



Diplomarbeit

Konkurrenz zwischen U-Bahn und Straßenbahn:
Die Auswirkungen von Parallelverkehr auf die Reisezeiten entlang von
U-Bahn-Korridoren

Analyse am Beispiel von vergangenen
und zukünftigen Wiener U-Bahn-Verlängerungen

**ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs**

unter der Leitung von
Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Michael Klamer
E280-05 Institut für Raumplanung
Forschungsbereich Verkehrssystemplanung

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von
Kilian Koppensteiner, BSc.
01607427

Wien am 23.04.2024

Unterschrift

Danksagung

Ich möchte meine Dankbarkeit gegenüber all jenen ausdrücken, die mich während der Entstehung dieser Diplomarbeit unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Dipl.-Ing. Dr. Michael Klamer, der mir mit meinen offenen Fragen innerhalb kürzester Zeit weiterhelfen konnte und mich besonders in der Anfangsphase mit wertvollen Tipps und Fragen unterstützte.

Ebenso möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich während des gesamten Prozesses begleitet und ermutigt haben. Besonderer Dank gilt dabei meinen Freunden Christoph Barger, der mir in programmieretechnischer Hinsicht weiterhelfen konnte und David Eckel, der mich auf dieses Thema brachte.

Kurzfassung

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist der in Wien häufig auftretende Planungsfall, dass Straßenbahnlinien im Zuge von U-Bahn-Ausbauten fast gänzlich aufgelassen werden und diese Praxis häufig mit dem Grund der Reisezeitverlängerung für kürzere Relationen kritisiert wird. Im Zuge erster Recherchen zum Begriff Parallelverkehr, konnten zudem nur wenige Erkenntnisse gefunden werden, sodass diese Arbeit den Begriff einmal mehr versucht zu definieren und am Beispiel von Wien verschiedene Formen des Parallelverkehrs identifiziert.

Da sämtliche Auswirkungen eines Öffentlichen Verkehrsmittels auch in Bezug auf das umliegend geplante Netzwerk zu betrachten sind, stellt die erste Annäherung eine Auseinandersetzung mit ÖV-Netzwerken und ihren Hintergründen dar. Für den methodischen Teil der Arbeit konnten weiters drei verschiedene Formen von Parallelverkehr in Wien identifiziert werden: „Deckungsgleicher Parallelverkehr“ „Räumlich-relationaler Parallelverkehr“ und „Express-Parallelverkehr“. Diese Formen dienen als Grundlage für den methodischen Teil und werden mit Blick auf den jeweiligen U-Bahn-Korridor einer Erreichbarkeitsanalyse mit Blick auf die Reisezeit unterzogen.

Für die in ArcGIS durchgeführte Berechnung der Erreichbarkeitsmatrix wurden mithilfe eines adaptierten Straßengraphs und GTFS-Daten verschiedene Szenarien gebildet, wobei die unterschiedliche Abbildung von (nicht) bestehendem Parallelverkehr die wesentliche Eingangsgröße darstellt. Die festgelegten Forschungsfragen basieren dabei auf den von Groche & Thiemer (1980) festgelegten Qualitätskriterien zum Öffentlichen Verkehr und untersuchen die Veränderung der Reisezeit und dem Vorliegen von Alternativen für den Störfall. Mithilfe eines um U-Bahn-Stationen ergänzten Verkehrsgraphen sowie den GTFS-Daten der Wiener Linien konnten Reisezeiten auf Basis von Ausgangs- (Adressenstandorten) und Zielpunkten (definierte Points of Interest) berechnet werden.

Die Vergleiche der jeweiligen Szenarien untereinander bilden den Output der Diplomarbeit und deuten an, dass ein „deckungsgleicher Parallelverkehr“ für den jeweiligen Korridor zu kaum markanten Reisezeitersparnissen führt. Deutlich wird aber auch, dass sich das Vorliegen von „räumlich-relationalen Parallelverkehren“ sehr positiv auf die Reisezeit für die jeweiligen Ausfallsszenarien der U-Bahn auswirkt. Der Vorwurf, dass durch die „Umstellung“ einiger Straßenbahnlinien auf U-Bahn-Linien markantere Reisezeitverlängerung eingetreten seien, kann an dieser Stelle nicht bestätigt werden.

Abstract

The starting point for this thesis is the planning situation of public transit in Vienna, where tram lines are often almost completely abandoned while metro extensions are built on the same corridors. This practice is often criticised on the grounds of travel time extensions for shorter routes. Furthermore, the term of "parallel traffic" seems to be barely defined scientifically, so a second objective of this thesis is to define the term once again and to identify various forms of parallel transport using Vienna as an example.

Since all the effects of a public transport system must also be considered in relation to the network planned around it, the first approach is an examination of public transport networks and their backgrounds on a theoretical basis. Furthermore, three different forms of parallel transport in Vienna were identified for the methodological part of the thesis: "direct parallel transport", "spatial-relational parallel transport" and "express parallel transport". These forms serve as the basis for the methodological part and are subjected to an accessibility analysis based on journey time for each of the three underground railway corridors.

For the calculation of the accessibility matrix carried out in ArcGIS, various scenarios were created using an adapted road graph and GTFS data, with the different implementation of (non-)existing parallel traffic representing the main input variable. The defined research questions are based on the quality criteria for public transport defined by Groche & Thiemer (1980) and examine the change in journey time and the availability of alternatives in the event of disruption. With the help of a traffic graph supplemented by underground stations and the GTFS data from Wiener Linien, journey times could be calculated on the basis of starting (address-points) and destination points (defined points of interest).

The comparisons of the respective scenarios form the output of the thesis and indicate that "direct parallel traffic" for the respective corridor hardly leads to any significant travel time savings. However, it is also clear that the existence of "spatial-relational parallel transport" has a very positive effect on the journey time for the respective underground failure scenarios. The accusation that the "conversion" of some tram lines to underground lines has led to significant journey time extensions cannot be confirmed.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass die vorliegende Arbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen von mir selbstständig erstellt wurde. Alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, sind in dieser Arbeit genannt und aufgelistet. Die aus den Quellen wörtlich entnommenen Stellen, sind als solche kenntlich gemacht. Das Thema dieser Arbeit wurde von mir bisher weder im In- noch Ausland einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt. Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachterinnen/Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

Wien, am 23.04.2024

Unterschrift Kilian Koppensteiner

Inhalt

Kurzfassung.....	3
Abstract	4
1. Einleitung.....	9
1.1. Hintergrund und Relevanz	9
1.2. Forschungsfragen und Zielsetzung.....	10
1.3. Aufbau und Methodik	11
2. Grundbegriffe und Inhaltliche Einleitung	12
2.1. Definition von Begrifflichkeiten	12
2.1.1. Parallelverkehr: Definition und Verständnis	12
2.1.2. Verkehrskorridore / Verkehrsachsen	13
2.1.3. Kurzdefinition: Öffentlicher Verkehr & Reisekette.....	14
2.2. Netzwerkdesign aus theoretischer Perspektive und Herausforderungen	15
2.2.1. Grundlagen und Ansprüche der Netzgestaltung, Netz- und Linienformen	15
2.2.2. „Netzgestaltungs-dilemma“ und Intermodal Transit Network Design Problem	18
2.3. Netzwerkdesign am Beispiel von ÖV-Systemträgern.....	20
2.3.1. Grundsätzliche (technische) Details von Systemträgern	20
2.3.2. Straßenbahn und U-Bahn: Haltestellenabstand, Zugang, Reisezeit	21
2.3.3. Funktion der U-Bahn im Verkehrsnetz und Integration	23
2.4. Theoretisches Resümee und Vergleiche zur Wiener Praxis.....	25
3. Wiener Verkehrsgeschehen und Ausgangspunkte.....	27
3.1. U-Bahn in Wien	27
3.1.1. Die Wiener U-Bahn im Kontext ihrer Entstehung und Zielwirkungen heute	27
3.1.2. Generelle U-Bahn-Planung in Wien.....	29
3.1.3. Kritik am U-Bahn-Bau in Wien: Straßenbahn-Ersatz und Reisezeitverlängerung?.....	30
3.2. Netz- und Korridoranalyse für Wien	31
3.2.1. Linie U1.....	33
3.2.2. Linie U2.....	36
3.2.3. Linie U3.....	39
3.2.4. Linie U4.....	41
3.2.5. Linie U5.....	43
3.2.6. Linie U6.....	44
3.2.7. Zusammenfassung und gedanklicher Ausgangspunkt.....	46
3.3. Identifizierte Formen des Parallelverkehrs am Wiener Beispiel.....	46
3.3.1. „Deckungsgleicher Parallelverkehr“	47
3.3.2. „Räumlich relationaler Parallelverkehr“	48
3.3.3. „Express-Parallelverkehr“	49
3.4. Ausgangspunkt für den methodischen Teil.....	50

3.4.1.	Forschungsfragen und Zielsetzung	50
3.4.2.	Gewählte Analysebeispiele im Wiener Kontext	51
4.	Forschungsdesign und Methodik	52
4.1.	Vereinfachter Forschungsablauf und Einleitung	52
4.2.	Hintergründe der Methodik und der Datenpakete.....	55
4.2.1.	Verkehrnetzwerk und Verkehrsgraph (GIP).....	55
4.2.2.	GTFS-Daten.....	55
4.2.2.1.	Datenstruktur & Hintergründe.....	55
4.2.2.2.	Gewählte GTFS-Daten für den Forschungskontext und Hintergrund	58
4.2.3.	ArcGIS und Transit-Network-Analysis-Tools.....	59
4.3.	Detaillierte Aufbereitung der Daten und Grundlage des Modells	60
4.3.1.	Vorbereitungen und Recherche in Bezug auf die GTFS-Daten	60
4.3.2.	Aufbereitung und Durchführung der Berechnung	61
4.3.2.1.	Integration der Zugangswege in den U-Bahnstationen.....	61
4.3.2.2.	Sichtung und Bearbeitung der GTFS-Daten.....	62
4.3.2.3.	Import und Verarbeitung der GIP sowie weitere Schritte.....	64
4.3.2.4.	Problematik des Stops-On-Street-Algorithmus und Lösung.....	65
4.3.2.5.	Aufbau des Netzwerks für die Erreichbarkeitsanalyse.....	66
4.3.2.6.	Auswahl der Origins und Destinations für die OD-Matrix.....	68
4.3.2.7.	Bildung der OD-Matrix mithilfe der Transit-Analyst-Tools und deren Auswertung.....	69
4.3.2.8.	Berechnung der Zugangswege zur nächsten Straßenbahn- / U-Bahn-Station.....	69
4.4.	Korridorspezifische Einflussfaktoren und Daten sowie Erläuterung zu den Modellfällen.....	70
4.4.1.	Korridor 1: U3 und L52 / 49 (Deckungsgleicher bzw. Räumlich relationaler Parallelverkehr) .	70
4.4.2.	Korridor 2: U2 und Linie 21 (Deckungsgleicher Parallelverkehr).....	73
4.4.3.	Korridor 3: U5 und Linie 43 (Express-Parallelverkehr)	76
5.	Ergebnisse und Auswertung der Erreichbarkeitsanalyse auf Korridorebene.....	80
5.1.	Korridor 1 (U3): Volkstheater – Westbahnhof – Breitensee.....	81
5.1.1.	Vergleich V1 „U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand“	82
5.1.2.	Vergleich V2: „Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand“	86
5.1.3.	Vergleich V3: „Einfluss der Linie 49 gegenüber einer Variante U3 ohne L49“	90
5.1.4.	Vergleich V4: „U3 mit L52 (Burgring) und L49 gegenüber dem Bestand (U3 + L49)“	93
5.1.5.	Gegenüberstellung Zugangszeiten zur U3 bzw. zu den Linien 49 und 52	96
5.1.6.	Diskussion über den U3-Korridor	98
5.2.	Korridor 2 (U2): Schottenring – Praterstern – Donaumarina.....	100
5.2.1.	Vergleich V1: „U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21“	101
5.2.2.	Vergleich V2: „U2 ohne adaptierte Buslinien zu U2 mit L21“	106
5.2.3.	Vergleich V3: „Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand“	110
5.2.4.	Gegenüberstellung der Zugangszeiten zur U2 bzw. zur Linie 21.....	114

5.2.5.	Diskussion über den U2-Korridor	116
5.3.	Korridor 3 (U5): Frankhplatz – AKH – Hernals.....	118
5.3.1.	Vergleich V1: „U5 mit L43 zu U5 ohne L43“	119
5.3.2.	Vergleich V2: „Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43“	123
5.3.3.	Vergleiche V3 (Bestand zu U5 ohne L43) und V4 (Bestand zu U5 mit L43).....	127
5.3.4.	Gegenüberstellung der Zugangszeiten zur U5 bzw. zur Linie 43.....	130
5.3.5.	Diskussion über den U5-Korridor	132
5.4.	Vergleich aller Korridore in Hinblick auf ihre Netzwirkungen.....	133
6.	Fazit und Diskussion	135
6.1.	Wirkungen der Formen von Parallelverkehr und vermutete Hintergründe	135
6.2.	Erkannte Netzwirkungen und Einflussfaktoren bei den Analysen	136
6.3.	Diskussion Modell und Realität.....	137
6.4.	Abgeleitete Praxisempfehlungen und Wiener Kontext	138
7.	Verzeichnisse und Anhang	139
7.1.	Quellenverzeichnis.....	139
7.2.	Datenquellenverzeichnis.....	143
7.3.	Abbildungsverzeichnis	144
7.4.	Kartenverzeichnis.....	145
7.5.	Tabellenverzeichnis.....	146
7.6.	Anhang	147

1. Einleitung

Obwohl der Begriff „Parallelverkehr“ Bestandvokabular einer jeden planenden Person ist, so ist dieser vielfach nicht oder nur am Rande ferner thematisiert, die Auseinandersetzung auf wissenschaftlicher Ebene offenbart einen gewissen blinden Fleck. Parallelverkehr wird aber besonders in Bezug auf einen kosteneffizienten Einsatz von Mitteln vielfach versucht zu vermeiden, zumal er pauschal betrachtet als unwirtschaftlich gesehen wird (Gather & Nagy, 2008, S. 5). Besonders dieser Zugang konnte aus wissenschaftlicher Perspektive im Zuge einer Vorfeldrecherche dieser Arbeit aber nur bedingt bestätigt werden. Viel mehr noch ist besonders der systemübergreifende Parallelverkehr, also zwischen Systemträgern bzw. Erschließungsformen, bisher nur spärlich thematisiert worden.

Darüber hinaus kann, abgesehen von finanziellen Hintergründen, die Frage gestellt werden, welchen Mehrwert die Kombination bzw. Bündelung mehrerer Linien(formen) auf die Erreichbarkeit haben kann. Viel mehr noch mündet die Kombination der Ziele „Mehr Kapazität durch ein höherrangiges öffentliches Verkehrsmittel“ und der kostenbezogenen Perspektive, keinen Parallelverkehr zu führen, häufig zu einer Art Ersatz. Besonders im Wiener Kontext gab es dabei teilweise die Vorwürfe Reisezeiten hätten sich aufgrund der längeren Zugangswege zur U-Bahn (im Vergleich zur Straßenbahn) verlängert bzw. wäre dieser Typ von Öffentlichem Verkehrsmittel nicht geeignet eine Straßenbahnlinie zu ersetzen.

Aus den verschiedenen Anforderungen und Einsatzbedingungen der jeweiligen Typen öffentlicher Verkehrsmittel ergibt sich dabei die Frage der Einbettung in das bestehende Netz bzw. die Auswirkungen und die Zielwirkungen auf dieses.

1.1. Hintergrund und Relevanz

Öffentlicher Verkehr erfüllt eine Vielzahl an Funktionen und übernimmt auch in Bezug auf den Klimawandel eine tragende Rolle da er die Treibhausgasemissionen senken kann. Dabei bündeln effizient geplante Netzwerke eine Vielzahl von Relationen so, dass diese mit passenden Taktgefügen, Fahrzeiten und der Erreichbarkeit von Haltestellen attraktive Fahrzeiten und Reiseketten ermöglichen. Das grundsätzliche Ziel aus dieser Perspektive ist es also, ein optimal geplantes Netz bereitzustellen. Was allerdings ist ein optimal geplantes Netz? Im Kontext der Netzplanung erfolgt die Bewertung von Netzausbauten häufig aus einer ökonomischen Perspektive, während die Grundsätze der Netzplanung aus theoretischer Perspektive nach Groche und Thiemer (1980) diese naturgemäß nicht beinhalten.

Ein Aspekt, welcher häufig einen Einfluss auf die Beibehaltung von Linien bei der Einführung neuer, höherrangiger Linien hat, ist die Frage von Parallelverkehren. Ein Blick auf den Wissenschaftskontext zeigt, dass dieses Thema nur schwach bis kaum beleuchtet ist und kaum Erkenntnisse für den urbanen Raum vorliegen. Es sind aber auch die bereits bestehenden Erkenntnisse und Berechnungen in einem ökonomisch-betrieblichen Kontext zu verorten. Die Wissenslage in Bezug auf Parallelverkehre scheint somit dünn und nur schwach bzw. auf theoretischer mathematischer Ebene beleuchtet.

Es scheint aber auch kaum klare Definitionen für den Begriff Parallelverkehr zu geben, und so ist das Ziel dieser Arbeit grobe Definitionen anhand einiger Beispiele im Wiener Kontext zu bilden und zu untersuchen. Der Wiener Kontext stellt dabei auch den Ausgangspunkt für den methodischen Teil dieser Arbeit dar, als dass die Frage nach den Auswirkungen von Parallelverkehr, an dem Spannungsfeld der Konkurrenz zwischen Straßenbahn und U-Bahn analysiert werden soll. So kann die

Frage aufgeworfen werden, inwieweit der Verkehrstyp U-Bahn ein Straßenbahnersatz sein kann, bzw. ob die kürzeren Fahrzeiten nicht durch die längeren Zugangswege zur jeweiligen U-Bahnstation letztlich doch keine Reisezeitersparnis ergeben.

Das Ziel dieser Arbeit ist es also einerseits umfassendere Zugänge zum Begriff Parallelverkehr darzustellen, und diesen aus dem Blickwinkel der Konkurrenz zwischen Straßenbahn und U-Bahn am Wiener Beispiel zu beleuchten. Für den methodischen Teil dieser Arbeit soll die kostenbezogene Perspektive der Netzplanung in den Hintergrund treten und bewusst das Verhältnis von Zugangsweg, Fahrzeit und Reisezeit für verschiedene Formen des (nicht-)realisierten Parallelverkehr analysiert werden. Die mithilfe der GIS-Analysen berechneten Reisezeiten der verschiedenen Formen des Parallelverkehrs werden im weiteren Kontext untereinander verglichen und sollen so Einblicke in ein wissenschaftlich nur schwach beleuchtetes Thema geben. Mit Blick auf das Fazit sollen so erste wissenschaftlich fundierte Antworten und Planungsempfehlungen gefunden werden, welche das Thema aus Sicht der Netzplanung abrunden.

1.2. Forschungsfragen und Zielsetzung

Aufgrund der eher dünn beforschten Ausgangslage und mit Blick auf das gewählte Beispiel der Wiener U-Bahn-Achsen folgen die Forschungsfragen den konkreten Ergebnissen der Analysen:

- Wie haben sich die Reisezeiten innerhalb der Korridore verändert bzw. welche Veränderungen ergeben sich im "Zeitbudget" im Vergleich zu vorher?
- Wie unterscheidet sich die zeitliche Erreichbarkeit der Bezirkszentren und der Umsteigeknotenpunkte entlang des Korridors in den unterschiedlichen Netzvarianten?
- Hat sich die Abhängigkeit der Bevölkerung von einer Linie vergrößert oder verringert beziehungsweise sind Alternativen im Störfall vorhanden? Welche Auswirkungen hat ein Ausfall der U-Bahn auf die Reisezeiten im Korridor?
- Hat sich die Erschließung durch höherrangige Verkehrsmittel (in diesem Fall U-Bahn / Straßenbahn) verbessert oder verschlechtert?
- Sind durch den Bau der U-Bahn-Linie Lücken in der Erschließung (Straßenbahn/U-Bahn) entstanden?

Die Herleitung der Forschungsfragen ist in Kapitel 3.4.1. zu finden

Diese werden in einer Recherche davor bzw. danach mit Erkenntnissen aus der Wissenschaft auf Basis einer Literaturrecherche verknüpft und sollen erste induktive Schlüsse ermöglichen. Prägende Fragen für diesen Schritt sind dabei:

- Können verschiedene Formen von Parallelverkehr identifiziert werden und welche Auswirkungen lassen sich erkennen?
- Korrelieren die Stationsabstände der U-Bahn mit einem Bestehen von Parallelverkehr?

1.3. Aufbau und Methodik

Die vorliegende Diplomarbeit widmet sich detailliert dem Thema des Parallelverkehrs, insbesondere in Hinblick auf die Auswirkungen auf Erreichbarkeit und das restliche Netz. Die Herangehensweise an dieses Thema erfolgt in mehreren Schritten.

Zunächst wird eine überblickshafte Auseinandersetzung mit den notwendigen Begriffen und Hintergründen zum Parallelverkehr unternommen. Dies schließt eine theoretische Betrachtung der Netzplanung ein, die auf einer umfassenden Literaturrecherche basiert. Der Fokus liegt dabei auf der Identifikation von Konzepten und Zugängen der Netzplanung sowie einer möglichen Charakterisierung von ÖV-Netzwerken.

Ein bedeutender Aspekt der Untersuchung bezieht sich auf die Wiener U-Bahn-Achsen, wobei die Wiener Netzchronik als Grundlage zur Herausarbeitung von Beispielen herangezogen wird. Durch eine gezielte Analyse werden beispielhaft drei Korridore unterschiedlicher Formen von Parallelverkehr identifiziert, die daraufhin mithilfe einer GIS-Erreichbarkeitsanalyse genauer unter die Lupe genommen werden. Dabei werden verschiedene Netzvarianten mit und ohne Parallelverkehr zwischen U-Bahn und Straßenbahn berechnet, um die Auswirkungen auf das jeweilige Einzugsgebiet zu evaluieren.

Der methodische Teil geht über eine reine Beschreibung hinaus und zielt darauf ab, Antworten auf die gestellten Fragen zu finden. Hierzu werden die Ergebnisse der Analysen genutzt, um eine Synthese zu bilden. Diese Synthese soll nicht nur die Auswirkungen unterschiedlicher Netzvarianten aufzeigen, sondern auch Handlungsempfehlungen für die Integration einer U-Bahn in ein Straßenbahnnetz ableiten.

Insgesamt zeichnet sich die Methodik der Diplomarbeit durch ihre umfassende Literaturrecherche, die Anwendung von GIS-Analysen und die Integration von konkreten Beispielen aus der Wiener U-Bahn-Netzchronik aus. Diese vielschichtige Herangehensweise ermöglicht eine tiefgreifende Untersuchung des Themas und trägt dazu bei, praxisrelevante Erkenntnisse für die Planung und Umsetzung von Parallelverkehrskonzepten zu gewinnen.

2. Grundbegriffe und Inhaltliche Einleitung

2.1. Definition von Begrifflichkeiten

2.1.1. Parallelverkehr: Definition und Verständnis

Eine allgemeine nähere Definition für den Begriff „Parallelverkehr“ konnte im Forschungsverlauf nicht gefunden werden. Diesen Umstand beschreiben auch Diana Gather und Pataki Nagy, welche den Stand der Forschung durch eine fehlende tiefere Untersuchung beschreiben. Sie erwähnen ferner auch, dass die Substituierung unterschiedlicher Verkehrsmodi untereinander vereinzelt behandelt wird, diese aber vorrangig wirtschaftliche Hintergründe haben. Ein wesentliches Tatbestandsmerkmal von Parallelverkehr definieren sie aber einerseits durch identische Quell-Ziel-Relationen, in diesem Fall zwischen Schienenpersonen- und Straßenpersonennahverkehr und darüber hinaus, basierend auf den vom Mitteldeutschen Verkehrsverbund festgelegten Kriterien im Dokument „Regelung zum Abbau von konkurrierenden Parallelverkehren“ (Gather & Nagy, 2008, S. 2):

1. Anzahl der gemeinsam bedienten Haltestellen mit Überdeckung der Haltestelleneinzugsbereiche,
2. Potenzielle Quell-Ziel-Beziehungen
3. Anzahl zeitlich benachbarter Abfahrten in HVZ/NVZ im Falle eines ausreichenden Potenzials an Nachfragern bzw. einer ausreichenden Bedienung und
4. Reisezeitenvergleich (Gather & Nagy, 2008, S. 2)

Im Kontext ihrer Forschung, welche vor allem unter ökonomischen Gesichtspunkten einen besseren Mitteleinsatz bei Minimierung von Parallelverkehren zwischen Bus und Bahn forciert, unterscheiden sie zwischen konkurrierenden und ergänzenden Verkehrsangeboten. Relevante Faktoren sehen sie dabei in den Aspekten: Unterwegshalte, Reisezeiten und Fahrplanlagen. Somit können trotz gleicher Quell-Ziel-Beziehungen mittels unterschiedlicher Linienführungen unterschiedliche Potenziale erreicht werden, welche andernfalls über keine ÖV-Anbindung verfügen (Gather & Nagy, 2008, S. 6f.).

Grundsätzlich gilt: Je mehr Einwohner nur vom StPNV [Straßenpersonennahverkehr] erreicht werden, desto eher handelt es sich um ergänzende Verkehrsangebote; je mehr Einwohner auf diesen Linien dagegen sowohl vom SPNV [Schienenpersonennahverkehr] als auch vom StPNV bedient werden, desto eher ist von überflüssigen oder gesamtwirtschaftlich schädlichen Verkehrsangeboten auszugehen. (Gather & Nagy, 2008, S. 8)

Für ihre Analyse, welche dabei die Deckungsgleiche der Einzugsgebiete verschiedener Linien untersucht, schlagen sie folgende Bewertungsansätze vor:

Überdeckung SPNV / StPNV	Bewertung des Verkehrsangebotes	Empfehlung
< 25 %	Ergänzendes Verkehrsangebot	Beibehalten
25 bis 50%	Schwach konkurrierendes Verkehrsangebot	Ggf. Optimieren
50 bis 75%	Stark konkurrierendes Verkehrsangebot	Optimieren
> 75%	Überflüssiges, gesamtwirtschaftlich schädliches Verkehrsangebot	Einstellung prüfen

Tabelle 1: Nachfrageüberlappung und Bewertung des Verkehrsangebotes (Gather & Nagy, 2008, S. 9)

Im Rahmen einer Überdeckung von 25 – 75% definieren sie dabei überdeckenden Parallelverkehr, welcher auf Einstellung überprüft werden sollte. Dabei sind aber auch Fahrplanlagen sowie Reisezeiten

ferner zu untersuchen. Darüber hinaus sind auch Fahrplanverdichtungen oder etwaige Wirkungen untereinander zu beachten (Gather & Nagy, 2008, S. 9).

Für den Kontext dieser Arbeit ist zu erwähnen, dass die Analyse von Gather und Nagy stark auf einer regionalen Ebene basiert und zudem die Wechselwirkungen zwischen Bus und (Regional-)Bahn untersucht. Folglich sind ihre Erkenntnisse nur bedingt auf den urbanen Kontext und das Verhältnis zwischen Straßenbahn und U-Bahn zu übertragen. Der Zugang zum Begriff „Parallelverkehr“ folgt aber dem dargelegten Verständnis weitestgehend und sieht die definierten Kriterien als gedanklichen Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit. Die fehlenden Referenzwerte bzw. eine vielfach nicht näher definierte Praxis sollen im Rahmen dieser Arbeit untersucht und erarbeitet werden. Der Zugang der identen Quell-Ziel-Beziehung wird im Kontext dieser Arbeit um die Bedingung erweitert, dass mehr als Ausgangs- und Zielpunkt zweier Linien geteilt werden muss, auch vor dem Hintergrund, dass urbane Gebiete vielfach Linien mit gleichen Start- und Zielpunkten haben.

2.1.2. Verkehrskorridore / Verkehrsachsen

Ein weiterer Kernbegriff dieser Arbeit ist der „Verkehrskorridor“, wobei dieser Begriff in der Verkehrsplanung selten genau definiert, häufig aber inhaltlich gleichermaßen verstanden wird. Ein nahezu synonym gebräuchlicher Begriff ist jener der „(Verkehrs-)Achse“. „Achsen, oft als Entwicklungsachsen bezeichnet, sind in der räumlichen Planung Korridore mit einer guten Infrastrukturausstattung zur Verbindung zentraler Orte“ (Vallée, 2018, S. 31).

Für den raumplanerischen Kontext kann dieser Begriff aber vielfältig interpretiert werden, so gibt es beispielsweise Verkehrs- aber auch Grünraumkorridore. Essenzieller Bestandteil eines „Korridors“ ist dabei seine Wichtigkeit oder seine Bündelung von Funktionen. In Bezug auf die Verkehrsplanung sind Verkehrskorridore somit zumeist Achsen mit höherrangigem Angebot oder stellen (linienhafte) Planungsgebiete für die Planung von (höherwertigeren) Straßen oder öffentlichen Verkehrsmitteln dar (Vallée, 2018, S. 32).

Für den Kontext dieser Arbeit werden die zu untersuchenden „Korridore“ anhand einzelner U-Bahn-Verlängerungen in Wien festgemacht, da entlang dieser einerseits eine Angebotskonzentration stattfindet, beziehungsweise viel mehr noch diese „Achse“ vor der jeweiligen Bedienung durch eine U-Bahn-Linie (nur) durch (eine) Straßenbahnlinie(n) erfolgte. Der Einzugsbereich dieser U- und Straßenbahnlinien wird dabei als maßgebliche Abgrenzung des Verkehrskorridors verstanden.

Diese Abgrenzung geschieht einerseits aufgrund der Fragestellung des Parallelverkehrs und den potenziellen Konkurrenzwirkungen und andererseits basierend auf der in Wien vielfach gelebten Praxis, dass die U-Bahn auch als maßgeblicher Treiber für die (zukünftige) Stadtentwicklung geplant wird. So werden U-Bahn-Planungen einerseits an bestehenden Korridoren und Zielgebieten ausgerichtet und ferner diese Angebotsaufwertung als Impuls für den jeweiligen Planungsraum betrachtet (Krichmayr, 2007).

Nahezu als Synonym zu verstehen ist dabei der Begriff „Achse“, welcher nach Sommer und Deutsch folgendermaßen definiert wird: „Relationen zwischen Oberzentren bzw. zwischen Ober- und Mittelzentren, mit ausgeprägter Quelle-/Zielbeziehung; Direkte Verbindungen mit hohem Nachfragepotenzial; Erschließungsfunktion wird innerhalb des Bedienungskorridors nur auf direktem Linienweg übernommen; bedeutende Sonderziele können hiervon ausgenommen werden“ (Sommer & Deutsch, 2021, S. 265).

2.1.3. Kurzdefinition: Öffentlicher Verkehr & Reisekette

Als Teil des Öffentlichen Verkehrs, wird Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) „in grundlegenden gesetzlichen Regelungen [als] die allgemein zugängliche Beförderung von Personen mit Verkehrsmitteln im Linienverkehr bezeichnet, die überwiegend dazu bestimmt [ist], die Verkehrsnachfrage im Stadt-, Vorort- oder Regionalverkehr zu befriedigen“ (Schnieder, 2015, S. 1).

Im Zusammenhang mit der Bündelung von Verkehrsnachfrage weist der ÖPNV gegenüber dem PKW, Vorteile in allen drei Dimensionen (sozial, ökologisch und ökonomisch) auf und sichert darüber hinaus die Erreichbarkeit von Infrastruktur- und Versorgungseinrichtungen im Rahmen der Daseinsvorsorge. Besonders gegenüber jenen Menschen, welche keinen Zugang zu „privaten“ Verkehrsmitteln besitzen, stellt der Öffentliche Verkehr die soziale Teilhabe sicher. In Bezug auf die Kosten der Nutzer*innen ist zu erwähnen, dass die Benutzung des Öffentlichen Verkehrs gegenüber eines PKWs (unter Berücksichtigung aller Kosten wie beispielsweise der Wartung) zumeist deutlich günstiger ist (Sommer & Deutsch, 2021, S. 207).

Die Planung von öffentlichem Verkehr ist dabei vielfach eine Angebotsplanung, welche sich an bestehenden Raumstrukturen und Verkehrsströmen orientiert. Neben dem klassischen Linienverkehr können auch flexiblere und alternative Angebotsformen zum Einsatz kommen. Diese werden dann mit Fahrzeugtypen unter Berücksichtigung eines Fahrplans (bzw. Taktverkehrs) betrieben.

Die Qualität des jeweiligen Verkehrs kann dabei auch durch die „Beförderungsqualität“ beschrieben werden, welche sich aus den folgenden Eigenschaften zusammensetzt (Sommer & Deutsch, 2021, S. 214 f.):

- **Beförderungsgeschwindigkeit**
Die mittlere Geschwindigkeit eines ÖV-Fahrzeugs zwischen Anfangs- und Endhaltestelle bzw. auf einem Linienabschnitt, unter anderem beeinflusst durch Verkehrsmittel, Bauart, Haltestellenabstand und Haltestellenaufenthaltszeiten.
- **Reisedauerverhältnis ÖPNV: MIV**
Die Reisezeit ist definiert als Zeitaufwand zwischen Beginn und Ende des Weges; in Relation der Reisezeit des ÖPNV zum MIV ergibt sich das Reisedauerverhältnis.
- **Zuverlässigkeit**
Kann durch Störungen eines anderen Verkehrssystems aber auch durch das eigene System beeinflusst werden
- **Komfort**
Beschreibt Aspekte des Wohlfühlens und der Bequemlichkeit; kann in objektive Kriterien (Ausstattung, kostenfreies W-Lan, etc.) und externe Faktoren (Verhalten anderer Kunden etc.) eingeteilt werden (Sommer & Deutsch, 2021, S. 214 f.)

Folglich muss das Ziel sämtlicher öffentlicher Verkehre eine hohe Beförderungsqualität unter Berücksichtigung dieser Kriterien sein. An den Betrieb selbst werden dabei die Anforderungen der Sicherheit, Verlässlichkeit und Wirtschaftlichkeit gestellt.

Für den Kontext dieser Arbeit ist zudem noch festzuhalten, dass die im weiteren Verlauf dieser Arbeit genannte Reisezeit als Tür-zu-Tür-Reisezeit zu verstehen ist. So setzt sich diese aus einem Zugangsweg (in diesem Modell der Weg von der Ordnungsnummer des Hauses) bis zum Haltepunkt des Fahrzeuges, einer potenziellen Wartezeit bis zum Eintreffen des Fahrzeuges, einer Beförderungszeit mit dem Fahrzeug bis zur jeweiligen Haltestelle, sowie einem Abgangsweg zum gewünschten Zielpunkt. Bei

Umstiegen in andere Öffentliche Verkehrsmittel ist analog zur oben beschriebenen Kette noch jeweils mindestens eine zusätzliche Umsteigezeit, Beförderungszeit und Abgangsweg für die jeweiligen Etappen gedanklich hinzuzufügen.

2.2. Netzwerkdesign aus theoretischer Perspektive und Herausforderungen

Vor dem Hintergrund, dass die Frage der Netzgestaltung und Integration verschiedener Verkehrsträger eine essenzielle Rolle spielt, werden im Folgenden kurz Grundsätze und essenzielle Einflussfaktoren dargestellt. Dabei folgt dieses Kapitel zunächst einem theoretischen Blickwinkel, während die praktische Perspektive diesem später gegenübergestellt wird.

2.2.1. Grundlagen und Ansprüche der Netzgestaltung, Netz- und Linienformen

Gegenüber dem Individualverkehr ist die Angebotsplanung des öffentlichen Verkehrs von vielen Einflüssen geprägt und kann in einem ständigen Kreislauf der Optimierung gesehen werden. Nach Sommer und Deutsch beginnt die Netzplanung dabei bei der Wahl der Haltestellenstandorte und den Linien, die sie verbinden. Die Haltestellen sollten sich dabei an jenen Orten mit der höchsten Siedlungsdichte der Region befinden. Flächig aufgelöste und weniger dichte Strukturen sind in diesem Zusammenhang nur verkehrlich und wirtschaftlich schwer zu erschließen. Basis des jeweiligen Liniennetzes ist dabei das ihr zur Verfügung stehenden (Straßen-)Netz (Sommer & Deutsch, 2021, S. 273).

In Bezug auf die Angebotsplanung sind darüber hinaus Fahrzeuggrößen und Bedienungshäufigkeit einerseits an der zu erwartenden Nachfrage zu bemessen, aber auch anhand von Attraktivitätsparametern zu bewerten. Die weitere Fahrplan- und Netzgestaltung sollte in weiterer Folge auch Umsteigezeiten und somit die Verknüpfung der Linien untereinander berücksichtigen (Sommer & Deutsch, 2021, S. 273 ff.).

Für die weitere Planung des Netzwerkes sind aber auch nachfrageorientierte, technische, betriebliche und wirtschaftliche Faktoren zu berücksichtigen. So muss für die nachfragegerechte Liniennetzgestaltung, Wissen über die jeweiligen Quelle-Ziel-Beziehung geordnet in Personengruppe und Zeitraum vorliegen. Diese sollten mit Blick auf die zukünftige Entwicklung des Gebietes auch über den IST-Stand hinausgehend modelliert werden (Sommer & Deutsch, 2021, S. 274).

Auf der technischen Ebene sind die jeweiligen Systeme des Öffentlichen Verkehrs mit Blick auf ihre Merkmale und Einsatzgebiete zu bedenken. Dabei gelten für die U-Bahn andere Bedingungen als für Bus- oder Straßenbahn-Systeme. Jene Unterschiede sind Ausgangspunkte für die Netzausgestaltung wie sie Sommer & Deutsch beschreiben:

Dabei übernimmt die Schnellbahn als Primärsystem mit vergleichsweise kurzen Beförderungszeiten den Transport zwischen Verknüpfungspunkten bzw. Aufkommensschwerpunkten. Dem Sekundärsystem Straßenbahn und/oder Bus kommt Zubringer- und Verteilerfunktion zu, ergänzt durch flexible und alternative Angebotsformen. Diese „Arbeitsteilung“ der Verkehrsmittel hat Auswirkungen auf die Netzgestaltung, da der Einsatz mehrerer Verkehrssysteme mit jeweils systemspezifischer Funktion zur Überlagerung von Netzgrundformen führt und damit jedes der beteiligten Verkehrsmittel für sich eine homogenere Netzform erhält. (Sommer & Deutsch, 2021, S. 274).

Darüber hinaus sind jene Faktoren zu benennen, welche den Fahrweg betreffen, wie beispielsweise die Realisierung eines unabhängigen Fahrweges für die S-Bahn oder die Streckenbelastung durch den Kfz-Verkehr, welche sich besonders auf die Pünktlichkeit von Straßenbahn und Bus auswirken kann. Aus der wirtschaftlichen Perspektive sind zudem beispielsweise Umläufe, Personaleinsatz und Wendezeiten zu beachten. Auch Faktoren im Interesse der Allgemeinheit wie die Trassenführung oder

der Einfluss des jeweiligen Verkehrssystems auf sensible räumliche Bereiche können zu berücksichtigen sein (Sommer & Deutsch, 2021, S. 274 f.).

Linienformen

Während die tatsächliche Ausgestaltung eines jeden Netzwerkes unterschiedlich ausfällt, so sind die Grundformen der Linien in wiederkehrenden Typen zu finden (Sommer & Deutsch, 2021, S. 276 f.):

- *Halbmesser- / Radiallinien* sind Linien, welche den zentralen Bereich eines Gebietes sternförmig verlassen und folglich ein Verkehrsbedürfnis mit Ziel / Quellort in einem zentralen Bereich abdecken. Angesichts des Endpunktes im Zentrum sind Wende- oder Abstellanlagen zu errichten, welche in diesem Bereich Schwierigkeiten bringen können.
- *Durchmesserlinien* „durchschneiden“ das Zentrum und verkehren in beide Richtungen darüber hinaus. Sie eignen sich für Verkehrsbedürfnisse, dessen Quell- / Zielorte außerhalb des Zentrums liegen oder wenn keine einzelne zentrale Haltestelle vorliegt. Eine wichtige Voraussetzung für den Betrieb einer Durchmesserlinie ist eine ähnlich starke Auslastung an beiden Linienästen. Während sich die reduzierten Wendefälle positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirken, so kann die Länge und die Durchschneidung des Zentrums eine größere Störanfälligkeit mit sich bringen.
- *Tangential- / Ringlinien* verkehren „um das Zentrum herum“ und versorgen ein ebensolches Verkehrsbedürfnis, wobei auch die Verknüpfung verschiedener Radial- und Durchmesserlinien das Ziel sein kann. Die vervollständigte Form einer Tangentiallinie stellt dabei die Ringlinie dar, welche aber auch an strategisch relevanten Punkten aufgelöst und in verschiedene Teile geteilt werden kann. (Sommer & Deutsch, 2021, S. 276 f.)

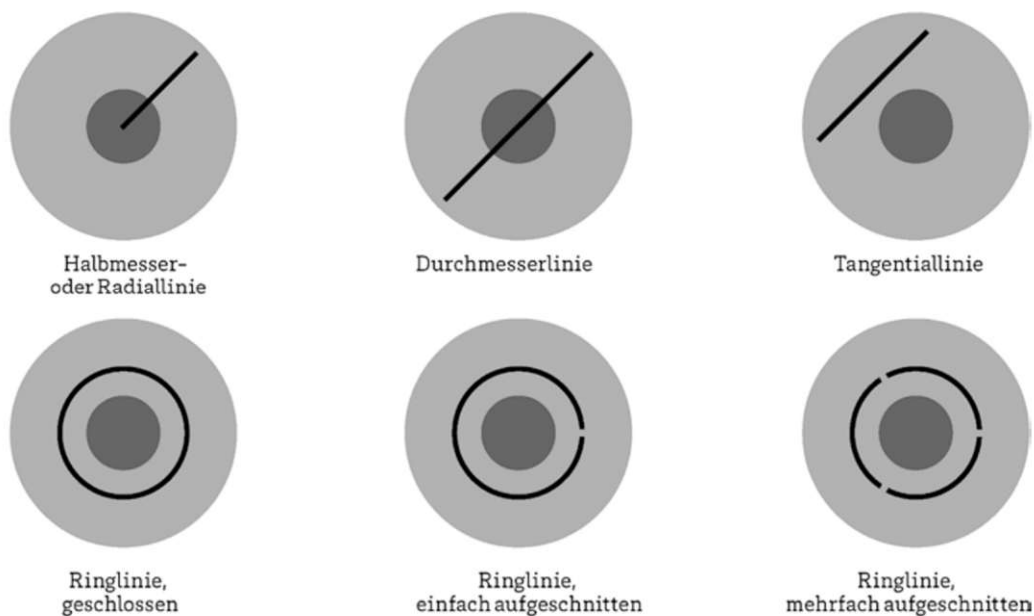


Abbildung 1: Grundmuster der Linienformen (Sommer & Deutsch, 2021, S. 276)

Liniennetz / Linienführung

Dem Anspruch aus Kapitel 1.1.3. folgend, dass der öffentliche Verkehr eine bestmögliche Zielerreichung, aber gleichzeitig auch eine wirtschaftlich vertretbare Betriebsführung garantieren soll, sind kurz die verschiedenen Ansätze der Linienführung zu erwähnen:

- **Achsenliniennetz**
ergibt sich aus der Bildung zweier oder mehrerer Achsen, welche jeweils zwei außerhalb des Zentrums liegenden Endhaltestellen verbinden, dabei sind jene Relationen, welche nicht direkt verbunden sind, nur mit einem Umstieg erreichbar. Diese wirtschaftlich sehr sinnvolle, aber aus Sicht der Angebotsperspektive sehr minimalistische Lösung sollte an den Nachfragestärken ausgelegt werden. (Künne & Steierwald, 1994, S. 503)
- **Nachfrageliniennetz**
stellt das theoretische Angebotsmaximum dar, da von jedem Punkt im Netz eine Verbindung zu jedem anderen Punkt besteht, im realen Kontext ist diese Form nicht wirtschaftlich umzusetzen, da vielfach ein Überangebot entstehen würde. (Künne & Steierwald, 1994, S. 504)
- **Bedarfsliniennetz**
versucht zwischen den beiden oben genannten Netzen den Kompromiss zu finden, in dem Linien anhand stark nachgefragter Relationen ausgelegt werden bzw. die restlichen Relationen daran angepasst werden. So können vielfach Direktverbindungen ermöglicht und voneinander nur bedingt abhängige Linien gebildet werden, was sich auf einen Störfall positiv auswirkt. Die Überlagerung von Linien in gewissen Relationen führt zwangsläufig zur notwendigen Abstimmung der Fahrpläne, erlaubt aber auch einen dichteren Takt in gewissen Bereichen. (Künne & Steierwald, 1994, S. 504)

Grundmuster der Netzformen

Auf Basis der oben genannten Linienformen sind auch strukturell typische Netzformen zu erkennen, welche in den meisten Städten in einer abgewandelten Form zum Einsatz kommen. Die grundsätzlichen Muster sind dabei Radialnetze (durch das Zentrum verlaufende Durchmesserlinien oder Halbmesserlinien), Ringnetze (welche durch das Zentrum oder in Entfernung zum Zentrum angelegt werden, sowie Rasternetze (welche mehrere Linien an mehreren Umsteigeknotenpunkten bündelt). Vielfach werden diese Formen kombiniert und teilweise in ihrer Netzhierarchie ausdifferenziert (Sommer & Deutsch, 2021, S. 279 f.).

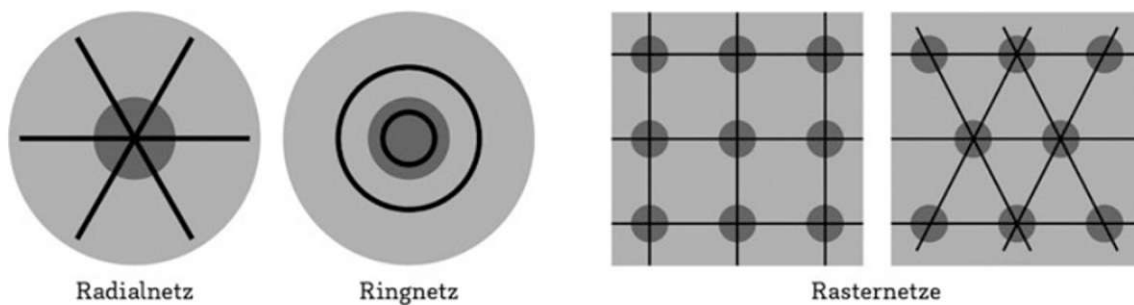


Abbildung 2: Grundmuster der Netzformen (Sommer & Deutsch., 2021, S. 279)

Ansprüche an die Netzplanung

Neben diesen prägenden Einflussfaktoren sind auch die grundsätzlichen Zielsetzungen der Netzplanung zu erwähnen, welche nach Groche und Thiemer die folgenden darstellen:

- Optimale Erreichung der wichtigsten Ziele in Direktfahrt,
- Kurze Fahrtzeiten zwischen Quelle und Ziel,
- Kurze Reisezeiten trotz Umsteigens, Erreichung der wichtigsten Ziele über mehrere Linienwege (bei Störungen),
- annähernd gleiches Verkehrsangebot in und zwischen den vergleichbaren Verkehrsräumen (Groche & Thiemer, 1980, S. 195)

2.2.2. "Netzgestaltungsdilemma" und Intermodal Transit Network Design Problem

Vor dem Hintergrund, dass Städte wachsen und damit auch der Individualverkehr wie auch der öffentliche Verkehr zunimmt, sind die Entscheidungsträger*innen und Planer*innen gefordert, sämtliche Verkehrsnetze so zu planen, dass Mobilität in verschiedensten Formen gewährleistet werden kann. Mit steigenden Bodenpreisen in zentralen Gebieten nimmt der Druck auf peripherere Gebiete zu und somit auch jener auf die Verkehrsnetze (Owais et al., 2021, S. 3). Mit Blick auf diese Herausforderungen ist das Urban Transportation Network Design Problem (UTNDP) zu erwähnen, welches das Intermodal Transit Network Design Problem beinhaltet und anhand folgender Definitionen festgemacht werden kann:

- Die Planung und Umsetzung neuer oder die Erweiterung bestehender Straßen, auch Road Network Design Problem genannt.
- Die Bestimmung optimaler Standorte neuer Netzeinrichtungen oder die optimale Kapazitätserweiterung bereits bestehender Einrichtungen (Einrichtungen können dabei sowohl Knoten als auch Kanten darstellen).
- Die hierarchischen Entscheidungsstrukturen für die Adaption von Verkehrsnetzen in strategischer, taktischer und operativer Hinsicht. Strategische Entscheidungen stellen dabei langfristige Entscheidungen in Bezug auf die Infrastruktur und das Netzwerk dar. Taktische Entscheidungen beziehen sich auf die effektive Nutzung des bestehenden Netzwerks und operative Entscheidungen beinhalten kurzfristige Maßnahmen zur Steuerung des Nachfragemanagements oder des Zeitplans. (Farahani et al., 2013, S. 281 f.)

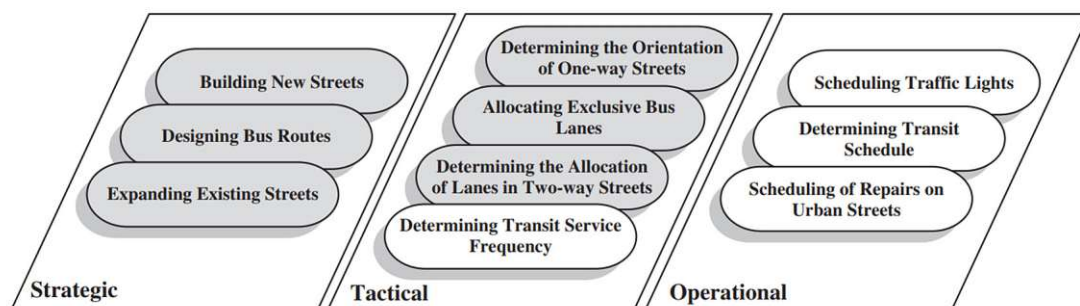


Abbildung 3: Examples of decisions in UTNDP (Farahani et al., 2013, S. 283)

Das Intermodal Transit Network Design Problem ist dabei im Kontext des öffentlichen Verkehrs nach Owais et al. in zwei unterschiedliche Bereiche zu unterscheiden. So ist der Bus-Verkehr (oder andere straßenbündige Verkehrsmittel, welche entlang eines bereits bestehenden Straßen-Netzwerks verkehren) mit anderen Herausforderungen konfrontiert als eine neu zu konzipierende U-Bahn, welche im Rahmen ihrer bautechnischen Grenzen nahezu unzählige Möglichkeiten aufweist. Beiden ÖV-Typen gemein ist aber die gleiche Herangehensweise im Sinne der Strukturanalyse, Knotenpunkte und folglich der Stationsdefinition sowie Linienführung (Owais et al., 2021, S. 3).

Viel allgemeiner noch definiert Schäffeler (2005) das „Netzgestaltungs-dilemma“, welches sich durch den „gegenläufigen Einfluss verschiedener Netzgestaltungsvariablen auf die Angebotsqualität“ auszeichnet (S. 24). Dabei sind beispielsweise Beförderungsgeschwindigkeit und Haltestellenabstand in einem solchen Verhältnis zu sehen, sodass ein geringer Haltestellenabstand kürzere Zugangswege erlaubt, gleichzeitig aber auch die Beförderungsgeschwindigkeit reduziert. Eine hohe Beförderungsgeschwindigkeit und ein kurzer Haltestellenabstand schließen sich zumindest entlang desselben Verkehrsmittels aus (Schäffeler, 2005, S. 24). Folglich ergibt sich in Anbetracht der unterschiedlichen Anforderungen der jeweiligen ÖV-Träger ein eben solches Spannungsfeld, welches notwendigerweise in eine Abstufung von Prioritäten bzw. Liniennetzen mündet.

Ebendieses Dilemma, stellt auch das inhaltliche Interesse dieser Arbeit dar, da im gewählten Wiener Kontext, häufig Straßenbahnlinien durch U-Bahn-Linien, vor dem Hintergrund der Beschleunigung ersetzt wurden. Gleichzeitig aber auch immer wieder Kritik an dieser Praxis mit dem Argument der Reisezeitverlängerung (siehe Kapitel 3.1.3.) geäußert wurde. Insofern stellen sich die Fragen auf theoretischer Ebene, inwieweit das System U-Bahn jenes der Straßenbahn ersetzen kann und für den Wiener Kontext, ob konkrete Reisezeitverlängerungen eingetreten sind bzw. wie sich das Verhältnis aus Zugangsweg und Fahrzeit auf die gesamte Reisezeit auswirkt.

2.3. Netzwerkdesign am Beispiel von ÖV-Systemträgern

2.3.1. Grundsätzliche (technische) Details von Systemträgern

Einen einfachen Überblick über die verschiedenen ÖV-Typen und ihre Einsatzgebiete soll die folgende Tabelle geben, wobei die Werte als Richtwerte zu verstehen sind.

Verkehrsform	Linienbus (Stadtbus)	Straßenbahn	U-Bahn	S-Bahn
Grundsätzliche Einsatzbedingung	Flächenhafte (kleinräumliche) Erschließung	Primär linienhafte Erschließung entlang von wichtigen Korridoren	Verbindung dicht besiedelter Räume mit zentralen Funktionen	Verbindung von Kernbereichen großer Städte mit Umlandbereichen, Kernbereich häufig Bündelung
Kapazität pro Stunde unter der Annahme 65% Auslastung und 5' Taktfolge	880 (Gelenkbus mit 113 Plätzen)	1.330 (Mehrgelenkfahrzeug mit 170 Plätzen)	17.000 (Wiener V-Wagen, 878 Plätze, 2' Takt)	5.856 (Doppelgarnitur ÖBB 4648, 5' Takt)
Durchschnittliche Beförderungsgeschwindigkeit	10 – 20km/h	15 – 25km/h	30 – 40 km/h	40– 50km/h
Haltestellenabstände in Metern (Grenzen der Betrieblichen Machbarkeit in Klammern)	200-500	300-600 (800)	(500) 750-1.200	500-1.200
Fahrzeugkapazität in Personen	Je nach Typ, Wien: 41 - 166	Je nach Typ, Wien: 136-209	Je nach Typ, Wien: 776-878	~ 12.000, Wien: 184-488
Taktgefüge in Minuten zu HVZ/NVZ	5-60' Wien: 4-30'	5-15' Wien: 5-15'	2-10' Wien: 2,5/7,5'	5-15 Wien: 2,5-30'

Tabelle 2: Charakteristik von ÖV-Typen, In Anlehnung an Sommer & Deutsch, 2021, S. 220-229

Die hier dargelegten Werte stellen exemplarische Kriterien dar, welche nach Sommer und Deutsch empfohlen werden. Eine Vielzahl an Netzen und Systemen folgt diesen Schemen und Kennzahlen, eine messerscharfe Abgrenzung ist in der realen Praxis allerdings schwer fest zu machen. Eines der prägendsten Kriterien der U-Bahn ist es aber, dass diese (zumeist) unabhängig von anderen Verkehrsteilnehmern und Verkehrsteilnehmerinnen verkehrt.

In Bezug auf Fahrzeugbreite, Kapazität und Länge sind diverse Ausführungen zu finden, typischerweise sind Straßenbahnzüge mit einer Breite von 2,20m bis 2,50m (in Ausnahmefällen bis zu 2,65m) und einer maximalen Zuglänge von 75 Metern zu klassifizieren, U-Bahn-Fahrzeuge häufig mit 100 bis 120 Metern Länge und circa 2,80 Meter Breite. Dabei gelten für U-Bahn-Systeme aufgrund ihrer Unabhängigkeit kaum rechtlich bindende Fahrzeugmaße. In der obigen Tabelle nicht klassifiziert sind gängigere Mischsysteme wie Stadtbahnen oder Metrobusse, welche sich beispielsweise durch eine vorrangig eigene Trassenführung auszeichnen, dennoch aber nicht gänzlich unabhängig verkehren (Sommer & Deutsch, 2021, S. 220 - 229).

Nachdem die Wandelbarkeit der Fahrzeuge auf allen Ebenen zugenommen hat, sind deren Kapazitätsgrößen nur noch bedingt für die Klassifizierung eines Systems geeignet. So können moderne Niederflurstraßenbahnen wie der „Combino Plus“ für Budapest bereits bis zu 350 Personen fassen, während Metrosysteme bestehen, dessen Fahrzeuge „nur“ 290 Personen aufnehmen können (Hitachi Rail Limited, 2024; Siemens AG, 2013).

Für den in dieser Arbeit nicht irrelevanten Aspekt der Haltestellenabstände ist zu erwähnen, dass auch diese sehr unterschiedlich ausfallen können und somit eine weitere Unschärfe in der Netzdefinition entsteht. Besonders für die Planungsempfehlungen der U-Bahn lässt sich bei Annahme der unteren Grenze der Leistungsfähigkeit von 500 Metern bis zu 1,2 Kilometern eine sehr große Bandbreite festmachen. Besonders durch den Vergleich mit der Straßenbahn ist hier ein Überlappungsbereich zwischen 500 und 800 Metern zu erkennen. Es ergibt sich, wie bereits erwähnt, das Spannungsfeld aus Haltestellenabstand und Geschwindigkeit bzw. Leistungsfähigkeit, welches im folgenden Kapitel näher beleuchtet wird.

2.3.2. Straßenbahn und U-Bahn: Haltestellenabstand, Zugang, Reisezeit

Sommer und Deutsch charakterisieren in diesem Zusammenhang die U-/S-Bahn mit großen Haltestellenabständen und hohen Beförderungsgeschwindigkeiten für die achsenförmige Erschließung. Die dabei entstehenden Defizite der flächenhaften Erschließung sollten durch ein Sekundärsystem mit Straßenbahnen und / oder Bussen ausgeglichen werden. Somit steht gegenüber jener Erschließung von Knoten- und Umstiegspunkten durch das Primärnetz, das Sekundärnetz mit einer Verteilungs- und Zubringerfunktion (Sommer & Deutsch, 2021, S. 274). Sommer und Deutsch beschreiben diesen Umstand darüber hinaus folgendermaßen:

Diese ‚Arbeitsteilung‘ der Verkehrsmittel hat Auswirkungen auf die Netzgestaltung, da der Einsatz mehrerer Verkehrssysteme mit jeweils systemspezifischer Funktion zur Überlagerung von Netzgrundformen führt und damit jedes der beteiligten Verkehrsmittel für sich eine homogenere Netzform erhält. (Sommer & Deutsch, 2021, S. 274)

Es ist also aus der Perspektive der ideologischen Planung eines Netzes keine unmittelbare Konkurrenz zu erkennen, zumal die Straßenbahn der U-Bahn untergeordnet wird und die Interpretation zulässt, dass beide Systemträger nebeneinander bestehen können. Gleichzeitig aber wird auch eine potenzielle Zubringerfunktion der Straßenbahn in diesem Kontext genannt.

Des Weiteren ist das bereits angesprochene Verhältnis zwischen Haltestellenabstand, Geschwindigkeit und Reisezeit zu erwähnen, welches besonders in Bezug auf potenzielle Konkurrenzwirkungen eine Rolle spielen kann. Basierend auf den Kennwerten in Kapitel 1.3.1. lassen sich die empfohlenen Haltestellenentfernungen der beiden Systemträger vergleichen. Zu erschließende Knotenpunkte, welche in Entfernungen von 500 bis 800 Meter zueinander liegen (sollen), könnten also aus einer rein auf Kriterien bezogenen Perspektive sowohl von U-Bahn als auch Straßenbahn erschlossen werden (Sommer & Deutsch, 2021, S. 220 - 229).

Dass dieser Zugang die Grenzen der eingesetzten Fahrzeuge miteinschließt, wird deutlich bei einer Analyse wie sie Wu & Levinson getätigt haben. Durch die in Verhältnissetzung von erreichbaren Personen in Bezug auf Fahrzeughöchstgeschwindigkeit und Haltestellenabstand haben sie ein Erreichbarkeitspotenzial berechnet. Ersichtlich sind die dabei erschließbaren Maxima in Abbildung 4 mit den folgenden ungefähren Wertepaaren (Wu & Levinson, 2021, S. 2 - 8): 30km/h - ca. 500 Meter; 40- 70 km/h - ca. 500 – 750 Meter; Über 70 km/h - Über 750 Meter.

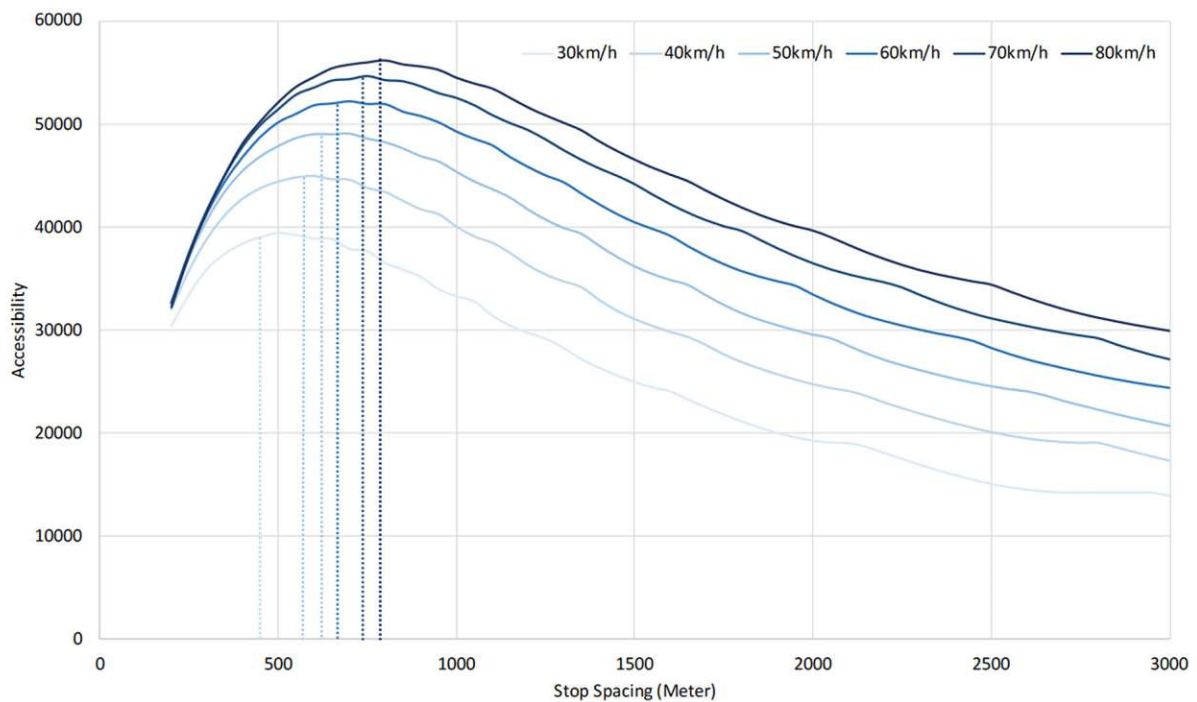


Abbildung 4: Optimum Stopp Spacing for Accessibility (Wu & Levinson, 2021, S. 9)

Diese Werte sind insofern nicht überraschend, zumal sie unter der Annahme einer U-Bahn-Durchschnittsgeschwindigkeit von 30 – 40 km/h ungefähr den Trassierungsempfehlungen entsprechen. Gleichzeitig aber können U-Bahn-Fahrzeuge mit einer Höchstgeschwindigkeit von bis zu 80 km/h verkehren und wären bei Annahme eines Haltestellenabstandes von über 750 Metern noch im Erreichbarkeitsmaximum bzw. im Bereich der Trassierungsempfehlungen zu verorten.

Auf der anderen Seite dieser Annäherung ist die Straßenbahn zu erwähnen, welche in diesen Kontext aufgrund ihrer Einflüsse im Straßenverkehr nur schwer einzuordnen ist. So ist die Wiener Straßenbahn bei einem durchschnittlichen Haltestellenabstand von 396 Metern mit ca. 15 km/h unterwegs (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2018b). Ein solcher Wert ist aber, wie bereits erwähnt, ganz stark von dem Vorhandensein eines eigenen Gleiskörpers und einer Bevorrangung im Straßenverkehr abhängig. Somit kann auch hier nur eine ungefähre Perspektive auf erreichbare Geschwindigkeiten und den daraus abzuleitenden Reisezeiten gegeben werden.

Es ist allerdings nicht nur die rein technisch orientierte Angebotsperspektive zu erwähnen, sondern auch die Nachfrageseite zu betrachten. Wie bereits erwähnt stehen die Kriterien Haltestellenabstand und Fahrzeit in einem gegenläufigen Verhältnis, in welchem auch der akzeptierte Zugangsweg zur Haltestelle eine Rolle spielt. Yang et al beschreiben den akzeptierten Zugangsweg zu U-Bahn-Stationen mit bis zu 750 Metern, während eine Bus-Station einen etwa 550 Meter akzeptierten Zugangsweg aufweist (Yang et al., 2013, S. 715). In Bezug auf den Systemträger Straßenbahn wurden keine Zahlen erhoben, Sommer & Deutsch vergleichen die herkömmliche Straßenbahn allerdings teilweise mit jener flächenhaften Erschließungsfunktion des Stadtbusses (Sommer & Deutsch, 2021, S. 274). Zusammengefasst liegen zwischen den Haltestellenabständen der Straßenbahn und der U-Bahn somit ungefähr 200 Meter akzeptierter Zugangsweg. Gleichzeitig aber ist zur Erreichung der U-Bahn-Station neben dem horizontalen Weg zumeist auch ein vertikaler Weg aufgrund des in der Höhe oder Tiefe liegenden Bahnsteigs beizumessen.

2.3.3. Funktion der U-Bahn im Verkehrsnetz und Integration

Aus der technisch / planerischen Perspektive ergibt sich somit ein abgesteckter ideeller Raum, welcher aber die unterschiedlich gelebte Praxis der Planung nur bedingt erklärt. So können sich neue U-Bahn-Linien an den bestehenden (Bus- und Straßenbahn-)Achsen und damit am Straßennetz orientieren, lassen aber auch gänzlich neue Verbindungen und Achsen zu. Neben den bereits ausgeführten Aspekten der Haltestellenabstände und Zugangswege ist ein weiterer prägender Einflussfaktor die Funktion der Linie und die Integration in das bestehende Netz. Eben diese Ausgestaltung kann äußerst unterschiedliche Formen annehmen. Ein Vergleich mehrerer Netze kann dabei, wenn überhaupt, nur in Bezug auf die forcierten Nutzwirkungen festgemacht werden.

In diesem Zusammenhang entwickelten Derrible und Kennedy verschiedene Kennzahlen, die eine Typologisierung einfacher machen sollen. So bilden sie unter anderem mit den Faktoren 'durchschnittliche Linienlänge' und 'Menge der Stationen im Netz' ein Modell welches eine Unterscheidung zwischen den Funktionen „Regional Accessibility“, „Local Coverage“ und „Regional Coverage“ möglich machen soll. Den einzelnen Unterscheidungen wird dabei folgende Definition zugrunde gelegt (Derrible & Kennedy, 2010, S. 291):

- **Regional Accessibility:** Durch lange Linien und hohe Stationsabstände liegt der primäre Fokus in der Anbindung räumlich peripherer liegenden Gegenden. Das Netz agiert eher als Eisenbahn/Schnellbahn-Netz.
 - **Local Coverage:** Kürzere Linien mit vielen Stationen verfolgen das Ziel die zentraleren Gebiete einer Stadt anzubinden und die U-Bahn im inneren der Stadt zum wichtigsten Verkehrsmittel zu machen.
 - **Regional Coverage:** Ist als Mischung der beiden oberen Typologisierungen zu verstehen und bedeutet eine gut versorgte Kernstadt aber auch gut angebundene peripherer liegende Gebiete.
- (Derrible & Kennedy, 2010, S. 291)

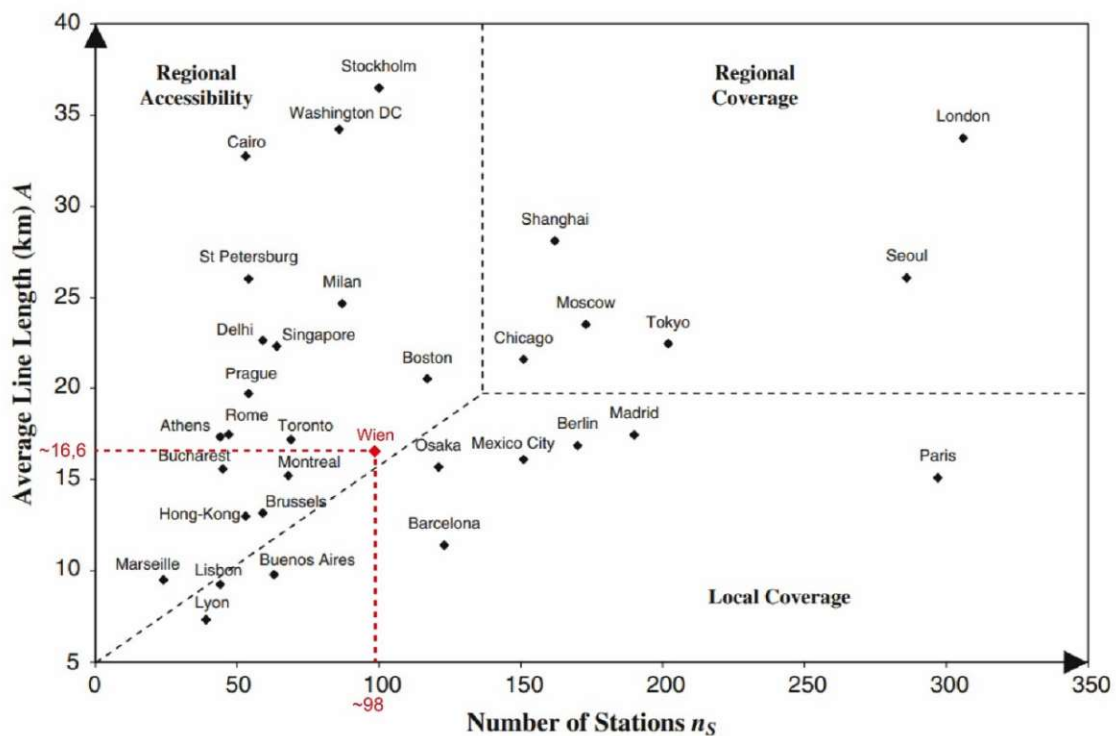


Abbildung 5: Form of metro networks Quelle: In Anlehnung an Derrible & Kennedy, 2010, S. 291

Das von ihnen entwickelte Diagramm klassifiziert die Netze durch die Gegenüberstellung der durchschnittlichen Linienlänge auf der Y-Achse und die Menge der Stationen auf der X-Achse. Ergänzt man dieses Diagramm mit den Werten für Wien: 16,6 km durchschnittliche Linienlänge und 98 Stationen (Stand 2023 - Knotenstationen nur einmal gezählt) ist Wien an der Grenze zwischen „Local Coverage“ und „Regional Accessibility“ zu erkennen. Eine Zählung der Knotenstationen jeweils für jede Linie (+11 Stationen) würde Wien weiter in die Kategorie „Local Coverage“ verschieben. Mit Blick auf die von Derrible und Kennedy formulierten Funktionen der Netze, kann der Wiener U-Bahn somit die Tendenz nachgesagt werden, als wichtigstes Verkehrsmittel in den zentralen Bereichen der Stadt zu fungieren, dabei sollte allerdings auch die Nähe im Diagramm zur Funktion „Regional Accessibility“ nicht gänzlich außer Acht gelassen werden.

Diese Klassifizierung allein kann dabei aber höchstens eine Orientierungsfunktion einnehmen, zumal sie alle weiteren Parameter unbeachtet lässt. Eine weitere relevante Größe stellt nach ihrer Untersuchung der Stationsabstand dar, welcher in der Berechnung zwar nicht direkt berücksichtigt ist, durch die indirekte Heranziehung über das Verhältnis Streckenlänge zu Menge der Stationen, diese aber integriert und so Trends ablesen lässt. So sind jene Städte mit langen Linien und vergleichsweise wenigen Stationen mit Stationsabständen von bis zu 2 Kilometer zu charakterisieren, während Städte wie Paris, Berlin und Madrid (durchschnittliche Linienlänge von ca. 15 km, 100 bis 150 Stationen) sich eher durch Stationsabstände von 700 - 800 Metern auszeichnen (Derrible & Kennedy, 2010, S. 292). Wien ist mit einem durchschnittlichen Stationsabstand von 760 Metern ebenfalls in diesem Bereich zu verorten (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2018a). Dem gegenüber steht allerdings ein Vergleich mit München (18,2 km durchschnittliche Linienlänge und 100 Stationen) und einem Stationsabstand von grob einem Kilometer. Es ist folglich die Frage aufzuwerfen, ob das Wiener U-Bahn-Netz besonders kurze Stationsabstände aufweist und diese Situation einen Grund für die vielen Straßenbahnlinien-Auflassungen darstellt. Dabei ist aber einmal mehr die Frage der zu erreichenden Ziele eines Netzes bzw. die beabsichtigte Integration in das Bestandsnetz zu beachten.

Eben diese Frage der Dimensionierung führt ferner zu dem Thema der Integration einer Linie in das bestehende (Oberflächen-)Netz und inwieweit dieses dadurch verändert wird oder nicht. Vuchic und Musso formulieren dabei die Empfehlung, eine U-Bahn soll entlang eines Korridors verkehren und gleichzeitig eine Vielzahl von Relationen anbinden bzw. bündeln sowie ein größeres reales Verkehrsbedürfnis abdecken. Ungeachtet dessen thematisieren auch sie die Herausforderung zwischen Schnelligkeit des Fahrzeuges sowie dem Zugangsweg (Vuchic & Musso, 1991, S. 301).

Ferner noch betrachten sie auch die Bedienung eines Korridors durch mehrere Linien, wobei der Abstand zwischen den jeweiligen Linien eines Korridors jeweils die Weite des Korridors durch die Anzahl der Linien darstellen sollte, um eine bestmögliche Abdeckung zu gewährleisten. Um ebendieses Modell in die Realität zu übersetzen, erwähnen sie aber auch außenstehende Einflussfaktoren wie beispielsweise die Präferenzen der Zugangswege und die Bedienhäufigkeit zu berücksichtigen. Mit Blick auf die Leistungsfähigkeit und Betriebsqualität eines Korridors begründen sie die Umsetzung einer „Hauptlinie“ mit mehreren Zubringerlinien als die sinnvollste Lösung (Vuchic & Musso, 1991, S. 307).

2.4. Theoretisches Resümee und Vergleiche zur Wiener Praxis

Der erste Blick offenbart somit bereits auf theoretischer Basis eine Unschärfe welche sich besonders aufgrund der unterschiedlichen Zielsetzungen von U-Bahn-Netzen und deren Einbettung ins (bestehende) Netzwerk ergibt. Folglich lässt sich auch die Frage, inwieweit Straßen- und U-Bahn wirklich konkurrieren oder nebeneinander bestehen können, nicht eindeutig beantworten. Ein Blick auf die in Kapitel 2.2.2. getroffene Unterscheidung hinsichtlich ihrer „Grundsätzlichen Einsatzbedingungen“ zeigt aber unterschiedliche Ziele des jeweiligen Systemträgers auf und lässt somit den Schluss zu, dass sich U-Bahn und Straßenbahn ergänzen (können) (Sommer & Deutsch, 2021, S. 220-229).

Eben dieses Verhältnis zwischen Ersatz und Ergänzung kann auch einmal mehr in das Intermodell Transit Network Design Problem (Kapitel 1.2.2.) eingebettet werden, zumal sich die Entscheidung für das eine Netzwerk bzw. diese Netzwerkform zwangsläufig auch auf das andere auswirkt. Das vielfach gegenläufige Verhältnis aus Reisezeit, Haltestellenabstand und Einzugsgebiet bzw. erreichbare Personen ist dabei zwar aus einer rein mathematischen Perspektive, wie Wu & Levinson dargelegt haben, berechenbar, stellt aber abermals nur einen theoretischen Zugang dar und ist in Bezug auf die Praxis zu messen. Die Lösung eben dieses potenziellen „Konkurrenzproblems“ kann daher nur anhand der jeweiligen Zielsetzungen „gefunden“ werden. Somit obliegt der gestellten Frage auf der theoretischen Ebene keine allgemeingültige Antwort und muss für jeden Kontext mit Blick auf die zu erzielenden Wirkungen jedes Mal erneut beantwortet werden (Derrible & Kennedy, 2010, S. 291; Wu & Levinson, 2021, S. 2 - 8).

Für den Wiener Kontext lässt sich auf Basis dieser theoretischen Grundlagen die Vermutung anstellen, dass U-Bahn und Straßenbahn häufig als konkurrierende Verkehrsmittel angesehen werden. Es sind nur wenige Parallelverkehre im Wiener Netz zu erkennen, welche gänzlich idente Einzugsgebiete und Relationen bedienen. In diesem Kontext zu erwähnen ist aber auch die Beobachtung, dass die Wiener U-Bahn aufgrund ihrer kurzen Stationsabstände vielfach den Eindruck vermittelt, eher eine linienhafte Erschließung zu übernehmen als die Verbindung wichtiger Knoten. Folglich erscheint auch das Ergebnis der Analyse nach Derrible & Kennedy nachvollziehbar, welches die Interpretation zulässt, dass die Wiener U-Bahn als primäres Verkehrsmittel mit einer guten Anbindung der Kernstadt fungiert.

Versucht man den von Wu & Levinson berechneten Zusammenhang aus Höchstgeschwindigkeit, Haltestellenabstand und erreichbaren Personen für Wien heranzuziehen, so kann das aufgrund der für das Netzwerk gegebenen Durchschnittswerte nur als Annäherung funktionieren. Die Wiener Straßenbahn, welche durch den häufigen Mischverkehr vielen zusätzlichen Einflüssen ausgesetzt ist, weist gemäß Wiener Linien eine mittlere Reisegeschwindigkeit von 14,8 km/h bei einem durchschnittlichen Haltestellenabstand von 396 Metern auf. Mit Blick auf die Abbildung 4 lässt sich somit vermuten, dass trotz dieser vergleichsweise geringen Geschwindigkeit ein höherer Stationsabstand mit Blick auf die zu erreichenden Personen möglich wäre. Für die Wiener U-Bahn liegt dieses Wertepaar bei 32,7 km/h Durchschnittsgeschwindigkeit und einem durchschnittlichen Stationsabstand von 761 Metern (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2018a, 2018b; Wu & Levinson, 2021, S. 2 - 8).

Dabei lässt sich auch hier ein scheinbares Verbesserungspotenzial in Hinblick auf zu groß gewählte Stationsabstände oder zu langsame Fahrzeuge erkennen, es gilt allerdings auch hier zu beachten, dass es sich um Durchschnittswerte handelt. Obwohl diese grobe Einstufung nur auf Durchschnittswerten und einem theoretisch-mathematischen Modell basiert, würde sie die These stützen, dass der Ersatz

von Straßenbahnlinien durch U-Bahnlinien zu einer nicht optimalen Abdeckung durch die U-Bahn führt. Inwiefern diese These zu bestätigen ist, müsste durch eine detaillierte Analyse mit Blick auf die erreichbaren Personen und nicht wie in dieser Arbeit mit Blick auf die Reisezeit durchgeführt werden.

Mit Blick auf die Fragestellung, ob Konkurrenz oder Ergänzung, lassen sich in Bezug auf den Wiener Kontext wenige konkrete Schlüsse ziehen. Es kann angenommen werden, dass das Wiener (U-Bahn-)Netz nur wenig hierarchisch angelegt ist und folglich ein gewisses Konfliktverhältnis zwischen U-Bahn und Straßenbahn aus zeitlicher und erschließender Perspektive entsteht.

3. Wiener Verkehrsgeschehen und Ausgangspunkte

3.1. U-Bahn in Wien

3.1.1. Die Wiener U-Bahn im Kontext ihrer Entstehung und Zielwirkungen heute

Im Vergleich zu anderen westlich geprägten Großstädten wurde die Wiener U-Bahn spät geplant und umgesetzt, da die Entscheidung zum Grundnetz erst im Jänner 1968 getroffen wurde. Bereits im Vorfeld der offiziellen U-Bahn-Planungen wurden Straßenbahntunnel entlang der 2er-Linie und der Wiedner Hauptstraße errichtet, welche später in U-Bahn-Linien münden sollten (Hödl, 2015, S.6; Marincig, 1995, S. 113).

Dem Grundnetz vorausgehend war der sogenannte „Netzentwurf M“, welcher ein aus damaliger Sicht gewünschtes Zielkonzept darstellte. Das grundlegende Ziel war es, die Verkehrsprobleme Wiens zu lösen, indem das sehr dichte Straßenbahnnetz vielfach durch U-Bahnen-Linien ersetzt wird und der neu gewonnene Platz zugunsten des motorisierten Individualverkehrs verwendet wird (Engelberger & Pins, 1966, S. 2; Marincig, 1995, S. 113). Die Tendenz, die Straßenbahn stärker als Zubringer zu positionieren, lässt sich auch im Kontext des damaligen Planungsdokumentes „Eine U-Bahn für Wien – Planungsstand 1966“ erkennen:

Ein solches Bahnsystem [U-Bahn] muß (sic!) folgende wichtige Anforderungen erfüllen: Günstige Erreichbarkeit der Haltestellen sowohl für Fußgänger in Gebieten hoher Dichte als auch durch **Zubringerdienste wie Straßenbahn** [...] in Gebieten niedrigerer Dichte. (Engelberger & Pins, 1966, S. 8)



Abbildung 6: Planungsnetz 1966, Fotografie (Engelberger & Pins, 1966, S. 2)

Die der „neuen“ U-Bahn zugewiesene Rolle und Funktion wird auch in folgendem Zitat deutlich:

Mit der bevorzugten Aufschließung der innerstädtischen Bereiche würden die ärgsten heute schon bestehenden Verkehrsschwierigkeiten behoben werden. **Es braucht keine Straßenbahn mehr über den Ring und kein Autobus mehr durch die Innere Stadt** geführt werden. Die dadurch eintretenden Einsparungen an Betriebskosten und Personal erlauben einerseits eine wirtschaftlichere Betriebsführung und wären andererseits für die dringend notwendige Anlage von neuen Linien in den Randbezirken von entscheidendem Vorteil. (Engelberger & Pins, 1966, S. 16)

Obwohl das Zitat auch in Bezug zu seiner Entstehungszeit zu verstehen ist, so könnte in Anbetracht der vielfach angewendeten Praxis des Einstellens oder Kürzens von Straßenbahnlinien bei U-Bahn-Verlängerungen dieser Zugang auch den aktuelleren U-Bahn-Verlängerungen nachgesagt werden. Insofern sind auch die dem Grundnetz vorrausgehenden Netzentwürfe für die Wiener U-Bahn, wie jener Planungsstand aus dem Jahr 1966 nicht überraschend, folgt doch den meisten Ausfallstraßen bzw. (ehemaligen) Straßenbahnachsen eine U-Bahn-Linie (siehe Abbildung 6).

Die Wiener U-Bahn hatte dabei zunächst vorrangig die Aufgabe, die Kernstadt zu erschließen und die Probleme ihrer Entstehungszeit, der Massenmotorisierung und den daraus folgenden Problemen zu bekämpfen. Spätestens aber nach Abschluss der zweiten Ausbaustufe ist der Trend erkennbar, die U-Bahn (auch) in (peripher liegende) Gebiete mit geringer urbaner Dichte und Angebot zu verlängern.

Diese Absicht wird dabei im STEP 2005 deutlich von der Leitlinie geprägt, neue Gebiete mit Entwicklungstendenzen zu erschließen: „Bei den folgenden Netzerweiterungen haben jene Streckenabschnitte Priorität, die ein ausreichendes Potenzial zur weiteren Stadtentwicklung erkennen lassen oder wesentlich zur Modal-Split-Verbesserung beitragen“ (Wien, 2005 S. 72). Die jeweiligen U-Bahn-Verlängerungen bzw. Achsen werden dabei im Wiener Kontext als besonders starke Impulse für die Stadtentwicklung und als Grundlage für die Schaffung von städtischen Subzentren gesehen (Pirhofer & Stimmer, 2007 S. 96f.).

3.1.2. Generelle U-Bahn-Planung in Wien

Ausgangspunkt der Entscheidung für eine U-Bahn(-Erweiterung) ist dabei die grundsätzliche Idee, welche sich aus einem allgemeinen Bedarf oder politischen Entscheidungen ergeben und auf einem Finanzierungsschlüssel beruhen. Die Finanzierung einer U-Bahn-Verlängerung basiert dabei üblicherweise auf einem Finanzierungsschlüssel von 50% Bundesmitteln und 50% Mitteln der Stadt Wien. Die generelle U-Bahn-Planung obliegt dabei der Magistratsabteilung 18 und berücksichtigt die folgenden Aspekte (Presse- und Informationsdienst (MA 53); Wiener Linien GmbH & Co KG, 2015; Zappe, 2014 S. 66):

Generelles U-Bahn-Projekt:

Festlegung der genauen Lage der Trasse, der Stationen sowie der Stationszugänge in Abhängigkeit von Siedlungsdichte und anderen Faktoren; Konzept der bautechnischen Konstruktion, der Bauphasen und der Umlegungen von unterirdischen Ver- und Entsorgungsleitungen

Verkehrliche Bearbeitung:

Auswirkungen der künftigen U-Bahn-Linie und von deren Errichtungsphase auf den Fußgänger-, Rad- und motorisierten Individualverkehr sowie auf das Straßenbahn- und Busnetz beziehungsweise auch auf die Belastung des U-Bahn-Netzes; Darstellung möglicher Standorte für Park-and-Ride-Anlagen

Städtebauliche Bearbeitung

Analyse und Abschätzung der Auswirkungen der künftigen U-Bahn für die Entwicklungsgebiete sowie die bestehenden Siedlungsgebiete

Gestalterische Bearbeitung

Stationsgestaltung sowie Oberflächengestaltung entlang der Trasse und in den Stationsumgebungen (Eingangssituierung, Bebauung, Verkehrslösung)

Umweltverträglichkeit

Darstellung der Umweltauswirkungen, Vorarbeit für die Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) (Presse- und Informationsdienst (MA 53))

Diesem Teil der Planung folgend, werden die Detailplanungen der U-Bahn-Trasse von den Wiener Linien in enger Abstimmung mit den städtischen Dienststellen durchgeführt. Nach den jeweiligen Behördenverfahren werden Ausschreibungen und Vergaben getätigt, welche in den Baubeginn dieser Etappe münden (Zappe, 2014 S. 67).

3.1.3. Kritik am U-Bahn-Bau in Wien: Straßenbahn-Ersatz und Reisezeitverlängerung?

Obwohl das erklärte Ziel von etwaigen U-Bahnen-Verlängerungen eine Angebotsverbesserung oder Kapazitätserweiterung darstellt, wurden im Zuge von U-Bahn-Verlängerungen in Wien häufig bestehende Straßenbahn-Direktverbindungen geteilt oder führten zur Auflassung von bestehenden, folglich parallel verkehrenden Straßenbahnlinien.

Dieser kolportierten Angebotsverbesserung im Wiener Kontext stehen allerdings auch Meinungen einiger Verbände und Parteien gegenüber, welche eine Verlängerung der Fahrzeiten entlang kurzer Abschnitte bzw. eine Steigerung der Umstiegsfälle attestieren (Verein zur Förderung des Schienenverkehrs, 1980, S. 21). Aber auch aus Sicht der gesteigerten Verkehrsnachfrage entlang dieser U-Bahn-Achsen und einer damit potenziell verbundenen Überlastung einer Linie fordern lokalpolitische Stimmen häufig die Wiedererrichtung von parallel verkehrenden Straßenbahnlinien wie beispielsweise jene der Straßenbahnlinie 8 entlang der Linie U6 (Matzenberger, 2016).

Dennoch aber sind auch Fälle von existierendem Parallelverkehr in diesem Kontext zu erwähnen, so liegt die Strecke der U2 zwischen Karlsplatz und Schottenring in lediglich bis zu 500 Metern Entfernung zu den auf dem Ring verkehrenden Straßenbahnlinien 1, 71 und D, auch die Straßenbahnlinie 49 liegt zwischen den Stationen Hütteldorfer Straße und Volkstheater in ähnlicher Entfernung zur U3. Dass viele Beispiele von bestehendem und eingestellten Parallelverkehr bestehen, zeigt ein Blick auf die Kapitel 2.3.1. bis 2.3.6., wobei das historisch bekannteste Beispiel die Umstellung der „Zweierlinie“ auf die U2 ist.

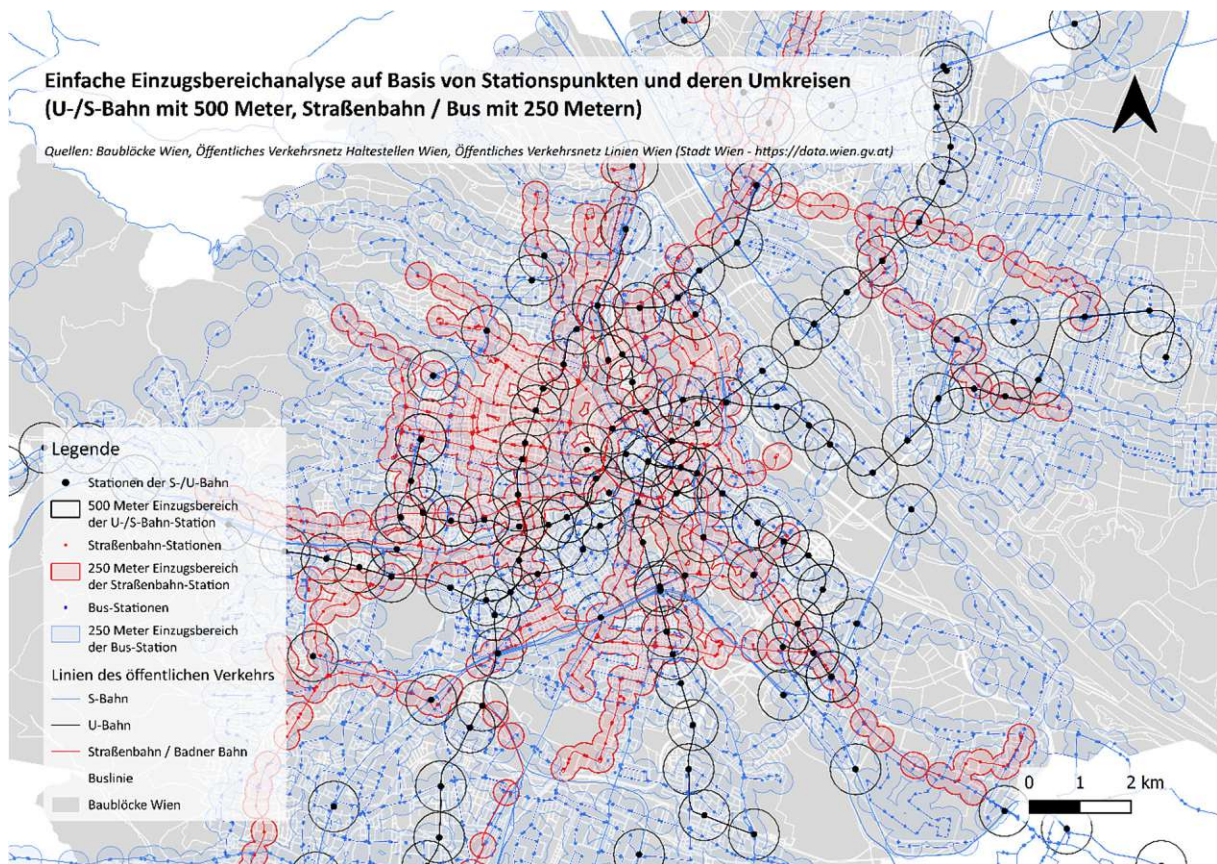
Mit Blick auf die bereits in den zuvor beleuchteten Aspekten stellt sich somit einerseits die Frage des Komforts, der notwendigen Umstiegsfälle und nicht zuletzt der benötigten Zeit im Vergleich zu vorher oder gegenüber der Führung eines Parallelverkehrs. In Anbetracht der oben bereits ausgeführten theoretischen wie auch praktischen Gegenüberstellung der ÖV-Träger Straßenbahn und U-Bahn ist ein Spannungsverhältnis im Wiener Kontext zu erkennen, jedoch fehlt eine tiefer gehende Analyse.

3.2. Netz- und Korridoranalyse für Wien

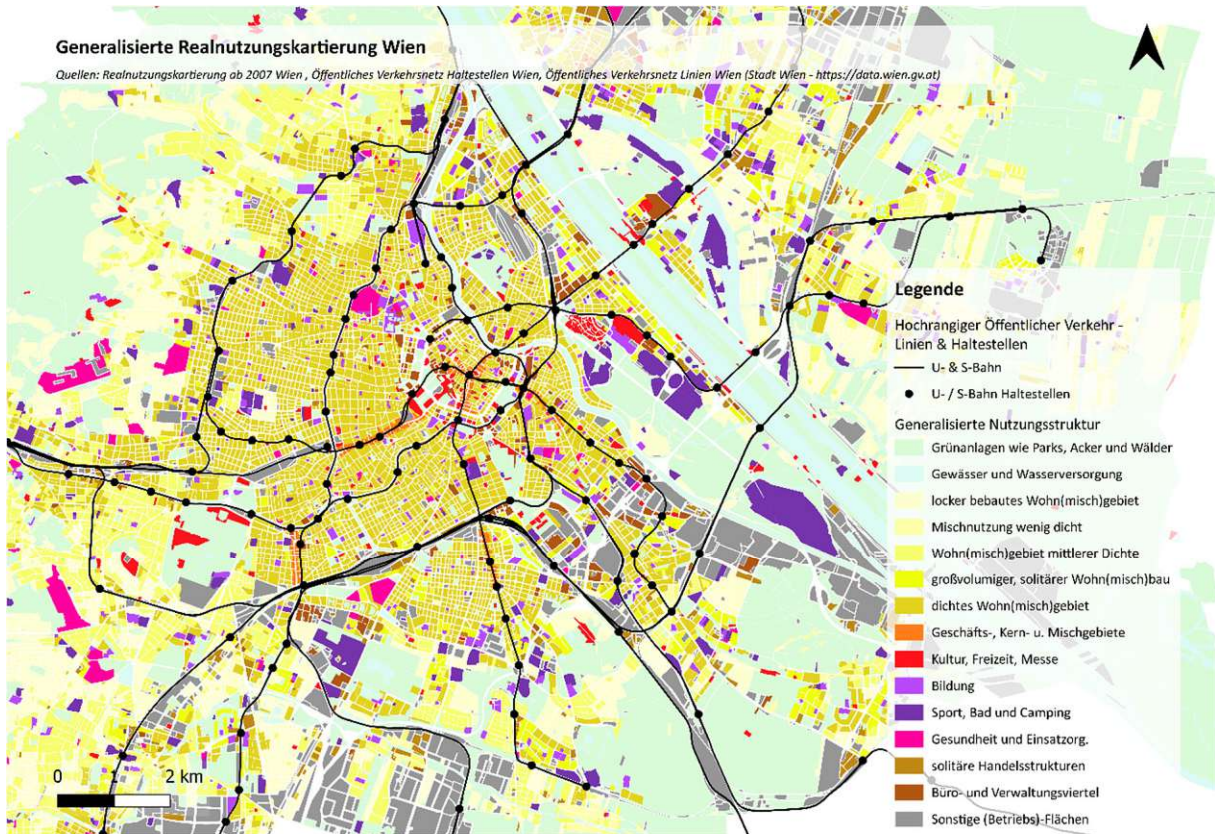
Um die in Kapitel 2.1.3. kurz erwähnten Beispiele besser einordnen und verstehen zu können sowie einen Überblick zu bekommen, sollen im Folgenden die Wiener U-Bahn-Korridore einer Kurzanalyse unterzogen werden. Die Karte 1 zeigt, dass unter Modellierung einer einfachen Einzugsbereichskarte (jeweils 250 Meter für Bus und Straßenbahn und 500 Meter für U/S-Bahn) der Großteil Wiens erschlossen bzw. häufig mehrfach erschlossen ist. Es kann dabei der Eindruck entstehen, dass Parallelverkehre vielfach existieren bzw. sich die U-Bahn gut in das bestehende Bus- und Straßenbahnnetz einfügt. Beachtet werden muss dabei aber einerseits die einfache Umkreisberechnung von 250 bzw. 500 Metern, welche keine Rücksicht auf Straßen oder Wege nimmt und darüber hinaus, dass Linienrelationen sowie Taktgefüge in dieser Karte nicht zu sehen sind.

Es wurden zudem grobe Luftlinienentfernungen zwischen den Mittelpunkten der U-Bahn-Stationen mittels <https://www.wien.gv.at/bruecken/public/start.aspx> ausgemessen, auf diese Daten wird in den folgenden Kapiteln regelmäßig Bezug genommen, eine Tabelle der gemessenen Entfernungen ist im Anhang zu finden.

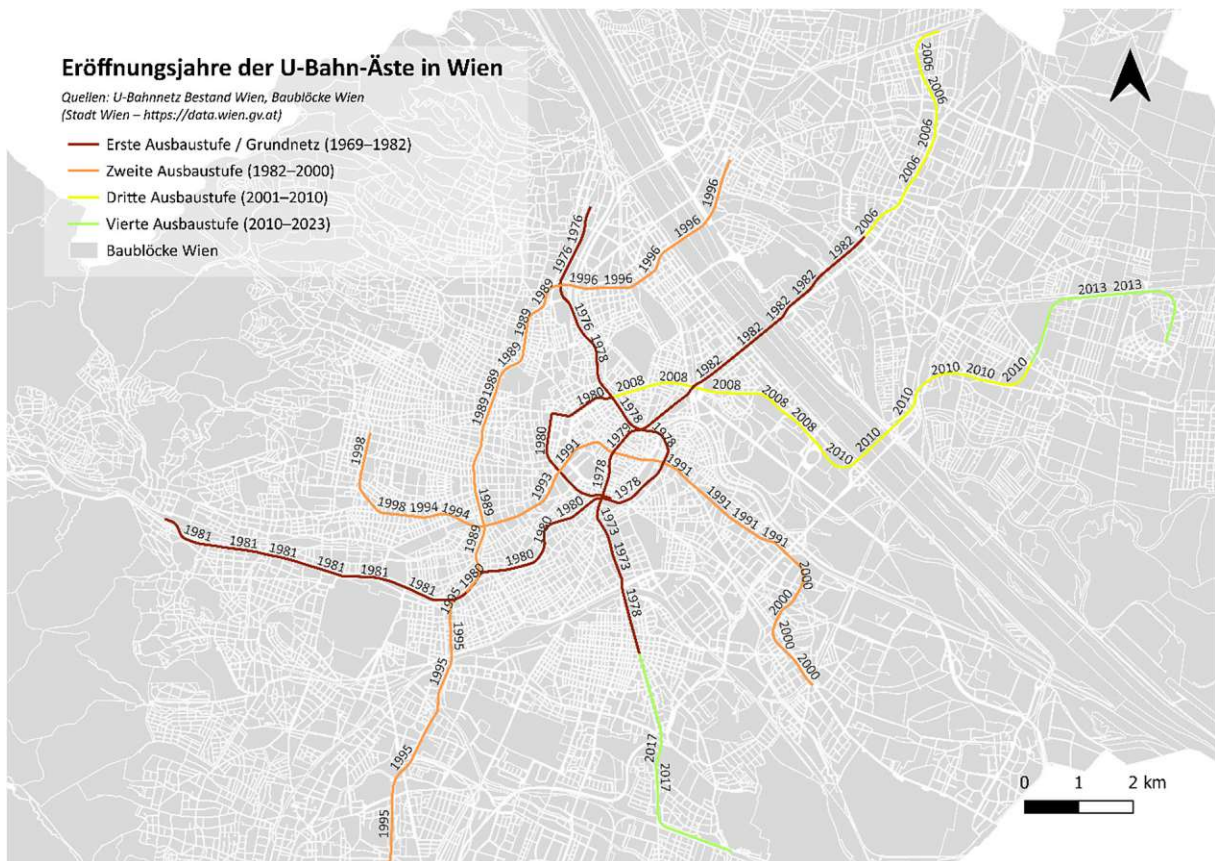
Um also einen besseren Eindruck zu bekommen, sollen die bestehenden U-Bahn-Korridore im Folgenden genauer betrachtet und einer Kurz-Analyse unterzogen werden. Relevante Aspekte dabei sind: der Haltestellenabstand, eingestellte Linien, durchfahrene Gebiete und etwaige Ersatzangebote zu aufgelassenen Straßenbahnlinien. Die einzelnen Unterkapitel sind dabei anhand der U-Bahn-Linie bzw. ihres Korridors strukturiert und folgen nur sekundär den Ausbauphasen.



Karte 1: Einfache ÖV-Einzugsbereichsanalyse (eigene Darstellung)



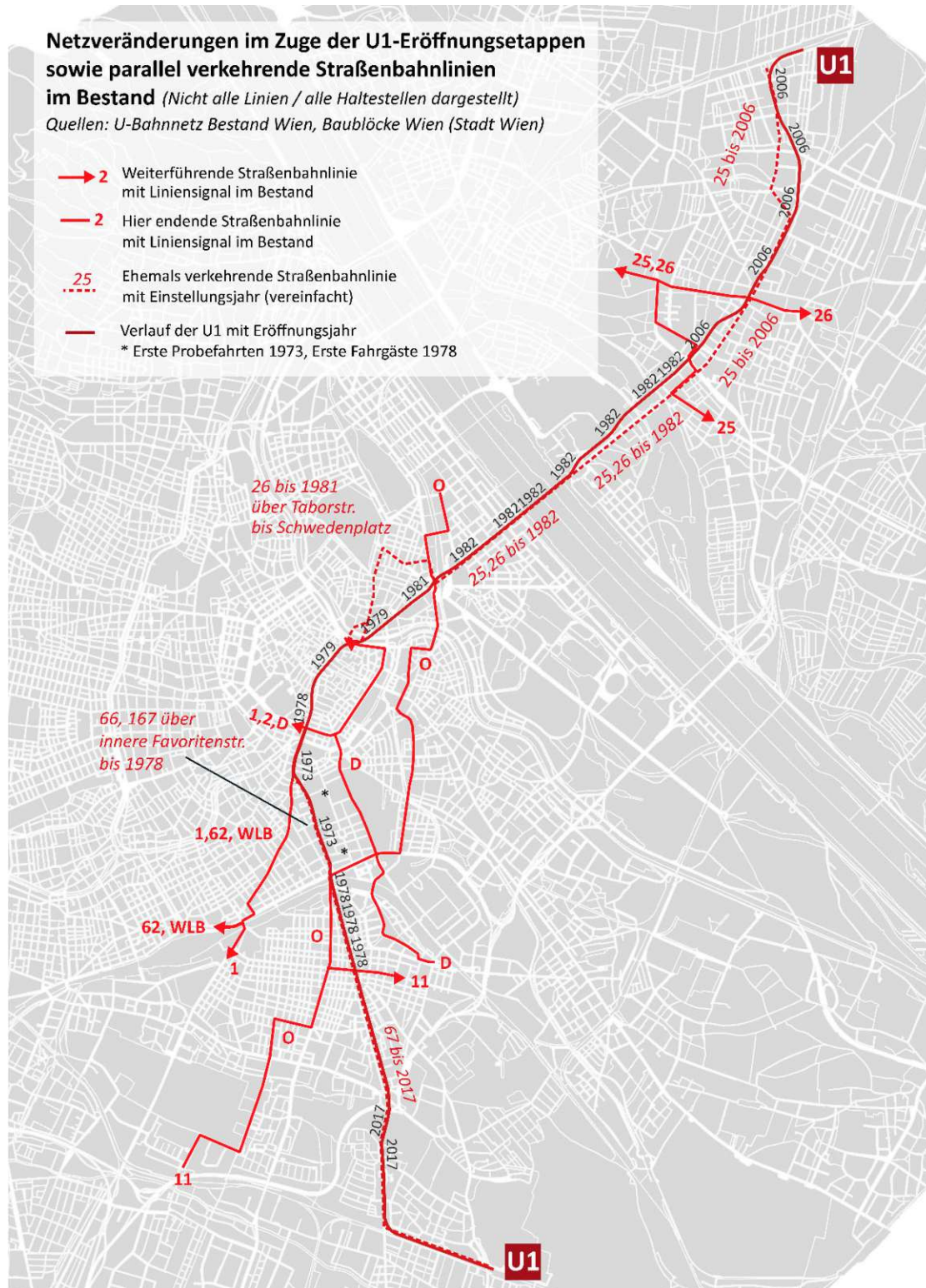
Karte 2: Realnutzungskartierung Wien (eigene Darstellung)



Karte 3: Eröffnungsjahre der U-Bahn-Äste in Wien (eigene Darstellung)

3.2.1. Linie U1

Die erste gänzlich neugebaute U-Bahnlinie Wiens war zwischen Reumannplatz und Praterstern bereits Teil des präsentierten Grundnetzes und ist als Durchmesserlinie auf einer Länge von 19,2 km und mit einem durchschnittlichen Stationsabstand von 815 Metern zu charakterisieren. Im Verlauf der Verlängerungsetappen wurden vielfach Straßenbahnlinien, welche nach der Eröffnung des jeweiligen Abschnitts parallel verkehren würden, aufgelassen bzw. bis zum (neuen) Endpunkt gekürzt.



Karte 4: Netzveränderungen U1-Eröffnungsetappen (eigene Darstellung)

Abschnitt Karlsplatz-Reumannplatz (1978) - Oberlaa(2017)

Die erste Bauetappe zwischen Reumannplatz und Karlsplatz wurde im Februar 1978 eröffnet und liegt unter der Favoritenstraße im dicht bebauten Gründerzeitviertel (Magistrat der Stadt Wien. MA 21 – Stadtteilplanung und Flächennutzung, 2018 S. 18). Im Zuge der Inbetriebnahme dieses Abschnittes wurden die Linien 66 (Oper-Raxstraße) und 167 (Oper-Oberlaa) bis zum Reumannplatz gekürzt bzw. in eine neue Linie 67 zusammengeführt, auch die Linie O wurde ursprünglich auf die Relation Praterstern-Südbahnhof gekürzt, nach großen Protesten allerdings wieder auf ihrer ursprünglichen Strecke bis zur Raxstraße geführt (Kaiser, 2004 S. 45 f.). In einem Abstand von ca. 50 bis 380 Metern zur U-Bahntrasse besteht somit entlang der Stationen Südtiroler Platz – Reumannplatz ein gewisser Parallelverkehr. Diesem vergleichsweise dichten Angebot entgegen steht die „innere“ Favoritenstraße zwischen den Stationen Südtiroler Platz und Karlsplatz, unter welcher die U1 verkehrt und entlang von Stationsabständen von 700 – 900 Metern¹ trotz dichter Bebauung kein maßgebliches Alternativangebot besteht da sich die Einzugsbereiche mit der Linie D nur geringfügig überlappen.

Die weitere Verlängerung in den Süden nach Oberlaa 2017 brachte die Einstellung des Astes der Linie 67 nach Oberlaa (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2017). Erkennbar ist auch an dieser Verlängerung die Absicht gering besiedelte Flächenpotenziale in Stadtrandnähe mit Hilfe der U-Bahn zu erschließen. Dabei durchquert die Linie bis zur Station Alaudagasse noch bevölkerungsreiche Flächen wie die Per-Albin-Hansson-Siedlung, darüber hinaus aber vielfach Flächen, welche erst im Zuge der U-Bahn neu entwickelt werden. Wie auch in der Karte 1 zu sehen ist, sind direkt parallel zur südlichen U1 teilweise keine Ersatzangebote zu erkennen, die Verbindung Oberlaa-Reumannplatz wird aber entlang der Laaer-Berg-Straße zusätzlich durch die Linie 68B angebunden.

Abschnitt Schwedenplatz-Nestroyplatz-Praterstern-Kagran-Leopoldau

Nach der Innenstadtquerung zwischen Karlsplatz und Nestroyplatz (November 1978 / November 1979) folgte die Etappe zum Praterstern (1981). Im Zuge dieser Eröffnung wurden die Linien aus Kagran zum Praterstern gekürzt und nicht mehr bis zum Schwedenplatz geführt (Kaiser, 2004, S. 45). Im Umfeld der U1-Station Nestroyplatz verkehrt aktuell nur die Linie 5A, welche allerdings eher eine Ost-West-Verbindung Richtung Taborstraße und dem Karmeliterviertel darstellt. Entlang der Praterstraße ist darüber hinaus kein weiterer feingliedriger öffentlicher Verkehr aufzufinden und so übernimmt die U1 hier, neben den geringen überlappenden Einzugsbereichen der Linie O in diesem Bereich, eine fast alleinige Erschließungsfunktion. Zu erwähnen ist zudem der Charakter der Praterstraße, welcher einer Einkaufsstraße entspricht und auch durch eine dichte Bebauung im direkten Umfeld geprägt ist.

Der Einsturz der Reichsbrücke im Jahr 1976 führte zur Verlängerung der U1 nach Kagran im Jahre 1982 und zur Einstellung der bis dahin auf diesem Abschnitt verkehrenden Straßenbahnlinien (Kaiser, 2004, S. 47). Neben der Straßenbahnlinie 21 (entlang der Ausstellungsstraße) und der Linie 11A/B (entlang des Handelskais) gab es hier bis zur Umstrukturierung des Oberflächennetzes im Zuge der U2-Verlängerung keine Feinerschließungsstrukturen, obwohl zwischen den Stationen Praterstern und Vorgartenstraße knapp 730¹ Meter liegen. Erst im Jahre 2008 wurde die Bedarfslinie 82T eingeführt, welche 2009 zu der nach Fahrplan verkehrenden Buslinie 82A führte. Die Linie verkehrt zwischen Praterstern, dem Nordbahnviertel und der Wirtschaftsuniversität (Kontrollamt der Stadt Wien, 2008, S. 9).

¹ Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

Das nördlichste Teilstück der U1 wurde 2006 eröffnet und folgt den Hintergründen und Auswirkungen jener Verlängerung nach Oberlaa. So galt die U-Bahn als Entwicklungsmotor dieses zum damaligen Zeitpunkt schwach besiedelten Gebietes. Während bei der Eröffnung der U-Bahn das nördliche Teilstück der Linie 25 eingestellt wurde, sind entlang der durchschnittlichen Stationsabstände von 811 Metern² einige Linien mit Anschluss an die U1 zur Feinverteilung und im teilweisen Parallelverkehr zu identifizieren (ORF, 2011).

Zusammenfassung und Korridoranalyse

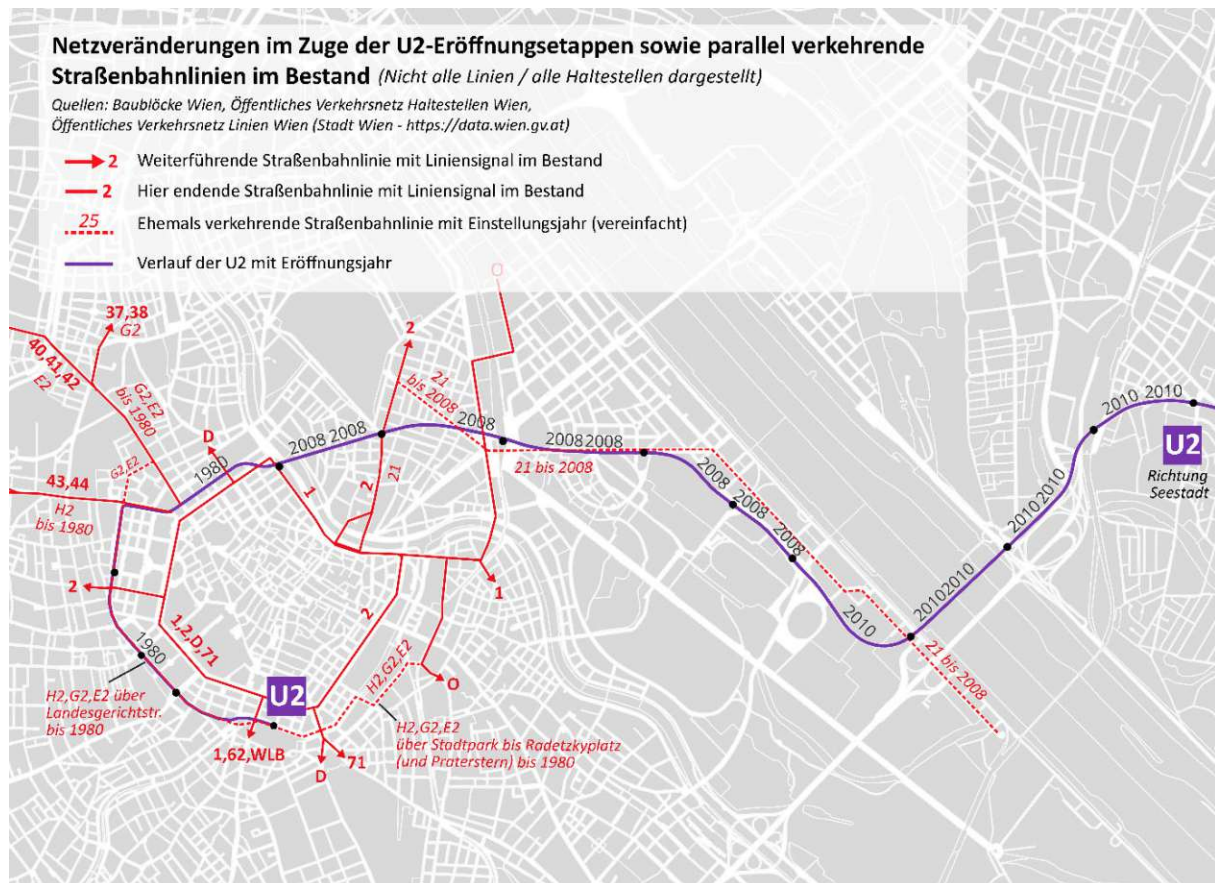
Während die U1 als U-Bahn eigentlich dem Anspruch einer linienhaften Verbindung gerecht werden sollte, so scheint sie in zentralen Bereichen auch die Aufgabe einer flächenhaften Erschließung zu übernehmen. Dem entgegen gehalten werden können die grundsätzlichen Richtwerte für U-Bahn-Stationen einerseits, und die vielfach angewandte Praxis des Auflassens von Parallelverkehr auf der anderen Seite. Besonders ersichtlich sind Lücken auf der unteren Wieden, sowie die fehlende Feinerschließung entlang der (inneren) Favoritenstraße. Außerdem ist auch der Bereich zwischen Praterstern und Vorgartenstraße nur bedingt durch Feinerschließungsverkehrsmittel versorgt. Den errichteten U-Bahn-Stationen mit Abständen bis zu 809 Metern Entfernung² stehen somit längere Zu- und Abgangswege entgegen. Es sind also folglich besonders im zentralen Bereich (mit Ausnahme der Linie O) keine Parallelverkehre entlang der Achse zu erkennen, während an den Außenästen vielfach weitere feinere Erschließungsstrukturen zu identifizieren sind.

In Bezug auf die verkehrliche Funktion der Linie U1 bzw. ist der radiale Charakter der Linie zu erwähnen. Auf der Achse Kagran – Kaisermühlen – Praterstern stellt sie überhaupt die einzige Radiallinie dar. Parallelverkehre im näheren Umfeld sind nicht zu erkennen. Während die U-Bahn dabei eine wichtige Funktion, mit für eine U-Bahn durchschnittlichen Stationsabständen einnimmt, sind besonders im Gebiet des Stuwerviertels kaum feingliedrig erschließende Linien vorhanden. Der südliche Teil folgt den Netzwirkungen des nördlichen Teils vielfach, weist aber in einiger Entfernung parallelverkehrende Linien auf. Besonders entlang der inneren Favoritenstraße aber ist die Relevanz der Linie deutlich zu erkennen. Für den Fall, dass die Linie O wie bereits erwähnt, dauerhaft zur Station Quartiere Belvedere gekürzt worden wäre, so würde die U1 auch im Bereich Wien Hbf – Reumannplatz die einzige Radialverbindung darstellen.

² Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

3.2.2. Linie U2

Die Linie U2, welche einen ursprünglichen Straßenbahntunnel nutzt, kann als eine Kombination aus Ring- und Radiallinie gesehen werden. Dabei weist der um die Innenstadt führende Teil zwischen Schottenring und Karlsplatz historisch bedingt relativ kurze Stationsabstände von ungefähr 630 Meter³ auf, während der weitere Ausbau in die Seestadt durch größere Stationsabstände von durchschnittlich ca. 830 Meter³ gekennzeichnet ist.



Karte 5: U2 Netzveränderungen (eigene Darstellung)

Abschnitt Karlsplatz-Schottenring (1980)

Ebenfalls Teil des Grundnetzes war die Linie U2 zwischen Karlsplatz und Schottenring. Ein wesentlicher Bestandteil der U2 war der bereits existierende Straßenbahntunnel zwischen dem Wiener Landesgericht und der Secession. Die bereits bestehenden Stationen Rathaus, Lerchenfelder Straße, Volkstheater und Babenberger Straße wurden durch die Anhebung der Bahnsteige als U-Bahn-Stationen integriert. Mit den Neubauten der Stationen am Karlsplatz, Schottentor und auf Höhe des Ringturms wurde am 30.08.1980 die U2 zwischen Schottenring und Karlsplatz eröffnet. Folglich wurde die sogenannte Zweierlinie nicht mehr durch die, mit einem zweier indexierten Straßenbahnlinien, bedient. Somit wurden die Direktverbindungen von Döbling (E2), Hernals(H2), und Gersthof (G2) über den Karlsplatz bis hin zum Praterstern nicht mehr angeboten und durch am Schottentor wendende neue Linien ersetzt. Der Abschnitt zwischen Karlsplatz und Radetzkystraße / Praterstern wurde durch verschiedene Adaptionen, unter anderem der Buslinie 4A ersetzt (Kaiser, 2004S. 49; Verein zur Förderung des Schienenverkehrs, 1980 S. 21 f.).

³ Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

Die Linie U2 folgt dabei dem Netztyp einer halben Ringlinie und verkehrt im Abstand von ca. 77 – 380 Metern zum Ring. Jene räumliche Nähe war dabei auch gedanklicher Ausgangspunkt, die Linie U2 als Ersatz für die Straßenbahnlinien am Ring zu sehen und eben diese Linien folglich einzustellen (Kaiser, 2004 S. 44). Nachdem der Tunnel der U2 ursprünglich als Straßenbahntunnel konzipiert wurde, weist die Linie U2 relativ kurze Stationsabstände von durchschnittlich 636 Metern⁴ auf. Im Kontext der Netzumstellung (Kürzung der ehemals über diesen Tunnel bis zum Karlsplatz durchgebundenen Linien bis zum Schottentor) kritisierte „der Spurkranz“ besonders die für einen Großteil der Fahrgäste auftretenden zusätzlichen Umstiegsfälle. Als Vergleich dazu diente die beispielhafte Relation Währinger Straße – Konzerthaus, welche durch die Linie G2 zuvor ohne Umstiege erledigt werden konnte (Verein zur Förderung des Schienenverkehrs, 1980, S.21 f.).

Eine Untersuchung von Mayer, welche den unmittelbaren Einzugsbereich der auf der Zweierlinie ehemals verkehrenden Linien untersuchte, kommt dabei zu dem Schluss, dass keine großen Veränderungen in zeitlicher Hinsicht entstanden sind. Durch die Gegenüberstellung der Reisezeitgewinne der U2 mit den Zeitverlusten durch etwaige Umstiege entsteht ein neutrales Verhältnis, und es kommt zu keiner Verlängerung der Reisezeit. Allerdings wirken sich nach seiner Untersuchung die kurzen Stationsabstände und die ursprüngliche Trassierung als Straßenbahntunnel nachteilig auf die erreichbare Geschwindigkeit der U2 aus (Mayer, 1992, S. 138).

Abschnitt Schottenring-Stadion

Mit Eröffnung der Verlängerung zum Ernst-Happel-Stadion im Jahr 2008 über die Stationen Taborstraße und Praterstern konnte das Areal zwischen Augarten und Praterstern an das höherrangige ÖV-Netz angeschlossen werden, aber auch für das Zielgebiet der Stadtplanung „Prater – Messe – Krieau – Stadion“ konnten so Entwicklungsimpulse gesetzt werden und die neue Wirtschaftsuniversität angebunden werden (Stadtentwicklung Wien - Magistratsabteilung 18, 2005, S. 236). Im Zuge dieser Verlängerung wurde die Straßenbahnlinie 21 (Schwedenplatz-Stadion-Praterkai) aufgelassen. Dabei kam es 2008 zu einer größeren Änderung der Lokalerschließung. So wurde beispielsweise die Linie 11A zunächst nur bis zur Station Krieau geführt und die Linie 80A über den Praterstern hinaus bis zur U2-Station Taborstraße (Wiener Linien GmbH & Co KG Pressestelle, 2007). Nach Kritik an der fehlenden Lokalerschließung entlang der ehemaligen Linie 21 wurde die Bedarfslinie 82T (September 2008) bzw. später in adaptierter Form als Linie 82A (Jänner 2009) sowie die Linie 5B (Juli 2012) eingeführt (Beyer & Svetelsky; Gonzale, 2024a, 2024b).

Erwähnenswert dabei sind die mitunter sehr unterschiedlichen Stationsabstände der U2 und die Erschließungsformen durch die adaptierten Buslinien. So wird das Gebiet zwischen den Stationen Taborstraße und Praterstern (Stationsabstand knapp 900 Meter⁴) welches durch die später eingestellte Straßenbahnlinie 21 bedient wurde aktuell durch die Linie 5B versorgt. Gleichzeitig sind zwischen den Stationen Messe-Prater, Krieau und Stadion Stationsabstände von unter 750 Metern zu finden und werden durch die Linie 11A (mittlerweile bis Stadion geführt) ebenfalls parallel bedient auch hier verkehrte vorher die Straßenbahnlinie 21. Über die Errichtung einer neuen Straßenbahnlinie 12 entlang dieses Korridors wird aktuell diskutiert (Wien, 2012; Wiener Linien GmbH & Co KG, 2023g).

⁴ Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

Abschnitt Stadion-Aspernstraße-Seestadt

Im Gegensatz zu den meisten U-Bahn-Verlängerungen in Wien folgt der weitere Verlauf der U2 keinem bestehenden (Straßen-)Korridor und brachte besonders mit der Eröffnung des Abschnitts zur Aspernstraße (2010) eine verbesserte Erreichbarkeit der Donaustadt. Die Trasse verläuft dabei gänzlich oberirdisch und übernimmt mit Haltestellenabständen von durchschnittlich 917 Metern⁵ vielfach eine Verbindungsfunktion, aufgrund der Linienführung aber auch eine gewisse Erschließung für die neuen Entwicklungsimpulse entlang der Baulandpotenziale des Zielgebietes „U2 Donaustadt – Flugfeld Aspern“ (Stadtentwicklung Wien - Magistratsabteilung 18, 2005, S. 216). Aus der Perspektive der Netzplanung sind keine größeren Linieneinstellungen zu erwähnen, es kam allerdings zur Auflösung der Haltestelle Lobau auf der Linie S80 mit dem europäischen Fahrplanwechsel im Jahr 2014 (Kogelnik, 2015).

Die weitere Verlängerung der U2 in die Seestadt ist besonders durch die Erschließung des Stadtentwicklungsgebiets am ehemaligen Flugfeld Aspern geprägt. Die Trasse verläuft dabei ab der Station Haufeldstraße (bis dahin durch die S80 bediente) entlang der Ostbahn bis zum neuen Knotenpunkt Aspern Nord und führt danach in das Zentrum der Seestadt (Sellner, 2018).

Zusammenfassung und Korridoranalyse

Als Zusammensetzung aus „innerer“ Halbringlinie und einer abgewandelten Halbmesserlinie folgt die Linie weitestgehend den bestehenden Achsen und Korridoren wie dem Ring und der Ausstellungs- / Vorgartenstraße. Die meisten Stationen wurden in den Gebieten wie dem Viertel Zwei oder entlang der Achse Stadlau-Donauspital-Aspern-Seestadt errichtet, welche sich noch in ihrer Entwicklung befinden. Dadurch konnte die Linienführung auf Bauplatzausweisungen und zukünftige Entwicklungsschwerpunkte ausgerichtet werden. Besonders die Kernstrecke der U2 zwischen Karlsplatz und Schottenring nutzt aber den ehemaligen Straßenbahntunnel, dieser entspricht aus technischer Perspektive betrachtet, aber keiner U-Bahn-Strecke. Abermals herauszuheben ist der bestehende Parallelverkehr zu den Ringstraßenbahnlinien, war doch angedacht, diese durch die U-Bahn zu ersetzen. Der Abschnitt zwischen den Stationen Schottenring und Stadion (bzw. Donaumarina) ist in Bezug auf die Frage eines etwaigen Parallelverkehrs der interessanteste Teil der Strecke. So wurde wie bereits erwähnt die Straßenbahnlinie 21 eingestellt, allerdings Teilabschnitte durch neue oder verlängerte Buslinien bedient. Inwieweit eine „schnellere“ U-Bahn (mit weniger Haltestellen) mit einer parallelverkehrenden Straßenbahnlinie realisiert werden hätte können, auch in Bezug auf das Spannungsverhältnis zwischen Haltestellenabstand, Zugangszeit und Geschwindigkeit, kann hinterfragt werden. Für die weitere Verlängerung über die Donau scheinen solche Fragestellungen besonders in Bezug auf die wenigen (bereits existierenden) Straßen(-Achsen) in Nord-Süd-Richtung wenig geeignet. Es ist anzunehmen, dass eine Straßenbahnlinie hier aufgrund ihrer Straßengebundenheit keine annähernden Zeitersparnisse bzw. Verbindungsfunktionen erreichen würde.

⁵ Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

3.2.3. Linie U3

Als U-Bahn-Linie mit der jüngsten Planungsgeschichte wurde die zunächst nur „Ost-West-Durchmesserlinie“ genannte Linie gänzlich in der zweiten Ausbaustufe zwischen den Jahren 1991 und 2000 errichtet. Die 13,5 km lange Strecke weist 21 Stationen auf und verbindet Simmering mit Ottakring (Hödl et al., 2008 S. 304 f.). Der sehr kurze mittlere Stationsabstand von 649 bzw. 670 Metern⁶ ergibt sich dabei aus den vielen Stationen, die selten weiter als 650 Meter⁶ zueinander entfernt sind. Lediglich vier Stationen sind mehr als 750 Meter⁶ von einer anderen Station entfernt (Tabelle im Anhang). Die Linie durchquert vielfach dicht besiedelte Gründerzeitviertel und verkehrt entlang stark frequentierter Einkaufsstraßen wie der Mariahilfer- und Kärntner Straße.



Karte 6: U3 Netzveränderungen (eigene Darstellung)

Abschnitt Erdberg – Volkstheater

Der erste Teil der U3 wurde zwischen Erdberg und Volkstheater im April 1991 eröffnet, die Strecke verläuft dabei unter dichtest bebauten Gründerzeitvierteln und bindet den dritten Bezirk an die Knotenpunkte Wien Mitte, Stephansplatz und Volkstheater an (Magistrat der Stadt Wien. MA 21 – Stadtteilplanung und Flächennutzung, 2018, S. 18). Mit Beginn der Bauarbeiten entlang der Strecke wurde die Straßenbahn entlang der Landstraßer Hauptstraße und Erbergstraße gänzlich eingestellt bzw. durch die Linie 74A ersetzt (Kaiser, 2004, S. 50 f.). Neben dem 74A sind nur die Linien 77A und 4A zu erwähnen welche in einigen Bereichen im Parallelverkehr eine Feinverteilung übernehmen,

⁶ Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

besonders das Areal zwischen Wassergasse und Schlachthausgasse besitzt aber keine näheren Feinerschließungsstrukturen.

Volkstheater – Westbahnhof – Johnstraße – Ottakring

Der Westabschnitt der U3, wurde in 3 Etappen zwischen 1993 und 1998 eröffnet und brachte wesentliche Änderung im Oberflächennetz. Durch die Führung der U3 unter der Mariahilfer Straße (und nicht wie zunächst vorgesehen entlang der Lindengasse) wurden die Linien 52 und 58 mit der Eröffnung des ersten Abschnitts am 4.9.1993 vom Burgring zum Westbahnhof gekürzt. Weiters wurde die bis heute (mehr oder minder parallel) verkehrende Linie 49 in ihrem Intervall fast halbiert (Hinkel, 1991; Kaiser, 2004, S. 52 f.). Die weitere Verlängerung über die Stationen Johnstraße und Hütteldorfer Straße nach Ottakring brachten keine markanteren Netzänderungen. Städtebaulich ist die Strecke dabei einmal mehr in dichte gründerzeitliche Strukturen eingebettet und erschließt neben der Hütteldorfer Straße als Einkaufsstraße den nördlichen 15. Bezirk. Hervorzuheben ist an dieser Stelle einmal mehr, dass die Linie 49, welche auch heute noch in Entfernungen von 100 – 600 Metern parallel zur U3 verkehrt, zu Stoßzeiten, ein 3 – 6 Minuten-Intervall aufweist. Gleichzeitig deckt aber die U-Bahn, in einigen Bereichen, komplett das Einzugsgebiet der Linie 49 ab⁷ (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2023d).

Erdberg-Simmering

Die Verlängerung von Erdberg bis Simmering (2000) verläuft unter teilweise noch in Entwicklung befindlichen Gebieten im Bereich des Gasometers und führt weiter über eine zentrale Achse der Simmeringer Hauptstraße. Mit Ausnahme der Verlängerung der Linie 6 von der Station Grillgasse zum Zentralfriedhof führte die Verlängerung der U3 in diesem Abschnitt zu wenig markanten Änderungen im Straßenbahnnetz. In Bezug auf die Fragestellung des Parallelverkehrs ist jedoch die parallele Führung der Straßenbahn und U-Bahn zwischen den Stationen Zippererstraße und Simmering zu erwähnen. Der Bereich Grillgasse / Enkplatz – Simmering, welcher neben der U3 im 2-5 Minuten-Intervall bedient wird, wird darüber hinaus noch durch die Straßenbahnlinie 11 (5' Intervall) und 71 (7,5' Intervall) versorgt (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2023b, 2023e, 2023f).

Zusammenfassung und Korridoranalyse bzw. eigene Einschätzung

Als neueste U-Bahn Wiens stellt die Linie U3 auch jene Linie mit dem kürzesten Stationsabstand dar. Ob sich die vielen Stationen in kurzer Distanz zueinander positiv auf die zeitliche Erreichbarkeit auswirken, kann dabei nicht eindeutig gesagt werden. Besonders deutlich können die Auswirkungen solcher kurzen Stationsabstände auf der Mariahilfer Straße betrachtet werden: Die Stationsabgänge der Stationen Neubaugasse und Zieglergasse (Stationsmittelpunkte ca. 500 Meter⁶ voneinander entfernt) liegen auf der Straßenoberfläche lediglich 220 Meter voneinander entfernt⁸. Besonders in Bezug auf die Mariahilfer Straße aber auch hinsichtlich des Abschnitts zwischen Wien Mitte und Schlachthausgasse kann die Vermutung nahe liegen, ob diese eher kürzeren Stationsabstände mit einer potenziellen Absicht zusammenhängen die Straßenbahnlinien in diesem Bereich aufzulassen bzw. ersetzen zu wollen. Ein weiterer Umstand ist außerdem im Kontext der Linie 49 aufzuzeigen, verkehrt diese doch abschnittsweise komplett im Einzugsbereich der Linie U3. Dennoch erfüllt die Linie 49 darüber hinaus aber auch Erschließungswirkungen entlang der Siebensterngasse / Westbahnstraße (in knapp 300 – 600 Meter Entfernung zur U3 Trasse). Ferner wurde die ehemalige

⁷ Unter Berücksichtigung der einfachen Stationsumkreise von 250 bzw. 500 Metern

⁸ Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von Stationsabgang zu Stationsabgang

Linie J in der Landstraßer Hauptstraße (350-650 Metern Entfernung zur U3-Trasse) zur Buslinie umgewandelt. Obwohl beide Fälle auf den ersten Blick vergleichbar erscheinen, stellt sich die Frage der doch sehr unterschiedlich umgesetzten ÖV-Systematik und Hierarchie.

3.2.4. Linie U4

Als Teil der ehemaligen Stadtbahn folgt die Linie U4 dem Flussbett von Donaukanal und Wiental und verbindet die ehemaligen Vorstädte Heiligenstadt und Hütteldorf. Mit einer Länge von 16,4 Kilometern und 21 Stationen sowie einem durchschnittlichen Stationsabstand von 824 Metern⁹ fungiert sie mit der U2 im Abschnitt Schottenring-Karlsplatz und mit der U6 im Abschnitt Spittelau-Längenfeldgasse als halbe Ringlinie, ähnlich einem Fischblasennetz.



Karte 7: U4 Netzveränderungen (eigene Darstellung)

Die Integration der ehemaligen Stadtbahn in das Wiener U-Bahnnetz führte bedingt durch die Adaption der bereits bestehenden Strecken und Stationen im Fall der U4 zu keiner nennenswerten Änderung im übrigen System. Jene Straßenbahnlinien, welche dem Korridor der U4 folgten (unter anderem die Linien 57, 61, 63) wurden bereits in den 60er Jahren auf Autobusse umgestellt (Kaiser, 2004, S. 32 f.). Folglich sind zwischen Karlsplatz und Hietzing parallelverkehrende und auch der Achse folgenden Buslinien zu identifizieren und können mehrheitlich der Feinerschließung zugeteilt werden. Bedingt durch die hohen Stationsabstände der Linie U4 innerhalb des Gürtels wird angenommen, dass

⁹ Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

Relationen, die zwischen zwei bis drei U-Bahn-Stationen liegen, bei einem längeren Zugangsweg zum Wiental womöglich schneller mit den Linien 57A und 59A zurückgelegt werden könnten.

Zwischen Karlsplatz und Gürtel ist zudem die räumliche Nähe zur U3 miteinzubeziehen. Der Korridor Mariahilfer Straße / Wiental ist in diesem Abschnitt somit nicht ganz klar abzugrenzen. Westlich der Station Schönbrunn / Hietzing können zudem noch die Straßenbahnlinien 10 und 60 (ca. 270 – 400 Meter Luftlinie Entfernung) sowie 58 (Luftlinienentfernung von ca. 400 – 600 Meter) erwähnt werden, welche mit Blick auf die Einzugsbereichsanalyse im Kapitel 3.2. teilweise als Parallelverkehr identifiziert werden können. Allerdings sind diese Beobachtungen aufgrund der zu querenden räumlichen Gegebenheiten (Wiental, Westausfahrt/einfahrt, Westbahntrasse...) nur bedingt zulässig. Zudem erscheint ein Vergleich untereinander aufgrund der unterschiedlichen Zugangswege zu den jeweiligen Stationen der Straßen- / U-Bahn und den teils unterschiedlichen Knotenpunkten nur bedingt sinnvoll.

Zu erwähnen ist auch die räumliche Nähe der Straßenbahnlinie D, welche Teile des Einzugsgebietes der U4 zwischen den Stationen Schottenring / Börse und Heiligenstadt / 12.-Februar-Platz abdeckt und somit einen gewissen Parallelverkehr darstellt (Entfernungen von ca. 200 – 500 Metern Luftlinie). Der vergleichsweise weite Stationsabstand der U4 von knapp 1,2 km (Tabelle im Anhang) zwischen den Stationen Spittelau und Heiligenstadt wird somit durch die Linie D bedient. Nennenswert in diesem Zusammenhang sind die früheren U-Bahn-Planungen, welche in diesem Abschnitt eine U-Bahn-Station im Bereich Gunoldstraße / Rampengasse vorsahen (Engelberger & Pins, 1966, S. 39).

3.2.5. Linie U5

Die aktuell in Planungs- bzw. Bauphase befindliche Linie U5 hat noch keine direkte Auswirkung auf die Netzgestaltung, ist aber aufgrund ihrer voraussichtlichen Parallelführung zur Straßenbahnlinie 43 an dieser Stelle zu erwähnen. Die zukünftige Strecke der U5 wird dabei im (vorläufigen) Endausbau die Strecke der Linie U2 vom Karlsplatz bis zum Rathaus übernehmen und dann über die Stationen Frankhplatz, Arne-Carlsson-Park, Michelbeuern-AKH und Elterleinplatz bis zur (voraussichtlichen) Endstation Hernals verkehren. Die Linie U5 soll dadurch die überlastete Straßenbahnlinie 43 entlasten und eine schnelle Verbindung zwischen Hernals und der Innenstadt herstellen (Presse- und Informationsdienst (MA 53)).

Für den Kontext dieser Arbeit ist die zukünftige Linie U5 dabei besonders relevant, da sie eine in Wien noch nichtexistierende Form von Parallelverkehr darstellen wird: Obwohl die Linie vielfach „parallel“ zur Linie 43 verkehren wird, sind nur 3 Haltestellen im direkt geteilten Einzugsbereich vorgesehen und die aktuell bestehende Straßenbahnlinie 43 soll bestehen bleiben. Im Gegensatz zu der bisher meistens üblichen Praxis wird die U-Bahn in diesem Fall die Straßenbahn nicht ersetzen, sondern entlasten.

Die Linienführung der U5 wurde dabei in der Vergangenheit vielfach diskutiert und geändert, so stand lange Zeit auch die Führung dieser Linie über die Stationen Frankhplatz – Alser Straße (U6) – Elterleinplatz – Wattgasse – Hernals im Raum. Eine solche Führung hätte allerdings, wie in Abbildung 15 ersichtlich, zur Einstellung der Linie 43 geführt.

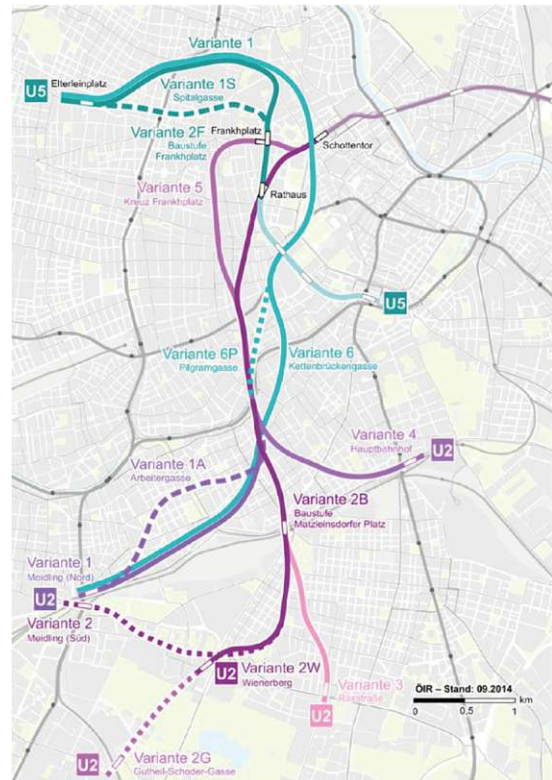


Abbildung 7: Variantenuntersuchung 2014, alle Varianten (Planungsteam U5NEU2, 2021, S. 9)

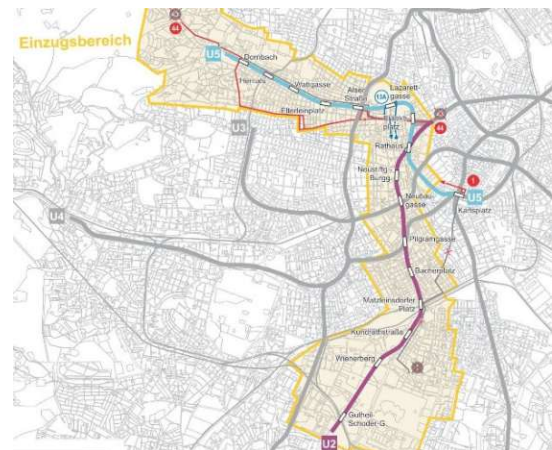
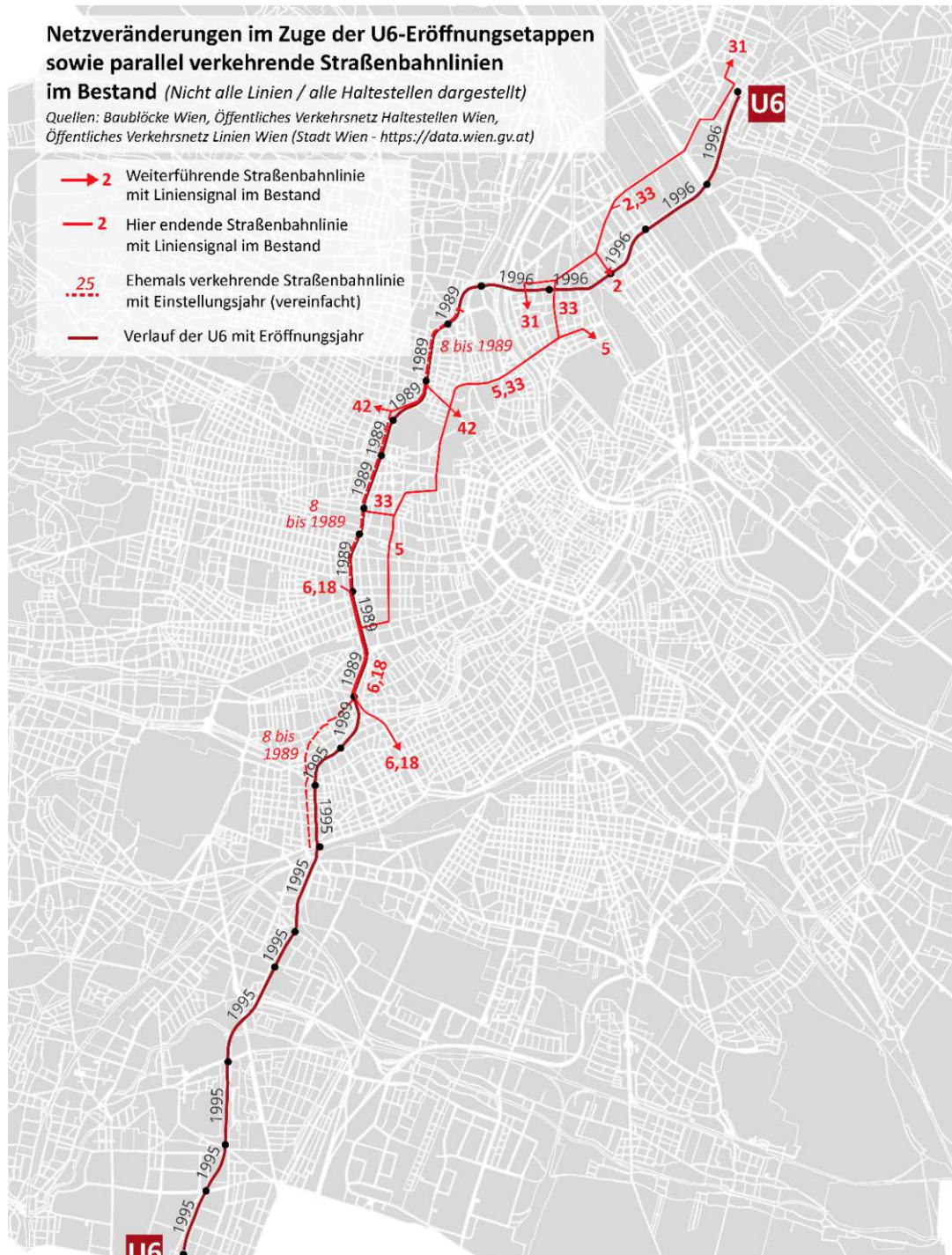


Abbildung 8: Planungsansatz für Realisierung Linienkreuz U2xU5: Abbildung auf der Website der ISP ZT GmbH

3.2.6. Linie U6

Neben der U4, ist der zweite Teil der ehemaligen Stadtbahn heute als U6 mit knapp 17 km Linienlänge und einem durchschnittlichen Stationsabstand von 735 Metern¹⁰ in das U-Bahn-Netz integriert. Die Linie bildet mit der U4 im Abschnitt Spittelau-Längenfeldgasse einen Ring um die inneren Bezirke von Wien. Die Stammstrecke zwischen den Stationen Gumpendorfer Straße und Nussdorfer Straße erschließt dabei vielfach die gründerzeitlichen Bebauungsstrukturen auf beiden Seiten des Gürtels und stellt für die radial vom Ring verlaufenden Straßen- und U-Bahnen eine Tangentialverbindung dar.



Karte 8: U6 Netzveränderungen (eigene Darstellung)

¹⁰ Grobe Messung über Wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

Die erste Verlängerung bzw. Neubaustrecke unter dem neuen Namen U6 erfolgte im Oktober 1989 von der Station Gumpendorfer Straße zum Bahnhof Meidling und führte zur Einstellung der über einige Jahre parallel verkehrenden Straßenbahnlinie 8 (Liechtenwerder Platz – Westbahnhof – Ulmannstraße – Meidlinger Hauptstraße – Meidling). Die weitere Verlängerung in Richtung Siebenhirten erfolgte auf einer bereits dafür ausgelegten (ehemaligen) Straßenbahntrasse, welche bereits unter der Prämisse einer hochrangigen ÖV-Verbindung für den Wohnpark Alterlaa geplant wurde (Kaiser, 2004, S. 26, 87).

Ein Jahr nach der Eröffnung des Abschnittes von Meidling nach Siebenhirten (1995) wurde auch der Abschnitt zwischen Nussdorfer Straße und Floridsdorf 1996 eröffnet, welcher die Erschließung des ursprünglich geplanten „Expo 95“-Areal sicherstellen sollte. Im Zuge dieser Verlängerung wurde das Angebot der Straßenbahnlinien entlang der Stationen Schottenring – Friedrich-Engels-Platz – Floridsdorf – Strebersdorf/Stammersdorf adaptiert bzw. ausgedünnt. Dabei wurde der Parallelverkehr der Linien 31 (Schottenring – Stammersdorf) und 32 (Schottenring – Strebersdorf) im Abschnitt Wien – Floridsdorf auf die Linie 31 beschränkt und der Abschnitt von Floridsdorf nach Strebersdorf durch die verlängerte Linie 26 übernommen (Kaiser, 2004, S. 87 f.).

In Hinblick auf aktuell bestehende Straßenbahnparallelverkehre sind die Linien 5 und 33 zu nennen, welche in ihrem gemeinsamen Abschnitt zwischen der U6-Station Josefstädter Straße und dem Gaußplatz in einer Entfernung von ca. 300 bis 700 Meter Luftlinie verkehren. Das südliche Teilstück der Linie 5 bzw. das nördliche der Linie 33 liegen in Entfernungen von 100 bis 300 Metern Luftlinie zur U6 und sind ebenfalls als Parallelverkehr zu identifizieren.

Weiters ist noch der Parallelverkehr zwischen den U6-Stationen Gumpendorfer Straße und Burggasse zu erwähnen, wo die Linie U6 als auch die Straßenbahnlinien 6 und 18 parallel verkehren. Die beiden Straßenbahnlinien weisen dabei neben der U6 noch eine zusätzliche Station am Gürtel auf Höhe der Kirche Maria vom Siege auf. Die Linien verkehren zur Hauptverkehrszeit in einem dichten Intervall von 3-5 Minuten auf der Linie 6, 5-7 Minuten auf der Linie 18, parallel zur Linie U6 mit einem Intervall von 2,5 Minuten zu Spitzenzeiten (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2023a, 2023c).

3.2.7. Zusammenfassung und gedanklicher Ausgangspunkt

Diese einfache und zusammenfassende Analyse, die sich lediglich auf den Vergleich von Stationsabständen (in direkter Luftlinie) stützt und im Kontext der Wiener Geschichte betrachtet wird, zeigt deutlich, dass in der Vergangenheit häufig Straßenbahnlinien in Wien eingestellt wurden, die später parallel zu U-Bahn-Linien verlaufen wären.

Dies wird besonders sichtbar bei Analyse der „echten“ Neubau-Linien U1 und U3, welche im Gegensatz zur bereits existierenden Stadtbahn nicht in ein dichtes, bestehendes Straßenbahnnetz integriert wurden. Hervorzuheben sind dabei die Streckenäste Karlsplatz-Reumannplatz, Schwedenplatz-Praterstern und Wien Mitte–Erdberg, welche im dicht bebauten Stadtgebiet fast die gesamte Versorgung übernehmen und somit das einzige öffentliche Verkehrsmittel im näheren Gebiet darstellen. Die gemessenen Stationsabstände¹¹ zwischen den Stationen variieren von eher kurzen Strecken (405 Meter Luftlinie zwischen Volkstheater und Museumsquartier) bis hin zu durchschnittlich langen Strecken (964 Meter Luftlinie). Just am Beispiel der Mariahilfer Straße zwischen Volkstheater und Westbahnhof, wo die Linie U3 zwei Straßenbahnlinien ersetzte und in einer Entfernung von 100-600 Metern die Linie 49 parallel verkehrt, sind besonders niedrige Stationsabstände von 491 und 585 Metern festzustellen.

Zusätzlich muss dieser einfachen, auf Vergleiche basierende Analyse noch hinzugefügt werden, dass weder Zugangswege noch Beförderungszeiten Berücksichtigung gefunden haben. Obwohl in Wien häufig Parallelverkehre vermieden werden, gibt es dennoch Beispiele wie die Linien 49 und U3 sowie wahrscheinlich in Zukunft auch die Linien 43 und U5, die dies verdeutlichen. Es stellt sich somit die Frage, welche Auswirkungen die Parallelverkehre auf die Beförderungszeit haben können. Die Betrachtung des Mehrwertes ist insbesondere hinsichtlich der Zugangswege und der Beförderungsgeschwindigkeiten von Bedeutung und bildet das methodische Interesse dieser Studie.

3.3. Identifizierte Formen des Parallelverkehrs am Wiener Beispiel

Trotz der aufgezeigten unterschiedlichen Einsatzbedingungen von Straßenbahn und U-Bahn, wurden diese Systeme in Wien vielfach als Ersatz füreinander verwendet. Es ist deutlich zu erkennen, dass im Falle eines fortgesetzten Betriebs der jeweiligen Straßenbahnlinie ein Parallelverkehr von U-Bahn und Straßenbahn entstehen könnte. Gleichzeitig aber kann Parallelverkehr nicht 100%ig eindeutig definiert werden und ist immer auch in Anbetracht der Lage der betreffenden Stationen bzw. Einzugsgebiete zu bemessen (Gather & Nagy, 2008, S. 8 f.). Während Gather und Nagy an dieser Stelle Parallelverkehre ausschließlich über die Deckungsgleiche der Einzugsgebiete zweier Linien definieren, erschwert dieser Zugang die Analyse. Es stellt sich die Frage, inwiefern eine neue U-Bahn-Station tatsächlich eine Zeitersparnis für die umliegenden Ausgangspunkte darstellt, oder ob möglicherweise längere Zugangswege diesen vermeintlichen Vorteil aufwiegen. Für den Kontext dieser Arbeit werden daher im Folgenden relevante Aspekte (aus der Wiener Praxis) für den methodischen Teil dieser Arbeit diskutiert und hervorgehoben.

Während die in Kapitel 1 gewählte Definition von Parallelverkehr gewissermaßen eine weitläufige Erklärung bietet, so versucht diese Arbeit unterschiedliche Formen des systemübergreifenden Parallelverkehrs zunächst zu definieren, um sie ferner in den durchgeführten Analysen als

¹¹ Grobe Messung der Luftlinie mittels Wien.gov.at/Stadtplan und dem Messen-Tool

Unterscheidungskriterium für die Bewertung eines eventuellen zeitlichen Nutzens zu verwenden. Insofern stellt die Ausführung dieses Kapitels eine eigens gewählte Annäherung dar, welche versucht, anhand von im Wiener Netz identifizierten Linienführungen verschiedene Formen des Parallelverkehrs zu identifizieren. Dieser Ansatz stellt somit eine Annäherung zwischen einem vereinfachten Netzmodell und den in Wien identifizierten Beispielen dar.

3.3.1. „Deckungsgleicher Parallelverkehr“

Die wohl gängigste und logischste Form von Parallelverkehr ist unter den Aspekten der Linienführung, Stationslage und Verbindungsfunktion als „deckungsgleicher Parallelverkehr“ zu beschreiben. Dabei sollten im Kontext dieser Form von Parallelverkehr zwei Zugänge beachtet werden: Gather & Nagy definieren 100%igen Parallelverkehr unter der Bedingung, dass die Einzugsbereiche exakt die gleichen sind. Mit Blick auf das größere Einzugsgebiet der U-Bahn würde ich diesen Zugang insofern adaptieren, als dass die U-Bahn-Station das Einzugsgebiet der Straßenbahn vollständig abdeckt und die Haltestellen bzw. Stationseingänge in kurzer räumlicher Distanz zur Straßenbahnstation liegen müssen. Je nach Betrachtungsweise können diesem Fall aktuell folgende Beispiele zugeordnet werden:

- **Achse (Westbahnhof –) Schweglerstraße – Hütteldorfer Straße (U3 und Linie 49)**
Die Einzugsgebiete der U3 decken dabei vollständig jene der Linie 49 ab, die Stationseingänge der U-Bahn befinden sich im direkten Umfeld der Linie 49 und in einer Entfernung von weniger als 50 Metern. Trotz des 2-5 Minuten Intervalls der U3 verkehrt die Linie 49 zur HVZ alle 3-6 Minuten. Es ist aber zu beachten, dass alle Kurse die gesamte Strecke der Linie 49 befahren.
- **Urban-Loritz-Platz – Westbahnhof – Gumpendorfer Straße (U6 und Linien 6 und 18)**
Auch hier deckt die U6 sämtliche Einzugsgebiete der Linien 6 und 18 entlang von drei U6-Stationen ab, die Eingänge dieser Stationen befinden sich unmittelbar in der Nähe. Zusätzlich zur U6, die alle 2 bis 6 Minuten fährt, gibt es auch die Linien 6 und 18, die aufgrund der Überlagerung der Linien etwa alle 2,5 Minuten während der Hauptverkehrszeiten abfahren.
- **Zippererstraße / Enkplatz – Simmering (U3 und Linien 11 und 71)**
Die Situation ähnelt den bereits beschriebenen Beispielen: Der 2-5 Minuten-Takt der U3 wird durch eine ungefähre Überlagerung mit den 5-Minuten-Takten der Linien 11 und 71 ergänzt.

Weitere (nicht bestehende) Beispiele wären beispielsweise ein Fortbestand der Linie 21 zwischen Praterstern und Donaumarina (die beiden Trassen U2 / Linie 21 würden in 0 – 100 Meter Entfernung liegen) sowie ein Betrieb der Straßenbahn in der inneren Mariahilfer Straße (parallel zur Linie U3). Bei beiden Fällen trifft zu, dass die Stationsaufgänge der U-Bahn in den meisten Fällen im direkten Umfeld der ehemaligen Straßenbahnstationen liegen.

Festzuhalten ist dabei, dass obwohl U- als auch Straßenbahn auf nahezu räumlich gleichem Linienweg verkehren und die U-Bahn die Einzugsbereiche der zusätzlichen Straßenbahnstationen abdeckt. Beide Linien verkehren in einer eher hohen Taktfrequenz von 3 – 5 Minuten zur Hauptverkehrszeit. Dabei ist zu hinterfragen, inwieweit der niedrige Takt der Straßenbahn womöglich in anderen Gebieten, welche nicht von der U-Bahn abgedeckt werden, benötigt oder nachgefragt wird. Eine weiterführende Analyse wird darüber hinaus durch die unterschiedlichen funktionalen Zusammenhänge der jeweiligen Strecken erschwert. So würde beispielsweise das Auflassen der Straßenbahn zwischen den Stationen Zippererstraße und Simmering zu einem Inselbetrieb Simmering – Zentralfriedhof und somit zu mehr Umsteigezwängen führen. Jener Abschnitt zwischen den Stationen Burggasse und Gumpendorfer

Straße steht aber, womöglich auch aufgrund seiner Lage im Netz nicht vor denselben Ausgangsbedingungen.

Angesichts der zwischen den U-Bahn-Haltestellen liegenden Straßenbahnstationen stellt sich die Frage, ob sie einen wesentlichen Vorteil bieten, wenn die bedienende Linie denselben Streckenverlauf hat und möglicherweise nach den Kriterien einer Straßenbahn weniger verlässlich ist. Es stellt sich also die Frage, welche Vorteile diese Art des Parallelverkehrs mit sich bringt.

3.3.2. „Räumlich relationaler Parallelverkehr“

Der zweite gebildete Fall kann als räumliche Erweiterung des ersten gesehen werden und zeichnet sich durch eine größere räumliche Entfernung der beiden Verkehrsachsen bzw. Stationen aus. Ein relevantes Kriterium ist es aber, dass beide Verkehrsträger einen sich vielfach überlappenden Einzugsbereich entlang desselben Korridors aufweisen und sehr ähnliche oder fast identische Umstiegsbeziehungen aufweisen. Vom Standpunkt des Wiener Netzes aus lassen sich folgende Abschnitte identifizieren:

- **Volkstheater – Westbahnhof / Burggasse-Stadthalle (U3 und Linie 49)**
Während die Linienverläufe in Richtung Gürtel zunehmend weiter auseinander liegen, so sind die Stationen der Linie U3 nur in einer Entfernung von 400 (Neubaugasse) bzw. 560 Metern (Zieglergasse) zur Linie 49. Beide Linien verkehren aber, wie oben bereits beschrieben, in einem relativ dichten Takt und fungieren als Radialverbindung entlang der Achse Ring – Mariahilfer Straße / Westbahnstraße zum Gürtel.
- **Jägerstraße – Dresdner Straße – Handelskai – Floridsdorf (U6 und Linie 31)**
Wie auf Karte 1 und Karte 8 zu sehen ist, überschneiden sich die Einzugsgebiete der U6 und der Linie 31 im genannten Abschnitt größtenteils, wobei beide Linien den Korridor Wexstraße - Dresdner Straße – Handelskai – Floridsdorf in einem Abstand von 300 bis 500 Metern zueinander bedienen. Im Unterschied zum Fall U3/49 ist aber zu beachten, dass die Linie U6 im 2,5-Minuten-Takt fährt, während die Linie 31 zur Hauptverkehrszeit einen Takt von etwa 6 Minuten aufweist.
- **Börse/Schottenring – Franz-Josefs-Bahnhof – Friedensbrücke**
In bereits größerer Entfernung zueinander liegen die Straßenbahnlinie D und die U-Bahn-Linie U4. Beide Linien überdecken ungefähr zur Hälfte das gleiche Einzugsgebiet, das sich entlang der Bezirksteile Rossau, Althangrund, Oberdöbling und Heiligenstadt erstreckt. Die Linien bzw. die dazugehörigen Haltestellen befinden sich jeweils in einer Entfernung von etwa 90 bis 600 Metern. Während die Linie D zu Spitzenzeiten ein 6-7 Minuten-Intervall aufweist, so fährt die Linie U4 in Spitzenzeiten im 2-5 Minuten-Takt.

Die Bezeichnung von „räumlich-relationalen“ Verkehren als Parallelverkehr erfolgt einerseits aufgrund der sich häufig überschneidenden Einzugsgebiete, andererseits wegen der möglichen Substitution im Falle einer Störung der anderen Linie. Darüber hinaus sind die funktional bedienten Relationen sowie die Umstiegsrelationen in vielen Fällen sehr ähnliche.

Im Gegensatz zum „deckungsgleichen Parallelverkehr“ stellt sich die Frage, ob ein solches Modell die Schwächen des Parallelverkehrs mindern kann, während es gleichzeitig aus der Sicht der Netzlogik zu Parallelverkehr und überlappenden Einzugsbereichen führt.

3.3.3. „Express-Parallelverkehr“

Der für diese Arbeit letzte Fall von Parallelverkehr könnte auch mit dem Wort „Expressverkehr-Parallelverkehr“ beschrieben werden, wobei das zusätzliche öffentliche Verkehrsmittel räumlich vielfach oder nahezu einen direkten Parallelverkehr aufweist, funktional betrachtet aber nur einige wichtige Knoten bedient. Theoretisch betrachtet kann die U-Bahn in diesem Kontext besonders ihre Geschwindigkeitsvorteile nutzen und jene Knotenpunkte mit hohem Fahrgastaufkommen bedienen, während die dazu parallelverkehrende Straßenbahnlinie sämtliche Unterwegshalte bedient. Im Kontext zur vorher bereits bestehenden „langsamen“ Linie resultiert daraus ein theoretischer Parallelverkehr. Die Einzugsgebiete der neuen „schnellen“ Linie überlagern aber nur einige wenige Haltestellen und erlauben somit ein hierarchisch abgestuftes Netz. Gleichzeitig werden jedoch nur begrenzt neue Gebiete erschlossen und bereits stark frequentierte Knotenpunkte mit einem weiteren Verkehrsmittel versorgt.

Während ein solcher „Expressverkehr“ aktuell nur entlang von S-Bahn-Strecken besteht (Linie O / S-Bahn-Stammstrecke; Linie 71 / S7) besteht, so kann die zukünftige Linie U5 zwischen Frankhplatz und (voraussichtlich) Hernals mitunter als Expressverkehr entlang der Linie 43 identifiziert werden.

Während die (zu entlastende) Straßenbahnlinie 43 entlang der Alser Straße und Hernalser Hauptstraße im Abschnitt Frankhplatz – Hernals 10 Stationen aufweist, so wird die zukünftige U5 (mit einer Anbindung an den Arne-Carlsson-Park) im gleichen Abschnitt nur 5 Stationen haben. Gemäß aktuellen Planungen ist auch nicht vorgesehen, die Linie 43 bei Fertigstellung der U5 einzustellen und folglich ist von einem „Express-Parallelverkehr“ auszugehen.

3.4. Ausgangspunkt für den methodischen Teil

3.4.1. Forschungsfragen und Zielsetzung

Während der U-Bahn-Bau in Wien das Ziel verfolgt, die Netzanbindung und Erreichbarkeit zu verbessern, so ist die Frage aufzuwerfen welche Konsequenzen sich aus den dargestellten Szenarien aus Ersatz und Parallelverkehr ergeben. Besonders die Ziele der Netzplanung nach Groche und Thiemer sollten dabei mit Blick auf die Beförderungszeit noch einmal erwähnt werden (Groche & Thiemer, 1980 S. 195):

- Kurze Fahrtzeiten zwischen Quelle und Ziel,
- Kurze Reisezeiten trotz Umstiegen, Erreichung der wichtigsten Ziele über mehrere mögliche Linienwege (bei Störungen),
- annähernd gleiches Verkehrsangebot in und zwischen den vergleichbaren Verkehrsräumen (Groche & Thiemer, 1980 S. 195)

Aus der vorläufigen Analyse der Korridore und unter Berücksichtigung der geäußerten Kritik stellt sich die Frage, ob die „neue U-Bahn“ eine Verbesserung in allen erwähnten Aspekten bewirkt. Insbesondere werden die Kriterien wie kurze Fahrzeit, Reisezeit bei Umstiegen, optimale Zielerreichung und verschiedene Linienwege zur Zielerreichung im Hinblick auf die Netzveränderungen durch die U-Bahn im methodischen Teil dieser Arbeit berücksichtigt. Neben der eigentlichen Fahrzeit von Station zu Station, die durch die Unabhängigkeit der U-Bahn deutlich optimiert wird, sollte man auch die Zugangszeit der Nutzer*innen berücksichtigen, die sich besonders durch die Höhe oder Tiefe der U-Bahn-Stationen bemerkbar macht. Der methodische Abschnitt dieser Arbeit wird eine Analyse beinhalten, die die Zugangszeiten zu schnelleren Verkehrsmitteln berücksichtigt, um daraufhin Aussagen über die Transportzeiten in einem Modell mit und ohne Parallelverkehr treffen zu können.

Um diese Einflussfaktoren am Beispiel verschiedener Formen von Parallelverkehr zu untersuchen, sollen im Folgenden drei Korridore modelliert und analysiert werden. Basierend auf den genannten Kriterien der Netzplanung ergeben sich folgende Forschungsfragen, die den Ausgangspunkt für die Untersuchung darstellen:

- **Wie haben sich die Reisezeiten innerhalb der Korridore verändert bzw. welche Veränderungen ergeben sich im "Zeitbudget" im Vergleich zu vorher?**
- **Wie unterscheidet sich die zeitliche Erreichbarkeit der Bezirkszentren und der Umsteigeknotenpunkte entlang des Korridors in den unterschiedlichen Netzvarianten?**
- **Hat sich die Abhängigkeit der Bevölkerung von einer Linie vergrößert oder verringert beziehungsweise sind Alternativen im Störfall vorhanden? Welche Auswirkungen hat ein Ausfall der U-Bahn auf die Reisezeiten im Korridor?**
- **Hat sich die Erschließung durch höherrangige Verkehrsmittel (in diesem Fall U-Bahn / Straßenbahn) verbessert oder verschlechtert?**
- **Sind durch den Bau der U-Bahn-Linie Lücken in der Erschließung (Straßenbahn/U-Bahn) entstanden?**

3.4.2. Gewählte Analysebeispiele im Wiener Kontext

Zur Beantwortung der in Kapitel 2.3 gestellten Fragen werden im methodischen Teil dieser Arbeit drei Korridore mittels einer GIS-Erreichbarkeitsanalyse untersucht und bewertet. Um eine gewisse Vergleichbarkeit trotz verschiedener Arten von Parallelverkehr zu gewährleisten, sollten die ausgewählten Korridore alle in dicht bebauten städtischen Gebieten liegen und ähnliche Merkmale aufweisen.

Da die untersuchten Korridore oft nicht klar abgegrenzt werden können, ist dieser Ansatz eine Annäherung und orientiert sich an der Form des Parallelverkehrs die der jeweiligen U-Bahn-Linie am nächsten kommt. Für die Bearbeitung dieser Korridore werden verschiedene Szenarien gebildet und verglichen. Folgende Achsen werden für die Analyse in Kapitel 4 ausgewählt und bearbeitet.

- **„Deckungsgleicher Parallelverkehr“**
Korridor U2 Schottenring – Stadion (– Donaumarina):
Bildung von Szenarien in der aktuellen und damaligen Erschließungsstruktur sowie Bildung eines Szenarios mit Parallelverkehr und U2-Ausfall.
- **„Räumlich relationaler Parallelverkehr“ (bzw. vollständig deckungsgleich)**
Korridor U3 Volkstheater – Hütteldorfer Straße:
Bildung von Szenarien ohne Linie 49, mit Linie 52 bis zum Burgring, und Kombination dessen sowie ein Szenario U3-Ausfall.
- **„Express-Parallelverkehr“**
Korridor U5 Frankhplatz – Hernals:
Bildung von Szenarien mit U5, ohne Linie 43 bzw. mit U5 und mit Linie 43 sowie einem U5-Ausfallsszenario.

Der essenzielle Kern dieser Arbeit ist die Durchführung einer Erreichbarkeitsanalyse mithilfe von Archiv- und GTFS-Daten, die systematisch verarbeitet werden und den Ausgangspunkt für die entsprechenden Analysen bilden. Im Gegensatz zu herkömmlichen GTFS-Datenimporten soll hierbei, um den spezifischen Fragestellungen gerecht zu werden, ein besonderes Augenmerk auf die Stationseingänge und die benötigte Zeit bis zum Erreichen des Fahrzeugs gelegt werden. Nähere Ausführungen hierzu sowie der technische Hintergrund sind in den Kapiteln 4.1. bis 4.4. zu finden.

4. Forschungsdesign und Methodik

4.1. Vereinfachter Forschungsablauf und Einleitung

Vereinfacht gesagt, verschneidet der methodische Teil dieser Arbeit Datenbestände der Wiener Linien (Abfahrtszeiten und Fahrzeiten der jeweiligen Linien) mit Adresstandorten und den benötigten Zugangs- und Abgangszeiten zu und von der Haltestelle. Für einen Nutzer öffentlicher Verkehrsmittel bedeutet dies, dass die gesamte Strecke von Tür zu Tür, einschließlich des Zugangs bis zum Fahrzeug und der jeweiligen Fahrzeit berechnet wird. Die wesentlichen Unterschiede, die in der Folge herausgearbeitet und gegenübergestellt werden, ergeben sich aus dem Spannungsfeld der Systemträger U-Bahn und Straßenbahn bzw. den je nach Szenario unterschiedlich verkehrenden Linien.

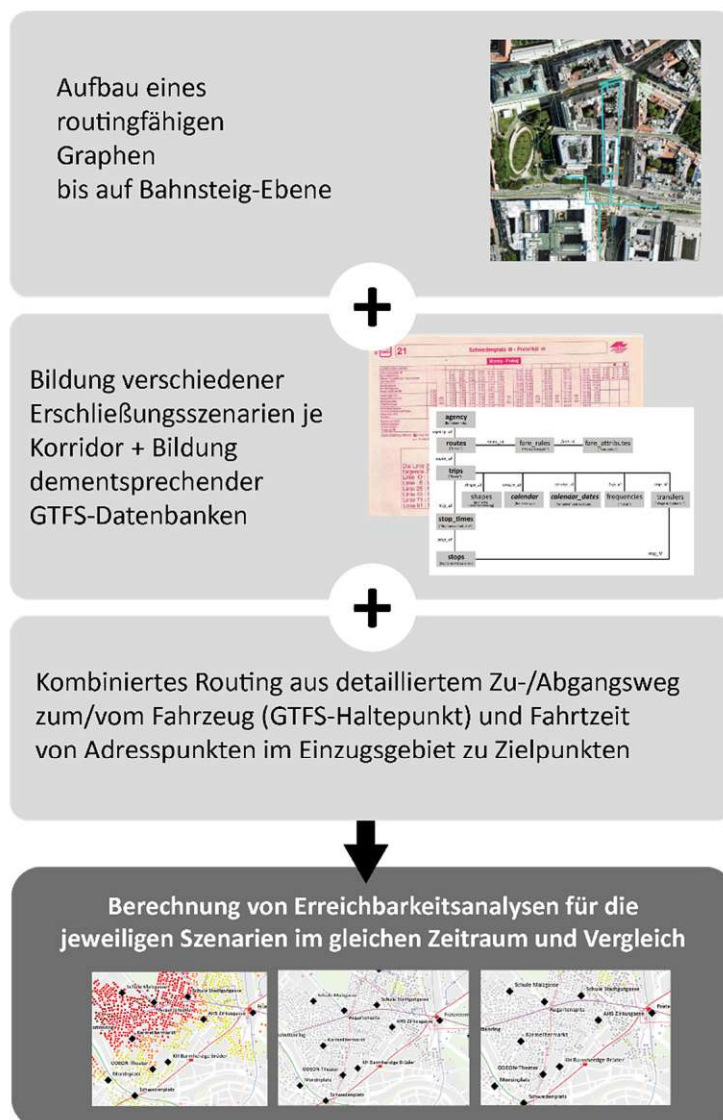


Abbildung 9: Vereinfachte Methodikdarstellung

Der Ablauf ist dabei für jeden zu untersuchenden Korridor ident und funktioniert nach dem folgenden Prinzip:

1. Aufbau der Netzwerkgrundlage (Straßen/Wegenetz bzw. des GIP-Netzes)

Um die Zu- und Abgangswege möglichst realitätsnahe abzubilden, wird eine aufbereitete Fassung der GIP herangezogen und auf die Vollständigkeit von Verbindungswegen und Straßen überprüft. Mit Stand November 2022 sind die meisten Straßen und Wege im Umfeld der untersuchten Korridore vorhanden, welche mit Benutzungsvorschriften und Längenangaben ausgestattet sind. Allerdings fehlt ein Großteil der (unterirdischen) Verbindungswege und Zugänge zu den U-Bahn-Bahnsteigen. Daher ist es notwendig, diese Basis um die entsprechenden Bahnsteige und Zugänge für die in Betracht gezogenen Korridore (eigentlich Stationen) zu erweitern.

2. Aufbau und Anpassung der ÖV-Daten (GTFS-Daten) für das jeweilige Szenario

In einem weiteren Vorbereitungsschritt werden die durch die OGD-Plattform bereitgestellten GTFS-Daten geprüft bzw. bearbeitet: Nachdem diese Daten einen „Jetzt-Stand“ (Sommer 2023) abbilden, sind sämtliche Linien, welche bereits eingestellt sind oder erst entstehen werden, nicht Teil dieser Daten. Um die benötigten Fälle abzubilden, wurden die für die Szenarien jeweils notwendigen Linien mit ihren jeweiligen Daten erstellt und die „Original-Daten“ dahingehend angepasst.

3. Adaption der Netzwerkgrundlage (GIP) und Integration der GTFS-Daten

Mit einer neuen Arc-GIS-Projektdatei und der Integration der GIP wurde die Grundlage für das eigentliche ÖV-Netzwerk geschaffen. Mithilfe der „Public-Transit-Tools“ wurden die GTFS-Daten in das Straßennetzwerk integriert. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt des Ablaufs sind die GTFS-Daten zwar visuell im Straßennetzwerk integriert, jedoch noch nicht technisch verbunden, sodass sie der Logik „Haustür-Gehweg-Stationseingang-Bahnsteig-Fahrzeug“ folgend nicht verwendet werden können. Für Haltestellen, die tatsächlich im Straßenraum liegen, bietet dieser Algorithmus eine ausreichende Genauigkeit. Bei U-Bahn-Stationen ergibt sich eine gewisse Unschärfe, die durch die nicht eingezeichneten Zugangswege weiter verschärft wird. Um diesem Problem entgegenzuwirken, wurden in Schritt 3 zusätzlich Bahnsteige und die notwendigen Zugänge eingezeichnet. Unterstützung bot dabei die Openstreetmap, welche als Basis in ArcGIS Pro integriert wurde, um so eine annähernd korrekte geografische Referenzierung zu gewährleisten. Diese zusätzlichen Verbindungskanten werden, sofern eine Höhendifferenz besteht, mit Informationen über ihre Art (Rolltreppen, Stiegen oder Aufzüge) versehen, um sie bei der späteren Berechnung der benötigten Zeit zu berücksichtigen. Die Integration der GTFS-Daten in das Netzwerk führt zu einer Fehlermeldung, falls diese unvollständig oder fehlerbehaftet sind. Dieser Schritt ist daher auch nützlich, um die Vollständigkeit der Daten zu überprüfen.

4. Aufbau der Modellgrundlage

Sofern Schritt 3 eine qualitativ ausreichende Basis bietet (Abbildung der Zugangswege, korrekte (logische) Verbindung der Stationspunkte mit dem Straßennetz...) kann diese neue GIP-Karte als Grundlage exportiert werden und für den Aufbau des Netzwerks verwendet werden. Im nächsten Schritt werden Parameter wie Geschwindigkeit der Fußgänger*innen und die Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel festgelegt und das Netzwerk darauf aufbauend neu modelliert.

5. Vorbereitung der Ausgangspunkte der Analyse

Nachdem die Analyse auf Adresspunkten im Einzugsbereich der jeweiligen Verkehrsmittel basiert, werden auch diese vor der eigentlichen Analyse modifiziert. Daher wurden zunächst Punktfeatures im Straßennetz in Bezug auf die Einzugsgebiete der Straßenbahn- und U-Bahn-Stationen festgelegt: Für die Straßenbahn wurde der ungefähre Mittelpunkt zwischen zwei Stationen (jeweils in beide Fahrtrichtungen) und für die U-Bahn der Übergang vom Straßennetz zum Aufnahmegebäude gewählt, um Unschärfen der selbst gezeichneten Wege zu minimieren. Für die Straßenbahnstationen ist ein Einzugsbereich von 300 Metern zu Fuß und für die U-Bahnstationen ein Bereich von 500 Metern zu Fuß auf Grundlage des modellierten Netzwerks festgelegt worden. Die beiden Flächen wurden zusammengeführt und dienten als Filterkriterium, um Adresspunkte in der näheren Umgebung zu selektieren. Die Absicht war, dass sowohl Verbesserungen als auch Verschlechterungen im Falle der Straßenbahn und der U-Bahn in Betracht gezogen werden können. Die Adresspunkte, die in dieser Fläche liegen, werden zur Analyse verwendet.

6. Erstellung der Zielpunkte für die Analyse

Während die Ausgangspunkte der Erreichbarkeitsmatrix in Schritt 5 gefiltert wurden, werden in Schritt 6 die Zielpunkte erarbeitet und erstellt. Besonderes Augenmerk wurde auf Zentrenbereiche, große Infrastruktureinrichtungen und wichtige Verkehrsknotenpunkte gelegt. Möglich ist es auch, alle gefilterten Adressen mit allen gefilterten Adressen als Zielpunkte zu verschneiden. Aufgrund des dadurch entstehenden großen Datenbestands wird jedoch mit den selbst ausgewählten Zielpunkten fortgefahren.

7. Start der eigentlichen Analyse

Im letzten Schritt der Aufbereitung des Rohmaterials wird anhand der erstellten Datengrundlagen eine ij-Matrix basierend auf der Reisezeit für jeden spezifischen Fall berechnet. Die gefilterten Adresspunkte dienen als Ausgangspunkte, und die Reisezeiten werden für jedes Szenario anhand der festgelegten Netzwerkparameter (wie Gehgeschwindigkeit und Dauer für das Überwinden von Treppenanlagen und Rolltreppen) sowie des verfügbaren Mobilitätsangebots (GTFS-Daten) berechnet. Die jeweils erstellten Matrizen werden folglich exportiert, aufbereitet und verglichen.

4.2. Hintergründe der Methodik und der Datenpakete

Um einen Einblick in die jeweiligen Datenpakete und ihre Hintergründe geben zu können, werden nachfolgend der verwendete Verkehrsgraph, die GIP, die bearbeiteten „ÖV-Zeitdaten“, die GTFS-Daten der Wiener Linien sowie das Programm ArcGIS mit dem Network Analyst und den Transit Network Analysis Tools kurz erläutert.

4.2.1. Verkehrsnetzwerk und Verkehrsgraph (GIP)

Für die Netzwerkanalyse im Forschungskontext wird eine angepasste Version der Graphen-Integrations-Plattform (GIP), die vom Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (Institut für Raumplanung) modifiziert wurde (Originalversion aus dem Jahr 2021), als Grundlage für Straßen- und Wegeinformationen verwendet. Die GIP ist ein Integrationsprojekt der österreichischen Verwaltung, welche durch das Österreichische Institut für Verkehrsdateninfrastruktur organisiert wird und das Ziel verfolgt, sämtliche verkehrsrelevanten Daten zu bündeln. Diese Geo-Datensätze werden von ITS Vienna Region bearbeitet und aktualisiert bzw. sind im Internet¹² abrufbar. Die Informationen und die Art ihrer Integration in den Datensatz werden durch speziell festgelegte Mindeststandards definiert, welche die Qualität des Datensatzes gewährleisten (Mandl-Mair, 2023). Somit stellt GIP den umfangreichsten und detailliertesten Datensatz Österreichs in Bezug auf Verkehrsnetze dar und wird auch in dieses Forschungsprojekt integriert. „Die GIP ist ein lineares Modell des realen Verkehrsnetzes. Verkehrsflächen, auf welchen Bewegung stattfindet, werden als Linien und Knoten abgebildet. Wesentlich für die GIP ist die Abbildung der topologischen Eigenschaften“ (ÖV DAT - Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur, 2022, S. 16).

Für den Kontext des Forschungsvorhabens sind genau diese Knoten und Kanten von wesentlicher Bedeutung. Die GIP ist dabei als Verkehrsgraph zu verstehen, welcher diverse Informationen über die Länge dieser Wege, potenzieller Verknüpfungspunkte und die Benützungsbefehle aufweist. Diese Nutzungsregeln werden durch Codes („ACCESS_TOW“, „ACCESS_BKW“), jeweils getrennt für und gegen die Digitalisierungsrichtung des Links, in Binärlogik dargestellt, sodass die erlaubten Nutzungen ermittelt werden können. Durch das Verbinden einer Aufschlüsselungsdatei (siehe Anhang) mit dem *"main.GIP_LINKNETZ_OGD"* aus dem *"Paket B - GIP Network: Basisnetz"*, lässt sich die vom Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (Institut für Raumplanung) zur Verfügung gestellte Version eigenständig erstellen. Nachdem das aktuelle GIP-Datenpaket für das Forschungsvorhaben keinen Mehrwert bietet, wird die modifizierte Fassung für diese Arbeit herangezogen.

4.2.2. GTFS-Daten

4.2.2.1. Datenstruktur & Hintergründe

Der „General Transit Feed Standard“ gilt als der aktuelle Datenstandard für Netzwerke des öffentlichen Personenverkehrs und stellt die zweite Eingangsgröße des Forschungsvorhabens dar. Die aus mindestens 5 CSV-Textdateien bestehende relationale Datenbank beinhaltet alle notwendigen Informationen eines ÖV-Netzwerkes, um diese in ein routingfähiges Netzwerk einzubinden. Jede Datei umfasst einen spezifischen Aspekt des Netzwerks und ist über Schlüsselattribute mit zumindest einer weiteren Datei verbunden. Die erste Zeile einer jeden GTFS-Datei definiert dabei kommagetrennt die jeweiligen Attribute der darauffolgenden Einträge. Die folgende Auflistung der unerlässlichen CSV-

¹² <https://www.data.gov.at/katalog/dataset/3fefc838-791d-4dde-975b-a4131a54e7c5>

Dateien soll einen vereinfachten Einblick in die Struktur und Funktionsweise geben (MobilityData, 2023). Auf <https://gtfs.org/> sind detailliertere Beschreibungen verfügbar:

- Agency.txt
Enthält Informationen über die Betreiber der jeweiligen Linien bzw. Netze. Ein Datensatz kann daher auch mehrere Betreiber beinhalten. Unbedingt erforderlich sind: Identifikation des ÖPNV-Betreibers (agency_id), der Name des Betreibers (agency_name), die URL des Betreibers (agency_url) und die Zeitzone, in der sich der Betreiber befindet (agency_timezone). Darüber hinaus können noch „Betriebssprache“, Telefonnummer, URL zum Ticketkauf und E-Mail-Adresse eingetragen werden. Die Verknüpfung dieser Informationen zu den anderen Dateien erfolgt über „agency_id“ (MobilityData, 2023).
- Stops.txt
Ist die Datenquelle zu den Stationen des Netzwerks. Hier sind sämtliche Daten zu den Haltestellen zu finden. Die erforderlichen Attribute umfassen: stop_id (eine festgelegte ID, über welche die Verknüpfung zu den anderen Dateien besteht), der Name der Station (stop_name) sowie Längen- und Breitengrad der Station (stop_long und stop_lat). Darüber hinaus können noch weitere Attribute wie beispielsweise die Zugehörigkeit der Station zu einer Tarifzone, die Zugänglichkeit mittels Rollstuhls oder genauere Daten zu Bahnsteigen vorliegen (MobilityData, 2023).
- Routes.txt
Enthält sämtliche Daten zu den betriebenen Linien des Netzwerks und muss die folgenden Attribute umfassen: Eine eindeutige Identifikation der Linie, die zugleich den Primärschlüssel bildet (route_id), eine Bezeichnung der Linie (entweder route_short_name oder route_long_name) sowie die Art des Verkehrsmittels, welches die Linie bedient (route_type). Optionale Attribute sind beispielsweise die Informationen über die Website der Linie und die Farben der Linien (MobilityData, 2023).
- Trips.txt
Sie können auch als genauere Definition für routes.txt angesehen werden, auf die sie Bezug nehmen. Um sämtliche Kurse einer Linie (route) abzubilden, können mehrere derselben einer route (Linie) zugeordnet werden. Die folgenden Attribute sind dabei unerlässlich: Eine Verbindung zur referenzierten Route (route_id), ein Bezug zu den Betriebstagen und Zeiten in calendar.txt (service_id) sowie eine eindeutige Kennung des jeweiligen Kurses (trip_id). Zusätzlich können Informationen zur Fahrtrichtung (stadteinwärts/stadtauswärts), zur Mitnahme von Fahrrädern oder zum angezeigten Zielort an den entsprechenden Fahrzeugen angegeben werden. (MobilityData, 2023).
- Stoptimes.txt
Diese Datei enthält die Haltezeiten jedes Trips an den entsprechenden Haltestellen. Die erforderlichen Attribute wie trip_id und stop_id, sowie die Ankunfts- und Abfahrtszeiten (arrival_time und departure_time) und eine Kennzeichnung der Stationsreihenfolge (stop_sequence) erfassen alle Abfahrten im Rahmen der Fahrten. Zu den optionalen Angaben zählen beispielsweise die Art des Ein- und Ausstiegs (nach Fahrplan, mit Voranmeldung, nicht möglich etc.) oder die an dieser Haltestelle zurückgelegte Distanz der Fahrt (MobilityData, 2023).

- **Calendar.txt**
 Enthält Informationen über die Betriebstage, wobei für einen festgelegten Zeitraum, jene Wochentage definiert werden, an dem ein Betrieb stattfindet. Durch die Attribute `service_id` (eindeutige Kennung und Verknüpfungsattribut) sowie eines eigenen Attributes (Monday, Tuesday...) für jeden Wochentag (0 = Fahrtbetrieb findet nicht statt, 1 = Fahrtbetrieb findet statt) und einem Start- und Enddatum (`start_date` und `end_date`) können die Betriebstage jeweils anhand von Kalenderwochen festgelegt werden. Falls nicht jeder Betriebstag in der Datei `calendar_dates.txt` verzeichnet ist, wird diese Textdatei benötigt (MobilityData, 2023).
- **Calendar_dates.txt**
 Definiert Ausnahmen für ein ganzjähriges Betriebssystem, falls solche für `calendar.txt` vorhanden sind. Mit der „`service_id`“ (eindeutige Kennung), „`day`“ (Datum der Abweichung) und dem „`exception_type`“ (1 = Fahrtbetrieb findet statt, 2 = Fahrtbetrieb findet nicht statt) lassen sich Ausnahmen festlegen, die mittels der `service_id` den Fahrten in der Datei `trips.txt` zugeordnet werden, welche durch die `service_id` den trips in `trips.txt` hinzugefügt werden. Sofern `calendar.txt` nicht definiert ist, ist diese Textdatei erforderlich (MobilityData, 2023).

Zusätzlich zu den erwähnten Dateien können in den entsprechenden Datenbanken weitere Dateien vorhanden sein, einschließlich spezialisierter (distanzbasierter) Ticketpreise (`fare_rules`), Taktzeiten (`frequencies`), Umsteigezeiten (`transfers`) und geografisch exakter Linienverläufe (`shapes`), welche von den Punkt-zu-Punkt-Darstellungen abweichen. Da diese Dateien weder in den verwendeten Datenpaketen vorhanden sind noch intensiv genutzt werden, wird an dieser Stelle nicht weiter auf sie eingegangen (MobilityData, 2023).

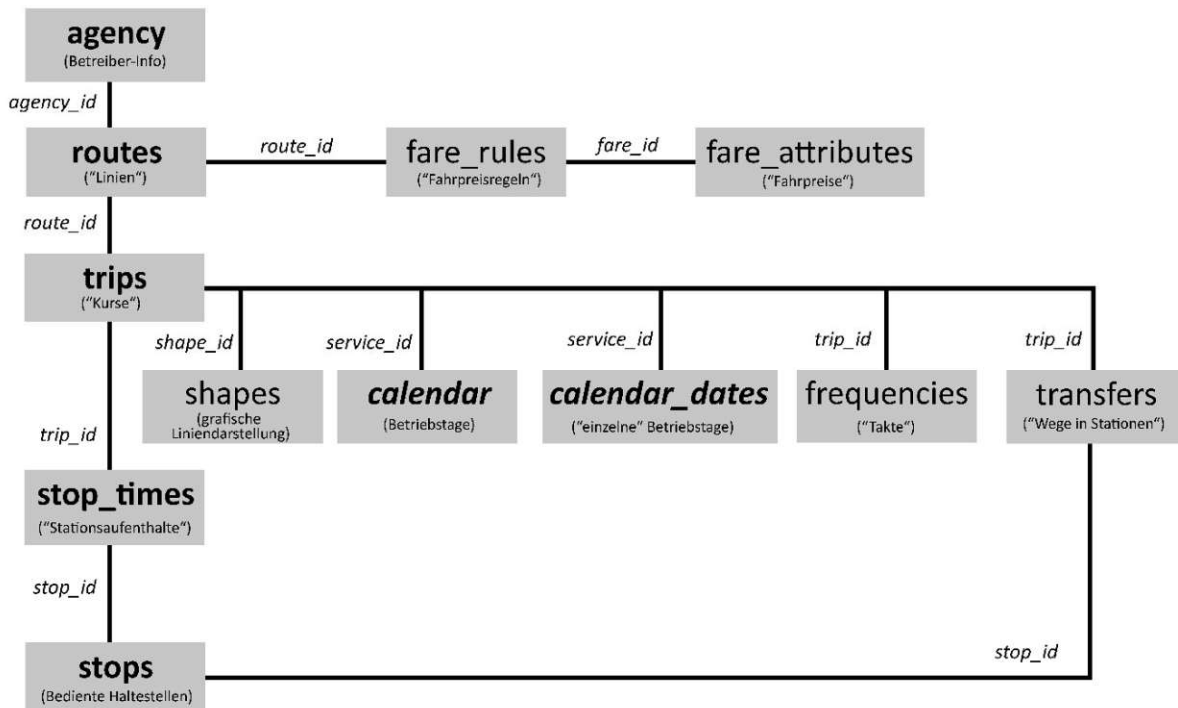


Abbildung 10: Vereinfachte GTFS-Datenstruktur sowie Primärschlüssel auf Basis von Kaufmann, 2014, S.33

4.2.2.2. Gewählte GTFS-Daten für den Forschungskontext und Hintergrund

Aufgrund der Vielzahl an angebotenen GTFS-Datensätzen sollte erwähnt werden, dass diese Arbeit auf jenem Datensatz der Wiener Linien aufbaut (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2023h) und daher keine Daten der ÖBB (S-Bahnen, REX-Züge..) sowie der Regionalbusse des Verkehrsverbundes Ost-Region beinhaltet. Diese Entscheidung wurde sowohl aufgrund der Datengröße als auch der Rechengeschwindigkeit getroffen. Zudem spielen in den analysierten Korridoren die Verkehrsangebote des Regionalbusses oder der S-Bahn eine geringe oder keine wesentliche Rolle.

Der Datensatz der Wiener Linien entspricht den in 3.1.2.1. definierten Mindestinhalten von GTFS-Daten und enthält in einigen Dateien mehr Attribute als erforderlich. Da diese im Forschungskontext jedoch irrelevant sind, wird auf sie nicht weiter eingegangen. Nachdem in den GTFS-Daten auch keine dementsprechenden Informationen zu Umstiegswegen innerhalb größerer Stationen (transfer.txt) vorhanden ist, wird für die nicht digitalisierten U-Bahn-Stationsbauwerke auf eine eigene Lösung zurückgegriffen (näheres dazu in Kapitel 4.3.2.3.).

4.2.3. ArcGIS und Transit-Network-Analysis-Tools

Das Programm ArcGIS Pro 3.0.0 von Esri Inc. dient als Grundlage für die Berechnung der jeweiligen Szenarien. Wie andere gängige GIS-Programme ist ArcGIS Pro für die Bearbeitung und Aufbereitung von Geodaten ausgelegt und ermöglicht das Erstellen von Karten. Im Allgemeinen entsprechen Aufbau und Anwendung den Standardanforderungen für GIS-Programme. ArcGIS Pro bietet jedoch im Vergleich zu Programmen wie QGIS erweiterte Funktionen in der Netzwerkanalyse.

Während ArcGIS Pro prinzipielle Netzwerk und Erreichbarkeitsanalysen für bestimmte Zeitpunkte ermöglicht, muss für die Berechnung einer Erreichbarkeitsanalyse über einen Zeitraum die Toolbox der „Transit-Network-Analysis-Tools“ dem Programm hinzugefügt werden (Morang, 2023).

The Transit Network Analysis Tools are a set of tools for performing transit-specific network analysis. They are intended to supplement the ArcGIS Network Analyst extension by accounting for the time-dependent nature of public transit and to assist with analyses commonly needed by those working with public transit. For example, the tools provided here can help you perform accessibility calculations and show how the area reachable by transit changes throughout the day. (Morang, 2023)

Zu dieser Toolbox gehören unter anderem die Erstellung von Erreichbarkeitsmatrizen, statistischen Reisezeitmatrizen und prozentualen Zugangspolygonen.

Im Kontext dieser Arbeit ist die statistische OD-Reisezeitmatrix ein essenzieller Bestandteil. Diese erlaubt unter anderem die Abfrage von Routen von festzulegenden Ausgangsorten („Origins“) zu festzulegenden Zielorten („Destinations“) unter Angabe eines Zeitraums sowie eines Abfrageintervalls („Time Increment“). Eine Gewichtung der Ziele („Destinations Weight Field“) wurde nicht vorgenommen. Die dabei resultierenden Zeiten oder Distanzen können als OD-Matrizen (mit der Angabe von Minima, Maxima und dem Durchschnitt der jeweiligen Relation) exportiert und weiterbearbeitet werden.

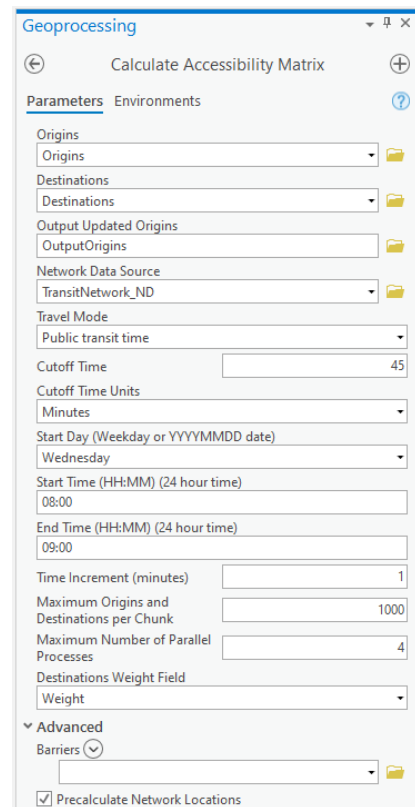


Abbildung 11: Fenster der Einstellungsmöglichkeiten der Calculate Accessibility Matrix (Morang, 2023)

4.3. Detaillierte Aufbereitung der Daten und Grundlage des Modells

Das folgende Kapitel dient vorrangig der Konkretisierung von Kapitel 3.1., integriert jedoch die Analyseabläufe und gliedert sie entsprechend ihrer Einbindung in den Forschungsprozess. Der folgende Ablauf ist dabei bei jedem Korridor und den jeweils gewählten Szenarien ident, auf korridorspezifische Details wird in den Kapiteln 3.4.1. – 3.4.3. eingegangen.

4.3.1. Vorbereitungen und Recherche in Bezug auf die GTFS-Daten

- **„Stationsanalyse“ potenzieller zukünftiger oder ehemaliger Linien**

Um ehemals oder zukünftig bestehende Linien bestmöglich zu integrieren, ist in einem ersten Schritt bestehendes Wissen zu sammeln, sodass auf Basis dieser Information die jeweilige Linie rekonstruiert werden kann. Vielfach wurde auf alte Tabellenfahrpläne und Netzpläne zurückgegriffen. Der erste Schritt des Projekts bestand darin, alle Informationen über frühere und zukünftige Linien zu sammeln, einschließlich der Frage, ob Haltestellen von nicht mehr betriebenen Linien noch in den GTFS-Daten vorhanden sind, um die Anzahl der neu hinzuzufügenden Stationen in der stops.txt-Datei zu minimieren. In Hinblick auf die Attribute der stops.txt-Datei wurde ein Excel-File angelegt, in welchem ehemalige, bereits bestehende und neu zu erstellende Stationen abgeglichen wurden. Dies diente dazu, die notwendigen Datensätze später in stops.txt einzutragen. Dieses File ist jeweils getrennt nach Linie bzw. Korridor im Anhang zu finden.

- **Fahrzeiten, Abfahrtszeiten und Taktverkehr**

Für die Adaption der Stop_times-Datei wurde besonders Augenmerk auf ehemalige Straßenbahn-Tabellenfahrpläne gelegt, da diese einerseits Fahrzeiten zwischen den Stationen als auch Informationen über das Taktgefüge beinhalten. Diese Daten wurden sorgfältig geprüft und nach einem Vergleich mit den aktuellen Tabellenfahrplänen der Wiener Linien zum größten Teil unverändert übernommen.

- **Festlegung eines Betriebszeitfensters (in Anbetracht der Rechenintensität)**

Angesichts der Tatsache, dass GTFS-Daten für jede Linie und alle Fahrten an mindestens einem Beispiel-Tag definiert werden müssen und zusätzlich möglicherweise weitere Fahrten mit unterschiedlichen Betriebsmustern oder Abfahrtszeiten festgelegt sind, ergibt sich eine erhebliche Datenmenge für ein Verkehrsnetz wie das von Wien. Da die ausgewählte Methode zur Erstellung der Linien für einen ganzjährigen Fahrplan nur mit beträchtlichem Mehraufwand umsetzbar wäre, wurden zeitlich begrenzte Betriebszeitfenster gewählt. Die festgelegten Kriterien waren: Die ausgewählte Woche darf keine Feiertage beinhalten, und es sollen die Stoßzeiten dargestellt werden. Der gewählte Zeitraum ist vom 11. September 2023 bis zum 15. September 2023, täglich von 6 bis 9 Uhr morgens und von 16 bis 19 Uhr abends.

4.3.2. Aufbereitung und Durchführung der Berechnung

4.3.2.1. Integration der Zugangswege in den U-Bahnstationen

Wie bereits in Kapitel 3.1. angesprochen, stellt die GIP zwar einen umfangreichen Datenbestand dar, beinhaltet aber keine U-Bahn-Bahnsteige bzw. deren Zugangswege. Da sie jedoch für das Forschungsziel unerlässlich sind, mussten sie eigenständig erhoben und recherchiert werden. Das folgende Kapitel wird daher eine kurze Ausarbeitung dieser Thematik beinhalten.

Für bereits bestehende Stationen wurden die Daten der openstreetmap mit einer eigenen Erhebung kombiniert. Die openstreetmap kann dabei als Grundlangenkarte in ArcGIS eingeblendet werden. Für die meisten Stationen konnten so sämtliche Bahnsteige und Zugangswege eingeblendet und ergänzt werden. Die breiten gestrichelten Linien wurden als Rolltreppen interpretiert, die schmalere als Stiegenanlagen. Diese digitalisierten Kanten wurden mit größtmöglicher Genauigkeit in ihrer Position erfasst, um zwischen der Ebene und den verschiedenen Formen der Höhenüberwindung zu unterscheiden (Stufen, Aufzug, Fahrtreppen)

Da die Position der "Stationspunkte" im GTFS-Datensatz in Bezug auf den Snapping-Algorithmus (4.3.2.3) ebenfalls einen wesentlichen Einfluss hat, waren beim Einzeichnen der Kanten teilweise Kompromisse erforderlich. Alternativ müssten die GPS-Koordinaten jeder U-Bahn-Station (in den GTFS-Daten) manuell angepasst werden, oder es müsste ein Schema mit einer zusätzlichen Attributspalte und einer weiteren Regel für das Snapping erstellt werden. Obwohl die GIP bzw. die Abbildung des Weges keine hundertprozentig genaue Darstellung bietet, wurde für diese Methodik eine ausreichende Genauigkeit angenommen.



Abbildung 12: Screenshot aus ArcGIS mit Einblendung der Openstreetmap und GIP-Bestand am Beispiel der U3-Station Volkstheater (Eigene Darstellung)

Für Stationen mit unvollständigen Daten in openstreetmaps wurde insbesondere die Tunnel- und Brückeninformation der Stadt Wien¹³ herangezogen oder die Stationen wurden direkt vor Ort erfasst. Die Kanten wurden erneut entsprechend in die GIP eingezeichnet. Für die in der Planung befindlichen U5-Stationen wurde einerseits die U2xU5-App¹⁴ der Wiener Linien als auch mediale Veröffentlichungen und Renderings verwendet. Diese wurden mithilfe einer eigenen Abschätzung ebenfalls in den modifizierten GIP-Bestand eingezeichnet.

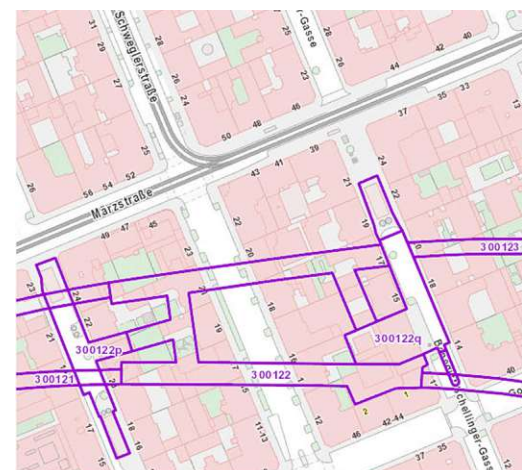


Abbildung 13: Screenshot der Brücken und Tunnelinformation Wien am Beispiel der Station Schweglerstraße (wien.gv.at/bruecken)

¹³ (<https://www.wien.gv.at/bruecken/public/start.aspx>).

¹⁴ (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wienerlinien.U2xU5>)

Zur Überprüfung der Art der Verbindungskante (horizontale Passage, Treppenanlagen, Rolltreppen oder Aufzüge) wurden alle bereits existierenden Stationen persönlich inspiziert. Die Digitalisierung der Zugangswege erfolgte dabei unter zwei Prämissen. Zum einen sollte für jedes Bahnsteigende mindestens ein Ausgang vorhanden sein, und zum anderen sollten alle Wege bis zum Straßenniveau bestmöglich dargestellt werden. Es wurden dabei sämtliche Aufzüge, Stiegenanlagen und Rolltreppen erfasst und bestmöglich digitalisiert. In diesem Kontext wurde die Richtung der Fahrtreppen nicht berücksichtigt, da in der Regel Rolltreppen in beide Richtungen vorhanden sind und eine Unterscheidung hinsichtlich der zeitlichen Auswirkungen als geringfügig betrachtet wird. (Bei den U2-Stationen zwischen Messe-Prater und dem Stadion wurde auf die Digitalisierung der Aufzüge verzichtet, weil die Treppen subjektiv als kürzer und somit schneller im Vergleich zu den Aufzügen wahrgenommen wurden.). Um später im Berechnungsfall auf diese Informationen zugreifen zu können, wurden die entsprechenden Verbindungskanten in der Attributtabelle mit Werten gekennzeichnet: 1 steht für Rolltreppe, 2 für Stiegenanlagen und 3 für Aufzug. Der technische Hintergrund dieses Zugangs ist in Kapitel 4.3.2.5 erläutert.

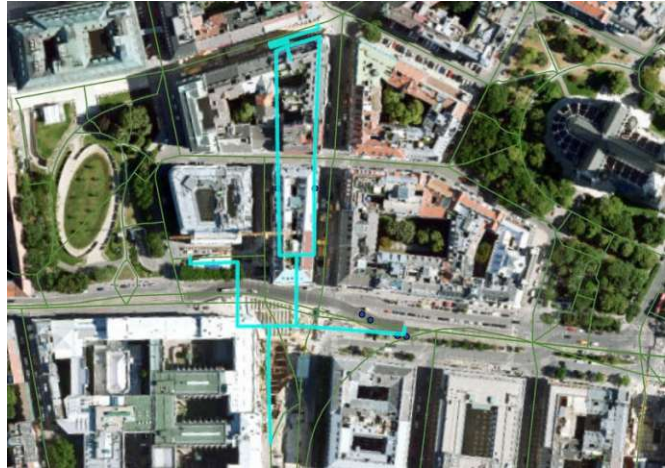


Abbildung 14: Screenshot aus ArcGIS mit Einblendung des fertig bearbeiteten GIP-Netzes am Beispiel der U5-Station Frankhplatz (eigene Darstellung)

Ein Problem bezüglich der verschiedenen Tiefen und Höhen ergibt sich aus der Datenstruktur der GIP, da sie keine z-Werte enthält und somit keine Informationen über Höhen und Tiefen bietet, sondern ausschließlich in einer 2D-Logik operiert. Bei der Berechnungsmethodik der Zugangswege wurde folgendermaßen vorgegangen: Für Verbindungskanten, die sowohl horizontale als auch vertikale Distanzen überwinden (wie Fahrtreppen und Treppen), wurde dieser Aspekt aufgrund der Überführbarkeit in eine "2D-Logik" vernachlässigt und stattdessen mit einer angepassten horizontalen Geschwindigkeit kalkuliert. (Näheres in Kapitel 4.3.2.3.). Die Verbindungskanten, die Aufzüge repräsentieren, wurden zwischen dem Bahnsteig und der Zugangsebene eingezeichnet. Ihre "Weglänge" wurde jedoch im Nachhinein auf 60 Sekunden angepasst, um sicherzustellen, dass die Nutzung dieser Aufzüge in der Berechnung der Reisezeit die tatsächliche Dauer ihrer Benutzung widerspiegelt. Eine genauere Erklärung erfolgt in Kapitel 4.3.2.4.

4.3.2.2. Sichtung und Bearbeitung der GTFS-Daten

Nachdem die GTFS-Daten der Wiener Linien die Modellierungsgrundlage darstellen, müssen diese für die skizzierten Szenarien (neue U-Bahn-Linie, zusätzliche Straßenbahnlinie, Wegfall der Straßenbahnlinie...) jeweils adaptiert werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Bildung einer neuen Linie diverse Veränderungen im Datensatz erfordert. Um diese Anpassungen durchzuführen, durchläuft jedes Datenpaket die folgenden Schritte, welche auf das jeweilige Szenario abgestimmt sind:

- **Einpflegen der Haltestellen in stops.txt soweit notwendig:**

In Bezug auf die in Abschnitt 3.3.1 erwähnte Excel-Liste werden nicht mehr existierende Haltestellen in der Datei stops.txt des entsprechenden GTFS-Datenpakets verzeichnet. Sofern bestehende Bushaltestellen fast identisch mit den Standorten früherer Straßenbahnhaltestellen sind, werden sie im Sinne der Dateneffizienz genutzt. Dabei müssen die in Kapitel 4.2.2.1. erwähnten Attribute definiert werden. Zusätzlich zu Längen- und Breitengrad sowie dem Stationsnamen wird eine ID vergeben, die als Verknüpfung zu anderen Datensätzen dient.
- **Bildung der Zeilen für Stop_times.txt mittels Python-Skripts**

Mit den Tabellenfahrplänen konnte durch ein Python-Skript (siehe Anhang) die Erstellung der benötigten „Stop_times-Zeilen“ automatisiert werden, indem die Fahrzeiten zwischen den Haltestellen, das Taktgefüge und die Integration der jeweiligen Haltestellen-IDs definiert wurden. Dabei wurden die Skripts nach Fahrtrichtung und Tageszeit (6:00 – 9:00 und 16:00 - 19:00) separat erstellt, sodass vier Skripts für jede Linie bestehen (jeweils Abend- und Morgenhauptverkehrszeit mit Fahrtrichtung 1 und Fahrtrichtung 2). Die trip_id folgt dem Schema: X“Liniennummer“-„Tageszeit“-„Fahrtrichtung“-„Kursnummer“. Zum Beispiel steht „X5-MHVZ-1-2“ für den zweiten Kurs der Linie U5, der während der morgendlichen Stoßzeit in Richtung Stadtzentrum fährt. Alle neu erstellten Zeilen wurden im letzten Schritt in die bereits bestehende Datei stop_times.txt eingefügt. Das zur Erstellung der Zeilen verwendete Python-Skript ist im Anhang zu finden.
- **Festlegung der Betriebstage in calendar.txt**

Nachdem alle trips und die gesamte Routing-Analyse ausschließlich auf Basis einer Zeitangabe funktionieren, wird im nächsten Schritt eine "Service_id" mit der Bezeichnung "X1_MOFR" in die vorhandene Datei calendar.txt eingefügt. Das Modell soll zwar Zeiträume von Verkehrsspitzen berücksichtigen, jedoch ohne rechenintensiv zu sein. Daher wird das Betriebszeitfenster der neu hinzugefügten Linien auf eine Woche festgelegt: von Montag, dem 11.09.23, bis Freitag, den 15.09.23. Für die Attribute Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday und Friday wird jeweils die Zahl "1" eingetragen. Mit dem „Startdate“ (11.09.23) und dem „Enddate“ (15.09.23) wird die Woche definiert, in der die erstellten Linien (fiktiv) verkehren soll. Deshalb ist es notwendig, genau dieses Zeitfenster (zwischen 6 und 9 Uhr morgens oder 16 und 19 Uhr abends) bei der Abfrage und Erstellung der Matrix zu wählen.
- **Bearbeitung der trips_id und Definition in trips.txt**

Während das Attribut trips_id bereits in den oben genannten Files existiert, muss es in trips.txt noch in Hinblick auf route_id und service_id definiert werden. Dabei wird für alle Kurse gemäß trips_id eine route_id im Format „XLiniennummer-HVZ“ sowie die service_id aus Calendar.txt („X1_MOFR“) hinzugefügt. Die Attribute Shape_Id, direction_id und block_id bleiben leer. Diese Zeilen werden abermals exportiert und in die bestehende trips.txt eingefügt.
- **Definition der Route_id in routes.txt**

Um die Bearbeitung des GTFS-Datenpakets zu vervollständigen, muss die in trips.txt vergebene route_Id noch in routes.txt definiert werden. Die in der Datei trips.txt verwendete Codierung wird in der Datei routes.txt durch die Attribute „agency_Id“ (hier wird der Wert „4“ für die

Wiener Linien vergeben) und route_shortname ergänzt. Für "X5-HVZ" würde beispielsweise "U5" als route_shortname stehen.

- **Anpassung der bestehenden Linien, sofern erforderlich**

Im Rahmen der U2-Verlängerung kam es zu einer umfassenden Änderung des Sekundärnetzes, wobei die lokale Erschließung entlang der U2 teilweise durch neue Buslinien übernommen wurde. Für diese Situation wird ein GTFS-Datenpaket erstellt, das diese Bedingungen einbezieht, um einen vergleichbaren "Nullfall" zu schaffen.

Nach dem Durchlauf dieser Veränderungen kann das modifizierte GTFS-Datenpaket für die Analyse der skizzierten Szenarien weiterverarbeitet werden. Das Datenpaket für den Vergleichs-Nullfall bleibt unverändert (für die Linie U2 wird ein zusätzliches Paket erstellt).

4.3.2.3. Import und Verarbeitung der GIP sowie weitere Schritte

Um das Straßennetz der GIP mit den GTFS-Daten zu verknüpfen, muss der Benutzer zunächst die GTFS-Daten in eine neue Geodatenbank importieren. Andernfalls kann es zu einer Fehlermeldung kommen. Für die jeweiligen Szenarien wird die Geodatenbank immer mittels „GDB“ und einer Bezeichnung des aktuellen Szenarios genannt.

Im nächsten Schritt wird die importierte GIP mit den Wiener Landesgrenzen verschnitten, um das österreichweite Netz auf den erforderlichen Wiener Raum zu reduzieren. Da keine der betrachteten U-Bahn-Stationen unmittelbar an einer Wiener Stadtgrenze liegt, ist auch eine über Wien hinausgehende Betrachtung nicht erforderlich.

Anschließend werden die bearbeiteten GTFS-Daten in das Modell importiert. Mit dem Tool „GTFS to Public Transit Data Model“ lässt sich der Ordner mit GTFS-Daten auswählen und in das zuvor erstellte Network_FD importieren. Als Ergebnis sind die Datensätze durch Punkte (scheinbare Stationslage) und „Luftlinienverbindungen“ (entsprechend einem Knoten-Kanten-Modell) zu erkennen.

Während die beiden Ebenen GIP und GTFS-Daten-Modell scheinbar im selben Netz liegen, besteht aus der Perspektive von ArcGIS noch keine logische Verknüpfung im Sinne einer Verbindung zwischen "Haustür-Straße" und dem (Stationseingang-)Abfahrtsort-Fahrzeug. Daher müssen sie noch an das Straßennetzwerk (die GIP) „gesnappt“ werden. Da die GIP auch Wege beinhaltet, auf denen das Zu-Fuß-Gehen untersagt ist, wird eine Regel definiert, die nur solche Wege zur Auswahl zulässt, (TOW_Pedestrian oder BKW_PEDESTRIAN = 1). Das Tool „Stops-to-Streets“ in ArcGIS ermöglicht es, automatisch die dem Stationspunkt nächstgelegene Straßenkante zu finden. Dabei kann ein maximaler Suchradius festgelegt und Bedingungen für die Ausführung der Operation definiert werden. Anders formuliert: Als „feature target dataset“ wird „Network_FD“ gewählt, „Wien_clip“ dient als Input für das Straßennetz, die „Searchdistance“ wird auf 100 Meter festgelegt, und es wird eine Where-Klausel für Fußgängerbedingungen definiert, die bei „TOW_Pedestrian“ (für Befehle in Digitalisierungsrichtung) und „BKW_Pedestrian“ (für Befehle gegen die Digitalisierungsrichtung) nur Kanten mit dem Wert 1 erlaubt.

Der Output dieser Aktion sind sogenannte StopConnectors: Verbindungslinien zwischen den Stops (gemäß GTFS-Daten) und den neu hinzugefügten „StopsOnStreets“. Diese Linien sind in der aktuellen

Logik lediglich als „gedankliche Verbindungen“ zu betrachten, zumal sie nur GIP und GTFS-Daten verknüpfen.

4.3.2.4. Problematik des Stops-On-Street-Algorithmus und Lösung

Obwohl der Algorithmus korrekterweise nur die für Fußgänger passierbaren Kanten berücksichtigt, scheinen die Verbindungskanten zwischen U-Bahn-Stationen und Straßen willkürlich zu sein und spiegeln nicht die tatsächlichen Gegebenheiten wider. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass die Wege zu und von den U-Bahn-Stationen nicht in der GIP-Grundlage vorhanden sind, was eine zusätzliche Unschärfe für das Modell darstellt. Zwar könnten in einem späteren Schritt des Netzwerkaufbaus die oben genannten Stop-Connectors mit der benötigten Zeit belegt werden, eine solche Funktion würde allerdings nur eine relativ allgemeine Annäherung zur Berechnung der Zugangszeit zulassen. Es ist daher genauer, in einem Zwischenschritt alle Zugangswege zu den betrachteten U-Bahn-Stationen zu erfassen.

Für bereits bestehende Stationen wurden dabei die Datenstände der openstreetmap mit einer eigenen Erhebung kombiniert. OpenStreetMap erwies sich als besonders nützlich, weil sie für die meisten Stationen alle Bahnsteige und Zugänge enthält, sodass diese Details bei der gleichzeitigen Anzeige der GIP-Basisdaten ergänzt werden konnten. Da jedoch die Position der "Stationspunkte" des GTFS-Datensatzes in Bezug auf den Snapping-Algorithmus (Schritt 3 in Abschnitt 3.1) einen wesentlichen Einfluss hat, waren beim Einzeichnen der Kanten teilweise Kompromisse erforderlich. Alternativ müssten die GPS-Koordinaten jeder U-Bahn-Station (in den GTFS-Daten) manuell angepasst oder ein Schema mit einer zusätzlichen Attributspalte und einer weiteren Regel für das Snapping erstellt werden. Es sollte auch erwähnt werden, dass sowohl die selbstgezeichneten Kanten als auch die GIP-Basis lediglich eine Annäherung an die Wirklichkeit darstellen können. Ein detaillierter Blick auf die GIP oder ein Vergleich mit Kartenmaterial offenbart zwar Ungenauigkeiten, folgt aber einer logischen und zweckdienlichen Perspektive, um eine umfassende Basis zu bieten.

Nachdem diese Verbindungskanten eine essenzielle für die Zugänge zur U-Bahn-Station spielen und somit auch eine zeitliche Komponente im Hinblick auf den zurückzulegenden Weg darstellen, wurde im GIP-Datensatz eine weitere Spalte namens „Connection“ angelegt. Für jede zu zeichnende Kante wird ein Zahlenwert notiert: 0 steht für einen horizontalen Weg, 1 für eine Rolltreppe, 2 für Treppen und 3 für einen Aufzug. Diese Kennung wird für den Aufbau des Netzwerkes für die Reisezeitberechnung bzw. den Zu / Abgangsweg wieder benötigt.

Um die Höhenüberwindung angemessen darzustellen, wurden folgende Annahmen getroffen: Für die Verbindungstypen 1 und 2 wird eine reduzierte Horizontalgeschwindigkeit angenommen, die der einer Rolltreppe entspricht, um die Steigung einzubeziehen. Für die Erschließung mittels Aufzugs wurden Verbindungskanten eingezeichnet, deren Länge in Metern jedoch nachträglich angepasst wurde, um die Berechnung der erforderlichen Zugangszeit nicht über die Länge, sondern über die Zeit zu integrieren. Um diesen Ansatz korrekt zu implementieren, wurde bei der Berechnung der Zugangszeit nicht durch die jeweilige Geschwindigkeit dividiert, sondern durch 1. So konnte im Gegensatz zu allen anderen Kanten bereits mit der $Zeit/1$ statt $Weg/Zeit$ gerechnet werden.

Hintergründe in der Verknüpfungslogik der Netzwerke

Nachdem die adaptierte Variante der Netzwerkgrundlage mit den GTFS-Daten neu verknüpft wurde, kann das Networkdataset erstellt werden, indem man mit der rechten Maustaste auf das Netzwerkdataset klickt und „Build Network“ auswählt, um den Prozess zu starten. Mithilfe der Properties im Networkdataset kann unter Source Settings und Group Connectivity die Logik der Verknüpfungen bzw. Umstiege festgelegt werden. Dadurch entsteht eine Wegekette, die aus Straßenkante, Hilfskanten für U-Bahn-Passagen und Bahnsteige, StopsOnStreets, StopConnector, Stops bis hin zum Fahrzeug oder der Linie reicht. Die dementsprechende Gruppenkonnektivität ist gemäß der Abbildung 14 einzustellen.

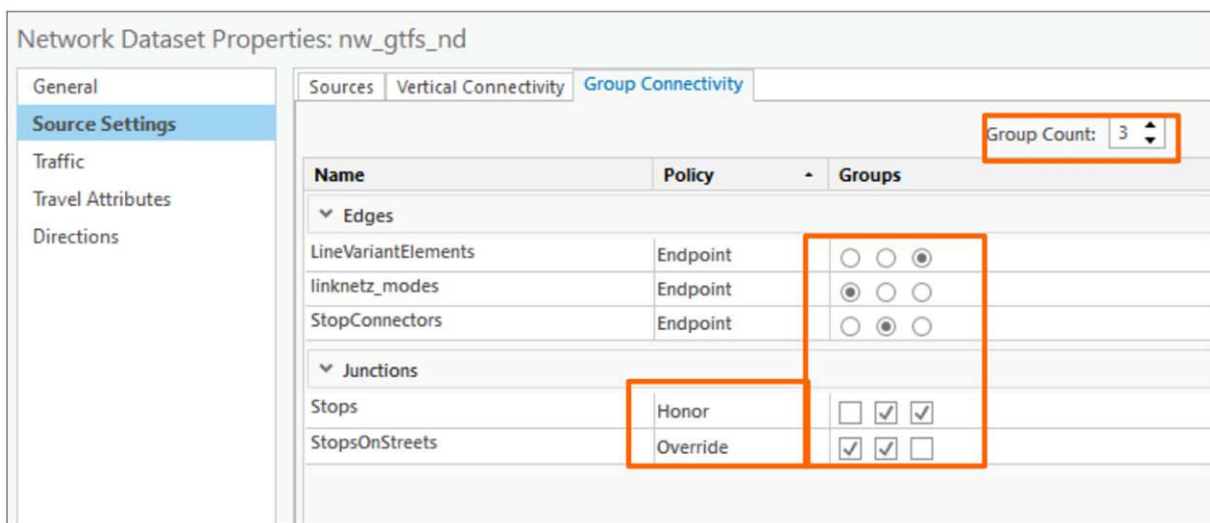


Abbildung 15: Parameter für die Verknüpfung der GTFS-Daten und Stationen und der GIP, aus (Kalasek & Pühringer, , S. 11)

Definition der Reisemodi und Benützung des öffentlichen Verkehrs

Um das anfänglich erstellte Network-Dataset ÖV-Routing fähig zu machen, müssen in den „Properties“ einige Einstellungen vorgenommen werden:

- Definition der „Costs“, Modus fußläufige Erreichbarkeit („Gehzeit“)

Der erste Schritt in der Reisekette ist der Zugang zur Station des jeweiligen öffentlichen Verkehrsmittels. Dabei müssen die "Zeitkosten" berücksichtigt werden, die unter den Properties des Netzwerk-Feature-Datasets > ‚Travel-Attributes‘ > ‚Costs‘ festgelegt werden. Für den fußläufigen Zu/Abgang wird der Modus „Gehzeit“ angelegt. Um verschiedene Zugangswege und deren Geschwindigkeiten zu berücksichtigen, wird ein spezifisches Python-Skript eingesetzt, das abhängig vom Wert in der Spalte „Connection“ unterschiedliche Geschwindigkeiten nutzt. Hierbei wird jede Kante anhand ihres Wertes in der Spalte „Connection“ überprüft und die angegebene Distanz in Metern (im Feld „Shape_Length“) durch die zugehörige, im Wert angegebene Geschwindigkeit dividiert. Im Fall "3" (Aufzug) wurde das Feld Shape_Leng vorab auf 1 gesetzt, damit $1/1 = 1$ resultiert und folglich eine Minute als Zeitdauer für das Überschreiten dieser Kante angenommen wird.

Für die unterschiedlichen „Connection“-Werte werden folgende Geschwindigkeiten verwendet:
„0“ (Horizontal) = 80,4 Meter pro Minute (normale Fußgeschwindigkeit) (Weidmann, 1993, S. 34)
„1“ (Rolltreppe) = 39 Meter pro Minute (Wiener Linien GmbH & Co KG, 2022)
„2“ (Stiegen) = 37,5 Meter pro Minute Horizontalgeschwindigkeit (Weidmann, 1993, S. 52)
„3“ (Aufzug) = 30 Sekunden Fahrzeit + durchschnittliche Wartezeit von 30 Sekunden = 60 Sekunden bzw. eine Minute (eigene Erhebung)

- Definition der „Costs“, Modus ÖV („OEV_Zeit“)
Anlegen eines Reisemodus „OEV_Zeit“ und Definition des Types der LineVariantElements (die in 4.3.2.2. beschriebenen „Luftlinienverbindungen“) als „Public Transport“. Um die Zugangszeit im Straßennetz darzustellen, muss eine Funktion basierend auf der Gehzeit * 1 erstellt werden, damit sie direkt in die Berechnung einfließen kann.
- Anlegen der Fußweg-Bedingung
Um bei der Berechnung und dem Routing ausschließlich die Kanten zu verwenden, die das Zu-Fuß-Gehen gemäß GIP zulassen, muss eine Bedingung unter „Restrictions“ im Reiter „Travel Attributes“ hinzugefügt werden: Dabei sind in der Attributspalte der Kanten die Werte TOW_Pedestrian und BKW_Pedestrian zu erwähnen, welche das Gebot in Digitalisierichtung (Towards) und gegen die Digitalisierichtung erlauben (Backwards). Für den Fall, dass (zumindest) eines dieser Attribute den Wert 1 aufweist, ist die Fortbewegung als Fußgänger*in gestattet. Demnach lautet die Bedingung: Die Kante muss in „BKW_Pedestrian“ oder „TOW_Pedestrian“ den Wert 1 haben, sonst darf sie für das Routing nicht verwendet werden. Der verwendete Code ist im Anhang zu finden.
- Anlegen des Travelmodes („OEV_Reisezeit“) für die OD-Matrix
Die definierten Costs wie "Gehzeit" und "ÖV-Zeit" müssen in einem "Travelmode" miteinander verknüpft werden, um die Berechnung der Kette aus Zugangsweg, Verkehrsmittel und Abgangsweg korrekt durchzuführen: Dabei ist die Impedanz der Berechnung (Widerstand) die benötigte Zeit mit den öffentlichen Verkehrsmitteln, wobei diese bereits den Zu- und Abgangsweg mittels „Gehzeit“ berücksichtigt. Für das Feld „Distance“ muss die bereits vorgegebene „Cost Distance“ ausgewählt werden, um den räumlichen Bezug für die Berechnung zu gewährleisten.
- Anlegen des Travelmode („Zugangsweg“) für die Erstellung der Einzugsbereiche
Zur Erstellung der Berechnungsgrundlage für die Ermittlung der Adresspunkte im Einzugsgebiet wird zusätzlich ein Travelmode „Zugangsweg“ eingerichtet. Dieser wird nicht durch die Weg-Zeit definiert, sondern ausschließlich über die Distanz entlang der Kanten zu den festgelegten Punkten (Mitte zwischen den Straßenbahnstationen in beiden Richtungen sowie das Eingangsgebäude der U-Bahn-Station an der Oberfläche).
- Durch einen erneuten "Build" per Rechtsklick auf das Netzwerk-Datenset werden die Änderungen übernommen und das Netzwerk steht für Berechnungen zur Verfügung.

4.3.2.6. Auswahl der Origins und Destinations für die OD-Matrix

Um die Origins (Ausgangspunkte) der zu berechnenden OD-Matrix zu generieren, wurde folgender Ansatz gewählt: Zunächst wurde ein neuer Layer erstellt, in dem für die Straßenbahnhaltestellen und die Eingänge der U-Bahn-Stationen entlang der betrachteten Korridore jeweils die Einzugsgebiete berechnet wurden. Bei den Straßenbahnstationen wurde der ungefähre Mittelpunkt zwischen den Stationen (unter Berücksichtigung beider Fahrtrichtungen) im GIP-Netz als Referenzpunkt festgelegt. Für die U-Bahnstationen wurde lediglich der Übergangspunkt vom Straßennetz zu den im Stationsgebäude eingezeichneten Verbindungskanten gewählt, um Unschärfen durch selbst gezeichnete Kanten zu minimieren und weil angenommen wird, dass der Weg innerhalb der Station nicht zum Einzugsbereich zählt.

Im nächsten Schritt wurde für Straßenbahnstationen ein Einzugsgebiet von 300 Metern und für U-Bahnstationen ein Einzugsgebiet von 500 Metern festgelegt. Dies geschah unter Berücksichtigung des Travelmodes „Zugangsweg“ und mit Einsatz des Features Service-Area (80 Meter Polygon-Trim-Distance sowie Dissolve). Diese beiden Layer wurden im nächsten Schritt mittels der Funktion „Merge“ zusammengefügt und stellen die Grundlage für die Verschneidung mit den Adresspunkten der Stadt Wien dar. Dieser Ansatz berücksichtigt sowohl Verbesserungen als auch Verschlechterungen für das Einzugsgebiet der betroffenen U-Bahn- und Straßenbahnlinien im Rahmen der jeweils betrachteten Szenarien. Die erwähnten Adresspunkte (Magistrat Wien - Magistratsabteilung 37 – Baupolizei, 2024) wurden von der OGD-Plattform der Stadt Wien auf Bezirksebene heruntergeladen, entsprechend kombiniert und zuletzt mittels einer Clip-Bedingung verarbeitet. Dadurch beinhaltet das Ergebnis dieser Verschneidung ausschließlich jene Adresspunkte, die im Einzugsbereich der betrachteten Linienbündel liegen.

Für die Erstellung der Destinationen könnte theoretisch derselbe Datensatz verwendet werden, jedoch wird diese Idee wegen der hohen Rechenanforderungen und der komplexen Auswertung verworfen. Deshalb wurde erneut eine eigene Ebene für die Ziele erstellt, und es wurden jeweils zwischen 20 und 27 Points of Interest ausgewählt. Diese sollen nicht nur Umstiegs-knotenpunkte und markante Strukturen umfassen, sondern auch allgemeine Aussagen über die Zugänglichkeit verschiedener Bereiche ermöglichen. Eine nähere Beschreibung der Hintergründe und der Auswahlkriterien dieser Punkte befindet sich in den Kapiteln 4.4.1.4., 4.4.2.4., 4.4.3.4.

4.3.2.7. Bildung der OD-Matrix mithilfe der Transit-Analyst-Tools und deren Auswertung

Sofern die Schritte 3.3.2.1 bis 3.3.2.6 problemlos abgeschlossen wurden, kann mithilfe der extern zu beziehenden Transit-Analyst-Tools (Morang, 2023) eine über einen Zeitraum gerechnete Erreichbarkeitsmatrix unter Verwendung aller aufbereiteten Daten berechnet werden. Das bereits erstellte Netzwerk im Network-Dataset beinhaltet dabei alle relevanten Grundlagen. Für die Origins und Destinations werden die in 3.3.2.5. erstellten Adresspunkte und POIs herangezogen. Die festgelegte Zeitspanne ist in allen Fällen der 12.09.2023 zwischen 6:15 und 8:45 Uhr morgens, um einen erweiterten Vergleichszeitraum zu ermöglichen. Eine Analyse könnte ebenfalls in der gleichen Woche von 16 bis 19 Uhr stattfinden, basierend auf den im GTFS-Datensatz festgelegten Zeiträumen. Zur Auswertung der generierten Matrizen werden Durchschnittswerte gebildet, basierend auf den Adresspunkten zu allen Points of Interest und umgekehrt, von allen Points of Interest zu den Adresspunkten. Sie bilden den Ausgangspunkt für die Karten und die entsprechenden Ergebnisse.

4.3.2.8. Berechnung der Zugangswege zur nächsten Straßenbahn- / U-Bahn-Station

Um eine zusätzliche Ebene in der gestellten Frage zu berücksichtigen, wurden die Zugangswege zur nächsten Straßenbahn bzw. U-Bahn-Station im Korridor berechnet. Die Bezeichnung „nächste“ Station ist in diesem Kontext nur teilweise zutreffend, da sie sich auf die benötigte Zugangszeit bzw. Zugangsdistanz zur nächsten Station des jeweiligen im Korridor betrachteten Verkehrsmittels bezieht. Das Ziel bestand darin, eine einfache Gegenüberstellung der Zugangszeit und -distanz zur U-Bahn im Vergleich zur Straßenbahn zu erstellen. Hierfür wurde ein einfaches Routing mithilfe der Straßenbahn-Haltestellen (jeweils räumlich gemittelt für zwei Fahrtrichtungen) sowie eigens angelegten Punkten an jeweils beiden Bahnsteigenden des U-Bahn-Bahnsteiges herangezogen, um die Erreichbarkeit des Fahrzeuges zu simulieren.

4.4. Korridorspezifische Einflussfaktoren und Daten sowie Erläuterung zu den Modellfällen

Um die Arbeit besser zu strukturieren, werden in diesem Kapitel nur die korridorspezifischen Hintergründe erwähnt und beschrieben. Diese sind somit als „ausgelagerter Teil“ der Methodikkapitel 3.2. und 3.3. zu betrachten und erklären die Hintergründe der angenommenen Fahrzeiten, Verbindungskanten und Stationslagen.

4.4.1. Korridor 1: U3 und L52 / 49 (Deckungsgleicher bzw. Räumlich relationaler Parallelverkehr)

Rekonstruktion der Straßenbahnlinie 58

Wie schon in Abschnitt 4.3.1. erwähnt, basiert die Rekonstruktion der Haltestellen und Fahrzeiten häufig auf der Auswertung und Recherche alter Datenbestände. Die Informationen zu den Straßenbahnlinien entlang der inneren Mariahilfer Straße (Linie 52 und 58) wurden mithilfe eines alten Stadtplan (Falk, 1981) und historischer Fahrpläne (Verkehrsverbund Ost-Region, 1987) ermittelt. Da die Fahrzeiten nahezu identisch mit dem bestehenden Fahrplan für den äußeren Ast (Westbahnhof-Baumgarten) sind, wird die Fahrzeit zwischen Gürtel und Ring aus dem alten Fahrplan als Berechnungsgrundlage übernommen (vom Ring, Babenberger Straße nach Baumgarten in 30 Minuten). In den Abschnitten, wo die Fahrzeiten lediglich für Teilstrecken und nicht von Station zu Station angegeben sind, wurde die vorgegebene Zeit gleichmäßig auf die durchfahrenen Stationen verteilt. Die fehlenden Stationen entlang der inneren Mariahilfer Straße wurden anhand des Stadtplans und mithilfe von alten Fotos rekonstruiert.

Erstellung der U3-Abgänge entlang der U-Bahn-Stationen

Für die Digitalisierung der Zugänge im Bereich der U3-Stationen konnte mehrheitlich auf die OpenStreetMap zurückgegriffen werden. Bei den Stationen Neubaugasse und Zieglergasse war aufgrund der Positionierung der GTFS-Stationen-Punkte und der über zwei Ebenen verteilten Bahnsteige für bestimmte Zugangssituationen ein Kompromiss erforderlich. Die Positionen der Stationen Schweglerstraße und Johnstraße konnten nur durch einen Abgleich mit der Brücken- & Tunnel-Information¹⁵ der Stadt Wien und in Kombination mit einer persönlichen Überprüfung festgelegt werden. Bestehende Treppenanlagen wurden zunächst persönlich inspiziert und anschließend so präzise wie möglich digital umgesetzt.

Hintergründe zu den erstellten Szenarien

Zur Beantwortung der Forschungsfragen werden verschiedene Szenarien erstellt, welche im nächsten Schritt miteinander verglichen werden. In allen Szenarien, in denen die Linie 52 entlang der inneren Mariahilfer Straße verkehrt, wird sie auf dieser Strecke mit einem 7,5-Minuten-Takt modelliert, unter der Annahme, dass die U3 die grundlegende Betriebsbedingung darstellt. Daher wird angenommen, dass eine zusätzliche Straßenbahnlinie entlang der inneren Mariahilfer Straße ein redundantes Angebot im Vergleich zur U-Bahn bedeuten würde. Mit den Stationen, dem Taktgefüge, den Fahrzeiten

¹⁵ (<https://www.wien.gv.at/bruecken/public/start.aspx>).

und dem erwähnten Python-Skript wurden so die erforderlichen Zeilen für die Datei stoptimes.txt generiert. Die weiteren notwendigen Trip_Ids und Route_Ids wurden gemäß dem Schema in Kapitel 4.3.2.1. erstellt und in die entsprechenden Datenpakete integriert. Bei der Entwicklung der jeweiligen Betrachtungsszenarien wurden folgende Annahmen getroffen:

- **Szenario 1** symbolisiert einen unerwarteten „Totalausfall“ der Linie U3 im Bestand, um zu analysieren, ob die Straßenbahnlinie 49 etwaige Fahrtzeitverluste kompensieren kann. Für dieses Szenario wurden die Trip-ID-Zeilen der U3-Linie aus dem GTFS-Datenbestand des Sommers 2023 entfernt.
- **Szenario 2** beschreibt die Bestandssituation und zeigt daher keine Veränderungen im Datenbestand auf.
- **Szenario 3:** untersucht die Bestandssituation ohne die Straßenbahnlinie 49. Dafür wurden die TRIP_ID-Zeilen der Linie 49 aus dem entsprechenden GTFS-Paket entfernt.
- **Szenario 4** stellt die „Vollvariante“ des Parallelverkehrs dar, indem es die ehemalige Straßenbahnlinie 52 entlang der inneren Mariahilfer Straße mit ihren früheren Haltestellen und Fahrzeiten rekonstruiert wurde. Es wird ein 7,5-Minuten-Takt für die Linie 52 angenommen, und eine Route von Burgring über den Westbahnhof bis Baumgarten wird eingerichtet, während die Daten der „tatsächlich existierenden“ Linie 52 gelöscht werden.
- **Szenario 5** versucht die Wirkungen der Linie 52 im Korridor ohne Einfluss der Linie 49 zu untersuchen. Hierbei werden die Daten zur Linie 49 entfernt und die modellierten Daten der Linie 52 wie in Szenario 4 integriert.

Hintergründe zu den ausgewählten Points of Interest

Die gewählten Points of Interest für die Analyse sind selbst gewählt und folgen dabei den Kriterien wurden eigenständig bestimmt und folgen dabei festgelegten Kriterien: Umstiegsknotenpunkte, bedeutende Schulstandorte, Bezirkszentren und zentrale Strukturen sollen durch ihre Verteilung entlang der Einzugsgebiete im Korridor auch eine symbolische Bedeutung für die Viertel haben. Die nachstehende Tabelle bietet einen Überblick über die ausgewählten Standorte und deren Hintergründe.

OID	Orte	Aufnahmegrund	Longitude	Latitude
0	Volkstheater	Umstiegsknotenpunkt	16,360345361617E	48,206483861125N
1	Maria-Theresien-platz	Museen	16,361790283829E	48,205118196908N
2	Museumsquartier	Museen	16,358728902428E	48,203331576356N
3	Burgring	Ringlinien, Burggarten	16,363711532991E	48,203959171715N
4	Getreidemarkt	TU-Gebäude, AHS	16,362280725504E	48,201223246030N
5	Spittelberg	Abdeckung, Zentrumszone	16,355229917478E	48,203311062450N
6	Siebensternplatz	Zentrumszone	16,351206589356E	48,202256782694N
7	Esterhazy-Park	Kino, Museum	16,354068979395E	48,197668136810N
8	Gerngross	Einkaufszentrum	16,353561490642E	48,199607698477N
9	Schottenfeld	Kirche, Abdeckung, Orientierung	16,345023972969E	48,201834113119N
10	Hofmühlgasse	Zentrumszone	16,350557794147E	48,194738170148N
11	Stadthalle	Umstiegsknotenpunkt	16,337477418593E	48,201594746198N
12	Stadthallenbad	Freizeiteinrichtung	16,331604323570E	48,200501121768N
13	Stättemayergasse	Schwegler Straße U3	16,327302075111E	48,198034477611N
14	Schmelzbrücke	Schule	16,329700119667E	48,195916237306N
15	Neubaugasse	Zentrumszone	16,350120245171E	48,198308469746N
16	Garbergasse	Krankenhaus, Schulen	16,344772475364E	48,192499784463N
17	Westbahnhof	Umstiegsknotenpunkt	16,339523183561E	48,195757992003N
18	Zieglergasse	Zentrumszone	16,339523183561E	48,195757992003N
19	Selzergasse	VS, Pflegeheim	16,323117964513E	48,196705398915N
20	Meiselmarkt	Zentrumszone	16,319011648637E	48,199087014680N
21	Schmelz	Sportzentrum, Schule	16,319774598240E	48,202827607185N
22	Hütteldorfer Straße	Zentrumszone	16,312426689250E	48,199026124679N
23	Breitensee	Umstiegspunkt	16,306270935045E	48,198444416736N
24	Staglasse	Zentrumszone	16,335242786114E	48,194191397803N

Tabelle 3: Gewählte Points of Interest im Korridor 1 (U3) (eigene Darstellung)

4.4.2. Korridor 2: U2 und Linie 21 (Deckungsgleicher Parallelverkehr)

Hintergründe und GTFS-Daten zur Rekonstruktion der Straßenbahnlinie 21

Für die Rekonstruktion der Linie 21 wurde ein Fahrplan aus dem Jahr 2005 herangezogen (*Wien VOR Fahrpläne Mai 2000-05*). In Anlehnung an Kapitel 3.4.2.2 wurden die Haltestellen mit einem alten Stadtplan abgeglichen. Oftmals wurden bereits existierende, identische (Nacht-)Bushaltestellen als Haltestellen für die Linie 21 verwendet oder, falls nicht vorhanden, neu eingerichtet (siehe Tabelle im Anhang). Die Fahrzeiten laut dem Tabellenfahrplan dienten als Basis, und die erforderlichen Daten für die `stoptimes.txt` wurden mit einem 7,5-Minuten-Takt berechnet. Die entsprechenden `Trip_IDs` und `Route_IDs` wurden, wie bereits ausgeführt, definiert.

The image shows a printed tram timetable for Line 21, titled 'Schwedenplatz - Praterkai'. It includes a table with columns for station names and departure times. Below the table, there is a section titled 'Sportveranstaltungen und Messen' (Sports events and fairs) with text explaining that the line is reinforced during these events and listing specific routes to various stadiums and the Prater fairground.

Abbildung 16: Fahrplan Linie 21 (2005) (Timetable World 2024)

Erstellung der U2-Abgänge entlang der U-Bahn-Stationen

Für die Zugänge zu den Bahnsteigen der U2 wurde ausschließlich auf die Daten von OpenStreetMaps zurückgegriffen, sodass sie lediglich nachgezeichnet und eingefügt werden mussten. Bestehende „sich windende Stiegenanlagen“ wurden dabei analog zu jenen der U3 eingezeichnet. Es wurde angenommen, dass an den Haltestellen Krieau und Stadion aufgrund der relativ kurzen Stufenanlagen diese gegenüber dem Aufzug bevorzugt werden, weshalb der Aufzug in der Darstellung weggelassen wurde.

Hintergründe zu den erstellten Szenarien

Die erstellten Szenarien der Analyse sind im Folgenden kurz beschrieben. Alle Varianten repräsentieren ein Szenario, das sich der zuvor existierenden Realität annähert. Kleinere Änderungen wie Taktgefüge oder Linienführungen, sofern nicht anders vermerkt, sind nicht einbezogen und basieren auf dem Stand des Sommers 2023 (oder wurden entsprechend angepasst). Besonders das Linienbündel 11A/11B wird in diesen Szenarien nur vereinfacht adaptiert. So wurde die Linie 11A im Zuge der U2-Verlängerung im Jahr 2008 vom Elderschplatz bis zur Krieau sowie 2010 bis zum Stadion verlängert. Darüber hinaus wurde im Jahr 2010 die Linie 11B von Norden kommend bis zur Hillerstraße (eine Station vor dem Elderschplatz) eingeführt. (SPÖ Rathausklub Presse, 2010; Wiener Linien GmbH & Co KG, 2008). Um dem erheblichen Aufwand zu entgehen die Linie 11A bis zum Elderschplatz neu zu modellieren, wurde diese aus den jeweiligen Datenätzen entfernt und soll durch den Betrieb der Linie 11B (bis zur Hillerstraße) symbolisiert werden. Die Linie 5B ist ebenfalls Teil der „adaptierten Buslinien“ obwohl sie erst im Jahre 2012 eingeführt wurde (Gonzalez, 2024a). Dem Modell kann in diesem Fall eine gewisse Unschärfe vorgeworfen werden, jedoch hätte eine detailliertere Rekonstruktion des Ursprungszustandes den Arbeitsaufwand erheblich erhöht. Die erstellten Szenarien folgen dabei den folgenden Annahmen:

- **Szenario 1** symbolisiert den plötzlichen „Totalausfall“ der Linie U2, um die Abhängigkeit bzw. die Auswirkungen auf das Gebiet zu veranschaulichen. Deshalb wurden die Daten der Linie U2 aus dem Datenbestand entfernt.
- **Szenario 2** stellt den Bestand dar und nutzt den originalen GTFS-Datensatz als Grundlage. Teil dieses Datensatzes die U-Bahnlinie U2 sowie die Buslinien, die nach der Verlängerung der U2 eingeführt oder angepasst wurden, wie die Linien 5B, 82A und 11A.
- **Szenario 3** dient als „roher“ Vergleich zu einer skizzierten Parallelverkehr-Variante der U2 und der Linie 21. Dieser Datensatz enthält zwar die U2, jedoch wurden im Unterschied zum Original die Buslinien, die als Ersatz für die Linie 21 eingeführt wurden, entfernt.
- **Szenario 4** beschreibt die Situation des Parallelverkehrs zwischen der U2 und der Linie 21. Die im Rahmen der U2-Verlängerung angepassten oder neu eingeführten Buslinien sind hierbei nicht berücksichtigt. Die Rekonstruktion der Linie 21 erfolgt gemäß der Recherche mit einem Takt von 7,5 Minuten.

Hintergründe zu den ausgewählten Points of Interest

Die gewählten Points of Interest für die Analyse sind selbst gewählt und folgen dabei den Kriterien wurden eigenständig bestimmt und folgen dabei festgelegten Kriterien: Umstiegs-knotenpunkte, bedeutende Schulstandorte, Bezirkszentren und zentrale Strukturen sollen durch ihre Verteilung entlang der Einzugsgebiete im Korridor auch eine symbolische Bedeutung für die Viertel haben. Die nachstehende Tabelle bietet einen Überblick über die ausgewählten Standorte und deren Hintergründe.

OID	Orte	Aufnahmegrund	Long	Lat
0	Schwedenplatz	Umstiegs-knotenpunkt	16,377758054243E	48,211882519808N
1	Augartenspitz	Orientierungspunkt	16,380100561203E	48,219478608484N
2	AHS-Zirkusgasse	Schulstandort	16,386157245778E	48,218094060643N
3	Barmherzige Brüder	Krankenhaus	16,381802488366E	48,214618662766N
4	Volkertmarkt	Markt	16,384488319692E	48,222958339206N
5	Praterstern	Umstiegs-knotenpunkt	16,381802488366E	48,218628827955N
6	Riesenradplatz	Orientierungspunkt	16,396061777238E	48,217329047411N
7	Perspektivstraße Studentenwohnheim	Studentenwohnheim	16,403022208695E	48,216597180119N
8	Sigmund-Freud-Gymnasium	Schulstandort	16,403758131024E	48,220517786005N
9	Max-Winter-Park	Schulstandort	16,399914107674E	48,219528763756N
10	Messe-Prater Haupteingang	Messe-gelände	16,407817001601E	48,217594503317N
11	Elderschplatz	Orientierungspunkt	16,411061972697E	48,217866405996N
12	WU Wien	Universität	16,408327592381E	48,213157089448N
13	Viertel Zwei	Zentrumsbereich	16,413400786195E	48,212502345199N
14	Pensionistenwohnheim Prater	Soziales	16,418539989063E	48,213497164426N
15	Ernst-Happel-Stadion	Stadion	16,420394681567E	48,208632998781N
16	Zentraler Busbahnhof Wien	Umstiegs-knotenpunkt	16,424631994750E	48,209158116964N
17	Donaumarina	Zentrumsbereich	16,430635873412E	48,205988014857N
18	Praterkai S80	Umstiegs-knotenpunkt	16,441022609133E	48,199772685579N
19	KGV Unteres Heustadlwasser	Abdeckung	16,437718106992E	48,199621714860N
20	KGV Oberes Heustadlwasser	Abdeckung	16,434579008837E	48,201537404266N
21	Schottenring U4	Umstiegs-knotenpunkt	16,371008877482E	48,216942096254N
22	Morzinplatz - Airport Lines	Umstiegs-knotenpunkt	16,374492211566E	48,213153215328N
23	Schule Malzgasse	Schulstandort	16,376203471404E	48,220261317865N
24	Karmelitermarkt	Markt	16,377442334205E	48,216519780951N
25	Schule Stadtgutgasse	Schulstandort	16,384231881999E	48,219934975197N
26	Sport & Funhalle	Sportzentrum	16,396432001503E	48,220062998100N
27	ODEON-Theater	Theater	16,396432001503E	48,220062998100N

Tabelle 4: Gewählte Points of Interest im Korridor 2 (U2) – (eigene Bearbeitung)

4.4.3. Korridor 3: U5 und Linie 43 (Express-Parallelverkehr)

Hintergründe und GTFS-Daten zur Erstellung der U5

Bei der Planung der Linie U5 mussten häufig Annahmen hinsichtlich der Lage der Stationen und der Fahrzeiten gemacht werden, die auf Aussagen, Mitteilungen und veröffentlichten Plänen basierten. Auf Basis der gemessenen Distanzen (siehe Tabelle im Anhang) entlang der U5 werden die Fahrzeiten gemäß Tabelle 5 angenommen. Während der Hauptverkehrszeit wird ein Intervall von 3 Minuten zugrunde gelegt. Das Skript wurde mit diesen Daten programmiert, sodass die jeweiligen Stoptimes für das GTFS-Datenpaket erstellt wurden.

Stationsname	FR	Stop_ID	Lat	Long	geschätzte Fahrzeit
Frankhplatz - Altes AKH	Hernals	at:549:101:0:1	48.2153549149532	16.35646158284351	-
Arne-Carlsson-Park	Hernals	at:549:102:0:1	48.22162956941243	16.354113022742588	1
Michelbeuern-AKH	Hernals	at:549:103:0:1	48.22160428728574	16.34294086339196	2
Elterleinplatz	Hernals	at:549:104:0:1	48.21827481032068	16.331620982660034	2
Hernals S	Hernals	at:549:105:0:1	48.22311125857857	16.316846300296163	2
Hernals S	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:105:0:2	48.22306766583511	16.316810626237704	-
Elterleinplatz	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:104:0:2	48.21824502692994	16.33161724654211	2
Michelbeuern-AKH	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:103:0:2	48.221587553830894	16.34299890152899	2
Arne-Carlsson-Park	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:102:0:2	48.22160217458266	16.354067875320617	2
Frankhplatz - Altes AKH	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:101:0:2	48.21537497270442	16.356137741689164	1

Tabelle 5: Angenommene Haltestellen und Fahrzeiten für die U5-Modellierung (Tabelle reduziert, eigene Bearbeitung)

Erstellung der U5-Abgänge entlang der Stationen

Die Digitalisierung der Stationen und ihrer Zugangswege wurde soweit wie möglich auf Basis vorhandener Daten durchgeführt. Für die Stationen Frankhplatz, Arne-Carlsson-Park, Michelbeuern-AKH, Elterleinplatz und Hernalts wurden bestehende Renderings verwendet. Im Fall des Frankhplatzes konnten sogar detailliertere Aufgangssituationen über die U2xU5-App abgerufen werden (Planungsteam U5NEU2, 2021). Abgesehen von diesen Renderings sind die dargestellten Kanten somit eine Annäherung.



Abbildung 17: Schnittperspektive Station Arne-Carlsson-Park (Visualisierung Büro Mossburger / OLN - office le nomade) (Planungsteam U5NEU2, 2021, S.49)



Abbildung 19: Screenshot U2xU5 App - Station Frankhplatz



Abbildung 18: Rendering U5-Station Hernalts (MA18/ZOOMVP)



Abbildung 20: Schnittperspektive Station Michelbeuern (Visualisierung Architekt Mossburger / OLN – office le nomade) (Planungsteam U5NEU2, 2021, S. 56)

Hintergründe zu den erstellten Szenarien

Es ist anzumerken, dass die Szenarienbildung für den Korridor der Linie U5 aufgrund der bevorstehenden Änderungen an der Linienführung in umgekehrter Weise erfolgt. Die Modellierungsszenarien stellen sich daher wie folgt dar:

- **Szenario 1** untersucht die zeitlichen Auswirkungen eines plötzlichen Totalausfalls der U5 unter der Annahme, dass die Linie 43 im Parallelverkehr alle 7,5 Min-Takt verkehrt. Für diesen Datenbestand wurde die Linie U5 entsprechend den Annahmen aus Kapitel 4.4.3.1 modelliert, und die Linie 43 wurde mit einem Takt von 7,5 Minuten neu modelliert.
- **Szenario 2** stellt den aktuellen Bestand und somit den unveränderten GTFS-Datenbestand dar. Daher umfasst dieses Szenario keine U5-Linie und eine Linie 43 entsprechend ihrem derzeitigen Fahrplan.
- **Szenario 3** stellt die Reisezeiten unter der Annahme Parallelverkehr dar, wobei die Linie U5 gemäß zuvor festgelegten Annahmen fährt und die Linie 43 in einem 7,5-Minuten-Takt abfährt.
- **Szenario 4** basiert auf der Annahme, dass die Linie 43 komplett eingestellt wird, während die Linie U5 bis nach Hernalts fährt.

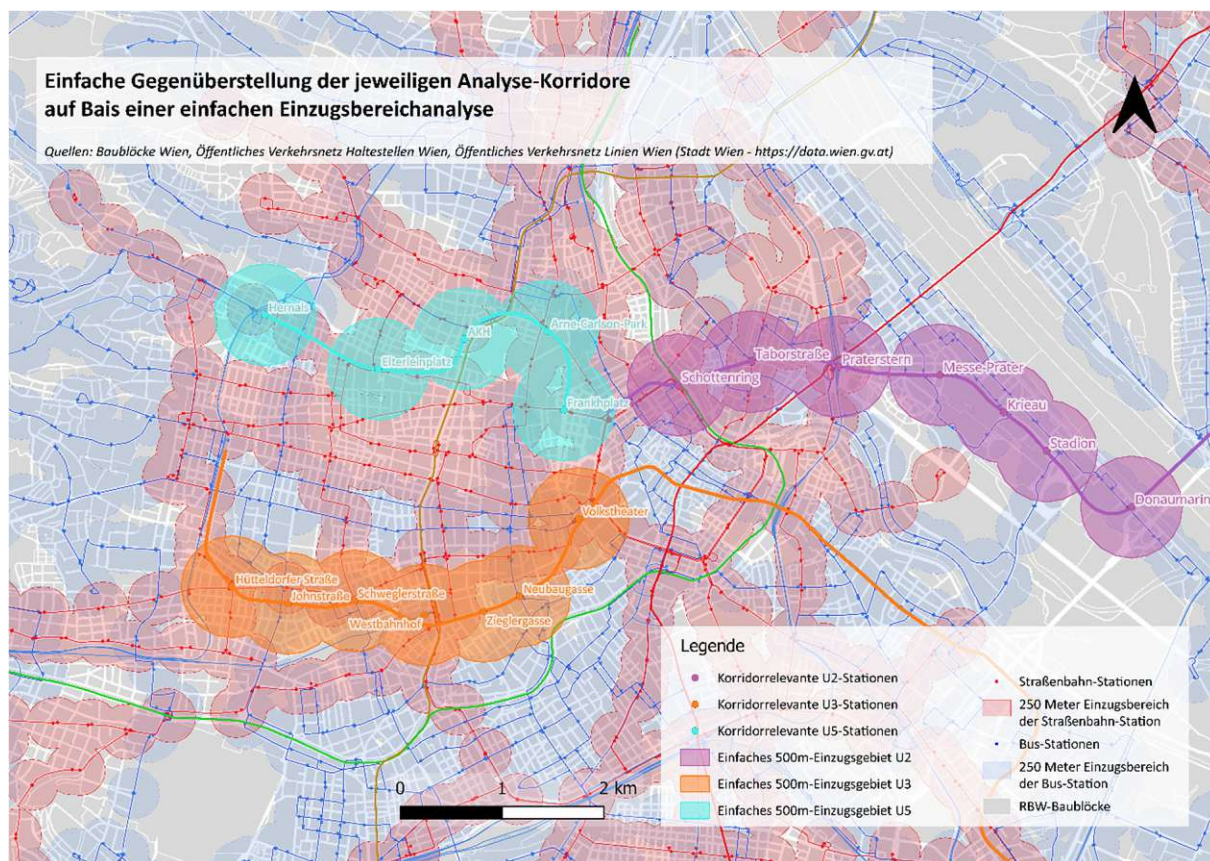
Hintergründe zu den ausgewählten Points of Interest

Die gewählten Points of Interest für die Analyse sind selbst gewählt und folgen dabei den Kriterien wurden eigenständig bestimmt und folgen dabei festgelegten Kriterien: Umstiegs-knotenpunkte, bedeutende Schulstandorte, Bezirkszentren und zentrale Strukturen sollen durch ihre Verteilung entlang der Einzugsgebiete im Korridor auch eine symbolische Bedeutung für die Viertel haben. Die nachstehende Tabelle bietet einen Überblick über die ausgewählten Standorte und deren Hintergründe.

OID	Orte	Aufnahmegrund	Long	Lat
0	Uni Wien Haupteingang	Universität	16,361132857523E	48,212994124049N
1	Schottentor U	Umstiegs-knotenpunkt	16,361576251269E	48,213533016327N
2	Altes AKH	Zentrumszone	16,353939309745E	48,214989244791N
3	Alser Str. / Skodagasse	Zentrumszone	16,349491012995E	48,215116807181N
4	Arne-Carlsson-Park	Umstiegs-knotenpunkt	16,353300988965E	48,222243344488N
5	Währinger Str. / Bergg.	Universität	16,359237965365E	48,217228524186N
6	Fakultät für Chemie	Universität	16,355885333122E	48,220515040902N
7	Alser Str. U	Umstiegs-knotenpunkt	16,341660030483E	48,217325282274N
8	Elterleinplatz	Zentrumszone	16,332346485125E	48,218079025829N
9	AKH-Haupteingang	Krankenhaus	16,344580427901E	48,220223165028N
10	Viktor-Vogl-Markt	Zentrumszone	16,336790527066E	48,223542455412N
11	Kutschkermarkt	Zentrumszone	16,344499506935E	48,224950711924N
12	Wattgasse Kreuzung	Umstiegs-knotenpunkt	16,321398096006E	48,221549520622N
13	HBLVA Rosensteingasse	Schule	16,326021294693E	48,221119680649N
14	Stöberplatz	Abdeckung	16,317115710785E	48,221057638077N
15	Lidlpark	Abdeckung	16,322871400139E	48,224082268106N
16	Parhamerplatz	Schule	16,328115337892E	48,216504365577N
17	AHS Geblergasse	Schule	16,333374984299E	48,216438357247N
18	Hernalser Friedhof	Orientierungspunkt	16,318126000835E	48,225232611621N
19	Kongressbad	Freizeit	16,312615953718E	48,221546431879N
20	Hernals S	Umstiegs-knotenpunkt	16,315019287881E	48,223492110000N
21	Dornerplatz	Orientierungspunkt	16,333624974778E	48,220900046124N
22	St. Anna Kinderspital	Krankenhaus	16,344289906999E	48,215809295096N
23	Dornbach Straßenbahn	Umstiegs-knotenpunkt	16,308350187091E	48,226253711100N

Tabelle 6: Gewählte POIs Korridor U5 (eigene Bearbeitung)

5. Ergebnisse und Auswertung der Erreichbarkeitsanalyse auf Korridorebene



Karte 9: Einfache Gegenüberstellung der Analyse-Korridore

Das nachfolgende Kapitel präsentiert die Ergebnisse und deren Auswertung. Die drei ausgewählten Korridore sind in Karte 9 zu sehen und folgen alle samt den Grundsätzen einer Radial- bzw. Durchmesserlinie, welche von der Inneren Stadt in Richtung stadtauswärts verkehren. Dabei entstehen ähnliche räumliche Bedingungen und die ausgewählten Beispiele können bedingt miteinander verglichen werden. Die hier abgebildeten Einzugsbereiche sind aufgrund der Darstellung einfache Umkreise, in den folgenden Analysebeispielen wurde jeweils mit dem genau berechneten Einzugsgebiet gearbeitet. Die Ergebnisse des Kapitels folgen dabei dem zuvor definierten Modell, somit sind Interpretationen darüber hinaus nur unter Berücksichtigung der vorab festgelegten Annahmen möglich.

5.1. Korridor 1 (U3): Volkstheater – Westbahnhof – Breitensee

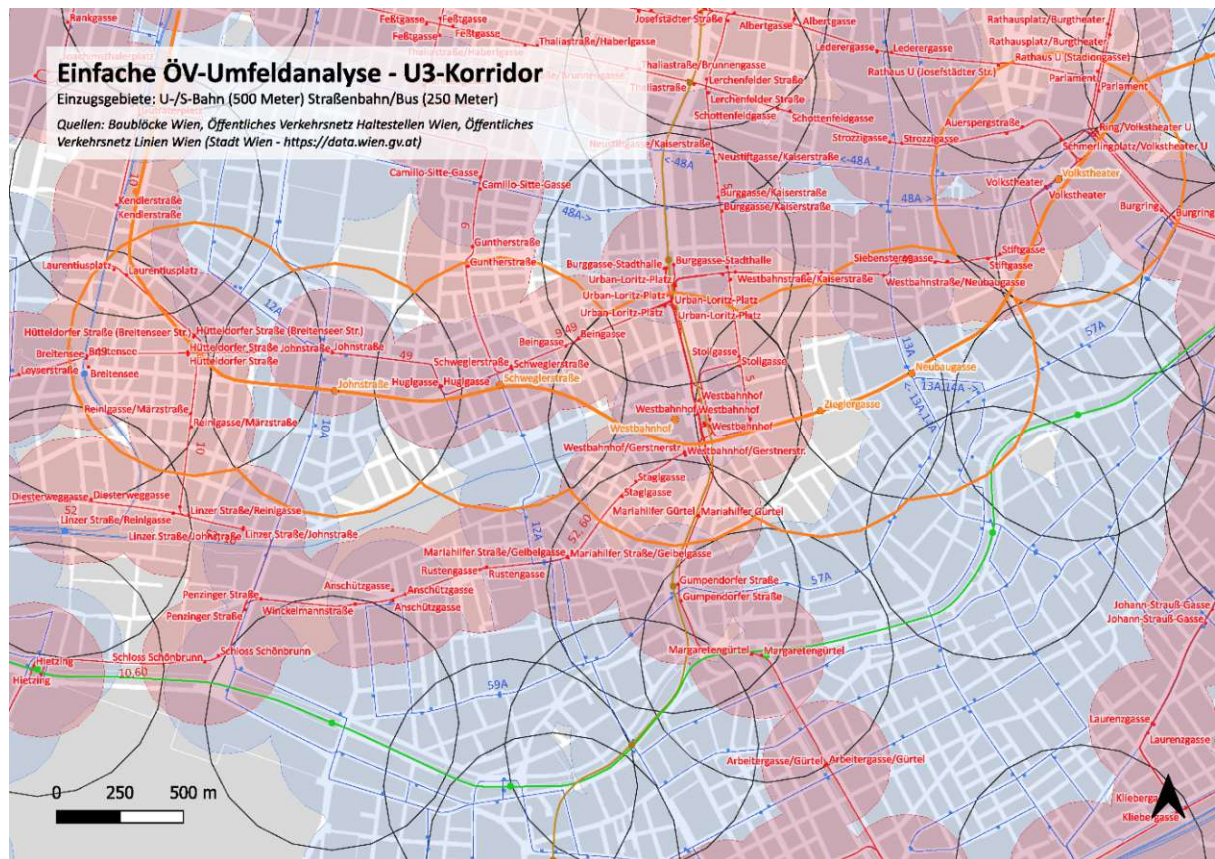
Bei der Analyse des U3-Korridors wurden 6624 Adresspunkte und 24 Points of Interest in 5 Szenarien untersucht, die als Basis für weitere Vergleiche dienen. Die Vergleiche resultieren aus einer Subtraktion der einzelnen Szenarien wie in den Tabellen dargestellt.

SzenarioNr	"Szenario-Name"	beinhaltet U3	beinhaltet Linie 49	beinhaltet Linie 52 -> Burggring
Szenario 1	U3-Ausfall	nein	ja	nein
Szenario 2	Bestandsituation	ja	ja	nein
Szenario 3	U3 statt L49	nein	ja	nein
Szenario 4	U3 mit L49 und L52	ja	ja	ja
Szenario 5	U3 mit L52 ohne L49	ja	nein	ja

Tabelle 7: Szenarien U3-Korridor (eigene Bearbeitung)

VergleichNr	"Vergleich-Name"	Gegenüberstellung (a - b)
V1	U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand	Szenario 3 - Szenario 4
V2	Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand	Szenario 1 - Szenario 2
V3	Einfluss der Linie 49 gegenüber einer Variante U3 ohne L49	Szenario 3 - Szenario 2
V4	U3 mit L52 (Burgring) und L49 gegenüber dem Bestand (U3 + L49)	Szenario 2 - Szenario 4

Tabelle 8: Vergleiche U3-Korridor (eigene Bearbeitung)



Karte 10: Einfache ÖV-Umfeldanalyse U3-Korridor (eigene Darstellung)

5.1.1. Vergleich V1 „U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand“

Zunächst soll ein Vergleich zwischen der „Vollvariante“ und der „Nullvariante“ angestellt werden. In diesem Fall wird Szenario 4, welches den Bestand sowie die Linie 52 in der inneren Mariahilfer Straße umfasst, mit Szenario 3 verglichen, das die U3 ohne die Linien 49 und 52, wie im Bestand vorhanden, darstellt.

Vergleich V1 auf Ebene der Adresspunkte:

Mit Blick auf die Reisezeitverlängerung der Adresspunkte ist das unmittelbare Einzugsgebiet der Linie 49 anhand der hellgelb und dunkelgelb gefärbten Adresspunkte relativ deutlich ablesbar. Deutlich erkennbar sind dabei die Ausgangspunkte direkt entlang der Linie 49 innerhalb des Gürtels, treten für diese doch Reisezeitverlängerungen von bis zu 3 Minuten bei einem Entfall der Linie 49 ein. Die Gründe für die geringe Differenz, trotz des Wegfalls einer Linie im direkten Einzugsgebiet, könnten entlang der leicht zu Fuß erreichbaren U3-Linie liegen, sowie in der Vielzahl an Points of Interest im südlichen Teil des Korridors. So sind die Points of Interest im 6. Bezirk ohnehin fußläufig oder durch die Linie 13A besser erreichbar und jene westlich des Gürtels durch einen Fußweg zur U3. Im Bereich der Stadthalle scheint sich jene zeitliche Grenze zu befinden, ab welcher die Adresspunkte fast „gleichermaßen“ U3 oder die Linie 49 zur Zielerreichung verwenden können, ohne dass sich die durchschnittlich benötigte Reisezeit um mehr als eine Minute verlängert.

Sichtbar sind aber auch die Konzentrationen dunkelgelb gefärbter Adresspunkte entlang der Huglgasse und des Meiselmarkts, wobei sich beide Ausschnitte in räumlicher Nähe zu U3-Stationen befinden. Insbesondere im Fall des Meiselmarktes kann man davon ausgehen, dass der lange Zugangsweg zum Bahnsteig der U3-Station Johnstraße den ausschlaggebenden Grund für die Ausprägung der Adresspunkte darstellt. Dass der lange Zugangsweg von der Hütteldorfer Straße aus einen wesentlichen Einfluss darstellt, erkennt man auch an der räumlichen Ausdehnung gelb gefärbter Adresspunkte nach Norden hin, nicht aber in die südliche Richtung. Es ist ebenfalls erkennbar, dass sich die Reisezeit für die Adresspunkte in der Umgebung des POI Breitensee um bis zu zwei Minuten verlängert sollte die Linie 49 entfallen. Es wird angenommen, dass die Kendlerstraße in diesem Bereich ungefähr die Grenze des Einzugsbereiches der U3 markiert, bis zu dieser ein Wegfall der Linie 49 nur minimale Auswirkungen auf dieses Einzugsgebiet haben würde. Folglich wird davon ausgegangen, dass der etwas längere Zugangsweg zur U3 zu einer Reisezeitverlängerung von bis zu drei Minuten führen kann. Es darf jedoch nicht vollständig ignoriert werden, dass auch hier die Linie 52 entlang der inneren Mariahilfer Straße einen, wenn auch kleinen Einfluss haben kann.

Angesichts der Tatsache, dass das zum Vergleich herangezogene Szenario 4 ebenfalls die Straßenbahnlinie 52 entlang der inneren Mariahilfer Straße vorsieht, lässt sich zunächst feststellen, dass diese in ihrem direkten Umfeld kaum nennenswerte Auswirkungen auf die durchschnittliche Reisezeit der Adresspunkte hat. So sind zwischen dem Burgring und dem Westbahnhof nur vereinzelt Adresspunkte ausmachen, bei denen eine Verlängerung der Reisezeit um mehr als eine Minute zu verzeichnen ist. Daher kann man davon ausgehen, dass die U3 für diesen Abschnitt eine nahezu gleichwertige Erschließung zur Erreichung der Zielpunkte darstellt. In diesem Fall können jedoch auch die Auswirkungen des Ausfalls der Linie 49 nicht vollständig ausgeschlossen werden, die in diesem Vergleich ebenfalls modelliert wurden. Es wird davon ausgegangen, dass die gelb markierten Adressen im Bereich der Staglgasse von einer Verlängerung der Linie 52 bis zum Burgring im Vergleich zur

aktuellen Kürzung bis zum Westbahnhof profitieren würden. Dies würde eine durchschnittliche Verlängerung der Reisezeit um bis zu zwei Minuten durch den Umstieg am Westbahnhof bedeuten.

Die genauen Ursachen für die Ausprägungen der Adresspunkte am südlichen Ende der Johnstraße sind schwer zu bestimmen. Sowohl der Entfall der Linie 49 als auch die bis zum Westbahnhof verkürzte Linie 52 könnten zu einer Verlängerung der Reisezeit beitragen. Nachdem allerdings die Station Linzer Straße/Reinlgasse der Linie 52 verhältnismäßig nahe ist, wird angenommen, dass die Führung der Linie 52 bis zum Westbahnhof der Grund für die drei Minuten durchschnittliche Reisezeitverlängerung gegenüber jener Variante mit einem Ende am Burgring bringt. Nicht gänzlich auszuschließen sind aber auch Umstiegsbeziehungen mit anderen Linien wie beispielsweise 10A-U3 statt 10A-49er. Generell kann man für dieses spezielle Gebiet ein größeres Potenzial feststellen.

Vergleich V1 auf Ebene der Points of Interest:

Betrachtet man das gleiche Szenario im Durchschnitt über die gewählten Zielpunkte, so zeigt sich ein ähnliches Bild, da die Erreichbarkeit der meisten Points of Interest eine Reisezeitverlängerung von unter einer Minute für den Vergleich aufweisen. Dabei lässt sich anhand jener POIs im Umfeld der Linie 49 die Rolle dieser Straßenbahnlinie anhand der durchschnittlichen Reisezeitverlängerung deutlich ablesen. Alle POIs, die sich im direkten Einzugsgebiet der Linie 49 befinden, jedoch keine nahe gelegene U3-Station aufweisen, tendieren zu höheren durchschnittlichen Reisezeitverlängerungen. Es wird davon ausgegangen, dass der POI Schottenfeld Kirche aufgrund des fehlenden Alternativangebots die längste durchschnittliche Reisezeitverlängerung von 3,1 Minuten aufweist.

Für alle anderen hellgelb gefärbten Zielpunkte wird angenommen, dass die Alternativroute über die U3 und mit anschließendem Fußweg berechnet wurde. Interessant ist in diesem Kontext die durchschnittliche Verlängerung der Reisezeit um 2,5 Minuten am POI Breitensee S. Es wird vermutet, dass dieser relativ geringe Wert durch das Routing von schneller Fahrzeit der U3 und dem eher langem Fußweg ist.

Auf den Seiten 84 und 85:

Karte 11: Vergleich U3_V1_AD U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand (eigene Darstellung)

Karte 12: Vergleich U3_V1_POI U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand (eigene Darstellung)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U3_V1_AD: U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 (300 Meter), sowie der Linien 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Szenario mit Straßenbahn zu dem ohne Straßenbahn dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

- 0 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9
- 2 - 2,9

◆ Definierte Points of Interest

Generalisierte Flächenwidmung
Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe

Baublöcke Wien

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U3_V1_POI: U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 (300 Meter), sowie der Linien 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Szenario mit Straßenbahn zu dem ohne Straßenbahn dar, gemittelt über die Adresspunkte auf die einzelnen POIs.

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die POIs in Minuten

- ◇ -0,1 - 0,1
- ◇ 0,1 - 0,49
- ◇ 0,5 - 0,9
- ◇ 1 - 1,9
- ◇ 2 - 2,9
- ◇ 3 - 3,9

Adresspunkte im Einzugsbereich

Generalisierte Flächenwidmung

Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

0 250 500 m

EPSG: 31256 - MGI / Austria GK East

5.1.2. Vergleich V2: „Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand“

Um die Frage der Abhängigkeit von der U-Bahn zu beantworten, wurde ein Vergleich V2 erstellt, indem das Szenario S2 (Bestand mit U3 und 49er) vom Szenario S1 subtrahiert wurde, und zwar auf der Ebene der Adresspunkte und Points of Interest.

Vergleich V2 auf Ebene der Adresspunkte:

Ein erster Blick auf die Karte offenbart deutlich den Einzugsbereich der Linie U3, erkennbar an der durchgängigen Färbung der Adresspunkte. Entlang der Lindengasse und Mariahilfer Straße wird der Einfluss des Einzugsbereichs der Linie 49 deutlich, die bei einem Ausfall der U3 die Verlängerung der Reisezeit teilweise ausgleichen kann. So sind im Vergleich zu den Adresspunkten im 6. Bezirk trotz ähnlicher fußläufiger Entfernungen zur U-Bahn im 7. Bezirk deutlich weniger Adresspunkte mit einer Zeitverlängerung von über einer Minute zu Fuß erreichbar.

Entlang der Adressen der inneren Mariahilfer Straße zeigt sich ein Trend: Im direkten Umfeld der U3-Stationseingänge sind die Reisezeitverlängerungen stärker ausgeprägt als in weiter entfernten Bereichen. Interessant ist auch, dass der Wegfall der U3 für die Adresspunkte im 6. Bezirk lediglich eine durchschnittliche Verlängerung der Reisezeit um bis zu drei Minuten zur Folge hat. Es wird angenommen, dass insbesondere die Linien 13A, 57A und U4 eine wichtige Rolle spielen könnten. Weiters wird vermutet, dass viele POIs im 6. und 7. Bezirk ohnehin schnell zu Fuß erreichbar sind, sodass nur die POIs außerhalb des Gürtels einen Einfluss auf die Verlängerung der durchschnittlichen Reisezeit haben dürften.

Die höchste zeitliche Relevanz der U3 zeigt sich im Bereich der U3-Station Hütteldorfer Straße. Es ist jedoch hervorzuheben, dass der Weg zur Linie 49 tendenziell kürzer ist als zur U3, was darauf hindeutet, dass die Geschwindigkeitsvorteile der U-Bahn im Vergleich zur Straßenbahn hier besonders ins Gewicht fallen. Obwohl die Linie 49 nicht vollständig dem Verlauf der U3 folgt, bietet sie dennoch Anschluss an viele Points of Interest in einer gewissen Entfernung. Die starke Ausprägung lässt sich möglicherweise durch die in diesem Bereich abzweigende Straßenbahnlinie 49 erklären, da entlang der Hütteldorfer Straße im weiteren Verlauf keine dunkelroten Adresspunkte zu finden sind. Der Einfluss der Linie 49 zeigt sich auch im Bereich Meiselmarkt, wo die Märzstraße eine hohe Dichte an Adresspunkten mit Reisezeitverlängerungen von bis zu 2 Minuten aufweist. Im weiteren Umfeld liegen die Verlängerungen der Reisezeiten häufig zwischen 4 und 6,5 Minuten.

Vergleich V2 auf Ebene der Points of Interest:

Die Betrachtung desselben Vergleichs aus der Perspektive der Points of Interest zeigt ein vielfältiges, jedoch strukturiertes Bild, wobei die Mehrheit eine Verlängerung der Reisezeit um mehr als eine Minute aufweist. Es wird schnell deutlich, dass sich im Gegensatz zu Vergleich V1 hier eine andere Situation ergibt, da die U3 entfällt, nicht jedoch die Straßenbahn. Es ist daher logisch, dass die Points of Interest im Bereich der Linie 49 zwischen Gürtel und Ring lediglich in Grau dargestellt sind. Umgekehrt bedeutet das aber auch, dass der Einfluss der Linie U3 auf jene Einzugsbereiche der Linie 49 vermutlich gering ist.

Auffällig ist, dass der POI Meiselmarkt mit einer durchschnittlichen Reisezeitverlängerung von nur 0,9 Minuten signifikant unter dem Durchschnitt aller anderen von der U3-Linie angefahrenen POIs liegt. In weiterer Folge bedeutet das, dass die Linie 49 für die zeitliche Erreichbarkeit des Meiselmarktes eine ähnliche Bedeutung für den Korridor hat wie die U3. Es wird davon ausgegangen, dass die langen Zugangswege zu der Station Johnstraße ausschlaggebend dafür sind.

Zudem wird durch die von Gelb bis Rot markierten POIs die Position und der Einfluss der U3-Linie auf die Zugänglichkeit recht klar ersichtlich. Es wird angenommen, dass die POIs Zieglergasse (durchschnittlich 3,5 Minuten längere Reisezeit) und Gerngroß (durchschnittlich 3,8 Minuten längere Reisezeit) im Vergleich zu den POIs Westbahnhof und Neubaugasse höhere Werte aufweisen, weil für diese POIs keine alternative Routen existieren, die einen Umstieg von der Linie 49 in die U6 oder den Bus 13A beinhalten.

Für die Ziele Garbergasse, Hofmühlgasse, Esterhazypark und Getreidemarkt lassen sich keine klaren Erklärungen finden. Es wird jedoch angenommen, dass die Linien U4, U6, 49, 13A und 57A oder fußläufige Verbindungen von diesen Verkehrsmitteln Einfluss haben, da ihre Abweichungen teilweise geringer sind als die der mit der U3 und zu Fuß erreichbaren U3-Stationen.

Auf den Seiten 88 und 89:

Karte 13: Vergleich U3_V2_AD Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand (eigene Darstellung)

Karte 14: Vergleich U3_V2_POI Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand (eigene Darstellung)

Veränderung der durchschnittlichen benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U3_V2_AD: Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 (300 Meter), sowie der Linien 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route zu allen Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Bestandsszenario zu dem ohne U3 dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9
- 2 - 2,9
- 3 - 3,9
- 4 - 4,9
- 5 - 6,9

◆ Definierte Points of Interest

Generalisierte Flächenwidmung
Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe

Baublöcke Wien

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U3_V2_POI: Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 (300 Meter), sowie der Linien 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Bestandsszenario zu dem ohne U3 dar, gemittelt über die Adresspunkte auf die einzelnen POIs.

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Wegzeit zu den POIs, gemittelt auf die POIs in Minuten

- ◇ -0,1 - 0,1
- ◆ 0,1 - 0,49
- ◆ 0,5 - 0,9
- ◆ 1 - 1,9
- ◆ 2 - 2,9
- ◆ 3 - 3,9

Adresspunkte im Einzugsbereich

Generalisierte Flächenwidmung

- Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
- Baublöcke Wien

5.1.3. Vergleich V3: „Einfluss der Linie 49 gegenüber einer Variante U3 ohne L49“

Um die Effekte der Linie 49 isoliert zu betrachten, wurde der Vergleich V3 erstellt, bei dem das Szenario S3 (U3 anstelle von L49) mit dem Szenario S2 (U3 zusammen mit L49) verglichen wird.

Vergleich V3 auf Ebene der Adresspunkte:

Bei der Betrachtung der Reisezeitverlängerung der Adresspunkte wird deutlich, dass die Unterschiede für das Einzugsgebiet der Linie 49 im Vergleich zur Veränderung in V1 gering sind. Auffällig ist aber, dass im Umfeld des Siebensternplatzes und im Bereich der Station Burggasse Stadthalle eine höhere Anzahl an dunkelgelb markierten Adresspunkten im Vergleich zur Version V1 zu verzeichnen ist. Daraus lässt sich schließen, dass die hauptsächlich im Einzugsbereich der Linie 49 gelegenen Adressen auch von der Betriebsaufnahme der Linie 52 entlang der inneren Mariahilfer Straße profitiert hätten. Diese Beobachtung steht nur teilweise in Zusammenhang mit dem Vergleich V3, kann jedoch aus dem Vergleich mit V1 abgeleitet werden. Es lässt sich nicht eindeutig feststellen, inwieweit diese Auswirkungen auf das Taktgefüge oder die Erreichbarkeit der Points of Interest (POIs) zurückzuführen sind, da die Berechnungslogik eine Abfrage alle fünf Minuten vorsieht.

Vergleich V3 auf Ebene der Points of Interest:

Bezüglich der Points of Interest zeigt sich im Vergleich zu V1 keine signifikante Veränderung. Da in diesem Vergleich die Linie 52 entlang der inneren Mariahilfer Straße nicht berücksichtigt wird legt die Kombination beider Vergleiche nahe, dass eine zusätzliche Linie 52 zur U3 auf der inneren Mariahilfer Straße nur geringe Zeitersparnisse für die betrachteten POIs mit sich bringen würde. Für die in der Karte weiß dargestellten POIs mit einer minimalen Verlängerung der durchschnittlichen Reisezeit von bis zu 0,1 Minuten zeigt sich die geringe Relevanz der Linie 49 für den südlichen Teil des Bezirkes Mariahilf.

Auf den Seiten 91 und 92:

Karte 15: Vergleich U3_V3_AD Einfluss der Linie 49 gegenüber einer Variante U3 ohne L49 (eigene Darstellung)

Karte 16: Vergleich U3_V3_POI: Einfluss der Linie 49 gegenüber einer Variante U3 ohne L49 (eigene Darstellung)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs:

Vergleich U3_V3_AD: Einfluss der Linie 49 gegenüber einer Variante U3 ohne L49

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 (300 Meter), sowie der Linien 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Szenario mit der Linie 49 zu dem ohne Linie 49 dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.

Legende

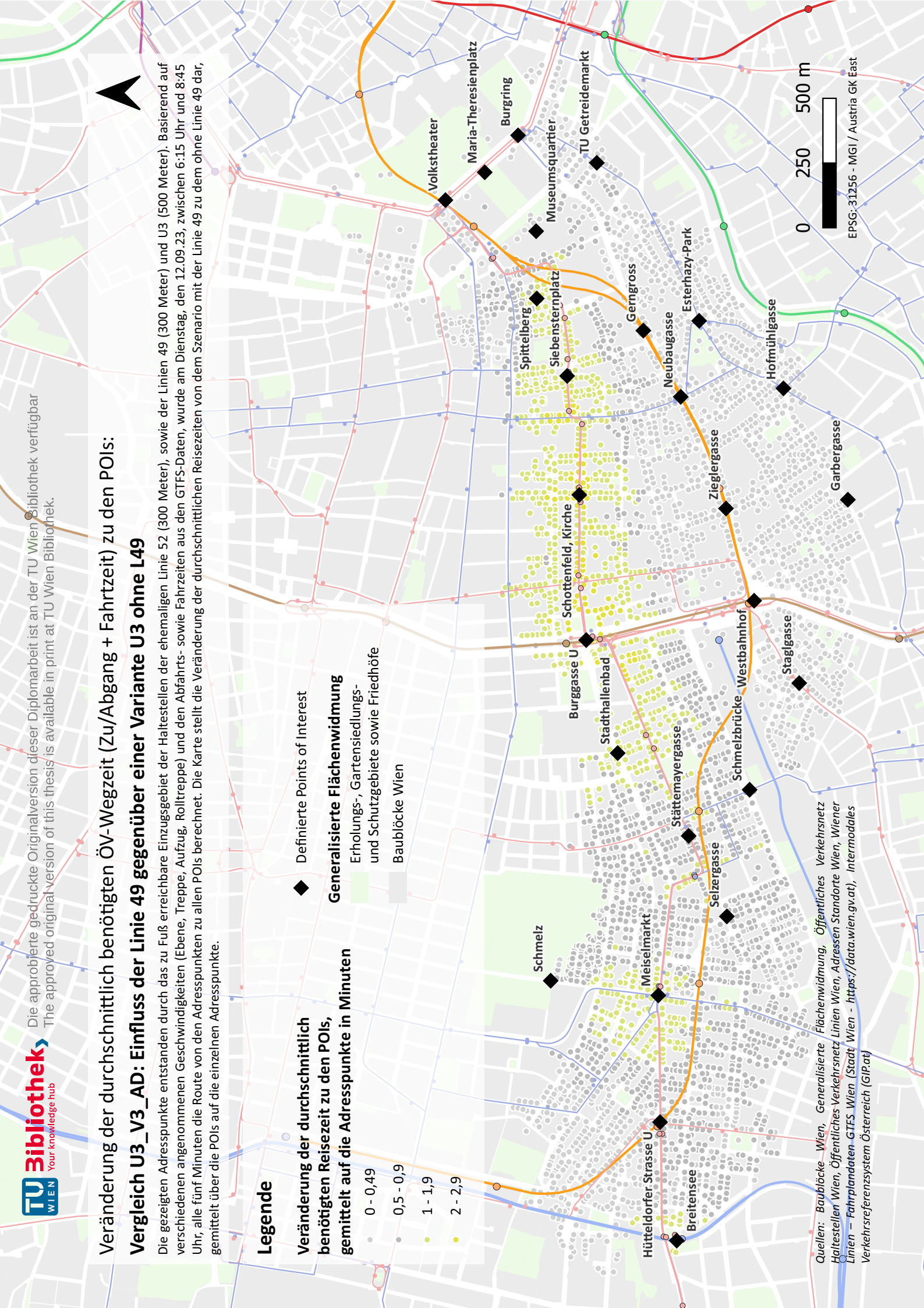
Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

- 0 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9
- 2 - 2,9

◆ Definierte Points of Interest

Generalisierte Flächenwidmung

- Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
- Baublöcke Wien



Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U3_V3_POI: Betrieb der U3 mit L49 zu L49 zu Betrieb U3 ohne L49 (POI-Ebene)

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 (300 Meter), sowie der Linien 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Szenario mit der Linie 49 zu dem ohne Linie 49 dar, gemittelt über die Adresspunkte auf die einzelnen POIs.

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Wegzeit zu den POIs, gemittelt auf die POIs in Minuten

- ◇ 0 - 0,1
- ◆ 1 - 1,9
- ◆ 0,1 - 0,49
- ◆ 2 - 2,9
- ◆ 0,5 - 0,9
- ◆ 3 - 3,9

Adresspunkte im Einzugsbereich

Generalisierte Flächenwidmung

Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe

Baublöcke Wien

5.1.4. Vergleich V4: „U3 mit L52 (Burgring) und L49 gegenüber dem Bestand (U3 + L49)“

Als eine Art Praxistest, wurde das Szenario S2 (Bestand) mit dem Szenario S4 (U3+49+52) verglichen. Das Ziel war, die Auswirkungen der Linie 52 auf die innere Mariahilfer Straße noch detaillierter zu untersuchen.

Vergleich V4 auf Ebene der Adresspunkte:

Die Karte der Adresspunkte bestätigt vielfach die Annahme, dass der Einfluss der Linie 52 auf die Mehrheit der Adresspunkte weniger als eine Minute beträgt. Neben den logisch nachvollziehbaren, grau markierten Adresspunkten in der Nähe der Mariahilfer Straße fallen auch jene Adresspunkte auf, die (schwarz umrandet) einen minimal negativen oder positiven Einfluss auf die durchschnittliche Reisezeit haben. Da die Auswirkungen so geringfügig sind und eine Erklärung dieser Ergebnisse kompliziert, wurden sie derselben Klasse zugeordnet. Es ist jedoch interessant, dass in diesem Fall eine theoretische Verschlechterung des Angebots teilweise zu negativen Werten führt, was eine Verkürzung der Reisezeit zur Folge hat. Es wird daher angenommen, dass die Reisezeitersparnisse durch die verbesserte Anbindung des aktuellen Endpunkts der Linie 52 am Westbahnhof an die U3 entstehen. Für das erstellte Untersuchungsszenario S5 und das dementsprechende GTFS-Datenpaket wurde keine zusätzliche Station Westbahnhof eingerichtet, die Stationen befinden sich daher der Kaiserstraße und an der bestehenden Station in der Gerstner Straße. Ein zusätzlicher Faktor könnte ein vorteilhaftes Verhältnis von Fußweg und Abfahrtszeiten der Straßenbahnlinien 5 und 52 sein, wodurch sich eine Zeitersparnis ergibt.

Die logische Folge dieses Modells ist, dass eine optimierte Verbindung zwischen Straßen- und U-Bahn zu Zeitersparnissen führen kann, auch wenn dies gleichzeitig eine „Verschlechterung des Angebots“ bedeuten könnte. Gleichzeitig sind die Abfahrtszeit und das Taktgefüge sowie die Gehgeschwindigkeit auch in diesem Kontext maßgebliche Einflussgrößen, die in dieser Arbeit nicht weiter erörtert werden.

Das restliche Bild der Adresspunkte ist überwiegend grau, was darauf hindeutet, dass die Linie 52 in der inneren Mariahilfer Straße keine nennenswerten Reisezeitersparnisse bieten würde. Minimale Auswirkungen zeigen sich aber bis auf Höhe Burggasse sowie für den Bereich zwischen Lindengasse und Burggasse, wenn auch nur in minimaler Ausprägung. Für die gelb markierten Adresspunkte im Bereich der Staglgasse wird angenommen, dass der durch eine am Westbahnhof endende Linie entstehende Umstieg Grund für die Reisezeitverlängerung von bis zu 1,9 Minuten ist.

Trotzdem scheinen die Auswirkungen eines Betriebs der Linie 52 in der inneren Mariahilfer Straße, sei es positiv oder negativ, so gering zu sein, dass ein solcher Parallelverkehr zur U3 kaum zusätzliche Vorteile bietet. Es müsste noch untersucht werden, ob die Reduzierung der U3-Stationen auf eine zentral gelegene Station in der Mariahilfer Straße (anstatt zwei) in Kombination mit einer parallel fahrenden Straßenbahnlinie zu einer verbesserten Gesamtreisezeit für den Korridor beigetragen hätte.

Vergleich V4 auf Ebene der Points of Interest:

Derselbe Vergleich auf Ebene der Zielpunkte entspricht im Wesentlichen den Ergebnissen der Adresspunkte, ohne jedoch Besonderheiten oder Abweichungen aufzuweisen, was bedeutet, dass die Veränderungen in jedem Fall weniger als eine Minute betragen.

Auf den Seiten 94 und 95:

Karte 17: Vergleich U3_V4_AD U3 mit L52 (Burgring) und L49 gegenüber Bestand (U3+L49) (eigene Darstellung)

Karte 18: Vergleich U3_V4_POI U3 mit L52 (Burgring) und L49 gegenüber Bestand (U3+L49) (eigene Darstellung)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U3_V4_AD: Bestand (U3 + L49) gegenüber U3 + L49 mit L52 (Burgring)

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 (300 Meter), sowie der Linien 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Szenario mit der Linie 52 zum Burgring zu dem Bestandsszenario dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

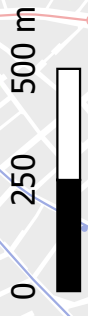
- -0,10 - 0,1
- 0,1 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9

◆ Definierte Points of Interest

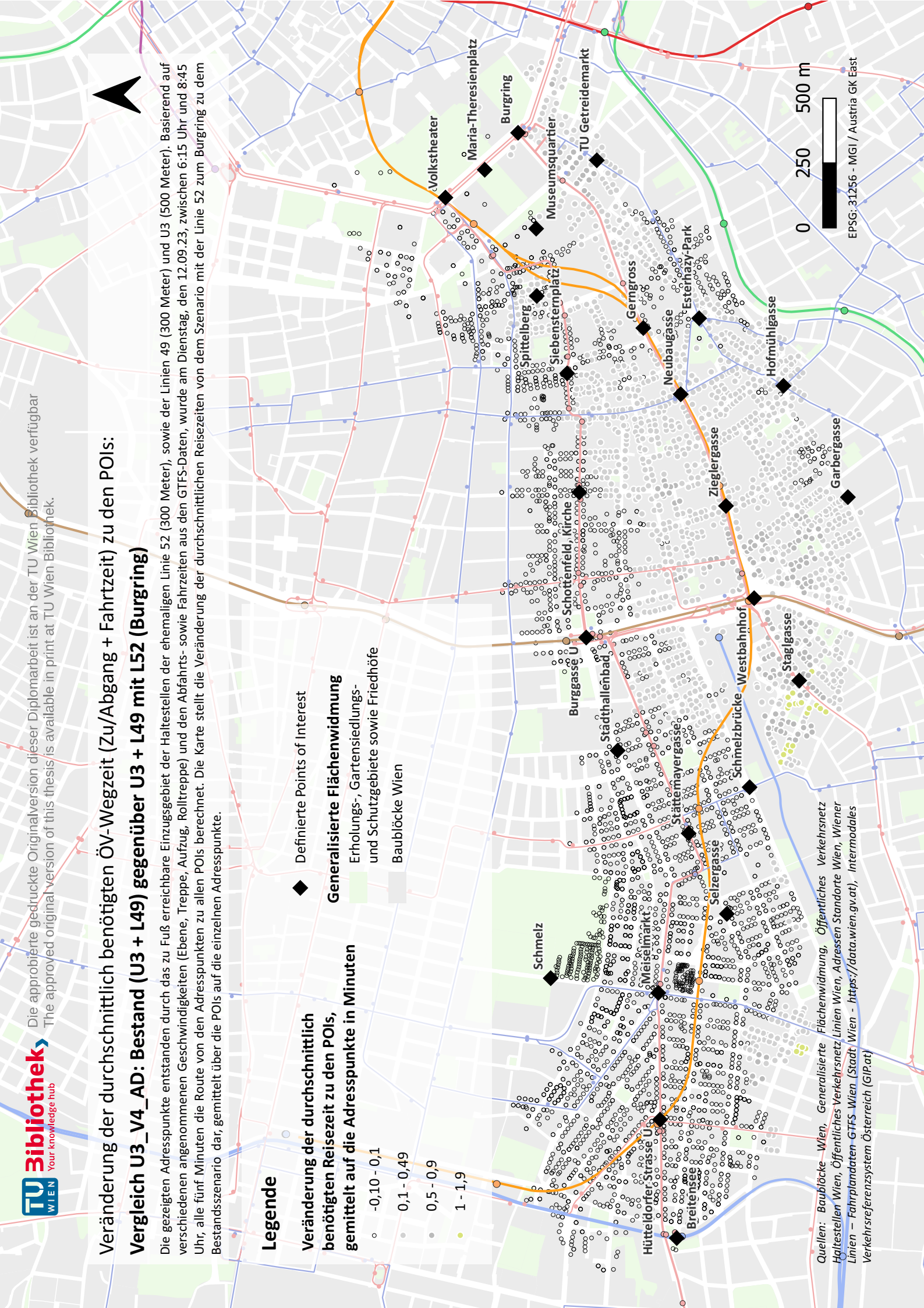
Generalisierte Flächenwidmung
Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe

Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)



EPSG: 31256 - MGI / Austria GK East



Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu-/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U3_V4_POI: Bestand (U3 + L49) gegenüber U3 + L49 mit L52 (Burgring)

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 (300 Meter), sowie der Linien 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Szenario mit der Linie 52 zum Burgring zum Bestandszenario dar, gemittelt über die Adresspunkte auf die einzelnen POIs.

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Wegzeit zu den POIs, gemittelt auf die POIs in Minuten

- ◇ -0,1 - 0,1
- ◆ 0,1 - 0,49
- ◆ 0,5 - 0,9

Adresspunkte im Einzugsbereich

Generalisierte Flächenwidmung
Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe

Baublöcke Wien

5.1.5. Gegenüberstellung Zugangszeiten zur U3 bzw. zu den Linien 49 und 52

Die Karte der Zugangszeiten zeigt deutlich das jeweils von der U3 und der Linie 49 bediente Einzugsgebiet im Bereich der Lindengasse auf. Hierbei wird auch die Wichtigkeit der längeren Zugangswege zur U-Bahnlinie U3 im Vergleich zu denen der Straßenbahn deutlich. Obwohl die Berechnung mit den Linien 49 und 52 eine eindeutige Bestimmung der jeweils näheren Strecke nicht zulässt, zeigen sich im Vergleich zur Zugangszeit für die U-Bahn deutliche Unterschiede. In weiterer Folge kann man, wenn auch nur annähernd die leichte Abfederungswirkungen in den Szenarien von U3 zur Linie 49 und umgekehrt erklären.

Die Bedeutung der Linie 52 entlang der inneren Mariahilfer Straße wird dadurch deutlich, dass die Zugangswege zur U3 oft nicht länger als jene zur Linie 52 sind. Lediglich in unmittelbarer Nähe der jeweiligen Stationen der Linie 52 treten Abweichungen auf. Insofern erscheint auch die im Vergleich V4 aufgezeigte geringe Relevanz der Linie 52 erklärbar.

Für den westlichen Teil des Linienbündels U3/49 zeigt sich die bereits erwähnte „Grenze“ des Einzugsgebietes der Linie 49. Diese erwähnte „Grenze“ lässt sich auch an der Zugangszeit zur nächsten Straßenbahn- oder U-Bahn-Station im Bereich des Stadthallenbades erkennen. Insofern ist es auch nicht verwunderlich, dass ein Ausfall der Linie 49, wie bereits erwähnt, nur bis etwa zur Höhe des Stadthallenbades spürbar ist, wo die wesentlich längeren Zugangszeiten zur U3 offensichtlich werden. Umgekehrt wäre auch die Einstellung der Linie 49 für das unmittelbare Einzugsgebiet dieser Linie mit einem deutlich längeren Zugangsweg zur U3 verbunden.

Aber auch die Vermutung, dass ein Ausfall der Linie 49 im Bereich Meiselmarkt aufgrund des langen Zugangsweges deutlich spürbar sein würde, ist aus dieser Karte ersichtlich. Da die Zugangszeiten zur U3 und zur Linie 49 im gemeinsamen Einzugsgebiet entlang der Hütteldorfer Straße oft ähnlich sind, erscheint die zuvor beschriebene potenzielle Kompensationswirkung plausibel. Dass die im Vergleich V2 markant ablesbaren Reisezeitverlängerungen im westlichen Bereich des Korridors an den Geschwindigkeitsvorteilen der U-Bahn liegen, lässt sich mit Blick auf die berechneten Zugangszeiten auch hier annehmen. So sind die Zugangswege in diesem Bereich zu beiden Verkehrsträgern ungefähr gleich lang.

Generell kann man sagen, dass der berechnete Zugangsweg oft eine ähnliche Länge aufweist. Obwohl die Einteilung in Klassen im 2,5-Minuten-Takt zu einer gewissen Unschärfe führt, sind die Unterschiede in der Zugangszeit, wenn man sie verallgemeinert, nicht wesentlich unterschiedlich.

Auf der Seite 97:

Karte 19: Gegenüberstellung Dauer des Zugangsweges zur U3 / zur Straßenbahn (Linie 49 / 52) (eigene Darstellung)

Berechnete Zugangszeit zum Straßenbahn- (Haltepunkt) / U-Bahnfahrzeug Gegenüberstellung: Dauer des Zugangsweges zur U3 / zur Straßenbahn (Linie 49 / 52)

Die dargestellten Adresspunkte wurden durch das fußläufig erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 52 bis inklusive Station Kaiserstraße (300m), der Linie 49 (300 Meter) und U3 (500 Meter) gebildet. Die Adresspunkte symbolisieren den schnellsten Weg zur nächsten U3 Station (jeweils nächstes Bahnsteigende) bzw. nächste Straßenbahnsteige. Für das hier abgebildete Beispiel wurde für die Straßenbahn ein gemeinsamer Layer von den Linien 52 und 49 herangezogen, für die U3 eben diese Stationen und bis zum Haltepunkt laut GTFS-Daten berechnet. Es ist daher eine vereinfachte Analyse und andere Linien sind nicht Teil dieser Darstellung.

Legende

Zugangszeit zur Linie U3

- bis 2,5 Min
- 2,5 bis 5 Min
- 5 bis 7,5 Min
- 7,5 bis 10 Min
- 10 bis 12,5 Min
- 12,5 bis 15 Min
- Über 15 Min

Zugangszeit zur Linie 49/52

- bis 2,5 Min
- 2,5 bis 5 Min
- 5 bis 7,5 Min
- 7,5 bis 10 Min
- 10 bis 12,5 Min
- 12,5 bis 15 Min
- Über 15 Min

Generalisierte Flächenwidmung

- Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
- Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

0 250 500 m

EPSG: 31256 - MGI / Austria GK East

5.1.6. Diskussion über den U3-Korridor

Beim Versuch, die Beobachtungen am ersten Korridor zusammenzufassen, insbesondere hinsichtlich des „deckungsgleichen“ und des „räumlich relationalen“ Parallelverkehrs, lassen sich bestimmte Tendenzen feststellen.

So zeigt sich einerseits, dass eine Linie 52 entlang der inneren Mariahilfer Straße reiner Reisezeitperspektive lediglich geringfügige Verbesserungen hinsichtlich der Erreichbarkeit der Adresspunkte und POIs des Korridors erzielen würde. Insbesondere der Vergleich V4 stützt die im Verlauf der Szenarien und Vergleichen angenommene Theorie erneut und lässt zudem erkennen, dass eine optimale Verknüpfung bei gleichzeitiger Verkürzung der Straßenbahn auch Vorteile bieten kann, auch wenn diese in dieser Untersuchung nur geringfügig sind und somit weitergehend geprüft werden müssten. Interessanterweise ergibt sich keine signifikante Zeitersparnis bei der Reisezeit durch eine parallel zur U3 verlaufende Straßenbahnlinie entlang der inneren Mariahilfer Straße, wenn man die Points of Interest betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass der relativ kurze Stationsabstand zwischen den U3-Stationen, insbesondere die Nähe der Eingänge Neubaugasse und Zieglergasse sowie der erforderliche Umstieg am Westbahnhof keinen signifikanten Mehrwert für den (nord-)westlichen Teil des ausgewählten Korridors bieten. Es ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse und Werte für den gesamten Korridor berechnet wurden. Daher könnten für detailliertere Fragestellungen weitere Analysen mit kleineren Einzugsgebieten und spezifischen Zielpunkten durchgeführt werden.

Der Einfluss der Linie 49 im Bereich Gürtel – Volkstheater ist relativ deutlich zu erkennen. Das Einzugsgebiet der Linie lässt sich klar anhand des Vergleichs V1 und der Ausgangspunkte ablesen. Die Bedeutung der Linie zeigt sich auch in der Zugänglichkeit der POIs, obwohl die Einflüsse der Linie 48A in diesem Fall außer Acht gelassen wurden. Der Einfluss der Fußweglänge zum Stationsaufgang oder zur Straßenbahnhaltestelle wird deutlich am Beispiel des Gebiets um den Meiselmarkt, wo der relativ lange Zugangsweg indirekt einen Nachteil der U-Bahn im Vergleich zur Straßenbahn darstellt. Zudem wird die Bedeutung tangential verlaufender Linien bzw. querender Linien zu jenen Radiallinien (U3 / 49) anhand der zeitlichen Erreichbarkeit der POIs deutlich. Dies wird im Vergleich V3 deutlich, entlang der genannten Linie im 7. Bezirk, wo die POIs in der Nähe der Linie 13A eine wesentlich geringere Verlängerung der Reisezeit zeigen als jene, die keine querenden Linien haben. Besonders deutlich wird die Rolle (fehlender) querender Linien am Beispiel der POIs Zieglergasse und Gerngroß. Es wird zudem deutlich, dass die U3 die Auswirkungen der Linie 49 teilweise ausgleichen kann. Dies zeigt der Vergleich V3, bei dem westlich der Stadthalle eine klar erkennbare Grenze existiert, ab der die Verlängerung der Reisezeit im Vergleich zu den gelb markierten Adressen unter eine Minute fällt.

Ein ähnliches Muster ergibt sich auch beim Vergleich V2 (Ausfall der U3), da die Linie 49 die Folgen eines U3-Ausfalls im 6. Bezirk abmildern kann, während die Adresspunkte im 7. Bezirk die ähnlich weit von der U3 entfernt sind, längere Reisezeitverzögerungen von über einer Minute erfahren. Gleichzeitig ist die Kompensationswirkung westlich des Gürtels nur eingeschränkt sichtbar und manifestiert sich hauptsächlich entlang des POIs Meiselmarkt (mit dem bereits erwähnten langen Zugangsweg) sowie am Beispiel der Schmelz. Insofern wird angenommen, dass die Linie 49 den Ausfall der U3 bis zu einem gewissen Grad kompensieren kann, insbesondere mit zunehmender Entfernung von den Bezirken Neubau und Mariahilf. Dennoch bietet die U-Bahn trotz des Weges zum Einstieg deutliche Geschwindigkeitsvorteile. Dies wird oft durch die roten und dunkelroten Adresspunkte im Bereich der U3-Station Hütteldorfer Straße deutlich.

Auf Basis der dargelegten Aspekte kann festgestellt werden, dass der zusätzliche Betrieb der Linie 52 (neben dem aktuellen Betrieb der U3 und Linie 49 im Vergleich V4) in den analysierten Szenarien oder Vergleichen lediglich in einer geringen Anzahl von Fällen eine durchschnittliche Reisezeitersparnis von über einer Minute erbracht hätte. Daher scheint die Entscheidung, im Rahmen der U3-Verlängerung diese Linie bis zum Westbahnhof zu kürzen, nachvollziehbar. Es ist ersichtlich, dass die Linie U3 und die Linie 49 nicht direkt miteinander konkurrieren. Obwohl auf einer perspektivischen Ebene Parallelverkehr vorhanden ist, bedienen sie doch häufig klar unterscheidbare Relationen und Orte. Häufig entstehen überlagernde Einzugsgebiete und auch Relationen doch eine ‚Entweder-Oder‘-Perspektive verdeutlicht, dass die Fahrtzeitverlängerungen jeweils deutlich hervorstechen.

Für die eingangs identifizierten Formen von Parallelverkehr lässt sich somit aus Sicht der Linie 52 sagen, dass ein „deckungsgleicher Parallelverkehr“ bei geringen Reisezeitersparnissen gegenüber möglichen Betriebskosten wenig zusätzlichen Nutzen bietet. Das erwähnte Kriterium „Alternativen im Störungsfall“ ist in diesem Kontext nur eingeschränkt relevant, da die Linie 49 in Kombination mit der Linie 13A eine logische und „räumlich relationale“ Alternative darstellt. Dass diese den Ausfall der Linie U3 bedingt kompensieren oder mildern kann, wurde bereits aufgezeigt.

Die gegenwärtige Form des "räumlich-relationalen" Parallelverkehrs der Linie 49 zeigt aufgrund der Reisezeitbetrachtung eine klare Relevanz obwohl bestimmte Gebiete bereits durch die U3 abgedeckt werden und somit im Vergleich ohne Linie 49 keine signifikante Reisezeitverlängerung erfahren. Zu den bereits dargestellten Effekten tritt die leichte Dämpfungswirkung der Linie 49 bei einem U3-Ausfall hinzu. Dabei scheint nicht die Linie an sich, sondern vielmehr die Kombination mit den nahezu rechtwinklig kreuzenden Linien die Ursache zu sein.

Zusammenfassend zeigt sich, dass der "räumlich-relationale" Parallelverkehr aus der Perspektive dieses Modells einen deutlichen Vorteil hinsichtlich der Reisezeit und der Erreichbarkeit von Points of Interest bietet, während er gleichzeitig eine Kompensations- und Abfederungsfunktion beim Ausfall der Linie U3 erfüllt. Mit Blick auf den Zusammenhang zwischen Haltestellenabstand der U-Bahn und dem Parallelverkehr mit Straßenbahn wird östlich des Gürtels ein durchschnittlicher Stationsabstand von 630 bis 780 Metern ersichtlich, wobei sich erneut die kleinräumlichen Potenziale der Linie 49 abzeichnen. Man kann daher annehmen, dass die Entfernung zur U-Bahnstation oder der Abstand zur jeweils nächsten Station einen bedeutenden Einfluss auf einen potenziellen Parallelverkehr hat.

Versucht man den beschriebenen Fall nun zu verallgemeinern, so lassen sich für diesen Fall von Parallelverkehr einige wenige Tendenzen erkennen: Ein bestimmter Abstand zwischen den Linien ermöglicht verschiedene und unterscheidbare Beziehungen, während sich kreuzende Linien auch Dämpfungseffekte im Falle eines Ausfalls erlauben, ohne dass die Linien exakt parallel verlaufen müssen. Bei der Betrachtung von deckungsgleichem Parallelverkehr auf kurzen Strecken lässt sich vermuten, dass ein geringer Stationsabstand der U-Bahn bei einem gleichzeitig (fast) deckungsgleichen Parallelverkehr nur geringe zeitliche Vorteile bietet. Die Untersuchung beschränkte sich jedoch auf das faktisch identische Gebiet, während die äußere Mariahilfer Straße, auf der Ebene der Adresspunkte deutlichere Ergebnisse zeigte.

5.2. Korridor 2 (U2): Schottenring – Praterstern – Donaumarina

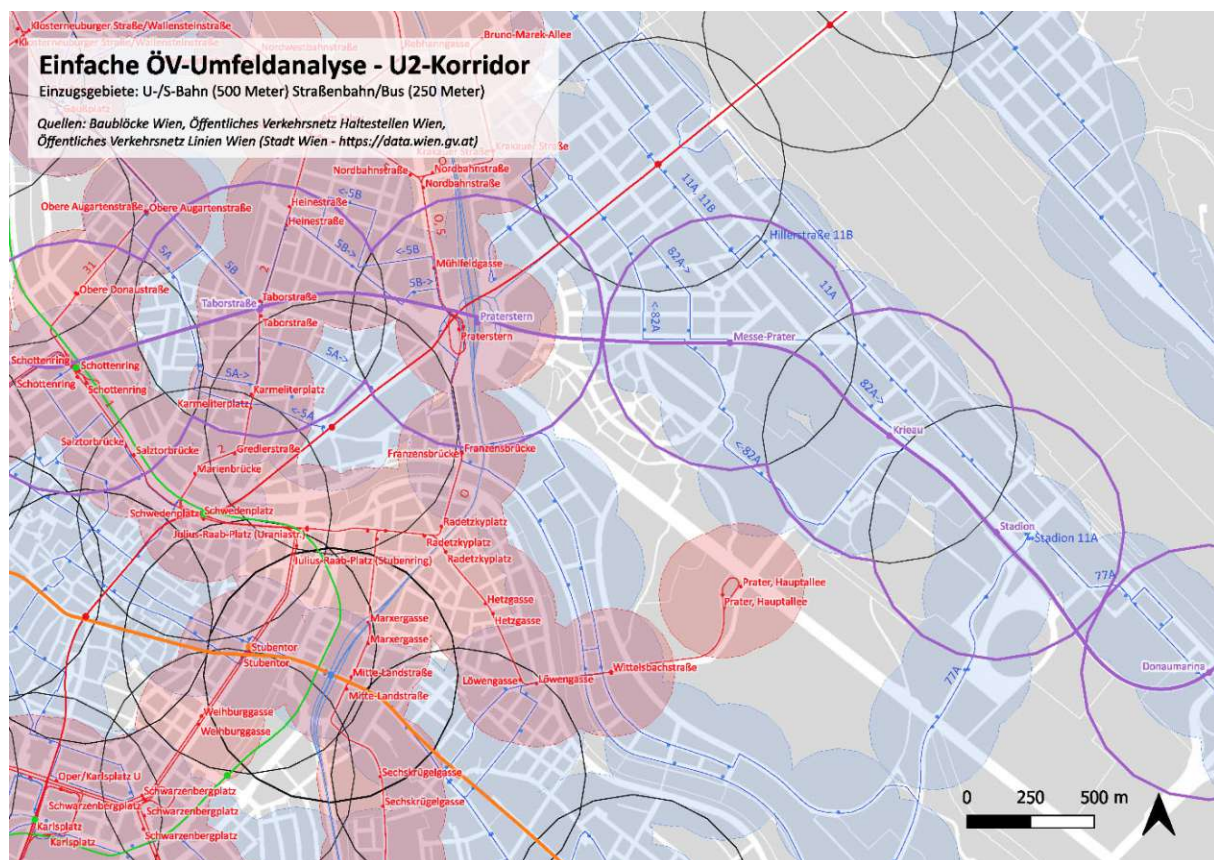
Der zweite Korridor umfasst 3851 Adresspunkte und 27 ausgewählte Points of Interest, für die auf Basis der 4 Szenarien drei Vergleichsmodelle berechnet wurden. Das primäre Ziel der Untersuchung war es zu ermitteln, ob ein Parallelverkehr zwischen der U2 und der Linie 21er zu kürzeren ÖV-Reisezeiten im Vergleich zum aktuellen Stand führen würde. Zusätzlich wurden weitere Vergleichsmodelle erstellt, die nachfolgend präsentiert werden.

SzenarioNr	"Szenario-Name"	beinhaltet U2	beinhaltet Line 21	beinhaltet adaptierte Buslinien
Szenario 1	U2-Ausfall	nein	nein	ja
Szenario 2	Bestandsituation	ja	nein	ja
Szenario 3	U2 ohne Bus	ja	nein	nein
Szenario 4	U2 mit L21	ja	ja	nein

Tabelle 9: Szenarien U2-Korridor (eigene Bearbeitung)

VergleichNr	"Vergleich-Name"	Gegenüberstellung (a-b)
V1	U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21	Szenario 2 - Szenario 4
V2	U2 ohne adaptierte Buslinien zu U2 mit L21	Szenario 3 - Szenario 4
V3	Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand	Szenario 1 - Szenario 2

Tabelle 10: Vergleiche U2-Korridor (eigene Bearbeitung)



Karte 20: Einfache ÖV-Umfeldanalyse U2-Korridor (eigene Darstellung)

5.2.1. Vergleich V1: „U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21“

Für den Vergleich V1 wurde das Szenario 4 (U2 mit einer Linie 21 im 7,5-Minuten-Takt ohne Buslinien) vom aktuellen Bestand (Szenario 2) subtrahiert, um die Differenz als Reisezeitverlängerung (oder Reduktion) im Bestand im Vergleich zu einer Variante U2 plus Linie 21 zu zeigen.

Vergleich V1 auf Ebene der Adresspunkte:

Der Blick auf die Karte zeigt ein relativ homogenes Bild, insofern, dass die Mehrheit der Adresspunkte grau markiert ist und die durchschnittliche Reisezeitverlängerung in der aktuellen Variante im Schnitt bis zu einer halben Minute mehr beträgt als für einen Fall U2 + 21er. Es wird dabei angenommen, dass die Existenz der Linie 21 parallel zur U2 viele zusätzliche (kleinräumige) Direktverbindungen entlang der U2 ermöglichen würde. Die Reduktion der Reisezeit für bestehende Verbindungen wäre jedoch relativ gering, da die Buslinien im Vergleich zur Linie 21 abseits der Hauptstraßen fahren und somit Haltestellen bedienen, die nicht an der Heinestraße, Ausstellungsstraße oder Engerthstraße liegen. Im Bereich zwischen Taborstraße, Augarten und Donaukanal könnten sich durch einen möglichen Parallelverkehr der Linie 21 zur U2 durchschnittliche Reisezeitersparnisse von bis zu einer halben Minute ergeben. Aus diesem Ergebnis geht hervor, dass die Linie 21 für den stadtnahen Bereich zwischen Augartenspitze und kaum eine bedeutende Rolle in Bezug auf die Einsparung von Reisezeit spielen würde.

Ein genauer Blick auf die Karte zeigt einzelne Gebiete die durch dunkelgelbe Adresspunkte markiert sind. So sind im Bereich des Volkertviertel in der Springer- und Rueppgasse Ansammlungen von gelb gefärbten Adresspunkten zu erkennen. Diese Adresspunkte zeigen aufgrund ihrer Position zwischen den U2-Stationen Taborstraße und Praterstern und dem daraus resultierenden längeren Zugangsweg eine längere Reisezeit im Vergleich zu einem Parallelverkehr mit der Linie 21. Es wird angenommen, dass dieses Gebiet trotz der Linie 5B in Bezug auf die durchschnittliche Reisezeit nicht profitiert, weil für Strecken, die über die Haltestellen Taborstraße und Praterstern hinausgehen, oft Umstiege wie beispielsweise am Praterstern erforderlich sind, um die festgelegten POIs zu erreichen.

Ein Vergleich der Linie 5B zeigt, dass ihr Einfluss auf die durchschnittlichen Reisezeiten relativ gering sein muss. Dies wird deutlich, wenn man die Variante V2 (U2+21 gegenüber U2 ohne angepasste Buslinien) betrachtet, da die Unterschiede in den Ergebnissen bei direkter Gegenüberstellung nur minimal sind. Diese Veränderung deutet darauf hin, dass die Linie 5B den Wegfall einer zusätzlichen Linie 21 im Bereich der Heinestraße nur teilweise ausgleichen kann.

Bemerkenswert sind ebenso die grün markierten Adresspunkte in der kleinen Stadtgutgasse, die im Vergleich zur Bestandssituation eine durchschnittliche Reisezeitverkürzung von nahezu 0,2 Minuten (das entspricht 12 Sekunden) gegenüber einer Netzvariante mit der Linie 21 aufweisen. Es wird stark vermutet, dass der, wenn auch geringe, Wert mit der Einführung der Linie 5B zusammenhängt, da sich die Reisezeit zum Praterstern verkürzt hat. Die dadurch notwendigen Umstiege zur Erreichung der meisten POIs (entlang der U2 oder der Linie 21) minimieren jedoch diesen Vorteil wieder auf eine geringe zeitliche Verbesserung (wie eben die genannten 12 Sekunden). Die Interaktion zwischen den Linie 5B und 21 zeigt, dass die Linie 5B die wegfallende Linie 21 anhand der anderen Haltestellen in diesem Bereich teilweise ersetzen kann.

Es lässt sich feststellen, dass die grünen Adresspunkte, welche eine Verkürzung der durchschnittlichen Reisezeit anzeigen, im Bereich der neu eingeführten oder angepassten Buslinien liegen. Dabei zeigt sich, dass die verlängerte Linie 11A eine wichtige Rolle für die Adresspunkte nordwestlich des

Elderschplatzes spielt, indem sie die POIs Elderschplatz, Pensionistenwohnhaus Prater und das Stadion nahezu direkt verbindet. Es wird daher angenommen, dass die Reisezeitverkürzungen auf diesen Umstand zurückzuführen sind. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass die gewählte Darstellung des Zustandes vor Verlängerung der U2 eine Rolle spielen könnte, da die Linie 11A vor der U2-Verlängerung tatsächlich bis zum Elderschplatz fuhr und nicht, wie hier durch die Linie 11B dargestellt, zur Hillerstraße. Es besteht jedoch die Annahme, dass dieser Bereich erheblich von der Verlängerung der Linie 11A profitiert hat.

Es wird angenommen, dass der kürzere Weg zur Straßenbahnhaltestelle für die gelb markierten Adresspunkte im Bereich zwischen dem Stuwerviertel und dem Riesenrad der entscheidende Faktor für die Verlängerung der Reisezeit um 1 bis 2 Minuten im Vergleich zu einer Variante mit Parallelverkehr ist. Man geht davon aus, dass dies ebenfalls für die gelb markierten Adresspunkte im Prater-Vergnügungspark und am Elderschplatz zutrifft. Dabei zeigt sich auch, dass in der direkten Umgebung der U2-Haltestelle Messe-Prater keine Adresspunkte mit einer Reisezeitverlängerung von über einer Minute vorhanden sind (dunkelgelbe Adresspunkte).

Dass gelb gefärbte Adresspunkte scheinbar willkürlich neben grau eingefärbten liegen, kann sowohl am gewählten Skalenniveau als auch am Punkte-Snapping-Algorithmus und der Methodik zur Berechnung des kürzesten Weges liegen. Die gewählte Abfrageart, die alle 5 Minuten erfolgt, kann dazu führen, dass an der nächstgelegenen Haltestelle erreichbare Abfahrten für einige Adresspunkte unter Berücksichtigung der Gehzeit noch zu erreichen sind, während sie für andere nicht zugänglich sind.

Ein signifikanter Anstieg der Reisezeit ist südlich der Donaumarina feststellbar, wo die Adresspunkte der beiden Kleingartenvereine, im Durchschnitt 2 bis 5 Minuten mehr Zeit benötigen, um die ausgewählten Points of Interest zu erreichen, verglichen mit einer Anbindung durch die U2 und Linie 21. Das erscheint insofern logisch, da die Linie 21 diese Gebiete direkt mit dem Praterstern und einer Vielzahl an POIs verbunden hat. Obwohl die Verlängerung der Reisezeit im Vergleich zur Änderung des Angebots zunächst gering erscheint, wird davon ausgegangen, dass die alternative Route 77A mit Umsteigen an der Donaumarina oder am Stadion größere Verzögerungen ausgleichen kann. Es sollte auch erwähnt werden, dass die Buslinie 11A, die im Falle von U2+Bus bis zum Stadion fährt, in gewisser Weise einen Parallelverkehr zur U-Bahn-Linie U2 (im Abschnitt Donaumarina – Messe-Prater) bietet.

Vergleich V1 auf Ebene der Points of Interest:

Die durchschnittliche Veränderung der benötigten Zeit für Zielpunkte reflektiert das zuvor beschriebene Szenario in vielerlei Hinsicht. Es zeigt sich, dass in der Nähe der Innenstadt der Betrieb der Linie 21 im Vergleich zur aktuellen Erschließungsstruktur eine durchschnittliche Reisezeitersparnis von bis zu einer halben Minute ermöglichen würde. Insofern decken sich die Ergebnisse auf der Ebene der POIs mit jenen auf Ebene der Adresspunkte.

Für den Bereich zwischen Praterstern und Donaumarina zeigt sich ein vielfältigeres Bild. Der Einfluss der Linie 21 ist insbesondere an den POIs Elderschplatz, Pensionistenwohnhaus Prater und dem zukünftigen Busbahnhof erkennbar, da diese Orte direkt an Haltestellen der Linie 21 liegen, jedoch nicht unmittelbar an U2-Stationen. Es wird davon ausgegangen, dass die räumliche Nähe zu U-Bahn-Stationen aufgrund des Verhältnisses von schnellerer Fahrzeit zu längerem Zugangsweg einen negativen Einfluss auf diese POIs hat. Es ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass diese Points of Interest (POIs) nahezu direkt an den Haltestellen der ehemaligen Linie 21 liegen. Von diesen POIs aus betrachtet, stellt die Anbindung durch die Linie 21 eine „schnellere“ Lösung dar. Das erscheint mit Blick auf die aktuell entlang dieser Achse verkehrende Linie 11A zunächst überraschend, kann aber mit Blick auf die vielen potenziellen Umstiege entlang der U2 für einen Fall Parallelverkehr U2+21er erklärt werden.

Für die POIs im Bereich zwischen Prater und Engerthstraße, welche eine durchschnittliche Reisezeitverlängerung von weniger als einer halben Minute zeigen, wurde angenommen, dass diese geringe Verlängerung im Bestandsfall aufgrund der Linie 82A besteht, da alle POIs in unmittelbarer Nähe dieser Linie liegen. Beim Vergleich V2 (U2+21 zu U2 ohne Bus) wird jedoch deutlich, dass der Einfluss der Linie 82A mit durchschnittlich 20 Sekunden äußerst gering ist. Inwieweit dieser Umstand durch den Taktverkehr oder die Fahrzeit von der Haltestelle der Linie 82A gegenüber jenem direkten Fußweg zur U2 erklärbar ist, kann an dieser Stelle nicht eindeutig gesagt werden.

Erkennbar sind zudem die Reisezeitverlängerungen für die POIs Riesenrad, Stuwerviertel Perspektivstraße und Messe-Prater mit 30 bis 60 Sekunden. Die verkürzte Reisezeit bei Nutzung der Linie 21 im Vergleich zu den bestehenden Buslinien resultiert oft aus der Anbindung an die Venediger Au und Perspektivstraße (bzw. Messe-Prater), bleibt jedoch auf einem relativ niedrigen Niveau.

Die Reisezeitverlängerung für POIs südöstlich der Donaumarina erscheint vergleichsweise gering, mit bis zu einer halben Minute, obwohl für dieses Szenario eine Direktverbindung entlang der gesamten Achse entfällt. Dieses Ergebnis lässt sich einerseits durch die Berechnung des Durchschnitts interpretieren oder andererseits durch möglicherweise günstige Anschlusszeiten der Linien 11A und U2 an die Linie 77A erklären. Eine tiefer gehende Analyse ist aufgrund der umfangreichen Datenmenge und vielfältigen Optionen an dieser Stelle nicht durchführbar und erfordert spezifischere oder detailliertere Untersuchungen.

Auf den Seiten 104 und 105:

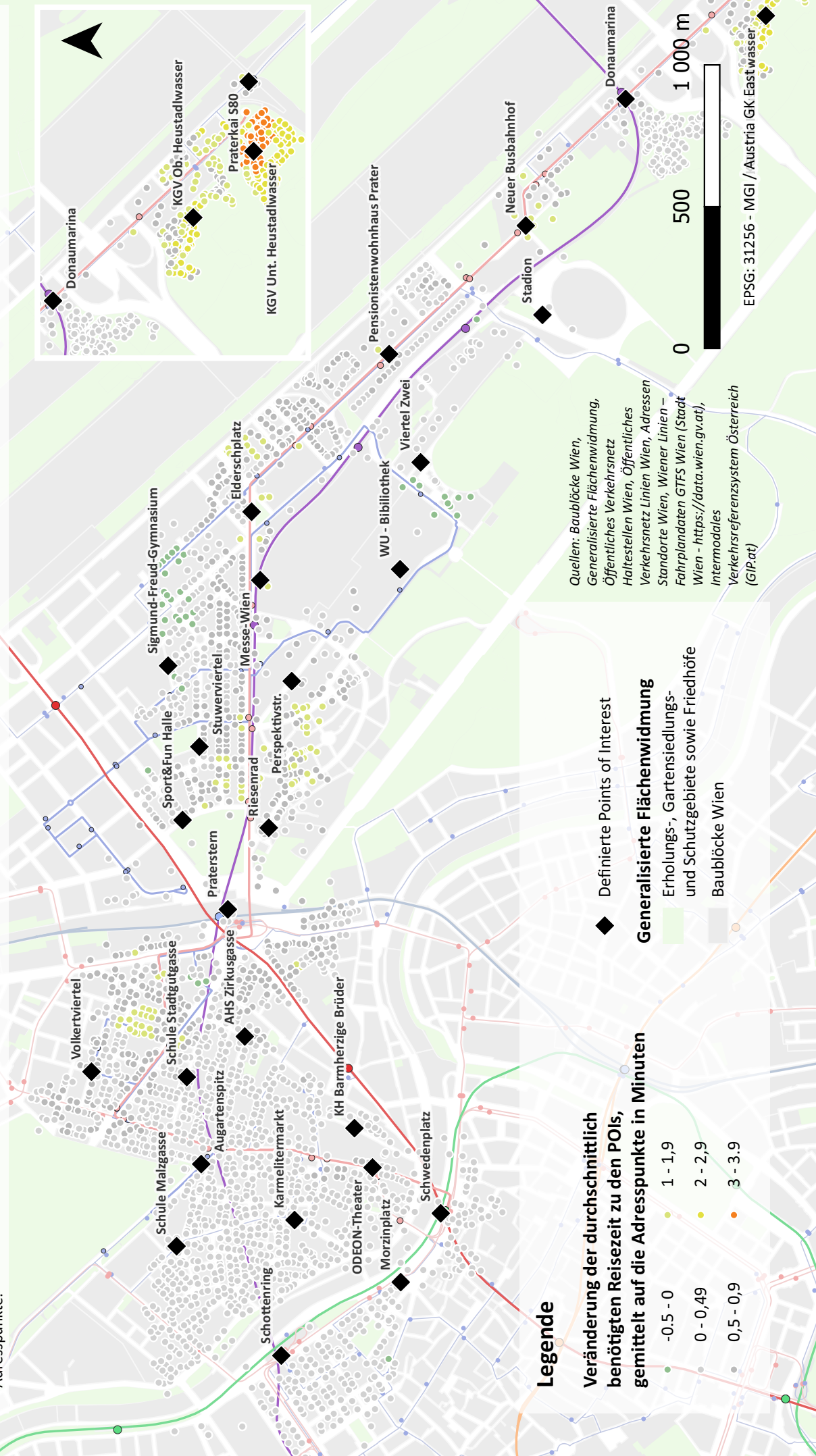
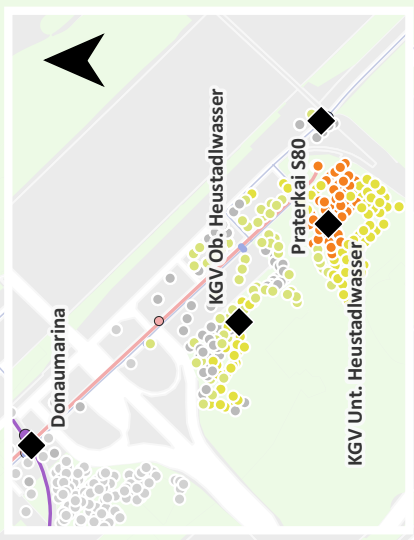
Karte 21: Vergleich U2_V1_AD U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21 (eigene Darstellung)

Karte 22: Vergleich U2_V1_POI U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21 (eigene Darstellung)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs:

Vergleich U2_V1_AD: U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 21 (300 Meter) und U2 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenehmen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten vom Szenario U2 + L21 zum Bestand dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.



Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

- 0.5 - 0
- 0 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9
- 2 - 2,9
- 3 - 3,9

◆ Definierte Points of Interest

Generalisierte Flächenwidmung

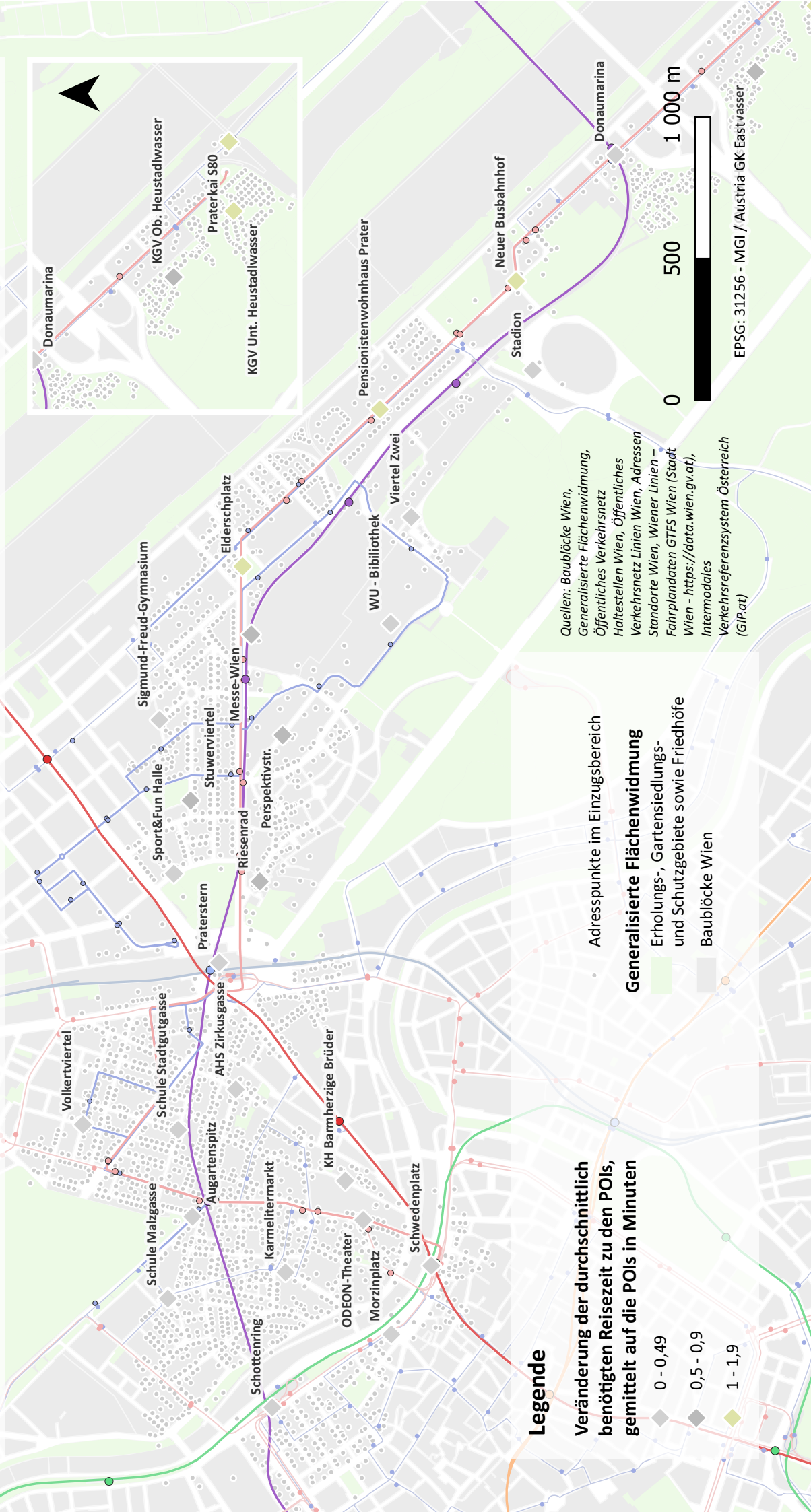
- Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
- Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standort Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs:

Vergleich U2_V1_POI: U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 21 (300 Meter) und U2 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenehmen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten vom Szenario U2 + L21 zum Bestand dar, gemittelt über die Adresspunkte auf die einzelnen POIs.



5.2.2. Vergleich V2: „U2 ohne adaptierte Buslinien zu U2 mit L21“

Um den Vergleichsfall V1 im Kontext des Vergleichs U2 + Linie 21 besser zu verstehen, wurden die Szenarien „U2 ohne Bus“ und „U2 mit L21“ herangezogen, um einen Vergleichsfall 2 zu bilden. In diesem wurde der Betrieb der Linie U2 ohne die Linien 5B, 11A und 82A einem Netzkonzept U2 + 21er gegenübergestellt wurde. Dies soll mögliche Kompensationseffekte durch das angepasste Busnetz ausschließen.

Vergleich V2 auf Ebene der Adresspunkte:

Ein Vergleich der Karte V2 mit der Karte V1 offenbart auf den ersten Blick viele Ähnlichkeiten, jedoch sind einige spezifische Unterschiede zu beachten. Die klarste Erkenntnis daraus ist, dass keine Adresspunkte mit grüner Färbung vorhanden sind, was bedeutet, dass es keine Reisezeitreduktion im Fall der U2 ohne Buslinien gibt. Es wird also deutlich, dass die grüne Farbe der Adresspunkte auf die genannten Buslinien zurückzuführen ist. Im Vergleich zu V1 ist jedoch eine Ausbreitung der bereits erwähnten Gebiete mit gelben Adresspunkten feststellbar.

Die stärkste Konzentration zeigt sich dabei im Bereich östlich der Messe Wien, was die Auswirkungen der Linie 21 verdeutlicht (bei fehlender Kompensation durch die in diesem Fall nicht verlängerte Linie 11A). So wird angenommen, dass diese Reisezeitverlängerung von durchschnittlich bis zu zwei Minuten den Weg zur nächsten U2-Station darstellt. Die fußläufige Distanz zur Station Elderschplatz beträgt ungefähr 170 Meter und zur U2-Station Krieau etwa 350 Meter¹⁶. Es wird sichtbar, dass die verlängerte Linie 11A, wie in Vergleich V1 dargestellt, einen wesentlichen Einfluss auf die Erreichbarkeit des Gebietes hat. Dies zeigt sich insbesondere entlang der Strecke Krieau - Donaumarina - Praterkai, wo im Vergleich V2 eine größere Anzahl von Adresspunkten, mit dunkelgelber bis hellgelber Färbung (Reisezeitverlängerung von bis zu 2,9 Minuten), als im Vergleich V1 zu finden ist. Somit kann auch die Relevanz der angenommenen Wegekette aus 77A (in beiden Szenarien bzw. Vergleichen unverändert) und 11A des Vergleichs V1 bestätigt werden.

Es ist ersichtlich, dass die durchschnittlichen Reisezeiten für die Adresspunkte im Bereich des Volkertmarktes sich nicht wesentlich verlängern. Dies bestätigt, wie bereits im Vergleich V1 angeführt, die zeitlich geringe Bedeutung der Linie 5B für dieses Areal. Vereinzelt sind Reisezeitverlängerungen für Adresspunkte im Bereich der Heinestraße erkennbar.

¹⁶ Gemessen über wien.gv.at/stadtplan mit Ausgangspunkt Engerthstraße 237

Vergleich V2 auf Ebene der Points of Interest:

Eine Betrachtung des Vergleichs V2 hinsichtlich der durchschnittlichen Reisezeit zu den POIs zeigt ein visuell nahezu identisches Ergebnis im Vergleich zu V1, allerdings rücken zwei POIs gemäß der Skalierung in eine höhere Kategorie der Reisezeitveränderung. Es wird deutlich, dass die Reisezeit zum Volkertmarkt im Szenario U2 ohne Bus im Vergleich zur U2 mit der Linie 21 durchschnittlich um eine halbe Minute länger ist. Der Einfluss der Linie 5B auf die Erreichbarkeit des Volkertmarktes ist erkennbar: Im Vergleichsszenario V1 (U2 + Bus zu U2 + 21) beträgt die durchschnittliche Reisezeitverlängerung 17 Sekunden, während sie im Vergleich V2 nahezu eine halbe Minute beträgt. Daher führt das Fehlen der Linie 5B in diesem Szenario zu einer geringfügigen Verlängerung der Reisezeit, die im Vergleich zu V1 jedoch nur etwa zehn Sekunden beträgt.

Ähnliches verhält es sich mit dem POI Elderschplatz, wo das Entfallen der Linie 21 ohne Ersatz zu einer ungefähren Reisezeitverlängerung von 2 Minuten führt, im Gegensatz zu Variante V1, die eine Verlängerung von etwa 1,6 Minuten mit sich bringt. Es scheint also logisch, dass die verlängerte Linie 11A hier eine wesentliche Rolle spielt. Es lässt sich nicht feststellen, ob die Ergebnisse ebenso signifikant wären, wenn man eine genauere Darstellung der Verhältnisse vor der U2-Verlängerung betrachten würde, also eine Linie 11A bis zum Elderschplatz anstelle der Linie 11B zur Hillerstraße, wie erwähnt.

In weiterer Folge sind an allen POIs Reisezeitverlängerungen zu erkennen, die jedoch im Vergleich zu V1 weniger als eine halbe Minute betragen. Es wird angenommen, dass diese Veränderungen auf den „fehlenden Buslinien“ beruhen. Mit Blick auf den Vergleich V1 lassen sich die Auswirkungen der neu eingeführten Buslinien anstelle der Linie 21 erkennen. Diese sind jedoch anhand der POIs im Vergleich zur „Nicht-Variante“ des Vergleichs V2 nicht deutlich zu unterscheiden.

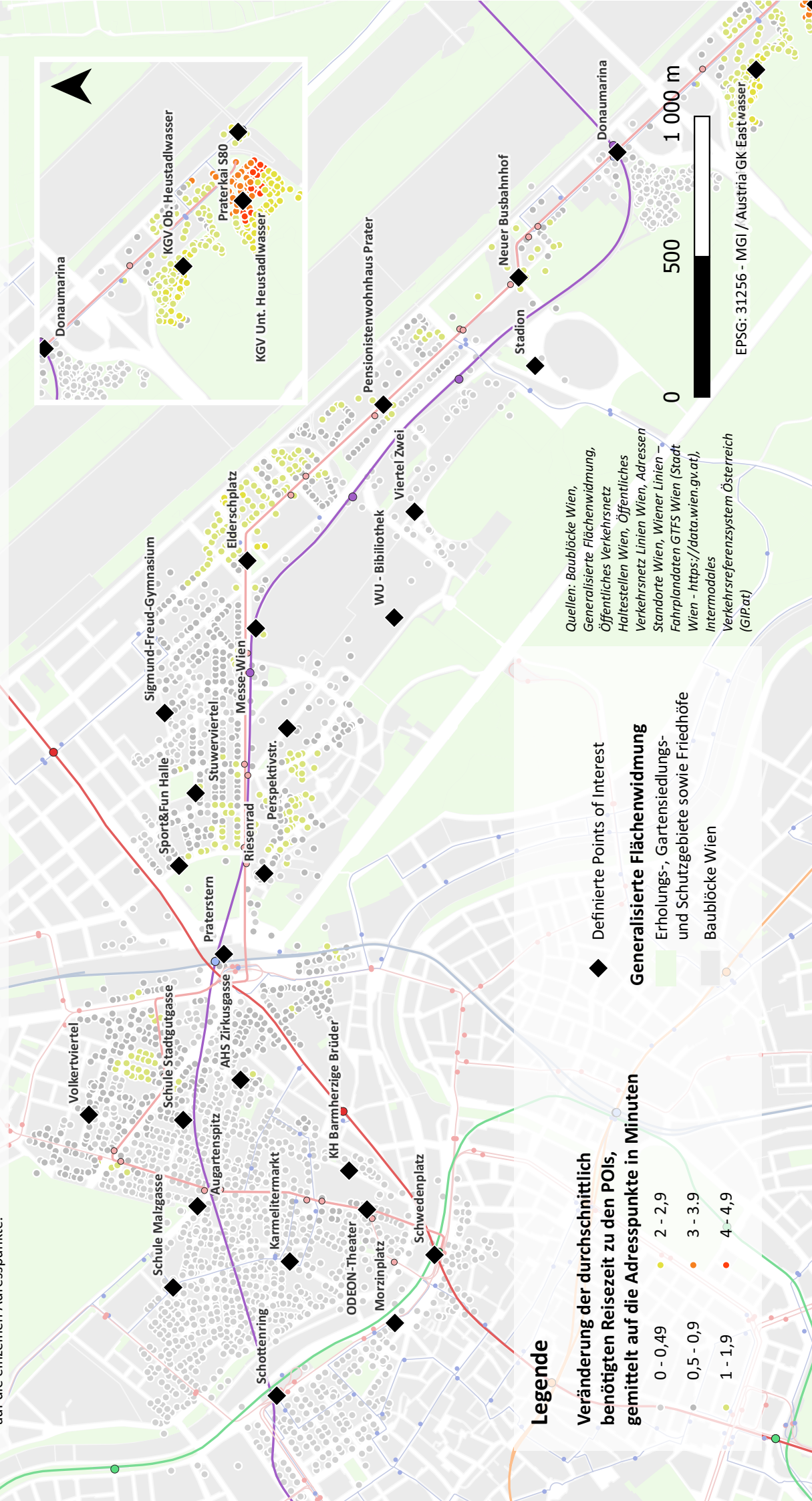
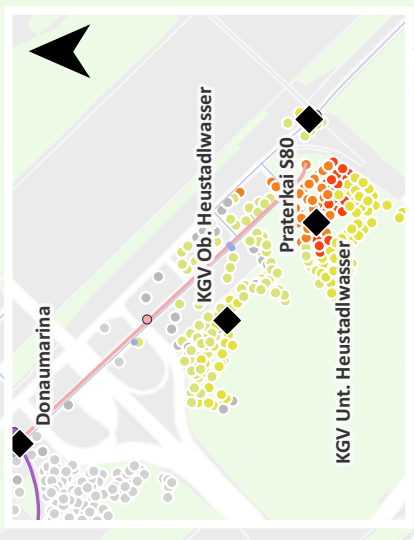
Auf den Seiten 108 und 109:

Karte 23: Vergleich U2_V2_AD U2 ohne adaptierte Buslinien zu U2 & L21 (eigene Darstellung)

Karte 24: Vergleich U2_V2_POI U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21 (eigene Darstellung)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U2_V2_AD: U2 ohne adaptierte Buslinien zu U2 mit L21

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 21 (300 Meter) und U2 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von Szenario U2 + L21 zu dem Bestand ohne Buslinien dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.



Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

- 0 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9
- 2 - 2,9
- 3 - 3,9
- 4 - 4,9

◆ Definierte Points of Interest

Generalisierte Flächenwidmung
Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien - Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrssystem Österreich (GIP.at)

5.2.3. Vergleich V3: „Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand“

Um auch die Forschungsfrage zur Abhängigkeit des Einzugsgebietes von der jeweiligen U-Bahn-Linie zu untersuchen, wurden das Regel- und das Ausfallszenario im Vergleich V3 gegenübergestellt.

Vergleich V3 auf Ebene der Adresspunkte:

Die Karte V3 veranschaulicht die signifikante zeitliche Abhängigkeit der Einzugsgebiete entlang der U2. Die überwiegend rot gefärbte Karte wird durch die Einzugsgebiete der U-Bahnlinie U1 und der Buslinien 5B, 82A sowie 11A durchbrochen. Es wird angenommen, dass die U1 zwischen Taborstraße und Praterstern sowie zwischen Lassallestraße und Ausstellungsstraße einen Ausfall der U2 durch die Relationen 11A-U1 (über die Station Vorgartenstraße) und 82A-U1 (über den Praterstern) weitgehend kompensieren kann. Dies erklärt die gelb und teilweise grau markierten Adresspunkte entlang der Praterstraße und im Volkertviertel.

In der Umgebung des Karmelitermarktes sind deutliche Verlängerungen der durchschnittlichen Reisezeiten mit bis zu 9 Minuten zu beobachten. Es ist klar ersichtlich, dass der Ausfall der U2 erhebliche Auswirkungen auf das Gebiet rund um den POI Schule Stadtgutgasse haben würde. Es lässt sich aber auch für das Gebiet im Umfeld des POIs Schule Stadtgutgasse sehr deutlich erkennen, für welches der Ausfall der U2 markante Auswirkungen hätte, die Auswirkungen sind bis zum POI Volkertmarkt deutlich sichtbar. Es lässt sich nicht eindeutig bestimmen, inwieweit die Auswirkungen von der Wegekette Adresspunkt-Fußweg-5B-U2 oder Adresspunkt-Fußweg-U2 stammen. Allerdings wird der Effekt mit abnehmender Entfernung zur Station Taborstraße zunehmend der U2 zugeschrieben. Demnach hat der Betrieb der Linie U2 erhebliche zeitliche Konsequenzen für das betreffende Gebiet.

Für die Vielzahl jener hellgelb markierten Adresspunkte westlich des Pratersterns wird davon ausgegangen, dass diese von der Nähe zum Praterstern und damit zur U1 profitieren. Daraus resultiert eine Reihe möglicher Umsteigemöglichkeiten, wobei die durchschnittliche Verlängerung der Reisezeit um eine Minute geringfügig wirkt, jedoch angesichts der Anschlüsse von der U1 verständlich ist. Besonders für die Linien 5A, 5B und 11A wird eine wichtige Rolle angesichts ihrer Verknüpfungen angenommen.

Die gelb bis rot markierten Adresspunkte entlang der Ausstellungsstraße reflektieren klar die Annahme, dass die U2 in diesem Bereich ein charakteristisches Merkmal der West-Ost-Erschließung darstellt. So zeigt sich besonders für das Umfeld der Messe eine markante Reisezeitverlängerung von bis zu fünf Minuten. Nördlich und südlich der Ausstellungsstraße fallen die Verlängerungen der Reisezeiten geringer aus, was vermutlich weniger mit der U2 oder der Linie 82A selbst zu tun hat, sondern eher aus der Nähe zur U-Bahn-Station resultiert. Daher würde ein Ausfall der U2 wahrscheinlich zu einer größeren Differenz führen.

Im Vergleich dazu verlängert sich die Reisezeit von den Startpunkten rund um den Elderschplatz durch das Bestehen der Linie 11A nur geringfügig. Die größten Nachteile eines Ausfalls der U2 betreffen die Adressen in unmittelbarer Nähe zur Station Donaumarina, da sie die einzige direkte Verbindung über das Stadion hinaus verlieren. Dies verdeutlicht die Abhängigkeit dieser Lage von der U2, was sich in einer durchschnittlichen Verlängerung der Reisezeit um bis zu 11 Minuten äußert.

Die geringere Veränderung der Reisezeiten für Kleingartenvereine südlich der Donaumarina kann durch die vorhandene Umsteigemöglichkeit an der Station Donaumarina oder am Stadion begründet werden. Für die Verbindung KGV Unteres Heustadlwasser – Elderschplatz ergibt sich bei einem Ausfall

der Linie U2 keine große Änderung (77A-11A), während das gleiche Ziel von der Donaumarina aus im Normalfall mit einem Umstieg gegenüber einer möglichen Route über U2 und Fußweg erreicht werden kann.

Vergleich V3 auf Ebene der Points of Interest:

Eine ähnliche Darstellung ergibt sich bei der Mittelung der Reisezeiten auf POI-Ebene: Für alle definierten Zielpunkte zeigt sich eine durchschnittliche Verlängerung der Reisezeit um mindestens eine Minute. Dies wird insbesondere bei jenen Points of Interest deutlich, die sich direkt an einer U2-Station befinden. Umgekehrt zeigt sich, dass die durchschnittliche Reisezeitverlängerung für die meisten POIs, die nicht direkt an einer U-Bahn-Station liegen, aber in deren Nähe Busstationen sind, oft weniger als drei Minuten beträgt. Auch hier wird angenommen, dass der im Bestand zurückzulegende Fußweg zur U-Bahn-Station die Differenz zur benötigten Alternativroute dementsprechend schmälert, sodass diese weniger markant ausfällt. Es ist anzumerken, dass die häufig gelblich markierten Zielpunkte in der Regel in der Nähe von Bushaltestellen zu finden sind.

Annahmen für die orange bis rot gefärbten Zielpunkte sind notwendig, variieren jedoch je nach Situation. Besonders interessant erscheinen dabei die Ausprägungen der POIs Messe Wien, Viertel Zwei, WU-Bibliothek und Perspektivstraße, liegen alle genannten doch entlang der Linie 82A. Es wird angenommen, dass die relativ hohen durchschnittlichen Reisezeitverlängerungen trotz Busanbindung mit der Befahrungsrichtung der Stationen bzw. POIs zusammenhängen. Die Mehrheit der Adresspunkte befindet sich westlich des Messegeländes, was zur Folge hat, dass eine Route wie Praterstern – 82A – WU-Bibliothek eine Schleife über den Elderschplatz notwendig macht und dadurch längere Fahrzeiten entstehen. Darüber hinaus resultiert für den Bereich der Donaumarina mindestens ein zusätzlicher Umstieg, da die Linie 11A bereits am Stadion endet. Die Verbindung Praterkai – Viertel Zwei kann entweder mit den Linien 77A, 11A und 82A oder mit den Linien 77A und 11A plus einem Fußweg zurückgelegt werden. Unter Berücksichtigung dieser Schleife der Linie 82A und einem möglichen Ausfall der U2 könnte die Linie 82A als Alternative in beide Richtungen über die WU bis zum Stadion geführt werden, um bei einem U2-Ausfall eine adäquate Ersatzmöglichkeit zu bieten.

Insbesondere die Zielpunkte Praterkai, KGV Oberes- und unteres Heustadlwasser, das Stadion und der neue Busbahnhof sind oft nicht oder nur schlecht an zusätzliche hochwertige Verkehrslinien wie U-Bahnlinien angebunden. Die Mehrheit der Linien, die dort verkehren, schließen direkt an die U2 an und dienen der lokalen Erschließung rund um die jeweilige U2-Station, wodurch alternative Reiserouten nur eingeschränkt verfügbar sind. Bei den verbleibenden Zielen ist die Verlängerung der Reisezeit aufgrund von (gut verbundenen) Alternativen vergleichsweise gering. Insbesondere im Hinblick auf Alternativen sollte die länglich ausgedehnte Siedlungsstruktur im Bereich Elderschplatz – Praterkai nicht unerwähnt bleiben, die zusätzliche Linien des öffentlichen Verkehrs in das Spannungsfeld von parallelen Routen und deren Zweckmäßigkeit bringt.

Auf den Seiten 112 und 113:

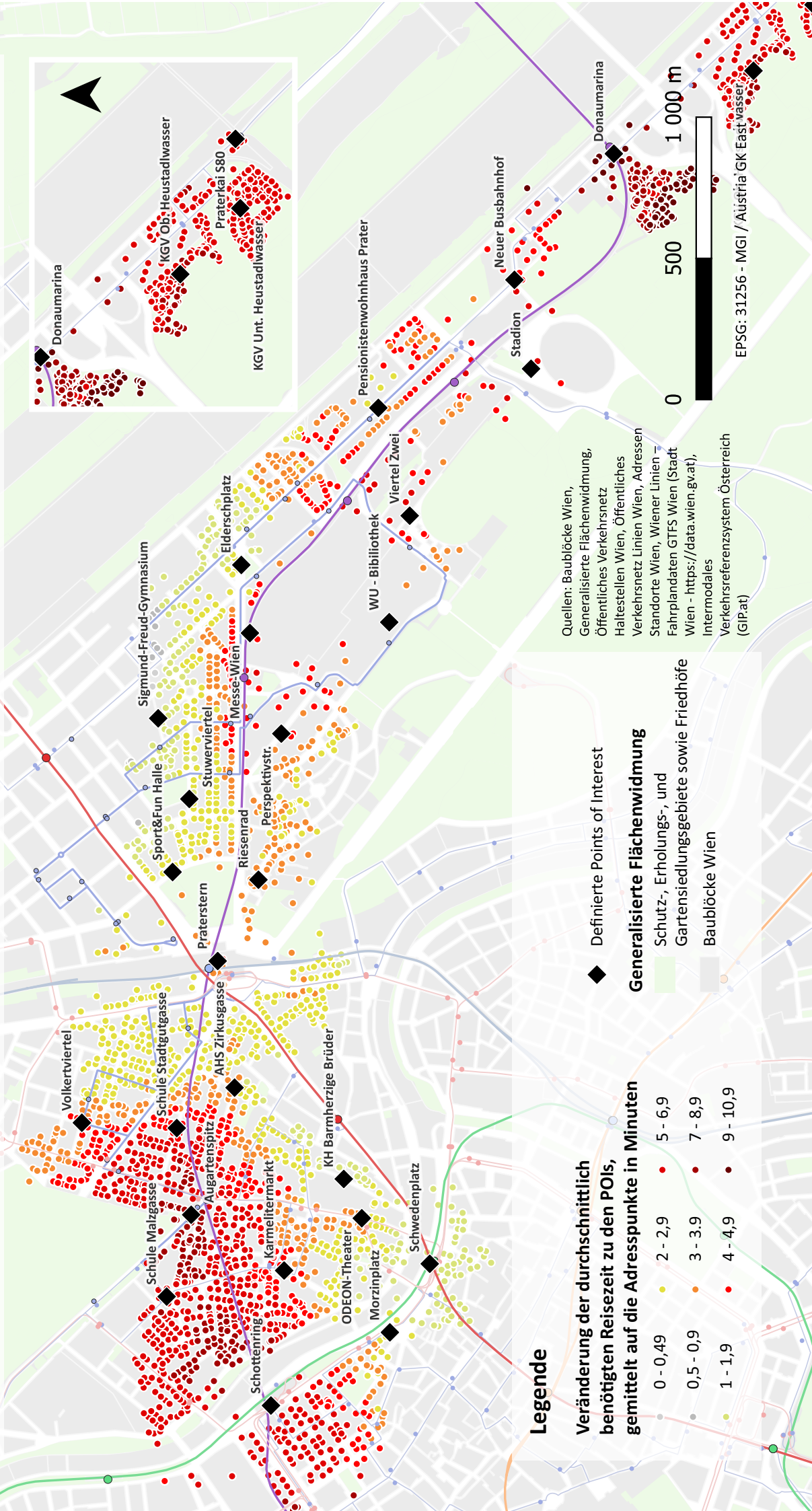
Karte 25: Vergleich U2_V3_AD Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand (eigene Darstellung)

Karte 26: Vergleich U2_V3_POI Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand (eigene Darstellung)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs:

Vergleich U2_V3_AD: Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 21 (300 Meter) und U2 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten vom Bestandsszenario zu einem U2-Ausfall im Bestand dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.



Legende

- Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten**
- 0 - 0,49
 - 0,5 - 0,9
 - 1 - 1,9
 - 2 - 2,9
 - 3 - 3,9
 - 4 - 4,9
 - 5 - 6,9
 - 7 - 8,9
 - 9 - 10,9

◆ Definierte Points of Interest

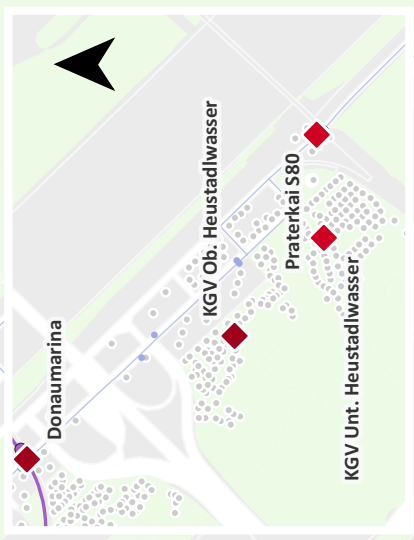
- Generalisierte Flächenwidmung**
- Schutz-, Erholungs-, und Gartensiedlungsgebiete sowie Friedhöfe
 - Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

EPSG: 31256 - MGI / Aústria GK East wasser

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U2_V3_POI: Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 21 (300 Meter) und U2 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFs-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten vom Bestandsszenario zu einem U2-Ausfall dar, gemittelt über die Adresspunkte auf die einzelnen POIs.



Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die POIs in Minuten

- 1 - 1,9
- 4 - 4,9
- 5 - 6,9
- 7 - 8,9
- 9+

Adresspunkte im Einzugsgebiet

Generalisierte Flächenwidmung
Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFs Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

0 500 1 000 m

EPSG: 31256 - MG / Austria GK East vasser

5.2.4. Gegenüberstellung der Zugangszeiten zur U2 bzw. zur Linie 21

Berücksichtigt man schließlich den Zugangsweg oder die Zugangszeit zum Fahrzeug (sowohl U-Bahn als auch Straßenbahn), wird das Umfeld der U2/21er-Station Taborstraße deutlich sichtbar. Das Umfeld ist durch Adresspunkte charakterisiert, die sich jeweils in der gleichen zeitlichen Kategorie des Zugangsweges sowohl zur Straßenbahn als auch zur U-Bahn befinden. Das ist insofern bemerkenswert, da für den Weg zur U-Bahn eine zusätzliche vertikale Distanz eingelegt werden muss, gleichzeitig aber auch die hier sehr rasterähnliche Gebäudestruktur die Erreichbarkeit der Linie 21 „erschwert“. Insofern wird angenommen, dass die schräg zum Gebäudebestand positionierte U2-Station mit dem Zugang in der Novaragasse die Zugänglichkeit der U2 in dieser Gegend verbessert.

Bei der Mehrheit der sichtbaren Adresspunkte und dem Zugangsweg bzw. der erforderlichen Zugangszeit zum Fahrzeug ergibt sich kein signifikanter Unterschied von mehr als 2,5 Minuten. Daher lässt sich behutsam die Hypothese aufstellen, dass man für eine Reisekette mit der U2 im Vergleich zur Linie 21 oft durchschnittlich fünf Minuten längere Wege zum Ein- oder Aussteigen einplanen muss. Angesichts der kurzen Fahrzeiten und des häufigeren Takts der U-Bahn könnte relativ schnell ein Punkt erreicht werden, an dem der längere Zugangsweg durch die kürzere Fahrzeit ausgeglichen wird und somit gegenüber einem kürzeren Zugangsweg mit längerer Fahrzeit bevorzugt wird. Diese Annahme ist jedoch lediglich eine Interpretation der berechneten Daten, die davon ausgeht, dass die Adress- und Zielpunkte keine größeren Unterschiede als eine Zugangszeit von 2,5 Minuten aufweisen und sich im direkten Umfeld beider Linien befinden

Diese Beobachtung trifft jedoch nicht auf jene Adressen im Bereich der Rueppgasse zwischen den Stationen Taborstraße und Praterstern, im Stuwerviertel und vereinzelt entlang der Engerthstraße zu. In diesem Bereich zeigt sich eine deutlich größere Differenz zwischen den Zugangszeiten, und diese Erkenntnisse spiegeln sich in den Ergebnissen der Karten wider, sodass hier die „Verlierer“ eines Szenarios U2 ohne Linie 21 und ohne Busnetz zu finden sind. Man kann daher feststellen, dass der längere Weg zur U-Bahnstation nicht durch die kürzere Fahrzeit ausgeglichen wird. Vielmehr stellt die Nähe zur Linie 21 trotz der tendenziell längeren Fahrzeit einen positiven Faktor im Vergleich zur Linie U2 dar.

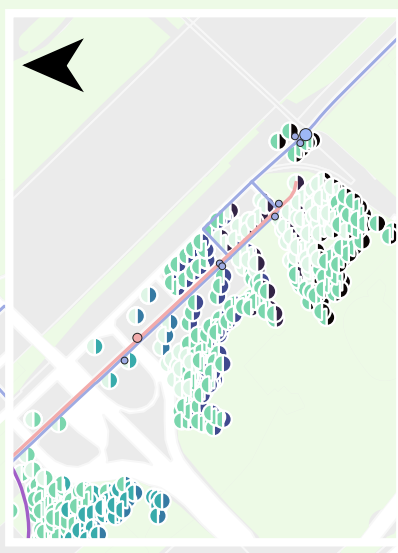
Diese Betrachtung erlaubt keine allgemeingültigen Schlüsse, legt jedoch nahe, dass die Positionierung der Stationen und ihrer Eingänge eine wesentliche Rolle für die Zugänglichkeit der U-Bahn im Vergleich zur Straßenbahn spielen könnte. Das Beispiel der Taborstraße verdeutlicht, dass trotz der schrägen Positionierung unter der bestehenden Gebäudestruktur die Nachteile der tiefen Lage der U-Bahn-Station durch eine gute Zugänglichkeit teilweise kompensiert werden kann. Im Gegensatz dazu liegen alle weiteren Stationen entlang von Straßen und tragen somit nicht zur Verbesserung des Wegenetzes bei, sondern orientieren sich an der Erreichbarkeit des bestehenden oberirdischen Straßen- und Wegenetzes

Auf der Seite 115:

Karte 27: Gegenüberstellung Dauer des Zugangsweges zu U2 / Linie 21 (eigene Darstellung)

Berechnete Zugangszeit zum Straßenbahn- (Haltepunkt) / U-Bahn-Fahrzeug Gegenüberstellung: Dauer des Zugangsweges zur U2 / zur Linie 21

Die dargestellten Adresspunkte wurden durch das fußläufig erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der ehemaligen Linie 21 (300 Meter) und U2 (500 Meter) gebildet. Die Adresspunkte symbolisieren den schnellsten Weg zur nächsten U2 Station (jeweils nächstes Bahnsteigende) bzw. L21-Station. Andere Linien wurden in dieser vereinfachten Gegenüberstellung nicht berücksichtigt.



Zugangszeit zur L21

- bis 2,5 Min
- 2,5 bis 5 Min
- 5 bis 7,5 Min
- 7,5 bis 10 Min
- 10 bis 12,5 Min
- 12,5 bis 15 Min
- Über 15 Min

Zugangszeit zur U2

- bis 2,5 Min
- 2,5 bis 5 Min
- 5 bis 7,5 Min
- 7,5 bis 10 Min
- 10 bis 12,5 Min
- 12,5 bis 15 Min
- Über 15 Min

Generalisierte Flächenwidmung

Schutz-, Erholungs-, und
Gartensiedlungsgebiete sowie Friedhöfe
Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte
Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz
Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien
Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien -
Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien
<https://data.wien.gv.at/>), Intermodales
Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

0 500 1 000 m

EPSG: 31256 - MGI / Austria GK East

5.2.5. Diskussion über den U2-Korridor

Nach der Analyse und Aufbereitung der Daten für den U2-Korridor lassen sich einige Aspekte zusammenfassen. Der Vergleich V1 offenbart, dass ein Parallelverkehr mit der Linie 21 im Gegensatz zur derzeitigen Verbindung mit U2 und Buslinien entlang der Kleingartenvereine südöstlich der Station Donaumarina keine signifikanten Reisezeitvorteile bieten würde. Weiter zeigt sich, dass sich die Auswirkungen der beiden Erschließungsvarianten (U2+21 / U2+Bus) im Vergleich nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Angesichts der Verkürzung der Reisezeiten im Bestand scheint die aktuelle Erschließungsstruktur auch unter Berücksichtigung der Kosten für einen zusätzlichen Straßenbahnbetrieb vorteilhaft zu sein. Gleichzeitig sind oft nur minimale Verschlechterungen erkennbar. Ein signifikanter Faktor ist, dass die meisten Buslinien des Korridors an Knotenpunkten der U2 beginnen und enden, wodurch nur wenige Verbindungen zu anderen hochrangigen öffentlichen Verkehrslinien entstehen.

In diesem Kontext sollte auch erwähnt werden, dass die Konzeption der Bus- bzw. Anschlusslinien über eine Umstiegsstation im Korridor hinaus eine vernünftige Maßnahme im Falle einer Störung darstellen kann. So zeigt sich, dass die Linie 11A, die zwischen Stadion und Elderschplatz auf derselben Strecke wie die Linie 21 fährt und somit im Parallelverkehr operiert, die verlängerten Reisezeiten einiger Adressen im Falle einer U2-Störung, bis zu einem gewissen Grad ausgleichen kann. Die Relevanz von Kompensationswirkungen oder parallel verkehrenden Linien wird im Vergleich V3 deutlich, wo insbesondere jene Bereiche, die neben der U2 über gut angebundene Buslinien oder eine zusätzliche U-Bahn-Linie verfügen, geringere durchschnittliche Verlängerungen der Reisezeiten zeigen. Es ist erwähnenswert, dass ein theoretischer Vergleich der Ergebnisse des Ausfallsszenarios in Kapitel 4.1 zeigt, dass radial verlaufende, querende Linien gute Alternativen bieten, vorausgesetzt, sie sind gut in das bestehende Netz integriert und mit anderen Linien verbunden, die teilweise indirekt parallel verlaufen. In der Praxis, insbesondere im Hinblick auf das genannte Beispiel, wird der Vergleich durch die schmale, längliche Siedlungsstruktur zwischen Elderschplatz und Praterkai erschwert, weshalb die Linie 11A wahrscheinlich die einzige parallele Alternative darstellen kann. Eine mögliche Neuorganisation der Linie 82A könnte darin bestehen, dass sie in beide Richtungen über die Wirtschaftsuniversität und das Viertel Zwei bis zum Stadion fährt.

Es lässt sich keine klare Aussage darüber treffen, wie sich Zugangsweg und Fahrzeit je nach Typ des öffentlichen Verkehrs im Korridor der U2 gegenläufig beeinflussen. Im Bereich Augartenspitze – Schwedenplatz zeigt sich keine signifikante Verlängerung der Reisezeit auf der Ebene der Adresspunkte durch den zusätzlichen Betrieb der Linie 21. Jedoch ist auf der Ebene der POIs ein positiver Effekt im Bereich der Engerthstraße feststellbar. Es zeigt sich, dass der Wegfall der Linie 21 nicht so bedeutende Auswirkungen auf die Reisezeit vieler Adresspunkte hat, wie zunächst angenommen. Dies wird beim Vergleich der Modelle V1 und V2 deutlich, wo der relativ geringe Einfluss der Buslinien erkennbar ist.

Die Deutung des Korridors beziehungsweise des „deckungsgleichen“ Parallelverkehrs ist somit nicht so klar wie die des Korridors der U3. Es wird erisichtlich, dass ein Parallelverkehr im Bereich Engerthstraße – Praterkai signifikante Reisezeitersparnisse für die Erreichbarkeit der festgelegten POIs bieten würde, was teilweise bereits durch den Betrieb der Linie 11A realisiert wird. Gleichzeitig bietet ein Parallelverkehr im Bereich Schwedenplatz – Heinestraße nur geringfügige Reisezeitvorteile. Daher stellt sich die Frage nach der Bedeutung der ausgewählten POIs, des übrigen Netzes und der Länge des Zugangswegs zur U-Bahn-Station. Insbesondere scheinen die beiden Zugänge der Station Taborstraße in der Taborstraße und in der Novaragasse ein großes Einzugsgebiet zu bedienen, was in Verbindung mit den verkürzten Fahrzeiten der U2 vermutlich nur zu einer geringfügig längeren durchschnittlichen

Reisezeit führt. Es sollte nicht übersehen werden, dass es sich auch in diesem Fall nur um Durchschnittswerte handelt. Es lässt sich jedoch auch argumentieren, dass das Verhältnis zwischen der Entfernung zu den Zielorten und der Fahrtdauer der Straßenbahn, abhängig von ihrer Position im Korridor einen erheblichen Einfluss auf die Verlängerung der Reisezeit ausüben kann.

Trotzdem wird deutlich, dass die Erschließungsstruktur im Parallelverkehr zur Linie 21 für die meisten betrachteten Gebiete keine signifikanten Auswirkungen hat. Es lässt sich erkennen, dass die Planung der jeweiligen sekundären Erschließungsstruktur einen wesentlichen Einfluss auf den Vergleich mit dem Ausgangsfall hat. Die untersuchte Form des (potenziellen) Parallelverkehrs weist somit ähnliche Effekte auf, wie sie schon im U3-Korridor an der Linie 52 beobachtet wurden.

5.3. Korridor 3 (U5): Frankhplatz – AKH – Hernalts

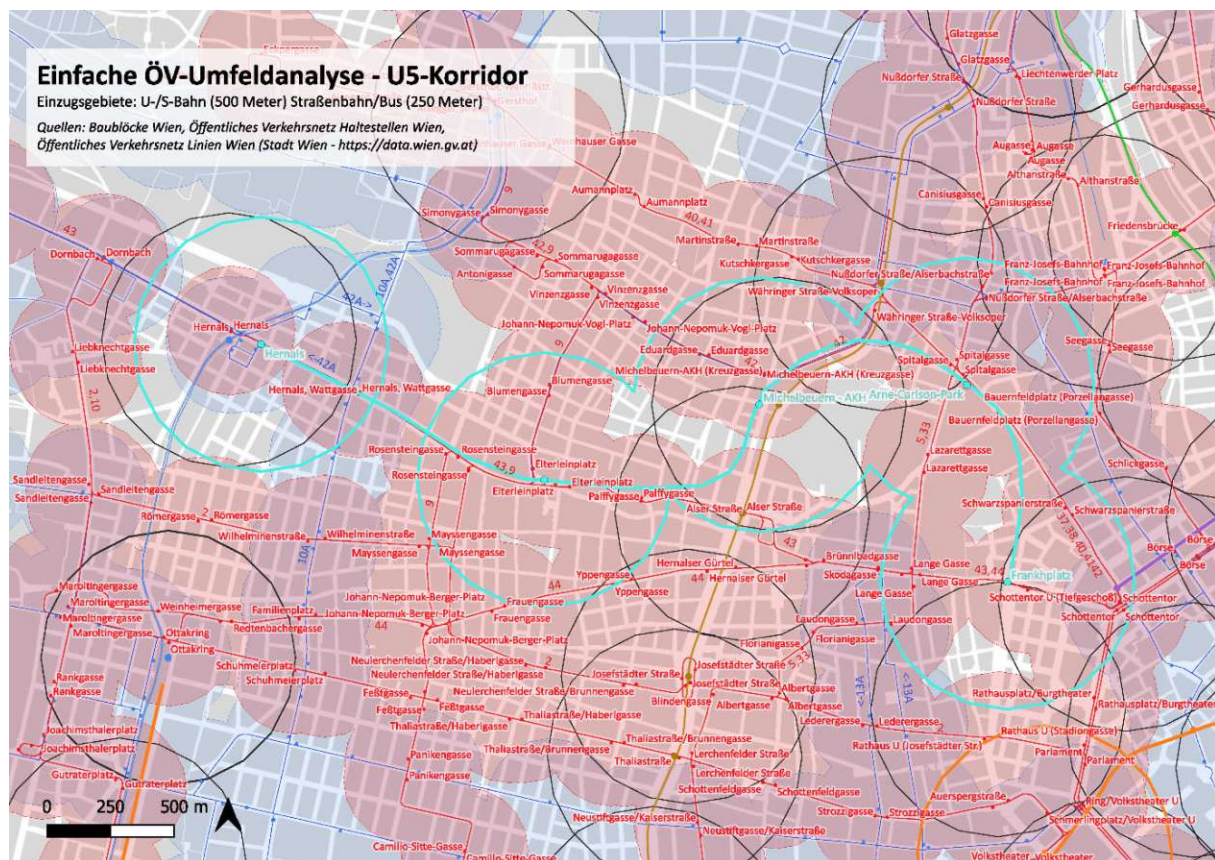
Der dritte Korridor umfasst 4710 Adresspunkte und 23 ausgewählte Points of Interest für die auf Grundlage der vier Szenarien vier Vergleichsmodelle erstellt wurden. Das primäre Ziel der Untersuchung war es zu ermitteln, ob ein Parallelverkehr zwischen der U5 und der Linie 43 zu kürzeren Reisezeiten im öffentlichen Verkehr führen würde als die aktuellen Verbindungen.

SzenarioNr	"Szenario-Name"	beinhaltet U5	beinhaltet Linie 43
Szenario 1	U5-Ausfall	nein	ja (7,5' Takt)
Szenario 2	Bestandssituation	nein	ja (Takt: Bestand)
Szenario 3	U5 + L43	ja	ja (7,5' Takt)
Szenario 4	U5 ohne L43	ja	nein

Tabelle 11: Szenarien U5-Korridor (eigene Bearbeitung)

Vergleich	"Vergleich-Name"	Gegenüberstellung (a-b)
V1	U5 mit L43 zu U5 ohne L43	Szenario 4 - Szenario 3
V2	Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43	Szenario 1 - Szenario 3
V3	Bestand zu U5 ohne L43	Szenario 4 - Szenario 2
V4	Bestand zu U5 mit L43	Szenario 3 - Szenario 2

Tabelle 12: Vergleiche U5-Korridor (eigene Bearbeitung)



Karte 28: Einfache ÖV-Umfeldanalyse U5-Korridor (eigene Darstellung)

5.3.1. Vergleich V1: „U5 mit L43 zu U5 ohne L43“

Anhand der Szenarien S3 und S4 wurde ein Vergleich aufgestellt, welche die durchschnittlichen Reisezeitverlängerungen für alle Adresspunkte ohne einen Betrieb der Linie 43 (mit U5) gegenüber jenen Reisezeitveränderungen bei einem gemeinsamen Betrieb der Linie U5 mit der Linie 43 gegenüberstellt.

Vergleich V1 auf Ebene der Adresspunkte:

Beim Betrachten der gelblich markierten Adresspunkte wird ersichtlich, welche Einzugsgebiete von der Linie U5 nicht oder nur peripher versorgt werden. Es wird deutlich, dass für Adressen in der Nähe der U6-Station Alser Straße sowie für den Bereich zwischen der Rosensteingasse und der Wattgasse durchschnittliche Reisezeitverlängerungen von 1 bis 3 Minuten zu erwarten sind. Die Punkte mit den größten durchschnittlichen Verlängerungen der Reisezeit konzentrieren sich im Bereich der Wattgasse, wo im Zuge der Planungen für die U5-Linie die Errichtung einer Station diskutiert wurde. Es sollte beachtet werden, dass der gemessene Stationsabstand¹⁷ zwischen Elterleinplatz und Hernalts etwa 1200 Meter beträgt. Daher könnte zwar eine zusätzliche U5-Station zwischen diesen beiden Punkten möglich sein, jedoch würden Aufgänge auf beiden Seiten die Distanz auf weniger als 500 Meter zwischen zwei Stationen reduzieren.

Ein genauer Blick zeigt auch, dass die zwei Adresspunkte westlich der Station Hernalts eine durchschnittliche Verlängerung der Reisezeit um 1,6 Minuten aufweisen. Es wird davon ausgegangen, dass obwohl sie im Einzugsbereich der Linie U5 liegen, die Station Dornbach der Straßenbahnlinie 43 einen größeren Nutzen für die Erreichbarkeit der Zielorte bietet. Somit, wird davon ausgegangen, dass Adresspunkte, die weiter westlich liegen, mit zunehmender Entfernung von der U5 größere durchschnittliche Verlängerungen der Reisezeit im Falle einer Einstellung der Linie 43 erfahren würden. Dies hängt auch davon ab, ob eine Anschlusslinie ab der Station Hernalts verfügbar wäre.

Die Tatsache, dass die Linie 43 keinen wesentlichen Einfluss (weniger als eine halbe Minute) auf die durchschnittliche Reisezeit der meisten Adresspunkte hat, wird deutlich, wenn man die hellgrauen Punkte betrachtet. Dabei erkennt man einmal mehr, dass die durch die U5 neu erschlossenen Gebiete kaum oder keinen Nutzen von der Linie 43 haben würden. Jene dunkelgrau markierten Punkte, die eine Reisezeitverlängerung von 30 bis 60 Sekunden anzeigen, finden sich häufig im erweiterten Umfeld der U5-Einzugsgebiete, nahe den Stationen der Linie 43. Diese Schlussfolgerungen legen nahe, dass das Aussetzen der Linie 43 die durchschnittliche Reisezeit für bestimmte Adressen zwar erhöhen würde, der längere Weg zur U5 jedoch nicht wesentlich ins Gewicht fällt oder sogar durch die Fahrtdauer teilweise ausgeglichen werden könnte. Es sollte noch einmal betont werden, dass dieses Szenario einen 7,5-Minuten-Takt für die Straßenbahnlinie 43 annimmt, weshalb der Vergleich mit dem aktuellen Zustand nur eingeschränkt möglich ist (Die Vergleiche V3 und V4 beziehen sich auf den aktuellen Zustand und mögliche Netzwerkeffekte).

Insbesondere für den Bereich zwischen dem Gürtel und der Spitalgasse stellt sich angesichts der erwähnten Planungsalternative einer Linienführung über die U6-Station Alser Straße die Frage nach den Auswirkungen einer solchen Route. So zeigt sich in diesem Bereich eine Konzentration hell- bis dunkelgelber Adresspunkte. Eine solche Führung hätte dieses Gebiet zumindest auf einer theoretisch-planerischen Ebene abgedeckt, gleichzeitig würde dies wahrscheinlich auch eine erneute Überprüfung der Rolle der Linie 43 erforderlich machen.

¹⁷ Grobe Messung über wien.gv.at/Stadtplan.at von geschätzter Stationsmitte zu geschätzter Stationsmitte (Tabelle im Anhang)

Vergleich V1 auf Ebene der Points of Interest:

Eine Analyse der veränderten Reisezeiten, basierend auf den Points of Interest, stimmt größtenteils mit den Beobachtungen auf Adresspunkt-Ebene überein. Zudem wird deutlich, dass die Linie 43 (im 7,5-Minuten-Takt) im Vergleich zur Linie U5 (im 3-Minuten-Takt) keine wesentliche Rolle für die Erreichbarkeit der meisten Points of Interest spielt, da die Zeitersparnis oft weniger als eine halbe Minute und nur selten unter einer Minute beträgt. Lediglich die Punkte, die eindeutig nicht in der Nähe der U5-Stationen liegen zeigen deutlichere Ergebnisse mit Reisezeitverlängerungen von bis zu 1,9 Minuten.

Daher kann man davon ausgehen, dass für alle definierten Zielpunkte (wo auch die Linie 43 in der Nähe verkehrt) die möglichen negativen Auswirkungen durch den Wegfall der Straßenbahn durch die Vorteile der U-Bahn mehr als ausgeglichen werden, sodass die durchschnittliche Verlängerung der Reisezeit selten mehr als eine Minute beträgt. Beispielsweise führt der zusätzliche Betrieb der Linie 43 zu einer Zeitersparnis von etwa einer halben Minute für die POIs Hernals S und Elterleinplatz. Es ist allerdings besonders für die Organisation dieses Korridors hervorzuheben, dass von den jeweils im Korridor verkehrenden Linien, fast alle einen direkten Anschluss auch an die U5 aufweisen würden. Es ist nicht so, dass die Linie 43 wenig Mehrwerte aus zeitlicher Sicht bietet, sondern vielmehr, dass die Linie U5 aufgrund ihrer Integration in das bestehende Oberflächennetz deutlich mehr Vorteile bringt.

Es stellt sich die Frage, inwieweit die U5 und die Linie 43 miteinander konkurrieren, oder ob der Betrieb der Linie 43 mit ihren vergleichsweise großen Stationsabständen die positiven Effekte der U-Bahn verstärken kann, beziehungsweise ob durch eine dichtere Taktung überhaupt positive Effekte erzielt werden können. Diese Frage wird durch den Vergleich zwischen V3 und V4 untersucht.

Auf den Seiten 121 und 122:

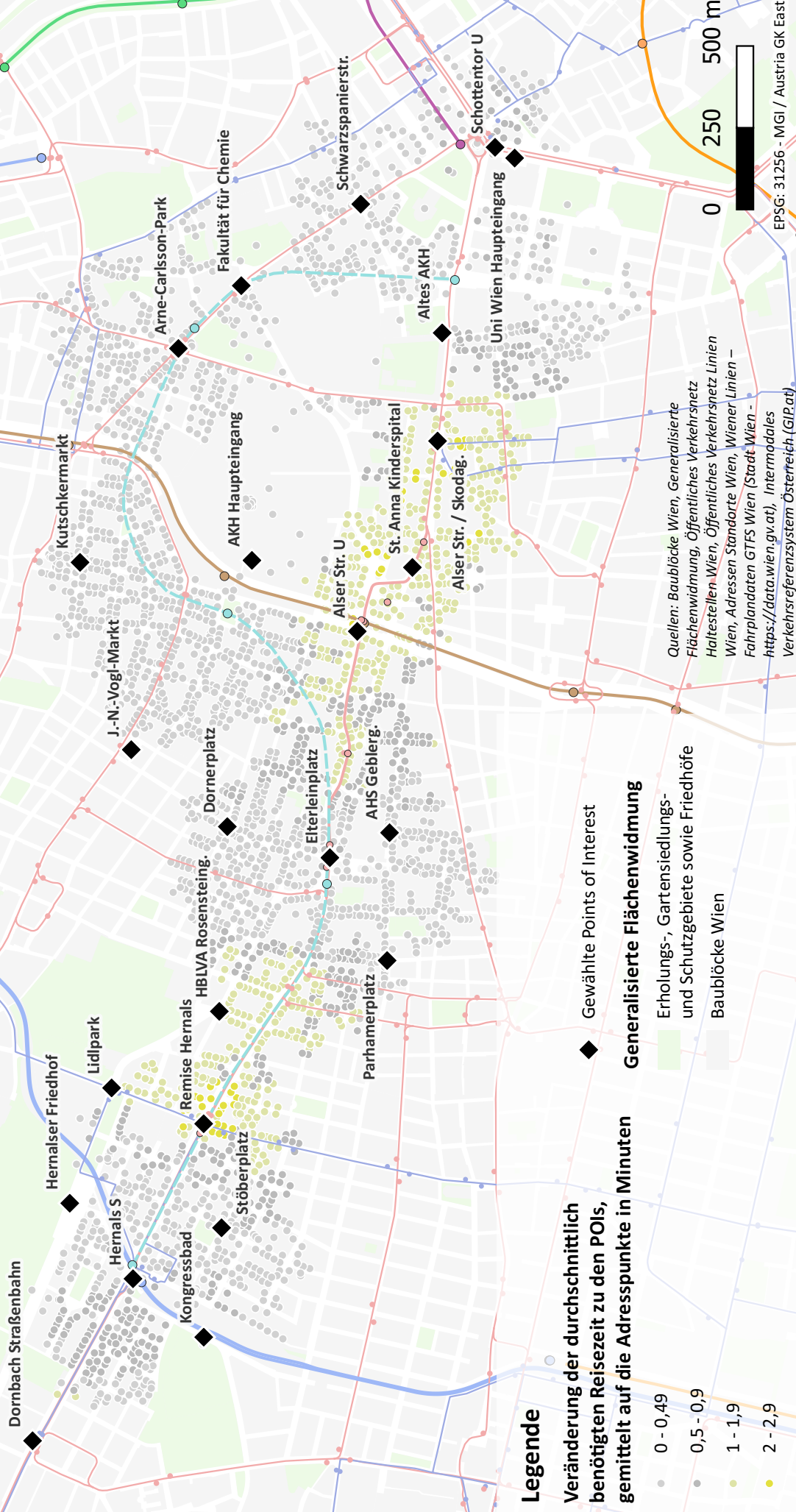
Karte 29: Vergleich U5_V1_AD U5 mit L43 zu U5 ohne L43 (eigene Darstellung)

Karte 30: Vergleich U5_V1_POI U5 mit L43 zu U5 ohne L43 (eigene Darstellung)

Durchschnittliche Veränderung der benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs:

Vergleich U5_V1_AD: U5 mit L43 zu U5 ohne L43

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der Linie 43 (300 Meter) und zukünftigen U5 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenehmen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von einem Szenario U5 + L43 zu einem Szenario U5 ohne L43 dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.



Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

- 0 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9
- 2 - 2,9

◆ Gewählte Points of Interest

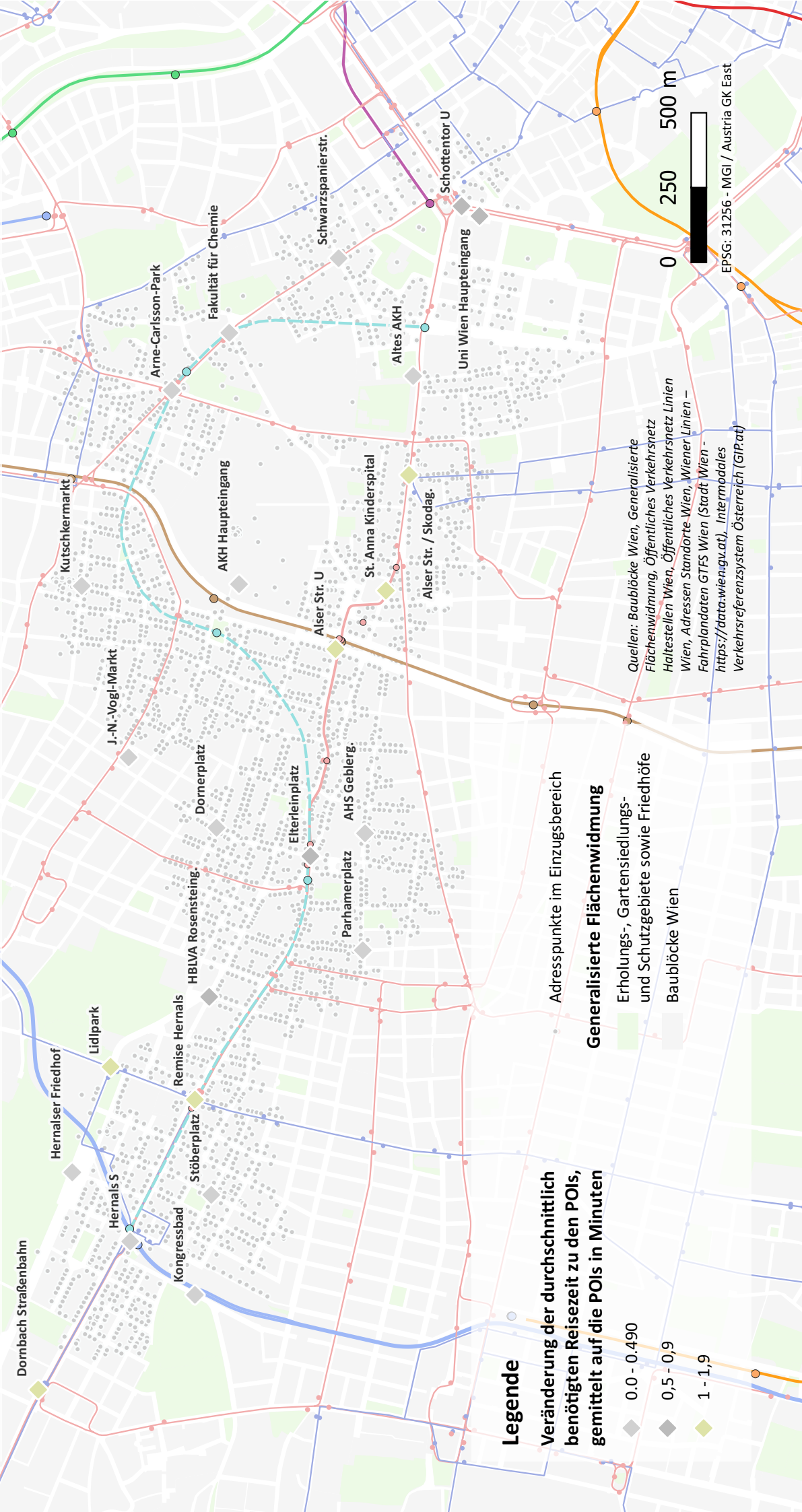
Generalisierte Flächenwidmung

Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U5_V1_POI: U5 mit L43 zu U5 ohne L43

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der Linie 43 (300 Meter) und zukünftigen U5 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von einem Szenario U5 + L43 zu einem Szenario U5 ohne L43 dar, gemittelt über die Adresspunkte auf die einzelnen POIs.



5.3.2. Vergleich V2: „Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43“

Um die Abhängigkeiten des Einzugsgebietes von der Linie U5 im skizzierten Fall zu verdeutlichen, bei dem die U5 alle 3 Minuten und die Linie 43 alle 7,5 Minuten fährt, wurde im Vergleich V2 das angenommene zukünftige Erschließungsszenario (U5 und 43 im 7,5-Minuten-Takt) mit einem Ausfallsszenario (nur die Linie 43 im 7,5-Minuten-Takt ohne U5) gegenübergestellt.

Vergleich V2 auf Ebene der Adresspunkte:

Es wird deutlich, dass ein Ausfall der U5-Linie insbesondere in den Bereichen um die Stationen Hernals, AKH und Arne-Carlsson-Park zu Reisezeitverlängerungen von bis zu fünf Minuten führen würde. Es ist jedoch ersichtlich, dass auch jene Adressen im überlagernden Bereich der Einzugsgebiete von Linie 43 und U5 liegen. Daher würde sich die durchschnittliche Reisezeit für das Gebiet um den Elterleinplatz bei einem Ausfall der Linie U5 nur für wenige Punkte um mehr als drei Minuten verlängern. Zwischen der Wattgasse und der S-Bahn-Station Hernals wird indirekt deutlich, welche Effekte ein zweiter Ausgang einer U-Bahn-Station haben kann: In der Umgebung des Stöberparks ist eine erhöhte Dichte von Adresspunkten mit einer um etwa 4 Minuten verlängerten Reisezeit erkennbar, wohingegen dieser Wert in Richtung Hernals S und Wattgasse sinkt. Es lässt sich so interpretieren, dass für die zentral gelegenen Adressen der Zugang zur U5 durch den neuen Ausgang beim Stöberpark näher sein wird als zur bestehenden Station der Linie 43 in Hernals. In diesem Zusammenhang kann, auch wenn in einem anderen Kontext, der Aspekt der guten Verknüpfung, wie schon bei U2 und U3 erwähnt, hervorgehoben werden. Die U-Bahn kann die Erschließungswirkungen der Straßenbahn verbessern, obwohl diese weniger Stationen hat und dennoch an den wesentlichen Knotenpunkten anbindet. Es sollte jedoch darauf hingewiesen werden, dass bei der Berechnung mittels der GTFS-Haltepunkte nur ein bestimmter Abschnitt des Bahnsteigs berücksichtigt wurde, sodass der Logik des Modells nach, nicht über die gesamte Bahnsteiglänge eingestiegen werden kann.

Die Auswirkungen der U5 reichen trotz der Distanz bis zur Wattgasse, was durch die gelb markierten Adresspunkte in dieser Gegend ersichtlich wird. Hier sind ebenfalls Verlängerungen der Reisezeit um mehr als eine Minute feststellbar. Es lässt sich jedoch nicht klar bestimmen, inwieweit die Reiseketten aus einer Kombination von Fußweg und U5 oder beispielsweise der Linie 43 und U5 zusammengesetzt sind. Gleichzeitig wird hier auch das potenzielle Dämpfungspotenzial der Linie 43 im Bereich zwischen Wattgasse und Rosensteingasse deutlich. Wie bereits erwähnt, resultiert aus dem geringeren Unterschied zwischen dem Zugangsweg zur U5 und der alternativen Route ohne U5 eine relativ geringe Verlängerung der Reisezeit von weniger als einer Minute. Dies gilt auch für die Gebiete zwischen dem Elterleinplatz und der Spitalgasse, wo sich die durchschnittliche Reisezeit um weniger als eine halbe Minute erhöht.

Es ist erkennbar, dass das Gebiet nordwestlich der Station Hernals erheblich von der U-Bahn profitieren würde, was durch die zahlreichen orangen und rötlich markierten Adresspunkte in der Nähe der Station Hernals deutlich wird. Obwohl der Weg zur U-Bahn entweder zu Fuß oder mit der Straßenbahn zurückgelegt werden muss, ergibt der hier durchgeführte Vergleich, dass ohne die U5 die durchschnittliche Reisezeit um bis zu 3,9 Minuten länger wird. Daher resultiert die Kombination von U5 und Fußweg beziehungsweise Straßenbahn für das betreffende Gebiet in einer Zeitersparnis. Es ist jedoch auch wichtig, jene POIs zu berücksichtigen, die sich zwischen dem AKH und dem Frankhplatz befinden und somit nicht an der Linie 43 liegen.

Vergleich V2 auf Ebene der Points of Interest:

Wie bereits in den anderen Vergleich erwähnt, spiegeln die Ergebnisse auf der Ebene der POIs vielfach jene auf der Ebene der Adresspunkte. Es zeigt sich, dass insbesondere POIs in der Nähe von U-Bahn-Stationen oft Reisezeitverlängerungen von 3 bis 5 Minuten erfahren, während die übrigen POIs meist eine geringere Reisezeitverlängerung von unter drei Minuten aufweisen. Es wird erneut deutlich, dass das zeitliche Potenzial der U-Bahn in unmittelbarer Nähe ihrer Stationen wirksam ist, jedoch bei Vorhandensein einer alternativen Verkehrsoption scheinbar stetig abnimmt und die Differenz zum bereits bestehenden Zugangsweg weniger auffällig erscheint.

Hervorzuheben ist insbesondere das Umfeld der Station Hernals, da die direkte Umgebung der POIs von Reisezeitverlängerungen zwischen 3 und 3,9 Minuten betroffen ist, während die POIs Dornbach und die Remise Hernals nur Verzögerungen von bis zu 2,9 Minuten aufweisen. Man geht davon aus, dass die Verlängerungen der Reisezeiten hier auf das Verhältnis zwischen dem Zugang zur U5 und der Fahrzeit mit der Linie 43 zurückzuführen sind. Daher lässt sich sagen, dass der Weg zur Linie 43 (Dornbach Straßenbahn) und die anschließende Fahrt zu den Zielen im Durchschnitt 2 Minuten länger dauert als der Weg zur U5 und die Fahrt zu denselben Zielen. Die Differenz der orange markierten POIs im Bereich der Station Hernals ist aufgrund der Nähe zur U5 deutlicher erkennbar. Folglich wird in diesem Zusammenhang vermutet, dass die Linie 43 in diesem Kontext einiges ausgleichen kann, die U5 aber auch hier primär für die Knotenbedingung Fahrzeit- bzw. Reisezeitvorteile bringt. Welchen Einfluss die räumliche Lage der POIs in Bezug auf die Stadtnähe hat kann an dieser Stelle nicht gesagt werden. Man darf auch nicht vergessen, dass eine Interpretation für diesen Bereich einfacher erscheint als in anderen Bereichen, weil alternative Reiseketten wahrscheinlich eine untergeordnete Rolle spielen.

Obwohl zuvor behauptet wurde, dass die Linien nur teilweise Einzugsgebiete teilen und die U-Bahn lediglich punktuelle Verbindungen schafft, kann man davon ausgehen, dass der Betrieb einer parallel fahrenden Straßenbahn die negativen Folgen eines Ausfalls, wie dargestellt, erheblich mildern könnte.

Auf den Seiten 125 und 126:

Karte 31: Vergleich U5_V2_AD Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43 (eigene Darstellung)

Karte 32: Vergleich U5_V2_POI Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43 (eigene Darstellung)

Durchschnittliche Veränderung der benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs:

Vergleich U5_V2_AD: Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der Linie 43 (300 Meter) und zukünftigen U5 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von einem Szenario U5 + L43 zu einem U5-Ausfallszenario (mit L43) dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.

Dornbach Straßenbahn

Hermals Friedhof

Lidlpark

Hermals S

Kongressbad

Stöberplatz

Remise Hermals

HBIVA Rosensteing.

Dornerplatz

Elterleinplatz

AHS Geblerg

Parhamerplatz

Alser Str. U

Altes AKH

St. Anna Kinderspital

Alser Str. / Skodag.

Uni Wien Haupteingang

Schottentor U

Schwarzspanierstr.

Fakultät für Chemie

Arne-Carlsson-Park

Kutschkermarkt

J.-N.-Vogl-Markt

AKH Haupteingang

Alte Hauptstr.

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

- 0 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9
- 2 - 2,9
- 3 - 3,9
- 4 - 4,9
- 5 - 6,9

◆ Gewählte Points of Interest

Generalisierte Flächenwidmung

- Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
- Baublöcke Wien

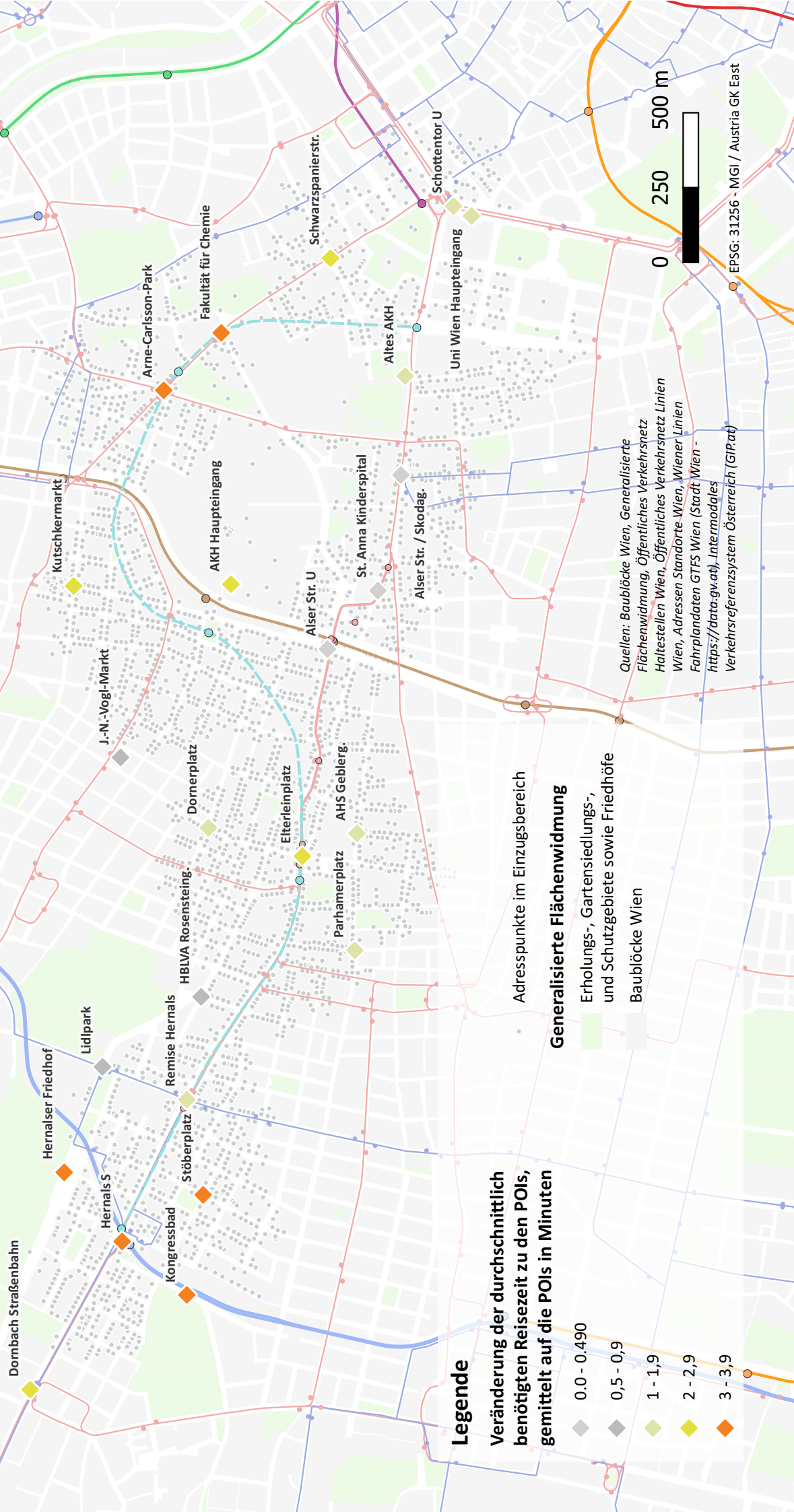
Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien - Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

0 250 500 m

EPSG: 31256 - MGI / Austria GK East

Veränderung der durchschnittlich benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs: Vergleich U5_V2_POI: Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der Linie 43 (300 Meter) und zukünftigen U5 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von einem Szenario U5 + L43 zu einem U5-Ausfallszenario (mit L43) dar, gemittelt über die Adresspunkte auf die einzelnen POIs.



Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die POIs in Minuten

- ◆ 0,0 - 0,490
- ◆ 0,5 - 0,9
- ◆ 1 - 1,9
- ◆ 2 - 2,9
- ◆ 3 - 3,9

Adresspunkte im Einzugsbereich

Generalisierte Flächenwidmung

- Erholungs-, Gartensiedlungs-, und Schutzgebiete sowie Friedhöfe
- Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien - <https://data.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIPat)

5.3.3. Vergleiche V3 (Bestand zu U5 ohne L43) und V4 (Bestand zu U5 mit L43)

Um ein besseres Verständnis der in V2 als relativ gering eingestuften Wechselwirkungen zwischen der Linie 43 und der U5 zu erlangen, wurden zusätzliche Vergleiche angestellt: V3 (Bestand der Linie 43 im aktuellen Takt ohne U5) mit Szenario 4 (U5 ohne Linie 43) und V4 (Bestand der Linie 43 im aktuellen Takt) mit Szenario 3 (U5 mit Linie 43, alle 7,5 Minuten), jeweils auf der Ebene der Adresspunkte. Es ist besonders zu betonen, dass im Vergleich V4 der Ist-Zustand (Szenario 2) das gegenwärtige Taktgefüge der Linie 43 darstellt, während das Vergleichsszenario (3) einen 7,5-Minuten-Takt für die Linie 43 vorsieht.

Obwohl die Vergleiche V3 und V4 in der Nähe der zukünftigen U5-Stationen fast identisch sind, zeigt der Vergleich V4 eine deutlich bessere Erschließung, da nur noch wenige gelb gefärbte Adresspunkte vorhanden sind. Im Vergleich V3 wird deutlich, dass die bereits erwähnten Bereiche um die Station Alser Straße und die Remise Hernals weiterhin gelblich markiert sind bzw. im Vergleich zum Ist-Zustand schlechtere Reisezeitwirkungen zeigen.

Im Vergleich zu V4 sind kaum Adresspunkte mit einer Reisezeitverlängerung von über einer Minute zu erkennen, obwohl die Taktfrequenz der Linie 43 für dieses Zukunftsszenario nahezu halbiert wurde. Insbesondere im Bereich des Zimmermannplatzes lässt sich die durchschnittliche Verlängerung der Fahrzeit bei der U5 ohne die Linie 43 von bis zu drei Minuten auf bis zu eine Minute reduzieren, wenn parallel die Linie 43 verkehrt.

Bei einer detaillierten Analyse der beiden Vergleiche werden einige Adresspunkte sichtbar, die im Vergleich V3 eine längere durchschnittliche Reisezeit aufweisen, während sie im Vergleich V4 trotz der Taktreduktion der Linie 43 eine kürzere durchschnittliche Reisezeit aufzeigen. Anders formuliert heißt das, dass die Kombination aus U5 und Taktreduktion der Linie 43 die durchschnittliche Reisezeit, gegenüber dem Bestand, auch für Gebiete verringert. Zudem wird im Vergleich 4 deutlich, dass die in Vergleich 1 ermittelten Gebiete mit gelblicher Färbung durch den Parallelbetrieb mit der Linie 43 eine Verkürzung der Reisezeit trotz Taktstreckung erfahren, sodass nur an wenigen Adresspunkten eine Reisezeitverlängerung von mehr als einer Minute zu verzeichnen ist.

Daraus ergibt sich, dass die Linie 43 die positiven Effekte der U5 weiterführen kann. Ein Aussetzen der Linie 43 würde somit auch zu längeren Reisezeiten für Orte führen, die nicht in der Nähe der Linie 43 liegen.

Auf den Seiten 128 und 129:

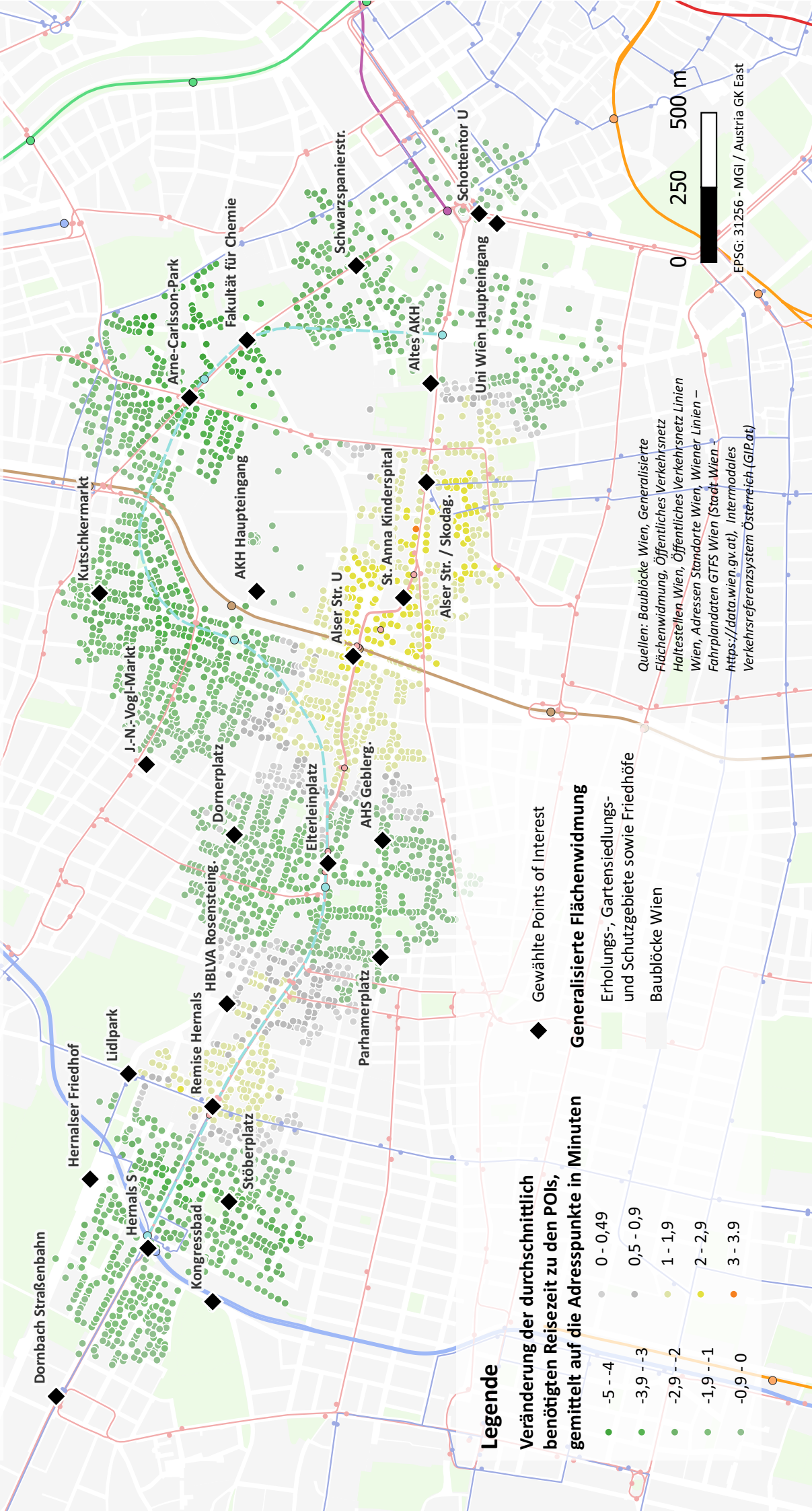
Karte 33: Vergleich U5_V3_AD Bestand zu U5 ohne L43 (eigene Darstellung)

Karte 34: Vergleich U5_V4_AD Bestand zu U5 mit L43 (eigene Darstellung)

Durchschnittliche Veränderung der benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs:

Vergleich U5_V3_AD: Bestand zu U5 ohne L43

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der Linie 43 (300 Meter) und zukünftigen U5 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenehmen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Bestandsszenario zu einem Szenario U5 ohne L43 dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.



Durchschnittliche Veränderung der benötigten ÖV-Wegzeit (Zu/Abgang + Fahrtzeit) zu den POIs:

Vergleich U5_V4_AD: Bestand zu U5 mit L43

Die gezeigten Adresspunkte entstanden durch das zu Fuß erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der Linie 43 (300 Meter) und zukünftigen U5 (500 Meter). Basierend auf verschiedenen angenommenen Geschwindigkeiten (Ebene, Treppe, Aufzug, Rolltreppe) und den Abfahrts- sowie Fahrzeiten aus den GTFS-Daten, wurde am Dienstag, den 12.09.23, zwischen 6:15 Uhr und 8:45 Uhr, alle fünf Minuten die Route von den Adresspunkten zu allen POIs berechnet. Die Karte stellt die Veränderung der durchschnittlichen Reisezeiten von dem Bestand zu einem Szenario U5 mit L43 dar, gemittelt über die POIs auf die einzelnen Adresspunkte.

Dornbach Straßenbahn

Hernalser Friedhof

Lidlpark

Hernals S

Kongressbad

Remise Hernalms

Stöberplatz

HBLVA Rosensteing.

Dornerplatz

Kutschkermarkt

J.-N.-Vogl-Markt

AKH Haupteingang

Arne-Carlsson-Park

Fakultät für Chemie

Parhamerplatz

AHS Geblerg.

Alser Str. U

St. Anna Kinderspital

Alser Str. / Skodag.

Schwarzspanierstr.

Schottentor U

Uni Wien Haupteingang

Altes AKH

Legende

Veränderung der durchschnittlich benötigten Reisezeit zu den POIs, gemittelt auf die Adresspunkte in Minuten

- -5 - -4
- -3,9 - -3
- -2,9 - -2
- -1,9 - -1
- -0,9 - 0
- 0 - 0,49
- 0,5 - 0,9
- 1 - 1,9

◆ Gewählte Points of Interest

Generalisierte Flächenwidmung

Erholungs-, Gartensiedlungs- und Schutzgebiete sowie Friedhöfe

Baublöcke Wien

Quellen: Baublöcke Wien, Generalisierte Flächenwidmung, Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien, Öffentliches Verkehrsnetz Wien, Adressen Standorte Wien, Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien (Stadt Wien – <https://data.wien.gv.at>), Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at)

0 250 500 m

EPSG: 31256 - MGI / Austria GK East

5.3.4. Gegenüberstellung der Zugangszeiten zur U5 bzw. zur Linie 43

Die benötigten Zugangszeiten zu den Adresspunkten der Linie U5 bis zum jeweiligen Fahrzeug verdeutlichen, dass sie zeitlich meist ähnlich gut erreichbar sind. Ähnliche Erkenntnisse wie beim U2-Korridor sind auch hier sichtbar, allerdings befinden sich die Stationen der U5 fast ausnahmslos vollständig unter den bereits existierenden Straßenverläufen, was dazu führt, dass die existierenden Wegeketten „in den Untergrund projiziert werden“. Daher ist im unmittelbaren Bereich jeder U5-Station eine gewisse zeitliche Übereinstimmung hinsichtlich der Erreichbarkeit der Straßenbahn festzustellen. Dadurch, dass die Trasse der U5 vielfach der Struktur der Hernalser Hauptstraße folgt, decken sich auch die Erschließungswirkungen vielfach mit der Linie 43. Es wird vermutet, dass ein leichtes Verschwenken der Trasse in Richtung Wilhelminengasse, mit einer schräg unter dem Elterleinplatz liegenden Station, die Zugänglichkeit der U5 aus dem südlich der Hernalser Hauptstraße gelegenen Bereich erheblich verbessert hätte, vergleichbar mit der U2-Station Taborstraße.

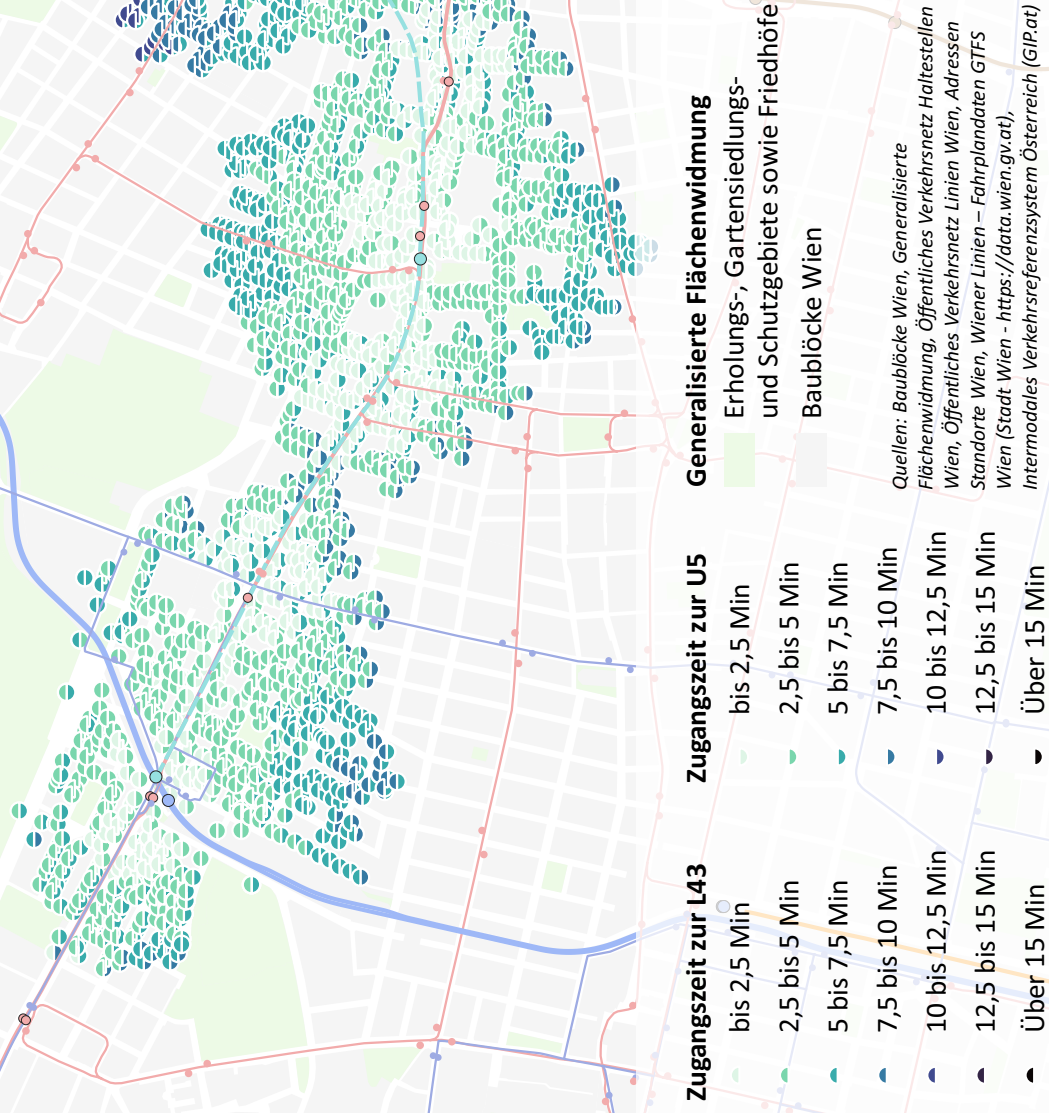
Im Kontext der angesprochenen geradlinigen Führung der U5 wird am Beispiel der Station Hernals bzw. dem zweiten östlichen Ausgang auch ein gewisses Potenzial ersichtlich. Dabei führt der bereits angesprochene zweite Abgang in der U5-Station Hernals zu einer deutlich verbesserten Erreichbarkeit der U5, während die Stationen der Linie 43 für dieses Gebiet weiter entfernt liegen. Daher lässt sich erneut feststellen, dass die Anordnung der Eingänge und die Gestaltung des Oberflächennetzes einen wesentlichen Einfluss auf die Zugänglichkeit der entsprechenden U-Bahn-Stationen haben können. In diesem Kontext ist einmal mehr auf das Netzwerkdilemma zu verweisen, insofern, dass die U-Bahn im Rahmen ihrer baulichen Grenzen bestehende Strukturen stärken oder entlasten, aber eben auch gänzlich neue Relationen ermöglichen kann.

Auf der Seite 131:

Karte 35: Gegenüberstellung Dauer des Zugangsweges zur U5 / L43 (eigene Darstellung)

Berechnete Zugangszeit zum Straßenbahn- (Haltepunkt) / U-Bahnfahrzeug Gegenüberstellung: Dauer des Zugangsweges zur U5 / zur Linie 43

Die dargestellten Adresspunkte wurden durch das fußläufig erreichbare Einzugsgebiet der Haltestellen der Linie 43 (300 Meter) und zukünftigen U5 (500 Meter) gebildet. Die Adresspunkte symbolisieren den schnellsten Weg zur nächsten U5 Station (jeweils nächstes Bahnsteigende) bzw. L43-Station. Andere Linien wurden in dieser vereinfachten Gegenüberstellung nicht berücksichtigt.



EPSG: 31256 - MGI / Austria GK East



5.3.5. Diskussion über den U5-Korridor

Die Auswirkungen eines (fehlenden) Parallelverkehrs in Kombination mit einer U-Bahn mit wenigen Stationen auf die Reisezeiten werden im Vergleich V1 relativ deutlich. Geht man von der derzeit geplanten Variante aus, so würde die Einstellung der Linie 43 zu erheblichen Erschließungslücken im Bereich zwischen Gürtel und Spitalgasse sowie um die Wattgasse führen, obwohl alle anderen im Korridor befindlichen Adressen keine signifikante Verlängerung der durchschnittlichen Reisezeit erfahren würden. Entsprechend könnte man Linien planen, die diese Gebiete mit anderen Knotenpunkten verbinden und somit eine zusätzliche Feinerschließung ermöglichen würden. Beide Gebiete befinden sich gleichzeitig auf einer Achse, die im Falle einer Störung der U-Bahn als Alternative dienen könnte. Eine Lösung mit kleinen, lokalen Linien würde jedoch zusätzliche Umstiege erzwingen. Insofern erscheint die hier favorisierte Lösung angesichts des kommunizierten Ziels der Entlastung am geeignetsten zu sein.

Diese Annahme wird in Hinblick auf den Vergleich V4 und V3 verstärkt, da sich bei der Gegenüberstellung zeigt, dass die meisten in V3 gelb markierten Adresspunkte in V4 eine durchschnittliche Reisezeitverlängerung von unter einer Minute aufweisen. Trotz der Taktdehnung können einzelne Adresspunkte entlang der Linie 43 die durchschnittlich benötigte Reisezeit gegenüber dem Bestand reduzieren. Die Verknüpfungsstationen zwischen der U5 und der Linie 43 sind dabei von großer Bedeutung, da sie trotz des Parallelverkehrs eine erhebliche Zeitersparnis bei der Kombination von Straßenbahn und U-Bahn ermöglichen. Diese Vielzahl an Reisezeitersparnissen ergibt sich dabei trotz und durch den Betrieb der Straßenbahn bei Stationsabständen von über 750 Metern der U5, welche auch in den grundsätzlichen Definitionen erwähnt wird. Demnach hat diese Verschneidung auch positive Auswirkungen auf alternative Verbindungen bei einem U-Bahn-Ausfall, wie der Vergleich ‚U5_V2‘ zeigt.

Obwohl die Linie 43 im Vergleich V1 nicht als besonders zeitsparend erscheint, ergibt sich im Vergleich V2 ein scheinbarer Widerspruch zwischen den Stationen Hernals und Elterleinplatz. Im Bereich der Station Hernals dominieren deutlich orange bis rote Farbtöne, während in der Umgebung der Station Elterleinplatz vorwiegend orange und gelbe Adresspunkte sichtbar sind. Obwohl verschiedene Erklärungsansätze und das umfangreiche Alternativangebot rund um die Station Elterleinplatz einen Einfluss haben können, wird vermutet, dass auf die relativ zentrale Lage der Adresspunkte im Korridor eine potenzielle Abfederungswirkung der Linie 43 wirken könnte, während die von der Station Hernals aus erreichbaren POIs hauptsächlich stadteinwärts liegen.

Dieses Ergebnis ist nicht unbedingt auf die parallel verkehrende Straßenbahnlinie 43 zurückzuführen, deutet jedoch darauf hin, dass die U-Bahn-Station oder die Linie 43 die Erreichbarkeit nur teilweise beeinflusst, wenn eine alternative Verkehrsoption vorhanden ist. Besonders für das Umfeld der Station Elterleinplatz können die Einflüsse der Linien 9 oder 44 nicht ausgeschlossen werden, scheinen jedoch aufgrund der begrenzten Korridorerschließung in Ost-West-Richtung gering zu sein.

Da die Ergebnisse für diesen Korridor teilweise widersprüchliche Aussagen zulassen und die Erschließungseffekte auch außerhalb der Linie 43 untersucht wurden, wären hier zusätzliche, auf einzelne Quartiere bezogene Analysen besonders sinnvoll. Es kann auch die Frage gestellt werden, ob die Linie U5 hier nicht auch die Form des sogenannten „räumlich-relationalen“ Parallelverkehr annimmt.

5.4. Vergleich aller Korridore in Hinblick auf ihre Netzwirkungen

Obwohl alle betrachteten Korridore ihre Unterschiede in verschiedenen Aspekten aufweisen, zielt das folgende Kapitel darauf ab, Gemeinsamkeiten und Unterschiede in allen analysierten Korridoren darzustellen.

Es zeigt sich, dass die drei ausgewählten Achsen auf den ersten Blick durch ihre radialen U-Bahn-Linien vergleichbar scheinen. Jedoch steht die Linie **U2** ab der Station Messe-Prater aufgrund ihrer spezifischen räumlichen Gegebenheiten vor anderen Ausgangsbedingungen als die Linien U3 und U5. Insofern stellt sich auch die Frage, ob die untersuchte Form des direkten Parallelverkehrs wenig positive Auswirkungen gegenüber dem Bestand hat oder ob die hier spezielleren räumlichen Bedingungen den Ausschlag geben. Angesichts der möglichen Auswirkungen eines Parallelbetriebs der **Linie 52** in der inneren Mariahilfer Straße kann man annehmen, dass diese Art des Parallelverkehrs bei den aktuellen Linienführungen und Haltestellenabständen der **U3** nur geringfügige Reisezeitvorteile bieten würde. Insofern ist es aus heutiger Sicht auch nicht überraschend, dass die Linien 21 und 52 (in ihrer früheren Form) nicht mehr in Betrieb sind.

Im Vergleich dazu zeigt sich, dass die Linie 49 bis zum Gürtel eine deutliche Relevanz im Vergleich zur **U3** hat, jedoch führt sie zwischen dem Gürtel und der Hütteldorfer Straße nur bei einzelnen Adressen zu nennenswerten Zeitersparnissen bei der Reisezeit. In gewisser Weise ähnlich, wenn auch auf größerer Ebene, wirken die Ergebnisse des **U5-Korridors**, in dem die gesamte Verbindung der Linie 43 nur teilweise sinnvoll zu sein scheint. Für jene Adressen, die außerhalb des Einzugsgebiets der **U5** liegen, könnten jedoch häufig durchschnittliche Reisezeitersparnisse von bis zu drei Minuten bei Betrieb der Linie 43 und U5, gegenüber einer Netzvariante mit alleinigem Betrieb der Linie U5 erreicht werden.

Betrachtet man den U2-Korridor im Vergleich zum U5-Korridor, ergibt sich hinsichtlich der Reisezeiten die Frage, inwieweit sich die Entlastungsfunktion und die Erschließung beziehungsweise Kapazität widersprechen. So erschließt die **U2** mit ihren teilweise kürzeren Haltestellenabständen häufig das ehemalige Einzugsgebiet der Linie 21, während die **U5** als Entlastung zur Linie 43 betrachtet wird. Daraus folgt, dass eine Erschließungsfunktion vorzugsweise mit kurzen Haltestellenabständen und ohne Parallelverkehr anzustreben ist, während eine Entlastungsfunktion lediglich große Knotenpunkte bedienen sollte, wobei die zu entlastenden Linien aufgrund ihrer lokalen Erschließungsfunktion erhalten bleiben müssen.

Das zeitliche Potenzial einer U-Bahn-Station für die Umgebung wird deutlich an der **U3**-Station Johnstraße, wo die Linie 49 aufgrund des langen Zugangsweges zur U-Bahn wahrscheinlich einen signifikanten Mehrwert für die Reisezeit der Adresspunkte bietet. Der Zugangsweg zur U-Bahnstation kann auch gegenüber der Straßenbahn einen positiven Einfluss haben. Dies zeigt sich am südöstlichen Ausgang der zukünftigen **U5**-Station Hernalds, wo die entfernteren Straßenbahnstationen diese Auswirkungen sichtbar machen. Es ist jedoch zu beachten, dass sowohl bei der Station Hernalds als auch bei der Station Johnstraße die Straßenbahnstationen in unmittelbarer Nähe bzw. weiterer Entfernung liegen, was die Effekte deutlicher macht und somit leichter zu interpretieren.

Welche Auswirkungen (fehlende) Direktverbindungen haben können, ist deutlich am Beispiel der beiden Kleingartenvereine der Station **U2**-Donaumarina zu bemerken. Dabei ist ersichtlich, dass die Einstellung der (direkten) Straßenbahnlinie 21 trotz „neuer“ U2 und zusätzlichen Buslinien zu einer durchschnittlichen Verlängerung der Reisezeit um ein bis zwei Minuten führt. Ein vergleichbarer Effekt

wird erwartet, wie bereits erwähnt, falls die Linie 43 von Neuwaldegg bis Hernals gekürzt werden oder durch andere (gleichermaßen) verkürzten Linienformen ersetzt wird.

Dass Verknüpfungen auch auf einer relationalen Ebene betrachtet werden sollten, zeigt sich mit Blick auf die jeweiligen Ausfallszenarien der Korridore, wo die negativen Auswirkungen besonders entlang der Linie **U3** klein ausfielen. Es wird davon ausgegangen, dass das Netzwerk tangential verlaufender Linien zu den radialen Verkehrslinien, im Falle von Störungen flexiblere Reisen und Reiseverbindungen ermöglicht. Obwohl das Netzwerk an Alternativverbindungen rund um die Linie **U3** sehr umfangreich ist, gibt es für die **U2** zwischen Elderschplatz und Donaumarina nur wenige Alternativen, hauptsächlich die Linie 11A. Dass die Reisezeitverlängerungen im überlappenden Einzugsbereich mit der U1 deutlich geringer ausfallen, ist eine logische Konsequenz aus den Relationen der beiden Linien und der räumlichen Nähe zueinander. Ein bedeutender Aspekt ist offenbar auch die Auswahl der Linienführung und das bestehende Wegenetz, welche zusammen eine zusätzliche Dimension einbringen und dadurch erneut Rückschlüsse auf das bereits diskutierte Transit-Network-Design-Problem ermöglichen.

Es wird deutlich, dass die U-Bahn bei größer werdenden Entfernungen einen Zeitvorteil bei der Reisezeit bietet, selbst unter Berücksichtigung der Wege zum Ein- und Aussteigen. Dies zeigt sich in allen untersuchten Korridoren. Es ist aber auch ersichtlich, dass die ungefähr in der Mitte des Korridors liegenden Adresspunkte mit der Straßenbahn fast ebenso effizient zu den jeweiligen POIs gelangen wie mit der U-Bahn. Je weiter man sich von dieser "fiktiven Mitte" entfernt, desto stärker wird der positive Einfluss auf die Nutzung der U-Bahn erkennbar. Daher ergibt sich, wie bei den Einsatzbedingungen bereits erwähnt, dass die U-Bahn mit eher größeren Abständen zwischen den Haltestellen geplant werden sollte, um signifikante Einsparungen bei der Fahr- und somit auch bei der Reisezeit zu erzielen.

Bezüglich des Verhältnisses von Zugangs- und Fahrzeit bei der U-Bahn im Vergleich zur Straßenbahn kann man keine allgemeingültige Antwort feststellen. Die Ergebnisse der Korridorstudien deuten darauf hin, dass die U-Bahn insbesondere bei der Punkt-zu-Punkt-Erschließung Zeitvorteile bietet, die jedoch im weiteren Umkreis der Stationen oft wieder abnehmen. Eine Kombination aus Straßenbahn und U-Bahn erscheint somit grundsätzlich als eine sinnvolle Lösung für die Erschließung eines Korridors, muss jedoch sorgfältig koordiniert werden.

6. Fazit und Diskussion

6.1. Wirkungen der Formen von Parallelverkehr und vermutete Hintergründe

Während der in dieser Arbeit gewählte Forschungsansatz auch aufgrund der Komplexität viele Bedingungen als gegeben ,voraussetzt oder mit festen Werten arbeitet, können dennoch einige vorsichtige Schlussfolgerungen in Bezug auf die Forschungsfrage gezogen werden:

Ein nahezu deckungsgleicher Parallelverkehr durch die mag als Alternative bei einem Ausfall der U-Bahn attraktiv erscheinen, bietet ,jedoch hinsichtlich der Reisezeit unter normalen Umständen nur geringfügige Vorteile. Der Stationsabstand der U-Bahn ist zwar relevant, doch bei den Erschließungsstrukturen entlang des **U2-Korridors** wird deutlich, dass kleinräumigere, differenziertere Strukturen potenziell größere Mehrwerte bieten. Obwohl im analysierten Fall ein Parallelverkehr mit den Linien 11A und 5B besteht, dient dieser kleineren Zielen und gewährleistet somit vielfach die Anbindung der Gebiete, die nicht mehr von der Linie 21 abgedeckt werden. Die Analyse legt nahe, dass es vorteilhaft wäre, eine lokal bedienende Linie über die jeweiligen Knotenpunkte hinaus zu führen, um im Falle eines Ausfalls der U-Bahn als Alternative dienen zu können.

Es wurde nachgewiesen, dass das Einstellen der als „räumlich relational“ und „Express“ bezeichneten Parallelverkehre der Linien 49 und 43 (**U3- und U5-Korridor**) zu erheblich längeren durchschnittlichen Reisezeiten in bestimmten Abschnitten führen würde. Darüber hinaus wird aber angenommen, dass die nach Abschnitten wiederkehrende Verknüpfung ebenfalls positive Einflüsse auf die Reisezeit hat. Der Vergleich '**U5_V4**' zeigt auf, dass eine zusätzliche parallel verkehrende Straßenbahnlinie die Vorteile einer U-Bahn-Linie mit größeren Stationsentfernungen weitertragen kann, selbst wenn die Taktung der Straßenbahnlinie reduziert wird, indem sie zusätzliche Haltepunkte bedient. Parallelverkehre erscheinen dann als sinnvoll, wenn eine gestufte Linienhierarchie mit gut vernetzten Linien existiert, auch wenn sie entlang derselben Achse fahren. Besonders eben diese Verknüpfung mit anderen Linien sollte auch in Bezug auf Alternativen geplant werden, sodass ein annähernd rechtwinkeliges Netz umgesetzt wird, das Ausfälle im U-Bahn-System ausgleichen kann.

Viel mehr aber noch, sollten die baulichen Möglichkeiten der U-Bahn ausgeschöpft werden, nicht den Straßenverläufen deckungsgleich folgen zu müssen. U-Bahn-Linien können, insbesondere mit dem Ziel der Entlastung, zusätzliche Kapazitäten zwischen Knotenpunkten schaffen, ohne in direkte Konkurrenz zu den entsprechenden Straßenbahnlinien zu treten. Die bestehende Straßenbahnlinie wird mit möglichen Anpassungen entlastet, während die neu geplante U-Bahn-Linie zusätzliche Kapazitäten schafft, ohne die der Straßenbahn übernehmen zu müssen. Dadurch lässt sich ein hierarchisch gestuftes Netzwerk aufbauen, das sowohl Parallelverkehr zulässt als auch eine beschleunigte U-Bahn, die ausschließlich zu Knotenpunkten führt.

Angesichts der Einstellung der Straßenbahnlinien während des Baus der Wiener U-Bahn wird angenommen, dass die Netzeffekte einer zusätzlichen, parallel verlaufenden Straßenbahnlinie denen der Linien 21 (**U2-Korridor**) oder 52 (**U3-Korridor**) ähneln und daher aus dieser Perspektive gerechtfertigt erscheinen. Betrachtet man es umgekehrt, so hätte eine U-Bahn mit größeren Stationsabständen die Beibehaltung der Straßenbahnlinien eher gerechtfertigt und ein stärker differenziertes öffentliches Verkehrsnetz ermöglicht. Das Transit-Network-Design-Problem sollte einmal mehr erwähnt werden, da es genau diese Herausforderungen beschreibt.

Der Vorwurf einer Verlängerung der Reisezeit erscheint aus der Perspektive dieser Arbeit für die jeweiligen Korridore als unbegründet, da die Szenarien des Bestands keine deutliche Verschlechterung, sondern eher eine Verbesserung im Vergleich zur rekonstruierten Vergangenheit aufzeigen.

6.2. Erkannte Netzwirkungen und Einflussfaktoren bei den Analysen

Wie bereits in Kapitel 2.2.2. erläutert, ist die Planung eines Netzwerkes stets von Entscheidungen beeinflusst, die entweder für oder gegen einen bestimmten Standort getroffen werden, wobei mögliche Zielwirkungen berücksichtigt werden. Es lässt sich also feststellen, dass es aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll ist, Direktverbindungen zu allen Knotenpunkten im öffentlichen Verkehr zu jeder Zeit anzubieten. Auch unter den in der Studie angenommenen Bedingungen ist ein „deckungsgleicher“ Parallelverkehr eher abzulehnen, da die zeitlichen Einsparungen, wie dargestellt, oft relativ gering sind. Unter verschiedenen Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren müssen jedoch die übrigen untersuchten Formen des Parallelverkehrs betrachtet werden, deren Erkenntnisse im Folgenden detailliert dargestellt werden sollen.

Das Netzwerkdilemma befasst sich auf theoretischer Ebene mit der Integration neuer Infrastrukturen in bestehende Netze. Im Hinblick auf potenzielle Parallelverkehre zeigt sich, dass diese ähnlich zu betrachten sind. Die Themen der Integration und Verbindung treten besonders entlang des **U5-Korridors** hervor, wo die geplante Kombination von **U5** und Linie 43 die reisezeitverkürzenden Effekte der U5 weitergeben kann. Obwohl es nicht eindeutig bestimmbar ist, welche Faktoren zu diesen positiven Effekten führen, wird vermutet, dass die wiederholte Verknüpfung der Straßenbahn mit der U-Bahn entlang der Strecke einen günstigen Einfluss ausübt. Die Kombination von teilweise unterschiedlichen Linienführungen führt zu einem hierarchisch gut strukturierten und vernetzten System von öffentlichen Verkehrsmitteln, die mehr oder weniger parallel verkehren.

Im Vergleich zu den anderen untersuchten Formen des Parallelverkehrs, ist neben dem relativ hohen Stationsabstand besonders die abweichende Linienführung der U-Bahn im **U5-Korridor** zu betonen, die sich nur sekundär am Netz bestehender Straßen und öffentlicher Verkehrsmittel ausrichtet. Ähnliche Effekte können dem Korridor zwischen der **U3** und der Linie 49 zugeschrieben werden: Beide Linien fahren stellenweise außerhalb des Einzugsgebiets der jeweils anderen Linie. Sie erfüllen also sowohl eine Entlastungsfunktion als auch eine alternative Verbindungsfunktion, obwohl sie nicht über ihre gesamte Länge parallel zueinander verlaufen. Zum Beispiel erfolgt der Anschluss an die U6 an zwei unterschiedlichen Stationen. Untersucht man das skizzierte Linienbündel **U2/21** anhand der oben erwähnten Aspekte, so sind nur wenige Unterschiede zwischen den beiden Linien zu erkennen, insbesondere nicht in Hinblick auf die Anbindung zu anderen Linien.

Um somit gleichermaßen eine Alternative im Störfall bereitzustellen, als auch einer differenzierten Bedienung von Einzugsgebieten gerecht zu werden, sollten parallelverkehrende Linien folglich mit teilweise unterschiedlichen Routenführungen geplant werden. Das bedeutet für das dargestellte Spannungsfeld zwischen Straßenbahn und U-Bahn, dass ein effektiver Parallelverkehr zwischen beiden Verkehrsmitteln nur unter Einhaltung bestimmter Bedingungen sinnvoll ist. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass das hier als Positivbeispiel ausgewählte Projekt der **U5** diesen Kontexten nur teilweise entspricht.

Angesichts des in Abschnitt 2.3.2 dargestellten Zusammenhangs zwischen Geschwindigkeit und Einzugsgebiet kann man also feststellen, dass ein feiner gegliedertes Netzwerk grundsätzlich größere

Möglichkeiten für Parallelverkehre bietet. Insbesondere die kurzen Stationsabstände der U-Bahnlinien **U2/Linie 21** und **U3/Linie 52** machen deutlich, dass der Betrieb der entsprechenden Straßenbahnlinien aus Sicht der modellierten Durchschnittsreisezeit nicht mehr notwendig erscheint. Größere Abstände zwischen U-Bahn-Stationen hätten zwar höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten ermöglicht, jedoch auch die Fortführung der Straßenbahnlinien erforderlich gemacht. Es stellt sich somit die Frage, ob eine Kategorisierung des Parallelverkehrs in spezifische Formen sinnvoll ist, wenn das Verhältnis von Geschwindigkeit und Abgangsweg offensichtlich eine wesentlich größere Bedeutung hat.

Zudem müssen die räumlichen Gegebenheiten des jeweiligen Korridors beachtet werden, um die Zugänglichkeit der betreffenden U-Bahn-Station zu beurteilen. Einerseits sind die Verknüpfungspunkte der U-Bahn mit anderen Linien des öffentlichen Verkehrs von Bedeutung, andererseits spielt auch die fußläufige Erreichbarkeit des Straßennetzes eine Rolle. Es lassen sich signifikante Unterschiede in der Zugangszeit feststellen, je nachdem, ob eine Station das oberirdische Wegenetz widerspiegelt oder neue direkte (unterirdische) Verbindungen schafft. Bei der praktischen Umsetzung müssen jedoch Untergrundstrukturen beachtet werden, die einen wesentlichen Einfluss auf die Baukosten ausüben können.

Letztendlich hängt die Frage, ob Parallelverkehr existiert oder nicht, auch davon ab, welche Effekte damit beabsichtigt werden. Es muss erneut auf das Netzwerkdilemma und die Integration einer Linie in den Bestand hingewiesen werden, da nicht alle Effekte gleichermaßen berücksichtigt werden können. Betrachtet man es so, kann Parallelverkehr in jeder der genannten Arten beabsichtigt sein, sei es als Ergänzung oder zur Entlastung.

6.3. Diskussion Modell und Realität

Obwohl das in der Arbeit entwickelte Modell vielfach versucht, der Realität so gut wie möglich gerecht zu werden, muss anerkannt werden, dass es lediglich eine Annäherung darstellt und bestimmte Aspekte nicht berücksichtigt wurden.

Besonders die Frage der Zentrenereichbarkeit wurde in dieser Arbeit durch die Festlegung von POIs zwar berücksichtigt, jedoch wurden die Orte untereinander nicht weiter differenziert, sodass jedem POI dasselbe Gewicht bei der Erreichbarkeit vom Adresspunkt zukommt. Eine etwaige Gewichtung hinsichtlich Priorität oder Personenströme wurde damit nicht festgelegt, ebenso wurden potenzielle Entwicklungsgebiete nicht einbezogen. Zudem umfasst dieses Modell keine Bevölkerungszahlen oder Verteilungskriterien, da das Ziel die Gegenüberstellung der durchschnittlichen Reisezeiten war.

Der Aspekt des Straßenlayouts und der Wegführung wurde bereits thematisiert. In diesem Zusammenhang wurde auf die GIP Bezug genommen, welche ein Knoten-Kanten-Modell verwendet und keine weiteren Wege oder Abkürzungen einbezieht, außer den bereits verzeichneten U-Bahn-Stationen. Eine relevante Einflussgröße in diesem Kontext stellen auch die gewählten Geschwindigkeiten dar, welche besonders für die Fortbewegung in der Ebene und die benötigte Zeit für die Benutzung eines Aufzuges eine gewisse Unschärfe beinhalten.

6.4. Abgeleitete Praxisempfehlungen und Wiener Kontext

Wenn man die gewonnenen Erkenntnisse im Hinblick auf die von Grocher und Thiemer erwähnten Grundsätze der Netzplanung in praktische Empfehlungen umsetzen möchte, lässt sich auf Grundlage der berechneten Modelle sagen, dass ein stark differenziertes Netz des öffentlichen Verkehrs die Basis bilden sollte. „Die Ziele, die auf den ersten Blick unvereinbar erscheinen – "Optimale Erreichung der wichtigsten Ziele in Direktfahrt", "Kurze Fahrzeiten zwischen Quelle und Ziel" und "Erreichung der wichtigsten Ziele über mehrere Linienwege" – lassen sich durch die genannten Formen des räumlich-relationalen Parallelverkehrs oder Expressverkehrs am besten realisieren. Für die identifizierten Formen entstehen sowohl für die Umsetzung von U-Bahn- als auch Straßenbahnlinien größere zeitliche Mehrwerte sowie weniger gravierende Reisezeitverlängerungen im Störfall der U-Bahn.

Es wurde festgestellt, dass im Wiener Kontext auf einer allgemeinen Ebene die Einstellung der Straßenbahnlinie für die meisten Adresspunkte im Korridor im Vergleich zur historischen Variante kaum eine Verlängerung der Reisezeit bewirkt. Es wird daher vermutet, dass das subjektive Empfinden eines kürzeren Zugangsweges und einer längeren Fahrzeit mit der Straßenbahn ein wesentlicher Grund für die (nicht wissenschaftlich dokumentierten) Vorwürfe darstellt. Im Rahmen der formulierten Planungsempfehlungen und den vermeintlichen Gegensätzen zwischen U-Bahn und Straßenbahn in Wien wird angenommen, wird daher angenommen, dass die historischen Einstellungen der Straßenbahnlinien im Zuge der U-Bahn-Verlängerungen weitgehend ein Produkt ihres Planungshintergrundes sind. Es scheint, dass die Wiener U-Bahn ursprünglich als Ersatz für die Straßenbahn konzipiert und entsprechend in das Verkehrsnetz integriert wurde, wodurch eine ausgeprägtere Hierarchisierung des Straßenbahnsystems nicht mehr sinnvoll war.

Daraus resultiert für die Planung eine normative Fragestellung, inwieweit die U-Bahn als Ersatz oder „zur Entlastung vorgesehen ist und welche Auswirkungen dies für das übrige Netzwerk hat, wie beispielsweise die Einstellung oder Adaption einer entlang dieses Abschnittes bereits bestehenden Linie. Bei der Betrachtung dieses Ansatzes sollte man auch andere Optionen wie die Beschleunigung oder die Erhöhung der Kapazität der bestehenden Linie in Betracht ziehen. Für diese Untersuchung wird jedoch davon ausgegangen, dass solche Maßnahmen in den genannten Fällen bereits geprüft wurden.

Wenn man die Ergebnisse im Kontext der von Gather und Nagy definierten Kriterien betrachtet, wonach Parallelverkehr bei einer hundertprozentigen Übereinstimmung einzustellen ist, scheint diese Annäherung für diese Arbeit größtenteils angemessen, obwohl eine genauere Unterscheidung sinnvoll wäre. Insbesondere im urbanen Raum, und bei teilweise überdeckenden Streckenführungen sollte dieser Ansatz überarbeitet und detaillierter gestaltet werden.

7. Verzeichnisse und Anhang

7.1. Quellenverzeichnis

- Beyer, C., & Svetelsky, G. *21er-Ersatz-Taxi 82T nimmt den Betrieb auf* Straßenbahnjournal. Abgerufen am 16.02.2024, von <https://www.strassenbahnjournal.at/?/sjneu/shownews.php?article=943&jahr=2008&relocate>
- Derrible, S., & Kennedy, C. (2010). Characterizing metro networks: state, form, and structure. *Transportation*, 37, 275-297.
- Engelberger, O., & Pins, F. (1966). *Eine U-Bahn für Wien : [Planungsstand 1966]*. Wien : Verl. für Jugend u. Volk. <https://permalink.obvsg.at/wbr/AC02593844>
- Falk, G. (1981). *Wien Stadtplan patentgefaltet 15. Auflage*. Hamburg, FALK Verlag.
- Farahani, R. Z., Miandoabchi, E., Szeto, W. Y., & Rashidi, H. (2013). A review of urban transportation network design problems. *European journal of operational research*, 229(2), 281-302.
- Gather, M., & Nagy, D. P. (2008). *Parallelverkehre im öffentlichen Personenverkehr*. Institut Verkehr und Raum der FH Erfurt.
- Gonzale, G. V. (2024a). *Linie 5B*. Gerardo Valido Gonzale. Abgerufen am 16.02.2024, von <http://archiv.fpdwl.at/linien/linie/5b>
- Gonzale, G. V. (2024b). *Linie 82A*. Gerardo Valido Gonzale. Abgerufen am 16.02.2024, von <http://archiv.fpdwl.at/linien/linie/82a>
- Groche, G., & Thiemer, E. (1980). *Handbuch für den Öffentlichen Personen-Nahverkehr: ÖPNV*.
- Hinkel, W. P., Klaus-Dieter; Magistrat Wien MA 38 U-Bahnbau. (1991). *Die U-Bahn-Linie U3 1981 - 1997 : Eine Dokumentation über den Bau und Betrieb der U 3 - Stand 6. 4. 1991*. Compress. https://search.wienbibliothek.at/permalink/f/p937pc/WBR_alma2173542020004516
- Hitachi Rail Limited. (2024). *Metro Solutions*. Abgerufen am 05.02.2024, von <https://www.hitachirail.com/products-and-solutions/rolling-stock/metro/>
- Hödl, J. (2015). *Vom Sesselträger zum Silberpfeil: 200 Jahre Wiener Verkehrsgeschichte: dieses Buch erschien anlässlich des Jubiläums "150 Jahre Tramway in Wien"(4. Oktober 1865-4. Oktober 2015)*. Wiener Linien.
- Hödl, J., Wiener Linien Gmb, H., & Co, K. G. (2008). *Die Linie U2 : Geschichte, Technik, Zukunft*. Wien : Wiener Linien GmbH & Co KG. <https://permalink.obvsg.at/wbr/AC06739638>
- Kaiser, W. (2004). *Straßenbahnen in Österreich*. GeraMond.
- Kalasek, R., & Pühringer, F. (24.05.2023). *GTFIS in ArcGIS Pro [Vorlesungsunterlagen]*. Räumliche Analyse, TU Wien.
- Kogelnik, L. (2015). Hartnäckiger Kampf um kleine S-Bahn-Station in der Lobau. *Der Standard*. Abgerufen am 4.4.2023, von <https://www.derstandard.at/story/2000013888128/hartnaeckiger-kampf-um-kleine-s-bahn-station-in-der-lobau>
- Kontrollamt der Stadt Wien. (2008). *WIENER LINIEN GmbH & Co KG, Einstellung der Straßenbahnlinie 21 - Ersuchen gem. § 73 Abs. 6a WStV* <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjctoOT5YKEAxUsbPEDHTzyAaoQFnoECCAQAQ&url=https%3A%2F%2Fstadtrechnungshof.wien.at%2Fberichte%2F2009%2Fflang%2F02-10-KA-V-K-8-8.pdf&usq=AOvVaw0yPn68F71uXOGdQ0E7njdH&opi=89978449>
- Krichmayr, K. (2007). Die U-Bahn als Matrix der Stadtplanung. *Der Standard*. Abgerufen am 31.1.2024, von <https://www.derstandard.at/story/2585995/die-u-bahn-als-matrix-der-stadtplanung>

- Künne, H.-D., & Steierwald, G. (1994). *Stadtverkehrsplanung. Grundlagen, Methoden, Ziele.* Heidelberg.
- Magistrat der Stadt Wien. MA 21 – Stadtteilplanung und Flächennutzung. (2018). *Masterplan Gründerzeit.*
- Mandl-Mair, I. (2023). *Die Graphenintegrations-Plattform GIP.* ÖV DAT - Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur. Abgerufen am 15.01.2024, von <https://www.gip.gv.at/>
- Marincig, H. (1995). *Auf Schienen durch Wien : die Geschichte der städtischen Verkehrsmittel Straßenbahn, Stadtbahn und U-Bahn* (1. Aufl. ed.). Wien : Pospischil. <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC01226326>
- Matzenberger, M. (2016). Entlastung der Wiener U6: Antrag auf Reaktivierung der Straßenbahnlinie 8. *Der Standard.* Abgerufen am 29.6.2023, von <https://www.derstandard.at/story/2000041852887/entlastung-der-wiener-u6-antrag-auf-reaktivierung-der-strassenbahnlinie-8>
- Mayer, J. F. (1992). *Die Umstellung der sogenannten 2er-Linie auf U-Bahn-Betrieb : eine Analyse der Auswirkungen durch den Einsatz computergestützter Auswerteverfahren* [Unpublizierte Masterarbeit, TU Wien]. Wien. <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC00556983>
- MobilityData. (2023). *GTFS Schedule Reference.* MobilityData. Abgerufen am 05.02.2024, von <https://gtfs.org/schedule/reference/>
- Morang, M. (2023). *Transit Network Analysis Tools User's Guide.* Abgerufen am 09.02.2024, von <https://github.com/Esri/public-transit-tools/blob/master/transit-network-analysis-tools/UsersGuide.md>
- ORF. (2011). Straßenbahnlinie 25 auf neuer Strecke zurück. Abgerufen am 29.01.2024, von <https://wien.orf.at/v2/news/stories/2510305/>
- ÖV DAT - Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur. (2022). *INTERMODALER VERKEHRSGRAPH ÖSTERREICH - Standardbeschreibung der Graphenintegrationsplattform (GIP) - Version vom 17.05.2022.* ÖV DAT - Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur. https://www.gip.gv.at/assets/downloads/GIP_Datenstandard_2.3.3.pdf
- Owais, M., Ahmed, A. S., Moussa, G. S., & Khalil, A. A. (2021). Integrating underground line design with existing public transportation systems to increase transit network connectivity: Case study in Greater Cairo. *Expert Systems with Applications*, 167, 114183.
- Pirhofer, G., & Stimmer, K. (2007). *Pläne für Wien: Theorie und Praxis der Wiener Stadtplanung von 1945 bis 2005* <https://www.digital.wienbibliothek.at/wbrup/content/pageview/4898802>
- Planungsteam U5NEU2. (2021). *Generelle Planung U5 - 2. Baustufe, Abschnitt Frankhplatz - Elterleinplatz.*
- Presse- und Informationsdienst (MA 53). *Mit der U5 vom Karlsplatz bis Hernals.* Stadt Wien. Abgerufen am 14.07.2023, von <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/verkehrsplanung/u-bahn/u2u5/linie-u5.html>
- Presse- und Informationsdienst (MA 53). *Planungsaspekte bei der Generellen U-Bahn-Planung.* Stadt Wien. Abgerufen am 07.06.2023, von <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/verkehrsplanung/u-bahn/planungsprozess.html>
- Schäffeler, U. (2005). *Netzgestaltungsgrundsätze für den öffentlichen Personennahverkehr in Verdichtungsräumen* [Unpublizierte Dissertation, ETH Zürich].
- Schnieder, L. (2015). *Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr.* Springer.
- Sellner, C. (2018). ÖBB-Station Hausfeldstraße: Letzter Zug fährt am 30. September *MeinBezirk.at.* Abgerufen am 29.01.2024, von https://www.meinbezirk.at/donaustadt/c-lokales/oebb-station-hausfeldstrasse-letzter-zug-faehrt-am-30-september_a2913149
- Siemens AG. (2013). *Tram System – Combino Plus, Budapest, Hungary.* <https://de.scribd.com/document/319633048/Combino-Plus-Budapest-En>

- Sommer, C., & Deutsch, V. (2021). Nahverkehrsplanung und Netzgestaltung des ÖPNV. In D. Vallée, B. Engel, & W. Vogt (Eds.), *Stadtverkehrsplanung Band 3: Entwurf, Bemessung und Betrieb* (3rd 2021 ed., S. 255-285). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59697-5>
- SPÖ Rathausklub Presse. (2010). BV Kubik, BV Derfler: Verbesserungen bei der Linie 11A auf Initiative der Bezirksvorsteher hin erreicht. Abgerufen am 04.03.2024, von https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20100708_OTS0183/bv-kubik-bv-derfler-verbesserungen-bei-der-linie-11a-auf-initiative-der-bezirksvorsteher-hin-erreicht
- Stadtentwicklung Wien - Magistratsabteilung 18. (2005). *STEP 05-Stadtentwicklung Wien 2005*. Stadtentwicklung Wien, Magistratsabt. 18, Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Vallée, D. (2018). Achse. In A.-A. f. R. u. Landesplanung (Ed.), *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung* (S. 31-36). Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL). <https://www.arl-net.de/system/files/media-shop/pdf/HWB%202018/Achse.pdf>
- Verein zur Förderung des Schienenverkehrs, Arbeitskreis Öffentl. Verkehr, "Der Spurkranz". (1980). Das U2-Problem: eine Chance für die Straßenbahn. *Der Spurkranz* <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC04775000>
- Verkehrsverbund Ost-Region. (1987). *VOR-Fahrpläne, Gültig ab 31.Mai 1987, Dienstexemplar / Werbeexemplar*. Verkehrsverbund Ost-Region.
- Vuchic, V. R., & Musso, A. (1991). Theory and practice of metro network design. *Public transport international*, 3, 298-325.
- Weidmann, U. (1993). *Transporttechnik der Fussgänger, Transporttechnische Eigenschaften des Fussgängerverkehrs (Literaturauswertung)* (Vol. 90). Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik und Eisenbahnbau ETH Zürich.
- Wien, S. (2005). STEP 05 - Stadtentwicklungsplan Wien 2005. *Stadtentwicklung Wien*.
- Wien, S. (2012). Wiener Linien: Neue Buslinie 5B verbindet vier U-Bahnlinien. Abgerufen am 29.01.2024, von <https://presse.wien.gv.at/2012/06/29/wiener-linien-neue-buslinie-5b-verbindet-vier-u-bahnlinien>
- Wien VOR Fahrpläne Mai 2000-05. Timetable World. <https://timetableworld.com/viewer.php?token=72770ce4-a393-4048-bb45-e32b27a59378>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2008). *Besser unterwegs in der Leopoldstadt* <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiv8uK46tqEAXVU5gIHHXGVCBEQFnoECBEQAQ&url=http%3A%2F%2Farchiv.fpdwl.at%2Ffotos%2Fdownloads%2Ffile.php%3Ffid%3D2499&usg=AOvVaw0pPG6C-Ef4V8ex57ZPFqpt&opi=89978449>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2015, 14. März 2022). *Finanzierung der Öffis – so funktioniert's*. Wiener Linien GmbH & Co KG. Abgerufen am 07.06.23, von <https://blog.wienerlinien.at/its-all-about-the-money/>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2017). Viel Neues im Wiener Öffi-Netz ab September. https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20170831_OTS0063/viel-neues-im-wiener-oeffi-netz-ab-september
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2018a, 14.3.2022). *40 Facts zu 40 Jahre Wiener U-Bahn*. Wiener Linien GmbH & Co KG. Abgerufen am 31.05.2023, von <https://blog.wienerlinien.at/40-facts-zu-40-jahre-wiener-u-bahn/>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2018b). *2018 - Zahlen, Daten, Fakten* Wiener Linien GmbH & Co KG., https://www1.wienerlinien.at/eportal3/ep/downloadTracker.do/path/media/files/2019/betriebsangaben_2018_310521.pdf?oid=68666&type=pdf
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2022). *Rolltreppen und was dahinter steckt*. Abgerufen am 26.1., von <https://blog.wienerlinien.at/rolltreppen-was-dahinter-steckt/>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2023a). Fahrplan Linie 6. Abgerufen am 11.08.2023, von <https://www.wienerlinien.at/documents/12358123/12358766/fahrplan-tram-6-burggasse-stadthalle-geiereckstra-e.pdf/8e7bf668-dd51-89bc-dbd6-3b56d4ebcf80?version=1.0&t=1670949319400>

- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2023b). Fahrplan Linie 11. Abgerufen am 11.08.2023, von <https://www.wienerlinien.at/documents/12358123/13170229/fahrplan-tram-11-otto-probst-platz-kaiserebersdorf-zinnergasse.pdf/270cbe00-3c11-00f0-7432-fc02c47f2ccf?version=1.1&t=1677501239134>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2023c). Fahrplan Linie 18. Abgerufen am 11.08.2023, von <https://www.wienerlinien.at/documents/12358123/12358766/fahrplan-tram-18-burggasse-stadthalle-schlachthausgasse.pdf/3227d2bc-3c34-533c-26e1-2043b9505a53?version=1.0&t=1670949319399>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2023d). Fahrplan Linie 49. Abgerufen am 11.08.2023, von <https://www.wienerlinien.at/documents/11594409/11594668/fahrplan-tram-49-ring-volkstheater-hutteldorf-bujattigasse.pdf/f297345f-0d88-42be-35be-688c5113fe45?version=1.1&t=1704202454002>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2023e). Fahrplan Linie 71. Abgerufen am 11.08.2023, von <https://www.wienerlinien.at/documents/12358123/12358766/fahrplan-tram-71-verlangert-bis-schottenring-schottenring-kaiserebersdorf-zinnergasse.pdf/b15c2ef6-02c5-024d-5fec-248067280e92?version=1.0&t=1690185665975>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2023f). Fahrplan Linie U3. Abgerufen am 11.08.2023, von <https://www.wienerlinien.at/documents/12358123/12371275/fahrplan-metro-u3-ottakring-simmering.pdf/003a6a08-f7ba-3a4a-6cc6-2a4ed2d0d0ed?version=2.0&t=1672133031498>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2023g). *Neue Straßenbahnlinie 12: optimale Öffi-Anbindung des Nordbahnviertels mit fünf neuen Haltestellen*. Abgerufen am 15.01.2024, von <https://www.wienerlinien.at/news/neue-strassenbahnlinie-12>
- Wiener Linien GmbH & Co KG. (2023h). *Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien* Stadt Wien. <https://www.data.gv.at/katalog/de/dataset/wiener-linien-fahrplandaten-gtfs-wien>
- Wiener Linien GmbH & Co KG Pressestelle. (2007). *Neuorganisation von Straßenbahn und Bus entlang der neuen U2 - APA OTS*. Abgerufen am 16.02.2024, von https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20070307_OTS0164/neuorganisation-von-strassenbahn-und-bus-entlang-der-neuen-u2
- Wu, H., & Levinson, D. (2021). Optimum Stop Spacing for Accessibility. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 21(2), 1-18. <https://doi.org/10.18757/ejtir.2021.21.2.4794>
- Yang, R., Yan, H., Xiong, W., & Liu, T. (2013). The study of pedestrian accessibility to rail transit stations based on KLP model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 96, 714-722.
- Zappe, U. (2014, 4. und 5. Juni 2014). Schnittstellen des Wiener U-Bahn-Baus zur Stadt Wien: von der Idee bis zum Bau gemeinsam für die beste Lösung. 2. Wiener U-Bahn-Tagung, Wien.

7.2. Datenquellenverzeichnis

ASFINAG; ITS Vienna Region; Land Burgenland; Land Kärnten; Land Niederösterreich; Land Oberösterreich; Land Salzburg; Land Steiermark; Land Tirol; Land Vorarlberg; Land Wien; ÖBB Infrastruktur AG. (2024). *Intermodales Verkehrsreferenzsystem Österreich (GIP.at) Österreich* (Version 22.06.2022) ÖV DAT. <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/3fefc838-791d-4dde-975b-a4131a54e7c5#additional-info>

Magistrat Wien - Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung (2024). *U-Bahnnetz Bestand Wien* (Version 15.04.2020) [Shape-Daten]. Stadt Wien. <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/2d0e9a21-fa5f-441d-948a-fe97a453a827>

Magistrat Wien - Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung. (2024). *Realnutzungskartierung ab 2007 Wien* (Version 31.03.2022) [Shape-Daten]. Stadt Wien. <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/2f5baa1f-208c-42c2-8d04-9ea74aa1b229>

Magistrat Wien - Magistratsabteilung 21 A - Stadtteilplanung und Flächenwidmung Innen-Südwest. (2024). *Baublöcke Wien* (Version 25.01.2024) [Shape-Daten]. Stadt Wien. https://www.data.gv.at/katalog/dataset/stadt-wien_baublckewien

Magistrat Wien - Magistratsabteilung 21 A - Stadtteilplanung und Flächenwidmung Innen-Südwest. (2024). *Generalisierte Flächenwidmung Wien* (Version 27.01.2024) [Shape-Daten]. Stadt Wien. https://www.data.gv.at/katalog/dataset/stadt-wien_generalisierteflchenwidmungwien

Magistrat Wien - Magistratsabteilung 37 - Baupolizei. (2024). *Adressen Standorte Wien* (Version 14.06.2023) [Shape-Daten]. Stadt Wien. https://www.data.gv.at/katalog/dataset/stadt-wien_ffentlichesverkehrsnetzliniennetzwien

Wiener Linien GmbH & Co KG. (2024). *Öffentliches Verkehrsnetz Haltestellen Wien* (Version 07.02.2022) [Shape-Daten]. Stadt Wien. https://www.data.gv.at/katalog/de/dataset/stadt-wien_ffentlichesverkehrsnetzhaltestellenpunktewien

Wiener Linien GmbH & Co KG. (2024). *Öffentliches Verkehrsnetz Linien Wien* (Version 07.02.2022) [Shape-Daten]. Stadt Wien. https://www.data.gv.at/katalog/dataset/stadt-wien_ffentlichesverkehrsnetzliniennetzwien

Wiener Linien GmbH & Co KG. (2024). *Wiener Linien – Fahrplandaten GTFS Wien* (Version 07.02.2022) [Shape-Daten]. Stadt Wien. <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/wiener-linien-fahrplandaten-gtfs-wien>

7.3. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundmuster der Linienformen (Sommer & Deutsch, 2021, S. 276)	16
Abbildung 2: Grundmuster der Netzformen (Sommer & Deutsch., 2021, S. 279).....	17
Abbildung 3: Examples of decisions in UTNDP (Farahani et al., 2013, S. 283).....	18
Abbildung 4: Optimum Stopp Spacing for Accessibility (Wu & Levinson, 2021, S. 9).....	22
Abbildung 5: Form of metro networks Quelle: In Anlehnung an Derrible & Kennedy, 2010, S. 291....	23
Abbildung 6: Planungsnetz 1966, Fotografie (Engelberger & Pins, 1966, S. 2).....	27
Abbildung 7: Variantenuntersuchung 2014, alle Varianten (Planungsteam U5NEU2, 2021, S. 9)	43
Abbildung 8: Planungsansatz für Realisierung Linienkreuz U2xU5: Abbildung auf der Website der ISP ZT GmbH.....	43
Abbildung 9: Vereinfachte Methodikdarstellung.....	52
Abbildung 10: Vereinfachte GTFS-Datenstruktur sowie Primärschlüssel auf Basis von Kaufmann, 2014, S.33	57
Abbildung 11: Fenster der Einstellungsmöglichkeiten der Caluclate Accessibility Matrix (Morang, 2023)	59
Abbildung 12: Screenshot aus ArcGIS mit Einblendung der Openstreetmap und GIP-Bestand am Beispiel der U3-Station Volkstheater (Eigene Darstellung).....	61
Abbildung 13: Screenshot der Brücken und Tunnelinformation Wien am Beispiel der Station Schweglerstraße (wien.gv.at/bruecken)	61
Abbildung 14: Screenshot aus ArcGIS mit Einblendung des fertig bearbeiteten GIP-Netzes am Beispiel der U5-Station Frankhplatz (eigene Darstellung).....	62
Abbildung 15: Parameter für die Verknüpfung der GTFS-Daten und Stationen und der GIP, aus (Kalasek & Pühringer, , S. 11).....	66
Abbildung 16: Fahrplan Linie 21 (2005) (Timetable World 2024)	73
Abbildung 17: Schnittperspektive Station Arne-Carlsson-Park (Visualisierung Büro Mossburger / OLN - office le nomade) (Planungsteam U5NEU2, 2021, S.49).....	77
Abbildung 18: Rendering U5-Station Hernals (MA18/ZOOMVP)	77
Abbildung 19: Screenshot U2xU5 App - Station Frankhplatz.....	77
Abbildung 20: Schnittperspektive Station Michelbeuern (Visualisierung Architekt Mossburger / OLN – office le nomade) (Planungsteam U5NEU2, 2021, S. 56).....	77

7.4. Kartenverzeichnis

Karte 1: Einfache ÖV-Einzugsbereichsanalyse (eigene Darstellung)	31
Karte 2: Realnutzungskartierung Wien (eigene Darstellung).....	32
Karte 3: Eröffnungsjahre der U-Bahn-Äste in Wien (eigene Darstellung).....	32
Karte 4: Netzveränderungen U1-Eröffnungsetappen (eigene Darstellung).....	33
Karte 5: U2 Netzveränderungen (eigene Darstellung).....	36
Karte 6: U3 Netzveränderungen (eigene Darstellung).....	39
Karte 7: U4 Netzveränderungen (eigene Darstellung).....	41
Karte 8: U6 Netzveränderungen (eigene Darstellung).....	44
Karte 9: Einfache Gegenüberstellung der Analyse-Korridore	80
Karte 10: Einfache ÖV-Umfeldanalyse U3-Korridor (eigene Darstellung).....	81
Karte 11: Vergleich U3_V1_AD U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand (eigene Darstellung).....	84
Karte 12: Vergleich U3_V1_POI U3 mit L49 und L52 (Burgring) zu U3 ohne L49 bzw. L52 im Bestand (eigene Darstellung).....	85
Karte 13: Vergleich U3_V2_AD Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand (eigene Darstellung)	88
Karte 14: Vergleich U3_V2_POI Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U3 im Bestand (eigene Darstellung).....	89
Karte 15: Vergleich U3_V3_AD Einfluss der Linie 49 gegenüber einer Variante U3 ohne L49 (eigene Darstellung)	91
Karte 16: Vergleich U3_V3_POI: Einfluss der Linie 49 gegenüber einer Variante U3 ohne L49 (eigene Darstellung)	92
Karte 17: Vergleich U3_V4_AD U3 mit L52 (Burgring) und L49 gegenüber Bestand (U3+L49) (eigene Darstellung)	94
Karte 18: Vergleich U3_V4_POI U3 mit L52 (Burgring) und L49 gegenüber Bestand (U3+L49) (eigene Darstellung)	95
Karte 19: Gegenüberstellung Dauer des Zugangsweges zur U3 / zur Straßenbahn (Linie 49 / 52) (eigene Darstellung).....	97
Karte 20: Einfache ÖV-Umfeldanalyse U2-Korridor (eigene Darstellung).....	100
Karte 21: Vergleich U2_V1_AD U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21 (eigene Darstellung)	104
Karte 22: Vergleich U2_V1_POI U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21 (eigene Darstellung)	105
Karte 23: Vergleich U2_V2_AD U2 ohne adaptierte Buslinien zu U2 & L21 (eigene Darstellung).....	108
Karte 24: Vergleich U2_V2_POI U2 mit adaptierten Buslinien gegenüber U2 mit L21 (eigene Darstellung)	109
Karte 25: Vergleich U2_V3_AD Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand (eigene Darstellung)	112
Karte 26: Vergleich U2_V3_POI Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U2 im Bestand (eigene Darstellung).....	113
Karte 27: Gegenüberstellung Dauer des Zugangsweges zu U2 / Linie 21 (eigene Darstellung)	115
Karte 28: Einfache ÖV-Umfeldanalyse U5-Korridor (eigene Darstellung).....	118
Karte 29: Vergleich U5_V1_AD U5 mit L43 zu U5 ohne L43 (eigene Darstellung).....	121
Karte 30: Vergleich U5_V1_POI U5 mit L43 zu U5 ohne L43 (eigene Darstellung).....	122
Karte 31: Vergleich U5_V2_AD Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43 (eigene Darstellung).....	125
Karte 32: Vergleich U5_V2_POI Zeitliche Auswirkungen eines Totalausfalls der U5 bei Betrieb L43 (eigene Darstellung).....	126

7.5. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nachfrageüberlappung und Bewertung des Verkehrsangebotes (Gather & Nagy, 2008, S. 9).....	12
Tabelle 2: Charakteristik von ÖV-Typen, In Anlehnung an Sommer & Deutsch, 2021, S. 220-229.....	20
Tabelle 3: Gewählte Points of Interest im Korridor 1 (U3) (eigene Darstellung)	72
Tabelle 4: Gewählte Points of Interest im Korridor 2 (U2) – (eigene Bearbeitung)	75
Tabelle 5: Angenommene Haltestellen und Fahrzeiten für die U5-Modellierung (Tabelle reduziert, eigene Bearbeitung)	76
Tabelle 6: Gewählte POIs Korridor U5 (eigene Bearbeitung).....	79
Tabelle 7: Szenarien U3-Korridor (eigene Bearbeitung)	81
Tabelle 8: Vergleiche U3-Korridor (eigene Bearbeitung)	81
Tabelle 9: Szenarien U2-Korridor (eigene Bearbeitung)	100
Tabelle 10: Vergleiche U2-Korridor (eigene Bearbeitung)	100
Tabelle 11: Szenarien U5-Korridor (eigene Bearbeitung)	118
Tabelle 12: Vergleiche U5-Korridor (eigene Bearbeitung)	118

7.6. Anhang

Tabellen der Stationsabstände

(Luftlinie gemessen über wien.gv.at/stadtplan, Gesamtkilometrierung nach: <https://www.gleisplanweb.eu/show.php?Map=Wien&Index=2&Height=1569&Width=1525>)

Station	Stationsabstand aus Gesamt-Km	Gesamt Kilometrierung*	Mittelwert Eröffnungsetappen	Gemessener Stationsabstand in Luftlinie in Metern	Mittelwert der Eröffnungsetappen
Oberlaa		-4564			
Neulaa	1050,00	-3514		1083	
Alaudagasse	1080,00	-2434		960	
Altes Landgut	975,00	-1459		974	
Troststraße	769,00	-690		740	
Reumannplatz	690,00	0	912,80	700	891,4
Keplerplatz	507,00	507		464	
Südtiroler Platz - Hbf	887,00	1394		923	
Taubstummengasse	767	2161		747	
Karlsplatz	928	3089	772,25	879	753,25
Stephansplatz	823	3912		825	
Schwedenplatz	578	4490		556	
Nestroyplatz	707	5197		699	
Praterstern	768	5965	719	759	709,75
Vorgartenstraße	715	6680		723	
Donauinsel	995	7675		974	
Kaisermühlen-VIC	562	8237		558	
Alter Donau	863	9100		849	
Kagran	797	9897	786,4	833	787,4
Kagranner Platz	1145	11042		1134	
Rennbahnweg	947	11989		902	
Aderklaaer Straße	674	12663		670	
Großfeldsiedlung	908	13571		890	
Leopoldau	970	14541	928,8	783	875,8
Mittelwert	830,65				809,7826087

*<https://www.gleisplanweb.eu/show.php?Map=Wien&Index=2&Height=1569&Width=1525>

Station	Stationsabstand aus Gesamt-Km	Gesamt Kilometrierung*	Mittelwert Eröffnungsetappen	Gemessener Stationsabstand in Luftlinie in Metern	Mittelwert der Eröffnungsetappen
Seestadt		0			
Aspern Nord	1276	1276		960	
Hausfeldstraße	1397	2673	1336,5	1407	1183,5
Aspernstraße	1583	4256		1448	
Donauspital	801	5057		703	
Hardegasse	682	5739		686	
Stadlau	637	6376		604	
Donaustadtbrücke	1177	7553		1152	
Donau Marina	855	8408		854	
Stadion	1126	9534	980,1428571	977	917,7142857
Krieau	663	10197		644	
Messe-Prater	747	10944		738	
Praterstern	855	11799		862	
Taborstraße	961	12760		896	
Schottenring	714	13474	788	702	768,4
Schottentor	746	14220		738	
Rathaus	880	15100		780	
Volkstheater	706	15806		578	
Museumsquartier	424	16230		405	
Karlsplatz	608	16838	672,8	680	636,2
Mittlerer Stationsabstand	886,2105263				832,3157895

*<https://www.gleisplanweb.eu/show.php?Map=Wien&Index=2&Height=1569&Width=1525>

Station	Stationsabstand aus Gesamt-Km	Gesamt Kilometrierung*	Mittelwert Eröffnungsetappen	Gemessener Stationsabstand in Luftlinie in Metern	Mittelwert der Eröffnungsetappen
Ottakring					
Kendler Straße	735	735		748	
Hütteldorfer Straße	564	1299		526	
Johnstraße	725	2024	674,6666667	719	664,3333333
Schweglerstraße	587	2611		634	
Westbahnhof	881	3492	734	791	712,5
Ziglgasse	608	4100		585	
Neubaugasse	519	4619		491	
Volkstheater	889	5508	672	876	650,6666667
Herrngasse	637	6145		604	
Stephansplatz	531	6676		476	
Stubentor	583	7259		586	
Landstraße - Wien Mitte	503	7762		512	
Rochusgasse	642	8404		658	
Kardinal-Nagl-Platz	755	9159		734	
Schlachthausgasse	611	9770		614	
Erdberg	664	10434	615,75	640	603
Gasometer	882	11316		759	
Zippererstraße	656	11972		659	
Enkplatz	726	12698		649	
Simmering	704	13402	742	735	700,5
Mittlerer Haltestellenabstand	670,1				649,8

*<https://www.gleisplanweb.eu/show.php?Map=Wien&Index=2&Height=1569&Width=1525>

Station	Stationsabstand aus Gesamt-Km	Gesamt Kilometrierung*	Mittelwert Eröffnungsetappen	Gemessener Stationsabstand in Luftlinie in Metern	Mittelwert der Eröffnungsetappen
Hütteldorf		0			
Ober St.Veit	1341	1341		1250	
Unter St.Veit	738	2079		741	
Braunschweigasse	759	2838	946	758	916,3333333
Hietzing	704	3542		719	
Schönbrunn	1065	4607	884,5	1053	886
Meidling Hauptstraße	719	5326		706	
Längenfeldgasse	525	5851		550	
Margareten Gürtel	833	6684		717	
Pilgrammgasse	977	7661		929	
Kettenbrückengasse	670	8331	744,8	587	697,8
Karlsplatz	997	9328		936	
Stadtpark	910	10238		786	
Landstraße-WienMitte	629	10867		613	
Schwedenplatz	840	11707	844	698	758,25
Schottenring	762	12469		721	
Roassauer Lände	744	13213	753	727	724
Friedensbrücke	701	13914		669	
Spittelau	997	14911		872	
Heiligenstadt	1450	16361	1049,333333	1626	1055,666667
Mittlerer Haltestellenabstand	861,1052632				800,4444444

*<https://www.gleisplanweb.eu/show.php?Map=Wien&Index=2&Height=1569&Width=1525>

Station	Gemessener Stationsabstand (angenähert) Luftlinie	Geschätzte Fahrtzeit
Frankhplatz		
Arne-Carlsson-Park	756	1
Akh	1000	2
Elterleinplatz	984	2
Hernals	1200	2

Station	Stationsabstand aus Gesamt-Km	Gesamt Kilometrierung*	Mittelwert Eröffnung	Gemessener Stationsabstand in Luftlinie in Metern	Mittelwert der Eröffnungsetappen
Siebenhirten					
Perfektastraße	771	771		771	
Erlaaer Straße	648	1419		648	
Alterlaa	929	2348		929	
Am Schöpfwerk	1272	3620		1272	
Tschertertasse	521	4141	828,2	521	828,2
Bhf Meidling	1050	5191		1050	
Niederhof Straße	813	6004		805	
Längenfeldgasse	578	6582		578	
Gumpendorfer Straße	755	7337		755	
Westbahnhof	685	8022		685	
Burggasse / Stadthalle	754	8776		754	
Thalia Straße	492	9268		492	
Josefstädter Straße	449	9717	697	449	696
Alser Straße	635	10352		635	
Michelbeuern AKH	517	10869		517	
Währinger Straße	677	11546		677	
Nussdorfer Straße	690	12236	629,75	690	629,75
Spittelau	699	12935		699	
Jäger Straße	793	13728		793	
Dresdner Straße	790	14518		790	
Handelskai	801	15319		801	
Neue Donau	851	16170		851	
Floridsdorf	1177	17347	851,8333333	1177	851,8333333
Mittlerer Haltestellenabst	754,2173913			753,0909091	

*<https://www.gleisplanweb.eu/show.php?Map=Wien&Index=2&Height=1569&Width=1525>

Angelegte und Bearbeitete Stationen Linie 21

Stop_name	Stopabfolge	IFR No	IFR Bezeichnung	Stop_ID	besteht?	Äquivalent für	Lat	Long	Fahrzeit von vorheriger	Anmerkungen
Schwedenplatz	1		1 Praterkai	at:49-1198:0:7	ja					ex Ringtram Hst
Karmeliterplatz	2		1 Praterkai	at:49-659:0:6	ja					4 Hst Linie 2
Tabornstraße	3		1 Praterkai	at:49-1891:0:6	ja	Obere Augartenstraße				1 Hst Linie 2
Tabornstraße / Heinesstraße	4		1 Praterkai	at:49-1894:0:6	ja					1 Hst Linie 2
Rueggasse	5		1 Praterkai	at:49-1130:0:2	ja					2 58 Stop
Mühlfeldgasse	6		1 Praterkai	at:49-899:0:2	ja					1
Praterstern	7		1 Praterkai	at:49-101:0:1	nein		48.21782953	16.39246536		3
Venediger Au	8		1 Praterkai	at:49-142:0:4	ja					1 Stop Linie N81
Perspektivstraße	9		1 Praterkai	at:49-1009:0:2	ja					1
Messe Prater	10		1 Praterkai	at:49-1892:0:8	ja	Messestraße	48.2178554094339	16.41106199245444		2 Stop Line N81
Elderschplatz	11		1 Praterkai	at:49-102:0:1	nein					1
Sturgasse	12		1 Praterkai	at:49-740:5	ja	Offenbachgasse				1 Stop 11A
Pensionisten Wohnhaus Prater	13		1 Praterkai	at:49-733:0:4	ja					1 Stop 11A
Meiereistraße	14		1 Praterkai	at:49-103:0:1	ja	Meiereistraße				1 Stop 11A
Stadion	15		1 Praterkai	at:49-104:0:1	ja		48.20930879409076	16.42431459600988		1 Stop N81
Marathonweg	16		1 Praterkai	at:49-1895:0:2	ja	Stadionschleife				2
Donau Marina U	17		1 Praterkai	at:49-282:0:3	ja	Ichmannngasse				1 Stop 77A
Praterbrücke	18		1 Praterkai	at:49-1039:0:4	ja					1 Stop 77A
Schipanngasse	19		1 Praterkai	at:49-189:0:1	ja					1 Stop 77A; für Verwendung Linie 21 herbeigezogen
Praterkai	20		1 Praterkai	at:49-1874:0:2	ja					2 Stop 77A
Praterkai	21		0 Schwedenplatz	at:49-1874:0:2	ja					Stop 77A
Schipanngasse	22		0 Schwedenplatz	at:49-1896:0:2	ja					1 Stop 77A; für Verwendung Linie 21 herbeigezogen
Praterbrücke	23		0 Schwedenplatz	at:49-1039:0:2	ja					1 Stop 77A
Donau Marina U	24		0 Schwedenplatz	at:49-282:0:1	ja					1 Stop 77A
Marathonweg	25		0 Schwedenplatz	at:49-1895:0:1	ja					1 Stop 77A
Stadion	26		0 Schwedenplatz	at:49-104:0:2	ja		48.2093817057396	16.42442379284058		1
Meiereistraße	27		0 Schwedenplatz	at:49-103:0:2	ja					1 Stop N81
Pensionisten Wohnhaus Prater	28		0 Schwedenplatz	at:49-733:0:2	ja					1 Stop 11A
Sturgasse	29		0 Schwedenplatz	at:49-740:4	ja	Offenbachgasse				1 Stop 11A
Elderschplatz	30		0 Schwedenplatz	at:49-102:0:2	nein		48.217890788826956	16.411062957266573		2
Messe Prater	31		0 Schwedenplatz	at:49-1892:0:4	ja					1 Stop Line N81
Perspektivstraße	32		0 Schwedenplatz	at:49-1009:0:1	ja					2
Venediger Au	33		0 Schwedenplatz	at:49-142:1:0:2	ja					1 Stop Linie N81
Praterstern	34		0 Schwedenplatz	at:49-101:0:2	nein		48.21786744	16.39246826		2
Rueggasse	35		0 Schwedenplatz	at:49-1130:0:4	ja					2
Tabornstraße / Heinesstraße	36		0 Schwedenplatz	at:49-1894:0:7	ja					2 Hst Linie 2
Tabornstraße	37		0 Schwedenplatz	at:49-1891:0:2	ja					2 Hst Linie 2
Karmeliterplatz	38		0 Schwedenplatz	at:49-659:0:3	ja					1 Hst Linie 2
Marientbrücke	39		0 Schwedenplatz	at:49-938:0:1	ja					2
Schwedenplatz	40		0 Schwedenplatz	at:49-1198:0:7	ja					2 ex Ringtram Hst

Angelegte und Bearbeitete Stationen Linie 52

Stop_name	Stopabfolge	Fahrtrichtung	FR Bereich	Stop_ID	besteht schon	Aqui	Lat	Long	Fahrzeit von vorheriger	Anmerkungen
Burgring	1		1 Baumgarten	at:49:190:0:7	ja					
Mariahilfer Straße - Museumsquartier	2		1 Baumgarten	at:35:2:101:0:1	nein		48.202468985591	16.361288195255		2
Stiftgasse	3		1 Baumgarten	at:35:2:102:0:1	nein		48.200377520422	16.356036143871		2 Abschnitt 1: Fahrtzeit nur
Amerlingstraße / Neubaugasse	4		1 Baumgarten	at:35:2:103:0:1	nein		48.198341963263	16.350164936308		2 Abschnitt 1: Fahrtzeit nur
Zieglergasse	5		1 Baumgarten	at:35:2:104:0:1	nein		48.197104757923	16.346601988439		2 Abschnitt 2: Fahrtzeit nur
Kaiserstraße - Mariahilfer Straße	6		1 Baumgarten	at:35:2:105:0:1	nein		48.196195046806	16.341346877253		2 Abschnitt 2: Fahrtzeit nur
Westbahnhof/Gerstner Straße	7		1 Baumgarten	at:49:1566:0:2	ja					2
Staglasse	8		1 Baumgarten	at:49:1306:0:2	ja					1
Mariahilfer Straße, Geibelgasse	9		1 Baumgarten	at:49:712:0:2	ja					2
Rustengasse	10		1 Baumgarten	at:49:1132:0:2	ja					1
Anschützgasse	11		1 Baumgarten	at:49:67:0:2	ja					1
Winkelmannstraße	12		1 Baumgarten	at:49:1493:0:1	ja					1
Penzinger Straße	13		1 Baumgarten	at:49:1005:0:1	ja					2
Linzer Straße, Johnstraße	14		1 Baumgarten	at:49:1158:0:6	ja					2
Linzer Straße, Reingasse	15		1 Baumgarten	at:49:1084:0:5	ja					1
Driesterweggasse	16		1 Baumgarten	at:49:302:0:2	ja					1
Ameisgasse	17		1 Baumgarten	at:49:55:0:6	ja					2
Linzer Straße, Lützowgasse	18		1 Baumgarten	at:49:819:0:2	ja					1
Gusenleithnergasse	19		1 Baumgarten	at:49:442:0:2	ja					1
Linzer Straße, Zehetnergasse	20		1 Baumgarten	at:49:1517:0:3	ja					1
Gruschplatz	21		1 Baumgarten	at:49:434:0:2	ja					1
Linzer Straße, Hochsatzengasse	22		1 Baumgarten	at:49:113:0:2	ja					2
Baumgarten	23		1 Baumgarten	at:49:358:0:5	ja					1
Baumgarten	24		2 Burgring	at:49:358:0:4	ja					2
Linzer Straße, Hochsatzengasse	25		2 Burgring	at:49:113:0:5	ja					2
Gruschplatz	26		2 Burgring	at:49:434:0:5	ja					2
Linzer Straße, Zehetnergasse	27		2 Burgring	at:49:1517:0:5	ja					1
Gusenleithnergasse	28		2 Burgring	at:49:442:0:4	ja					1
Linzer Straße, Lützowgasse	29		2 Burgring	at:49:819:0:4	ja					1
Ameisgasse	30		2 Burgring	at:49:55:0:3	ja					1
Driesterweggasse	31		2 Burgring	at:49:302:0:4	ja					1
Linzer Straße, Reingasse	32		2 Burgring	at:49:1084:0:6	ja					2
Linzer Straße, Johnstraße	33		2 Burgring	at:49:1158:0:3	ja					2
Anschützgasse	34		2 Burgring	at:49:67:0:3	ja					3
Rustengasse	35		2 Burgring	at:49:1132:0:1	ja					1
Mariahilfer Straße, Geibelgasse	36		2 Burgring	at:49:712:0:4	ja					1
Staglasse	37		2 Burgring	at:49:1306:0:4	ja					1
Westbahnhof/Gerstner Straße	38		2 Burgring	at:49:1566:0:4	ja					2
Kaiserstraße	39		2 Burgring	at:35:2:105:0:2	nein		48.196160260861	16.341365869627		1
Zieglergasse	40		2 Burgring	at:35:2:104:0:2	nein		48.197074658166	16.345922246252		1 Abschnitt 2: Fahrtzeit nur
Amerlingstraße / Neubaugasse	41		2 Burgring	at:35:2:103:0:2	nein		48.198262242798	16.350024282013		2 Abschnitt 2: Fahrtzeit nur
Stiftgasse	42		2 Burgring	at:35:2:102:0:2	nein		48.2002725718	16.355807749646		1 Abschnitt 1: Fahrtzeit nur
Mariahilfer Straße - Museumsquartier	43		2 Burgring	at:35:2:101:0:2	nein		48.202453946260	16.361315929091		2 Abschnitt 1: Fahrtzeit nur
Burgring	44		2 Burgring	at:49:190:0:7	nein					3

Angelegte und Bearbeitete Stationen Linie U5

Stop_name	Stopabfolge	Fahrtrichtung	FR Bezeichnung	Stop_ID	Lat	Long	geschätzte Fahrtzeit von vorheriger
Frankhplatz - Altes AKH	1	1	Hernals	at:549:101:0:1	48.2153549149532	16.35646158284351	-
Arne-Carlsson-Park	2	1	Hernals	at:549:102:0:1	48.22162956941243	16.354113022742588	1
Michelbeuern-AKH	3	1	Hernals	at:549:103:0:1	48.22160428728574	16.34294086339196	2
Elterleinplatz	4	1	Hernals	at:549:104:0:1	48.21827481032068	16.331620982660034	2
Hernals S	5	1	Hernals	at:549:105:0:1	48.22311125857857	16.316846300296163	2
Hernals S	6	2	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:105:0:2	48.22306766583511	16.316810626237704	-
Elterleinplatz	7	2	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:104:0:2	48.21824502692994	16.33161724654211	2
Michelbeuern-AKH	8	2	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:103:0:2	48.221587553830894	16.34299890152899	2
Arne-Carlsson-Park	9	2	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:102:0:2	48.22160217458266	16.354067875320617	2
Frankhplatz - Altes AKH	10	2	Frankhplatz - Altes AKH	at:549:101:0:2	48.21537497270442	16.356137741689164	1

Angewendete Codes

Angewendetes Skript für die Berücksichtigung der Fußwegrichtung (in beide Richtungen):

Along

```
restricted = False
if str(!TOW_Pedest!) in ["0"]:
    restricted = True
```

Against

```
restricted = False
if str(!BKW_Pedest!) in ["0"]:
    restricted = True
```

Angewendetes Python- Berechnungsskript für die benötigte Reisezeit beim Routing mit Fußweg + ÖV:

```
calculateDistance( !Shape_Leng!, !Connection! )
```

```
def calculateDistance(Shape_Leng, Connection):
    if Shape_Leng is None or Connection is None:
        return None

    if Connection == 0:
        speed = 80.4

    elif Connection == 1:
        speed = 39

    elif Connection == 2:
        speed = 37.5

    elif Connection == 3:
        speed = 1

    else:
        speed = 80.4

    if speed == 0:
        return None

    else:
        return Shape_Leng / speed
```


Phyton-Skript für die Berechnung der stop_times.txt

```
import csv

import datetime

def generate_trip_id(trip_prefix, trip_number):

    return f"{trip_prefix}-{trip_number}"

def generate_stop_times(trip_id_prefix, start_time, end_time, interval, stop_ids, travel_times):

    stop_times = []

    current_time = start_time

    trip_id_counter = 1

    stop_sequence = 1

    while current_time <= end_time:

        intervaltime = current_time + datetime.timedelta(minutes=interval)

        for i in range(len(stop_ids)):

            stop_id = stop_ids[i]

            trip_id = generate_trip_id(trip_id_prefix, trip_id_counter)

            arrival_time = current_time.strftime("%H:%M:%S")

            departure_time = current_time.strftime("%H:%M:%S")

            stop_time = [trip_id, arrival_time, departure_time, f"{stop_id}", stop_sequence, "", "0", "0", ""]

            stop_times.append(stop_time)

            stop_sequence += 1

        if i < len(stop_ids) - 1:

            travel_time = travel_times[i]
```

```
current_time += datetime.timedelta(minutes=travel_time)
```

```
current_time = intervaltime
```

```
trip_id_counter += 1
```

```
stop_sequence = 1
```

```
return stop_times
```

```
trip_id_prefix = "X21-1"
```

```
start_time = datetime.datetime.strptime("07:30:05", "%H:%M:%S")
```

```
end_time = datetime.datetime.strptime("09:30:00", "%H:%M:%S")
```

```
interval = 7.5 # Interval zwischen den Abfahrten in Minuten
```

```
stop_ids = ["at:49:494:0:6", "at:49:1130:0:2", "at:49:1040:0:6", "at:49:1421:0:4", "at:49:1009:0:2",  
"at:49:274:0:2", "at:49:974:0:5", "at:49:733:0:4", "at:49:1894:0:8", "at:49:1895:0:2", "at:49:282:0:3",  
"at:49:1039:0:4", "at:49:733:0:4", "at:49:1896:0:1", "at:49:1874:0:2"]
```

```
travel_times = [6, 2, 6, 4, 2, 2, 5, 4, 8, 2, 3, 4, 4, 1, 2]
```

```
stop_times = generate_stop_times(trip_id_prefix, start_time, end_time, interval, stop_ids,  
travel_times)
```

```
with open("stop_times_n23.csv", "w", newline="") as csvfile:
```

```
    writer = csv.writer(csvfile)
```

```
    writer.writerows(stop_times)
```

Angewendete Aufschlüsselungsdatei

Decimal Code	Hex in Linken	Binary Code	Garbage_Coll	Hazardous	Combustibles	Camper	Car_Ferry	Cable_Railway	Rack_Railway	Motorcycle	Trolley_Bus	Metro_Coach	Emergency_V	Taxi	Truck	High_Occupant	Ferry	Subway	Tram	Railway	Public_Bus	Private_Car	Bike	Pedestrian
2383631	1	1274286	1001000101	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
16911	1	27270	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16912	1	25264	0000000100	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2383628	3	21520	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	13156	1001000101	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
2383629	0	7796	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2383630	1	7623	1001000101	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
11	1	1049	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	431	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	383	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16399	0	360	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	310	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3964687	1	191	111110001111	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
16909	0	150	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	120	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2097153	1	109	1000000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16910	0	90	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	60	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	0	58	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1025	0	57	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1035	0	44	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2098177	1	31	1000000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2097155	30	1000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1027	16	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2383743	13	1001000101	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
4	11	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16397	8	0000000100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16908	8	0000000100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2098179	7	1000000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
524	4	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2097152	4	1000000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	3	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1033	3	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1039	3	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
513	1	0000000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16398	1	0000000100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2098186	1	1000000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2098187	1	1000000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0