

## 2 Methodik

### 2.1 Korridorbezogene Kfz-Zählungen

Basierend auf der bestehenden Straßen- und Schieneninfrastruktur wurde in der Kordonenerhebung 2008-10 der Gesamtkordon Stadtgrenze Wien in neun Korridore unterteilt. Diese Korridor Grenzen wurden auch für die vorliegende Untersuchung verwendet, die sich wie folgt aufteilen:

Breitenfurt:	zwischen B13 Breitenfurter Straße und Kaisersteiggasse
Mödling:	A2 Süd Autobahn bzw. zwischen B12 Brunner Straße und S1 Anschlussstelle Güterzentrum Wien Süd
Bruck a.d. Leitha:	A4 Ost Autobahn bzw. zwischen B16 Himberger Straße und Auf der Ried / Alberner Hafenzufahrtsstraße
Marchegg:	zwischen B3 Eßlinger Hauptstraße und Breitenleer Straße
Gänserndorf:	S2 - Wiener Nordrand Schnellstraße bzw. zwischen B8 Angerner Straße / S2 Süßenbrunner Straße und Seyringer Straße
Mistelbach:	zwischen Gerasdorfer Straße und Hagenbrunner Straße
Stockerau:	A22 Donauufer Autobahn bzw. zwischen Langenzersdorfer Straße und B3 Prager Straße
Klosterneuburg:	zwischen B14 Heiligenstädter Straße und Sieveringer Straße
St. Pölten:	A1 West Autobahn bzw. zwischen Exelbergstraße und B1 Wiener Straße

Die geographischen Grenzen der neun Korridore sind in Abb. 1 dargestellt.

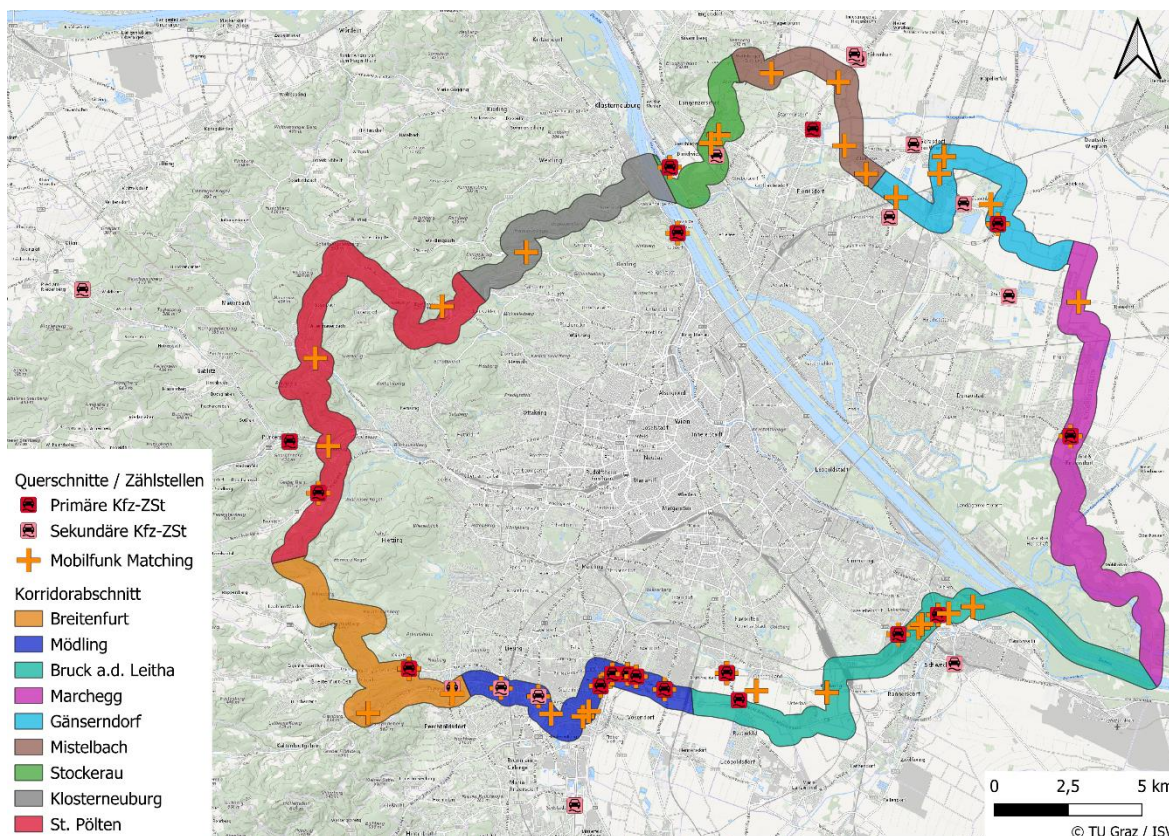


Abb. 1: Korridorabgrenzung und verwendete Kfz-Zählstellen

In Abb. 1 sind weiterhin auch die Standorte von 31 Kfz-Zählquerschnitten aufgenommen. An diesen Standorten sind durchgehende Zeitreihen an Kfz-Zählwerten aus Dauerzählstellen verfügbar [4], [5]. Die Lage, interne Nummerierung und zuständigen Stellen der verwendeten Standorte sind in Tab. 1 gelistet. Es werden primäre und sekundäre Zählquerschnitte unterschieden. Die Zählwerte an den primären Querschnitten wurden direkt als Referenzwert für einen zugehörigen Mobilfunkquerschnitt zugeordnet. Die sekundären Zählstellen befinden sich jeweils in Nahlage oder der Einfahrtsschneise zu einem oder mehreren Mobilfunkquerschnitten. Die Kfz-Zählwerte aller Querschnitte wurden als Pkw-ähnliche (PkwÄ) und Lkw-ähnliche (LkwÄ) im 2+0 Format harmonisiert. Analog zur vergangenen Kordonenerhebung wurden Fahrzeuge des Typs Pkw mit Anhängern (PkwmA) den PkwÄ Fahrzeugtypen zugeordnet. Dies stellt eine Abweichung der 2+0 Klassifizierung nach RVS 02.01.12 [6], entspricht aber den geforderten Analyseanforderungen aus Gründen der Vergleichbarkeit. Aus den Zeitreihen der sekundären Zählstellen wurden Gewichtungsfaktoren für Lkw-ähnliche (LkwÄ) und Pkw-ähnliche (PkwÄ) Fahrzeuge mit den Referenzzählwerten aus dem Herbst 2021 ermittelt, die an den jeweiligen Mobilfunkquerschnitten durchgeführt wurden, und für den aktuellen Erhebungszeitraum hochgerechnet wurden. Um untypische Ausreißer in den Zählwerten auszugleichen, wurden die Kfz-Zählmengen dreier typischer Werktage (Di-Do) gemittelt. Für den Erhebungszeitraum entspricht diese dem Zeitraum vom 11. bis 13. Oktober 2022. Zur Hochrechnung historischer Daten für 2021 wurde an den sekundären Zählstellen zusätzlich ein Mittelwert aus dem Haupterhebungszeitraum (12. bis 14. Oktober 2021) verwendet.

Der Korridor Bruck a.d. Leitha bildet eine Ausnahme, da vom 1. Oktober bis 27. November 2022 im Öffentlichen Verkehr ein Schienenersatzverkehr auf der Ostbahn für den Regionalverkehr (REX und S-Bahn) und Pressburgerbahn wegen der ÖBB Baustelle Gramatneusiedl erforderlich war. Beim Bahnhofsumbau Gramatneusiedl wurden Bahnsteige und ein Übergangsteg neu errichtet, Überholgleise verlängert und das Bahnhofsumfeld einschließlich P&R umgestaltet. Für eine korrekte Abbildung des Schienenverkehrs wurde für diesen Korridor die dritte Septemberwoche verwendet. Aus Gründen der Datenkonsistenz im Modal Split wurden für diesen Korridor auch für die Kfz-Zählraten ein September Mittelwert (20. bis 22. September 2022) gebildet.

Tab. 1: Auflistung der Lage und Zuständigkeiten verwendeter Kfz-Dauerzählstellen

Korridor	Zählstellenummer	Straße	Verwendung	Zuständigkeit/ Bundesland
Breitenfurt	1181	Breitenfurter Straße	primär	Wien
	1180	Hochstraße	sekundär	Wien
Mödling	1216	Perchtoldsdorfer Straße	sekundär	Wien
	1179	Brunner Straße	sekundär	Wien
	2005	Triester Straße (Süd)	sekundär	NÖ
	2327	Schönbrunner Allee	primär	NÖ
	MQ_A02_2_003,160 & MQ_A021_2_003,160	A2 - Süd Autobahn	primär	ASFINAG
	1200	Voralberger Allee (West) / Richard-Strauss-Straße	primär	Wien
	1201	Voralberger Allee (Ost)	primär	Wien
1211	Laxenburger Straße	primär	Wien	
Bruck a.d. Leitha	1218	Spange Leopoldsdorf	primär	Wien
	1622	Himberger Straße	primär	Wien
	1182	Simmeringer Hauptstraße	primär	Wien
	2289	Bruck-Hainburger Straße	sekundär	NÖ
	MQ_A04_2_004,800	A4 - Ostautobahn	primär	ASFINAG
Marchegg	1199	Eßlinger Hauptstraße	primär	Wien
	1623	Breitenleer Straße	sekundär	Wien
Gänserndorf	1195	Wagramer Straße	sekundär	Wien
	MAS2	S2 - Nordrand Schnellstraße	primär	Bonaventura
	1624	Seyringer Straße	sekundär	Wien
Mistelbach	2338	Hauptstraße (Gerasdorf)	sekundär	NÖ
	1198	Brünner Straße (Wien)	primär	Wien
	2228	Brünner Straße (NÖ)	sekundär	NÖ
	2257	Bahnstraße (Föhrenhain)	sekundär	NÖ
Stockerau	1194	Prager Straße	sekundär	Wien
	MQ_A22_2_012,500	A22 - Donauuferautobahn	primär	ASFINAG
Klosterneuburg	1193	Heiligenstätter Straße	primär	Wien
St. Pölten	2003	Wiener Straße (Waldheim)	sekundär	NÖ
	2273	Wiener Straße (Purkersdorf)	primär	NÖ
	MQ_A01_2_026,833	A1 - West Autobahn	primär	ASFINAG

## 2.2 Verkehrsdaten – Öffentlicher Verkehr

Als Datengrundlage für den öffentlichen Verkehr flossen Fahrgastzählungen von 63 kordonquerenden Buslinien und 13 Bahnlinien in das Projekt ein. Bei den betrachteten Bahnlinien handelt es sich um die Südbahn, die Badner Bahn, die Pottendorfer Linie, die Innere Aspangbahn, die Ostbahn, die Preßburgerbahn S7, die Marchegger Ostbahn, die Nordbahn, die Laaer Ostbahn, die Nordwestbahn, die Franz-Josef-Bahn, die Westbahn Neubaustrecke sowie die Innere Westbahn. Die jeweils relevanten Erhebungsquerschnitte an der Stadtgrenze sind für Bus und Bahn in Abb. 2 dargestellt. Obwohl die Laaer Ostbahn den Korridor Gänserndorf quert, wird sie wie in den vorangegangenen Untersuchungen dem Korridor Mistelbach zugeordnet.

Die Fahrgastzahlen wurden von den jeweiligen Verkehrsunternehmen [7] bzw. von den jeweiligen Verkehrsunternehmen, der SCHIG (Rohdaten) sowie dem Verkehrsverbund Ost-Region (aufbereitete Zahlen) [8] zur Verfügung gestellt. Sie setzen sich aus einer Mischung von manuellen und automatischen (AFZ) Zählungen zusammen. Aus den Fahrplänen wurde die jeweils letzte bediente Haltestelle vor und erste Haltestelle nach der Stadtgrenze gefiltert und damit der relevante Belegungsgrad am Erhebungsquerschnitt sowie Fahrtrichtung und Zeitscheibe ermittelt. Auftretende Datenlücken im Busverkehr wurden mittels einer trendgestützten Hochrechnung der Erhebungsdaten aus dem Herbst 2021 bzw. Interpolationsverfahren geschlossen. Die ermittelten Belegungsgrade der einzelnen Linien wurden je Erhebungsquerschnitt und Stundengruppe aggregiert. Die verwendeten Daten repräsentieren einen typischen Werktag im Oktober 2022. Im Korridor Bruck a.d. Leitha wurde als Referenzzeitraum für Bus und Bahn, analog zu den Kfz-Zählungen, ein typischer Werktag der letzten Septemberwoche 2022 festgelegt.

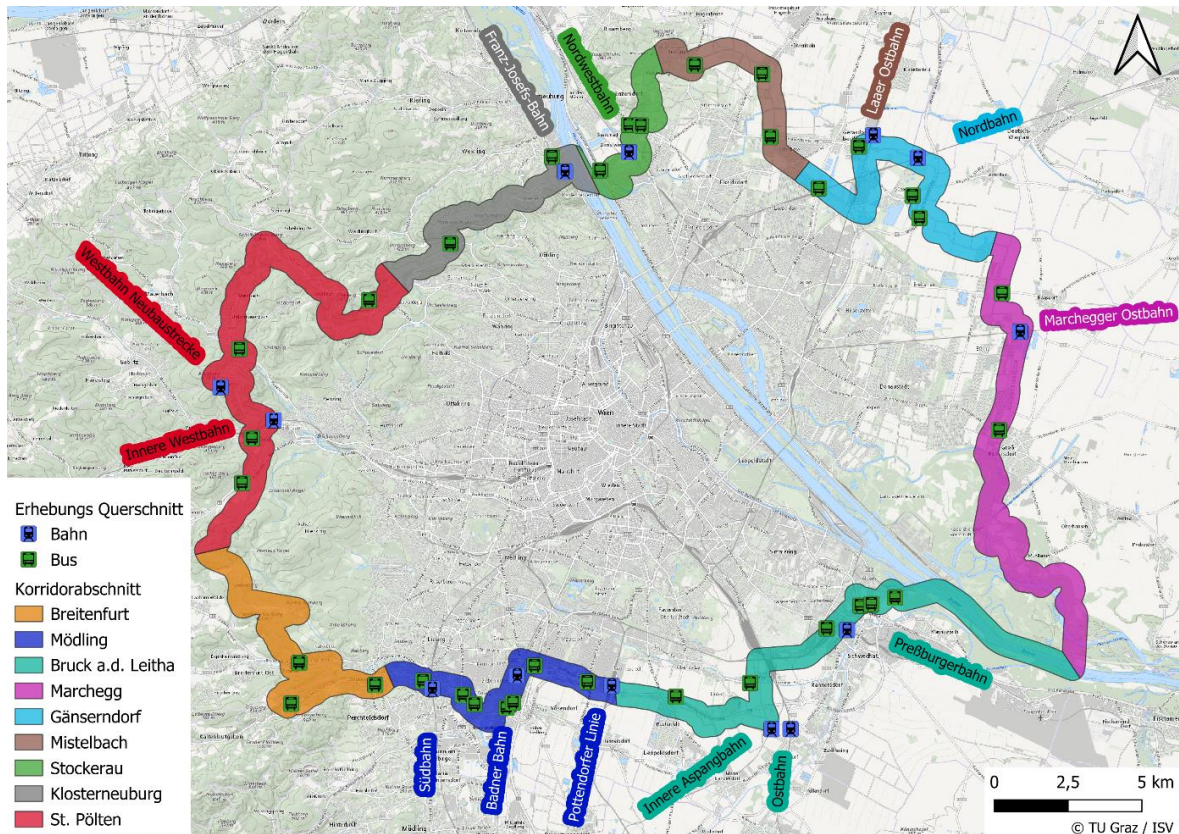


Abb. 2: Zählstellen für Fahrgastzählungen im Busverkehr und 13 Bahnlinien

### 2.3 Datensynthese

Die Datensynthese in diesem Projekt gliederte sich in vier große Bearbeitungsschritte, welche in Abb. 3 als Systemskizze dargestellt sind. Zunächst mussten alle empirisch erhobenen Eingangsdaten, wie Fahrzeug-, Personen- und Fahrgastzählungen für das Mobilfunkdatenanalysemodell aufbereitet, harmonisiert und auf Plausibilität überprüft werden. Diese Sekundärdaten bildeten die Grundlage für die Kalibrierung und das Mapping (Verortung) der anonymisierten Mobilfunkdaten, der Primärdatenquelle dieses Projekts. Hierfür wurden die Gesamtpersonenströme aus dem Mobilfunknetz dem Straßen- und Schienennetz zugeordnet. Mit Hilfe der aus Sekundärdaten gewonnenen Querschnittsinformationen für die Verkehrsträger Straße und Schiene wurden die Hochrechnungsfaktoren (Extrapolation einer Stichprobe aus dem Mobilfunknetz auf die Gesamtbevölkerung) der Mobilfunkdaten optimiert.

Da derzeit im Mobilfunk methodisch bedingt die Gesamtpersonenverkehre nur nach den beiden Verkehrsträgern Straße und Schiene unterschieden werden können, musste für die straßenseitigen Personenverkehre eine weitere Datenbereinigung erfolgen. Die Mobilfunkdaten, die dem Straßenverkehr zugeordnet sind, enthalten auch Personen, die in Lastkraftwagen, Sattelschleppern oder Bussen unterwegs sind. Um den Kfz-bezogenen Personenverkehr zu ermitteln, wurde zuerst der Schwerverkehr von den straßenseitigen

Personenverkehren subtrahiert und anschließend die Fahrgäste im Busverkehr auf der Straße im Zuge der Datensynthese dem ÖV-Segment zugeordnet. Auf der Schiene wurden die Ergebnisse mit den empirisch erhobenen Fahrgastzählungen validiert. Diese nachfolgende Bereinigung ergibt finale Quell-Ziel-Matrizen des Personenverkehrs über die Stadtgrenze (Wien-Niederösterreich) für die einzelnen Korridore. Diese Methode wurde für beide Fahrrichtungen stadteinwärts und stadtauswärts analog angewandt.

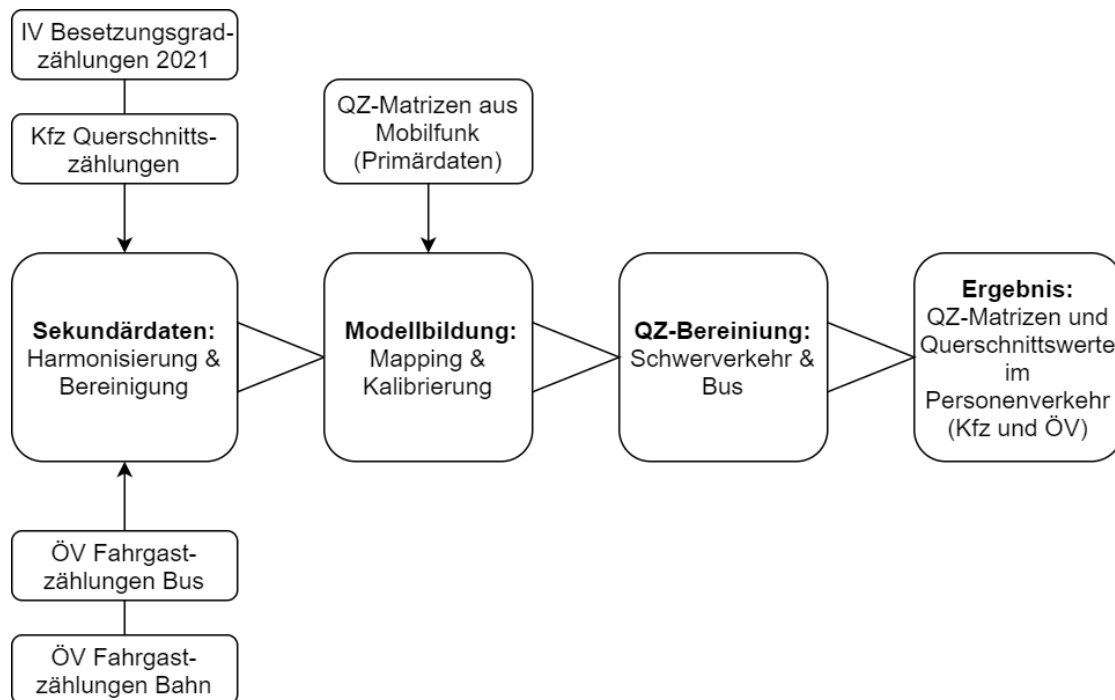


Abb. 3: Systemskizze der Datensynthese

### 2.3.1 Daten

Zur Erstellung der Quell- / Ziel (QZ)- Matrizen und Ermittlung der Personenanzahl an den Korridorabschnitten der Stadtgrenze wurden anonymisierte Mobilfunkdaten aus dem Netz von A1 Telekom Austria AG verwendet. Mit einem Marktanteil von 38,2% (Quelle: RTR Q4/2022) im österreichischen Mobilfunknetz liegt eine sehr große Stichprobe von mehr als 3 Millionen Personen vor, die sich täglich in Österreich bewegen und somit Wege erzeugen. Über den Marktanteil des Mobilfunkanbieters pro Gemeinde in Kombination mit statistischen Strukturdaten (Ausland erkannt über Roaming im Mobilfunknetz) und weiteren soziodemographischen Daten (Alter und Geschlecht) werden die Mobilfunkdaten auf die Gesamtbevölkerung hochgerechnet. Im Roamingbereich werden länderspezifische Hochrechnungsfaktoren verwendet, die aus dem Marktanteil des jeweiligen Mobilfunkanbieters, sowie weiteren statistischen Datenquellen (Gerätetyp,

Landesdemographie, etc.) generiert werden. Dieser Extrapolationsalgorithmus wurde über mehrere Jahre entwickelt und wird mittels eines Prozesses laufend aktualisiert.

Um einen durchschnittlichen Werktag zu ermitteln, wurden die Matrizen aus neun typischen Werktagen gemittelt (Di 4.10.2022, Mi 05.10.2022, Do 6.10.2022, Di 11.10.2022, Mi 12.10.2022, Do 13.10.2022, Di 18.10.2022, Mi 19.10.2022, Do 20.10.2022). Für den Korridor Bruck a.d.Leitha wurden zusätzlich Auswertungen im September 2022 durchgeführt, da auf der Ostbahn im Oktober 2022 ein Schienenersatzverkehr aufgrund von Bauarbeiten eingerichtet wurde. Aus Datenschutzgründen wird allen Nutzer\*innen (Mobilfunkgeräte mit SIM-Karte (Subscriber Identity Module) täglich eine neue anonyme Identifikationsnummer (ID) im Schritt der Anonymisierung auf Seiten des Mobilfunkbetreibers A1 zugewiesen. Daher können mehrtägige Wegeketten nicht analysiert werden. Grundsätzlich generiert jede ID über den Tag hinweg mehrere Hundert sogenannte Mobilfunkevents bestehend auf Koordinatenpaar und Zeitstempel. Mobilfunkevents sind Telefonate, SMS oder aktive Datenverbindungen im Mobilfunknetz. Diese IDs werden dann anonymisiert und in einem Vorverarbeitungsschritt werden die Trajektorien einem Glättungsschritt unterzogen, um Ausreißer zu entfernen. Mit dieser Grundlage erfolgt in einem weiteren Schritt eine Segmentierung der anonymisierten Trajektorien in stationäre und bewegende Zeitsegmente. Das stationäre Segment muss eine erkennbare Aufenthaltsdauer haben, um von einem Weg (bewegendes Segment) in der Algorithmik getrennt zu werden. Die Aufenthaltsdauer unterliegt keiner fixen zeitlichen Dauer, wurde jedoch in diesem Projekt auf eine Mindestaufenthaltsdauer von 15 Minuten festgelegt. Dieser Grenzwert hat sich in anderen Studien als praktikabel und sinnvoll erwiesen, da so der Effekt einer fehlerhaften Wegentrennung minimiert werden kann aber auch kurze Aufenthalte, an denen eine Aktivität durchgeführt wurde, die aber bei Befragungen häufig vergessen werden (z.B. kurzer Einkauf am Weg zur Arbeit), korrekt abgebildet werden können. Bisherige Erfahrungen und Sensitivitätsanalysen zeigen, dass dieser Effekt im Gesamtsystem jedoch gering ist und Wegelängen stabil und korrekt geschätzt werden können.

### **Sekundärdatenquellen:**

Zur Kalibrierung des Mobilfunkdatenanalysemodells wurden neben manuellen Zählungen im Oktober 2021 auf der Straße und Zählungen mittels Seitenradar, auch permanente automatische Zählstellen der Länder Niederösterreich und Wien, aus dem webbasierten Verkehrsdatenmanagement (WDM), sowie entsprechende Zählstellen von ASFINAG und Bonaventura für den Referenzzeitraum ausgewertet. Die jeweiligen Zählzahlen liegen in unterschiedlichen Datenformaten und unterschiedlichen Kfz-Unterscheidungen (8+1, 2+0, ...) vor. Diese Datenformate wurden harmonisiert, um eine gemeinsame Datenbank anzulegen. Da bei automatischen Zählstellen längere Zeitreihen vorliegen, wurde hier eine Bereinigung der Ausreißer mittels der 95%-Konfidenzintervallen in einzelnen

Stundengruppen durchgeführt. Dazu wurden ausschließlich Zählwerte an Werktagen im Referenzzeitraum von Dienstag bis Donnerstag in feiertagsfreien Wochen verwendet. So wurden untypische Spitzen geglättet und ein typischer Werktag abgebildet. Zusammen mit den manuellen Personenzählungen 2021 wurde ein Zielwert des Besetzungsgrades für die Kalibrierung des Mobilfunkdatenanalysemodells an jenen Querschnitten an der Stadtgrenze ermittelt, an denen entsprechende Zählungen durchgeführt worden waren.

Die manuellen Kfz-Zählungen im Oktober 2021 an einzelnen Straßenquerschnitten wurden nur stadteinwärts durchgeführt. Daher musste dort ein synthetischer Stadtauswärtsverkehr ermittelt werden, um die Methode für beide Fahrrichtungen analog einsetzen zu können. Dazu wurde ein symmetrischer durchschnittlicher täglicherer Verkehr (DTV) in beide Fahrrichtungen unterstellt. Zählwerte an automatischen Zählstellen stützten diese Annahme. Aus den automatischen Zählstellen mit einem DTV < 10.000 Kfz wurde eine mittlere, relative stadtauswärts Ganglinie ermittelt. Dieser Grenzwert erschien sinnvoll, da er groß genug ist, um über eine genügende Datengrundlage für eine Mittelwertbildung zu verfügen und gleichzeitig klein genug ist, um das durchschnittliche Verkehrsaufkommen an den manuell gezählten Straßenquerschnitten abzubilden. Mittels dem stadteinwärts ermittelten DTV an jedem manuell gezählten Querschnitt und der durchschnittlichen, relativen Stadtauswärtsganglinie wurde je Querschnitt eine Fahrzeuganzahl in allen Zeitsegmenten stadtauswärts berechnet.

Da das Mobilfunkdatenanalysemodell auf dem Verkehrsträger Straße sämtliche Personen abbildet, sind auch Busfahrgäste in den Analyseergebnissen enthalten. Daher werden Fahrgastzählungen benötigt, um einerseits auf eine Gesamtpersonenanzahl auf der Straße zu kalibrieren, aber andererseits auch um getrennte Aussagen zum Modus ÖV und Besetzungsgraden im IV auf der Straße treffen zu können. Die verwendeten Fahrgastzählungen unterschiedlicher Busunternehmen wurden seitens der Verkehrsverbund Ost-Region (VOR) GmbH zur Verfügung gestellt. Da nicht für alle Fahrplankurse jeder Linie Zählungen vorlagen, wurden die vorhandenen Zählungen je Kurs mit den Soll-Fahrplänen abgeglichen, um Datenlücken zu identifizieren. Datenlücken wurden im Nachgang in Abstimmung mit den jeweiligen Busunternehmen geschlossen. Da einzelne Kurse einer Linie unterschiedliche Haltemuster aufweisen, wurde aus den mit dem Fahrplan verschnittenen Fahrgastzählungen der jeweils erste Halt vor bzw. nach der Stadtgrenze zusammen mit einem Zeitstempel aus dem Fahrplan extrahiert, um die Fahrgäste je Stundengruppe den einzelnen Querschnitten zuzuweisen. Sofern mehrere Werktage eines Kurses in den Zählungen vorhanden waren, wurden Mittelwerte gebildet, um Schwankungen auszugleichen. Für die Mittelwertbildung wurden ebenfalls ausschließlich typische Werktage verwendet.



Als Kalibrierungs- und Validierungsgrundlage für das Mobilfunkdatenanalysemodell auf der Schiene wurden empirische Fahrgastzählungen am Querschnitt Stadtgrenze differenziert nach Zugkategorien auf den relevanten Bahnlinien vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und verwendet.

### 2.3.2 Synthese

Über einen sogenannten MapMatching-Algorithmus wurden die anonymisierten und vorverarbeiteten (segmentierten) Mobilfunktrajektorien dem Straßen- und Schienennetz zugeordnet. Dabei wurde über die Lage der einzelnen Trajektorien der wahrscheinlichste Weg am Netzgraphen ermittelt.

So wurden u.a. die einzelnen Trajektorien Straßenquerschnitten zugewiesen, die dann auf Korridore an der Stadtgrenze aggregiert werden. Für das Straßennetz wurde hierfür ein neues Raummodell für die VOR-Region aufgebaut, indem auf Basis von 1094 Verkehrszellen, die außerhalb Wiens im Wesentlichen den Gemeinden der VOR-Region entsprechen, Hochrechnungsfaktoren bestimmt wurden. Die 1094 Verkehrszellen setzen sich zusammen aus 250 Zellen in Wien, 609 Zellen in Niederösterreich, 171 Zellen im Burgenland, 60 politische Bezirke im restlichen Österreich und je eine Zelle für die vier Außenkordone Tschechien, Slowakei, Ungarn und Rest-Ausland. Die vielen Verkehrszellen erlauben zwar eine detaillierte Hochrechnung, erfordern aber im Nachgang aus Datenschutzgründen zumindest eine Aggregation auf Korridorabschnitte an der Stadtgrenze, sowie außerhalb Wiens auf Gemeindeebene und innerhalb Wiens auf Bezirksebene. Jede anonymisierte Trajektorie verfügt über einen Hochrechnungsfaktor aus ihrer Quellzelle. Das Mapping auf die einzelnen Straßenquerschnitte erhöht den Detaillierungsgrad der Ergebnisse, erfordert jedoch eine Anpassung der quellseitigen Hochrechnungsfaktoren. Das Kalibrieren des quellseitigen Hochrechnungsfaktors verändert die Querschnittswerte aller Straßenzüge, die von Trajektorien ausgehend von dieser Quelle passiert werden. Der quellseitige Hochrechnungsfaktor muss dabei zwei Randbedingungen erfüllen: Einerseits müssen die Personenzielwerte, an jenen Straßenzügen mit Personenzählungen getroffen werden, andererseits müssen plausible Besetzungsgrade an allen Straßenzügen vorliegen, an denen nur Fahrzeugzählungen durchgeführt wurden. Für die Kalibrierung wurden auch die Fahrgastzählungen im Busverkehr mitberücksichtigt. In einem iterativen Prozess wurde das Modell so an allen Kordonquerschnitten kalibriert.

Nach dem Prozess der Zuordnung der mobilfunkbasierten Personenverkehre auf den Verkehrsträger Straße, wurden die Restverkehre mittels eines eigenen Wahrscheinlichkeitsmodells, unter Verwendung verschiedener Merkmale (u.a. Schienennetzgraph pro Bahnlinie), auf die unterschiedlichen Bahnlinien verteilt. Diese Ergebnisse wurden mit den vorhandenen empirischen Zählungen abgeglichen und daraus

bahnlinienbezogene QZ-Matrizen als Analyseergebnisse im Projekt generiert. Fehlerhafte Wegetrennung durch zu lange Wartezeiten am Bahnhof (z.B. Park&Ride) konnten ausgeschlossen werden, da für alle Bahnmatrizen jeweils die Etappe davor, somit der Zugang zum Bahnhof, in der Analyse mitberücksichtigt wurde.

Die Badner Bahn der Wiener Lokalbahnen GmbH (WLB) war nicht integrativer Bestandteil dieses Wahrscheinlichkeitsmodells, da hier keine Unterscheidung zwischen Straße und Schiene aufgrund der Ähnlichkeit mit einer Straßenbahn möglich ist. Die hier erzielten Ergebnisse für die Quell- bzw. Ziellagen basieren auf einem konventionellen Gravitationsmodell und die Querschnittsergebnisse stützen sich auf die reinen empirischen Zählraten. Quell- / Ziel – Relationen konnten für die Badner Bahn nicht ermittelt werden.

Aus der Gesamtpersonenanzahl, jener Mobilfunktrajektorien die der Straße zugeordnet wurden, wurden noch Schwerverkehr und Fahrgäste in Linienbussen herausgerechnet, um den Personenindividualverkehr gemäß den Analyseanforderungen abzubilden. Diese Bereinigung erfolgte über bekannte Querschnittsinformationen aus Zählraten an den Straßenquerschnitten. Die wahrscheinlichste Verteilung der auf die Querschnitte zugeordneten QZ-Matrizen im jeweiligen Zeitsegment wurde dabei verwendet. Die SV-Anteile der einzelnen Stundengruppen wurden aus den empirischen Zählraten verfügbar. Für den Schwerverkehr wurde ein Besetzungsgrad von einer Person pro Fahrzeug unterstellt. In einem ersten Schritt wurden, gemäß der proportionalen Verteilung der QZ-Beziehungen, die Personen im Schwerverkehr aus der QZ-Matrix auf jenen Relationen abgezogen, auf denen proportional eine ausreichende Personenanzahl vorhanden war, um eine Korrektur durchführen zu können. In einem zweiten Schritt wurde noch jene Restmenge an Personen im Schwerverkehr aus den wahrscheinlichsten Relationen abgezogen, die noch über genügend Personen verfügten.

Gemäß den Analyseanforderungen mussten auch für den Linienbusverkehr die gezählten Fahrgäste von der Gesamtpersonen QZ-Matrix auf der Straße in Abzug gebracht werden. Hier stellt die Lage der Haltestellen und deren Einzugsgebiet die primäre Grundlage zur Zuordnung der Fahrgäste zu den einzelnen QZ-Beziehungen dar. Dazu wurden die Fahrgastzahlen im Linienbus auf die QZ-Beziehungen jener Gemeinden, die von den jeweils relevanten Buslinien bedient werden, stadteinwärts quell- bzw. stadtauswärts zweiseitig, eingegrenzt. Im Einzelfall wurde das Einzugsgebiet der Haltestellen auf die angrenzenden Gemeinden ausgeweitet. Die Fahrgastzahlen im Linienbus an einem linienbusrelevanten Straßenkordonquerschnitt wurden so von der Gesamtpersonenanzahl jener QZ-Beziehungen, mit Quell- bzw. Zielgemeinde im Einzugsbereich des Linienbusses, abgezogen.

Da in den ersten Stunden nach Mitternacht die tägliche ID-Randomisierung (Grundlage für Anonymisierung) der Mobilfunkdaten durchgeführt wird, kann auf Ebene der Straßenquerschnitte für diese Nachstunden mit der Standardmethode keine valide Personenhochrechnung durchgeführt werden. Dazu wurde für den Zeitraum von 3 bis 5 Uhr ein Besetzungsgrad aus Mobilfunkdaten ermittelt und damit die Fahrzeugzählungen von 0 bis 3 Uhr auf Personen hochgerechnet. Die so ermittelte Personenanzahl wurde gemäß der relativen Verteilung der QZ-Beziehungen aufgeteilt

In der vorangegangenen Untersuchung im Oktober 2021 [3] wurden aus manuellen Zählungen Pkw-Besetzungsgrade ermittelt, die in dieser Untersuchung wieder verwendet wurden; d.h. die Pkw-Besetzungsgrade sind nicht neu erhoben worden. Bei der Ermittlung des Besetzungsgrades Personen pro Pkw wurden die Nachstunden von 0 bis 5 Uhr nicht berücksichtigt sowie Reisebusse sowie Zweiräder vorab ausgeschieden. Dabei wurde für Reisebusse eine mittlere Anzahl von 20 Personen pro Bus bzw. bei Zweirädern von 1,1 Personen pro Fahrzeug angenommen. Berechnet wurde der Besetzungsgrad am Gesamtkordon Stadtgrenze Wien in Fahrtrichtung stadteinwärts für das Frühsegment von 5 bis 9 Uhr und für den Zeitabschnitt 5 bis 24 Uhr.

Bei der Zuordnung einer Fahrt zu einem Verkehrsmittel wurde das an der Stadtgrenze verwendete Verkehrsmittel für die Modal Split Berechnung herangezogen. Mit dieser Methode können keine multimodalen Fahrten (Park&Ride oder Bike&Ride) bestimmt werden, da an einem Querschnitt nur genau ein Verkehrsmittel genutzt werden kann. Wege, die einen P&R Platz in Niederösterreich nutzen, werden als ÖV-Wege gezählt, während Wege mit P&R Plätzen im Stadtgebiet Wien (z.B. P&R U3 Erdberg) als Pkw-Wege zählen. Mit den projektrelevanten automatischen Zählgeräten an der Stadtgrenze können keine nicht-motorisierte Verkehrsteilnehmer erhoben.

### **2.3.3 Erkenntnisse**

Anonymisierte Mobilfunkdaten erweisen sich als sehr nützliche Primärdatenquelle zur Beschreibung von stadtgrenzüberschreitenden Verkehren, insbesondere für Quell-Ziel-Informationen. Zusätzliche Sekundärdaten ermöglichen eine größere Detaillierung der Ergebnisse. Die Analysen zeigen, dass für eine Beschreibung des stadtgrenzquerenden Verkehrsaufkommens Sekundärdaten aus vorhandenen bzw. begleitenden Verkehrserhebungen (MIV- Fahrzeugzählungen, ÖV- Fahrgaszählungen etc.) zwingend erforderlich sind. Mittels punktuellen automatischen Zählstellen und Fahrgastzählungen im Linienbus kann mit geringem Aufwand ein Großteil der benötigten Sekundärdaten gewonnen werden. Eine verbesserte Kalibrierungsgrundlage könnte durch eine Ausweitung der

automatischen Zählstellen auf projektrelevante Querschnitte gewonnen werden, da so durchgehend längere Zeitreihen zur Verfügung stünden. Weiters sind auch punktuell Personenzählungen erforderlich, da eine automatisierte Umrechnung automatisch erhobener Kfz-Zählungen und Mobilfunkdaten in Personenverkehr noch nicht möglich ist.

Einen großen Vorteil des Mobilfunks stellt die, gegenüber manuellen Verkehrsbefragungen bzw. Stichtagszählungen, hohe Stichprobe über die gesamte Bevölkerung und auch deren räumliche Verteilung dar. Weiters ist die historische zeitliche Verfügbarkeit der Mobilfunkdaten gegenüber stichprobenhaften Befragungen ein wesentlicher zusätzlicher positiver Aspekt.

Herausforderungen in der Interpretation einzelner QZ-Beziehungen stellt die methodische Segmentierung der Mobilfunktrajektorien dar. Da z.B. Bring- und Holwege oder Lieferwege keinen längeren Aufenthalt am Aktivitätsort besitzen, wird dieser Weg im Mobilfunk nur unzureichend erkannt; eine Trennung in den Hin- und Rückweg eines Transportweges erfolgte nicht. Bei stadtgrenzüberschreitenden Transportwegen dieser Art werden diese daher als stadtgrenzquerende Binnenverkehrswege Wiens oder des Umlands abgebildet. Ebenfalls sind für einige Trajektorien methodisch keine klaren Quell- und Zielzellen zuordenbar. Beispiele für diese Wege sind:

- Stadtgrenzquerende Wege mit Start und Ziel in derselben Gemeinde in NÖ oder Wien, bei denen durch den Segmentierungsalgorithmus eine Aktivität der Wegeketten jenseits der Stadtgrenze nicht erkannt wird („unechter Binnenverkehr“).
- Wege, die im Ausland starten und durch ein fehlendes stationäres Segment im österreichischen Mobilfunknetz nicht korrekt erkannt werden.
- Fehlerhafte Verortung der anonymisierten Trajektorien auf das Straßennetz durch z.B. schwache Datenlage, wegen sehr geringer Mobilfunk- bzw. Internetnutzung eines Mobilfunkgerätes.
- Multimodale Wege (Bike&Ride oder Park&Ride) sind mit der gewählten Methode nicht getrennt ausweisbar. Wenn nicht nur querschnittsbezogen, sondern jede Fahrt auch am Anfang und Ende hinsichtlich ihres wahrscheinlichen Verkehrsmittels ausgewertet wird, könnten zumindest multimodale Fahrten mit dem Pkw und anschließenden schienengebundenen ÖV (stadteinwärts) und umgekehrt stadtauswärts getrennt bestimmt werden.

Ein wichtiger abschließender Aspekt bei der Nutzung von Mobilfunkdaten für Projekte dieser Art ist die notwendige Kenntnis der Datengrundlage in Kombination mit der verkehrsplanerischen Expertise der bearbeitenden Personen. Mobilfunkdaten sind immer mit „klassischen“ Zähldaten (Automatische und manuelle Straßenverkehrszählung, manuelle bzw. AFZ- Fahrgastzählungen) zu verschneiden, zu harmonisieren und synthetisieren. Bei