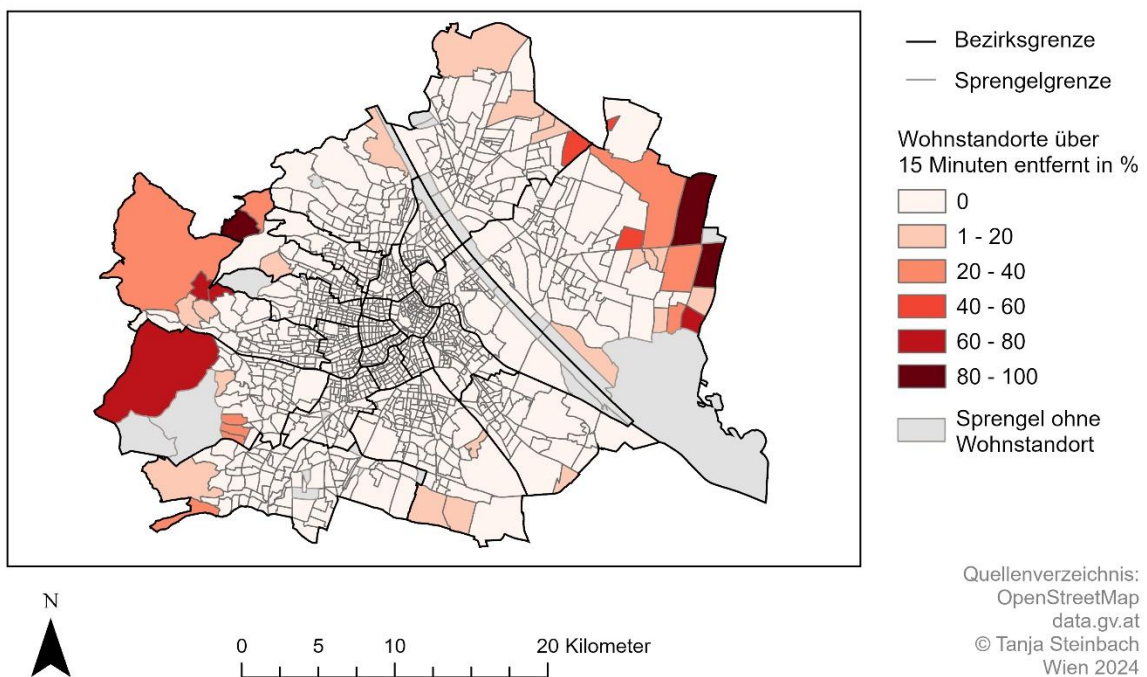
Versorgung durch Märkte zu Fuß erreichbar in Wien



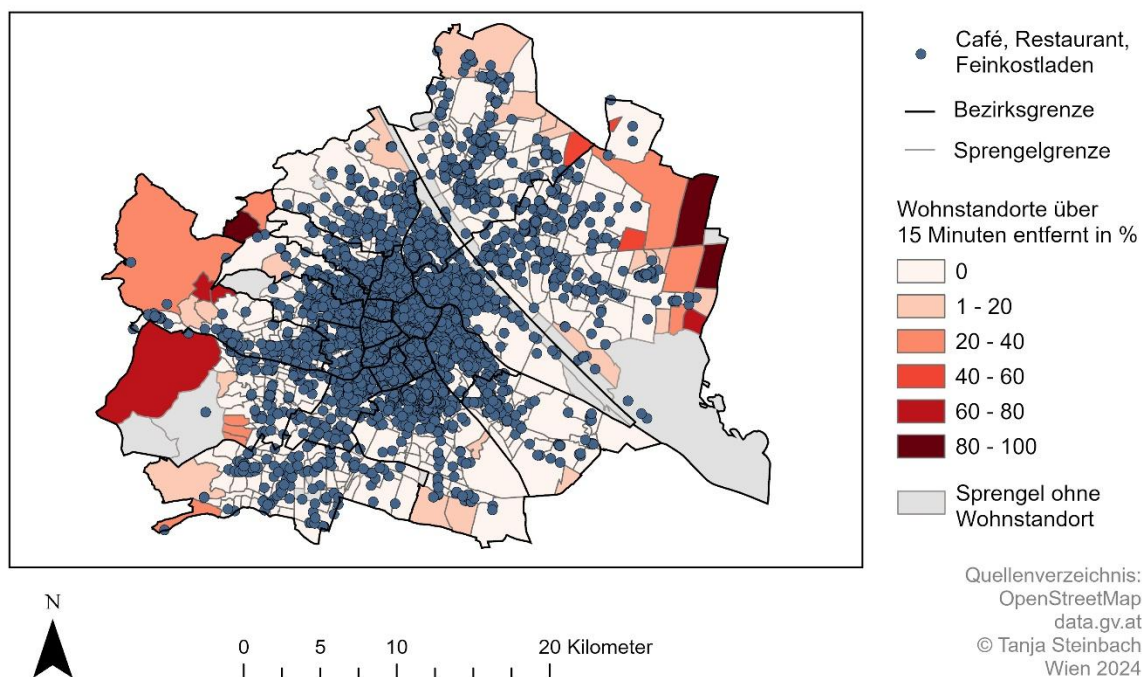
Versorgung durch Märkte zu Fuß erreichbar in Wien



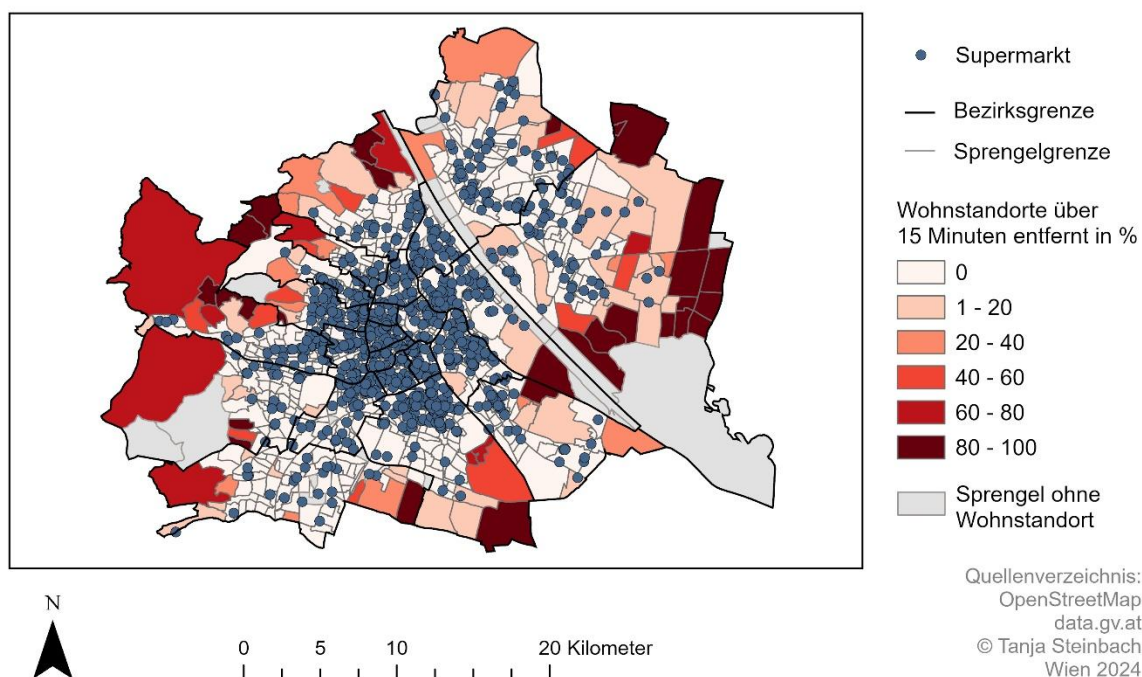
Versorgung durch Cafés, Restaurants oder Feinkostläden zu Fuß erreichbar in Wien



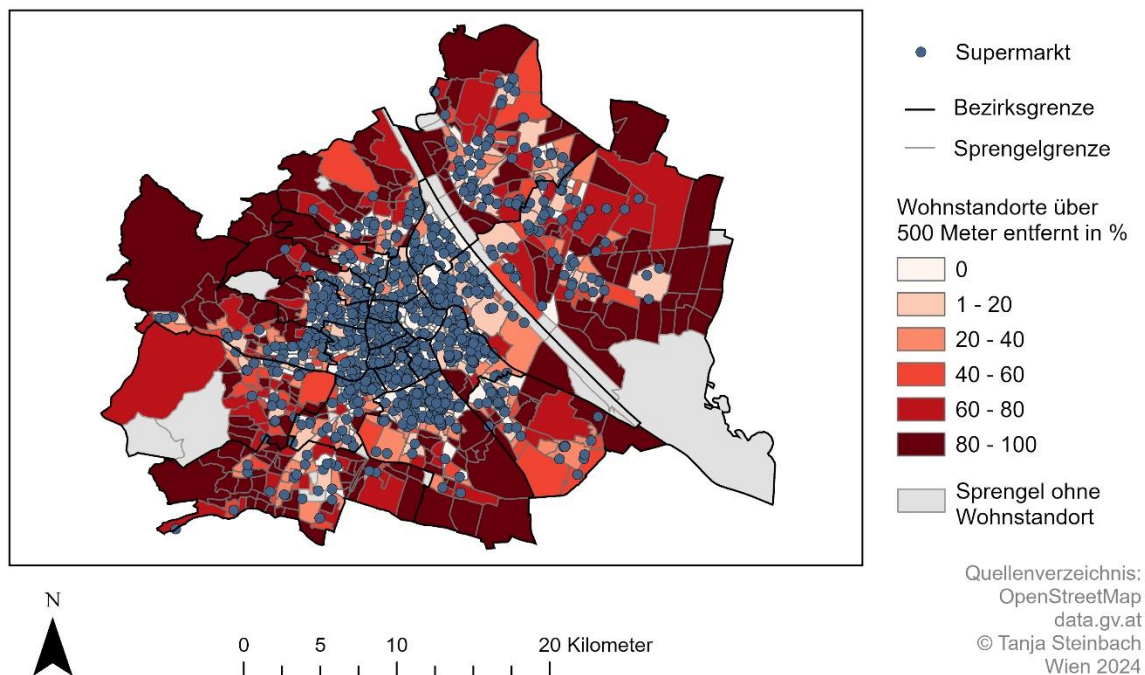
Versorgung durch Cafés, Restaurants oder Feinkostläden zu Fuß erreichbar in Wien



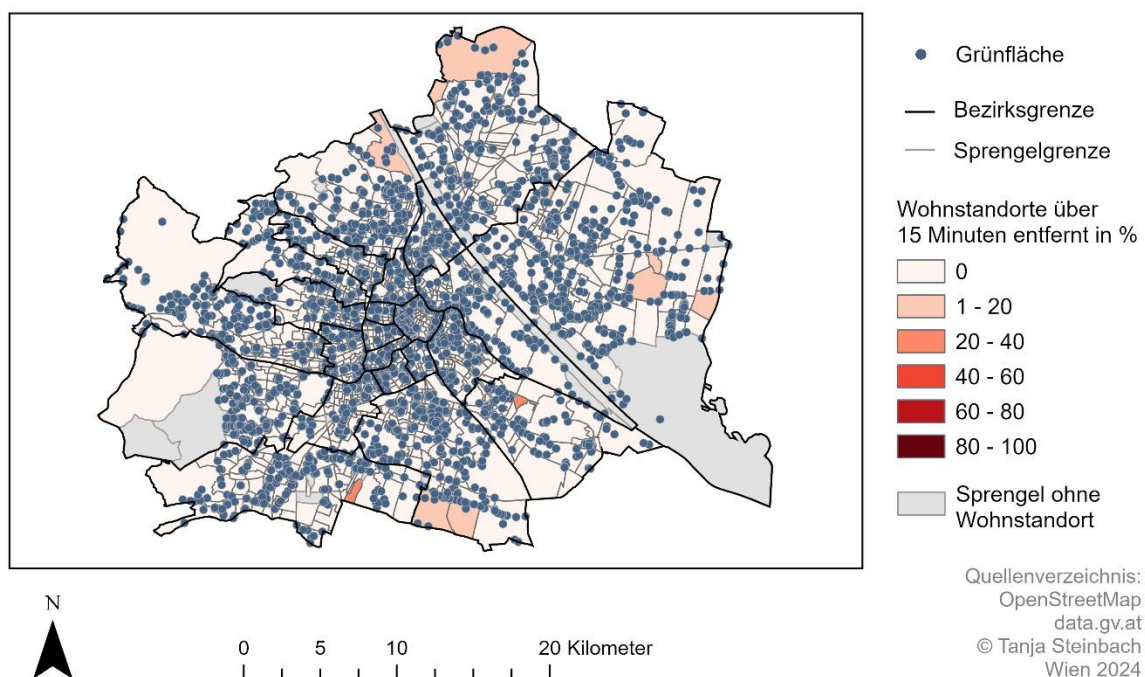
Versorgung durch Supermärkte zu Fuß erreichbar in Wien



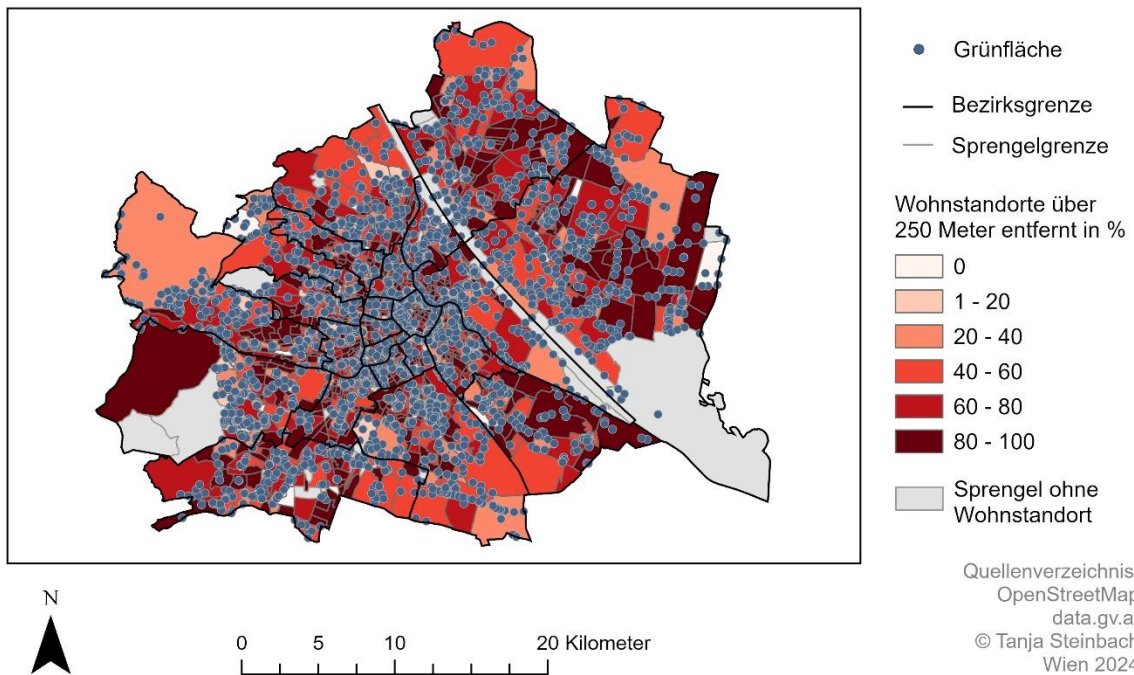
Versorgung durch Supermärkte zu Fuß erreichbar in Wien



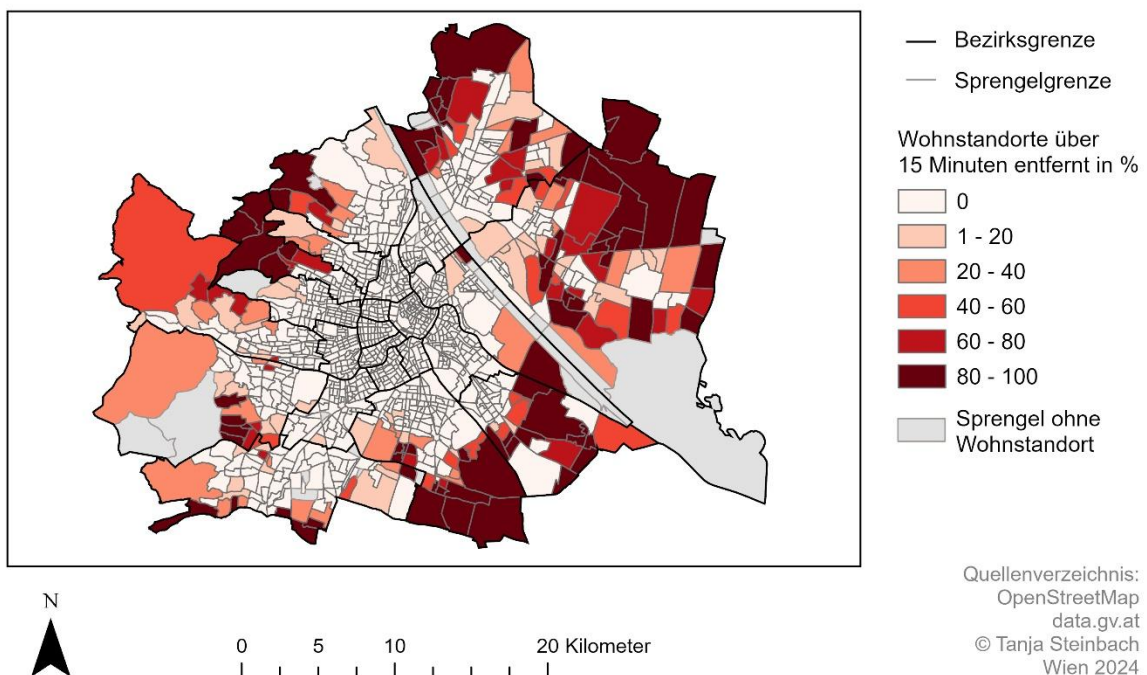
Grünflächen zu Fuß erreichbar in Wien



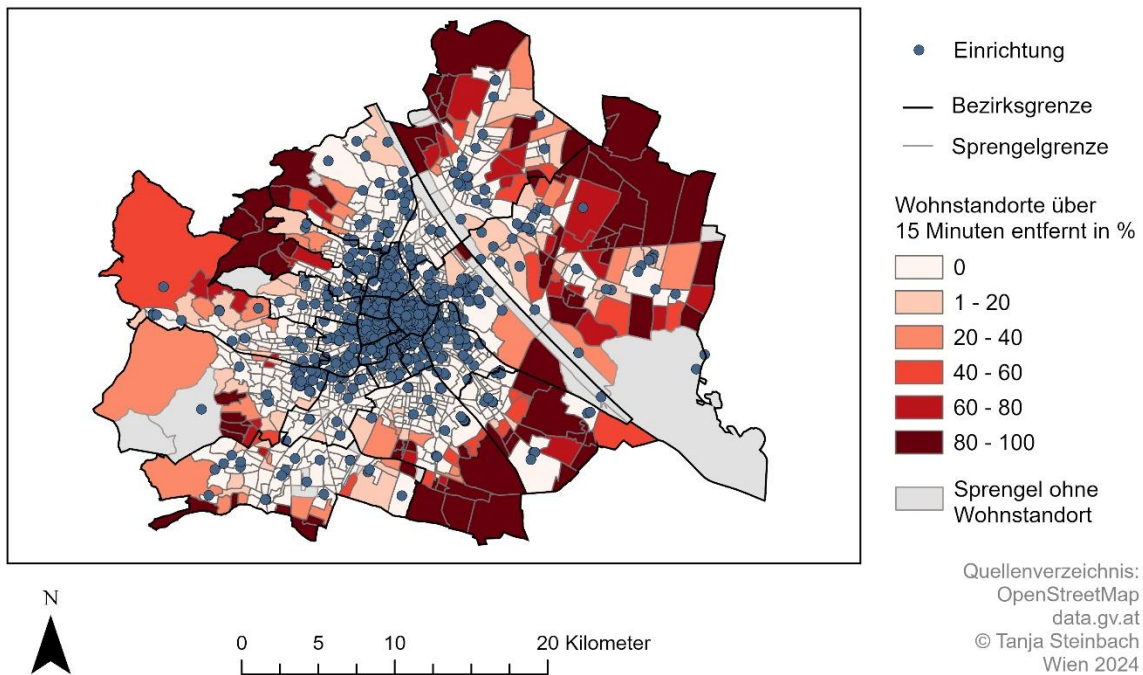
Grünflächen zu Fuß erreichbar in Wien



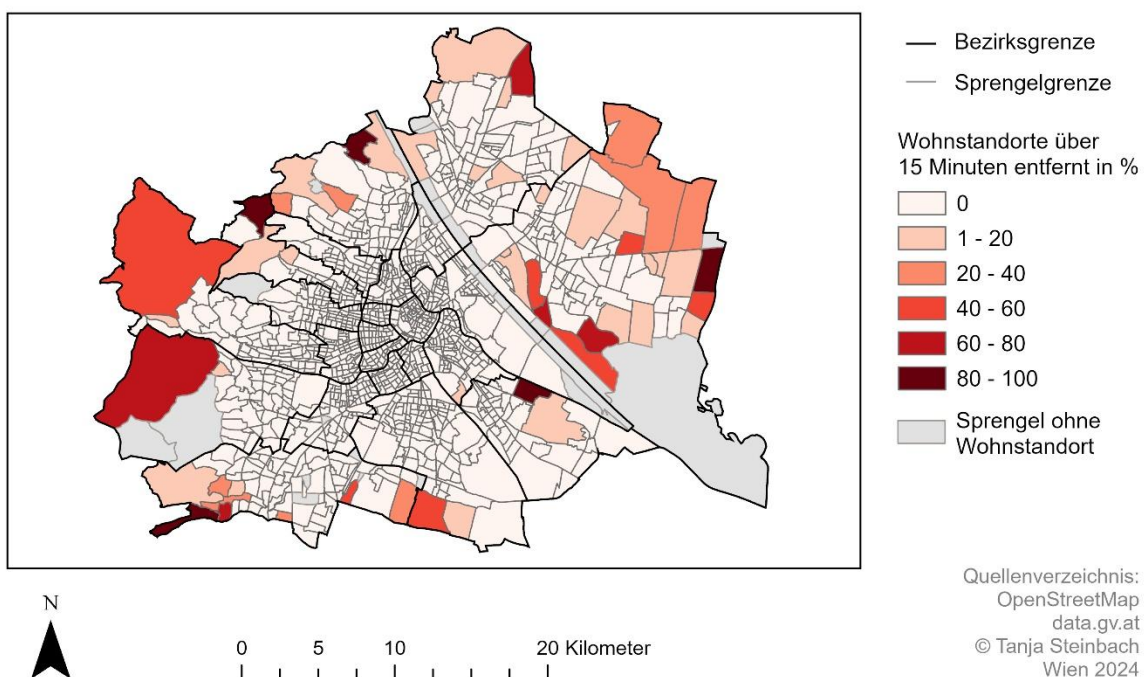
Versorgung durch Kultureinrichtungen zu Fuß erreichbar in Wien



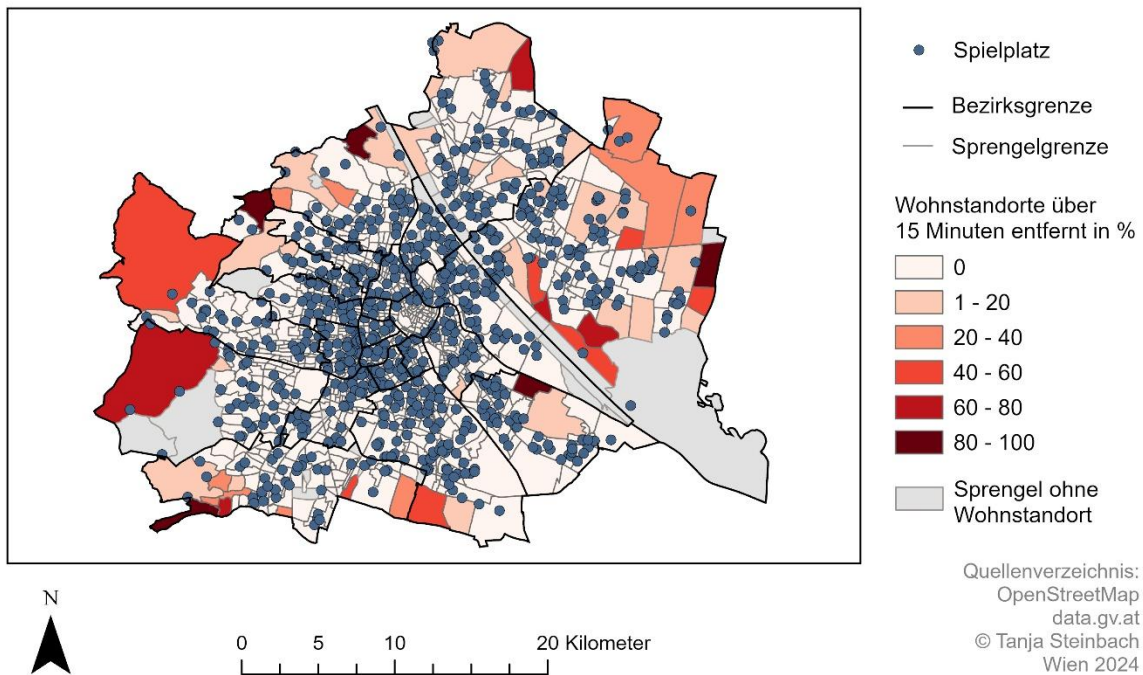
Versorgung durch Kultureinrichtungen zu Fuß erreichbar in Wien



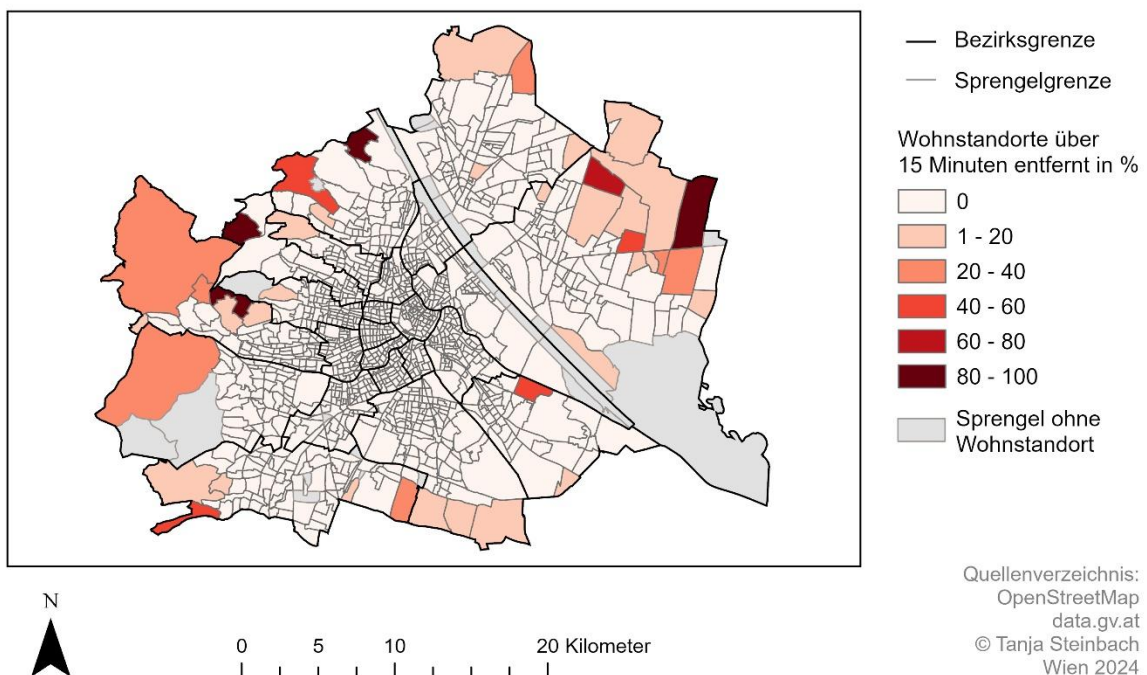
Spielplätze zu Fuß erreichbar in Wien



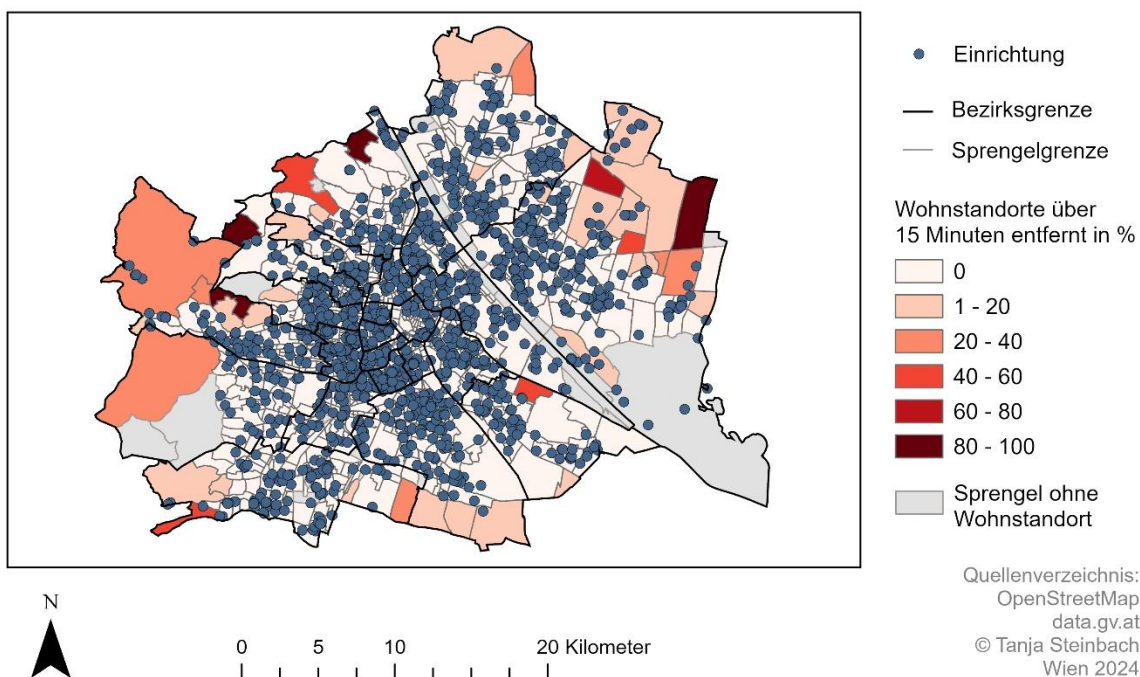
Spielplätze zu Fuß erreichbar in Wien



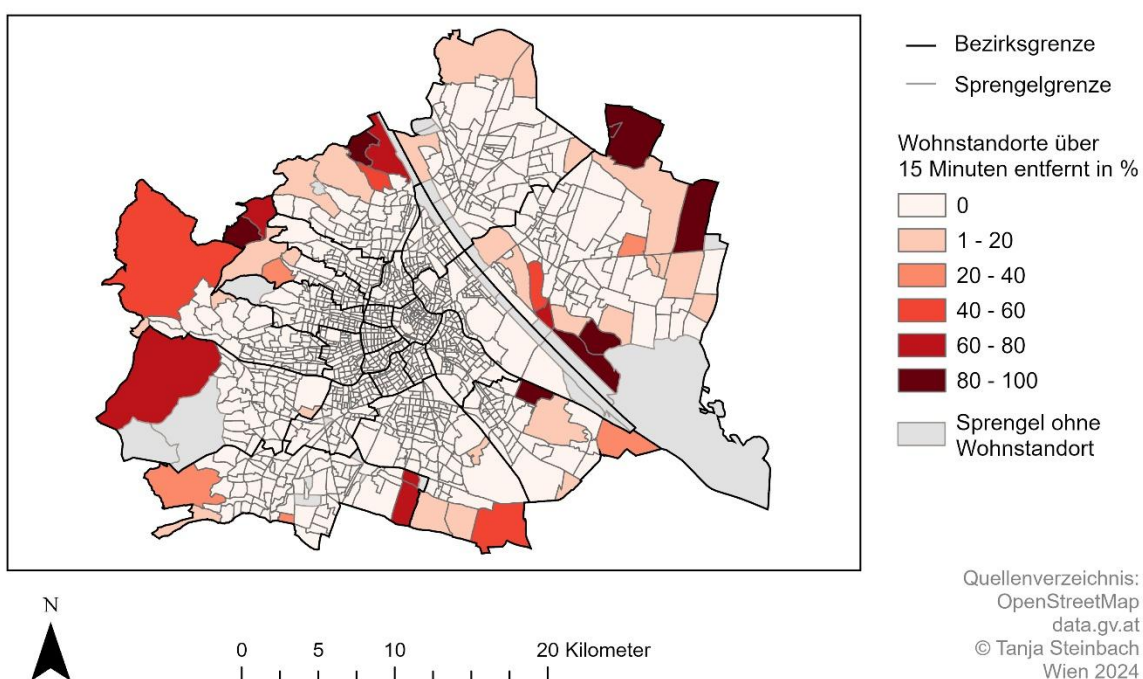
Versorgung durch Sporteinrichtungen zu Fuß erreichbar in Wien



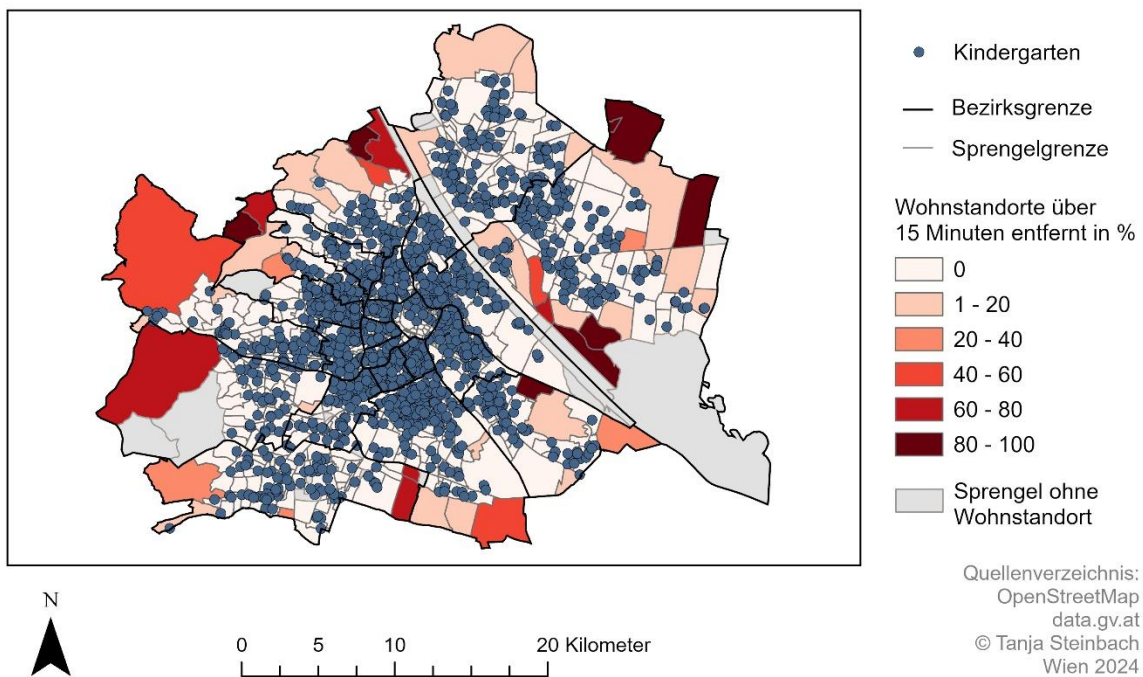
Versorgung durch Sporteinrichtungen zu Fuß erreichbar in Wien



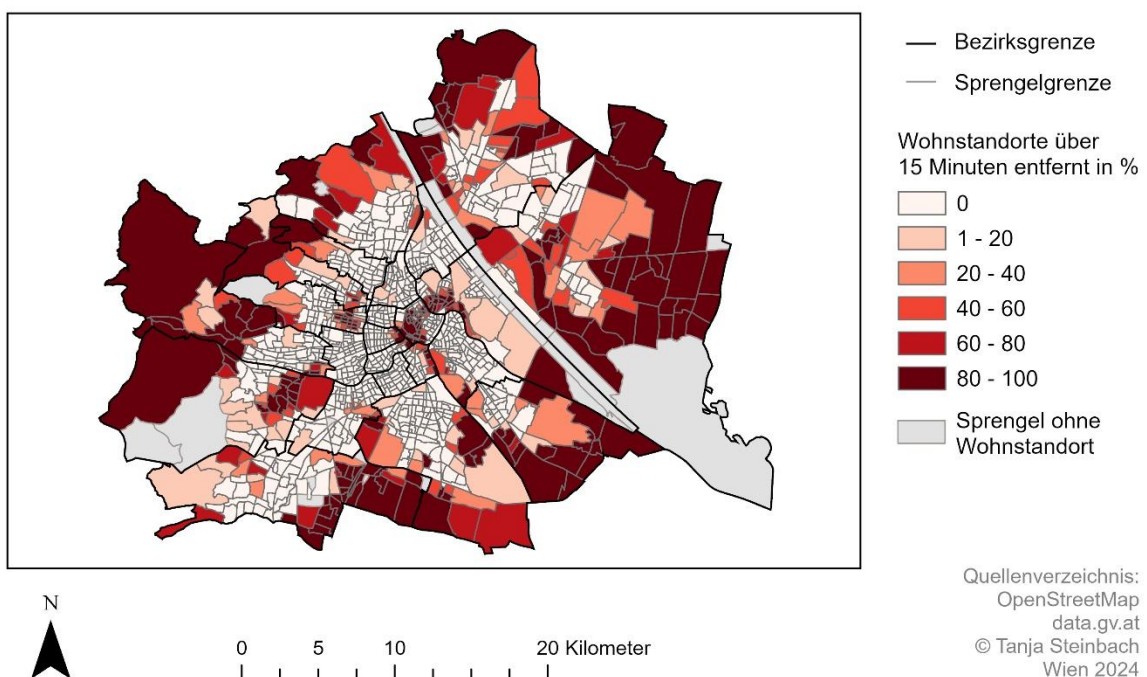
Versorgung durch Kindergärten zu Fuß erreichbar in Wien



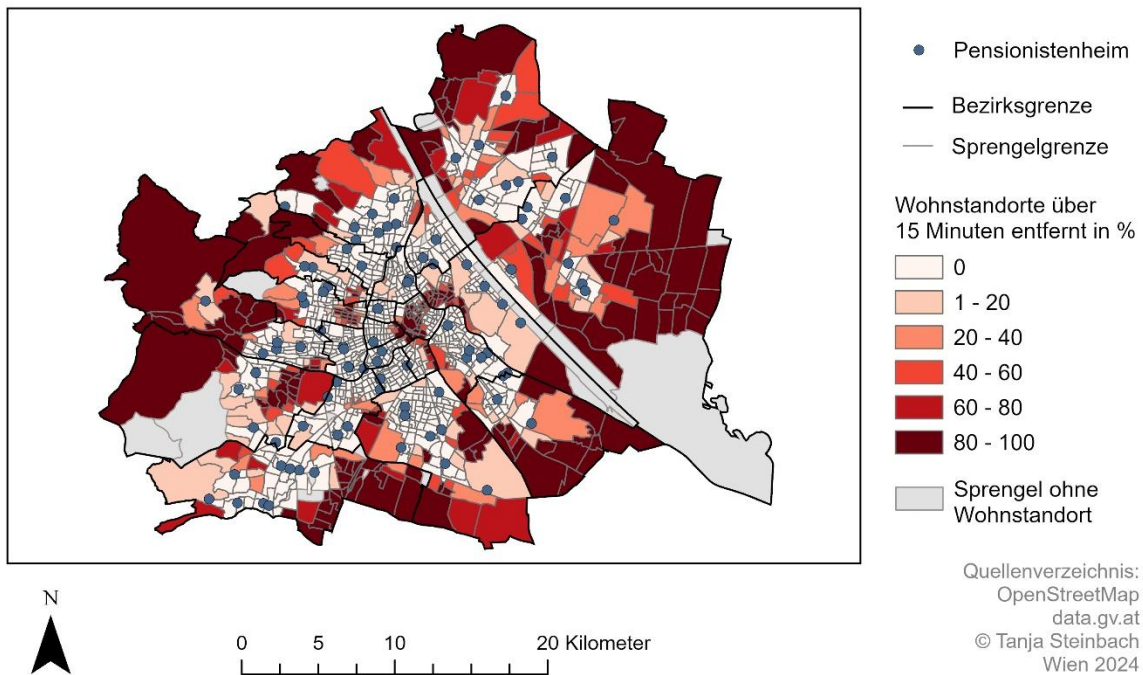
Versorgung durch Kindergärten zu Fuß erreichbar in Wien



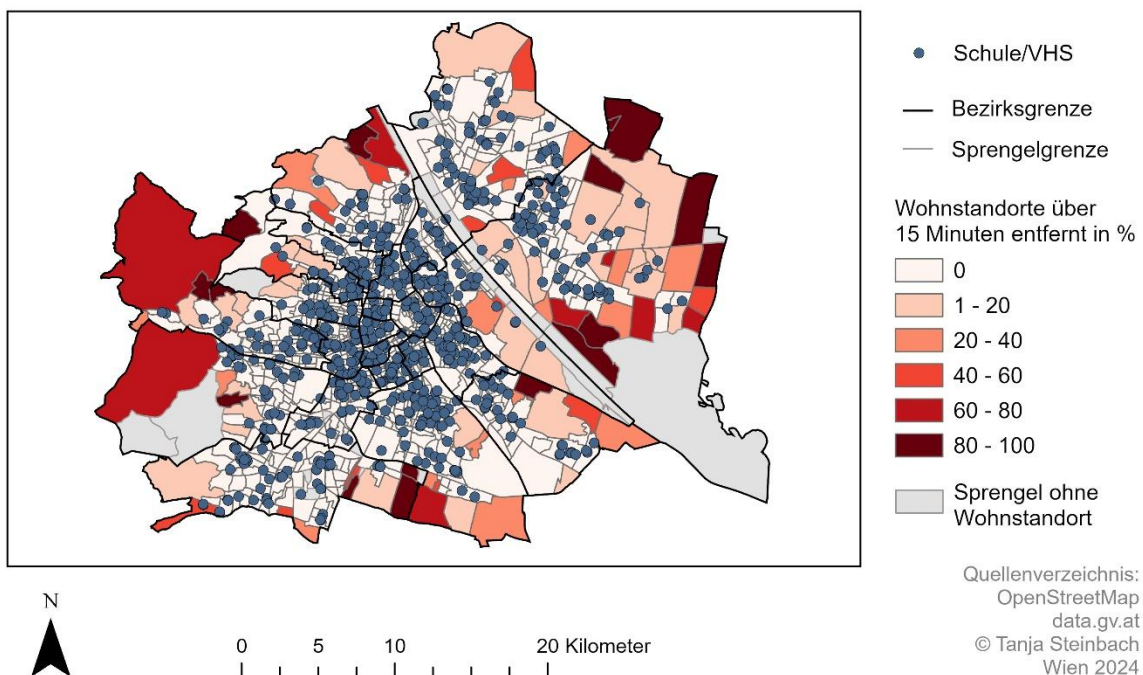
Versorgung durch Pensionistenheime zu Fuß erreichbar in Wien



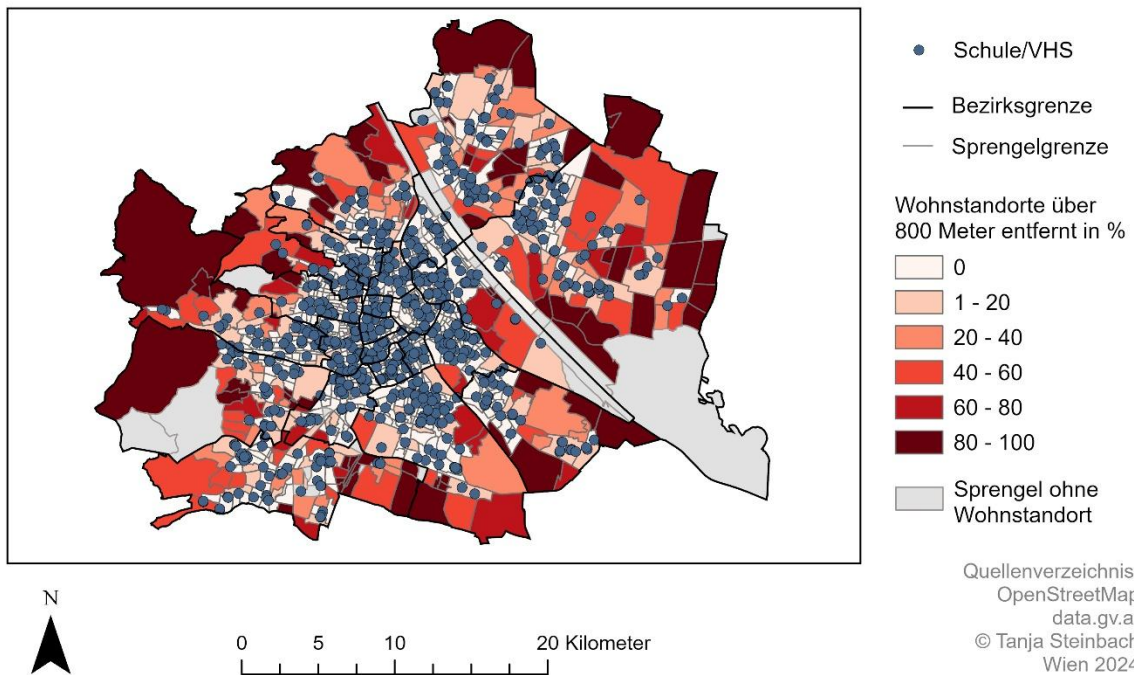
Versorgung durch Pensionistenheime zu Fuß erreichbar in Wien



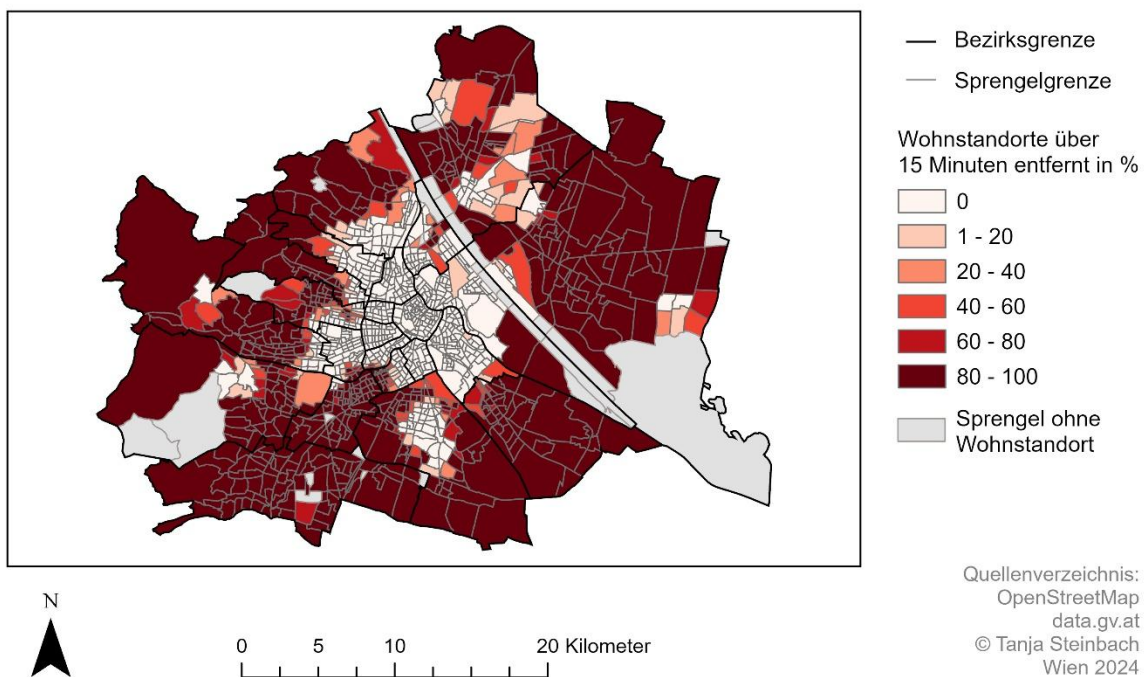
Versorgung durch Schulen oder Volkshochschulen zu Fuß erreichbar in Wien



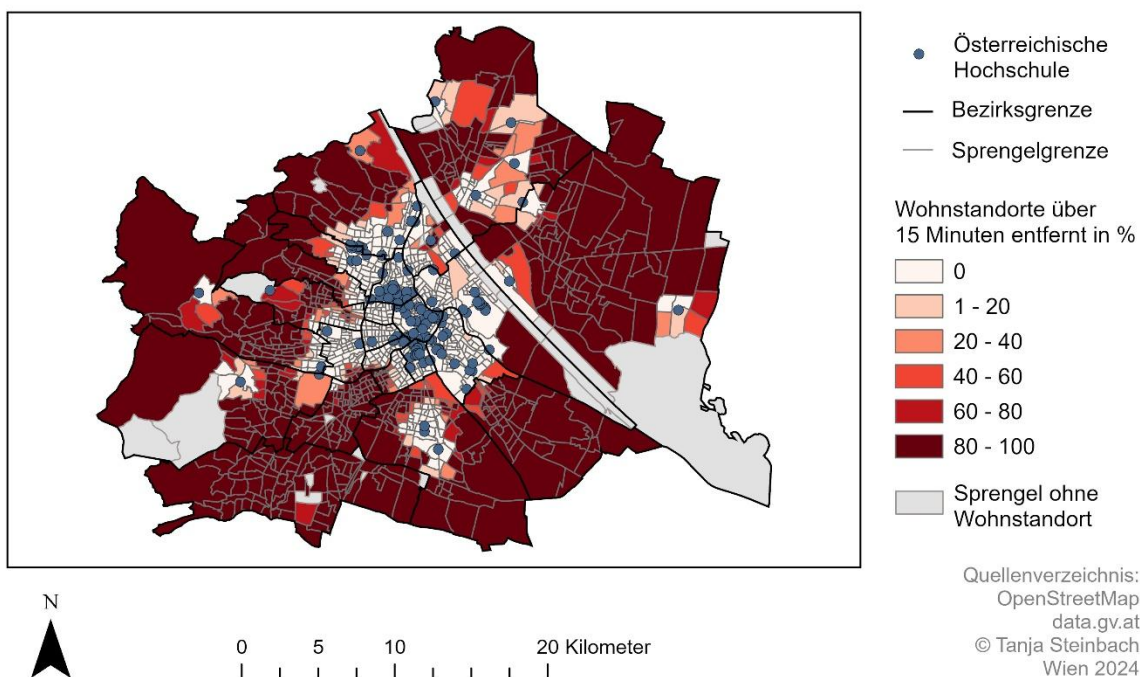
Versorgung durch Schulen oder Volkshochschulen zu Fuß erreichbar in Wien



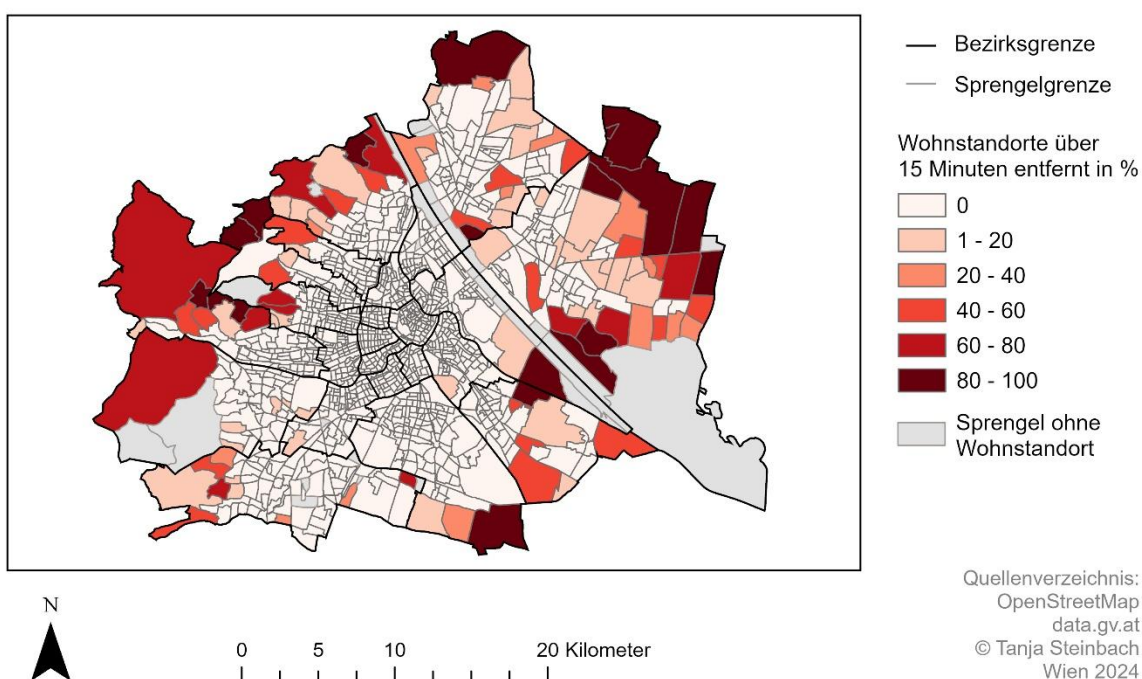
Versorgung durch österreichische Hochschulen zu Fuß erreichbar in Wien



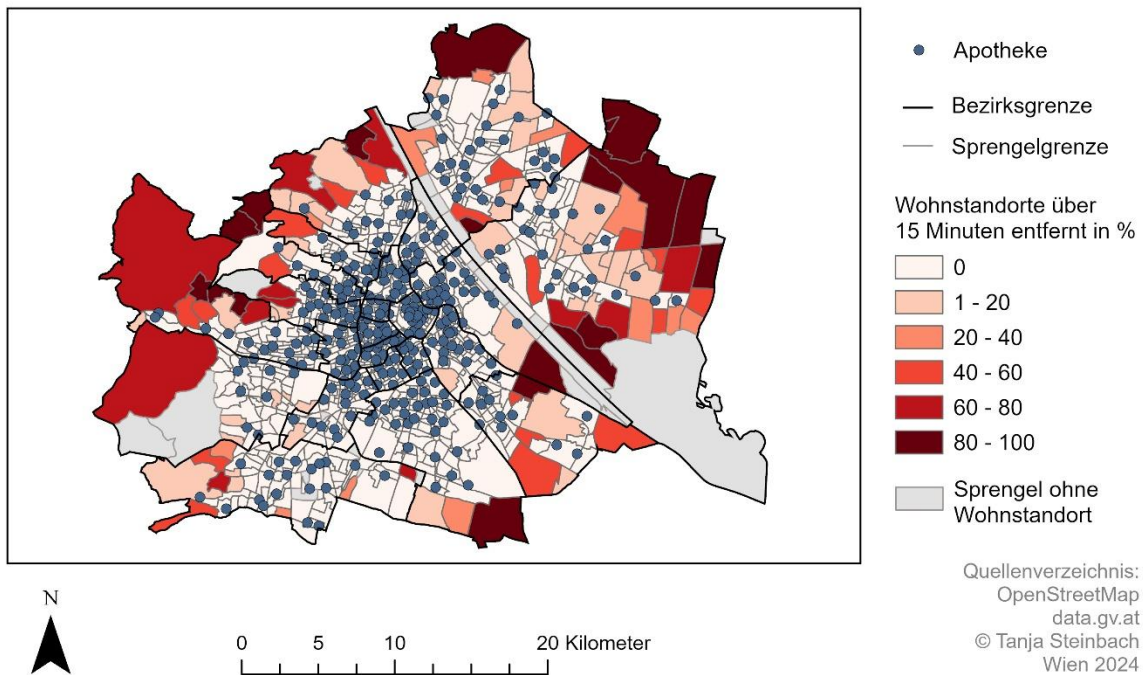
Versorgung durch österreichische Hochschulen zu Fuß erreichbar in Wien



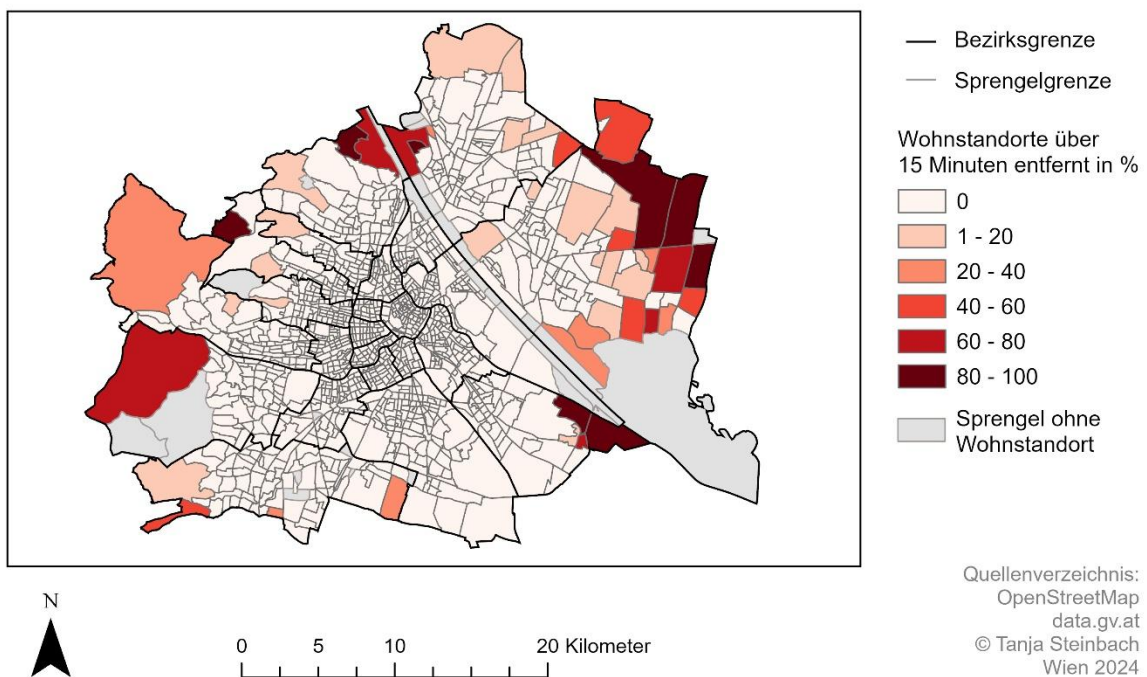
Versorgung durch Apotheken zu Fuß in Wien



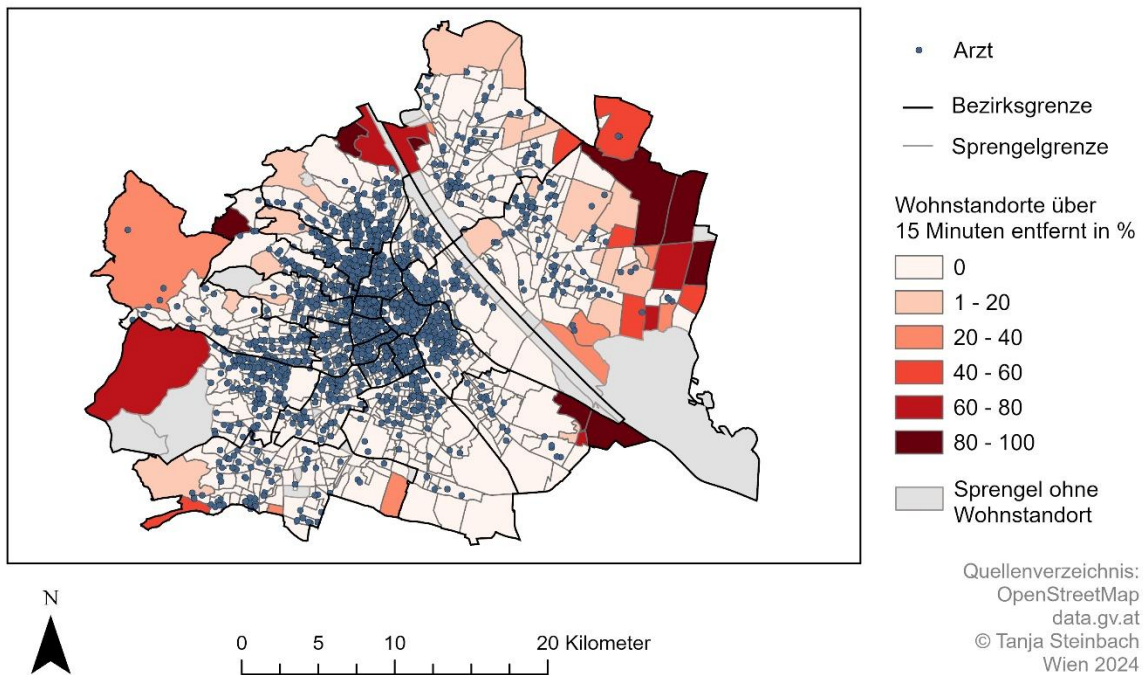
Versorgung durch Apotheken zu Fuß in Wien



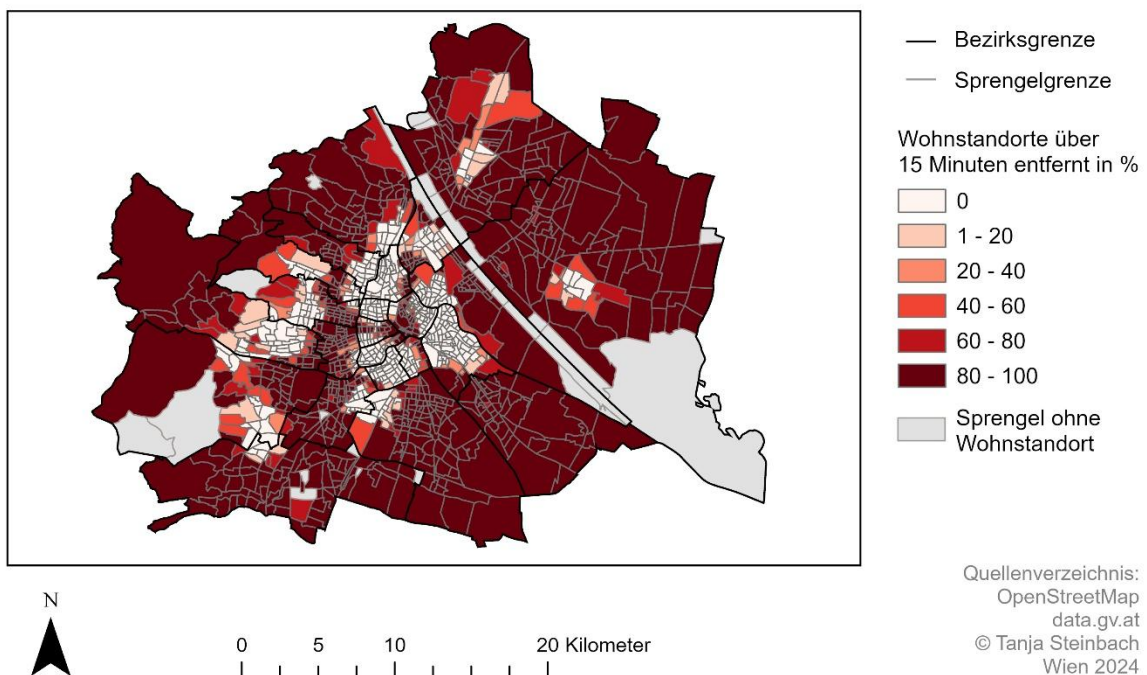
Ärzteversorgung zu Fuß erreichbar in Wien



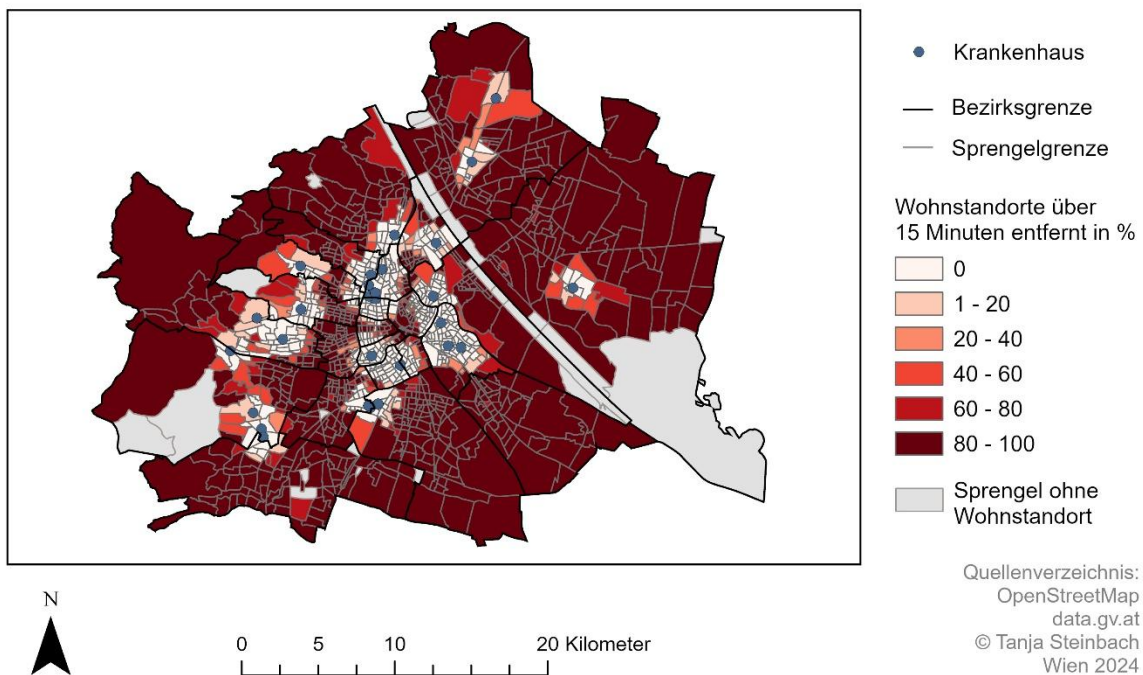
Ärzteversorgung zu Fuß erreichbar in Wien



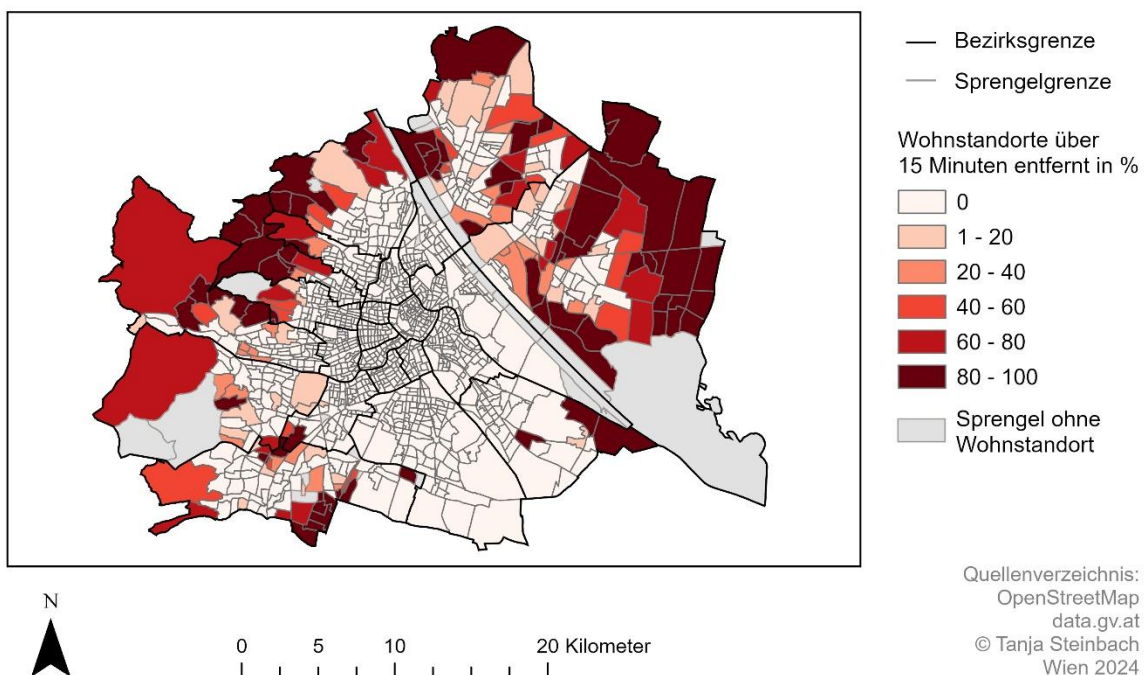
Versorgung durch Krankenhäuser zu Fuß erreichbar in Wien



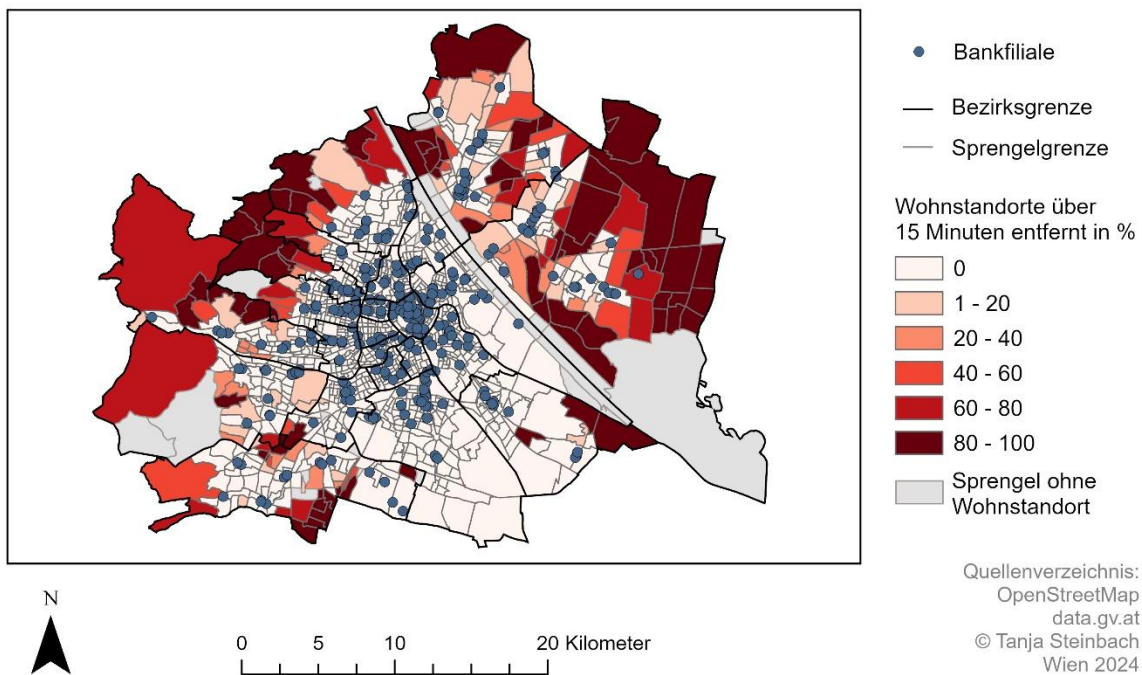
Versorgung durch Krankenhäuser zu Fuß erreichbar in Wien



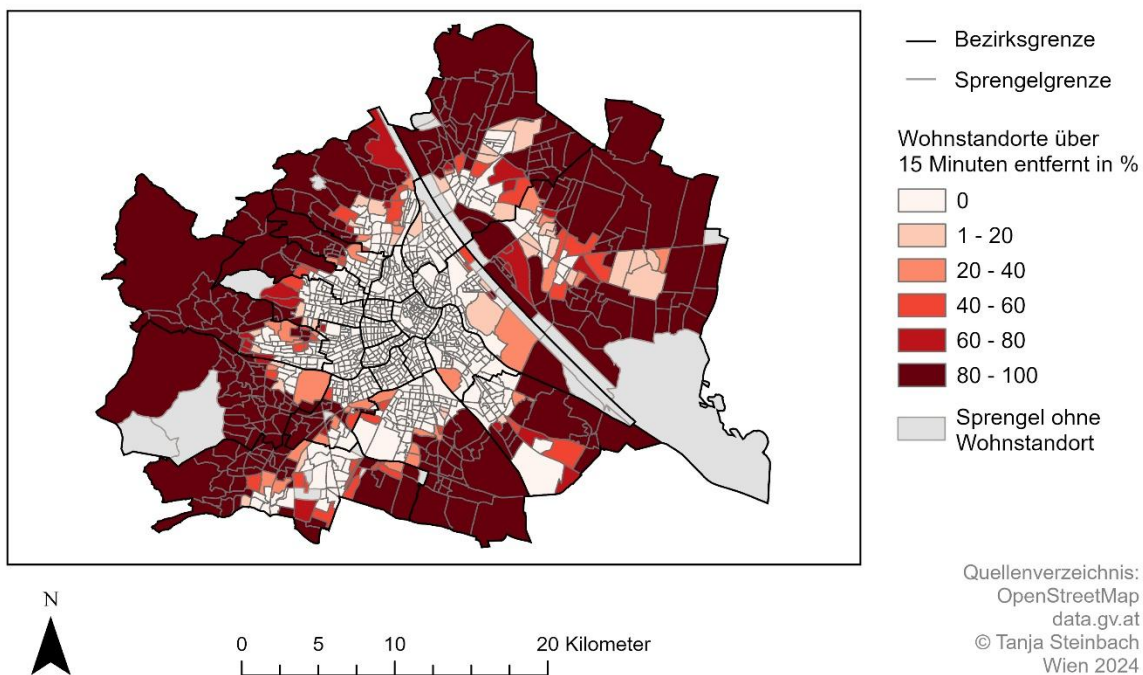
Versorgung durch Bankfilialen zu Fuß in Wien



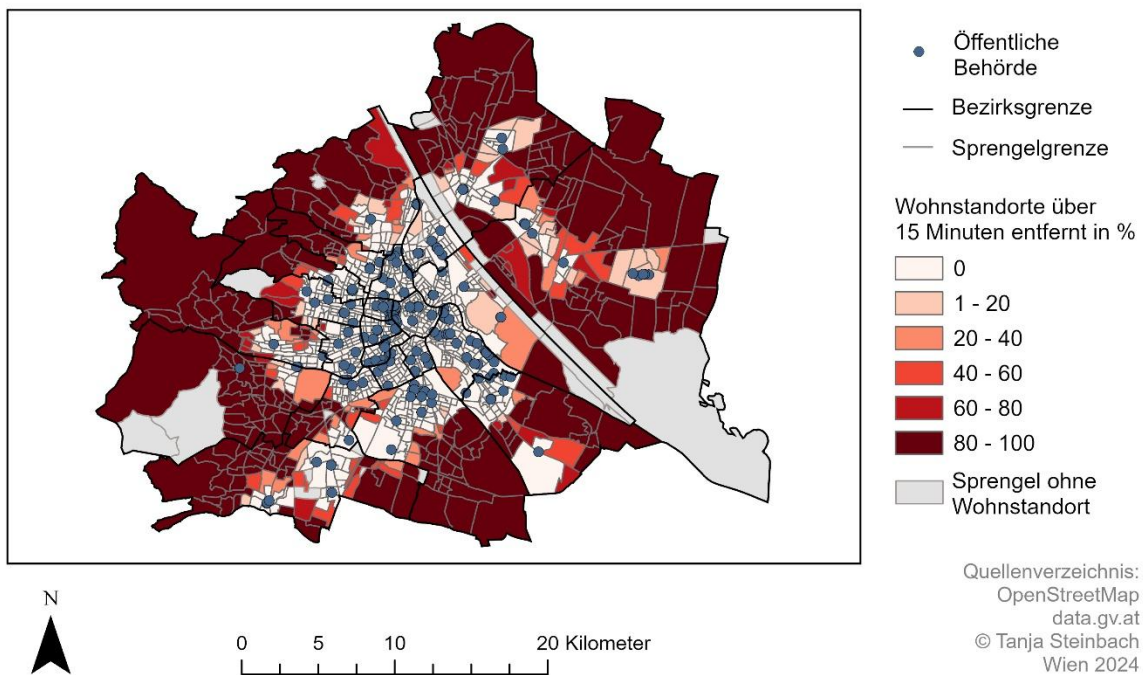
Versorgung durch Bankfilialen zu Fuß in Wien



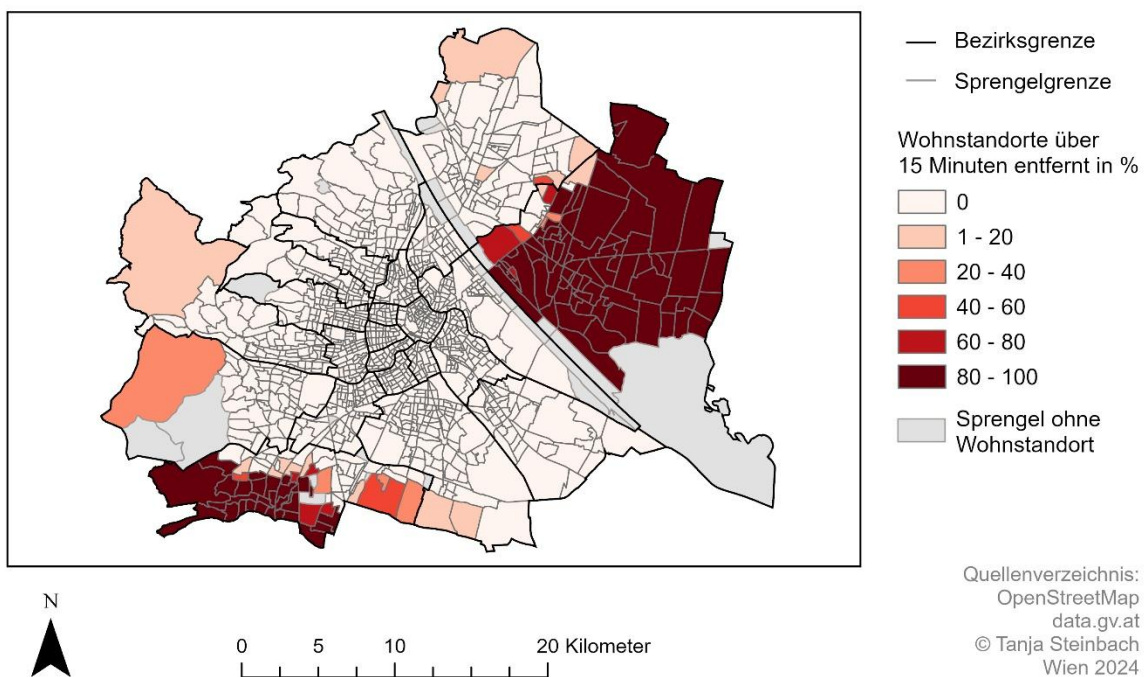
Öffentliche Behörden zu Fuß erreichbar in Wien



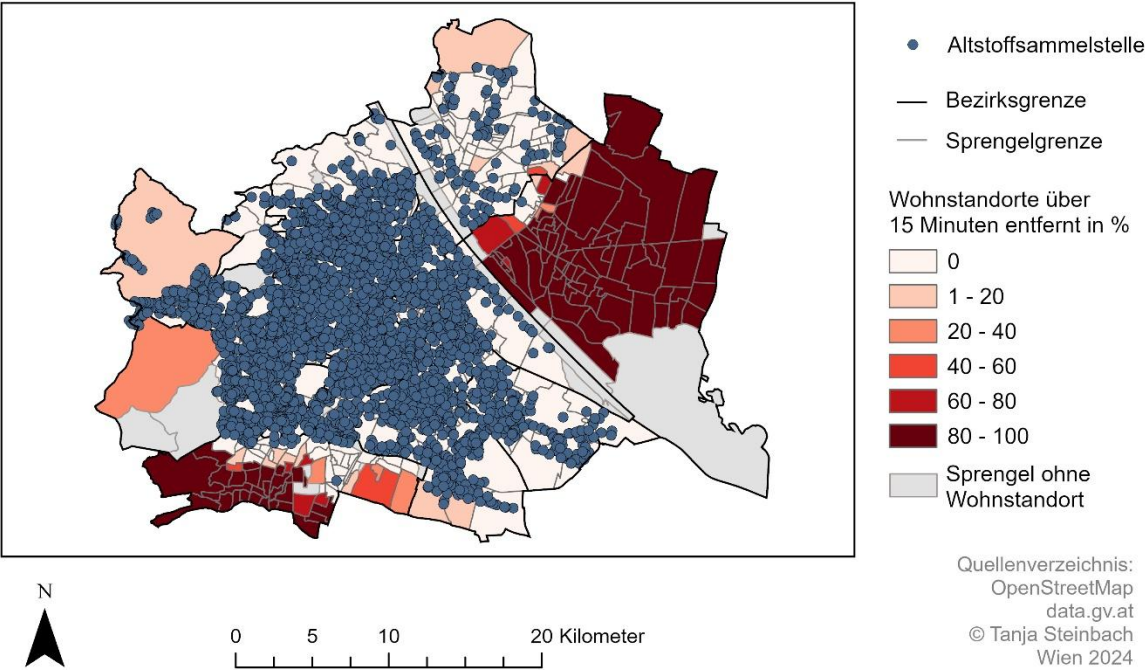
Öffentliche Behörden zu Fuß erreichbar in Wien



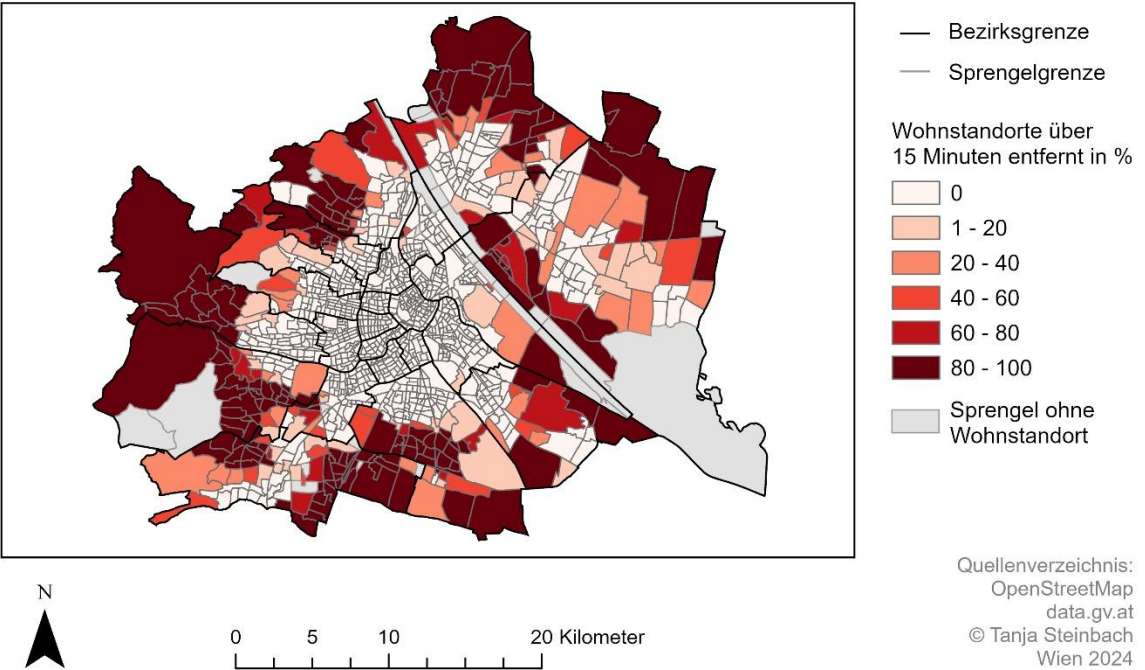
Altstoffsammelstellen zu Fuß erreichbar in Wien



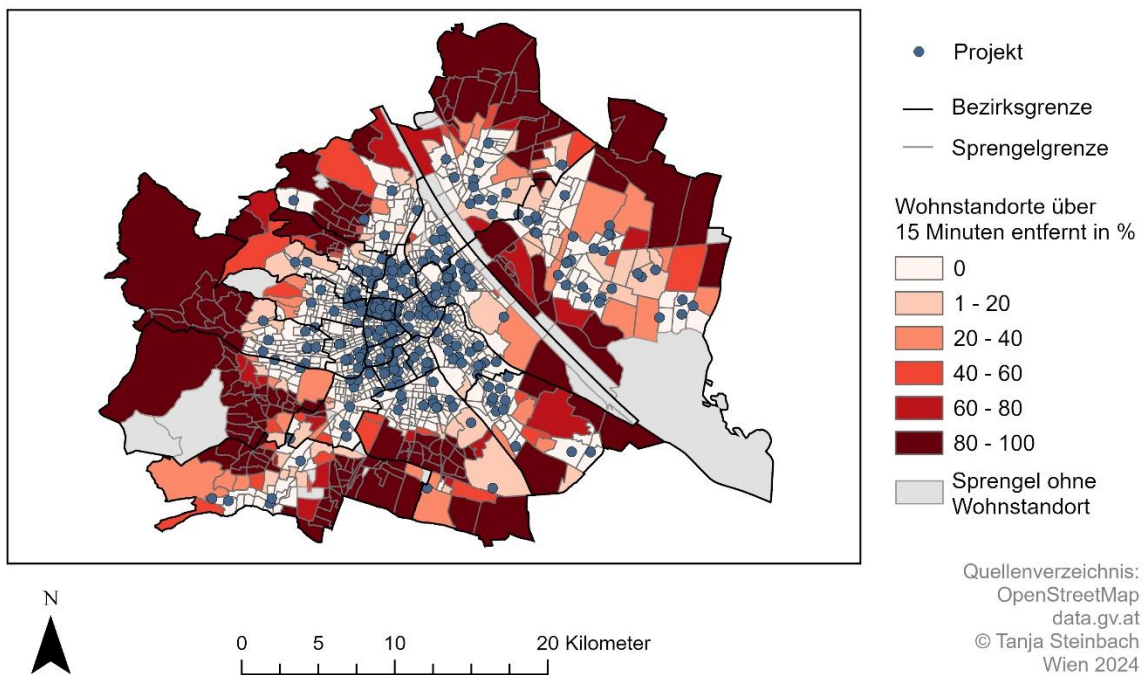
Altstoffsammelstellen zu Fuß erreichbar in Wien



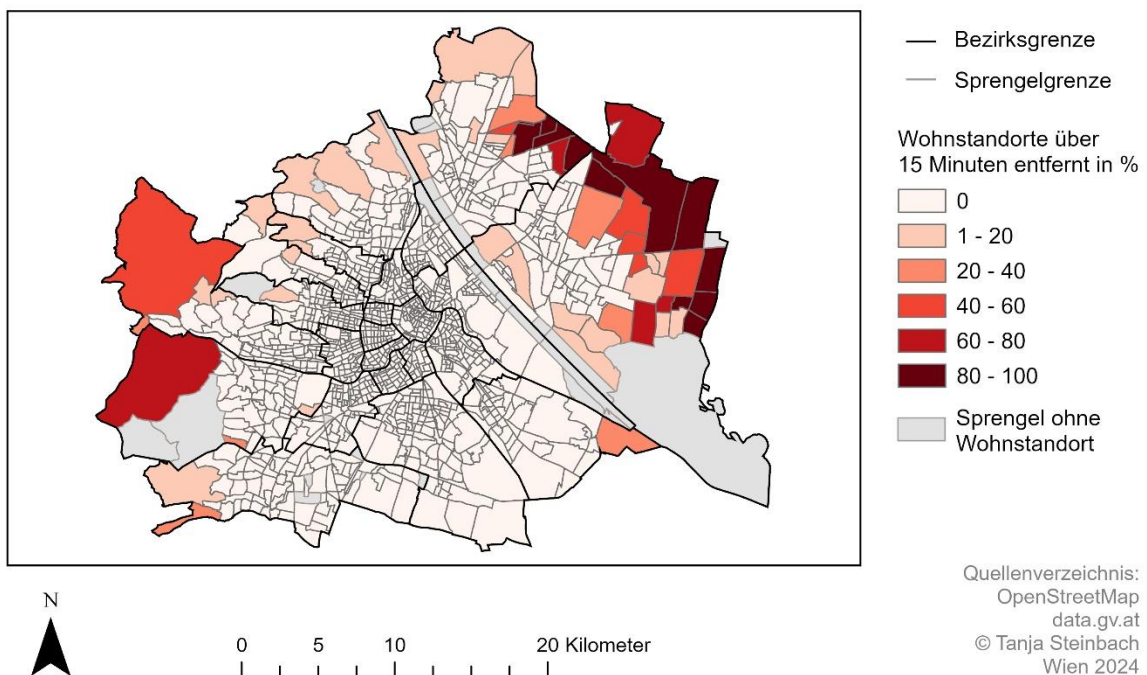
Partizipationsprojekte zu Fuß erreichbar in Wien



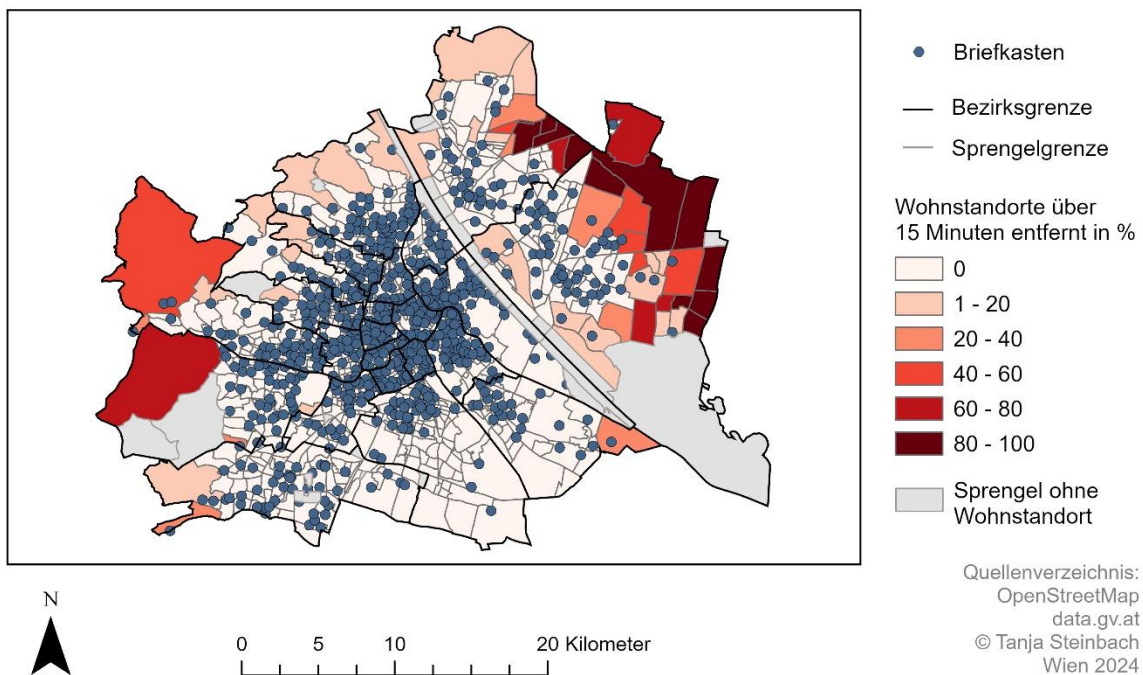
Partizipationsprojekte zu Fuß erreichbar in Wien



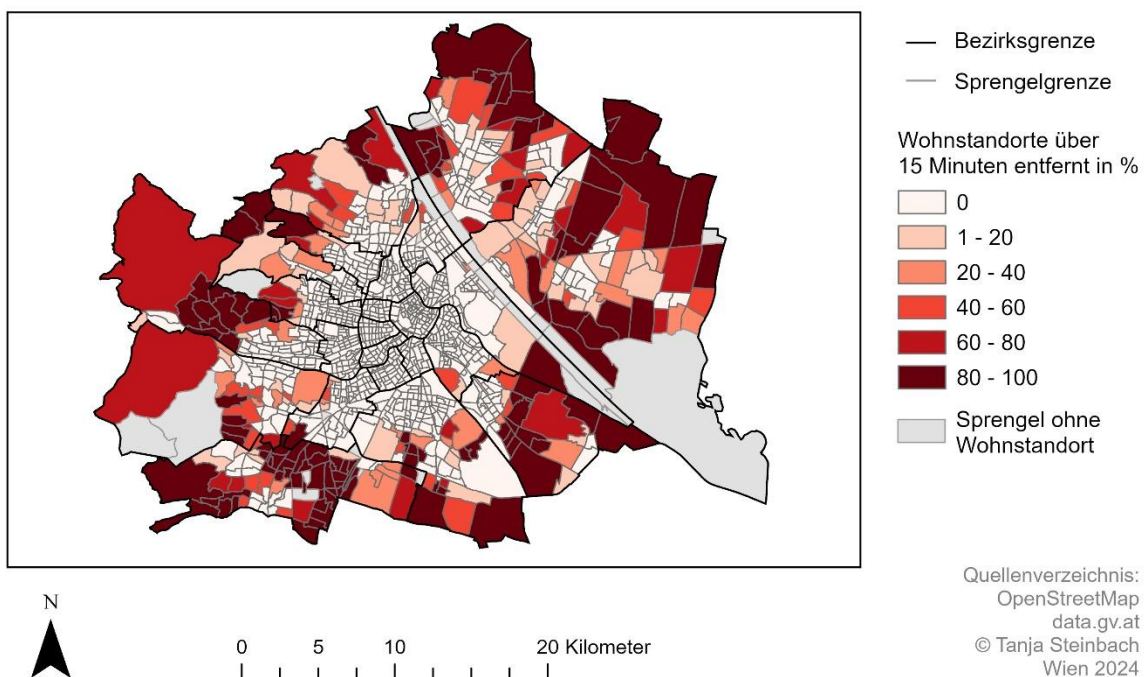
Versorgung durch Briefkästen zu Fuß in Wien



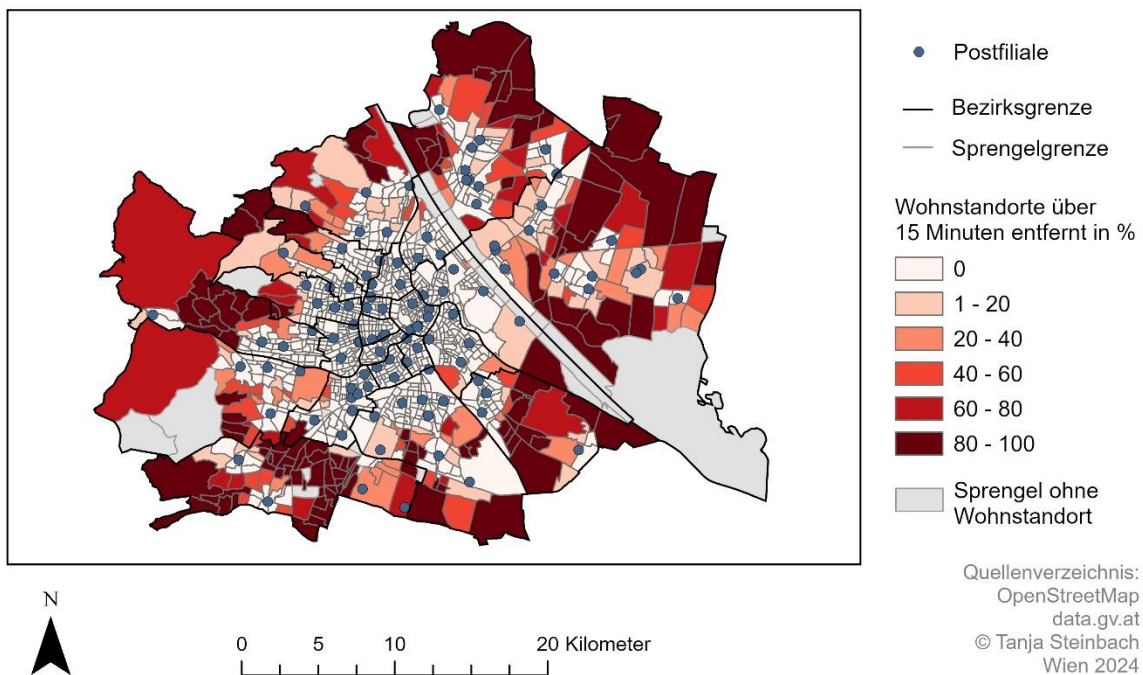
Versorgung durch Briefkästen zu Fuß in Wien



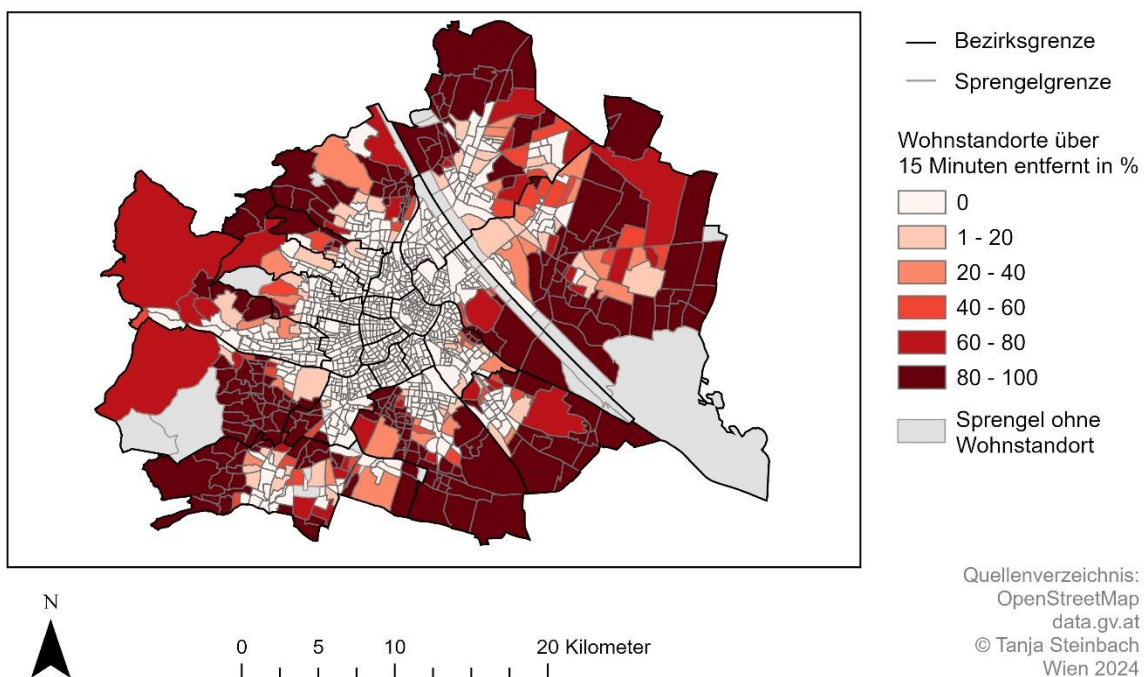
Versorgung durch Postfilialen zu Fuß erreichbar in Wien



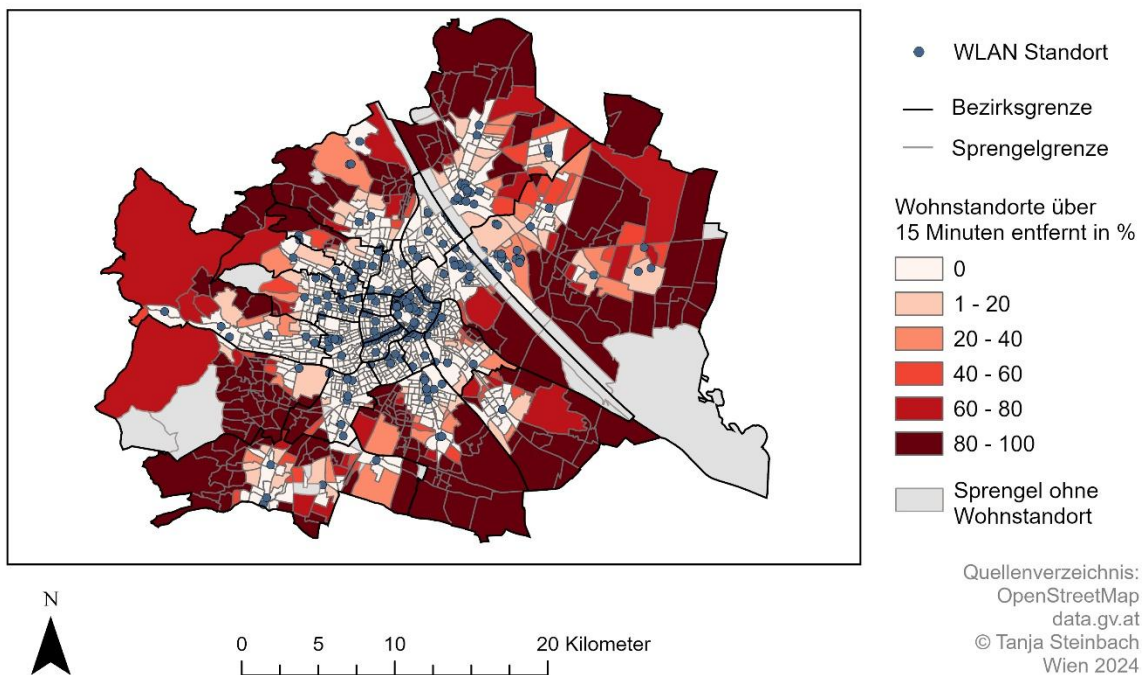
Versorgung durch Postfilialen zu Fuß erreichbar in Wien



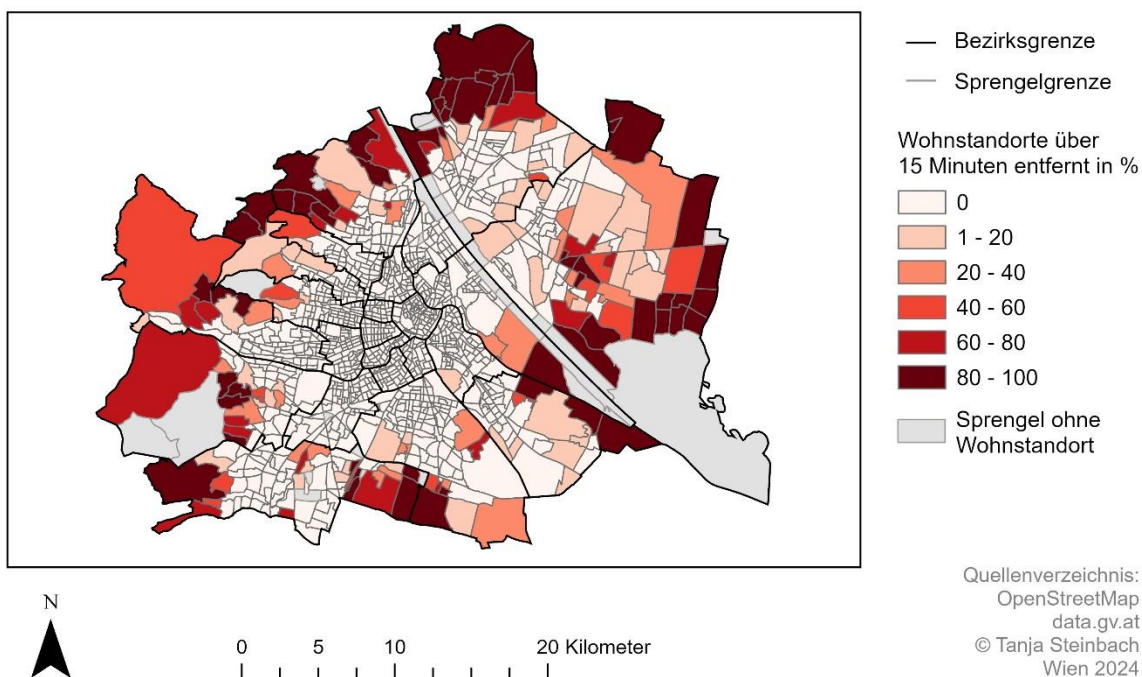
Öffentliche Gratis-WLAN Standorte zu Fuß erreichbar in Wien



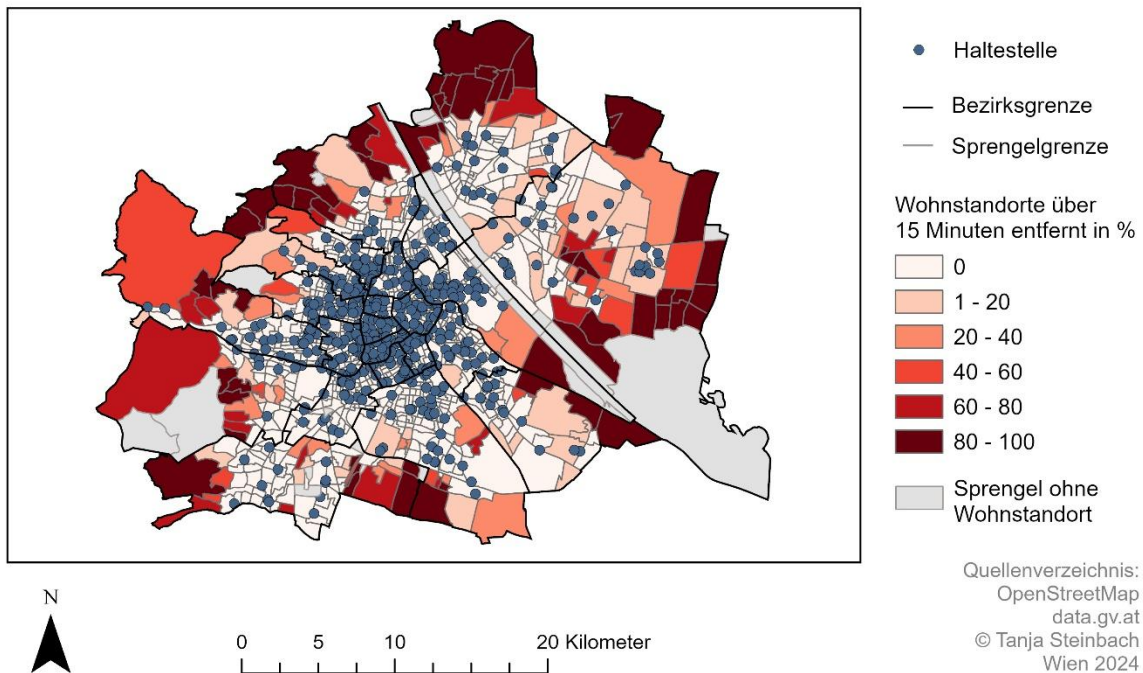
Öffentliche Gratis-WLAN Standorte zu Fuß erreichbar in Wien



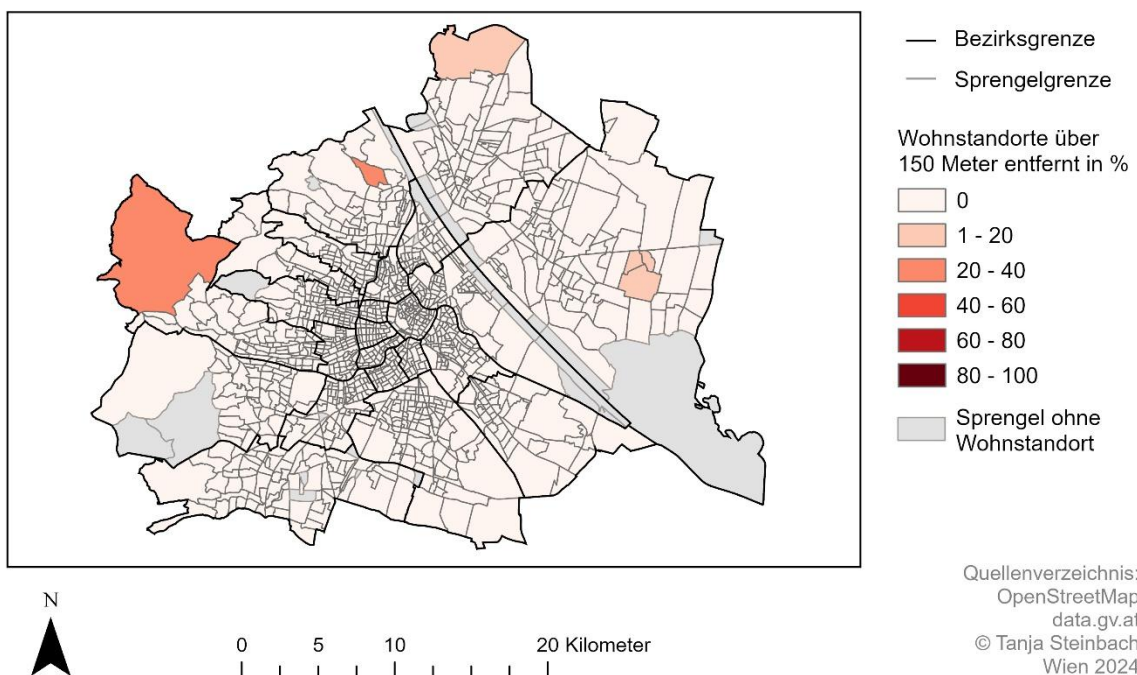
Versorgung durch E-Scooter Haltestellen zu Fuß erreichbar in Wien



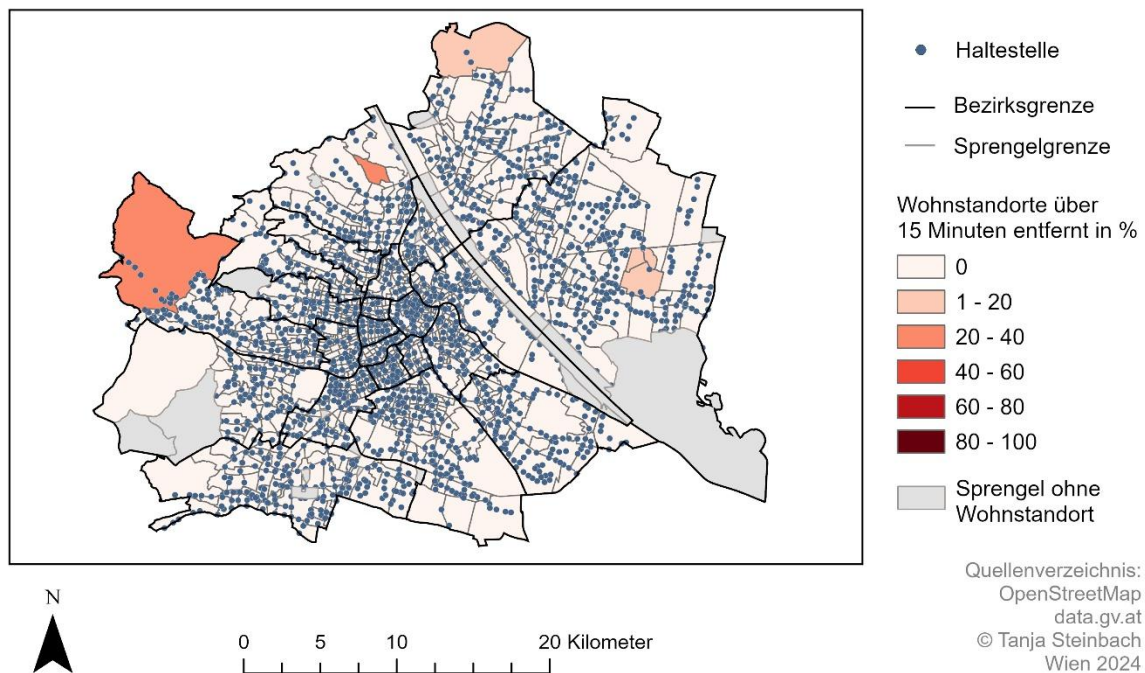
Versorgung durch E-Scooter Haltestellen zu Fuß erreichbar in Wien



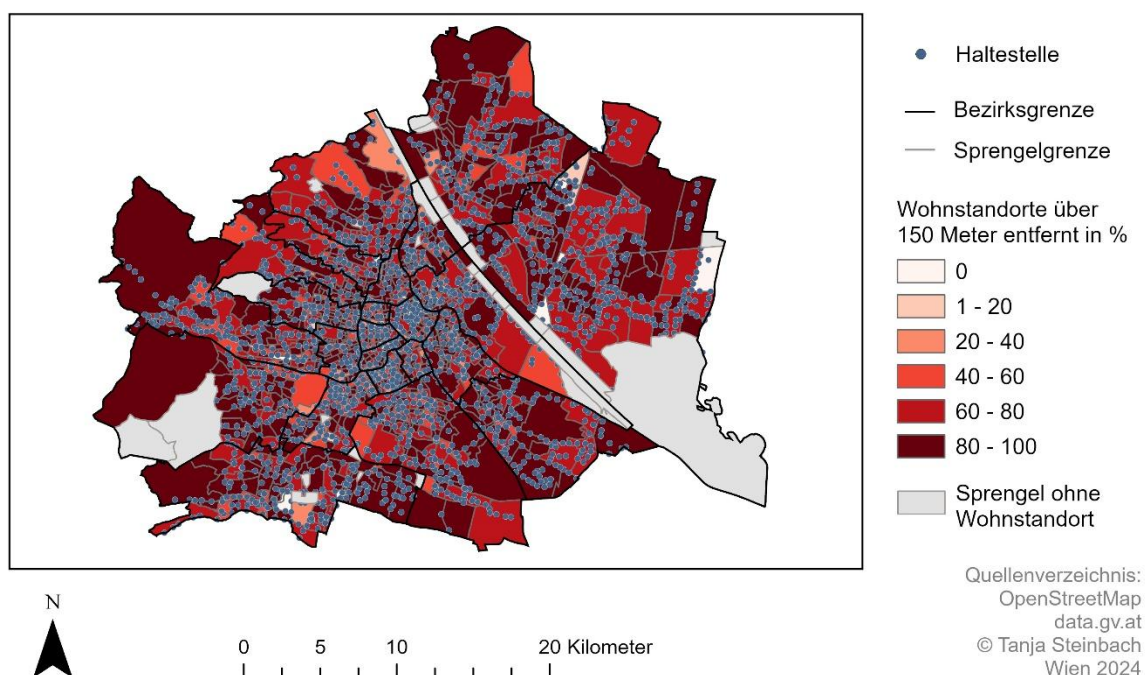
Versorgung durch Haltestellen von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug zu Fuß erreichbar in Wien



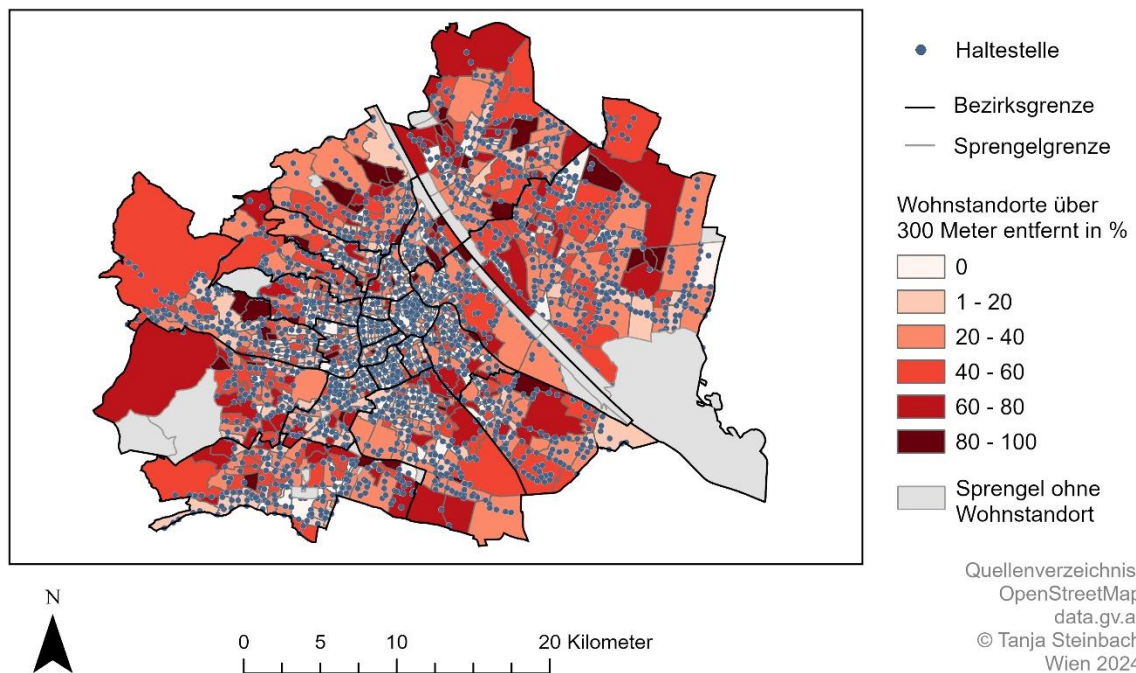
Versorgung durch Haltestellen von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug zu Fuß erreichbar in Wien



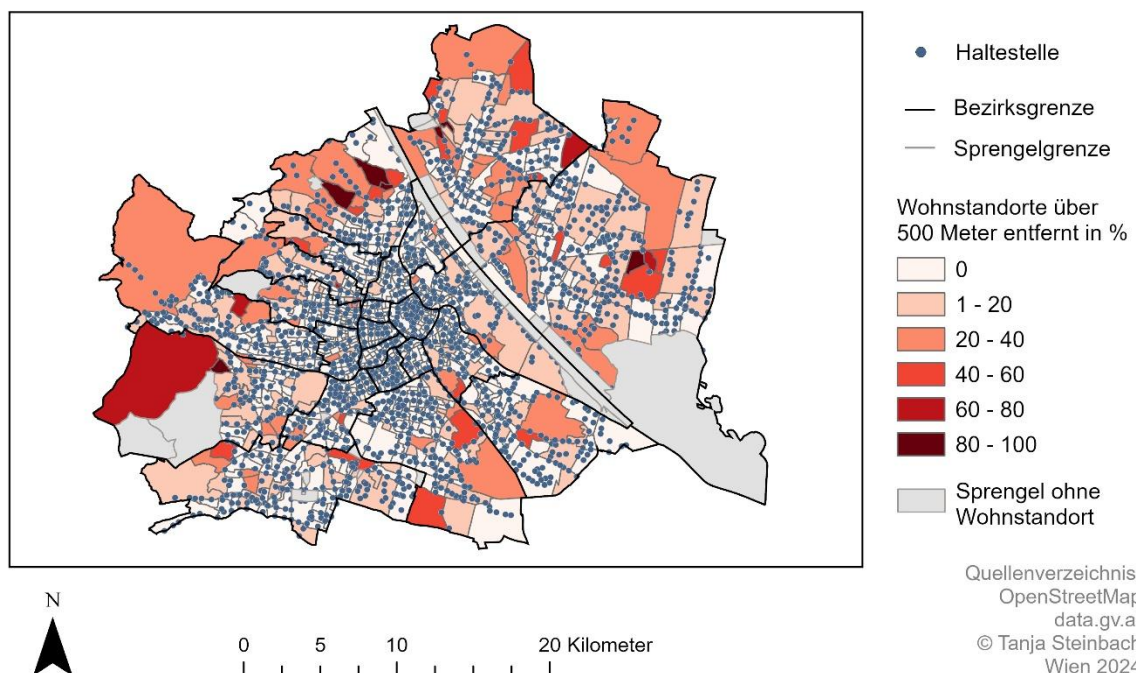
Versorgung durch Haltestellen von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug zu Fuß erreichbar in Wien



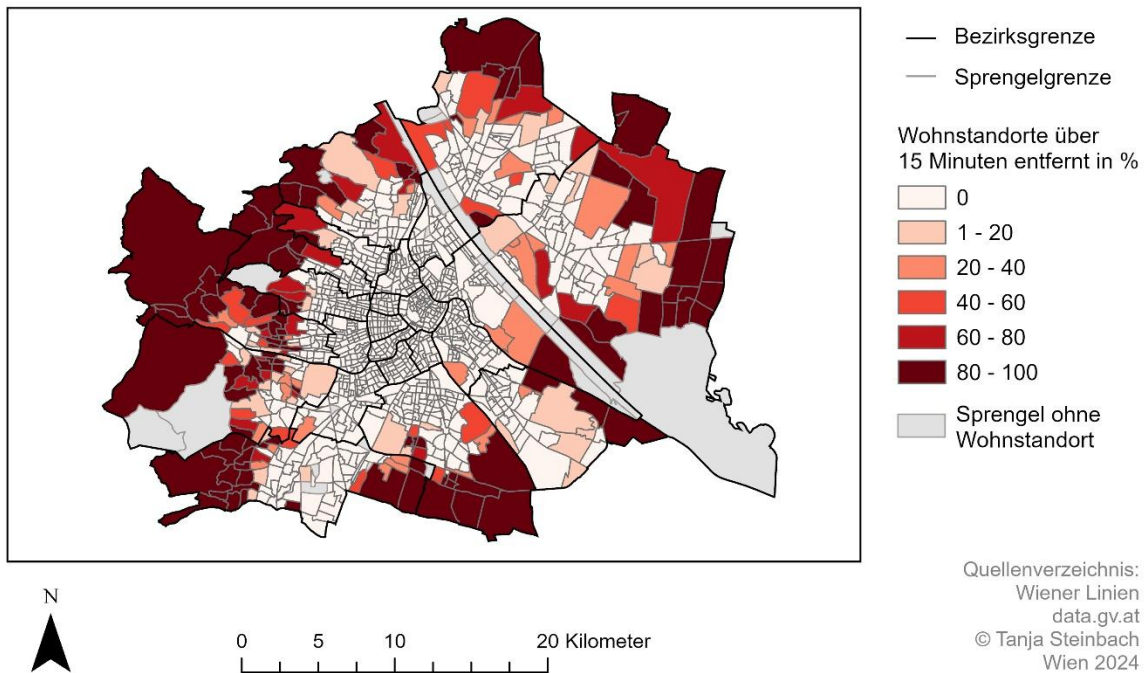
Versorgung durch Haltestellen von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug zu Fuß erreichbar in Wien



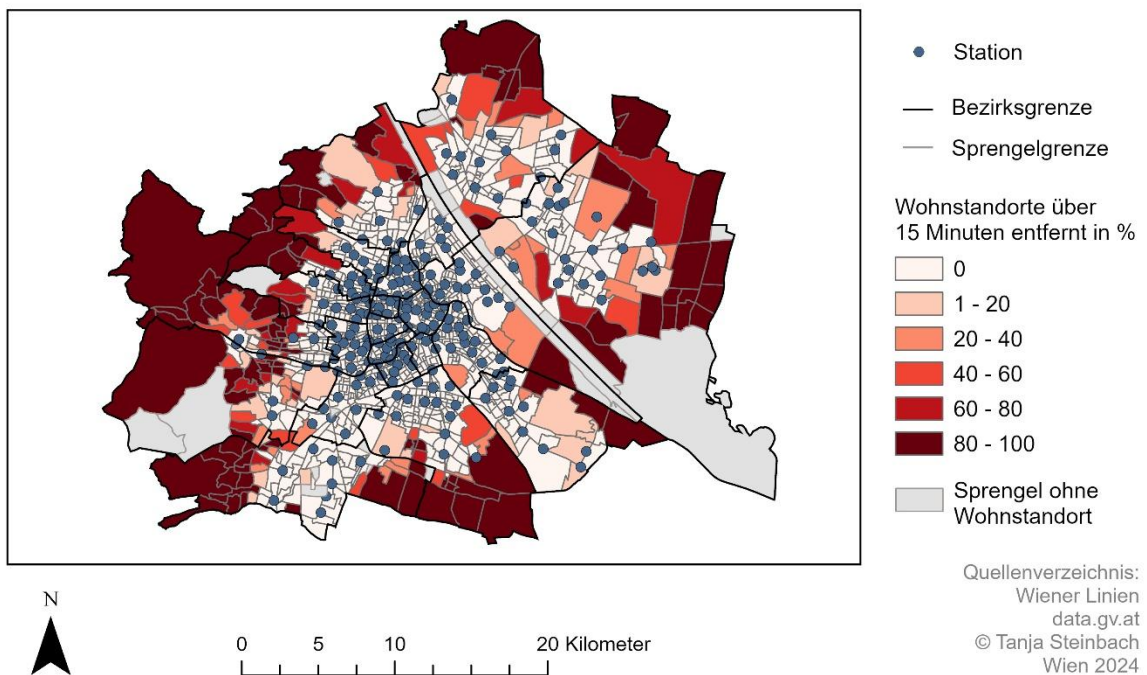
Versorgung durch Haltestellen von U-Bahn, Straßenbahn, Bus oder Zug zu Fuß erreichbar in Wien



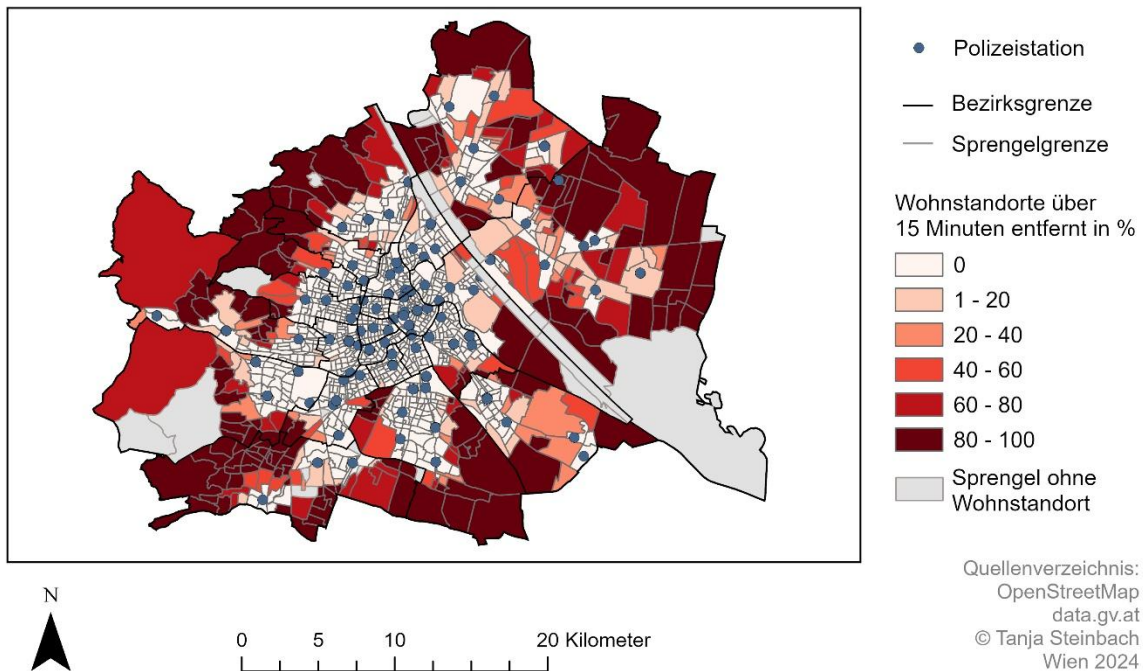
Versorgung durch WienMobil Rad Stationen zu Fuß erreichbar in Wien



Versorgung durch WienMobil Rad Stationen zu Fuß erreichbar in Wien



Versorgung durch Polizeistationen zu Fuß erreichbar in Wien



Defizite an Versorgung bezogen auf die Bevölkerungsdichte mehr als 15 Minuten zu Fuß benötigt in Wien

