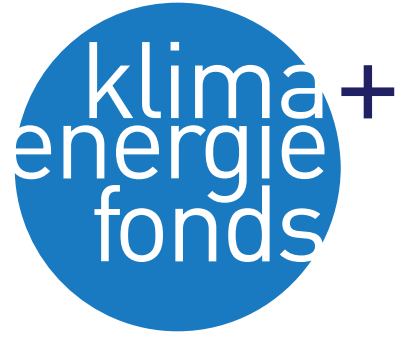




STUDIENBERICHT
PARKING SPACE INSIGHT (PSI)



Impressum

Auftraggeber und Programmverantwortung

Klima- und Energiefonds (KLIEN)

1190 Wien, Leopold-Ungar-Platz 2 / 1 / 142

Ansprechperson: Clemens Gattringer

clemens.gattringer@klimafonds.gv.at

Programmmanagement

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

A-1090 Wien, Sensengasse 1

Ansprechperson: Inga Oun

inga.oun@ffg.at

Die F&E-Dienstleistung Parking Space Insights (PSI) wurde im Zuge der Ausschreibung „Digitale Transformation in der Mobilität 2023“ vom KLIEN finanziert.

Der Inhalt dieser Studie spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider. Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Für den Inhalt verantwortliche Autorinnen und Autoren:

Verkehrsplanung GmbH

DI Mag. Mario Platzer (ARGE-Leitung)

M. Sc. Simon Neumeier

DI Emanuel Selz

Technische Universität Graz, Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Dr. Michael Cik

DI Thomas Wischer

B.Sc. Lisa Kollenz

PRISMA solutions EDV-Dienstleistungen GmbH

Mag. Dr. Stefan Kollarits

Dipl.-Ing. Thomas Piribauer

M.Sc Paul Schneider

Trafficon Software GmbH (im Unterauftrag durchgeführt von Okari GmbH)

Dipl.-Verkehrswissenschaften Anja Höpping

M.A. Caroline Sester

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck der Inhalte des Studienberichts ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Autorinnen und Autoren ausgeschlossen ist. Haftungsansprüche gegen den Autor, die sich aus der Nutzung oder Nichtnutzung der dargestellten Inhalte ergeben, sind grundsätzlich ausgeschlossen, sofern kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden vorliegt.

Graz am 05/2026

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	7
1.1	Welche Ziele verfolgt PSI?.....	7
1.2	Welche Innovationen und Mehrwerte liefert PSI?	8
1.3	Auf welcher Methodik basiert PSI?	9
1.4	Gliederung Studienbericht.....	11
2	RAHMENBEDINGUNGEN UND ANFORDERUNGSANALYSE	13
2.1	Begriffliche und konzeptionelle Grundlagen und Abgrenzungen	13
2.2	Definition zentraler Key-Performance-Indikatoren (KPIs).....	15
2.3	Analyse bestehender Erhebungsmethoden im ruhenden Verkehr.....	20
2.4	Analyse bestehender Mobilitätsdatenräume und Plattformen.....	33
2.5	Bedarfs- und Status-Quo-Analyse kommunaler Akteure	36
2.6	Abgeleitete Anforderungen an PSI-DatenPlattform und Hochrechnungsverfahren	50
3	AUFBAU DATENPLATTFORM PSI	52
3.1	Recherche Datenverfügbarkeit und Datenakquise	52
3.2	Ziel und Aufbau Datenplattform	55
3.3	Datenquellen und -formate	57
3.4	Datenintegration und -verarbeitung unterschiedlicher Datenquellen	59
3.5	Sicherung der Datenqualität	63
4	KONZEPTION UND ENTWICKLUNG VON HOCHRECHNUNGSMETHODEN	68
4.1	Status Quo Hochrechnungsmethoden	68
4.2	Entwicklung des Hochrechnungsverfahrens.....	71
5	ERGEBNISSE	102

5.1	Vorevaluierung des Hochrechnungsverfahrens	118
5.2	Beschreibung der Fallbeispiele	119
5.3	Validierungsergebnisse	131
5.4	Anwendungsbereiche.....	132
6	BETRIEB UND ORGANISATION DES MONITORINGS	134
6.1	Kernaufgaben	134
6.2	Szenarien.....	136
6.3	Personalaufwand und Sachkosten.....	139
6.4	Handlungsempfehlungen zur Finanzierung	142
6.5	Umsetzungs- und Migrationsplan.....	143
6.6	Rollen und Verantwortlichkeiten	144
7	AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN	146
7.1	Zentrale Erkenntnisse.....	146
7.2	Handlungsempfehlungen	146
7.3	Implementierungs- und Migrationspfad	147
7.4	Forschungsbedarf und Weiterentwicklung	148
	BEGRIFFSKATALOG.....	150
	LITERATUR UND QUELLENVERZEICHNIS	155
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	159
	TABELLENVERZEICHNIS.....	162

Kapitel

1

EINLEITUNG

1 EINLEITUNG

Vor dem Hintergrund eines nachhaltigen und gerechten Umgangs mit der endlichen Ressource „Raum“ und der notwendigen Mobilitätstransformation rückt der ruhende Verkehr immer mehr ins Zentrum aktueller Verkehrs- und Stadtentwicklungsdebatten (Agora Verkehrswende 2018). Die oftmals fehlende, lückenhafte und nicht belastbare Datenlage in Städten und Gemeinden verhindert gegenwärtig ein flächendeckendes Monitoring als Ausgangsbasis für eine zielgerichtete Verkehrsmanagement- und Infrastrukturplanung. Zudem schränken differenzierte rechtliche Rahmen- und Zugangsbedingungen zu Parkplätzen, einen vollständigen und harmonisierten Datenüberblick deutlich ein (Rikus et al. 2015). So sind Angebotsdaten zum Parken auf öffentlichen Straßen und Parkplätzen verfügbar und fußen zumeist auf kommunalen OpenData-Initiativen. Informationen zu Kurzparkzonen, Anrainerparkbereichen etc. sind in größeren Städten (z. B. Wien, Graz, Linz) sowie für P&R-Anlagen auf Landesebene vermehrt als GIS-Datensätze verfüg- und nutzbar. Informationen zu privaten, öffentlich zugänglichen Parkplätzen (z. B. Parkhäuser, Einkaufszentren) werden z.T. seitens privater Parkplatzbetreiber inklusive deren Zugangsbedingungen zur Verfügung gestellt. Selten jedoch sind für diese Anlagen Nachfrage- und Auslastungsdaten für die Öffentlichkeit verfügbar. Informationen über private Parkflächen fehlen weitestgehend.

Gängige Datenerhebungsmethoden sind meist kosten- und aufwandsintensiv und kommen daher nur für bestimmte Use Cases (z. B. Bewirtschaftung von Parkgaragen oder P&R Parkplätzen, Parkraumerfassung Innenstädte) und zeitlich begrenzt zur Anwendung. Der methodische Ansatz von PSI zielt daher darauf ab, flächendeckend verfügbare, jedoch lückenhafte Datengrundlagen wie z. B. OSM, GIP und DLM zu nutzen. Diese werden um zusätzliche Informationen aus z. B. Mobilfunkdaten, Verkehrsmodellen oder der Parkraumbewirtschaftung angereichert und anschließend österreichweit hochgerechnet.

Die Projektergebnisse sind insbesondere relevant für die öffentliche Hand auf allen Ebenen sowie Organisationen, die selbst verkehrsbezogene Daten erfassen oder nutzen. Durch die Schaffung einer verbesserten Datengrundlage und -qualität können in weiterer Folge neue Anwendungsfälle und Dienste entstehen, die u.a. dazu beitragen, Infrastruktur des ruhenden Verkehrs effizienter und nachhaltiger zu planen, den Parkplatzsuchverkehr zu reduzieren oder das Mobilitätsverhalten nachhaltig zu verändern. Dies trägt dazu bei, die Ressource Raum nachhaltiger und gerechter zu verteilen, die Luftverschmutzung und Treibhausgasemissionen zu verringern, wodurch insgesamt positive Auswirkungen auf die städtische Aufenthaltsqualität, das Klima und die Bevölkerung resultieren.

Die F&E-Dienstleistung Parking Space Insights (PSI) trägt damit wesentlich zur digitalen Transformation der Mobilität bei, indem es a) eine mögliche Ausgangsbasis für zielgerichtete Planungs- und Lenkungsmaßnahmen im ruhenden KFZ-Verkehr bildet und b) ein kontinuierliches Monitoring zur Erreichung verkehrspolitischer Zielsetzungen (z. B. Masterpläne, Strategiepapiere auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen) erlaubt.

1.1 WELCHE ZIELE VERFOLGT PSI?

Wesentliches Ziel des Projekts PSI war es, die aktuell unzureichende Datenlage des ruhenden Kfz-Verkehrs durch eine umfassende F&E-Initiative auszugleichen. Folglich stellt das übergeordnete strategische Ziel die Implementierung für ein österreichweit übertragbares Hochrechnungsverfahren von Key Performance Indikatoren (KPIs) des ruhenden Kfz-Verkehrs dar. Konkret hatte PSI folgende operative Ziele:

Eine Wissensbasis für den ruhenden Verkehr im Bereich Angebot und Nachfrage schaffen

- Analysen zu Rahmenbedingungen und Anforderungen unterschiedlicher Stakeholder erstellen sowie umfassende Recherchen zu Erhebungsmethoden, KPIs und Hochrechnungsmethoden des ruhenden Verkehrs durchführen.

- Anforderungen und Rahmenbedingungen einer jährlichen Aktualisierung der KPIs ermitteln.

Eine Datenplattform für den ruhenden Kfz-Verkehr erstellen

- Diverse Datenquellen unter Berücksichtigung von nationalen Rahmenbedingungen für die Analyse von Parkdaten identifizieren, für die weitere Anwendung bewerten, klassifizieren und in einer Datenplattform strukturiert zusammenführen. Diese Plattform fusioniert und harmonisiert eine Vielzahl von Primär- und Sekundärdaten, die sowohl das Angebot als auch die Nachfrage von Parkraum abbilden.

Geeignete Hochrechnungsmethoden für Parkraumangebot und -nachfrage entwickeln, kalibrieren und validieren

- Eine systematische Datenfusionierung und ein ganzheitliches Hochrechnungsverfahren umsetzen, das detaillierte Analysen des Parkraumangebots und der -Nachfrage in Abhängigkeit von variablen Raumaggregaten und Gütequalitätsstufen ermöglicht. Das Hochrechnungsverfahren wird auf nationaler Ebene angewendet und liefert detaillierte Einblicke in die Verfügbarkeit und Nutzung des Parkraums in Österreich.
- Hochrechnungsergebnisse mit empirischen Daten aus verschiedenen Regionen kalibrieren und validieren, um die Genauigkeit der Hochrechnungsmethoden sicherzustellen. Diese Kalibrierung mit einer Rückkopplung zu den Eingangsdaten und Fusionierungsansätzen und einer finalen Validierung stellt sicher, dass das Hochrechnungsverfahren verlässliche Ergebnisse liefert, welche mit realen Gegebenheiten abgeglichen wurden.

Handlungsempfehlungen und Implementierung ableiten

- Basierend auf den Erkenntnissen der Validierung Empfehlungen für jährliche Aktualisierungen der Analysen zusammenfassen.
- Einen detaillierten Implementierungsplan erstellen, um die entwickelten Verfahren kontinuierlich verbessern und aktualisieren zu können und den sich ändernden Anforderungen gerecht zu werden.

1.2 WELCHE INNOVATIONEN UND MEHRWERTE LIEFERT PSI?

Folgende innovativen Aspekte und Mehrwerte liefert PSI:

- **Beurteilung der Potenziale von Erhebungsmethoden:** Parkraumerhebungen erfolgen traditionell visuell durch Erhebungspersonal, ergänzt durch Videobefahrungen oder OSM-Analysen – ein aufwändiges und räumlich wie zeitlich eingeschränktes Verfahren. Alternative Methoden gewinnen daher an Bedeutung: Stationäre Sensorik und Kameras liefern Echtzeit-Daten (Paidi et al. 2019), KI-gestützte Auswertung von Luft- (Nilsson & Lindblom 2019) und Satellitenbildern (Golej et al. 2022; Stopic et al. 2023) ermöglicht stadtweite Analysen, ist aber komplex und qualitativ eingeschränkt. GPS-basierte Ganglinien (Hagen et al. 2020) sind für bewirtschaftete Flächen mit hohem Parkdruck übertragbar, jedoch aufwändig in Beschaffung und Aufbereitung. Parkscheinautomaten-Daten eignen sich laut Schäfer et al. (2019) kaum zur Stellplatzschätzung; vielversprechender sind Daten zu Ordnungswidrigkeiten. PSI erstellt eine umfassende Übersicht und bewertet die Erhebungsmethoden hinsichtlich räumlich-zeitlicher Erfassung, Aufwand, Qualität und Datenverfügbarkeit.
- **Klassifizierung, Fusionierung und Harmonisierung unterschiedlichster Datenquellen in einer Datenplattform:** Für Verkehrsmanagement und -planung sind räumlich-zeitliche Parkdaten essenziell, liegen aber oft uneinheitlich und in unzureichender Qualität vor (Grbic & Koch 2023; Fric et al.

2020). Qualität und Verfügbarkeit variieren stark je nach Parkraumtyp, zudem sind Daten auf verschiedene Verwaltungseinheiten verteilt, ohne koordinierten Austausch (Schäfer et al. 2019). PSI adressierte diese Lücken durch die Erstellung einer Datenplattform, die Primärdaten (P&R, E-Tankstellen, Bewirtschaftung) und Sekundärdaten (Strukturdaten und Mobilfunkdaten) fusioniert und harmonisiert.

- **Inwertsetzung österreichweit vorliegender Datenquellen:** Die österreichweit verfügbaren Datenquellen – darunter Mobilfunk-, Struktur- und digitale Landschaftsmodelldaten sowie GIP und OSM – bieten ein hohes, bislang ungenutztes Potenzial für die Analyse und Hochrechnung von Parkraumnachfrage. Die innovative Verknüpfung und Anreicherung dieser heterogenen Bestände ermöglicht erstmals eine integrierte, flächendeckende Datennutzung. Durch Fusionierung können Schwächen einzelner Quellen kompensiert und belastbare, räumlich sowie zeitlich differenzierte Aussagen getroffen werden.
- **Definierung zielgerichteter KPIs und Angabe datenlagenabhängiger Gütequalitäten:** Im Projekt wurden erstmals zielgerichtete KPIs für den ruhenden Kfz-Verkehr definiert und operationalisiert, um bestehende Lücken in strategischen Leitlinien zu schließen. Dabei wurden Kennzahlen wie Auslastung, Dichte und Verfügbarkeit systematisch hinsichtlich räumlicher, zeitlicher und administrativer Dimensionen analysiert. Durch die Klassifizierung in datenlagenabhängige Gütequalitäten wurden Ergebnisse transparent bewertet und eine belastbare Grundlage für die zukünftige Integration praxisrelevanter Indikatoren in Mobilitätskonzepte geschaffen.
- **Entwicklung und Test innovativer Hochrechnungsalgorithmik:** Die flächendeckende Ableitung von KPIs zum ruhenden Verkehr geht über den bisherigen Stand der Forschung hinaus, da bestehende Ansätze meist nur kleinräumige Analysen mit hoher Unsicherheit ermöglichen. Im Projekt wurde daher ein innovatives Hochrechnungsverfahren entwickelt, das Methoden wie Regression, Extrapolation und Machine-Learning-Methoden kombiniert. Die Kalibrierung erfolgte anhand hochwertiger Referenzdaten, gefolgt von einer Validierung anhand von Fallbeispielen, um stabile und belastbare Ergebnisse sicherzustellen.
- **Nachvollziehbares, einfaches und kostengünstiges Monitoring:** In PSI wurde ein nachvollziehbares, einfach anwendbares und kosteneffizientes Monitoring-Framework für den Parkraum entwickelt, das auf weitgehend automatisierten Prozessen und Open-Source-Lösungen basiert. Dadurch wurden Betriebs- und Personalkosten reduziert. Ergänzt wurde dies durch Empfehlungen zur Aktualisierung, Weiterentwicklung und Nutzung sowie einen Implementierungsplan und Workshops, die eine eigenständige, nachhaltige Anwendung sicherstellen.
- **Integration relevanter Stakeholder:** Im Projekt erfolgte eine kontinuierliche Einbindung relevanter Stakeholder und eine strukturierte Bedarfsanalyse auf kommunaler Ebene. Zentrale Akteur:innen wurden gezielt in kritische Projektschritte integriert, um unterschiedliche Perspektiven zu berücksichtigen und praxisnahe Lösungen zu entwickeln. Gleichzeitig wurde das Bewusstsein für bestehende und neu gewonnene Daten geschärft.

1.3 AUF WELCHER METHODIK BASIERT PSI?

Das Projekt PSI fußt auf einem integrativen, multimethodischen Ansatz, der qualitative und quantitative Zugänge systematisch miteinander verknüpfte. Ziel dieses Ansatzes war es, sowohl eine fundierte empirische Basis als auch eine konzeptionell-analytische Durchdringung des Untersuchungsgegenstandes sicherzustellen.

Im Projektverlauf wurden folgende zentrale methodische Bausteine umgesetzt (detaillierte Ausführungen finden sich in den jeweiligen Fachkapiteln):

- **Literatur- und Dokumentenanalyse:** Systematische Aufarbeitung des nationalen und internationalen Forschungsstandes sowie relevanter strategischer und politischer Rahmenwerke zur konzeptionellen Fundierung des Projekts.
- **Empirische Datenaufbereitung und -auswertung:** Aufbereitung und Analyse vorhandener sowie projektspezifisch generierter Datenbestände zur Beschreibung und Erklärung relevanter Zusammenhänge. Dies umfasst sowohl quantitative Datensätze als auch qualitative Informationen.
- **Entwicklung eines analytischen Bezugsrahmens:** Ableitung und Strukturierung zentraler Einflussfaktoren, Wirkungszusammenhänge und Systemgrenzen als Grundlage für weitere Analysen und Bewertungen.
- **Szenarien- bzw. Konzeptentwicklung:** Erarbeitung möglicher Entwicklungsoptionen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Rahmenbedingungen und Einflussgrößen. Dabei wurden systematische Verfahren zur Strukturierung und Bewertung von Zukunftsbildern angewandt.
- **Einbindung von Expert:innen und Stakeholdern:** Durchführung von Workshops, Interviews bzw. Feedbackschleifen mit relevanten Akteur:innen zur Validierung von Zwischenergebnissen, zur Ergänzung von Perspektiven sowie zur Sicherstellung der Praxisrelevanz.
- **Bewertung und Synthese der Ergebnisse:** Zusammenführung der einzelnen Analysebausteine in einer integrierten Betrachtung, einschließlich der Ableitung von Wirkungen, Potenzialen sowie möglicher Zielkonflikte.

Ein zentrales Element des methodischen Vorgehens war die iterative und reflexive Bearbeitung der Fragestellungen. Erkenntnisse aus einzelnen Arbeitsschritten wurden kontinuierlich rückgekoppelt und in die weitere Projektbearbeitung integriert. Dies ermöglichte es, sowohl methodische Anpassungen vorzunehmen als auch inhaltliche Schwerpunkte zu schärfen.

Darüber hinaus wurde besonderer Wert auf die Einbindung externer Expertise gelegt. Durch die frühzeitige und wiederholte Beteiligung relevanter Stakeholder konnte ein vertieftes Verständnis für unterschiedliche Perspektiven, Rahmenbedingungen und Umsetzungslogiken entwickelt werden. Dies trug maßgeblich dazu bei, die Anschlussfähigkeit der Projektergebnisse an praktische Anwendungsfelder sowie an politische und strategische Entscheidungsprozesse zu gewährleisten.

Insgesamt verfolgte das Projekt damit einen Ansatz, der analytische Tiefe, methodische Vielfalt und praxisorientierte Reflexion miteinander verbindet.

1.4 GLIEDERUNG STUDIENBERICHT

Die Gliederung des Endberichts orientiert sich an den im Projektantrag definierten Arbeitspaketen sowie an der im Projektverlauf weiter geschärften methodischen Struktur. Die nachfolgenden Kapitel bilden die zentralen inhaltlichen Bausteine des Projekts ab und führen die einzelnen Arbeitsschritte von der Analyse über die technische Umsetzung bis hin zur Bewertung und Ableitung von Empfehlungen zusammen.

In **Kapitel 2 „Rahmenbedingungen und Anforderungsanalyse“** werden die grundlegenden fachlichen, technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen und Begrifflichkeiten des Projekts dargestellt. Aufbauend auf einer Analyse bestehender Datenerfassungssysteme, Key-Performance Indikatoren, Mobilitätsdatensräumen und Datenverfügbarkeiten werden Anforderungen an die zu entwickelnde Lösung strukturiert herausgearbeitet. Dabei werden sowohl praxisnahe als auch systemseitige Anforderungen berücksichtigt und in Form eines konsolidierten Anforderungskatalogs zusammengeführt.

In **Kapitel 3 „Aufbau Datenplattform“** wird die Konzeption und Umsetzung der im Projekt entwickelten Datenplattform beschrieben. Dies umfasst insbesondere die Systemarchitektur, Datenintegration, Schnittstellen sowie Aspekte der Datenhaltung und -verarbeitung. Darüber hinaus werden die gewählten technologischen Ansätze sowie zentrale Herausforderungen und Lösungsstrategien bei der Implementierung dargestellt.

In **Kapitel 4 „Konzeption und Entwicklung von Hochrechnungsmethoden“** werden die methodischen Grundlagen zur Hochrechnung und Bewertung der Daten erarbeitet. Neben der Abbildung des Status Quos wird ein ausdifferenziertes Hochrechnungsverfahren entwickelt, das neben den Ergebnissen zu Parkraumangebot und Parkraumnachfrage auch deren Gütequalität berechnet. Der Fokus liegt dabei auf der Übertragbarkeit, Robustheit und praktischen Anwendbarkeit der entwickelten Methoden.

In **Kapitel 5 „Ergebnisse“** werden der entwickelte Hochrechnungsansatz als auch die berechneten KPIs anhand konkreter Anwendungsfälle überprüft. Die Validierung der Ergebnisse erfolgt auf Basis realer Daten und dient dazu, die Aussagekraft und Zuverlässigkeit des Hochrechnungsverfahrens zu bewerten. Die Ergebnisse werden analysiert und hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf weitere Anwendungsfälle diskutiert.

In **Kapitel 6 „Betrieb und Organisation des Monitoringprozesses“** werden neben den nötigen Kernaufgaben des Monitorings auch mögliche Betriebsszenarien und die dazu nötigen Personalaufwände und Sachkosten aufgeführt. Wie eine mögliche Umsetzung des Monitorings aussehen kann, wird im Rahmen des Umsetzungs- und Migrationsplans dargelegt. Darüber hinaus wird auf die nötigen Rollen und Verantwortlichkeiten im Rahmen des Betriebs des Monitorings eingegangen.

In **Kapitel 7 „Ausblick und Empfehlungen“** werden die zentralen Erkenntnisse des Projekts zusammengeführt und in Form von praxisorientierten Empfehlungen aufbereitet. Darüber hinaus werden Potenziale für die Weiterentwicklung der entwickelten Ansätze sowie weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt. Dabei wird insbesondere auf Möglichkeiten zur Skalierung, Integration in bestehende Systeme sowie zukünftige Anwendungsfelder eingegangen.

Insgesamt folgt der Aufbau des Studienberichts einer klaren logischen Abfolge von der Analyse der Ausgangssituation über die technische und methodische Entwicklung bis hin zur praktischen Erprobung und Bewertung der Ergebnisse.

Kapitel

2

RAHMENBEDINGUNGEN UND
ANFORDERUNGSANALYSE

2 RAHMENBEDINGUNGEN UND ANFORDERUNGSANALYSE

Dieses Kapitel soll durch den Aufbau und der Vertiefung der Wissensbasis als Grundlage für die Bearbeitung zentraler Projektschwerpunkte dienen. Bei der Bearbeitung der einzelnen Themenfelder wurde darauf geachtet, dass eine theoretische als auch praxisorientierte Grundlage für zentrale nachfolgende Aufgaben (z. B. Datenakquise, Plattformaufbau und -einbindung, Datenfusion und -hochrechnung) geschaffen wird.

Nachfolgende Inhalte basieren in erster Linie auf Literaturrecherchen. Darüber hinaus wurden externe Stakeholder mit Fachbezug in den Rechercheprozess in Form von Online-Abstimmungen, schriftlichen Anfragen und Interviews eingebunden. Die gewonnenen Erkenntnisse ergänzen die Fach- und Methodenkompetenzen der ARGE-Partner:innen und flossen in Klassifikations- und Bewertungsansätzen sowie den Bedarfs- und Anforderungsanalysen mit ein.

Konkret werden Projektabgrenzungen und Begrifflichkeiten definiert, Erhebungsmethoden, KPIs der Parkraumangebotes und der -nachfrage recherchiert, klassifiziert und bewertet. Zudem wurden nationale als auch internationale Mobilitätsdatenräume identifiziert und analysiert sowie die Planungspraxis und Datenlage in Städten beleuchtet.

2.1 BEGRIFFLICHE UND KONZEPTIONELLE GRUNDLAGEN UND ABGRENZUNGEN

2.1.1 Abgrenzung des Forschungsprojekts PSI

Das F&E Forschungsprojekt grenzt sich folgendermaßen thematisch ab:

- Es erfolgten keine neuen Datenerhebungen zum ruhenden Verkehr, vielmehr wurde der Datenbestand gescreent, auf Eignung bewertet, harmonisiert und fusioniert.
- Es wurde eine prototypische und transparente Datenplattform mit dem Hautanwendungszweck des Monitorings entwickelt und kein marktfähiges Produkt.
- Berücksichtigt wurde ausschließlich der ruhende Pkw-Verkehr.

2.1.2 Allgemeine Begrifflichkeiten zum ruhenden Verkehr

Für den Begriff Parkplatz werden im allgemeinen Sprachgebrauch häufig Synonyme verwendet, die jedoch in ihrer Bedeutung oftmals voneinander abweichen. Um in der Formulierung häufig wiederkehrender und grundlegender Begriffe keine Unschärfe zu erzeugen, wurde ein umfangreicher Begriffskatalog angelegt, der sich im Anhang unter Kapitel 7 befindet. Nachfolgend werden auszugsweise allgemeine Begrifflichkeiten zum ruhenden Verkehr definiert, welche sich an den Definitionen der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr (FSV, 2018) orientieren:

- **Parkfläche:** Parkplätze, Parkstreifen und Abstellplätze.
- **Stellplatz:** Jene Teilfläche einer Abstellanlage (Parkfläche oder Parkhaus), die für das Abstellen eines einzelnen Kraftfahrzeuges bestimmt ist.
- **Abstellplatz:** Eine Fläche, die zum Abstellen eines Kraftfahrzeuges bestimmt und nicht überdacht ist.
- **Parkstreifen:** Dienen zum Aufstellen von Fahrzeugen.
- **Parkhaus:** Bauwerk, in dem Bodenplatte und/oder Parkdecks zum Parken genutzt werden.
- **Tiefgarage:** Gebäude oder Gebäudeteil unterhalb der Erdoberfläche, dessen Bodenplatte und ggf. vorhandene Geschoßdecken als Parkebene genutzt werden.

2.1.3 Begrifflichkeiten zu Parkdaten

Darüber hinaus wurden noch Begrifflichkeiten definiert, die im Zuge der Datenklassifikation, -bearbeitung und -auswertung von Relevanz sind:

- **Parkraumangebot:** Das Parkraumangebot umfasst die zur Verfügung stehende Parkrauminfrastruktur, die zum Parken von Fahrzeugen in einem bestimmten Gebiet genutzt werden kann. Es wird durch Faktoren wie Kapazität, Zugänglichkeit, Parkgebühren, Parkhöchstdauer und Sonderregelungen (z. B. Bewohnerparken) beeinflusst.
- **Parkraumnachfrage:** Das Bedürfnis nach Parkplätzen in einem definierten Raumaggregat, welches je nach Zielgruppen, Tageszeit, Wochentag und besonderen Ereignissen variieren kann.
- **Parkraumerhebung:** Methode zur Sammlung parkraumbezogener Daten in einem bestimmten Gebiet. Abhängig von der Aufgabenstellung können verschiedene angebots- und nachfrageseitige Kennzahlen (s. Kap. 2.2) erfasst/abgeleitet werden.
- **Key Performance Indikatoren (KPIs):** Messgrößen für ein dauerhaftes Monitoring zur Bewertung von Erfolg oder Leistung (Roubtsova & Mitchell 2014, S. 128).
- **Hochrechnung:** Methode zur (flächendeckenden) Schätzung von Key Performance Indikatoren auf Basis von Stichproben oder Teildaten.
- **Primärdaten:** (Roh-)Daten, die bei Erhebungen gewonnen werden und eine direkte Messung/Ableitung von Informationen des ruhenden Verkehrs ermöglichen.
- **Sekundärdaten:** Daten, die durch Verarbeitung (z. B. Berechnung, Aggregation) entstehen und indirekt eine Berechnung/Ableitung von KPIs ermöglichen oder ausschließlich dem Zweck der Hochrechnung dienen.

2.1.4 Merkmale zur Klassifikation von Parkraum und Ableitung von Parkraumtypen

Obgleich die räumliche Kategorisierung von Parkraum in der Literatur je nach Untersuchungsthema unterschiedlich erfolgt, haben sich die Unterscheidungsmerkmale nach a) den Eigentumsverhältnissen bzw. der Zugänglichkeit (öffentlich, halb-öffentlich, privat), b) der Lage im Straßenraum (on-street, off-street) und c) dem Bewirtschaftungsgrad (bewirtschaftet, nicht bewirtschaftet) etabliert (vgl. Liebe & Hillebrand 2020, S. 4; Bienzeisler et al. 2019, S. 8). In Falck et al. (2020) bilden zusätzlich P&R-Anlagen einen eigenständigen Typus. Zudem zeigt sich, dass zur Identifizierung von wirkungsvollen Maßnahmen im städtischen Parkraummanagement zusätzlich zur Parkraumverfügbarkeit die Parkraumnutzung, die den Zweck des Parkens (Arbeit, Freizeit, Einkaufen) beschreibt, eine wertvolle Differenzierung für eine zielorientierte Parkraumplanung darstellt (vgl. Honermann et al. 2021). Indirekt werden hier die Bedürfnisse von einzelnen Nutzergruppen (z. B. Kurz-, Langzeitparken) berücksichtigt, wobei nutzerspezifische und tarifliche Sonderbestimmungen (z. B. Bewohnerparken, Ladezonen, zeitliche Beschränkung der Parkdauer, Parkkosten) helfen, die Parkraumnachfrage zu lenken. In Abhängigkeit literaturbasierter Erkenntnisse und der spezifischen Aufgabenstellung erwiesen sich folgende **sechs Parkraumtypen** für den analytischen Wissensaufbau in Kapitel 2 als zweckdienlich:

- **Öffentlich bewirtschaftet, on-street:** Alle der städtischen Parkraumbewirtschaftung unterliegenden straßenbegleitenden Parkflächen ohne Unterscheidung in Längs-, Quer- und Schrägparkplätzen.
- **Öffentlich bewirtschaftet, off-street:** Parkflächen, die der städtischen Parkraumbewirtschaftung unterliegen und sich nicht entlang von öffentlichen Straßen befinden; meistens in Form von Flächenparkplätzen oder Parkhäusern.
- **Öffentlich, nicht bewirtschaftet:** Parkflächen auf öffentlichem Grund (on-street und off-street) ohne Bewirtschaftung.

- **P&R:** Park-and-Ride- sowie Park-and-Drive-Plätze unabhängig von der Bewirtschaftungsform.
- **Privat, öffentlich zugänglich:** z. B. private Parkhäuser, Parkflächen von Supermärkten unabhängig von der Bewirtschaftungsform.
- **Privat, nicht öffentlich zugänglich:** Stellplätze auf Privatgrund ohne öffentlichen Zugang.

Für die weitere Hochrechnung und Ergebnisvalidierung (vgl. Kap. 4 und Kap. 5) kamen die adaptierten Parkraumtypen (Park-and-Ride; On-Street, bewirtschaftet; On-Street, nicht bewirtschaftet; Off-Street, Flächenparkplatz; Off-Street, Parkgebäude) zur Anwendung, da aufgrund fehlender, nicht flächendeckend vorliegender oder nicht genau zuweisbarer Informationen obige Analyseeinheiten nicht eindeutig bestimmt werden konnten. Diese auf der Datenbasis fußenden Parkraumtypen waren essenziell, um z. B. die räumlich stark variierende Datenlage zu erfassen und dementsprechend unterschiedliche Hochrechnungsansätze entwickeln zu können.

2.2 DEFINITION ZENTRALER KEY-PERFORMANCE-INDIKATOREN (KPIs)

Das Parken von Fahrzeugen im öffentlichen und privaten Raum stellt eine wesentliche Herausforderung in der Verkehrs- und Stadtplanung dar. Um die Verfügbarkeit, Nutzung und Effizienz von Parkflächen objektiv bewerten und monitoren zu können, sind standardisierte Key Performance Indikatoren (KPIs) erforderlich. Dass in den analysierten Forschungsarbeiten unterschiedliche Nomenklaturen für mehrfach berechnete KPIs zu finden sind, unterstreicht die Notwendigkeit der Standardisierung.

Eine Standardisierung und Vereinheitlichung der Begrifflichkeit von KPIs ist entscheidend, um Vergleichbarkeit und Konsistenz über verschiedene Städte, Regionen und Zeithorizonte hinweg sicherzustellen. In den letzten Jahren nimmt das Thema „ruhender Verkehr“ in verkehrspolitischen Leitlinien auf Bundes- und Landesebenen einen zunehmenden Stellenwert ein, indem Parkraummaßnahmen (z. B. Einführung und Ausweitung Parkraumbewirtschaftung) immer öfter als Teillösung für strategisch übergeordnete Zielsetzungen formuliert werden. Jedoch fehlen bis dato konkrete Zielvorgaben für den ruhenden Verkehr, welche auf quantifizierbaren Messgrößen (=KPIs) basieren. Ähnlich verhält es sich in Städten, wenngleich hier meist aus Vor-Ort Erhebungen KPIs abgeleitet werden. Als evaluierbare Zielgrößen finden diese jedoch in den bestehenden städtischen Entwicklungs- und Masterplänen (z. B. Wiener STEP 2025, Grazer Mobilitätsplan 2040, REK Salzburg) kaum Eingang. Wie planungsrelevant unterschiedliche KPIs für die städtische Verwaltung sind und wie diese erfasst werden, wird in Kap. 2.5.3.5 Teil C erläutert.

Im Gegensatz dazu liegen qualitativ hochwertige und aktuelle KPIs zu Parkraumangebot als auch -nachfrage für bahnhofsnahe von der ÖBB betriebene Park-and-Ride-Anlagen vor, wobei zukünftig deren Ausbau in sechs Bundesländern weiter forciert werden soll.

Mit der zunehmenden Digitalisierung und Verfügbarkeit von Datenquellen eröffnen sich neue Möglichkeiten zur Berechnung von KPIs. In Tabelle 1 werden KPIs aufgelistet und beschrieben, die bereits in anderen Forschungsprojekten und Arbeiten (z. B. Liebe & Hillebrand 2020; Bienzeister et al. 2019; Schäfer et al. 2019a; Hagen et al. 2020) Anwendung fanden. Die Nomenklatur orientiert sich hierbei einerseits an den in den Arbeiten zugrundeliegenden Begrifflichkeiten und andererseits an den Begriffsbestimmungen der Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) und Richtlinien und Vorschriften für das Eisenbahnwesen (RVE).

Tabelle 1: Übersicht, Definition und Projektrelevanz literaturbasierter KPIs

KPI	Beschreibung	Projektrelevanz
Stellplatzangebot [#]	Das Stellplatzangebot entspricht der Anzahl der existierenden Stellplätze in einem Straßenzug, einem Gebiet oder einer Rasterzelle und stellt somit den grundlegendsten Key Performance Indikator dar. Eine Vielzahl der weiteren KPIs lässt sich nur berechnen, wenn bereits das Stellplatzangebot bekannt ist. Im Hinblick auf die, ergänzend zum Mobilitätsmasterplan 2030, erarbeitete Liste der KPIs, entspricht das Stellplatzangebot der dort genannten Parkraumverfügbarkeit.	hoch
Stellplatzbedarf [#]	Der Stellplatzbedarf drückt aus, wie viele Stellplätze je Haushalt erforderlich sind.	gering
Stellplatzbelegung	Die Stellplatzbelegung beschreibt den Belegungszustand (frei/belegt) eines einzelnen Stellplatzes.	gering
Stellplatzverfügbarkeit [#]	Die Stellplatzverfügbarkeit entspricht der durchschnittlichen Anzahl der verfügbaren (freien) Stellplätze zu bestimmten Tageszeiten bzw. Zeitscheiben in einem definierten Raumaggregat.	hoch
Parkplatzbelegung im Gebiet [%]	Die Parkplatzbelegung wird als Prozentsatz der belegten Stellplätze in einem definierten Raumaggregat und Zeitraum ausgedrückt. Dadurch wird eine Bewertung der Auslastung von Parkplätzen und die Identifizierung von Kapazitätsengpässen möglich.	hoch
Parkplatzbelegung Peak [%]	Die Parkplatzbelegung Peak entspricht dem höchsten Prozentsatz der belegten Stellplätze in einem definierten Raumaggregat zu einem bestimmten Zeitpunkt. Sie lässt Rückschlüsse auf die Spitzenzeit und Kapazität in einem definierten Raumaggregat zu.	mittel
Parkraumnachfrage [h]	Die Parkraumnachfrage wird als Anzahl der geparkten Stunden in einem definierten Raumaggregat ausgedrückt. Sie entspricht der Summe der Parkdauern.	gering
Parkdauer [min]	Die Parkdauer ist die durchschnittliche Verweildauer von Fahrzeugen auf einem Stellplatz. Sie ist ein Indikator für die Nutzung von Stellplätzen und gibt Aufschluss darüber, ob Parkplätze zum Kurzzeit-, Langzeit- oder Dauerparken genutzt werden.	mittel
Parkplatzsuchzeit [min]	Die Parkplatzsuchzeit entspricht der durchschnittlichen Zeit, die Lenker:innen benötigen, um einen freien Stellplatz zu finden. Längere Parkplatzsuchzeiten deuten auf ein erhöhtes Verkehrsaufkommen aufgrund des Suchverkehrs hin.	gering
Parkplatzumschlagrate [Kfz pro h und Stellplatz]	Die Parkplatzumschlagrate beschreibt die Anzahl von Fahrzeugen, die einen bestimmten Parkplatz innerhalb eines Zeitraums	mittel

	nutzen. Eine hohe Umschlagrate deutet auf eine effiziente Nutzung hin.	
Parkquellverkehr [Kfz/h]	Der Parkquellverkehr entspricht den Abgängen (Ausfahrten, outflows) aus dem Parkraum in einem bestimmten Zeitraum.	gering
Parkzielverkehr [Kfz/h]	Der Parkzielverkehr entspricht den Zugängen (Einfahrten, inflows) in den Parkraum in einem bestimmten Zeitraum.	mittel
Flächenverbrauch [km ²]	Der Flächenverbrauch wird als Summe der Flächen in einem definierten Raumaggregat, die für den ruhenden Verkehr genutzt werden, ausgedrückt. Für flächenhafte Off-Street Parkplätze werden auch die Rangierflächen zum Flächenverbrauch hinzugezählt. Außerdem werden Gebäudehüllen von Parkgebäuden im Flächenverbrauch berücksichtigt.	hoch

In Anbetracht der verfügbaren Daten sowie der Voraussetzungen einer bundesweiten Hochrechnung und eines laufenden Monitorings wurden folgende KPIs mit geringer Projektrelevanz nicht weiter in Betracht gezogen:

- Der Stellplatzbedarf, da dessen Abschätzung von einer Vielzahl von Annahmen der Nutzung und der Haushalte abhängt.
- Die Stellplatzbelegung, da dieser KPI nur durch Systeme mit Einzelplatzdetektion erfassbar ist.
- Die Parkraumnachfrage, da die Summe der geparkten Stunden in einem Raumaggregat weniger aussagekräftig ist als die Parkdauer (durchschnittliche Verweildauer von Kfz).
- Die Parkplatzsuchzeit, da für die Ermittlung dieses KPIs eine komplexe Definition getroffen werden muss, wann die Stellplatzsuche beginnt und es oftmals unklar ist, wo sich der genaue Zielort befindet.
- Der Parkquellverkehr, da dieser für das Forschungsprojekt eine geringere Bedeutung hat als der Parkzielverkehr.

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Literaturrecherche sowie unter Berücksichtigung der Datenverfügbarkeit wurden folgende KPIs definiert, die im Zuge eines Monitorings in regelmäßigen Abständen berechnet werden können (Tabelle 2).

Tabelle 2: PSI Key Performance Indikatoren

KPI	Beschreibung	Dynamik
Stellplatzangebot [#]	Das Stellplatzangebot entspricht der Anzahl der existierenden Stellplätze in einem Straßenzug, einem Gebiet oder einer Rasterzelle und stellt somit den grundlegendsten Key Performance Indikator dar. Eine Vielzahl der weiteren KPIs lässt sich nur berechnen, wenn bereits das Stellplatzangebot bekannt ist. Im Hinblick auf die, ergänzend zum Mobilitätsmasterplan 2030, erarbeitete Liste der KPIs, entspricht das Stellplatzangebot der dort genannten Parkraumverfügbarkeit.	quasi-statisch
Flächenverbrauch [km ²]	Der Flächenverbrauch wird als Summe der Flächen in einem definierten Raumaggregat, die für den ruhenden Verkehr genutzt werden, ausgedrückt. Für flächenhafte Off-Street	quasi-statisch

	Parkplätze werden auch die Rangierflächen zum Flächenverbrauch hinzugezählt. Außerdem werden Gebäudehüllen von Parkgebäuden im Flächenverbrauch berücksichtigt.	
Flächenverbrauch je Stellplatz [m ²]	Der Flächenverbrauch je Stellplatz ist der Quotient der Flächenverbrauchs und des Stellplatzangebots. Er stellt eine Metrik für die Effizienz der Flächennutzung dar, da auch Rangierflächen berücksichtigt werden.	quasi-statisch
Parkdauer [min]	Die Parkdauer ist die durchschnittliche Verweildauer von Fahrzeugen auf einem Stellplatz. Sie ist ein Indikator für die Nutzung von Stellplätzen und gibt Aufschluss darüber, ob Parkplätze zum Kurzzeit-, Langzeit- oder Dauerparken genutzt werden.	dynamisch
Parkzielverkehr [Kfz/h]	Der Parkzielverkehr entspricht den Zugängen (Einfahrten, inflows) in den Parkraum in einem bestimmten Zeitraum. Ein hoher Parkzielverkehr bei gleichzeitig geringer Stellplatzverfügbarkeit deutet auf eine höhere Parksuchdauer hin.	dynamisch
Parkplatzumschlagrate [Kfz pro h und Stellplatz]	Die Parkplatzumschlagrate beschreibt die Anzahl von Fahrzeugen, die einen bestimmten Parkplatz innerhalb eines Zeitraums nutzen. Eine hohe Umschlagrate deutet auf eine effiziente Nutzung hin.	dynamisch
Stellplatzverfügbarkeit [#]	Die Stellplatzverfügbarkeit entspricht der durchschnittlichen Anzahl der verfügbaren (freien) Stellplätze zu bestimmten Tageszeiten bzw. Zeitscheiben in einem definierten Raumaggregat.	dynamisch
Parkplatzbelegung im Gebiet [%]	Die Parkplatzbelegung wird als Prozentsatz der belegten Stellplätze in einem definierten Raumaggregat und Zeitraum ausgedrückt. Dadurch wird eine Bewertung der Auslastung von Parkplätzen und die Identifizierung von Kapazitätsengpässen möglich.	dynamisch
Parkplatzbelegung Peak [%]	Die Parkplatzbelegung Peak entspricht dem höchsten Prozentsatz der belegten Stellplätze in einem definierten Raumaggregat zu einem bestimmten Zeitpunkt. Sie lässt Rückschlüsse auf die Spitzenzeit und Kapazität in einem definierten Raumaggregat zu.	dynamisch

Das Stellplatzangebot und der Flächenverbrauch bilden das Parkraumangebot, wohingegen die Parkdauer, der Parkzielverkehr, die Parkplatzumschlagrate, die Stellplatzverfügbarkeit und die Parkplatzbelegung die Parkraumnachfrage abbilden.

2.2.1 KPIs des Parkraumangebots

Die drei KPIs des Parkraumangebots werden als quasi-statisch betrachtet, da Änderungen des Parkraumangebots nur vereinzelt auftreten. Grundlage für die Berechnung dieser KPIs sind verfügbare, geocodierte Datensätze wie beispielsweise die Openstreetmap (OSM), das Digitale Landschaftsmodell (DLM), die Graphen-Integrationsplattform (GIP) oder auch die Polygondaten von Park&Ride-Anlagen. Auf Bundesebene existiert derzeit kein Datensatz, der eine direkte Berechnung der KPIs erlaubt.

Durch die Aufbereitung sämtlicher verfügbarer Datensätze und weitere Fusionierung konnte eine Datengrundlage geschaffen werden, anhand derer eine Abschätzung des Parkraumangebots möglich ist. Trotz der Harmonisierung, Bereinigung und Fusionierung der einzelnen Datensätze, erfordert die Schätzung des Parkraumangebots ein komplexes Verfahren, da einerseits die Erfassungsrate (wie viel Prozent der in der Realität vorhandenen Parkflächen im jeweiligen Datensatz enthalten sind) nicht bekannt ist und da andererseits die Stellplatzanzahl der einzelnen Parkraum-Polygone in vielen Datensätzen eine große Unbekannte darstellt.

2.2.2 KPIs der Parkraumnachfrage

Im Gegensatz zum Parkraumangebot sind die sechs KPIs der Parkraumnachfrage äußerst dynamisch. Für die Berechnung der KPIs sind Nachfragedaten in Form von Zeitreihen, wie beispielsweise die verkauften Parkscheine oder Aufzeichnungen über Parkplatzbelegungen für einen längeren Zeitraum, erforderlich.

In Abhängigkeit der Erhebungsmethodik und den daraus resultierenden Rohdaten lassen sich unterschiedliche KPIs berechnen. Auf Basis von verkauften Parkscheinen und Aufzeichnungen der Ein- und Ausfahrten einer Parkfläche mit (pseudonymisierter) Kennzeichenerfassung lassen sich alle dynamischen KPIs berechnen. Liegen jedoch nur Aufzeichnungen der Parkplatzbelegung vor, können die Parkdauer, der Parkzielverkehr und die Parkplatzumschlagrate nicht berechnet werden. Auf Basis von Mobilfunkdaten können durch Analyse der Quell- und Zielverkehrsganglinien alle KPIs bis auf die Parkdauer berechnet werden. Diese könnte jedoch mit einer gesonderten Analyse der stationären Segmente von Mobilfunktrajektorien berechnet werden.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Erhebungsmethoden und den ermittelbaren KPIs:

Tabelle 3: Erhebungsmethoden und ermittelbare KPIs

KPI	Aufzeichnungen von Ein- und Ausfahrten inkl. Kennzeichen	Verkaufte Parkscheine und Handyparken	Aufzeichnungen von Parkplatzbelegung (ÖBB-P&R)	Mobilfunkdaten
Parkdauer [min]	☑	☑	☒	☉
Parkzielverkehr [Kfz/h]	☑	☑	☒	☑
Parkplatzumschlagrate [Kfz pro Tag und SP.]	☑	☑	☒	☑
Stellplatzverfügbarkeit [#]	☑	☑	☑	☑
Parkplatzbelegung [%]	☑	☑	☑	☑
Parkplatzbelegung Peak [%]	☑	☑	☑	☑

Die Bewertung der Eignung der Methode erfolgte anhand der drei Ausprägungen „gut geeignet“ (☑), „mäßig geeignet“ (☉) und „nicht geeignet“ (☒).

Da nicht nur die Eingangsdaten zur Berechnung der KPIs, sondern auch die KPIs selbst, Zeitreihen sind, ist die zeitliche Auflösung (z. B. 15 Minuten Intervall) der KPIs nach unten hin durch die zeitliche Auflösung der

Eingangsdaten beschränkt. Um einen möglichen Informationsverlust im Zuge der KPI-Berechnungen zu minimieren, werden in erster Linie die zeitlichen Auflösungen der Eingangsdaten übernommen um die Stellplatzverfügbarkeit und Parkplatzbelegung zu berechnen. Die Parkdauer wird hingegen als Tagesmittelwert der geparkten Minuten eines Parkplatzes berechnet, wobei der Beginn des Parkvorgangs den Tag definiert. Der Parkzielverkehr wird auf Stundenwerte aggregiert und die Parkplatzumschlagrate wird auf Basis der Tagessummen des Parkzielverkehrs ermittelt.

2.3 ANALYSE BESTEHENDER ERHEBUNGSMETHODEN IM RUHENDEN VERKEHR

In diesem Kapitel wird ein Überblick zu verschiedenen Erhebungsmethoden in Form von Steckbriefen gegeben. Die Inhalte basieren einerseits auf einer umfangreichen Literaturanalyse (Quellenverweise sind im Steckbrief angeführt) und andererseits auf internen Fachbewertungen der ARGE-Partner:innen, welche aufgrund ihrer Tätigkeitsfelder unterschiedliche Methodenkompetenzen aufweisen.

Neben konventionellen Erhebungsmethoden lag der Fokus auf technologiebasierten Erhebungsmethoden, wobei sich die nachfolgenden Methoden folgendermaßen untergliedern:

- Konventionelle Erhebungsmethoden
- Sensorbasierte Erhebungsmethoden
- Visuelle Erhebungsmethoden
- Mobile fahrzeugbasierte Erhebungsmethoden
- Digitale und telekommunikationsbasierte Erhebungsmethoden

Neben einer Kurzbeschreibung der einzelnen Erhebungsmethoden werden diese klassifiziert bzw. bewertet nach **a)** der Eignung je Parkraumtyp, **b)** der ableitbaren KPIs, **c)** deren Stärken und Schwächen, **d)** der räumlichen und zeitlichen Auflösung der gewonnenen Daten und **e)** dem praktischen Mehrwert für Kommunen. Zudem wurde unterschieden, ob die jeweilige Methode primäre oder sekundäre Datenquellen (siehe Begrifflichkeit Kap. 2.1.3) generiert.

Die Bewertung der Eignung der Methode erfolgte anhand der gleichen drei Ausprägungen „gut geeignet“ (✔), „mäßig geeignet“ (⊙) und „nicht geeignet“ (❌).

2.3.1 Konventionelle Erhebungsmethoden

Vor-Ort-Begehung/Zählung

Kurzbeschreibung

Diese Erhebungsmethode gilt als konventionelle Form der Parkraumerhebung. Zumeist erfolgen **Vor-Ort-Begehungen**, bei denen u. a. die Anzahl der Parkplätze, deren Belegung und Sonderbestimmungen (z. B. zur Parkraumbewirtschaftung) erfasst werden. Zur ergänzenden Qualitätssicherung oder anstelle der manuellen Erhebungen kommen zudem **Videoaufzeichnungen** von **Kfz-Befahrungen** zum Einsatz. Üblicherweise erfolgt eine georeferenzierte Kartierung sowie eine Überarbeitung der erhobenen Daten im Anschluss an die Erhebung. Die räumliche und zeitliche Abdeckung und Genauigkeit variiert dabei je Planfall.



Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

	Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
	Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
	Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input checked="" type="checkbox"/>
	Privat, öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
	Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
	P&R	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input type="checkbox"/> Parkdauer	<input type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input checked="" type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input checked="" type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + hohe Genauigkeit
- + nahezu unbegrenzte Aufnahme von Parkraumattributen möglich
- + vollständige und nahezu fehlerfreie Erhebung

Schwächen

- hoher zeitlicher, personeller und finanzieller Aufwand
- manuelle Nachbearbeitung der Daten erforderlich

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für Feinkartierungen, kleine Gebiete, Analysen auf Quartiers- oder Stadtteilebene
- kaum geeignet für sehr große und nicht einsehbare Gebiete
- Stichprobenerhebungen (regelmäßige oder anlassbezogene Zählung)

Mehrwert für Kommunen

- Gleichzeitige Erhebung der Beschilderung zur Erstellung eines Straßenschildkatasters möglich
- Planungs- und Entscheidungsgrundlage für Parkraum- und Bewirtschaftungskonzepte
- Teilerhebungen zur Aktualisierung können von Verwaltung eigenständig realisiert werden

Quellen

- Bienzeisler et. al. (2019): Die digitale Transformation des städtischen Parkens. Stuttgart 2019.
- NVBW Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH (2024): Straßen-Parkplätze. Methoden zur Erstellung eines kommunalen Parkraumkatasters. Stuttgart.
- Bildquelle: Eigene Aufnahme

Abbildung 1: Steckbrief Vor-Ort-Begehung/Zählung

Befragungen und Interviews

Kurzbeschreibung

Personen werden können im Zuge von nationalen Mobilitätsbefragungen (z.B. Österreich unterwegs, MID) und Interviews zu ihrem Verkehrsverhalten befragt werden. Diese basieren zumeist auf **wegebasierten Erhebungen gemäß KONTIV-Design**, wobei aktuell wenige Informationen zum Parkraumangebot (z. B. Verfügbarkeit Parkplatz zu Hause/am Arbeitsplatz) erfasst werden. Aus den Befragungen liegen in der Regel repräsentative Stichprobeninformationen auf Fahrzeug-, Haushalts- oder Personenebene vor, welche oftmals aggregiert werden müssen. Der Detailgrad der für den Parkraum relevanten Informationen hängt davon ab, ob parkraumrelevante Spezifika (z.B. Parkkosten, Parksuchzeit, Geolokalisierung von Pkw-Ziele) abgefragt werden.



Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

<input checked="" type="checkbox"/> Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Privat, öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> P&R	<input type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input checked="" type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> Parkdauer	<input checked="" type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzbelegung	<input type="checkbox"/> Parksuchzeit	<input type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + stichprobenartige Erfassung des privaten nicht-öffentlichen Bereichs möglich, wo sonst nur wenige Daten vorhanden sind
- + Breite Abdeckung auf Landesebene

Schwächen

- Keine echte Differenzierung zwischen Verfügbarkeit und Nutzung eines Stellplatzes
- Intransparente oder unklare Antwortoptionen
- Subjektivität der Umfrageergebnisse

Räumliche und zeitliche Auflösung

- mäßig geeignet für privaten Bereich
- nicht geeignet für genaue Daten im öffentlichen und privaten bewirtschafteten Bereich
- Stichprobenerhebungen (regelmäßige, aber längere Intervalle (z.B. 5 -10 Jahre))

Mehrwert für Kommunen

- Mobilitätsbefragungen werden in regelmäßigen Intervallen durchgeführt
- Planung von E-Ladeinfrastruktur
- Ableitung von regulatorischen Maßnahmen, z.B. Anpassung von Stellplatzsatzungen

Quellen

- Alge, P. (2024): Mobilitätsbefragung Vorarlberg 2023.
- Porschen, M., Kuhnimhof, T. (2025): Comparative analysis of residential parking questions in national travel surveys: A cross-country study. Urban Science, 9(1), 3.
- Bildquelle: Pixabay

Abbildung 2: Steckbrief (nationale) Befragungen und Interviews

2.3.2 Sensorbasierte Erhebungsmethoden

Sensorik (Einzelplatzdetektion)

Kurzbeschreibung

Boden- oder Deckensensoren erfassen meist auf Basis eines Magnetometers präzise und in Echtzeit den Belegungszustand einzelner Stellplätze. Solche Sensoren werden per Akku/Batterie oder auch energieautark betrieben. Für die Aufbereitung, Auswertung und Nutzung der erfassten Daten wird eine Software benötigt. Abgeleitete Informationen (z. B. zur Parkplatzbelegung) können optional in andere Systeme (z. B. kommunale Parkleitsysteme) integriert werden.



Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

	Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
	Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input type="checkbox"/>
	Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input type="checkbox"/>
	Privat, öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
	Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
	P&R	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> Parkdauer	<input type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + Ermittlung vielzähliger KPIs möglich
- + hohe Genauigkeit und Verlässlichkeit
- + Überwachung von Parkzeiten im privaten als auch öffentlichen Bereich

Schwächen

- Notwendigkeit hoher Rechenkapazitäten zur Datenverarbeitung
- technische Fehleranfälligkeit durch Umweltfaktoren
- hohe Anschaffungs- und Wartungskosten

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für bewirtschaftete Parkplätze (öffentliche und private)
- kaum geeignet für sehr große Gebiete, Parkplätze (in Längsaufstellung) ohne Markierung
- dynamische Datenerhebung in Echtzeit

Mehrwert für Kommunen

- Überwachung der Parkraumbewirtschaftung und Belegungsraten in Echtzeit
- Datenintegration in das städtisches Parkleitsystem ("Smart Parking") möglich zur Reduktion Parksuchverkehr

Quellen

- Liebe A., Hillebrand A. (2020): Datenbasierte Systeme zur Parkplatzerkennung.
- Schäfer P. et al. (2019b): Entwicklung von übertragbaren Erhebungsmethoden unter Berücksichtigung innovativer Technologien. Frankfurt 2019.
- Bildquelle: Wikimedia Commons

Abbildung 3: Steckbrief Sensorik (Einzelplatzdetektion)

Sensorik (Flächendetektion)

Kurzbeschreibung

Die Überwachung mehrerer Stellplätze kann mittels **Überkopfsensoren**, welche z.B. LIDAR, RADAR-Technologie nutzen, erfolgen. Diese können an bereits vorhandener Infrastruktur (z. B. Straßenlaternen, Hauswänden, Ampeln) montiert werden. Für die Sammlung und Auswertung der Daten besteht das Erfordernis entsprechender (Cloud-)Systeme. Um Überkopfsensoren flächendeckend im On-Street-Bereich einzusetzen sind erhebliche Investitionen erforderlich. Nach Einschätzung von Experten wären Installationen an jeder zweiten bis dritten Straßenlaterne notwendig, um eine flächendeckende Parkplatzüberwachung an Straßen zu ermöglichen.



Datenquelle

Primärdaten
 Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

<input checked="" type="checkbox"/> Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Privat, öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> P&R	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> Parkdauer	<input type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + Überwachung von mehreren Parkplätzen gleichzeitig
- + Montage an bereits vorhandener Infrastruktur (z. B. Straßenlaternen, Hauswände, Ampeln)
- + Belegungsinformationen in Echtzeit

Schwächen

- Notwendigkeit hoher Rechenkapazitäten zur Datenverarbeitung
- technische Fehleranfälligkeit durch Umweltfaktoren
- hohe Anschaffungs- und Wartungskosten bei flächendeckendem Einsatz

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für Straßenzüge (On-Street) und Parkplätze (Off-Street)
- weniger geeignet für sehr große Gebiete
- kontinuierliche Datenerhebung in Echtzeit

Mehrwert für Kommunen

- Datenintegration in das städtisches Parkleitsystem möglich zur Reduktion Parksuchverkehr

Quellen

- Liebe A., Hillebrand A. (2020): Datenbasierte Systeme zur Parkplatzerkennung.
- Schäfer P., Lux, K., Wolf, K. (2019): Entwicklung von übertragbaren Erhebungsmethoden unter Berücksichtigung innovativer Technologien. Frankfurt 2019.
- Bildquelle: Wikimedia Commons

Abbildung 4: Steckbrief Sensorik (Flächendetektion)

Verkehrs- und Durchfahrtserhebungen

Kurzbeschreibung

Mit Sensoren an **Durchfahrtsschranken** oder **Induktionsschleifen im Boden** kann der ein- und ausfahrende Verkehr bilanziert werden. Im Ergebnis liegen Aussagen zur Parkplatzbelegung für das betroffene Gebiet oder Objekt vor. Angewendet wird diese Methodik überwiegend im Off-Street-Bereich, z. B. in Parkhäusern oder auf flächigen Parkplätzen. In Kombination mit einer Kennzeichenerfassung lässt sich die Parkdauer bestimmen. Für die Anwendung müssen bereits Kenntnisse zum Parkraumangebot vorliegen.



Datenquelle

Primärdaten
 Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

<input checked="" type="checkbox"/> Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Privat, öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> P&R	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input checked="" type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input type="checkbox"/> Parkdauer	<input checked="" type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + kontinuierliche Generierung von Echtzeit-Daten
- + Langlebigkeit der Systeme
- + Integration in bestehende Parkraumbewirtschaftungssysteme
- + Kombination mit anderen Technologien möglich

Schwächen

- Erfordernis entsprechender Systeme zur Datensammlung und -auswertung
- Kosten für Installation und regelmäßige Wartung
- Anfälligkeit für technische Störungen durch Umweltbedingungen

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für größere abgegrenzte Parkflächen (z.B. Firmenparkplätze, Tief-/Hochgaragen, P&R)
- kaum geeignet für Einzelplatzdedektion
- dynamische und längerfristige Datenerhebung in Echtzeit

Mehrwert für Kommunen

- Integration in städtische Systeme (z. B. Parkleitsysteme, ÖPNV, E-Ladestationen)
- Erkennung von längerfristigen Nutzungsmustern zur Planung und Optimierung von Parkraum- und Bewirtschaftungskonzepten

Quellen

- Liebe A., Hillebrand A. (2020): Datenbasierte Systeme zur Parkplatzerkennung.
- Bildquelle: Wikimedia Commons


Abbildung 5: Steckbrief Verkehrs- und Durchfahrtszählungen

2.3.3 Visuelle Erhebungsmethoden

Luftbild

Kurzbeschreibung

Die bei geeigneten Wetter- und Lichtverhältnissen durchgeführten Befliegungen mit **Drohnen** oder **Flugzeugen** liefern Bildaufnahmen, die anschließend zu einem georeferenzierten Mosaik verarbeitet werden. Die Bilder können manuell oder durch KI-Objekterkennungsmodelle (z.B. YOLOv5) ausgewertet werden. Zur weiteren Analyse können die Ergebnisse in GIS-Systeme integriert werden. Außerdem kann in Kombination mit Befahungsdaten eine Realflächenkartierung durchgeführt werden. Luftbilder haben mit ähnlichen Problemen bei der Auswertung wie Satellitenbilder zu kämpfen, weisen aber aufgrund der höheren Auflösung eine bessere Erkennungsquote von Parkplätzen und parkenden Kfz auf.



Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input checked="" type="checkbox"/>
Privat, öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
P&R	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input type="checkbox"/> Parkdauer	<input type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input checked="" type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input checked="" type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + höhere räumliche Genauigkeit als bei Satellitenbildern
- + günstige Zugänglichkeit
- + Erfassung schwer zugänglicher Flächen (z. B. privat)

Schwächen

- Wetterabhängigkeit
- Limitierte Aussagekraft über dynamische KPIs
- geringere Standardisierbarkeit durch möglicherweise unterschiedliche Anbieter von Luftbildern

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für die Abdeckung großer Gebiete, 5-10 cm pro Pixel
- nicht geeignet für überdachte, unterirdische Stellflächen
- Zeitliche Auflösung: i.d.R. einmal pro Jahr

Mehrwert für Kommunen

- Grundlagenanalyse für die Entwicklung von Parkraumkonzepten
- Flächenpotenzialanalysen zur Umnutzung von Parkflächen

Quellen

- Kato, K., & Masuda, T. (1998): Vehicle detection in aerial images based on shadows. In Proceedings of the International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (pp. 358–362). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ACV.1998.732855>
- Lindblom, M., Nilsson, C. (2019): Evaluation of Parking Space Detection from Aerial Imagery Using Convolutional Neural Networks. Master's thesis. Lund University, Lund. Faculty of Engineering Centre for Mathematical Science Mathematics. Bildquelle: Wikimedia Commons

Abbildung 6: Steckbrief Luftbild

Satellitenbild

Kurzbeschreibung

Die Bilder werden automatisch über **Satelliten** (z.B. Landsat) gesammelt und anschließend in der Vorverarbeitung normalisiert, ggf. zugeschnitten oder in ein geeignetes Format gebracht. Mithilfe von KI können Objekte und Flächen identifiziert und zugeordnet werden. Diese georeferenzierten Informationen können anschließend mit GIS-Daten verknüpft werden, um eine Parkraumkarte zu erstellen. In Kombination mit Befahrungsdaten kann zudem eine Realflächenkartierung vorgenommen werden, welche die Genauigkeit der Flächenzuordnungen zusätzlich erhöht. Satellitenbilder haben in der Regel schlechtere Erkennungsraten als Luftbilder, liefern jedoch Daten in einer höheren zeitlichen Aktualisierung.



Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

<input checked="" type="checkbox"/>	Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Privat, öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	P&R	<input type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input type="checkbox"/> Parkdauer	<input type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input checked="" type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + automatisierte und regelmäßige Erfassung
- + Kostenreduktion durch Nutzung vorhandener Bilddaten
- + hohe Skalierbarkeit

Schwächen

- Fehleranfälligkeit ggü. Umweltfaktoren (z.B. Lichtverhältnisse, Verdeckungen)
- limitierte Perspektive

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für große Gebiete (Regionen, Länder)
- nicht geeignet für überdachte Flächen, 1-2 m Bildauflösung
- Zeitliche Auflösung: Tägliche bis monatliche Aktualisierung (z.B. Landsat alle 8-16 Tage)

Mehrwert für Kommunen

- Grundlagenerhebung des Angebots
- günstige Zugänglichkeit zu Daten

Quellen

- Weber, M., Schorlemmer, M. (2019): Detection of Cars in Aerial Images. arXiv.
- Golej, Peter; Horak, Jiri; Kukuliac, Pavel; Orlikova, Lucie (2022): Vehicle detection using panchromatic high-resolution satellite images as a support for urban planning. Case study of Prague's centre. In: GeoScape 16 (2), S. 108-119.
- Bildquelle: Wikimedia Commons

Abbildung 7: Steckbrief Satellitenbild

Stationäre Kameras

Kurzbeschreibung

Videoaufnahmen stationärer Kameras können durch **KI-basierte Objekterkennungstools** automatisiert ausgewertet werden. Die gewonnenen Bilder werden mit Bildverarbeitungsalgorithmen und einem KI-basierten Objekterkennungstool (z.B. YOLOv5) analysiert, um abhängig von der Voreinstellung Fahrzeuge und deren Positionen zu erkennen sowie verfügbare Stellplätze zu identifizieren. Die Autos können dabei entweder anhand ihrer Objektform oder anhand der Kennzeichen identifiziert werden, wobei letztere Methode genauere Zuordnung zur Parkdauer einzelner Fahrzeuge ermöglicht. Manche Systeme lassen sich mit Routenplanung kombinieren, wodurch Fahrer zu freien Stellflächen navigiert werden können.

Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten



Eignung für Parkraumtypen

<input checked="" type="checkbox"/> Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Privat, öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> P&R	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input checked="" type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> Parkdauer	<input checked="" type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + hohe Genauigkeit
- + unterschiedliche Fahrzeugtypen erkennbar
- + Geringe Hardwareanforderungen
- + Gute Reaktionszeit auf Parkplatzwechsel

Schwächen

- Fehleranfälligkeit ggü. Umweltfaktoren
- Begrenzte räumliche Abdeckung, bevorzugt an Ein- und Ausfahrten aufzustellen
- nur geringe räumliche Abdeckung

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für Flächenparkplätze, direkte Zuordnungen zu einzelnen Parkplätzen
- weniger geeignet für on-street-Bereich
- Zeitliche Auflösung: Echtzeit-Überwachung mit einer Verzögerung von ca. 9 Sekunden

Mehrwert für Kommunen

- Reduktion des Parksuchverkehrs durch genaue Belegungsinformationen
- Optimierung der Verkehrssteuerung in Innenstädten

Quellen

- Kaiser, A., Czogalla, O., & Abboud, M. (2024): Development of a Camera-Based Parking Monitoring System with an Automatic Parking Spot Identification. In Road Traffic Analysis, Theoretical Approaches and Practical Solutions. TSTP 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 877. Springer, Cham. (Bildquelle)
- Liu, B., Lai, H., Kan, S., & Chan, C. (2023): Camera-Based Smart Parking System Using Perspective Transformation. Smart Cities, 6(2), 1167–1184.

Abbildung 8: Steckbrief Stationäre Kameras

2.3.4 Mobile fahrzeugbasierte Erhebungsmethoden

ScanCar-Erhebung

Kurzbeschreibung

Es wird eine Befahrung des Untersuchungsgebietes mittels eines **Fahrzeugs** durchgeführt, das mit GPS und 360°-Kameras ausgestattet ist. Durch eine Kombination beider Datenquellen kann eine Parkraumkarte mit der Position von Stellplätzen und den dazugehörigen Parkregelungen und -beschränkungen erzeugt werden. Durch die Ausstattung bestehender Fahrzeugflotten (z. B. Taxis) mit mobilen Parkplatzscannern lassen sich zudem Parkplatzbelegungsdaten erfassen. Eine weitere mögliche Anwendung von ScanCars ist eine Kennzeichenerfassung zur Kontrolle der Parkraumbewirtschaftung, was ab 2026 in Wien erfolgen soll.



Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

	Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input type="checkbox"/>
	Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
	Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input checked="" type="checkbox"/>
	Privat, öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
	Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input type="checkbox"/>
	P&R	<input type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input type="checkbox"/> Parkdauer	<input type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + langfristige Kosten- und Zeitersparnis
- + großflächige Abdeckung in kurzer Zeit
- + hohe Verlässlichkeit + hohe Datenqualität
- + nachträgliche Anpassungen von Informationen möglich

Schwächen

- keine Echtzeiterfassung
- Einschränkungen bei der Erfassung von Off-Street-Parkflächen oder Parkhäusern
- keine Nutzergruppenanalyse

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für großflächige Erfassung von Straßenparkplätzen (On-street)
- weniger geeignet für private Parkflächen oder Parkhäuser
- statische Daten mit möglicher Aktualisierung

Mehrwert für Kommunen

- Ausstatten bestehender Flotten (z. B. Taxis) mit mobilen Parkplatzscannern
- Straßenschildkataster + „Inventar“ des öffentlichen Verkehrsraums
- Erfassung Datenbestände zu illegalem Parken

Quellen

- NVBW Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH (2024): Straßen-Parkplätze. Methoden zur Erstellung eines kommunalen Parkraumkatasters. Stuttgart.
- Stadt Wien (2024): <https://digitales.wien.gv.at/scan-cars-fuer-parkraumueberwachung/>
- Bildquelle: https://www.flickr.com/photos/harry_nl/50804254901

Abbildung 9: Steckbrief ScanCar-Erhebung

Fahrzeugflotten (Fleet Car)

Kurzbeschreibung

Moderne **Privat-Fahrzeuge** sammeln über eine **Vielzahl von Sensoren** während der Fahrt kontinuierlich Daten (z.B. Ort, Zeit, Geschwindigkeit, Zustand wie „geparkt“), aus denen sich Parkvorgänge ableiten lassen. Nach Bereinigung der Daten werden typische Parkvorgänge geclustert und auf bestimmte geografische Bereiche und Zeitfenster gemappt. Über ergänzende Daten zum Parkraumangebot lassen sich die verorteten Parkdaten zu einem Parkorte-Netz zusammenführen. Daraus ergibt sich Aussagen über Parkdauer, -häufigkeit, Suchzeit. Um die festgestellten Parkmuster zu validieren, werden in der Folge Vergleichsdaten verwendet.



Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

	Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
	Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
	Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input checked="" type="checkbox"/>
	Privat, öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
	Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
	P&R	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input checked="" type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> Parkdauer	<input checked="" type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + Hohe Datenverfügbarkeit in Echtzeit
- + Große Stichprobe
- + kostengünstige Fortschreibung für Zeitreihen
- + keine anderweitige Datenerhebung notwendig

Schwächen

- Datenqualität stark abhängig von bestehener Flottengröße
- Daten liegen bei Automobil- oder Chipherstellern -> Verfügbarkeit stark eingeschränkt
- Interpretationsspielraum bei Parkvorgängen

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für alle Parkraumtypen und Belegungsanalysen großer Gebiete
- weniger geeignet für Feinkartierung kleiner Gebiete
- minutengenaue Datensammlung von Fahrzeugen

Mehrwert für Kommunen

- Optimierung der Verkehrsflüsse
- Identifizierung von hoch ausgelasteten Parkräumen

Quellen

- Micus, C., Smeets, J., Böhm, M., and Krcmar, H. (2022): Customer Integration in Product Development using Big Data. An Example of using Fleet Data to determine Parking Behavior. PACIS 2022 Proceedings. 160.
- NVBW Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH (2024): Straßen-Parkplätze. Methoden zur Erstellung eines kommunalen Parkraumkatasters. Stuttgart.
- Bildquelle: https://www.flickr.com/photos/harry_nl/50804254901

Abbildung 10: Steckbrief Fahrzeugflotten (Fleet Car)

2.3.5 Digitale und telekommunikationsbasierte Erhebungsmethoden

Mobilfunk

Kurzbeschreibung

Auf Basis von anonymisierten **Mobilfunkdaten** werden **Bewegungsdaten in Form von Trajektorien** generiert. Diese werden mittels spezifischer Analysemethoden in stationäre Aufenthalte und Bewegungsphasen segmentiert. Für die Bewegungsdaten erfolgt eine Klassifikation der verwendeten Verkehrsmodi in MIV und ÖPNV. Nach räumlicher und zeitlicher Aggregation der MIV-Bewegungsdaten können u.a. Quell-Ziel-Matrizen berechnet werden, die Aufschluss über den Parkquell- und Parkzielverkehr in der jeweiligen Zeitscheibe geben. Darüber hinaus ermöglicht die Analyse der Trajektorien eine Untersuchung der Parkdauern im Tagesverlauf.

Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

	Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
	Öffentlich, bewirtschaftet On-Street	<input checked="" type="checkbox"/>
	Öffentlich, nicht bewirtschaftet	<input checked="" type="checkbox"/>
	Privat, öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
	Privat, nicht öffentlich zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/>
	P&R	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI's (Key Performance Indicators)

<input type="checkbox"/> Stellplatzangebot	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak	<input checked="" type="checkbox"/> Parkquellverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> Parkdauer	<input checked="" type="checkbox"/> Parkzielverkehr
<input type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz	<input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit	<input type="checkbox"/> Flächenverbrauch
<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet	<input type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung

Stärken

- + Große Stichprobe
- + Tägliche Verfügbarkeit und zeitliche Flexibilität
- + mehrfache Wiederholbarkeit durch Standardisierung

Schwächen

- Nur kommerziell erhältlich
- Aufwändige und komplexe Verarbeitung der Daten notwendig

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für österreichweite Feinkartierungen, kleine Gebiete, Rasterzellen (500x500 m)
- weniger geeignet für direkte Zuordnungen zu einzelnen Parkplätzen
- Zeitliche Auflösung: in Zeitscheiben bis zu 24h

Mehrwert für Kommunen

- Vergleichbarkeit zwischen Kommunen durch österreichweit verfügbare Daten
- Informationen zu Quell- und Zielverkehr ableitbar

Quellen

- Cik, M., Lechner A., Hebenstreit C. and Fellendorf M. (2020): Activity estimation from mobile phone data, paper presented at the Transportation Research Board Annual Meeting.
- Bildquelle: https://www.flickr.com/photos/harry_nl/50804254901

Abbildung 11: Steckbrief Mobilfunk

Parkautomaten und Handyparken

Kurzbeschreibung

Daten aus **Parkscheinautomaten** liefern in Kombination mit **Handyparken** indirekte Informationen über die Präferenz bei der Parkplatzwahl im bewirtschafteten Bereich. Jede Transaktion an einem Automaten oder in der App kann in einem Parkdaten-Managementsystem erfasst und gesammelt werden. Über die Differenz zwischen den getätigten Transaktionen und zeitlichen Terminierungen derselben kann unter der Annahme, dass die Fahrzeuge die angegebene Parkdauer exakt einhalten und jeweils den nächstgelegenen Parkscheinautomaten zum Ticketkauf aufsuchen, die aktuelle Belegung eines in Umfeld eines Automaten gelegenen Straßenzuges abgeleitet werden.



Datenquelle

Primärdaten Sekundärdaten

Eignung für Parkraumtypen

- Öffentlich, bewirtschaftet Off-Street
- Öffentlich, bewirtschaftet On-Street
- Öffentlich, nicht bewirtschaftet
- Privat, öffentlich zugänglich
- Privat, nicht öffentlich zugänglich
- P&R

KPI's (Key Performance Indicators)

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Stellplatzangebot | <input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung Peak | <input type="checkbox"/> Parkquellverkehr |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stellplatzverfügbarkeit | <input checked="" type="checkbox"/> Parkdauer | <input type="checkbox"/> Parkzielverkehr |
| <input type="checkbox"/> Stellplatzbelegung je Stellplatz | <input type="checkbox"/> Parkplatzsuchzeit | <input type="checkbox"/> Flächenverbrauch |
| <input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzbelegung im Gebiet | <input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzumschlagrate | <input checked="" type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung |

Stärken

- + Angenäherte Informationen zur Belegung und Parkdauer in Echtzeit
- + Weiträumige und automatisierte Erfassung
- + Nutzung vorhandener Infrastruktur

Schwächen

- Keine Berücksichtigung von Parkgebühr befreiten Parkern (z.B. Anrainerparken)
- Ausgewählte Parkdauer bei Parkautomaten nicht gleichbedeutend mit tatsächlicher Parkdauer

Räumliche und zeitliche Auflösung

- geeignet für bewirtschaftete Gebiet, straßengenau
- weniger geeignet für Gebiete mit hohem Anteil von Bewohnerparken
- Echtzeit-Daten über bezahlte Parkvorgänge

Mehrwert für Kommunen

- Laufende Analyse der Parkraumbellegung möglich
- Grundlage für dynamisches Preissystem zur Nachfragessteuerung und Parkleitsystem

Quellen

- Cats, O., Zhang, C., & Nissan, A. (2015): Empirical evaluation of an on-street parking pricing scheme in the city center. In 94th Annual Meeting Transportation Research Board, Washington, USA, 11-15 January 2015; Authors version. TRB.
- Frankfurt University of Applied Sciences (FUAS) (2019): ParkenDigital. Entwicklung von übertragbaren Erhebungsmethoden unter Berücksichtigung innovativer Technologien zur Parkraumdatengenerierung und Digitalisierung des Parkraums. Ein Bericht der Fachgruppe Neue Mobilität der Frankfurt AUS.
- Bildquelle: Wikimedia Commons

Abbildung 12: Steckbrief Parkautomaten und Handyparken

2.4 ANALYSE BESTEHENDER MOBILITÄTSDATENRÄUME UND PLATTFORMEN

In diesem Kapitel werden ausgewählte nationale und europäische Mobilitätsplattformen sowie nationale Initiativen und Dienste gescreent, um Anknüpfungspunkte und Potenziale zu identifizieren und die Nutzbarkeit vorliegender Daten für den Aufbau der PSI-Datenplattform (vgl. Kapitel 3) einschätzen zu können.

2.4.1 Mobilitätsplattformen und -datenräume

Im Rahmen dieses Projekts werden die Begrifflichkeiten Mobilitätsplattform und Mobilitätsdatenräume mehrfach verwendet. Um eine einheitliche Verständnisbasis zu schaffen, werden diese zentralen Begriffe im Begriffskatalog erläutert (vgl. Anhang Kapitel 7).

2.4.1.1 Nationaler Zugangspunkt für Mobilitätsdaten (AT)

Die Mobilitätsdaten Plattform¹ dient als zentrale Anlaufstelle für Mobilitätsdaten in Österreich und ist im Sinne gesetzlicher Vorgaben für intelligente Verkehrssysteme eingerichtet. Sie fungiert als National Access Point (NAP) und erfüllt damit eine zentrale Vorgabe der EU-Richtlinie 2010/40/EU über intelligente Verkehrssysteme (IVS-G 2013) sowie der darauf basierenden delegierten Verordnungen, insbesondere zur Bereitstellung von Echtzeit-Verkehrsinformationen und multimodalen Reiseinformationsdiensten. Sie bietet eine Übersicht über verfügbare Daten von öffentlichen und privaten Akteur:innen und erleichtert so den Zugang für Dienstleistende im Mobilitätsbereich. Neben Metadaten können auch Beispieldaten oder komplette Datensätze veröffentlicht werden. Durch die Anbindung an nationale Open-Data-Plattformen sowie die Weiterleitung spezifischer Daten an europäische Systeme trägt sie zur Vernetzung auf mehreren Ebenen bei. (vgl. BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2025 & AustriaTech 2024)

2.4.1.2 Data.gv.at

Data.gv.at² ist das zentrale Open-Data-Portal Österreichs, fungiert als nationaler Metadatenkatalog für öffentlich bereitgestellte Verwaltungsdaten. Die Plattform basiert auf einer Kooperationsvereinbarung zwischen Bund, Ländern, Städten und Gemeinden und integriert dezentrale Datenkataloge in einem gemeinsamen Portal. Der Metadatenkatalog folgt dem Standard „OGD Metadaten Österreich“. Als „Single Point of Contact“ zum Europäischen Datenportal unterstützt sie die europaweite Sichtbarkeit offener Daten. (vgl. data.gv.at 2025)

2.4.1.3 Mobilithek - Nationaler Zugangspunkt für Mobilitätsdaten (DE)

Die Mobilithek³ (Nachfolger des Mobilitäts-Daten Marktplatzes - MDM) ist der nationale Zugangspunkt für Mobilitätsdaten in Deutschland und erfüllt Anforderungen aus der europäischen IVS-Richtlinie sowie dem deutschen Personenbeförderungsgesetz. Die Plattform dient dem standardisierten Austausch von Echtzeit- und Planungsdaten zwischen Mobilitätsanbietern, Verkehrsbehörden und Infrastrukturbetreibern. Sie ist eng mit dem Mobility Data Space verknüpft und basiert technisch auf der IDS-Architektur. Die Mobilithek selbst stellt keine Endkundendienste bereit, sondern bildet die Grundlage für datenbasierte Mobilitätsanwendungen. (vgl. Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2025)

¹ <https://www.mobilitydata.gv.at>

² <https://www.data.gv.at>

³ <https://mobilithek.info>

2.4.1.4 Mobility Data Space

Der Mobility Data Space (MDS) ist ein dezentral organisierter Datenraum für den sicheren Austausch und die kontrollierte Nutzung von Mobilitätsdaten in Deutschland. Er vernetzt Akteur:innen aus Industrie, Verwaltung und Forschung, etwa Kommunen, Mobilitätsanbieter, Automobilhersteller oder Start-ups. Die Plattform basiert auf der Architektur der International Data Spaces Association (IDSA) und ermöglicht es Datengeber:innen, Nutzungsrechte selbst zu definieren und abzusichern. Der MDS unterstützt die Erschließung, Verknüpfung und wirtschaftliche Nutzung sensibler Mobilitätsdaten und fördert neue datengetriebene Anwendungen und Geschäftsmodelle. (vgl. Mobility Data Space 2025)

2.4.1.5 GAIA-X

GAIA-X ist eine europäische Initiative zum Aufbau einer sicheren, vertrauenswürdigen und interoperablen Dateninfrastruktur. Sie adressiert die zunehmende Abhängigkeit europäischer Unternehmen von zentralisierten Daten- und Cloudanbietern und setzt auf föderierte Strukturen, offene Standards und einheitliche Governance-Regeln. Ziel ist es, Datensouveränität, Transparenz und Sicherheit bei der Verarbeitung und Nutzung von Daten zu gewährleisten. GAIA-X stellt selbst keine Plattform bereit, sondern bietet einen Rahmen für die Entwicklung sektorübergreifender Datenökosysteme – etwa in Mobilität, Energie oder Gesundheit. (vgl. GAIA-X, 2023)

2.4.1.6 Weitere nationale Zugangspunkte in Europa

Eine Auflistung von nationalen Zugangspunkten in Europa basierend auf der EU-Richtlinie 2010/40/EU über intelligente Verkehrssysteme (IVS-G 2013) sowie der darauf basierenden delegierten Verordnungen wurde von NAPCORE⁴ veröffentlicht.

2.4.2 Nationale Projekte und Studien

2.4.2.1 KoDRM-AT

KoDRM-AT ist eine Konzeptstudie zur Entwicklung eines nationalen Mobilitätsdatenraums in Österreich. Sie verfolgt das Ziel, technische, rechtliche und organisatorische Grundlagen für den sicheren Austausch von Mobilitätsdaten zu schaffen. Koordiniert von Salzburg Research arbeiten zentrale Akteur:innen wie ASFINAG, ÖBB, ÖAMTC, ORF sowie die Mobilitätsverbände Österreich gemeinsam an konkreten Anwendungsfällen und einem Umsetzungsplan. Das Projekt ist Teil der österreichischen Beiträge zum Mobilitätsmasterplan 2030 und läuft von 2023 bis 2025. (vgl. FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft 2025a)

2.4.2.2 SAM-AT

SAM-AT ist eine strategische Studie zur Vorbereitung eines integrierten Verkehrsmanagements in Österreich. Ziel ist es, die Zusammenarbeit zwischen bestehenden regionalen und nationalen Institutionen zu verbessern, Zuständigkeiten zu klären und gemeinsame Maßnahmen zur Verkehrssteuerung und -information zu entwickeln. Aufbauend auf bestehende regionale und überregionale Institutionen, Zuständigkeiten sowie wesentliche Vorarbeiten der letzten Jahre im Bereich Digitalisierung und ITS (GIP, VAO, EVIS oder DOMINO) werden operative und planerische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt. Die Umsetzung soll durch einen lokal begrenzten Pilotversuch vorbereitet werden. (vgl. FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft 2025b)

⁴ <https://napcore.eu/description-naps/national-access-point/>

2.4.2.3 MUST

Ziel des Projektes MUST - MULTimodale VerkehrsSTeuerung durch Kombination innovativer Informationskanäle - ist die Entwicklung, Testung und Evaluierung von Konzepten zur verbesserten Nutzung von Informationskanälen und der Etablierung von neuen Kommunikationskanälen, die den Verhaltensgewohnheiten der Nutzer:innengruppen (= Informationstypen) entsprechen, vor allem vor dem Hintergrund zunehmender multimodaler Mobilitätsangebote. (Vgl. FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft 2025c)

2.4.3 Nationale Dienste und Daten-Services

Neben der Datenbereitstellung durch Gebietskörperschaften oder Unternehmen werden nachfolgend ausgewählte Dienste aufgelistet, welche im Zuge des Projekts von Bedeutung sein können.

2.4.3.1 GIP – GraphenIntegrationsPlattform

Die Graphenintegrations-Plattform (GIP)⁵ ist das österreichweite digitale Verkehrsnetz und dient als einheitlicher, standardisierter Referenzgraph für verkehrsbezogene Anwendungen. Sie bildet unter anderem Straßengeometrien, Verkehrsregelungen und Infrastrukturelemente konsistent ab und folgt dabei dem „GIP-Standard Österreich“.

Die GIP-Daten werden als Open Government Data (OGD) veröffentlicht und laufend von Behörden sowie Infrastrukturbetreiber:innen aktualisiert. Die zentrale Plattform wird über gip.gv.at bereitgestellt, inklusive Download-Möglichkeiten und visueller Darstellung. (vgl. data.gv.at 2024)

2.4.3.2 EVIS.at

EVIS.at ist die nationale Plattform zur Bereitstellung harmonisierter Echtzeitinformationen für den Straßenverkehr. Sie erfasst geplante und ungeplante Ereignisse, aktuelle und prognostizierte Verkehrslagen sowie Durchfahrtsbeschränkungen. Die Plattform basiert auf spezifischen technischen Standards und verarbeitet u. a. Floating Car Data (FCD), die anonymisiert aus Fahrzeugflotten gewonnen und durch den zentralen Dienst ZD FCD verarbeitet werden.

Die Daten werden über eine zentrale Datendrehscheibe bereitgestellt. Der Zugang erfolgt über maschinenlesbare Formate, teilweise kostenpflichtig. Bildungs- und Forschungseinrichtungen erhalten einen vergünstigten Zugang. (vgl. EVIS.at 2025)

2.4.3.3 Verkehrsauskunft Österreich (VAO)

Die Verkehrsauskunft Österreich (VAO) ist eine österreichweite, intermodale Mobilitätsplattform, die von der VAO GmbH betrieben wird. Sie bietet autorisierte Routen- und Reiseinformationen auf Basis von Verkehrsdaten aus unterschiedlichen Quellen – etwa aus der GIP, EVIS.at oder Verkehrsredaktionen an. Die Plattform ermöglicht eine durchgängige Auskunft über verschiedene Verkehrsmittel hinweg und berücksichtigt dabei Echtzeitdaten sowie individuelle Mobilitätspräferenzen. Technisch basiert die VAO auf national harmonisierten Datenstandards und Schnittstellen für Mobilitätsinformationen. (vgl. Verkehrsauskunft Österreich VAO GmbH 2025)

Die VAO ist als öffentlich zugängliches Onlineportal nutzbar und in verschiedene Anwendungen und Dienste integriert. Sie dient nicht nur der Einzelperson, sondern auch öffentlichen Stellen und Großveranstaltungen als Planungs- und Kommunikationsinstrument. Internationale Erweiterungen, z. B. mehrsprachige Versionen für Großevents, wurden bereits umgesetzt. (vgl. Verkehrsauskunft Österreich VAO GmbH 2025)

⁵ <https://www.data.gv.at/katalog/de/dataset/standardbeschreibung-der-graphenintegrationsplattform-gip>

2.5 BEDARFS- UND STATUS-QUO-ANALYSE KOMMUNALER AKTEURE

Einen wichtigen Bestandteil für die Schaffung einer Wissensbasis bildet eine Serie von Interviews mit kommunalen Verantwortlichen für Parkraumplanung und -erhebung. Die **standardisierten onlinebasierten Expert:innen-Interviews** dienen in erster Linie der Analyse folgender Themenblöcke:

- Aktuelle und zukünftige kommunale Anforderungen
- Status Quo zur Datenqualität des kommunalen Parkraumangebotes und -nachfrage
- Zuständigkeiten und interne Abläufe

Zudem wurden im Zuge der Gespräche Datenquellen zum ruhenden Verkehr identifiziert und deren mögliche Verwendung für das Forschungsprojekt PSI eruiert.

Der Fokus lag bei der Auswahl der anzusprechenden Verwaltungsstellen und Personen in erster Linie auf großen und mittleren Städten in Österreich. Im Vergleich zu kleineren Kommunen sind diese oftmals mit einem erhöhten Parkdruck sowie einer knappen - öffentlichen - Flächenverfügbarkeit konfrontiert. Zudem verfügen mittlere und größere Städte häufig über eine weiträumige Parkraumbewirtschaftung und eigens für Parkraumangelegenheiten angestelltes Fachpersonal. Darüber hinaus wurden über persönliche Kontakte Gesprächspartner:innen aus den deutschen Städten München und Erfurt akquiriert, um die Perspektive zu erweitern und mögliche länderspezifische Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu eruieren.

2.5.1 Teilnehmende Expert:innen

Die Interviews wurden im ersten Quartal 2025 in Form von ca. einstündigen onlinebasierten Interviews geführt. Nach der Identifizierung der geeigneten Gesprächspartner:innen über eine eigenständige Telefon- und Internetrecherche sowie Netzwerke der ARGE-Partner:innen, erfolgte die erste Kontaktaufnahme vorwiegend über Anrufe und in der Folge als offizielle E-Mailanfrage mit einer kurzen Projektbeschreibung und den Zweck des Interviews. Mit nachfolgenden Personen wurde ein Interview realisiert (Tabelle 4):

Tabelle 4: Interviewteilnehmer: innen

Name	Stadt	Organisation
Roman Riedel	Wien	MA 18 Stadtentwicklung und Stadtplanung, Referat Mobilitätsstrategien
Werner Weick	Wien	MA 46 Verkehrsorganisation und technische Verkehrsangelegenheiten, Leiter Team Datenmanagement
Marcus Steinert	Graz	Abteilung für Verkehrsplanung, Motorisierter Individualverkehr, Zuständigkeit Parken
Michael Schwifcz	Salzburg	0503-Amt für Stadtplanung und Verkehr, Verkehrs- und Mobilitätsplanung
Martina Gura	Innsbruck	Amt für Stadtplanung, Mobilität und Integration, Referat Mobilitätsstrategie
Johann Polessnig	Villach	Abteilung Finanzen und Wirtschaft, Leiter Arbeitsgruppe Parkraummanagement
Raphael Rech	St. Pölten	V/5 Geschäftsbereich Stadtentwicklung Abteilung Verkehrsplanung
Cyril Brücker	Bregenz	Dienststelle Raumplanung und Mobilitätsservice

Thomas Rudolf	Tulln	Abteilung Straßen und Verkehr
Benjamin Pantoulier	München	Mobilitätsreferat, Abteilung Parkraummanagement
Astrid Strutz	Erfurt	Tiefbau- und Verkehrsamt, Abteilung Verkehrsplanung

2.5.2 Methodik

Ein teilstandardisierter Leitfaden diente als schriftliche Orientierung, wobei die Fragen im Interview flexibel gestellt wurden. Dieser ist systematisch aufgebaut und folgt dem Prinzip „vom Allgemeinen zum Spezifischen“, beginnend mit offenen Fragen, um Themen dynamisch und auf das Gesagte der Befragten bezogen zu entwickeln. Im Konkreten wurden bei der Erstellung des Interviewleitfadens die Kriterien der Offenheit, Spezifität, sowie Kontextualität und Referenz berücksichtigt. Das Kriterium der „Offenheit“ betont den Einsatz einer offenen Einstiegsfrage, die den Interviewpartner:innen dazu ermutigt, den Sachverhalt aus persönlicher Sicht zu schildern, oft narrativ orientiert, um den Erzählfluss anzuregen. Die Interviewten wurden zu Beginn darauf aufmerksam gemacht, dass die Fragen nur als Orientierung dienen sollen und sie jederzeit thematisch passende Aspekte ergänzen können, auch wenn diese nicht explizit abgefragt werden. Auf diese Weise wurden die Interviewpartner:innen ermutigt, ihr Wissen in ausführlichen Schilderungen zu teilen, wodurch leicht Verknüpfungen zwischen den Themenblöcken hergestellt werden konnten. Die „Spezifität“ bezieht sich auf gezielte Nachfragen zu bereits Angedeutetem, um bestimmte Aspekte tiefer zu ergründen, ohne neue Themen einzuführen. Das Kriterium der „Kontextualität und Relevanz“ unterstreicht die Bedeutung, die Fragen so zu stellen, dass sie die persönliche und institutionelle Bedeutung des Interviewten im jeweiligen Kontext widerspiegeln (Przyborski/Wohlrab-Sahr 2014).

Die Vorarbeit zur Auswertung begonnen bereits in der ersten Phase der Transkription. In dieser Phase wurden die gewonnenen Informationen verschriftlicht (Dresing und Pehl 2015, S. 17). Es wurde hier ein einfaches Transkriptionssystem verwendet. Döring und Bortz geben zu bedenken, dass geglättetes Transkribieren vom theoretischen Interesse der Forschung abhängt (Döring und Bortz 2016, S. 367). Das Hauptaugenmerk dieser Forschungsarbeit liegt auf den Textinhalten des Gesprochenen, weniger auf der Semantik, so dass eine geglättete Transkription geeignet war.

Die Auswertung eines qualitativen Experteninterviews nach Mayring (2015, S. 76) lässt sich in drei Grundformen der Interpretation gliedern, die sich in ihrer Zielsetzung unterscheiden: **1)** die Zusammenfassung, **2)** die Explikation und **3)** die Strukturierung. Um die Strukturierung des Textmaterials zu vereinfachen, wurde ein Kategoriensystem entwickelt. Dies erfolgte aufgrund der bereits vordefinierten Themenschwerpunkte eher deduktiv (Helfferich 2019, S. 669ff). Das deduktive Kategoriensystem fungiert als Suchraster und als Systematisierungsinstrument, um die erfragte Information in mehreren Durchgängen zu strukturieren und den entsprechenden Kategorien zuzuordnen. Die Zuweisungen erfolgten entweder in Form von Textpassagen, Codes oder Kommentaren. Die kategorisierten Inhalte wurden im Anschluss analysiert, um Zusammenhänge, Unterschiede oder spezifische Muster in der Gegenüberstellung der Interviewten zu identifizieren. Dabei erfolgten qualitative und - bei Bedarf - auch quantitative Auswertungen (z. B. Häufigkeitsanalysen). Um sicherzustellen, dass die Kategorien umfassend und präzise sind, wurde das Material laufend erneut durchgesehen und zwischen den verschriftlichten Informationen, der Kodierung und Interpretation hin- und hergewechselt. Wenn beispielsweise neue Aspekte im Experteninterview angesprochen wurden, diese sich aber nicht zu einer bestimmten Kategorie zuordnen lassen, wurden Kategorien auch angepasst oder ergänzt (Helfferich 2019, S. 669ff; Mayring, Brunner 2007, S. 58ff).

2.5.3 Ergebnisse

Im Rahmen der transkribierten Interviews konnten nach der ersten Analyse der Inhalte folgende Kategorien identifiziert werden, welche in Folge ausführlich beschrieben werden:

- Interne Prozesse & organisatorische Abläufe
- Einbettung ruhender Verkehr in übergeordnete städtische Leitlinien und Strategien
- Anlassgründe für die Datenerhebung & Datenanforderungen
- Erhebungsmethoden
- Status Quo zur Datenlage
- Gesamtheitliche Parkraumplanung unter Berücksichtigung privater Parkflächen
- Stellenwert des ruhenden Verkehrs in aktueller Verkehrs- und Stadtentwicklung

2.5.3.1 Interne Prozesse & organisatorische Abläufe

Die Auswertungen zeigen, dass Verwaltungsabläufe in der Parkraumplanung in den meisten Städten aufgrund der Mannigfaltigkeit des Themas „ruhender Verkehr“ in mehreren Abteilungen (z. B. Bauamt, Verkehrs-/Stadtplanung, Parkraumservice) organisiert werden. Daher sind interne Abstimmungsprozesse und eine effektive interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich, um strategische und operative Aufgaben effizient zu koordinieren und Fachkompetenzen zu bündeln.

Benjamin Pantoulier (Stadt München) beschreibt dies so: „Wir haben wahnsinnig viele Schnittstellen – vom Verkehrsreferat über die Stadtplanung bis hin zu den Bezirksausschüssen. Da müssen alle mitgenommen werden“. Hier gilt es anzumerken, dass die Anzahl der Abteilungen und die Spezifität der Aufgabenfelder von der Größe der Stadt abhängt. So gibt es in Wien beispielweise einen eigenen Beauftragten für die Datenpflege, was sich von den anderen Städten deutlich unterscheidet. Prinzipiell gilt: Je größer die Stadt desto ausdifferenzierter und spezialisierter sind die Zuständigkeitsbereiche.

Viele Städte setzen zunehmend auf digitale Lösungen, um das Arbeitsfeld „ruhender Verkehr“ abteilungsübergreifend effizienter zu verwalten. So betont Martina Gura (Stadt Innsbruck): „Datenbasierte Systeme [...] helfen, Entscheidungsprozesse transparenter und nachvollziehbarer zu gestalten“. Ähnlich äußert sich Raphael Rech (Stadt St. Pölten), der anmerkt, dass der Einsatz von Softwarelösungen „die internen Abläufe erheblich beschleunigt“. Diese Entwicklung zeigt sich auch in Salzburg, wo derzeit an einer besseren Verknüpfung und dem Austausch von Daten zwischen den zuständigen Behörden gearbeitet wird.

Ein wiederkehrendes Thema ist das Spannungsfeld zwischen politischem Entscheidungsdruck und fachlicher Planung. Besonders in wachsenden Städten stehen kurzfristige politische Entscheidungen häufig im Spannungsfeld langfristiger verkehrsplanerischer Zielsetzungen: „Teilweise besteht die Notwendigkeit, auf politische Anforderungen kurzfristig zu reagieren, obwohl nachhaltige Lösungen einen längerfristigen Planungshorizont erfordern würden“ (Johann Polessnig, Stadt Villach). Dieser Problematik ist man sich auch in Tulln bewusst, wo „Parkraumfragen oft emotional aufgeladen sind, was die Entscheidungsfindung erschwert“ (Thomas Rudolf, Stadt Tulln).

Trotz dieser Herausforderungen zeigt sich eine insgesamt sichtbare Entwicklung hin zu einer integrierten und gesamtheitlichen Planung des Parkraums. Nahezu alle Befragten betonen, dass das Parkraumplanung und -management nicht isoliert betrachtet werden kann, sondern mit anderen Mobilitätsmaßnahmen abgestimmt werden muss. Astrid Strutz (Stadt Erfurt) fasst dies treffend zusammen: „Parkraumplanung ist nie nur ein technisches Thema, sondern immer auch eine Frage der Stadtentwicklung“.

2.5.3.2 Einbettung ruhender Verkehr in übergeordnete städtische Leitlinien und Strategien

Eine zentrale Gemeinsamkeit unter den Städten besteht darin, dass übergeordnete Mobilitäts- oder Stadtentwicklungskonzepte, die auf strategischer Ebene Aspekte des Klimaschutzes und der nachhaltigen Stadtentwicklung thematisieren, den Rahmen für Parkraumkonzepte bilden. „Alle Mobilitäts- oder Verkehrsentscheidungen, die wir treffen, sollen das Leitbild erfüllen“ (Cyril Brücker, Stadt Bregenz). In Villach ist die Parkraumplanung im Rahmen von Stadtentwicklungsplänen sowie über städtebauliche Verträge institutionell verankert. In der Regel müssen Maßnahmen in der Parkraumplanung aber projektbezogen argumentiert werden (z. B. Nachweis von Parkdruck), um rechtskonform umgesetzt zu werden.

Maßnahmen im ruhenden Verkehr stehen dabei in allen Städten stets in enger Verbindung mit anderen verkehrspolitischen Maßnahmen, insbesondere dem Ausbau der aktiven Mobilität und der Förderung des öffentlichen Verkehrs. Auch in Villach zeigt sich, dass das Ziel einer klimafreundlichen Stadtentwicklung maßgeblichen Einfluss auf die Ausgestaltung der Parkraumpolitik hat. Auch Wien verfolgt eine langfristige Strategie, die darauf abzielt, Parkraum stärker auf Privatflächen zu verlagern, eine Philosophie, die laut Roman Riedel von der Stadt Wien „schon in der Stadtpolitik implementiert“ ist.

In einigen Städten wie Erfurt, Salzburg oder Tulln ist eine übergeordnete verbindliche Grundlage für Maßnahmen eher schwach ausgeprägt. In Erfurt fehlen verbindliche Vorgaben und Maßnahmen basieren häufig auf pragmatischen Kompromissen. Villach und Graz wiederum regeln Fragestellungen auf privaten Flächen teilweise über zivilrechtliche Vereinbarungen (z.B. Reduktion Stellplatzschlüssel in Mobilitätsverträgen, Ladezonen).

In der Regel sind die Städte auch von den Regelungen politisch übergeordneter Entscheidungsebenen abhängig, um Parkraumstrategien und -konzepte nach stadtspezifischen Vorstellungen zu gestalten. In München beispielsweise zeigt sich die starke Abhängigkeit von den Vorgaben des Bundeslands: „Gerade haben wir einen Rahmen vorgegeben bekommen, der relativ eng ist, den wir eigentlich schon nahezu ausgeschöpft haben“ (Benjamin Pantoulier, Stadt München).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Parkraumplanung zwar in allen Städten als Lenkungsinstrument in die gesamtstädtische Planung integriert ist und in der Praxis bestmöglich umgesetzt wird. Jedoch gibt es bis dato keine konkreten Zielsetzungen, die anhand quantifizierbarer KPIs definiert und folglich überprüfbar sind.

2.5.3.3 Anlassgründe für die Datenerhebung & Datenanforderungen

Alle befragten Städte sind sich einig, dass eine solide Datenbasis essenziell für eine effiziente und evidenzbasierte Analyse und Entscheidungsfindung ist, nichtsdestotrotz sind Unterschiede in der Gewichtung der Prioritäten zu beobachten. Benjamin Pantoulier (Stadt München) weist darauf hin, dass „eine Änderung der Parkregelung nur auf Basis solider Daten erfolgen kann“. In manchen Städten ist die Notwendigkeit zur Datenerhebung sogar durch die StVO vorgegeben, wie Michael Schwifcz (Stadt Salzburg) erläutert: „[...] wenn Kurzparkzonen ausgewiesen werden, dann muss nachgewiesen werden, dass sie notwendig sind“.

Ein zentrales Argument für die Datenerhebung ist die gerechtere Verteilung des öffentlichen Raums. In Salzburg wird darauf hingewiesen, dass „der ruhende Verkehr Flächen beansprucht, die für nachhaltige Mobilitätsformen genutzt werden könnten“ (Michael Schwifcz, Stadt Salzburg). Auch Innsbruck hebt hervor, dass der Stellplatzbedarf direkten Einfluss auf das Mobilitätsverhalten hat und daher gezielt gesteuert werden sollte. Die fortlaufende Aktualisierung der Daten dient dabei als Argumentationsgrundlage für verschiedene politische und planerische Anliegen.

Die Parkraumbewirtschaftung stellt zudem eine mögliche Einnahmequelle für Kommunen dar. In Villach ist die Parkraumbewirtschaftung eng mit der Finanzierung des öffentlichen Personennahverkehrs verknüpft. Auch Benjamin Pantoulier von der Stadt München sieht in der Parkraumbewirtschaftung eine mögliche

„Finanzierungsquelle für die Mobilitätswende“. In Tulln bezieht sich der wirtschaftliche Beweggrund hingegen eher darauf, „einen Umschlag für die Stellplätze zu bekommen“ (Thomas Rudolf, Stadt Tulln), um eine höhere Nutzerfrequenz für den lokalen Handel zu generieren.

Die Dringlichkeit der Datenerhebung bzw. der -aktualität variiert stark zwischen den Städten. Während sie in Wien, Salzburg und München als hoch priorisiert wird und man dort eine regelmäßige Erhebung der Nachfrage anstrebt, ist eine kontinuierliche Erhebung in kleineren Städten kaum durchführbar, weshalb man hier auf anlassbezogene Zählungen setzt, um verkehrspolitische Planungen zu legitimieren.

Viele Städte sehen sich mit der Herausforderung einer hohen Datenqualität und dem dafür - oftmals fehlenden - Budget (z. B. Erhebungs-, Aufbereitungs- und Datenpflegekosten) konfrontiert. Salzburg setzt auf pragmatische Lösungen (z. B. stichprobenartige Erhebungen nur in Anlassfällen), um Kosten zu minimieren. Roman Riedel bekräftigt, dass aktuelle Nachfragedaten (am besten in Echtzeit) zielgerichtete Preisanpassungen ermöglichen würden und weist dabei auf internationale Beispiele hin. „Wenn die Auslastung über 80% steigt, dann entsteht Parkplatzsuchverkehr. Um den zu vermeiden, wird in Amsterdam dann der Preis angepasst“ (Roman Riedel, Stadt Wien). Auch in Villach wird die Einführung eines digitalen Parkleitsystems geprüft, um Parksuchverkehre effizienter steuern zu können.

2.5.3.4 Erhebungsmethoden

Um fundierte Daten für die Parkraumplanung zu gewinnen, setzen die befragten Städte auf unterschiedliche Erhebungsmethoden. Dabei lassen sich einige zentrale Gemeinsamkeiten feststellen. In den meisten Städten erfolgt die Datenerhebung punktuell und stichprobenartig, während kontinuierliche Erhebungen mit automatisierten Systemen bisher kaum umgesetzt werden. Aus den Interviews geht hervor, dass einige Städte bereits ein breites Spektrum technologiebasierter Methoden in Betracht ziehen und diese vereinzelt auch schon - meist testweise - angewendet haben. Tabelle 5 gibt einen Überblick der angewandten Erhebungsmethoden in den Städten.

Tabelle 5: Städtischer Überblick der Erhebungsmethoden

Stadt	Vor-Ort Zählung/ Erhebung	Luftbildanalysen	Sensorik (Parkhäuser)	Parkscheinautomaten & Handyparken	Scan Car	Stationäre Kameraauswertung	Automatisierte Objekterkennung	Privatparkplätze über Baubescheide	Mobilfunkdatenanalyse
Wien	A+N	A	-	-	A	-	-	-	-
Graz	A+N	A	-	A+N	-	-	-	A	-
Salzburg	A+N	-	-	-	-	-	-	-	-
Innsbruck	A+N	A	-	-	-	-	-	A	-
Villach	A+N		A+N	A+N	-	A+N	-	-	N
St. Pölten	A+N	Testlauf	-	-	-	-	Testlauf	-	-
Bregenz	A+N	-	A+N	-	-	A+N	-	-	-
Tulln	A+N	-	-	A+N	-	-	-	-	-
München (D)	A+N	-	A+N	A+N	A	-	-	-	-
Erfurt (D)	A+N	-	A+N	-	A+N	-	-	-	-

Legende: A...Erhebung Parkraumangebot
N...Erhebung Parkraumnachfrage

Vor-Ort Begehungen/Zählungen als Standardmethode

In allen Städten erfolgt die Parkraumerfassung primär durch Vor-Ort Begehungen/Zählungen im On-Street-Bereich. Diese Erhebungen erfolgen in der Regel zu mehreren Tageszeiten – teilweise auch nachts, um Unterschiede zwischen Anwohner- oder Pendlerverkehren identifizieren zu können. In den meisten Fällen werden die Zählungen von städtischen Mitarbeitenden oder externen Verkehrsplanungsbüros durchgeführt. Aufgrund des hohen Finanz- und Personalaufwands erfolgen die Zählungen zumeist anlassbezogen, beispielsweise zur Evaluierung neuer Parkregelungen in Form von Vorher-Nachher-Untersuchungen. Aktuell stellt insbesondere die Verlässlichkeit sowie die Möglichkeit Sonderregelungen zu erfassen einen Vorteil der analogen Vor-Ort-Erhebung gegenüber technischen Systemen dar.

Eine Ausnahme bildet Graz, wo der bewirtschaftete Parkraum unabhängig von Einzelprojekten regelmäßig erfasst wird, allerdings werden die Daten zu Angebot und Nachfrage ca. einmal jährlich aktualisiert. Für öffentliche nicht bewirtschaftete Parkflächen sind die meisten Städte auf Schätzungen und vereinzelt Hochrechnungen angewiesen. In Erfurt erfolgt dies beispielsweise durch die Einteilung in verschiedene Siedlungsstrukturen, für die bereits Erhebungsdaten vorliegen, welche folglich näherungsweise auf vergleichbare Gebiete übertragen werden.

Technologiebasierte Methoden

Die Nutzung technologiebasierter Methoden variiert in Abhängigkeit zum jeweiligen Parkraumtyp stark. In bewirtschafteten Parkhäusern kommen in den meisten Städten bereits sensorische Messungen mittels Induktionsschleifen, Kamerasystemen und Schranken zum Einsatz. „Flächenparkplätze sind vergleichsweise einfacher zu erfassen, da dort kamerabasierte Systeme effizient eingesetzt werden können“ (Johann Polessnig, Stadt Villach). Auch im On-Street-Bereich wurde in Villach der Einsatz kamerabasierter Systeme bereits diskutiert; derzeit ist eine Umsetzung jedoch aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen (technische Ausstattung, Datenschutzbestimmungen, etc.) nicht möglich.

Während Städte wie Erfurt und Bregenz direkten Zugriff auf Echtzeit-Belegungsdaten privater Parkhaus-Betreiber haben, sind diese qualitativ hochwertigen Daten für viele Städte aufgrund fehlender Kooperationen zwischen Stadt und privaten Parkraumbetreibern unzugänglich. Insbesondere in Innsbruck wird der Wunsch nach dem Zugriff auf diese Daten deutlich formuliert: „Wenn private Garagenbetreiber auch ihre Daten veröffentlichen müssten, würden wir als Stadt nicht als Bittsteller auftreten, wenn wir Parkdaten erhalten möchten“ (Martina Gura, Stadt Innsbruck).

Im On-Street-Bereich werden in manchen Städten bereits Kameraaufnahmen mittels Scan-Car zur Substituierung von Vor-Ort Erhebungen eingesetzt: „Es ist eine Ersparnis, dass man nicht durchlaufen muss, sondern mit dem Fahrzeug durchfahren kann und das einmal aufnimmt“ (Astrid Strutz, Erfurt). Auch in Wien werden Befahungsdaten zur Erfassung stellplatzgenauer Regelungsänderungen im Straßenbereich genutzt, um den Bestand fortlaufend zu aktualisieren. Zudem plant man in München, diese Methode für eine vollständige Erfassung aller Stellplätze im öffentlichen, nicht bewirtschafteten Bereich zu nutzen.

Darüber hinaus ist die manuelle Auswertung von Luftbildern eine Methode, die insbesondere zur Erhebung des Stellplatzangebots im Straßenbereich bereits in einigen Städten verwendet wird. Eine automatisierte Auswertung der Bildaufnahmen mittels KI-basierter Objekterkennung wurde in St. Pölten bereits getestet, jedoch war das Ergebnis nicht zufriedenstellend. Da Luftbilder nur unregelmäßig aktualisiert werden, ist ein regelmäßiges Monitoring damit nicht möglich.

Daten aus Handyparken und Parkscheinautomaten

Laufend aktualisierte Daten können durch die Auswertung von Handyparken-Apps und Parkscheinautomaten gewonnen werden, was in Villach bereits praktiziert wird. Diese Methode weist jedoch deutliche Grenzen auf: „Es ist möglich, Aussagen über die Anzahl der Stellplätze im Umfeld eines Parkscheinautomaten, die Anzahl der Parkvorgänge sowie die erzielten Umsätze zu treffen. Rückschlüsse auf die tatsächliche Auslastung sind daraus jedoch nur eingeschränkt möglich; für steuerungsrelevante Zwecke liefern diese Daten dennoch gute beziehungsweise annäherungsweise belastbare Werte“ (Johann Polessnig, Stadt Villach).

Auch in St. Pölten und Tulln werden zum Teil Parkautomaten-Daten genutzt, die Auswertung erfolgt aufgrund des Aufwands jedoch nur sporadisch und liefert ohne ergänzende Informationen aus den Handy-Apps sowie den Anwohnerparkkarten nur ein unvollständiges Bild.

Sonstige Methoden und Datenschnittstellen

Darüber hinaus kann die gebietsweise Parkplatzbelegung aus Sekundärdaten, insbesondere auf Basis von Mobilfunkdaten, abgeleitet werden. „Mithilfe von Quell-Ziel-Matrizen wurde analysiert, welche Zielorte besonders häufig frequentiert werden; daraus konnte in weiterer Folge der jeweilige Parkdruck abgeleitet werden“ (Johann Polessnig, Stadt Villach).

Vor allem die Erfassung privater Parkflächen wird schwierig beurteilt. In Innsbruck und Graz wurde bereits versucht, das private Stellplatzangebot über Baubescheide zu rekonstruieren. Die Durchsicht dieser Dokumente stellt jedoch einen erheblichen Aufwand dar: „Das haben wir für einen geringen Teil schon probiert, ist aber unglaublich aufwendig und auch nicht hundertprozentig genau (Marcus Steinert, Stadt Graz).

In einigen Städten wurden bereits abteilungsübergreifende Datenschnittstellen entwickelt, über die Änderungen im Stellplatzangebot sowie aktuelle Belegungsdaten laufend eingepflegt werden können. Wien, Villach und Innsbruck nehmen hierbei eine Vorreiterrolle ein und verfügen bereits über ein WebGIS-Tool, in dem sämtliche Sonderregelungen stellplatzgenau dokumentiert und laufend aktualisiert werden. Der Aufbau einer großflächigen Parkraumdatenbank ist auch in München geplant.

2.5.3.5 Status Quo zur Datenlage

Hinweise zum aktuellen Datenbestand bzw. zur räumlichen Heterogenität der Datenqualität wurden im Interview durch eine quantitative Bewertung abgeleitet. Hierzu bewerteten die Befragten die aktuell vorliegende Datenqualität sowohl zum Parkraumangebot als auch zur Parkraumnachfrage für einzelne Parkraumtypen. Die Interviewten konnten die Datenqualität für den jeweiligen Parkraumtyp entsprechend Schulnotensystem (1 = sehr gut; 2 = gut; 3 = befriedigend; 4 = genügend; 5 = ungenügend) bewerten. Zudem wurde die Planungsrelevanz (1 = sehr hoch; 2 = hoch; 3 = mäßig; 4 = gering; 5 = sehr gering) der einzelnen Parkraumtypen erfragt, welche den Stellenwert des jeweiligen Parkraumtyps in der gesamtheitlichen Parkraumplanung ausdrückt. Tabelle 6 zeigt die Bewertungen je Parkraumtyp und Stadt, wobei Mittelwerte zum Vergleich einzelner Städte und Parkraumtypen ausgewiesen werden.

A) Planungsrelevanz und Datenqualität je Parkraumtypen auf Stadtebene

Entsprechend der Ergebnisse in Tabelle 6 zeigt sich, dass vor allem öffentlich bewirtschaftete Parkraumtypen - sowohl On- als auch Off-Street - eine hohe Planungsrelevanz aufweisen. Im Vergleich dazu, nimmt die Planungsrelevanz für den öffentlich, nicht bewirtschafteten als auch privaten Bereich nur leicht ab, was für eine gesamtheitliche Parkraumplanung spricht. Eine mäßige Planungsrelevanz weisen P&R-Anlagen auf, wobei dies aufgrund der geringen Stellplatzanzahl im Vergleich zum gesamtstädtischen Parkraumangebot resultiert. Erwartungsgemäß ist in allen Städten die vorliegende Datenqualität zum Parkraumangebot höher als die zur Parkraumnachfrage.

Datenqualität Angebot (unabhängig von Parkraumtyp):

- Die Städte Wien (1,5), Bregenz (2,0) und St. Pölten (2,0) weisen eine sehr gute bis gute Datenqualität auf.
- Die Städte Erfurt (2,7), Graz (2,7) und Salzburg (3,6) weisen eine befriedigende Datenqualität auf.

Datenqualität Nachfrage (unabhängig von Parkraumtyp):

- Die Stadt Bregenz (2,0) hebt sich mit einer guten Datenqualität deutlich von den anderen Städten ab.
- Die Städte Innsbruck (3,7), Salzburg (3,8) und St. Pölten (4,3) weisen eine befriedigende bis genügende Datenqualität auf.

Zudem zeigt sich, dass die Datenqualität für Angebot und Nachfrage stark zwischen den einzelnen Parkraumtypen variiert. Aufgrund unterschiedlicher städtischer Parkraumstrategien trifft dies vor allem auf die Parkraumtypen „öffentlich, nicht bewirtschaftet“ und „privat, öffentlich zugänglich“ zu. So zeigt sich, dass für private, öffentlich zugängliche Parkbereiche einige Städte (Bregenz und Erfurt) eine sehr gute bis gute Datenqualität vorliegt. Jedoch sind hier aufgrund unterschiedlich ausgeprägter Kooperationen der Kommunen mit den privaten Betreibern große Abweichungen festzustellen. So haben z. B. St. Pölten und Wien zwar eine gute Übersicht über das Parkraumangebot, erhalten jedoch keinen Zugriff auf Parkraumnachfragedaten. Auffallend schlecht ist die Datenqualität für Parkraumtypus „privat, nicht öffentlich zugänglich“. Hier wird von allen Städten sowohl die Angebots- als auch Nachfragequalität als ungenügend bewertet.

Tabelle 6: Beurteilung der Datenqualität und der Planungsrelevanz je Parkraumtyp und Stadt

Parkraumtyp		Bregenz	St. Pölten	Erfurt	Innsbruck	Salzburg	Wien	Villach	Tulln	Graz	München	Mittelwert
öffentlich, bewirtschaftet off-street	Datenqualität Angebot	1	1	2	1		1	1	1	2	1	1,2
	Datenqualität Nachfrage	1	3	3	4		1	1	1	2	3	2,1
	Relevanz	1	3	3	4		1	1	1	1	1	1,8
öffentlich, bewirtschaftet on-street	Datenqualität Angebot	1	3	2	1	2	1	1	1	2	1	1,5
	Datenqualität Nachfrage	1	5	3	3	3	1	1	2	2	3	2,4
	Relevanz	1	2	3	3	1	1	1	3	1	1	1,7
P&R	Datenqualität Angebot		1	2	3	3	1	3	1	1	1	1,8
	Datenqualität Nachfrage		3	2	4	3	4	3	4	1	2	2,9
	Relevanz		3	3	4	4	4	2	4	3	1	3,1
öffentlich, nicht bewirtschaftet	Datenqualität Angebot	2	2	4	1	5	1	2	4	5	4	3,0
	Datenqualität Nachfrage	2	5	4	2	5	5	2	5	5	4	3,9
	Relevanz	1	4	3	1	2	4	2	4	2	1	2,4
privat, öffentlich zugänglich	Datenqualität Angebot	1	1	1	2	3	1	1	3	1	3	1,7
	Datenqualität Nachfrage	1	5	1	4	3	5	3	4	4	3	3,3
	Relevanz	1	2	2	2	3	4	3	2	2	1	2,2
privat, nicht öffentlich zugänglich	Datenqualität Angebot	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4,8
	Datenqualität Nachfrage	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
	Relevanz	3	3	3	2	3	4	2	2	2	1	2,5
Mittelwert	Datenqualität Angebot	2	2,0	2,7	2,2	3,6	1,5	2,2	2,5	2,7	2,5	2,4
	Datenqualität Nachfrage	2	4,3	3,0	3,7	3,8	3,5	2,5	3,5	3,2	3,3	3,3

B) Identifikation von angebots- und nachfrageseitigen Datenlücken je Parkraumtyp

In Abbildung 13 und Abbildung 14 werden die gesamtstädtischen Durchschnittswerte der Datenqualität für Angebot und Nachfrage in Abhängigkeit der gemittelten Planungsrelevanz je Parkraumtyp dargestellt. Anhand dieser Gegenüberstellung lässt sich für einzelne Parkraumtypen näherungsweise ableiten, ob eine „gute“ (türkis markiert), „ausreichende“ (beige markiert) oder „mangelhafte“ (petrol markiert) Datenlage in Abhängigkeit der Planungsrelevanz vorliegt. Beispielsweise liegt für Parkraumtypen im petrol markierten Bereich ein Datenerhebungsbedarf vor, da entsprechend der zugewiesenen planerische Relevanz eine mangelhafte Datenqualität vorliegt.

Es ist an dieser Stelle wichtig zu erwähnen, dass die Qualitätsbewertungen der Angebots- und Nachfragedaten seitens der Städte hinsichtlich der aktuellen kommunalen Planungsaufgaben bewertet wurden. So besteht in einigen Städten trotz guter Bewertung der Datenqualität der Wunsch zukünftig über aktuellere sowie zeitlich und räumlich fein aufgelöste Daten zu verfügen.

Bei Betrachtung aller Städte wird angebotsseitig für den privaten, nicht öffentlich zugänglichen Bereich, der erwartungsgemäß schwer zu erfassen ist, sowie teilweise für den öffentlichen, nicht bewirtschafteten Bereich, ein Datenbedarf ersichtlich. In Gegensatz dazu, besteht bei zugrunde liegen einer mäßigen Planungsrelevanz bei P&R-Anlagen eine gute Datenbasis. Für alle anderen Parkraumtypen liegt größtenteils ein ausgewogenes Verhältnis zwischen angebotsseitiger Datenqualität und Planungsrelevanz vor.

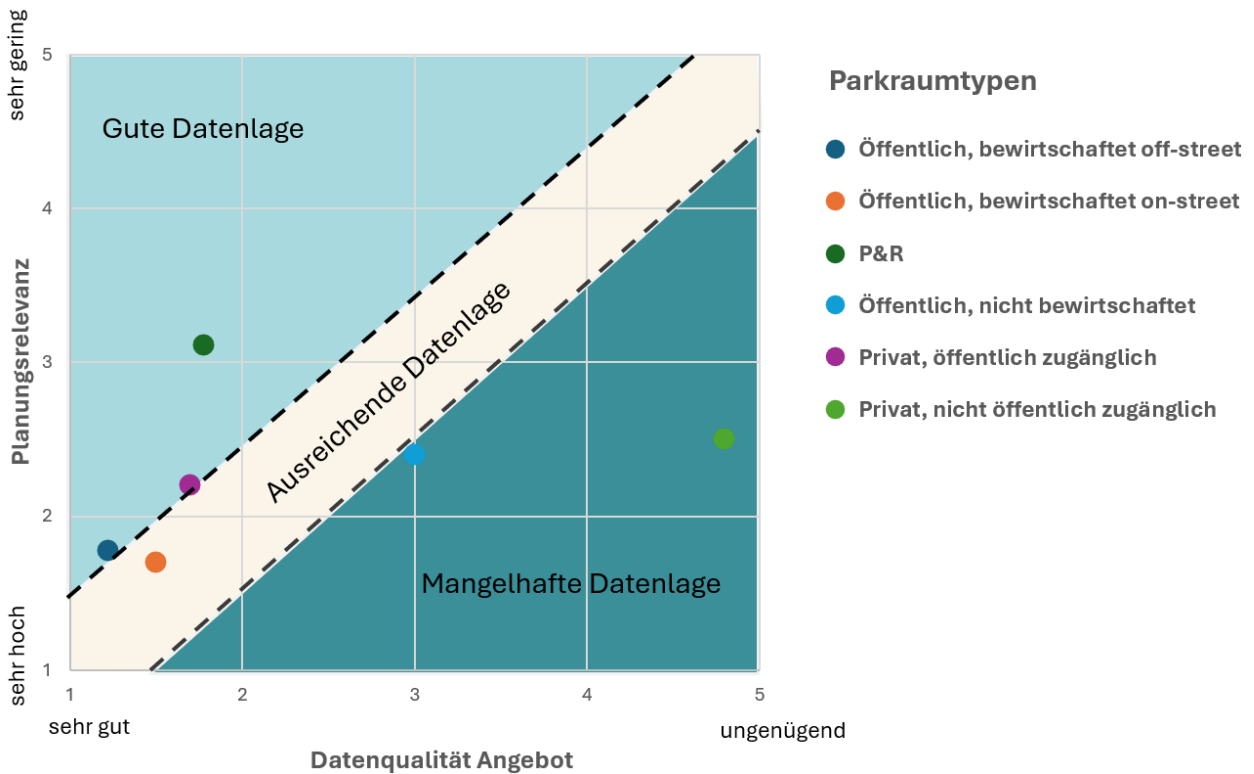


Abbildung 13: Datenqualität Parkraumangebot in Abhängigkeit der Planungsrelevanz des Parkraumtyps (Mittelwertbildung)

Nachfrageseitig wird für Parkraumtypen auf Privatgrund (zugänglichen und nicht zugänglichen) als auch auf öffentlichen Grund (On-Street bewirtschaftet als auch nicht bewirtschaftet) ein Datenbedarf ersichtlich. Für den öffentlich, bewirtschafteten Off-Street-Bereich und den Parkraumtyp P&R liegt ein ausgewogenes Verhältnis zwischen vorhandener Datenqualität und Planungsrelevanz vor.

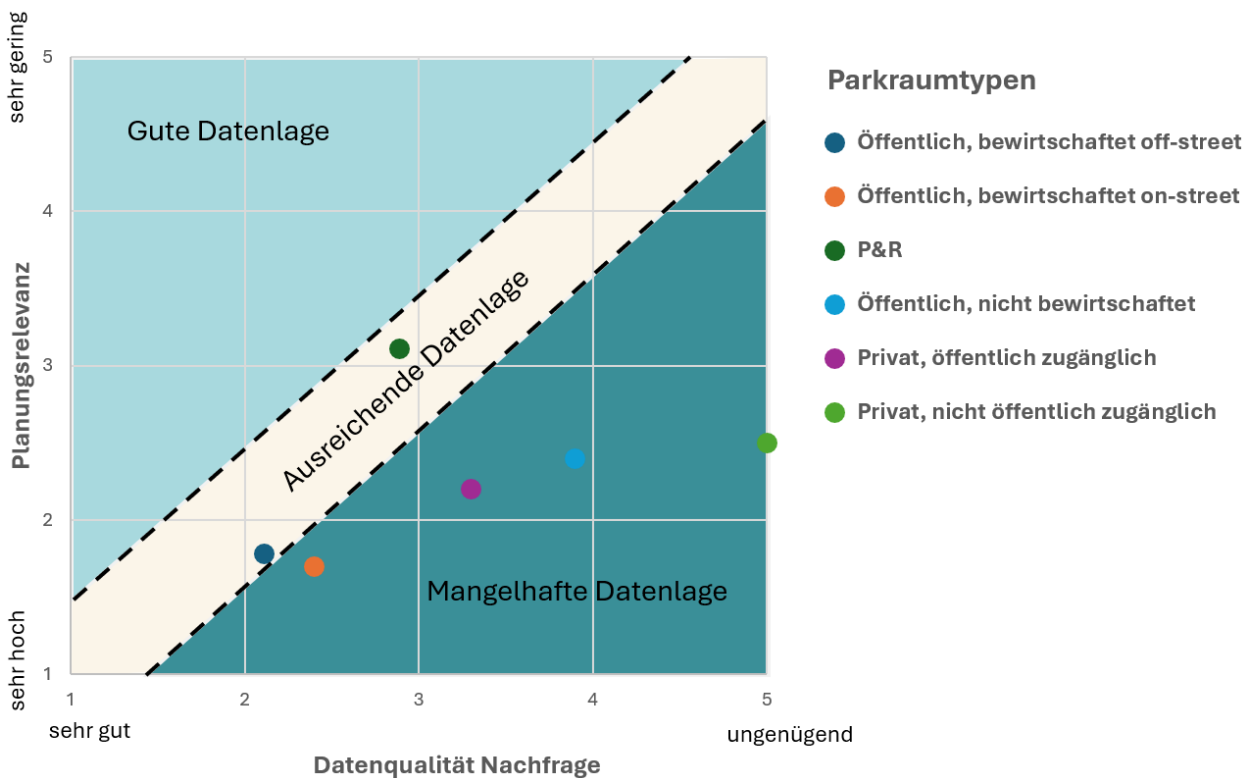


Abbildung 14: Datenqualität Parkraumnachfrage in Abhängigkeit der Planungsrelevanz des Parkraumtyps (Mittelwertbildung)

C) Kommunale Planungsrelevanz und Erfassung unterschiedlicher KPIs

Tabelle 7 zeigt, welche KPIs im Zuge der kommunalen Parkraumplanung eine hohe Relevanz aufweisen.

In allen untersuchten Städten werden die KPIs Anzahl der Stellplätze und die Parkplatzbelegung als sehr wichtig bewertet und zumindest in Teilgebieten erhoben. Zudem wird in allen Städten mit Ausnahme von Erfurt und St. Pölten die Parkdauer - vor allem im bewirtschafteten Bereich - als eine planerisch zentrale Kenngröße angesehen. Die Erfassung von Sonderregelungen (z. B. Bewohnerparken, Ladezonen, Fahrzeugreglementierungen) wird in 50% der Fälle als wichtig erachtet. Aufgrund der schwierigen und ungenauen Erfassung des Parksuchverkehrs ist dieser KPI meist nur in größeren Städten bzw. in Stadtteilen mit hohem Paddruck von hoher Bedeutung. Parkplatzumschlagrate sowie Parkziel- und Parkquellverkehr spielen eine deutlich untergeordnete Rolle im Planungsalltag.

Tabelle 7: Planungsrelevanz von KPIs je Stadt (hohe Relevanz = x)

KPIs \ Stadt	Stellplatzangebot	Parkplatzbelegung	Parkdauer	Sonderregelungen	Parkplatzsuchzeit	Parkplatzumschlagrate	Parkquellverkehr	Parkzielverkehr
Wien	x	x	x	x	x	x		
Graz	x	x	x	x				
Salzburg	x	x	x	x				
Innsbruck	x	x	x	x		x		
Villach	x	x	x				x	x
St. Pölten	x	x						
Bregenz	x	x	x		x			
Tulln	x	x	x					
München (D)	x	x	x	x	x			
Erfurt (D)	x	x						

In Wien werden beispielsweise bei der Angebotserhebung die Stellplätze kategorisiert nach Parkaufstellung (Längs-, Schräg- und Senkrechtparken), vorhandene Markierungen und Verkehrs- und Sonderzeichen.

Innsbruck legt zudem Wert auf die Erfassung der adressgenauen Anwohnerparkkarten. Diese Informationen können als indirekter Indikator für die Parkraumnachfrage in Wohngebieten herangezogen werden. Der Kennzeichenerfassung wird hingegen hinsichtlich ihrer Aussagefähigkeit zur Identifikation von Pendler:innen vielerorts eine untergeordnete Relevanz zugesprochen, da die Ortskennung nicht mit dem Wohnort gleichzusetzen ist: "Wir wissen nur, woher das Kennzeichen ist, es sagt aber nichts darüber aus, ob die Person dort wohnt oder nicht" (Michael Schwifcz, Stadt Salzburg). In Villach werden beispielsweise Mobilfunkdaten genutzt, um genauere Informationen über Einfahrtsachsen sowie die Herkunft der Parker*innen zu gewinnen.

Ein weiteres häufig genanntes Kriterium zur Klassifikation von Nutzerinnen ist die Parkdauer, deren Relevanz jedoch unterschiedlich bewertet wird. Während diese in Bregenz, Salzburg, Villach und Tulln beispielsweise zur Identifikation von Nutzergruppen wie Pendlerinnen oder Einzelhandelskund*innen herangezogen wird, spielt sie in St. Pölten für verkehrsplanerische Zwecke momentan eine untergeordnete Rolle. Im Bereich des Innenstadtmarketings und der Wirtschaftsförderung sei das Thema laut Raphael Rech (Stadt St. Pölten) jedoch durchaus relevant.

Für die Erfassung der Parksuchzeit gibt es aktuell noch keine valide Erfassungsmethode, wenngleich mehrere Städte äußern, dass dieser Kennwert für die Planung eine hohe Relevanz hätte: „Wenn man sowas wie die Parksuchzeit gut erfassen könnte, dann wäre das natürlich auch interessant.“ (Benjamin Pantoulier, Stadt München)

2.5.3.6 Gesamtheitliche Parkraumplanung unter Berücksichtigung privater Parkflächen

In fast allen untersuchten Städten zeigt sich das Bestreben, private Parkflächen stärker in die Parkraumplanung einzubeziehen, um den öffentlichen Raum zu entlasten. Mit der Ausnahme von Wien zeigt sich dieses Interesse auch in der Bewertung der Planungsrelevanz von Parkraumtypen auf privaten Flächen (Tabelle 6).

Nichtsdestotrotz wird auch in Wien analog zu einigen anderen Städten die Notwendigkeit einer verbesserten Datengrundlage betont, um fundierte planerische Entscheidungen treffen zu können. Roman Riedel verweist auf das Problem, dass seit Jahrzehnten keine systematische Erhebung des privaten nicht-öffentlich zugänglichen Bereichs mehr stattgefunden hat: „Wir brauchen [...] mehr Daten, wir wissen nicht, wie viele Stellplätze es in Privatgrund gibt“ (Roman Riedel, Stadt Wien). Auch in St. Pölten wird hervorgehoben, dass eine bessere Datengrundlage im privaten Bereich „auf jeden Fall hilfreich“ (Raphael Rech, Stadt St. Pölten) wäre, um über notwendige Maßnahmen zu entscheiden.

Ein weiteres Thema, das in mehreren Städten von Bedeutung ist, jedoch in der Ausführung unterschiedlich gehandhabt wird, ist die Festlegung der auf Privatgrund zu errichtenden Stellplätze über den Stellplatzschlüssel. Eine mögliche Anhebung des Schlüssels steht dabei immer im Spannungsfeld zwischen einer potenziellen Förderwirkung auf den MIV und einer Entlastung des öffentlichen Raums.

Mehrere Städte diskutieren über Anpassungen des Stellplatzschlüssels, um Anreize für eine reduzierte Stellplatzanzahl zu schaffen. In Bregenz wurde rezent eine neue Verordnung umgesetzt, die das Stellplatzregulativ innerhalb bestimmter Perimeter neu festlegt bzw. reduziert. In Erfurt zeigt man sich dagegen vorsichtiger: „Es gäbe die Möglichkeit runterzugehen, aber das hätte meiner Ansicht nach eher zur Folge, dass die Leute wieder im Straßenraum parken“ (Astrid Strutz, Stadt Erfurt). Neben dem Stellplatzschlüssel ist auch eine strengere Vergabe von Anwohnerparkkarten, die nur bei nachweislich nicht verfügbaren Stellplätzen auf Eigengrund ausgeteilt werden, ein mögliches Lenkungsinstrument, welches in Innsbruck angewendet wird.

Kooperationen mit privaten Parkraumbetreibern finden derzeit in unterschiedlichen Ausmaßen statt. In Bregenz und Erfurt wird bereits mit Garagenbetreibern zusammengearbeitet, wobei diese auch teilweise in öffentlicher Hand sind. In anderen Städten wurden hingegen erst vereinzelt Kooperationsansätze entwickelt, etwa in Form von Zuschüssen für Beschäftigtenparkplätze. Roman Riedel sieht die Einflussnahme auf private Betreiber kritisch: „Es gibt immer wieder Ideen, dass man vorwiegend auf private Bauträger einwirkt, dort liegt aber nicht die Wurzel des Problems. Bund, Länder und Gemeinden sollten sich vielmehr ihrem Staatsversagen widmen und die dysfunktionalen Spielregeln bei der StVO, sowie den Parkgebühren- und Garagengesetzen reparieren.“ (Roman Riedel, Stadt Wien).

2.5.3.7 Stellenwert des ruhenden Verkehrs in aktueller Verkehrs- und Stadtentwicklung

Die Analyse der Experteninterviews zeigt eine weitgehende Einigkeit darüber, dass der ruhende Verkehr in der strategischen Verkehrsplanung und Stadtentwicklung eine zentrale Rolle einnimmt. „Die Parkraumwirtschaft ist [...] das schärfste Schwert der städtischen Verkehrspolitik“ (Roman Riedel, Wien) – ein Statement, das verdeutlicht, dass die Regulierung des ruhenden Verkehrs maßgeblich die gesamte Mobilitätsstrategie beeinflusst. Auch in München wird der ruhende Verkehr als ein essenzieller Baustein für die Mobilitätswende betrachtet, da er unmittelbar mit anderen Verkehrsmodi verknüpft ist.

In fast allen Städten wird betont, dass der begrenzte öffentliche Raum eine Reduktion des Parkraums erforderlich macht, um Platz für andere Verkehrsteilnehmer, insbesondere Fußgänger und Radfahrer zu schaffen. In Salzburg wird hervorgehoben, dass „viele Ausbauten für den Fließverkehr [...] nur auf Flächen stattfinden können, die jetzt momentan vom ruhenden Verkehr genutzt werden“ (Michael Schwifcz, Stadt Salzburg), weshalb eine Begrenzung oder Reduktion des ruhenden Verkehrs unumgänglich ist.

In Villach wird hervorgehoben, dass Maßnahmen im ruhenden Verkehr – etwa die Bewirtschaftung oder die Reduktion von Stellplatzschlüsseln – einen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl beziehungsweise den Modal

Split ausüben können. Ähnliches wird in Innsbruck über die Ausgabe von Anwohnerparkkarten versucht: „KFZ-Besitz, Stellplatzbedarf und Mobilitätsverhalten stehen miteinander in Wechselwirkung. Der Stellplatz ist ein mächtiges auch ein emotionalisierendes Instrument, um die Mobilität zu beeinflussen“ (Martina Gura, Stadt Innsbruck).

Zusammenfassend wird deutlich, dass der ruhende Verkehr nicht isoliert betrachtet wird, sondern stets im Kontext der Gesamtmobilitätsstrategie gesehen werden sollte. So bestätigt Astrid Strutz von der Stadt Erfurt explizit, dass Parkraumplanung „kein Selbstzweck sei, sondern mit anderen Bereichen verknüpft betrachtet werden müsse“. Auch in St. Pölten sieht man einen Wandel und kündigt an, dass bei der Erstellung eines Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP) künftig der ruhende Verkehr stärker berücksichtigt wird.

2.5.3.8 Zukünftige Entwicklungen und Trends

Hinsichtlich einer verbesserten zukünftigen Datenlage äußern sich fast alle Befragten zuversichtlich. Eine höhere Datenqualität (z. B. Echtzeitdaten), die Vernetzung unterschiedlicher Datenquellen und Ergänzung aktuell fehlender Daten, welche fundiertere Planungsentscheidungen als auch eine gezieltere Steuerung des Parkraums überhaupt erst ermöglichen, sind wünschenswerte und notwendige zukünftige Anforderungen. Dabei wird der zunehmende Einsatz KI-unterstützter Technologien betont, um die Erfassung von Parkraumdaten ressourcen- und kosteneffizienter zu gestalten. Beispielsweise wurde in St. Pölten eine KI-gestützte Auswertung von Luftbildern bereits getestet. Die Genauigkeit der erzielten Ergebnisse wurde allerdings noch als unzureichend aussagefähig bewertet. Nichtsdestotrotz zeigen sich einige Städte wie Innsbruck oder Erfurt optimistisch, dass durch unterschiedlichste KI-Anwendungen Erhebungen und Datenaufbereitungen in zehn Jahren deutlich effizienter gestaltet werden können: „Ich gehe davon aus, dass in 10 Jahren eine Kamera mit Hilfe der KI Stellplatzbelegungen erfassen und in jeder gewünschten Weise auswerten kann“ (Martina Gura, Stadt Innsbruck).

Bereits jetzt werden Ideen geäußert, welche konkreten Methoden in näherer Zukunft für Kommunen attraktiv werden könnten. Für Martina Gura aus Innsbruck wäre es denkbar, städtische Fahrzeuge mit Kameras auszustatten, um Parkraumnutzung kontinuierlich zu erfassen. Die Verantwortlichen aus Wien und Erfurt sehen zudem großes Potenzial in der Nutzung von Fahrzeug- und Mobilfunkdaten, um freie Stellplätze in Echtzeit zu ermitteln.

In Wien und Villach wird betont, dass eine verstärkt automatisierte Datenerfassung grundsätzlich wünschenswert wäre, deren Umsetzung jedoch häufig an datenschutzrechtlichen Vorgaben scheitert. Insbesondere im Bereich des On-Street-Parkens wird in Villach ein großes Potenzial technischer Lösungen wie kamerabasierter Erhebungen gesehen, die derzeit jedoch rechtlich nicht umsetzbar sind.

Eine weitere Gemeinsamkeit ist der Wunsch nach besseren, abteilungsübergreifenden Verknüpfungen bestehender Datensysteme. In Erfurt wird beispielsweise darauf hingewiesen, dass eine intelligente Datenbank Synergien schaffen könnte, indem Änderungen im Verkehrsraum automatisch erfasst und in die Planung integriert werden. Dasselbe wird in München angestrebt, wo der Aufbau einer Datenplattform sowohl bestehende als auch neu erschließbare Datenquellen ein langfristiges Monitoring sowie eine Erweiterung des Parkleitsystems ermöglichen soll.

2.6 ABGELEITETE ANFORDERUNGEN AN PSI-DATENPLATTFORM UND HOCHRECHNUNGSVERFAHREN

Die Ergebnisse der Literatur- und Datenrecherche sowie der Austausch mit externen Stakeholdern bilden die Grundlage für die Konzeption der PSI-Datenplattform und des Hochrechnungsverfahrens.

Die Klassifikation von Parkraumtypen (vgl. Kapitel 2.1.4) stellt zwar eine wesentliche Bezugseinheit für die Analyse des Status quo sowie der kommunalen Anforderungen dar, ihre datenbasierte Anwendung ist jedoch aufgrund fehlender, unzureichend differenzierter oder heterogener Datensätze nur eingeschränkt möglich. Daraus ergibt sich die Anforderung, definierte Parkraumtypen flexibel an die jeweilige Datenlage anzupassen sowie differenzierte Hochrechnungsansätze für unterschiedliche Parkraumtypen und Raumaggregate (z. B. Urban-Rural-Typologien) zu entwickeln.

Die Bedeutung einheitlich definierter KPIs (vgl. Kapitel 2.2) zur Evaluation von Maßnahmenwirkungen sowie zum Monitoring des ruhenden Verkehrs wurde mehrfach hervorgehoben. Dementsprechend muss die Datenplattform in der Lage sein, standardisierte Kennzahlen systematisch zu integrieren, zu berechnen und räumlich als auch zeitlich vergleichbar darzustellen. Für das Hochrechnungsverfahren ergibt sich daraus die Notwendigkeit, KPI-orientierte Modelle zu entwickeln, die unterschiedliche Datenqualitäten berücksichtigen und dennoch konsistente Ableitungen ermöglichen.

Darüber hinaus zeigte sich die Notwendigkeit, Datenquellen nicht nur zu erfassen, sondern auch strukturiert zu bewerten. Einheitliche Kriterien zur Beschreibung und Einordnung der Datenqualität bilden dabei eine wesentliche Grundlage, um unterschiedliche Quellen nachvollziehbar in Analysen und Hochrechnungen einzubeziehen.

Um spezifische Anforderungen sowie die Verfügbarkeit und Nutzungsmöglichkeiten bestehender Datenquellen frühzeitig zu identifizieren, sind regelmäßige Abstimmungen mit relevanten Datenlieferanten (z. B. AustriaTech, ÖBB, Statistik Austria) hinsichtlich Nutzungs- und Verarbeitungsrechten bereits in frühen Projektphasen vorzusehen.

Insgesamt erwies sich die betrachtete Datenlandschaft als stark fragmentiert, was den Bedarf an einer Datenplattform unterstreicht, die unterschiedliche Datenbestände integrieren, harmonisieren und verknüpfen kann. Entsprechend muss auch das Hochrechnungsverfahren auf den Umgang mit heterogenen Daten ausgelegt sein und geeignete Mechanismen zur Zusammenführung sowie Plausibilisierung der Daten beinhalten. Darüber hinaus verdeutlichten die Anforderungen aus kommunaler Perspektive die Notwendigkeit einer hohen Datenqualität, einer verbesserten Vernetzung von Datenquellen sowie einer langfristigen Anpassungsfähigkeit.

Zusammenfassend zeigt sich, dass sowohl die Datenplattform als auch das Hochrechnungsverfahren flexibel, datenintegrativ und transparent im Umgang mit Datenqualitäten gestaltet werden müssen. Diese übergeordneten Anforderungen bilden die Grundlage für die nachfolgenden Arbeitsschritte, in denen die konzeptionellen Ansätze weiter konkretisiert und in technische sowie methodische Lösungen überführt werden.

Kapitel

3

AUFBAU DATENPLATTFORM PSI

3 AUFBAU DATENPLATTFORM PSI

3.1 RECHERCHE DATENVERFÜGBARKEIT UND DATENAKQUISE

Aufbauend auf den in Kapitel 2 dargestellten Rahmenbedingungen und Anforderungen werden im Zuge des Aufbaus der Datenplattform jene Datenquellen identifiziert, akquiriert und vorevaluiert, die für eine harmonisierte Datenplattform und die in Kapitel 4 entwickelten Hochrechnungsverfahren des ruhenden Verkehrs in Frage kommen.

3.1.1 Vorgehensweise und genutzte Informationsquellen

Die Datenrecherche stützte sich auf eine Kombination öffentlich zugänglicher Plattformen, direkter Stakeholder-Abstimmungen sowie kommunaler Anfragen. Folgende Informationsquellen waren zentral:

- **Open-Data-Portal Österreichs** data.gv.at als Hauptzugang zu öffentlich verfügbaren Datensätzen
- **Nationale Plattformen**, insbesondere die Graphen-Integrationsplattform (GIP) sowie der Nationale Zugangspunkt für Mobilitätsdaten (NAP)
- **API-Schnittstellen**, z. B. der ÖBB-Park&Ride-Echtzeitdaten-Service
- Die freie **geografische Datenbank** OpenStreetMap (OSM) als verfügbare Quelle für georeferenzierte Parkdaten in Österreich
- **Kommunale Verantwortliche** sowohl als Lieferanten städtischer Datensätze als auch als Validierungsinstanz für Datenqualität
- Direkter **Austausch mit Stakeholdern** wie ÖBB, AustriaTech, Statistik Austria, ÖAMTC sowie kommerziellen Datenprovidern (INRIX, Parkopedia, HERE, Invenium Data Insights)
- Publierte **Studien und Dokumente**

Als zentrales Arbeitsinstrument der Recherche der Datenverfügbarkeit diente die sogenannte Datenliste – eine strukturierte Dokumentation aller identifizierten Datensätze mit Metadaten (z. B. Quelle, Format, räumlich-zeitliche Auflösung, Lizenz) und einer projektbezogenen Bewertung der Relevanz. Die Dokumentation relevanter Datensätze und ihrer Metadaten wurde in der PSI-Datenliste laufend gepflegt und periodisch versioniert.

3.1.2 Ergebnisse der Datenrecherche

In der finalen Datenliste sind 95 vorevaluierte Datensätze enthalten. Davon wurden 53 Datensätze für die Integration in die Datenplattform ausgewählt. Die Auswahl erfolgte auf Basis einer systematischen Bewertung der Relevanz, Verfügbarkeit, Qualität und Kosten sowie der Redundanz mit bereits ausgewählten Datensätzen. Ein QGIS-Projekt (QGIS ist eine freie Open-Source GIS-Software) diente als zentrales Werkzeug zur Visualisierung und vergleichenden Analyse. Die identifizierten georeferenzierten Datensätze wurden als Layer in das Projekt integriert, sodass räumliche Überdeckungen, Datenlücken und Inkonsistenzen und in Folge Qualität visuell beurteilt werden konnten. Die ausgewählten Datensätze gliedern sich gemäß der Datenliste-Klassifikation in fünf Oberkategorien: **Park-Infrastruktur**, **Bewirtschaftung**, **Mobilitätsdaten**, **E-Lade-Infrastruktur** und **Strukturdaten**. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die ausgewählten Datensätze entsprechend den zuvor genannten Kategorien. Eine Beschreibung einzelner Datenquellen erfolgt in Kapitel 3.3.2.

Tabelle 8: Übersicht der in die Datenplattform integrierten Datensätze

Kategorie	Anzahl Datensätze	Geometrietyp	Räumliche Abdeckung	Beispielquellen
Park-Infrastruktur				
GIP – Graphen-Integrationsplattform	2	Linie / Polygon	Österreich, Wien	ÖV DAT, Stadt Wien
FMZK – Flächen-Mehrweckkarte	2	Polygon	Wien	Stadt Wien (MA41)
DLM – Digitales Landschaftsmodell	2	Punkt / Polygon	Österreich	BEV
PuR – Park-and-Ride (inkl. ÖBB-API)	8	Punkt / Polygon / Zeitreihe	Österreich	ÖBB, Land Stmk/Ktn/Sbg, Stadt Graz, VMÖ
PG – Parkgaragen / sonst. Parkplätze	7	Punkt / Linie / Polygon	Wien, Graz, Salzburg, Innsbruck, OÖ, Österreich	Stadt Wien/Graz/Salzburg/Innsbruck, Land OÖ, WKO
BHP – Behindertenparkplätze	4	Punkt	Wien, Tirol, OÖ, Stadt Salzburg	Stadt Wien (MA46), Land Tirol/OÖ, Stadt Salzburg
OSM – OpenStreetMap	2	Punkt / Linie / Polygon	Österreich	OSM Contributors
Bewirtschaftung				
KPZ – Kurzparkzonen	8	Polygon / Linie / Tabelle	Wien, Linz, Innsbruck, Salzburg, Tulln, Österreich	Stadt Wien/Linz/Innsbruck/Salzburg/Tulln, AustriaTech
PSA – Parkscheinautomaten	6	Punkt / Tabelle	Wien, Linz, Salzburg, Innsbruck, Tulln	Stadt Wien/Linz/Salzburg/Innsbruck/Tulln
Mobilitätsdaten				
Mob – Mobilitätsdaten	1	Tabelle	Österreich	Statistik Austria (Pendler)
E-Lade-Infrastruktur				
EL – E-Ladestellen	1	Punkt	Österreich	E-Control

Strukturdaten

STR – Strukturdaten / Sekundärdaten	10	Polygon / Raster / Tabelle	Österreich	Statistik Austria, BMIMI (ÖV-Güteklassen)
-------------------------------------	----	----------------------------	------------	---

3.1.3 Datenakquise

Die Datenakquise erforderte intensive Abstimmungen mit Datenanbietern, einschließlich der Klärung rechtlicher Nutzungsbedingungen und der projektspezifischen Bereitstellungsmodalitäten. Folgende Kooperationen wurden etabliert:

- ÖBB stellte über ihre API einen Echtzeit-Zugang zu den Park-and-Ride-Belegungsdaten für die Projektlaufzeit bereit
- Die Stadt Tulln stellte Parkscheindaten und EasyPark-Zahlungsdaten zur Verfügung
- Von Invenium Data Insights wurde ein exemplarischer Mobilfunk-Datensatz mit Quell- und Zielverkehrsinformationen beschafft
- AustriaTech stellte Parkraumbezogene Daten zur Verfügung

Eine flächenhafte Akquise hochwertiger kommerzieller Parkraumdaten hätte den vorgesehenen Projektbudgetrahmen deutlich überschritten. Im Projektkonsortium wurden neben der preislichen Komponente auch die mit der potenziellen Anschaffung einhergehenden Nutzungsrechte für die zukünftige Verwendung über die Projektlaufzeit hinaus geprüft. Die Konzentration auf öffentlich zugängliche und kostenfreie Datenquellen erwies sich als belastbare Strategie, die den Aufbau einer flächendeckenden Datenbasis ermöglichte.

3.1.4 Identifizierte Datenlücken

Im Zuge der Recherche und Akquise wurden Datenlücken identifiziert, die direkt in die Konzeption der Hochrechnungsverfahren in Kapitel 4 eingeflossen sind:

- Parkraumnachfrage: Flächendeckende Nachfragedaten sind nur eingeschränkt verfügbar und beschränken sich auf einzelne Anbieter und Regionen
- Privater Parkraum: Informationen zu privaten, nicht öffentlich zugänglichen Stellplätzen fehlen weitestgehend
- On-Street-Parken außerhalb von Ballungszentren: Die Datenlage ist in ländlichen Regionen deutlich spärlicher als in urbanen Gebieten
- Dynamische Daten: frei verfügbare Echtzeit-Belegungsdaten sind auf wenige Anbieter beschränkt

Diese Lücken wurden bei der Konzeption der Hochrechnungsverfahren als Modellierungsanforderungen aufgenommen (vgl. Kap. 4).

3.2 ZIEL UND AUFBAU DATENPLATTFORM

3.2.1 Zielsetzung

Aufbauend auf den identifizierten Datenquellen (vgl. Kap. 3.1) und den abgeleiteten Anforderungen (vgl. Kap. 2.6) verfolgte der Aufbau der PSI-Datenplattform folgende Ziele:

- Schaffung einer harmonisierten, strukturierten Grundlage für Parkraumangebot und -nachfrage in Österreich
- Integration heterogener Datenquellen in ein einheitliches, OGC-konformes Format
- Modulare und konfigurationsgetriebene Architektur zur einfachen Erweiterung um neue Datenquellen ohne Code-Änderungen
- Reproduzierbare und nachvollziehbare Verarbeitungsschritte, die eine periodische Aktualisierung der Datenbasis ermöglichen
- Bereitstellung der Datengrundlage für das Hochrechnungsverfahren (vgl. Kap. 4) und Validierung der Ergebnisse (vgl. Kap. 5).

3.2.2 Klassifikation und Datenstandards

Aufbauend auf den verfügbaren Daten (vgl. Kap. 3.1.2) erfolgte die systematische Strukturierung, Klassifikation und Bewertung der Datensätze anhand einer übersichtlichen und effizienten Datenstruktur. Die Datenstruktur wurde anhand unterschiedlicher Klassifikations- und Bewertungskriterien (Abbildung 15) entwickelt und orientiert sich an bestehenden Standards, insbesondere:

- **DATEX II** (Profil für städtisches Parken, vgl. BAST 2024) als Referenz für Datenattribute und Klassifikationen
- **GIP-Standard Österreich** für die Abbildung verkehrsbezogener Geodaten
- **OSM-Taxonomie** für die Kategorisierung von Parkraumtypen

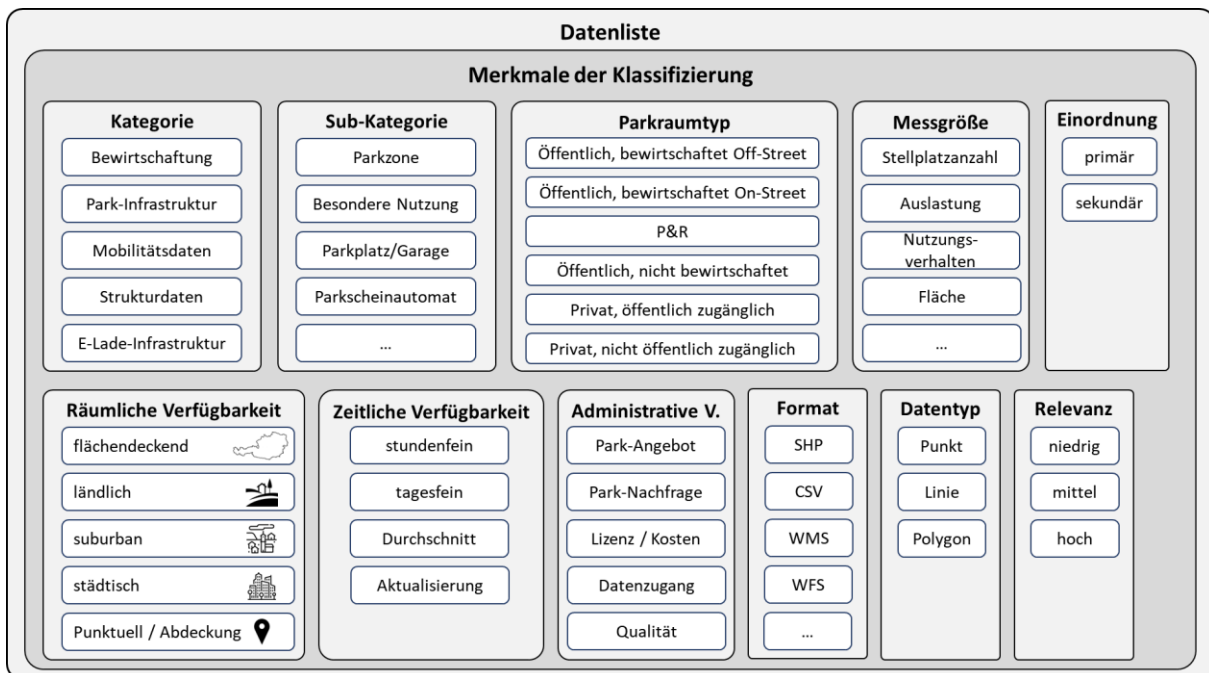


Abbildung 15: Merkmale der Klassifizierung und Bewertung

Hinsichtlich der Klassifizierung nach Parkraumtyp zeigte sich allerdings, dass eine eindeutige Zuordnung der Datensätze zu den sechs Parkraumtypen aufgrund der Heterogenität der Datenquellen und unzureichenden Informationen oft nicht möglich war. Insbesondere die Unterscheidung zwischen öffentlich zugänglichen und privaten Parkflächen ließ sich aus den vorliegenden Attributen selten verlässlich ableiten. Die Klassifikationsinformation kann daher in nachfolgenden Verarbeitungsschritten nur eingeschränkt verwendet werden. Diese Erkenntnis wurde bei der Konzeption und Entwicklung von Hochrechnungsmethoden berücksichtigt.

3.2.3 Datenstrukturierung in Layer

Jeder integrierte Datensatz wird in der Plattform als eigener Layer abgelegt und nach Geometrietyp differenziert (Punkt, Linie, Polygon). Diese Struktur stellt sicher, dass die Datenherkunft jederzeit nachvollziehbar bleibt und datensatzspezifische Bereinigungen oder Auswertungen gezielt durchgeführt werden können. Tabelle 9 zeigt die zentralen Layer, die in den Hochrechnungsverfahren (vgl. Kap. 4) als Eingangsdaten verwendet werden.

Tabelle 9: Primär relevante Layer für die Hochrechnungsverfahren

Layer	Geometrietyp	Räumliche Abdeckung
osm_POINT / osm_POLYGON	Punkt / Polygon	Österreich
park_and_ride_POINT / park_and_ride_POLYGON	Punkt / Polygon	Österreich
parking_garage_POINT / parking_garage_POLYGON	Punkt / Polygon	Österreich
d1m_POLYGON	Polygon	Österreich
gip_SENPA_Wien_LINE / gip_SENPA_Wien_POLYGON	Linie / Polygon	Wien
fmzk_POLYGON	Polygon	Wien
short_term_parking_zone_POLYGON / _LINE	Polygon / Linie	Österreich (teilweise)
e_charging_POINT	Punkt	Österreich
handicapped_POINT	Punkt	Wien, Salzburg, OÖ; flächendeckend Tirol
park_and_ride_timeseries (ÖBB)	Zeitreihe	Österreich
psa_zahlungen_tulln / easyparkdaten_tulln	Zeitreihe	Stadt Tulln

Für Sekundärdaten (z. B. Gemeindegrenzen, NUTS-Einheiten, Strukturdaten, vgl. 3.3.2.9) werden separate Layer verwaltet. Diese dienen in der Hochrechnung als räumliche Bezugsgrößen und für die Aggregation der KPIs auf administrativen oder statistischen Einheiten.

3.2.4 Datenqualitätsbewertung

Die Datenqualitätsbewertung erfolgte u.a. anhand nachfolgender Kriterien:

- Räumliche Abdeckung
- Zeitliche und räumliche Auflösung
- Aktualisierungsintervall
- Vollständigkeit der Attribute
- Eignung für die nachfolgende Datenfusion und die Hochrechnungsverfahren

Die Bewertung berücksichtigte die spezifische Anwendbarkeit für die einzelnen Parkraumtypen und wurde in der Datenliste gepflegt. Eine vertiefte Behandlung des Themas Datenqualität erfolgt in Kap. 3.5.

3.3 DATENQUELLEN UND -FORMATE

Im Folgenden werden die in der PSI-Datenplattform integrierten Datenformate beschrieben sowie die wesentlichen Datenquellen im Detail charakterisiert.

3.3.1 Verarbeitete Datenformate

Die in PSI integrierten Datenquellen liegen in unterschiedlichen Formaten vor. Die Plattform verarbeitet die im österreichischen Geo-Datenbestand relevanten Formate:

- ESRI Shapefile (.shp): Standardformat für viele kommunale Geodaten
- GeoJSON: OSM-Daten, Open-Data-Portale, Web-orientierte Datenquellen
- GeoPackage (.gpkg): DLM, GIP, FMZK sowie aufbereitete Datenbestände
- CSV mit Koordinaten: Parkscheinautomaten, Strukturdaten, kommunale Punkt-Daten
- XML (DATEX II): ÖBB-Park-and-Ride-API für Echtzeit-Belegungsdaten

Als zentrales Ausgabeformat wurde GeoPackage gewählt. Das OGC-Standardformat speichert Vektorgeometrien und Attribute in einer einzigen, portablen Datei und ist vollständig mit gängigen GIS-Werkzeugen (insbesondere QGIS) kompatibel. Eine Überführung in ein räumliches Datenbanksystem (z. B. PostgreSQL/PostGIS) ist durch eine entsprechende Erweiterung der Pipeline möglich. Als einheitliches Koordinatenreferenzsystem wird EPSG:31287 (MGI / Austria Lambert) verwendet, das sich für österreichweite flächenrelevante Auswertungen besonders eignet.

3.3.2 Wesentliche Datenquellen im Detail

Die nachfolgende Beschreibung fokussiert auf jene Datenquellen, die für die Datenfusion und die Hochrechnungsverfahren die größte Bedeutung haben.

3.3.2.1 Graphen-Integrationsplattform (GIP)

Die Graphen-Integrationsplattform (GIP) ist das österreichweite digitale Verkehrsnetz mit standardisierten Geodaten. Für Wien existiert mit dem Parkraumangebotsdaten-Datenmodell (GIP-SENPA-Wien) eine erweiterte Datenstruktur, die detaillierte Linien- und Polygondaten zu Wiener Parkräumen mit Zusatzattributen wie Stellplatzanzahl, Bewirtschaftung und Sondernutzungen bereitstellt. Diese Quelle bildet die qualitativ hochwertigste Eingangsdatenbasis für Wien.

3.3.2.2 Flächen-Mehrweckkarte Wien (FMZK)

Die Flächen-Mehrweckkarte (FMZK) der Stadt Wien bietet hochaufgelöste Polygondaten mit Kategorisierung von Verkehrs- und sonstigen Flächen. In der hierarchischen Datenfusion folgt sie unmittelbar nach GIP-SENPA-Wien.

3.3.2.3 Digitales Landschaftsmodell (DLM)

Das Digitale Landschaftsmodell (DLM) des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen (BEV) liefert hochwertige, österreichweite Polygondaten aus den Themenbereichen Verkehr und Gebietsnutzung. Es bildet die zweitwichtigste Polygon-Quelle nach den GIP- und FMZK-Daten.

3.3.2.4 OpenStreetMap (OSM)

OSM ist die einzige flächendeckende, frei verfügbare Quelle für georeferenzierte Parkdaten in Österreich. Über die Overpass-API werden Punkt-, Linien- und Polygondatensätze abgerufen. Limitierungen sind der regional stark variierende Erfassungsgrad sowie die heterogene Attributqualität, weshalb OSM in der hierarchischen Datenfusion (vgl. Kap. 3.4) als letzte Priorität dient und vorwiegend zum Lückenschluss eingesetzt wird.

3.3.2.5 Park-and-Ride-Daten und ÖBB-API

Punkt- und Polygondaten der ÖBB sowie der Landesverkehrsverbände (Steiermark, Kärnten, Salzburg) wurden zu einem konsolidierten PuR-Layer zusammengeführt. Ergänzend liefert die ÖBB-Park-and-Ride-API die Belegung von diversen PuR-Anlagen im DATEX II-Format und stellt damit die einzige verfügbare Echtzeit-Nachfragequelle in PSI dar.

3.3.2.6 Parkgaragen, Kurzparkzonen und Parkscheinautomaten

Punkt- und Polygondaten zu Parkgaragen stammen vorwiegend aus WKO-Daten (parken.at) und kommunalen Quellen (Wien, Graz, Salzburg, Innsbruck). Kurzparkzonen liegen für Wien, Linz, Innsbruck, Salzburg und Tulln vor (Polygon und Linie). Parkscheinautomaten sind als Punktdaten für mehrere Städte verfügbar. Die Stadt Tulln stellte zusätzlich Zeitreihendaten zu den verkauften Parkscheinen sowie zu EasyPark-Zahlungen zur Verfügung.

3.3.2.7 Weitere Angebotsquellen

Behindertenparkplätze sind als Punktdaten für Wien, Tirol, Oberösterreich und Salzburg verfügbar. Anrainer-Innenparkplätze (Wien) wurden als Liniendatensatz integriert. E-Ladestationen liegen als österreichweiter Punktdatensatz der E-Control vor.

3.3.2.8 Mobilfunkdaten (Invenium Data Insights)

Von Invenium Data Insights wurde ein exemplarischer Mobilfunk-Datensatz mit Quell- und Zielverkehrsinformationen in 15-Minuten-Zeitscheiben beschafft. Diese Daten dienen in der Hochrechnung der Parkraumnachfrage als ergänzende Information für Räume ohne direkte Belegungsdaten.

3.3.2.9 Sekundärdaten

Für die Hochrechnungsverfahren (vgl. Kap. 4) werden zahlreiche Sekundärdaten der Statistik Austria sowie weiterer Institutionen genutzt: Gemeindegrenzen, NUTS-Einheiten, regionalstatistische Rastereinheiten, Hauptwohnsitze (100-Meter-Rasterzellen), Gebäude- und Wohnungsregister, PKW-Bestand auf Bezirksebene, Pendlerstatistik, ÖV-Güteklassen sowie Strukturdaten und Zoneneinteilung des Verkehrsmodells

Österreich (VMÖ). Diese Datensätze werden in der Plattform als separate Layer geführt und in den Hochrechnungs-Transformern als räumliche Bezugsgrößen verwendet.

3.4 DATENINTEGRATION UND -VERARBEITUNG UNTERSCHIEDLICHER DATENQUELLEN

Für die Umsetzung der Datenplattform wurde eine konfigurationsgetriebene Daten-Pipeline in Python entwickelt, die eine flexible und nachvollziehbare Verarbeitung heterogener Geodaten ermöglicht. Die Architektur folgt einem modularen Aufbau mit klar getrennten Verantwortlichkeiten.

3.4.1 Technologie-Stack

Die wichtigsten technischen Komponenten der Plattform sind:

- Programmiersprache: Python 3.12
- Räumliche Verarbeitung: GeoPandas, Shapely, Fiona
- Datenverarbeitung: Pandas, NumPy, textdistance
- XML-Verarbeitung: lxml für die DATEX-II-konforme ÖBB-API
- Ausgabeformat: GeoPackage (OGC-Standard)
- Koordinatenreferenzsystem: EPSG:31287 (MGI / Austria Lambert)
- Download und kontinuierliche Aufzeichnung: requests, schedule, Docker für den ÖBB-Echtzeitdaten-Service

Die konsequente Wahl von Open-Source-Bibliotheken stellt sowohl eine niedrige Einstiegshürde für eine spätere Weiterentwicklung sicher als auch die Vermeidung laufender Lizenzkosten.

3.4.2 Architektur der Daten-Pipeline

Die Daten-Pipeline ist als mehrstufiger Prozess aufgebaut. Abbildung 16: Architektur und Datenfluss der PSI-Daten-Pipeline zeigt die Architektur und den Datenfluss in der Übersicht. Der Verarbeitungsprozess umfasst drei Hauptstufen, die im Folgenden beschrieben sind.

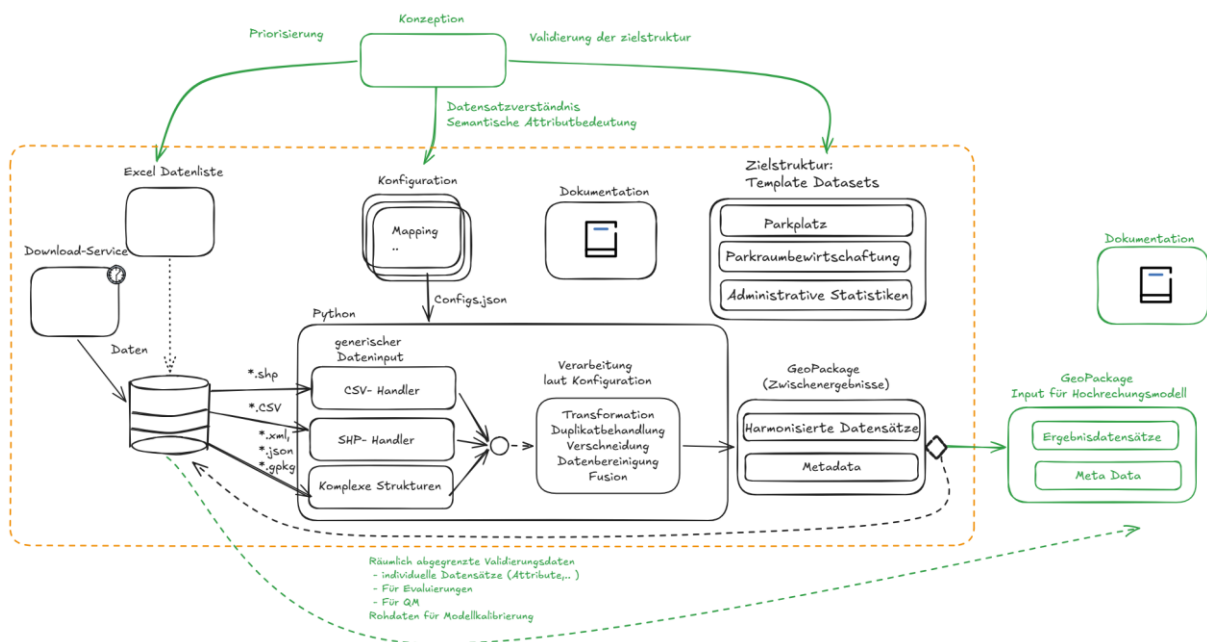


Abbildung 16: Architektur und Datenfluss der PSI-Daten-Pipeline

3.4.2.1 Stufe 1 – Datenimport (Parser)

Für jedes unterstützte Datenformat wurde ein spezialisierter Parser implementiert (vgl. Tabelle 10). Jeder Parser unterstützt darüber hinaus eine Reihe gemeinsamer Verarbeitungsmechanismen:

- Automatische Koordinatentransformation in das Ziel-CRS (EPSG:31287)
- Konfigurierbare Attribut-Umbenennung und -Zuordnung
- Einfügen fixer Attribute (z. B. Datenquelle, Datensatz-ID)
- Optionale CSV-Verschneidung zur Attributanreicherung
- Eingebettete Python-Skripte für datensatzspezifische Transformationen
- Filterung mittels konfigurierbarer Ausdrücke

Tabelle 10: Parser je Eingabeformat

Parser	Eingabeformat	Anwendung
Shape Parser	ESRI Shapefile (.shp)	Kommunale Geodaten, Statistik Austria
GeoJSON Parser	GeoJSON	OSM-Daten, Open-Data-Portale
GeoPackage Parser	GeoPackage (.gpkg)	DLM, GIP, FMZK, aufbereitete Daten
CSV Parser	CSV mit Koordinaten	Parkscheinautomaten, Strukturdaten
XML Parser	DATEX II XML	ÖBB Park-and-Ride API

3.4.2.2 Stufe 2 – Transformation

Für die Verknüpfung, Verschneidung und Aggregation der importierten Daten stehen spezialisierte Transformer zur Verfügung (vgl. Tabelle 11). Sie ermöglichen unter anderem die Zuordnung von Strukturdaten (z. B. Einwohnerdichte, ÖV-Güteklassen) zu Parkflächen sowie die Aggregation von Parkraumdaten auf verschiedene räumliche Einheiten (z. B. Gemeinden, Raster).

Tabelle 11: Transformer-Komponenten der Daten-Pipeline

Transformer	Funktion
OverlaySum	Flächengewichtete räumliche Verschneidung und Aggregation
Merge	GeoPandas-basierte Joins (left/right/inner/outer)
BalancePoint	Schwerpunktbasierte Anreicherung (Point-in-Polygon)
Median/Modus	Statistische Aggregation über räumliche Einheiten

3.4.2.3 Stufe 3 – Nachbearbeitung und Konsolidierung

In der Nachbearbeitung erfolgen die datensatzübergreifenden Bereinigungen, insbesondere die Erkennung und Behandlung von Duplikaten. Der resultierende Basisdatensatz wird als GeoPackage mit mehreren Layern bereitgestellt, wobei die Layer nach Geometrietyp (Punkt, Linie, Polygon) organisiert sind.

3.4.3 Konfigurationssystem

Wiederkehrende Verarbeitungsschritte werden über JSON-Konfigurationsdateien gesteuert. Ein dreistufiges Konfigurationsmodell ermöglicht flexible und wiederholbare Verarbeitungsabläufe:

- Meta-Konfiguration: Orchestrierung mehrerer Einzelkonfigurationen zu einem Gesamtdurchlauf mit definiertem Ausgabe-GeoPackage und Ziel-CRS
- Pipeline-Konfiguration: Pro Datensatz/Transformation werden Parser-Typ, Eingabedaten, Attribut-Mapping, Filter und optionale Skripte definiert
- CSV-Konfiguration: Für zusätzliche Attributverschneidungen werden Join- Spalten und Typkonvertierungen spezifiziert

Dieser konfigurationsgetriebene Ansatz stellt sicher, dass Datenverarbeitungsschritte nachvollziehbar, wiederholbar und ohne Code-Änderungen anpassbar sind.

3.4.4 Datenbereinigung und Duplikaterkennung

Da identische Parkflächen in mehreren Datenquellen enthalten sein können (z. B. eine Park&Ride-Anlage ist in OSM, DLM und im P&R-Datensatz enthalten), wurden mehrere komplementäre Verfahren zur Duplikaterkennung entwickelt und in der Pipeline kombiniert:

- Räumliche Überlappungsanalyse: Polygone mit einer Überlappung von mehr als 50 % werden als potenzielle Duplikate identifiziert und über einen Union-Find-Algorithmus zusammengeführt

- Namensbasierte Ähnlichkeitsanalyse: Mittels Damerau-Levenshtein-Textdistanz werden Datensätze mit ähnlichen Namensattributen identifiziert; bei Polygonen wird zusätzlich der Jaccard-Index der Flächen herangezogen
- Point-in-Polygon-Analyse mit Buffer: Punktdaten werden mit den vorhandenen Polygondatensätzen abgeglichen, um bereits erfasste Parkflächen zu erkennen
- Self-Filter: Für die Bereinigung sich überlagernder Einträge innerhalb eines einzelnen Datensatzes wird eine bundesländerweise Verarbeitung mit R-Tree-Spatial-Index eingesetzt

Die Methodik wurde so konzipiert, dass der Informationsverlust beim Zusammenführen möglichst gering bleibt: Beim Merge werden leere Attribute aus dem Partner-Datensatz aufgefüllt; Stellplatzzahlen werden konservativ über das Maximum aggregiert, um Doppelzählungen zu vermeiden. Sämtliche Schwellwerte und Parameter wurden in mehreren Iterationen in enger Abstimmung mit den entwickelten Hochrechnungsmodellen (vgl. Kap. 4) optimiert.

3.4.5 Hierarchische Datenfusion

Die finale Konsolidierung der Polygon-Layer erfolgt nach einer vordefinierten Datenpriorität:

GIP > FMZK > DLM > OSM

Diese Hierarchie reflektiert Datenqualität und thematische Aktualität der Quellen: GIP-SENPA-Wien liefert die hochwertigsten Detail-Polygone für Wien, FMZK ergänzt für Wien um die kartografische Flächenstruktur, DLM bietet flächendeckend hochwertige Polygone für ganz Österreich, OSM schließt verbleibende Lücken. Sequenzielle Filter-Durchläufe mit angepassten Schwellenwerten (typischerweise 100 m Distanz, Ähnlichkeitsschwelle 0,50) bereinigen Duplikate paarweise zwischen den Layerstufen, abschließend wird je Zieldatensatz ein Self-Filter angewandt.

3.4.6 Integration der ÖBB Park-and-Ride-Echtzeitdaten

Für die kontinuierliche Aufzeichnung der Echtzeitdaten der ÖBB Park&Ride-Anlagen wurde ein eigenständiger Download-Service implementiert. Ein Docker-Container ruft im konfigurierbaren Intervall über die ÖBB-API-Schnittstelle die aktuellen Belegungsdaten ab, versieht sie mit Zeitstempel und persistiert sie. Für die Verarbeitung der Zeitreihendaten wurde ein separater Verarbeitungsmodus (Continuous Mode) der Pipeline implementiert, der die zeitliche Dimension der Daten berücksichtigt.

3.4.7 Iterativer Entwicklungs- und Validierungsprozess

Die Pipeline-Entwicklung erfolgte nicht in einem klassischen Wasserfall-Ansatz, sondern in einem gemeinsamen iterativen Entwicklungs- und Validierungsprozess. Mehrere vollständige Pipeline-Durchläufe wurden durchgeführt, deren Ergebnisse in die Hochrechnungsmodelle (Kap. 4) eingespeist und dort analysiert. Identifizierte Schwachpunkte – etwa fehlerhafte Polygon-Geometrien einzelner ÖBB-Park&Ride-Anlagen, suboptimale Schwellwerte der Duplikaterkennung oder Inkonsistenzen in der Stellplatz-Aggregation – wurden systematisch in die nächste Datenfusion zurückgespielt. Diese wechselseitige Erprobung der Daten-Pipeline, parallel zur Konzeption und Entwicklung des Hochrechnungsverfahrens (vgl. Kap. 4), ermöglichte, das Feedback aus den Modellierungs-Iterationen vollständig in die Datenfusion einzuarbeiten.

3.4.8 Ergebnis

Als Ergebnis liegt die PSI-Datenplattform als modulare, konfigurationsgetriebene Python-Applikation vor, die

- 53 Datensätze aus heterogenen Quellen in ein einheitliches GeoPackage-Format überführt
- durch die konfigurationsgetriebene Architektur jederzeit um neue Datenquellen erweiterbar ist
- eine vollständige Prozesskette von der Datenakquise bis zum fusionierten Analysedatensatz bietet
- in der Lage ist, neben statischen Geodaten auch kontinuierlich aufgezeichnete Zeitreihen zu verarbeiten
- die Grundlage für die Entwicklung des Hochrechnungsverfahrens (vgl. Kap. 4) und die Validierung der Ergebnisse (vgl. Kap. 5) bildet

3.5 SICHERUNG DER DATENQUALITÄT

Da die Aussagekraft des Monitorings unmittelbar von der Datenqualität abhängt, wurde im Projekt ein einheitliches Bewertungssystem entwickelt. Es macht die Qualität jedes Datensatzes transparent, vergleichbar und steuerbar und stellt damit die fachliche Grundlage für die österreichweite Harmonisierung des Parkraummonitorings dar.

3.5.1 Methodischer Hinweis zur Datengrundlage

Im Rahmen der Modellentwicklung wurden bewusst alle öffentlich verfügbaren Parkraumdatensätze in das Hochrechnungsmodell aufgenommen, um eine möglichst breite und repräsentative Datenbasis zu schaffen und die Funktionsfähigkeit des Systems über die gesamte Bandbreite realer Datenqualitäten zu erproben. Diese breite Aufnahme war Voraussetzung dafür, das Modell überhaupt kalibrieren, validieren und ein praxistaugliches Bewertungssystem entlang realer Datenlagen entwickeln zu können (vgl. Kapitel 5.1).

Das hier vorgestellte Qualitätsbewertungssystem mit den Güteklassen A–E wurde im Anschluss daran entwickelt als methodisches Werkzeug zur Steuerung der Datenqualität im künftigen Regelbetrieb sowie der Integration neuer Daten. Es lehnt sich konzeptionell an das 5-Star Rating der TISA (Traveller Information Services Association) für Real-Time Traffic Information (RTTI) an, das im internationalen Kontext einen freiwilligen Rahmen zur Bewertung von Genauigkeit, Vollständigkeit und Aktualität von Verkehrsdaten etabliert hat und u. a. von NAPCORE als Referenzansatz für nationale Zugangspunkte anerkannt ist.

Die konkreten Bewertungsparameter, Schwellenwerte und Qualitätsdimensionen des PSI-Systems wurden eigenständig aus den Erfahrungen im Projekt mit den verfügbaren Parkraumdaten entwickelt. Hintergrund ist, dass sich Parkraumdaten in Datenstruktur, Aktualisierungslogik, Quellenvielfalt und rechtlichen Rahmenbedingungen wesentlich von Echtzeit-Verkehrsdaten unterscheiden und damit eigene, domänenspezifische Bewertungskriterien benötigen. Das PSI-Bewertungssystem übernimmt also die methodische Grundidee eines abgestuften Sterne-/Klassenmodells mit klaren Mindestanforderungen, übersetzt diese aber in ein eigenes, parkraumspezifisches Set von sechs Qualitätsdimensionen und fünf Güteklassen (A–E).

3.5.2 Güteklassen

Das im Projekt entwickelte Qualitätsbewertungssystem dient dazu, die Belastbarkeit jedes einzelnen Datensatzes transparent auszuweisen und die Datenqualität im künftigen Regelbetrieb gezielt steuerbar zu machen. Es folgt analog zum TISA RTTI 5-Star Rating der Logik abgestufter, klar definierter Mindestanforderungen: Jeder Datensatz wird anhand definierter Kriterien bewertet und einer Güteklasse von A bis E zugeordnet. Die Einstufung bestimmt, in welchem Umfang ein Datensatz im Monitoring genutzt werden kann, und schafft damit eine

direkte Verbindung zwischen Datenqualität und Aussagekraft der Ergebnisse. Geprüft werden hierfür sechs Qualitätsdimensionen, die gemeinsam ein vollständiges Bild der Datenqualität ergeben.

Maßgeblich ist dabei das Minimumprinzip: Die Gesamteinstufung eines Datensatzes ergibt sich aus dem niedrigsten Einzelwert über alle Dimensionen. Ein „D“ in einer einzelnen Dimension zieht die Gesamtbewertung automatisch auf „D“ unabhängig davon, wie gut die übrigen Dimensionen abschneiden. Damit wird verhindert, dass kritische Qualitätsmängel durch gute Werte in anderen Bereichen verdeckt werden.

Tabelle 12: Güteklassen für Parkraumdaten

Güteklasse	Charakteristik	S1	S2	S3
A	hochwertige, vollständig dokumentierte Datensätze	✓	✓	✓
B	gute, belastbare Datensätze mit geringen Einschränkungen	✓	✓	✓
C	eingeschränkt belastbare Datensätze	✓	✓	–
D	nur explorativ verwendbar	(✓)	–	–
E	nicht verwendbar	–	–	–

Aus dieser Logik folgt unmittelbar: Je höher das gewählte Szenario, desto strenger die Qualitätsanforderungen an die einfließenden Daten und desto belastbarer die daraus abgeleiteten Aussagen. Die Güteklassen wirken damit als zentrales Steuerungsinstrument, mit dem der Betreiber den Anspruch an die Datenqualität gezielt an den jeweiligen Szenario-Anspruch anpassen kann.

3.5.3 Qualitätsdimensionen

Tabelle 13: Qualitätsdimensionen

Dimension	Was wird geprüft?
Vollständigkeit	Sind alle relevanten Parkflächen erfasst, gibt es Lücken?
Räumliche Genauigkeit	Sind Lage und Geometrie der Parkflächen korrekt verortet?
Sachliche Korrektheit	Stimmen Attribute (Anzahl Stellplätze, Bewirtschaftung) inhaltlich?
Aktualität	Wie aktuell sind die Daten, wann wurden sie zuletzt aktualisiert?
Konsistenz	Sind die Daten über die Zeit und gegenüber anderen Quellen widerspruchsfrei?
Transparenz und Dokumentation	Sind Erhebungsmethode, Quelle und Verarbeitungsschritte nachvollziehbar dokumentiert?

Erst wenn alle sechs Dimensionen gemeinsam betrachtet werden, ergibt sich ein realistisches Bild der Datenqualität und damit eine belastbare Grundlage für die Einstufung in die jeweilige Güteklasse. Die Dimensionen wurden bewusst so gewählt, dass sie sowohl auf bestehende als auch auf künftig hinzukommende Datensätze einheitlich angewendet werden können.

Tabelle 14: Bewertungskriterien der Qualitätsdimensionen

Qualitätsdimension	Bewertungskriterium	A – sehr hoch	B – hoch	C – mittel	D – gering	E – unzureichend
Vollständigkeit	Räumliche & inhaltliche Abdeckung	≥ 95 % Abdeckung und ≥ 95 % Attributvollständigkeit	≥ 85 % Abdeckung, ≥ 90 % Attribute	≥ 70 % Abdeckung oder systematische Lücken	≥ 50 % Abdeckung	< 50 % Abdeckung
Räumliche Genauigkeit	Lage & Geometrie	Geprüfte Polygone, Abweichung < 1 m	Gute Polygone/Linien, < 5 m	Vereinfachte Polygone / Hilfsgeometrien, < 10 m	Grobe Lage, < 25 m	Lage unsicher / Punkt-lage
Sachliche Korrektheit	Parkraumtyp & Attribute	≥ 95 % korrekt klassifiziert	≥ 90 % korrekt	≥ 80 % korrekt	≥ 65 % korrekt	< 65 % korrekt
Aktualität	Datenalter / Updates	Updates ≤ 12 Monate	Updates ≤ 24 Monate	Updates ≤ 5 Jahre	> 5 Jahre alt	Aktualität unbekannt
Konsistenz & Eindeutigkeit	Dubletten & Konflikte	Keine Dubletten, konsistente Layer	Dubletten < 2 %	Dubletten < 5 %, bekannte Konflikte	Dubletten < 10 %	Stark widersprüchlich
Transparenz & Dokumentation	Nachvollziehbarkeit	Quelle, Methode, Annahmen & Versionierung vollständig dokumentiert	Quelle & Methode dokumentiert	Basisinfos vorhanden	Unvollständig dokumentiert	Keine Dokumentation

Die Bewertung der Qualitätsdimensionen ist eine geteilte Aufgabe zwischen Datengebern und Betreiber:

- Datengeber verantworten die ersten vier Dimensionen. Sie können diese Aspekte am besten beurteilen, da sie Erhebung und Pflege der Daten selbst durchführen. Eine detaillierte Anleitung dafür liefert der Handlungsleitfaden.
- Betreiber verantwortet die letzten beiden Dimensionen. Diese Bewertung erfolgt auf Basis der gelieferten Daten und Metadaten und im Zusammenspiel mit den übrigen Datenquellen des Monitorings.

3.5.4 Integration neuer Daten

Für die Aufnahme neuer Datensätze in den Regelbetrieb wurde ein standardisierter Ablauf definiert. Er stellt sicher, dass die Bewertung konsistent erfolgt, der Aufwand kalkulierbar bleibt und die Einordnung der Datensätze in die Güteklassen für alle Beteiligten transparent nachvollziehbar ist.

Schritte der Datenintegration:

1. **Identifikation und Erstkontakt:** Sichtung neuer potenzieller Datenquellen, Kontaktaufnahme mit dem Datengeber, Abklärung von Verfügbarkeit, Format und rechtlichen Rahmenbedingungen.
2. **Klärung der Nutzungsrechte:** Abschluss bzw. Aktualisierung der Nutzungsvereinbarung als Voraussetzung für die Aufnahme in den Regelbetrieb.
3. **Erstbewertung der Datenqualität:** Selbsteinschätzung des Datengebers entlang der ersten vier Qualitätsdimensionen (Vollständigkeit, räumliche Genauigkeit, sachliche Korrektheit, Aktualität); Unterstützung durch den Handlungsleitfaden.
4. **Technische Übernahme & Plausibilisierung:** Import in die Datenplattform, automatisierte Plausibilitätsprüfungen, Bewertung der Konsistenz und der Dokumentation durch den Betreiber.
5. **Einstufung in eine Güteklasse (A–E):** Gesamteinstufung nach dem Minimumprinzip; transparente Kennzeichnung des Datensatzes im Monitoring.
6. **Verwendung gemäß Betriebsszenario:** Nutzung des Datensatzes entsprechend der im jeweiligen Szenario zulässigen Güteklassen.

Pragmatischer Hinweis zur Datenrealität

In der Praxis ist die Aktualisierungsfrequenz der Parkraumdaten sehr unterschiedlich: Während einzelne Datengeber jährlich oder unterjährig aktualisieren, werden andere Bestände insbesondere kommunale oder historisch gewachsene Datensätze teilweise nur alle 5 bis 10 Jahre überarbeitet. Eine vollständige und zeitnahe Aktualisierung aller Datensätze ist daher weder kurzfristig erreichbar noch realistisch zu erwarten.

Vor diesem Hintergrund ist die Aufnahme von Datensätzen in das Monitoring bewusst auch eine Ermessensentscheidung des Betreibers: Im Zweifelsfall ist es für die Aussagekraft des Gesamtsystems sinnvoller, einen Datensatz mit geringerer Güteklasse aufzunehmen und transparent zu kennzeichnen, als auf Informationen zu einem Gebiet ganz zu verzichten. Die Güteklassen-Systematik schafft hierfür den notwendigen Rahmen: Sie macht die unterschiedliche Qualität sichtbar, ohne den Datenbestand künstlich zu verkürzen und unterstützt damit eine realistische, schrittweise Verbesserung der Datenqualität im laufenden Betrieb.

Kapitel

4

KONZEPTION UND ENTWICKLUNG
VON HOCHRECHNUNGSMETHO-
DEN

4 KONZEPTION UND ENTWICKLUNG VON HOCHRECHNUNGSMETHODEN

Das Ziel des im Folgenden beschriebenen Hochrechnungsverfahrens ist die Berechnung bzw. Schätzung der in Kapitel 2.2 definierten KPIs mit Projektrelevanz. Das Stellplatzangebot und der Flächenverbrauch stellen KPIs des Parkraumangebots dar, die als quasi-statisch angesehen werden, da Änderungen des Parkraumangebots nur vereinzelt auftreten. Wohingegen die Parkdauer, der Parkzielverkehr, die Parkplatzumschlagrate, die Stellplatzverfügbarkeit und die Parkplatzbelegung als äußerst dynamische KPIs der Parkraumnachfrage zu verstehen sind.

4.1 STATUS QUO HOCHRECHNUNGSMETHODEN

Basierend auf einer eingehenden Literaturrecherche zum ruhenden Verkehr werden im Folgenden bereits angewandte Hochrechnungsmethoden erläutert. In den analysierten Arbeiten wurden unterschiedliche Merkmale bzw. Variablen untersucht, um Rückschlüsse auf das Parkraumangebot oder die Parkraumnachfrage zu ziehen. Dabei wurden auf Basis von Gebieten mit einer guten Datenlage (wo bereits Vollerhebungen durchgeführt wurden) diverse Regressionsmodelle erstellt, um Informationen zum ruhenden Verkehr in Gebiete mit nicht ausreichender Datenlage zu übertragen.

4.1.1 Literaturrecherche

In Rikus et al. (2015) werden Datenlücken von parkverkehrsrelevanten Kenngrößen (z. B. Pkw-Stellplätze im öffentlichen Raum, Pkw-Stellplätze im privaten Raum, Modal-Split Anteil mIV oder Pkw-Bestand) mittels Regressionsanalysen gefüllt. Basierend auf den selektiv verfügbaren städtischen mobilitätsbezogenen Informationen aus Erhebungen sowie den flächendeckenden stadt- und raumbezogenen Informationen werden Zusammenhänge zwischen der Siedlungsdichte und der Pkw-Stellplatzanteile im öffentlichen Raum, in Garagen, Carports oder private Stellplätze identifiziert. Für die Abschätzung des Parkplatzsuchverkehrs wurden Städte-Cluster gebildet, die Städte mit ähnlichen Rahmenbedingungen zusammenfassen.

In Molitor et al. (2021) wurden, auf Basis der Einwohnerdichten, fünf Kategorien für Gemeinden gebildet. OSM-Daten dienen als Grundinformation für die Hochrechnung. Für die Abgrenzung der Erhebungsgebiete wurden die Grenzen der Katastersektionen gewählt. Jede Katastersektion wird durch Einwohnerdichte, Urbanitäts-Level, Verteilung der Einwohner:innen über Bebauungsplan-Zonen, Gesamtlängen der Straßen, Anteil kommerzieller und industrieller Nutzung an der gesamten bebauten Fläche und der geografischen Lage charakterisiert. Die Stichprobenziehung und Erhebung umfasst 10 Katastersektionen. Bei der Zusammensetzung der Stichprobe wurde auf eine ausgewogene Verteilung der Merkmale in den auszählenden Gebieten geachtet. Die Erhebung der Stellplätze in den Katastersektionen wurde auf Basis von Orthofotos und Befahrungen der Straßen mit Cyclomedia durchgeführt. Für jene Fälle, in denen auch die Befahrung der Straßen keine Möglichkeit bietet, die Stellplätze zu erheben, wurden die Stellplätze anhand von Richtwerten abgeschätzt. Für die Tiefgaragen wurde so ein Wert von 25 m² pro Stellplatz inkl. Zu- & Anfahrtsweg angenommen. Durch die Grundflächen der Gebäude aus dem Geoportal konnte somit die Stellplatzanzahl geschätzt werden.

Für jede Stellplatzgruppe (private Stellplätze in Wohngebieten; öffentliche, halböffentliche und gewerbliche Parkplätze und Parkgaragen; Stellplätze in den Straßen) wurden Merkmale identifiziert, die als erklärende Variablen in den Hochrechnungsmodellen verwendet werden. Für jede Stellplatz-Gruppe wird auf Grundlage der Stichprobenerhebung eine Regressionsfunktion angepasst, die für eine anschließende Hochrechnung genutzt wird. Im Zuge der Hochrechnung werden zudem auch weitere statistische Abhängigkeiten zwischen Stellplatzzahlen und Merkmalen der Sektion geprüft, um gegebenenfalls durch Gewichtung der Sektionen in der Stichprobe repräsentative Verteilungen abzubilden und Verzerrungen entgegenzuwirken. Für die einzelnen Stellplatzgruppen wurde mittels unterschiedlicher Methodik folgende Ergebnisse erzielt:

- Für **private Stellplätze in Wohngebieten** wird je Stellplatztyp die Anzahl an Stellplätzen pro Einwohner:in durch die Bebauungsplan-Zone abgeschätzt. Für Gemeinden ohne Bebauungsplan-Zonen werden das Einwohnerdichte-Level der Sektion und das Urbanitäts-Level der Gemeinde als erklärende Variable verwendet. Dabei werden mit linearen Modellen absolute Fehler zwischen 10,5% und 14,8% erreicht, was aufgrund der stark gestreuten Eingangsdaten ein sehr akzeptabler Fehler ist. Das Modell für Gemeinden ohne Bebauungsplan-Zonen erreicht einen ähnlichen absoluten Fehler bei einem Bestimmtheitsmaß (R^2) von 0,54.
- **Öffentlich zugängliche Parkplätze und Parkgaragen** werden auf Basis der OpenStreetMap-Daten und geeigneten Umrechnungsschlüsseln abgeschätzt. Es wird angenommen, dass die Erfassungsrate von Merkmalen der Katastersektion abhängen könnte. Daher wird der Umrechnungsschlüssel zwischen der automatisch aus OSM ermittelten Parkplatzfläche und Stellplatzanzahl als Funktion des Einwohnerdichte-Level geschätzt. Die Bestimmung der Umrechnungsschlüssel erfolgt auf Basis der manuell erhobenen Stellplatzzahlen für die in der Stichprobe enthaltenen Sektionen. Mit dieser Methode konnte ein absoluter Fehler von 7,1% erreicht werden, wobei das Bestimmtheitsmaß 0,94 beträgt.
- Die Hochrechnung der **Stellplätze in den Straßen** erfolgt auf Grundlage der Stichprobe für jede Straßenkategorie und Ausrichtung der Stellplätze. Die erklärenden Variablen sind hier Länge der Straßenabschnitte pro Straßenkategorie und Einwohnerdichtelevel. Die absoluten Fehler dieser Methode weisen deutlich höhere Werte und auch höhere Streuungen auf (4,26%-41,6%), was darauf hindeutet, dass die Vorhersage der einzelnen Stellplatzkategorien nur sehr eingeschränkt aussagekräftig ist. Auch das Bestimmtheitsmaß von 0,17-0,37 lässt darauf schließen, dass diese Hochrechnung nur eingeschränkt aussagekräftig ist. Werden die Stellplätze in den Straßen geographisch auf Sektionsebene aggregiert, verringern sich die absoluten Fehler auf einen zufriedenstellenden Bereich von 4,02% bis 13,45%.
- Die Hochrechnung der **gewerblichen, öffentlichen und halböffentlichen Hoch- und Tiefgaragen** erfolgte auf Basis der erhobenen Werte aus den Erhebungssektionen. Des Weiteren wurden die Werte der Variable „Industrie_Commerce“ und das Einwohnerdichte-Level sowie die Einwohnerzahl berücksichtigt. Es wurde ein abgestuftes Verfahren angewandt, um die Stellplätze auf ganz Luxemburg (ohne Stadt Luxemburg) hochzurechnen. Für die Stadt Luxemburg wurde auf Daten aus Vollerhebungen zurückgegriffen.

In Deschermeier et al. (2023) wird der **Stellplatzbedarf im Wohnungsbau** untersucht. Dabei wird der funktionale Zusammenhang zwischen dem Stellplatzbedarf und den erklärenden Merkmalen (Art der Wohnung, Lage, weitere exogene Merkmale) als lineares Regressionsmodell formuliert. Die erklärenden Variablen lassen sich in folgende drei Gruppen unterteilen:

- **Eigenschaften des Gebäudes und der Umgebung:**
 - Zusammengefasster regionalstatistischer Raumtyp
 - Gebäudetyp
- **Eigenschaften der Lage und der Erreichbarkeit:**
 - Qualität der Wohnlage des Hauses (4 Kategorien = Qualitätsstufen)
 - Qualität des ÖPNV (4 Kategorien = Qualitätsstufen)
 - Qualität der Nahversorgung (4 Kategorien = Qualitätsstufen)
 - Luftlinienentfernung zur nächsten ÖV-Haltestelle (Straßenbahn, U-Bahn, Bus, Bahn) mit mindestens 28 Abfahrten an einem Werktag

- **Eigenschaften des Haushalts:**

- Haushaltstyp (4 Kategorien)
- Anzahl Erwachsener im Haushalt (3 Kategorien)
- Dummy-Variable für Haushalte mit Mitgliedern von mindestens 75 Jahren
- Anzahl Kinder unter sechs Jahren im Haushalt
- Miete versus Eigentum (Dummy-Variable)
- Ökonomischer Status des Haushalts (4 Kategorien)
- Carsharing-Mitgliedschaft im Haushalt vorhanden (Dummy-Variable)
- Mindestens ein Motorrad ist im Haushalt vorhanden (Dummy-Variable)

Wird durch das Regressionsmodell der Stellplatzbedarf für einen durchschnittlichen deutschen Haushalt bestimmt, ergibt sich ein Bedarf von 1,31 Stellplätzen pro Haushalt und damit genau der deutschlandweite Mittelwert des Kfz-Besitzes.

In Stopic et al. (2023) wurde aus bekannten Stellplätzen, bereitgestellt über die Open Data Plattform von Alkmaar, ein Stellplatzschlüssel je Quadratmeter berechnet. Dabei wurden die räumlichen Darstellungen der bekannten Parkplätze und der ausgewiesenen Parkplätze verwendet, um eine Beziehung zwischen Parkplätzen und Fläche herzustellen. Wo sich die beiden Datensätze überschneiden, wurde die Anzahl der Parkplätze ermittelt, mit der Fläche des gesamten Stellplatzes verglichen und eine lineare Regression geschätzt. Dabei wurde für Alkmaar ein Bestimmtheitsmaß von 0,95 erreicht.

In Fürst et al. (2021) wurde das Stellplatzangebot, basierend auf einer Stichprobenerhebung, über die durchschnittliche Stellplatzanzahl pro km Straßenkante hochgerechnet. Ebenfalls wurden die Kurzparkstellplätze anhand der durchschnittlichen Stellplatzanzahl pro km Straßenkante, basierend auf den Kurzparkstreifen der Stadt Wien, hochgerechnet. Die Dauerstellplätze wurden durch Differenzbildung der beiden zuvor hochgerechneten Stellplatzzahlen abgeschätzt. Temporär nicht verfügbare Stellplätze und Sonderstellplätze wurden basierend auf einer Stichprobenerhebung als relatives Verhältnis zur Anzahl der Dauerstellplätze bestimmt.

Für die Hochrechnung der Parkraumbelegung wurden Korrelations- und Regressionsanalysen, auf Basis der Stichprobenerhebung, durchgeführt. Dabei wurden folgende potenzielle Einflussvariablen auf die Stellplatzbelegung der uneingeschränkt nutzbaren Dauerstellplätze untersucht: Einwohner:innen pro km Straßenkante, Arbeitsplätze pro km Straßenkante, Motorisierung (Privat-Kfz pro 1000 Einwohner:innen), Gebäudealter, ÖV-Güteklasse, Anzahl der Handelsbetriebe pro km Straßenkante, Anzahl der Gastronomiebetriebe pro km Straßenkante. Aufbauend auf diesen Analysen wurde ein multiples-lineares Regressionsmodell erstellt und dessen Bestimmtheitsmaß und statistische Signifikanz berechnet. Die Hochrechnung der Parkraumbelegung der Dauerstellplätze erfolgte anhand dieses Regressionsmodells gesondert für Vormittag (09:00-11:00) und Abend (20:00-22:00). Für die Parkraumbelegung der Kurzparkzonen erfolgte keine Hochrechnung, indes wurde die durchschnittliche Belegung von Kurzparkzonen gemäß Erhebung als für den Gesamtbezirk repräsentativ angenommen.

Bedingt durch das baublockfeine Hochrechnungsverfahren könnte es in der Kartendarstellung der Ergebnisse, zu starken optischen Sprüngen zwischen benachbarten Baublocken kommen. Aus diesem Grund wurde für jeden Baublock ein gleitender Durchschnitt der hochgerechneten Belegung unter Berücksichtigung der jeweils umgebenden Baublöcke innerhalb einer definierten Entfernung berechnet. Jeder Baublock beeinflusst damit rechnerisch die Belegung seiner benachbarten Baublöcke und es kann eine realitätsnahe Belegungsverteilung dargestellt werden.

Neben den hier angeführten Hochrechnungsmethoden wurden in den vergangenen Jahren auch alternative Datenquellen zur Bestimmung des Stellplatzangebotes untersucht. So wurden beispielsweise auf Basis der OSM-Daten oder der Graphenintegrations-Plattform (GIP) Modelle entwickelt, um das Stellplatzangebot abzuschätzen. Außerdem wurde in mehreren Arbeiten die Verwendung von Bilddaten (Befahrungs-, Befliegungsaufnahmen oder Satellitenbilder) zur Ermittlung von On-Street Parkplätzen und zur Analyse der Nutzung

untersucht. In beiden Fällen handelt es sich jedoch nicht um Hochrechnungsmethoden, sondern um Methoden zur Ermittlung des Stellplatzangebotes (vgl. Kapitel 2.3).

4.1.2 Erkenntnisse für die Entwicklung eines Hochrechnungskonzeptes

Die oben angeführten Arbeiten zeigen, dass sich Informationen zum ruhenden Verkehr von Gebieten mit einer guten Datenlage durch Regressionsmodelle in Gebiete mit nicht ausreichender Datenlage übertragen lassen. Dabei ist es notwendig Zusammenhänge zwischen den erklärenden Variablen (z. B. die Einwohnerdichte oder Kfz-Zulassungen) und den abhängigen Variablen (z. B. das Stellplatzangebot oder Parkplatzbelegung in einem Gebiet) zu identifizieren. Bei der Erstellung eines multiplen Regressionsmodells ist auf eine geringe Kollinearität der erklärenden Variablen zu achten, um ungenauen Schätzungen der Regressionsparameter entgegenzuwirken.

Außerdem ist davon auszugehen, dass die Modellgüte und somit auch die Übertragbarkeit deutlich von der Gruppierung der Raumaggregate auf Basis der erklärenden Variablen abhängt. Hierbei können Cluster-Algorithmen angewandt werden, um sinnvolle Gruppen von Raumaggregaten zu bilden.

4.2 ENTWICKLUNG DES HOCHRECHNUNGSVERFAHRENS

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Literatur und den im Zuge der Erstellung der Datenplattform gewonnenen Erkenntnissen wurde ein geeignetes Hochrechnungsverfahren entwickelt um flächendeckend die in Kapitel 2.2 definierten KPIs zu berechnen. Das entwickelte Hochrechnungsverfahren lässt sich in zwei grundlegend unterschiedliche Teile gliedern, die dennoch stark miteinander verknüpft sind: die Hochrechnung des Parkraumangebots und die Hochrechnung der Parkraumnachfrage.

4.2.1 Parkraumangebot

Durch die Aufbereitung und Harmonisierung sämtlicher verfügbarer Datensätze (vgl. Kapitel 3) konnte eine Datengrundlage geschaffen werden, anhand derer eine Schätzung des Parkraumangebots ermöglicht wurde. Trotz der Harmonisierung, Bereinigung und Fusionierung der einzelnen Datensätze, erfordert die Hochrechnung des Parkraumangebots ein komplexes Verfahren, da einerseits die Erfassungsrate (wie viel Prozent der in der Realität vorhandenen Parkflächen im jeweiligen Datensatz enthalten sind) nicht bekannt ist und da andererseits die Stellplatzanzahl der einzelnen Parkraum-Polygone in vielen Datensätzen eine große Unbekannte darstellt.

In Abbildung 17 ist die Systemskizze zur Schätzung des Stellplatzangebots dargestellt. Das Verfahren lässt sich in zwei aufeinander aufbauende Teile gliedern:

- **Mikro-Ansatz:** Ein zentraler Punkt für die Hochrechnung des Parkraumangebots ist die Information wie viele Stellplätze die einzelnen Parkplatz-Polygone enthalten und von welchen erklärenden Variablen die Anzahl der Stellplätze abhängig ist. Wenn diese Zusammenhänge identifiziert werden, kann für Parkplatz-Polygone mit nicht dokumentierter Stellplatzanzahl eine Schätzung dieser erfolgen, womit die Erfassungsrate (wie viel Prozent der in der Realität vorhandenen Parkflächen im gesamten Datensatz enthalten sind) als einzige unbekanntes Größe verbleibt.
- **Makro-Ansatz:** Um das Stellplatzangebot flächendeckend abzuschätzen, werden die Parkplatz-Polygone auf Rasterzellen umgelegt und anhand von Regressionsmodellen unter Berücksichtigung der Strukturdaten hochgerechnet (vgl. Kapitel 4.2.1.2). Basierend auf diesen Stellplatzzahlen und dem mittleren Flächenverbrauch pro Stellplatz je Parkraumtyp wird der Flächenverbrauch des gesamten Parkraums hochgerechnet.

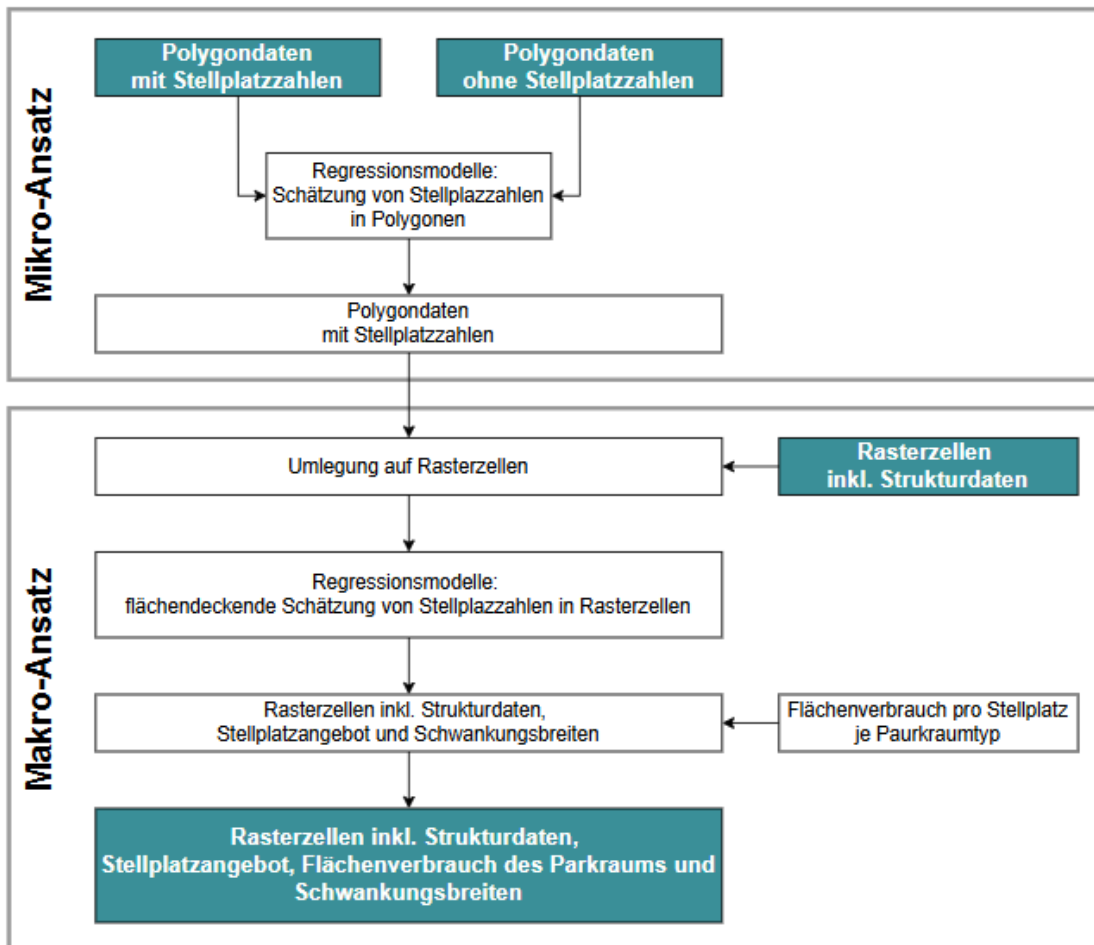


Abbildung 17: Systemskizze zur Schätzung des Stellplatzangebots

4.2.1.1 Mikro-Ansatz: Schätzung des Stellplatzangebots der Polygon-Layer

Aufbauend auf eine eingehende Analyse der Polygon-Datensätze mit bekannten Stellplatzzahlen konnten die in Abbildung 18 dargestellten Zusammenhänge zur Schätzung des Stellplatzangebots der Polygon-Layer identifiziert werden. Dabei wurden sämtliche Datensätze auf einen plausiblen Bereich beschränkt, um eine Generalisierbarkeit der gesamtheitlichen Hochrechnungsmethodik sicherzustellen. Als plausible Daten werden alle Parkplatz-Polygone bezeichnet, die eine durchschnittliche Stellplatzgröße von 8,0 – 70,0 m² aufweisen. Die untere Grenze entspricht in etwa der Größe eines Kompaktklasse PKW⁶. Wohingegen für die obere Grenze die doppelte Größe der in „FGSV - Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs“ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2005) angeführten maximalen Größe eines Parkstandes (Stellplatz) der Parkflächeneinteilung für verfügbare Nutzflächen gewählt wurde, da speziell in Parkgebäuden Rangier- und Rampenflächen sowie tragende Bauteile in den Polygon-Flächen enthalten sind.

⁶ https://www.volkswagen.at/dam/files/1799deeb3cf04205c51d4b2e49dcce6df1b9a109/1f6c09d3c64870ad2e0d1da3d6c36347/ac1a9d4e-9802-4b18-b601-de8ca5512536/Golf_Abmessungen_01-2025

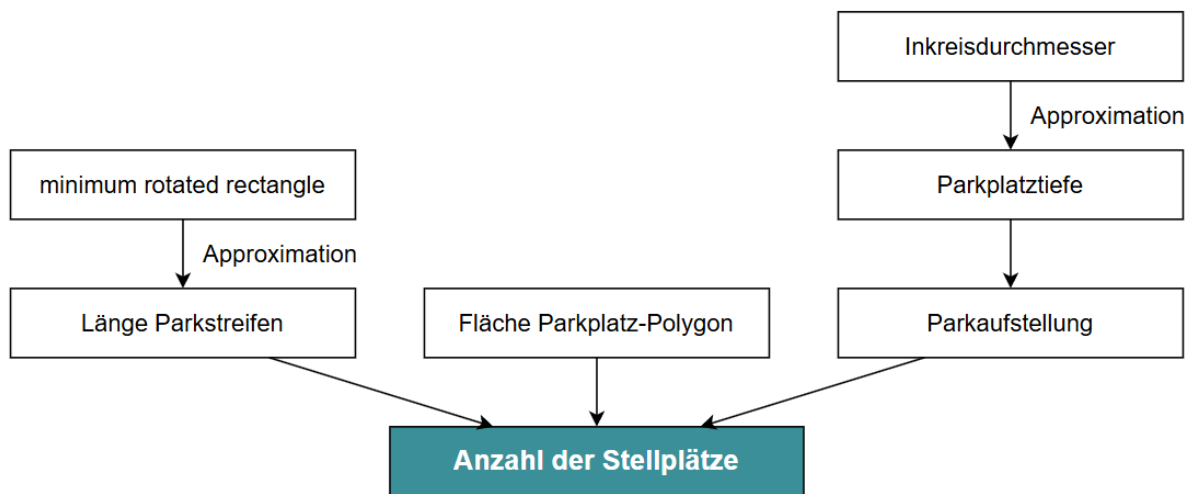


Abbildung 18: Erklärende Variablen zur Schätzung der Stellplatzanzahl in Polygonen

Die Anzahl der Stellplätze in einem Parkplatz-Polygon ist von der Fläche des Parkplatz-Polygons, der Parkaufstellung (Längs-, Schräg- oder Senkrechtaufstellung, Flächenparkplatz, Parkgebäude) und bei Parallelaufstellungen von der Länge der Parkstreifen abhängig.

Da die Information über die Länge der Parkstreifen nur in den seltensten Fällen vorhanden ist, wird als Approximation die maßgebende Kante des „minimum rotated rectangle“ verwendet. Die Parkaufstellung ist von der Parkplatztiefe abhängig, die durch den größten einzuschreibenden Kreis in einem Parkplatzpolygon approximiert werden kann. Im Gegensatz zu den Parkplatztiefen können die Inkreis-Durchmesser der einzelnen Parkplatzpolygone über deren Geometrie berechnet werden. Anschließend werden die Inkreis-Durchmesser für die Klassifizierung der Parkaufstellung verwendet. Eine Analyse des Datensatzes hat folgende Grenzen für die Klassifizierung ergeben:

Tabelle 15: Grenzwerte der Inkreis-Durchmesser zur Klassifizierung der Parkaufstellung

Parkaufstellung	Min. Inkreis-Durchmesser	Max. Inkreis-Durchmesser
Längsaufstellung	0,00 m	3,50 m
Schrägaufstellung	3,51 m	4,75 m
Senkrechtaufstellung	4,76 m	8,50 m
Flächenparkplatz/ Parkgebäude	8,51 m	

Mit den in Tabelle 15 dargestellten Grenzwerten konnte eine Klassifizierungsgenauigkeit von 0,965 mit einem F1-Score von 0,964 erreicht werden. Daher wird die Klassifizierung der Parkaufstellung als ausreichend genau angesehen.

Somit können für alle Parkplatz-Polygone der Datenplattform die Länge der Parkstreifen, die Parkaufstellung und die Fläche der Polygone berechnet werden. Anhand dieser erklärenden Variablen werden Regressionsmodelle zur Schätzung der Anzahl der Stellplätze entwickelt. Hierfür werden geeignete Regressionsfunktionen an die Daten der Parkplatz-Polygone mit bekannten Stellplatzzahlen angepasst. Dabei ist zu beachten, dass eine Überanpassung an die Daten (Overfitting) stattfinden kann, die nach Möglichkeit zu vermeiden ist um ein generalistisches Modell, welches für ganz Österreich anwendbar ist, sicherzustellen.

Der gesamte Datensatz wurde nach dem typischen Machine-Learning Ansatz in einen Trainings- und Testdatensatz aufgeteilt. Um sicherzustellen, dass die Datensätze dieselbe Charakteristik aufweisen, wurde eine Hilfsvariable erstellt. Diese enthält einerseits Informationen über den ursprünglichen Polygon-Layer und andererseits Informationen über die Parkordnung (z. B.: Flächenparkplatz). Basierend auf der Verteilung dieser Hilfsvariable wurden mittels zufälliger Ziehung 80% des gesamten Datensatzes ausgewählt, die den Trainingsdatensatz bilden. Dieser Datensatz wurde verwendet, um das Regressionsmodell zu entwickeln, zu trainieren sowie die Modellparameter zu bestimmen. Die übrigen 20% des gesamten Datensatzes bildeten den Testdatensatz, anhand dessen geprüft wurde, ob das Regressionsmodell generalisierbar ist und ob ein Overfitting des Modells an die Trainingsdaten stattfindet.

Modellentwicklung mit Trainingsdaten

Im Zuge der Modellentwicklung wurden die Zusammenhänge zwischen erklärenden Variablen und der Stellplatzanzahl untersucht. Dabei wird die Modellgüte der unterschiedlichen Parkaufstellungen über das Bestimmtheitsmaß R^2 ausgedrückt. Außerdem wurde besonderes Augenmerk auf die Fehler der Hochrechnungsmethoden, ausgedrückt durch den „mittleren absoluten Fehler“ (MAE = Mean Absolute Error) und durch den „Wurzel aus dem mittleren quadratischen Fehler“ (RMSE = Root Mean Squared Error), gelegt.

Die erste hier angeführte erklärende Variable zur Schätzung der Stellplatzanzahl ist die Länge der Parkstreifen. Die angeführten Stichprobengrößen (n) beziehen sich auf Parkplatzpolygone, die üblicherweise mehrere Stellplätze enthalten. Es konnten folgende lineare Zusammenhänge ermittelt werden, die in Abbildung 19 dargestellt sind:

- Senkrechtaufstellung: (n = 5.907)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,670$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 1,680 + Parkstreifenlänge\ [m] * 0,232$
- Schrägaufstellung: (n = 7.176)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,724$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 0,425 + Parkstreifenlänge\ [m] * 0,215$
- Längsaufstellung: (n = 52.141)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,850$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 0,238 + Parkstreifenlänge\ [m] * 0,158$
- MAE = 1,238 Stellplätze
- RMSE = 2,520 Stellplätze

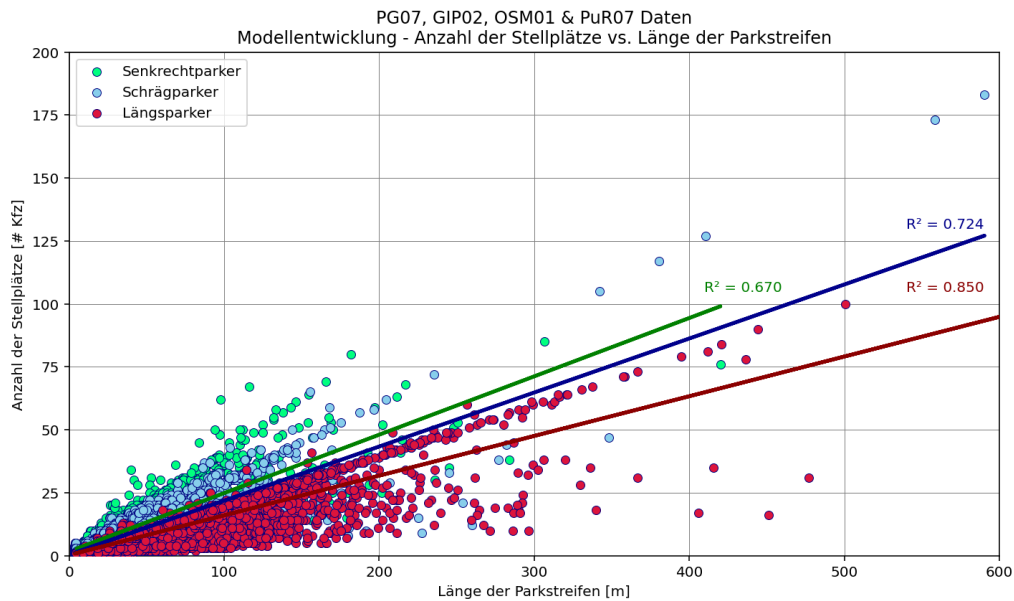


Abbildung 19: Modellentwicklung – Anzahl der Stellplätze vs. Länge der Parkstreifen

Als nächstes wurde die Parkfläche als erklärende Variable verwendet, um die Stellplätze von Parkplätzen außerhalb von Parkgebäuden zu schätzen (Abbildung 20). Für die Parkaufstellungen Senkrecht-, Schräg- und Längsaufstellung konnten wieder lineare Zusammenhänge bestimmt werden, wohingegen für Flächenparkplätze eine Potenzregression mit Verschiebungsparameter verwendet wurde:

- Senkrechtaufstellung: (n = 5.892)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,729$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 1,203 + Parkfläche\ [m^2] * 0,050$
- Schrägaufstellung: (n = 6.801)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,789$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 0,251 + Parkfläche\ [m^2] * 0,057$
- Längsaufstellung: (n = 51.559)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,830$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 0,384 + Parkfläche\ [m^2] * 0,070$
- Flächenparkplatz: (n = 2.668)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,706$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 0,276 + 0,047 * Parkfläche\ [m^2]^{0,96}$
- MAE = 1,737 Stellplätze
- RMSE = 9,517 Stellplätze

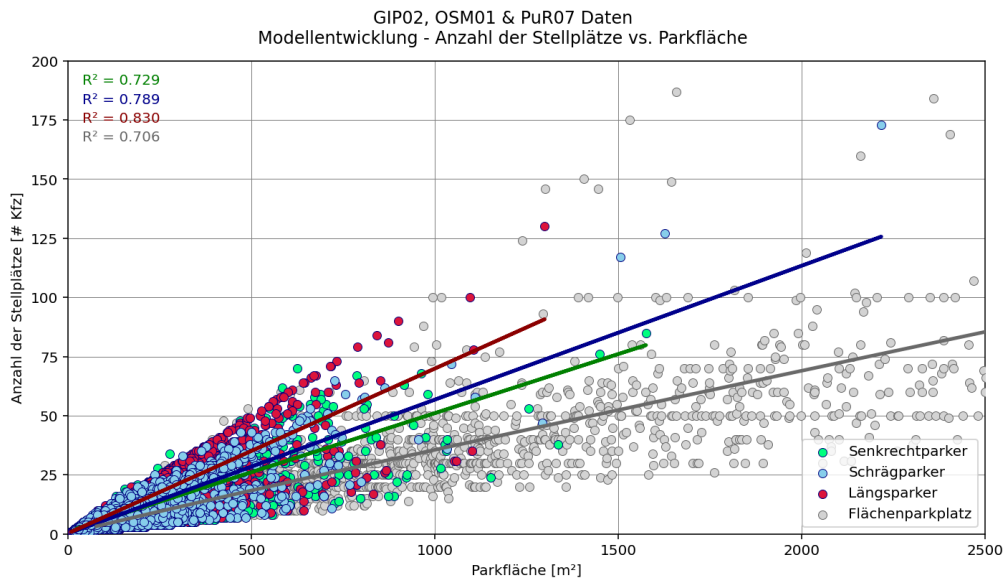


Abbildung 20: Modellentwicklung – Anzahl der Stellplätze vs. Parkfläche

Zur Schätzung der Stellplätze in Parkgebäuden wurde ebenfalls die Parkfläche bzw. die Gebäudehülle als erklärende Variable verwendet. Erste Analysen zeigten, dass die Gruppe der Parkgebäude äußerst heterogen ist, was die Erstellung von adäquaten Regressionsmodellen erschwert. Um dennoch eine Hochrechnungsmethodik für Parkgebäude zu konzipieren, wurden weitere Attribute des Datensatzes untersucht, die eine feinere Unterteilung der Parkgebäude ermöglichen. Basierend auf dem *parkingType*, der größtenteils aus den OSM-Daten bekannt ist, wurden folgende drei Typen von Parkgebäuden definiert und der Trainingsdatensatz entsprechend klassifiziert:

- Typ_0: parkingType = 'carports', 'garage_boxes', 'lane', 'street_side', 'surface', 'garage'
- Typ_1: parkingType = 'multi-storey', 'rooftop', 'underground'
- Typ_2: parkingType = 'None'

Nachfolgend wurde für jeden der drei Parkgebäude Typen jeweils ein eigenes Regressionsmodell zur Schätzung der Stellplätze entwickelt. Sowohl die Güteparameter als auch die in Abbildung 21 dargestellten Zusammenhänge zeigen, dass diese Gruppe von Parkplätzen die größten Streuungen der Stellplatzzahlen aufweist und damit die geringsten Genauigkeiten erreicht werden. Die Fehler sind zwar deutlich höher als jene der anderen Parkraumtypen, jedoch deutlich geringer als durch eine Schätzung über den Mittelwert ohne Verwendung eines lineares Regressionsmodells.

- Typ_0: (n = 94)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,730$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 9,478 + Parkfläche\ [m^2] * 0,026$
- Typ_1: (n = 162)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,557$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 79,988 + Parkfläche\ [m^2] * 0,038$
- Typ_2: (n = 51)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,549$
 $Anzahl\ der\ Stellplätze = 83,933 + Parkfläche\ [m^2] * 0,025$
- MAE = 80,681 Stellplätze
- RMSE = 148,720 Stellplätze

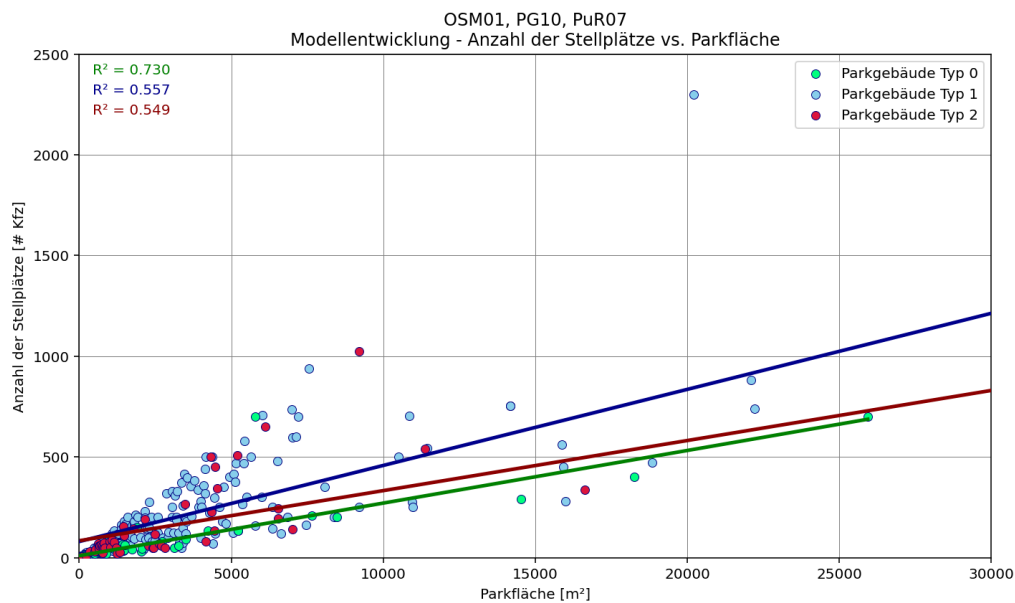


Abbildung 21: Modellentwicklung – Parkgebäude: Anzahl der Stellplätze vs. Parkfläche

Somit wurden insgesamt 10 unterschiedliche Regressionsmodelle erstellt, die jeweils für eine Gruppe von Parkplatzpolygonen anwendbar sind, um die Anzahl der Stellplätze zu schätzen.

Da für On-Street Parkplätze (Senkrecht-, Schräg- und Längsaufstellung) die Anzahl der Stellplätze sowohl auf Basis der Parkstreifenlänge als auch auf Basis der Parkfläche abgeschätzt werden kann, wurde überprüft welches Modell die zuverlässigeren Ergebnisse liefert. Dafür wurden sämtliche Stellplätze des Trainingsdatensatzes durch die beiden Modelle geschätzt. Für Flächenparkplätze und Parkgebäude wurde dabei das Modell nicht verändert. Eine weitere Modellvariante ergibt sich aus der Verknüpfung beider Modelle: die Stellplatzzahlen werden von beiden Modellen abgeschätzt und als endgültiges Ergebnis wird der Mittelwert der beiden Schätzungen berechnet.

Diese Modellkombination liefert die besten Ergebnisse und somit auch die geringsten Fehler:

- MAE = 2,077 Stellplätze
- RMSE = 13,734 Stellplätze

Die beiden Fehler wurden über den gesamten Trainingsdatensatz berechnet und sind somit nicht direkt mit den oben angeführten Fehlern vergleichbar. Jedoch geben sie einen Eindruck, mit welchen Abweichungen durch die gesamte Schätzung des Stellplatzangebots der Polygon-Layer zu rechnen ist.

Modellevaluierung mit Testdaten

Um zu prüfen, ob das Hochrechnungsmodell generalisierbar ist und ob ein Overfitting des Modells an die Trainingsdaten stattfindet, wurde eine Modellevaluierung mithilfe des Testdatensatzes (20% des gesamten Datensatzes) durchgeführt. Die entwickelten Modelle zur Schätzung des Stellplatzangebotes der Polygon-Layer wurden auf den Testdatensatz angewendet und die geschätzten Stellplatzzahlen wurden mit den vorhandenen Stellplatzzahlen verglichen, um die Modellgüte zu bestimmen. Dabei sind größere Abweichungen der Modellgüte-Parameter (Bestimmtheitsmaß R^2 , MAE und RMSE) zwischen der Modellerstellung und der Modellevaluierung kritisch zu hinterfragen.

Für jedes der entwickelten 10 Regressionsmodelle wurden die beiden Fehler berechnet und mit den erwarteten Fehlern aus der Modellentwicklung verglichen.

Analog zur Modellentwicklung, wurde hier als erste erklärende Variable zur Schätzung der Stellplatzanzahl ist die Länge der Parkstreifen untersucht. Dabei konnten folgende Modellgüte-Parameter ermittelt werden, die in Abbildung 22 dargestellt sind:

- Senkrechtaufstellung: (n = 1.476)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,609$
- Schrägaufstellung: (n = 1.794)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,723$
- Längsaufstellung: (n = 13.037)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,851$
- MAE = 1,210 Stellplätze
- RMSE = 2,460 Stellplätze

Sowohl die Bestimmtheitsmaße der einzelnen Modelle als auch die berechneten Fehler deuten auf eine ähnliche Modellgüte hin. Daher kann davon ausgegangen werden, dass das Hochrechnungsmodell generalisierbar ist und keine Überanpassung an die Trainingsdaten stattfindet.

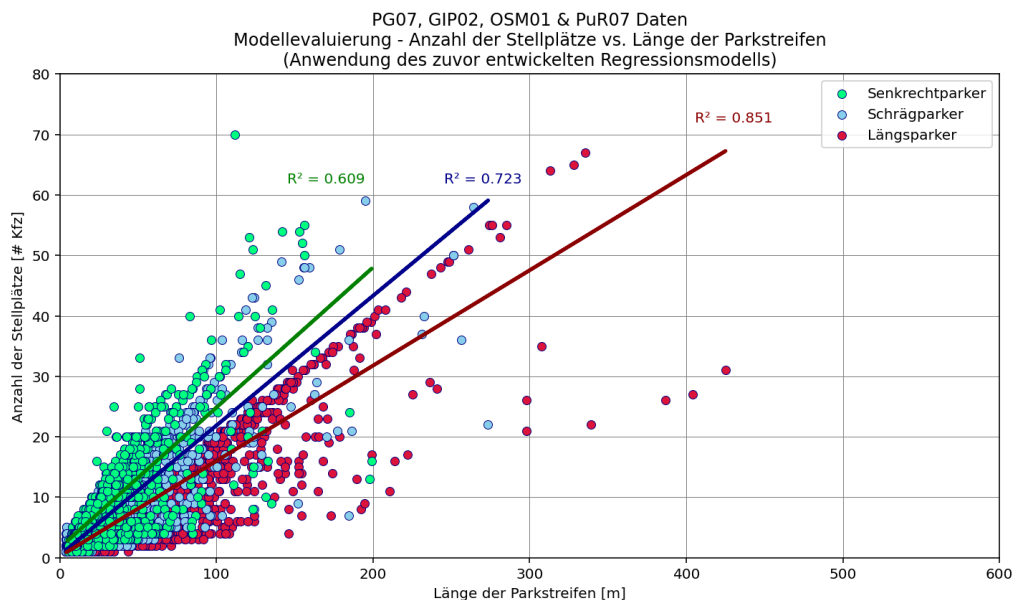


Abbildung 22: Modellevaluierung – Anzahl der Stellplätze vs. Länge der Parkstreifen

Die Ergebnisse der Evaluierung der Regressionsmodelle zur Ermittlung der Stellplätze in Abhängigkeit der Parkfläche (Abbildung 23) zeigen ebenfalls, dass die Modelle gut generalisierbar sind. Auch diese Modelle weisen Fehler in der, aus den Trainingsdaten, erwarteten Größe auf. Dabei ergaben sich folgende Güte-Parameter:

- Senkrechtaufstellung: (n = 1.472)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,708$
- Schrägaufstellung: (n = 1.702)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,810$
- Längsaufstellung: (n = 12.890)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,819$
- Schrägaufstellung: (n = 666)

Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,795$

- MAE = 1,692 Stellplätze
- RMSE = 6,082 Stellplätze

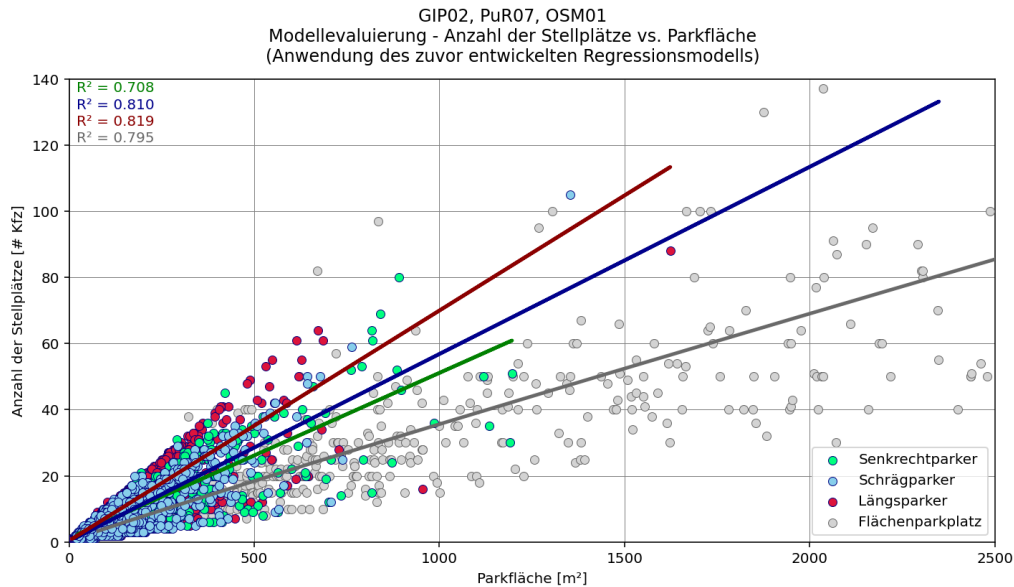


Abbildung 23: Modellevaluierung – Anzahl der Stellplätze vs. Parkfläche

Für die Schätzung der Stellplätze in Parkgebäuden auf Basis der Parkflächen bzw. der Gebäudehüllen konnte durch die Evaluierung geprüft werden, ob die Regressionsmodelle sinnvoll sind oder auf eine Schätzung durch den Mittelwert zurückgegriffen werden sollte. Obwohl die Bestimmtheitsmaße aller Parkgebäudetypen für den Testdatensatz höher sind als durch den Trainingsdatensatz erwartet, liegen die Abweichungen in einem vertretbaren Maß. Diese Abweichungen sind auf die zufällige Stichprobenziehung der Testdaten und der sehr geringen Größe der Datensätze zurückzuführen. Dennoch kann auch für diese Modelle ein Overfitting ausgeschlossen werden, da die Fehler auf einem vergleichbaren Niveau mit den erwarteten Fehlern auf Basis des Trainingsdatensatzes liegen.

- Typ_0: (n = 23)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,984$
- Typ_1: (n = 41)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,655$
- Typ_2: (n = 13)
Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,656$
- MAE = 80,203 Stellplätze
- RMSE = 143,330 Stellplätze

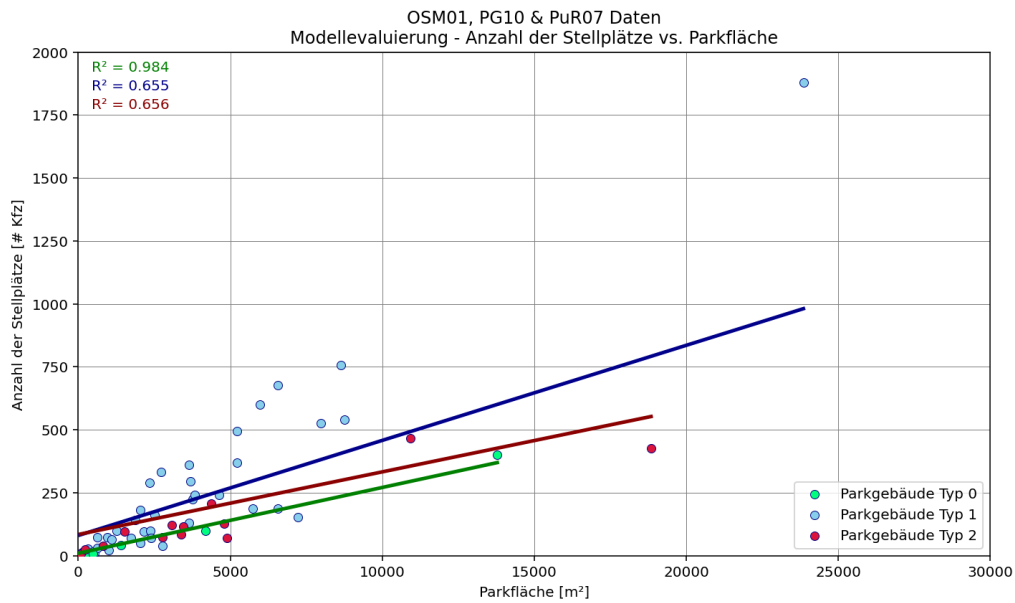


Abbildung 24: Modellevaluierung – Parkgebäude: Anzahl der Stellplätze vs. Parkfläche

Die Anwendung der Modelle auf den gesamten Testdatensatz ergibt folgende Fehler:

- MAE = 1,986 Stellplätze
- RMSE = 11,345 Stellplätze

Die beiden Fehler wurden über den gesamten Testdatensatz berechnet und sind somit nicht direkt mit den oben angeführten Fehlern vergleichbar. Jedoch sind sie vergleichbar mit den Fehlern aus der Modellanwendung auf den gesamten Trainingsdatensatz. Auch dieser Vergleich zeigt keine Anzeichen für eine stattfindende Überanpassung, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass die entwickelten Regressionsmodelle zur Schätzung des Stellplatzangebotes herangezogen werden können.

Modellanwendung: Schätzung des Stellplatzangebotes der Polygon-Datensätze

Für die Anwendung der Hochrechnungsmodelle wurden der Trainings- und der Testdatensatz wieder vereinigt und das Stellplatzangebot der Polygone mit bislang unbekannter Kapazität abgeschätzt. Neben den wahrscheinlichen Stellplatzzahlen der einzelnen Polygone wird auch eine Schwankungsbreite der Schätzung berechnet. Zur Bestimmung der Schwankungsbreite wurden neben den oben angeführten Regressionsmodellen auch Quantile-Regressionsmodelle analysiert. Es wurde jeweils ein Minimal- (10%-Quantil) und ein Maximalmodell (90%-Quantil) erstellt, die die Grenzen der Schwankungsbreite definieren in denen 80% aller Schätzungen liegen. Im Gegensatz zur simplen Abschätzung der Minima und Maxima anhand des Root-Mean-Squared-Errors, berücksichtigt dieser Ansatz auch die Hebelwirkung von großen Parkflächen. Folgende Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse der Modellanwendung auf den gesamten Datensatz.

Tabelle 16: Ergebnisse der Modellanwendung (Mikro-Ansatz)

Parkraumtyp	Einträge/ Polygone	# Stellplätze	Min. Stellplätze	Max. Stellplätze
Park-and-Ride	1.229	116.319	104.868	128.762
On-Street, bewirtschaftet	92.566	482.529	428.278	523.614
On-Street, nicht bewirtschaftet	49.813	303.514	168.125	408.085
Off-Street, Flächenparkplatz	52.616	2.665.278	1.505.155	3.921.635
Off-Street, Parkgebäude	5.914	779.252	356.962	824.966
Σ	202.138	4.346.892	2.563.388	5.807.062

4.2.1.2 Makro-Ansatz: Flächendeckende Schätzung des Stellplatzangebots

Durch die Anwendung des Mikro-Ansatzes konnten die Stellplatzzahlen von allen digital erfassten, georeferenzierten Parkplatzpolygonen abgeschätzt werden. Die Erfassungsrate (wie viel Prozent der in der Realität vorhandenen Parkflächen im gesamten Datensatz enthalten sind) verbleibt jedoch als unbekannte Größe. Der Makro-Ansatz wurde entwickelt um auf Basis der Stellplatzzahlen aus dem Mikro-Ansatz, die auf Rasterzellen mit einer Größe von 500x500 Metern umgelegt wurden, die Gesamtanzahl der in Österreich verfügbaren Stellplätze abzuschätzen.

Es wurde ein multiples-lineares Regressionsmodell erstellt, das eine Schätzung der Anzahl der Stellplätze in Abhängigkeit der Einwohner:innen, der Gebäude, der zugelassenen Fahrzeuge und der kategorisierten Straßennetzlänge ermöglicht. Dabei musste die Annahme getroffen werden, dass die, durch den Mikro-Ansatz geschätzte Anzahl der Stellplätze in einigen Rasterzellen der real vorhandenen Stellplätze entspricht. Für welche Rasterzellen diese Bedingung gültig ist, ist ein essentieller Parameter des Regressionsmodells und wird im entsprechenden Abschnitt detailliert beschrieben.

Eine Besonderheit des Regressionsmodells ist, dass die Regressionsgerade nicht zur Minimierung der Quadratsummen optimiert wird, sondern eine Quantil-Regression zur Anwendung kommt, die die Regressionsgerade auf den Median der geschätzten Werte anpasst und keinen Offset zulässt. Somit liegen 50% der durch den Makro-Ansatz geschätzten Stellplatzzahlen über den Stellplatzzahlen aus dem Mikro-Ansatz und ebenfalls 50% liegen darunter. Die Quantil-Regression wurde gewählt, da Rasterzellen mit ähnlichen Attributen deutlich unterschiedliche Stellplatzzahlen aufweisen können, was sich durch die heterogene Datengrundlage aufgrund fehlender Parkraumdaten im Mikro-Ansatz, speziell in ruralen Gebieten, begründen lässt. Somit muss das Regressionsmodell robust gegen Ausreißer sein, was ein großer Vorteil der Quantil-Regression ist. Der Offset wurde auf null fixiert, da das Regressionsmodell in der Lage sein sollte, auch Rasterzellen ohne Stellplätze zu schätzen.

Da nicht nur die Anzahl der Stellplätze in den Rasterzellen aus dem Mikro-Ansatz geschätzt wurde, sondern auch realistische Minima und Maxima, wurden im Zuge des Makro-Ansatzes drei Regressionsmodelle erstellt:

- Das erste Regressionsmodell wird auf die wahrscheinlichste Anzahl der Stellplätze aus dem Mikro-Ansatz angepasst. Die mit diesem Modell berechnete Gesamtanzahl der Stellplätze sollte eine realistische Abschätzung des Stellplatzangebots darstellen.

- Das zweite Regressionsmodell wird auf die minimale Anzahl der Stellplätze aus dem Mikro-Ansatz angepasst und stellt somit das minimale Stellplatzangebot dar.
- Das dritte Regressionsmodell wird auf die maximale Anzahl der Stellplätze aus dem Mikro-Ansatz angepasst und stellt somit das maximale Stellplatzangebot dar.

Eine Gegenüberstellung der Stellplatzanzahlen aus dem Mikro-Ansatz und den hochgerechneten Stellplatzzahlen des Makro-Ansatzes ist in Abbildung 25 dargestellt. Die Grenzen für realistische Minima und Maxima, visualisiert durch die grünen horizontalen Striche, geben einen Eindruck über die Schwankungsbreite der Hochrechnung. Punkte über der Schwarzen Linie stellen Rasterzellen dar, die ein höheres Stellplatzangebot aus dem Mikro-Ansatz aufweisen, als das hochgerechnete Stellplatzangebot aus dem Makro-Ansatz. Die Punkte unter der Schwarzen Linie hingegen stellen Rasterzellen dar, die ein niedrigeres Stellplatzangebot aus dem Mikro-Ansatz aufweisen, als das hochgerechnete Stellplatzangebot des Makro-Ansatzes.

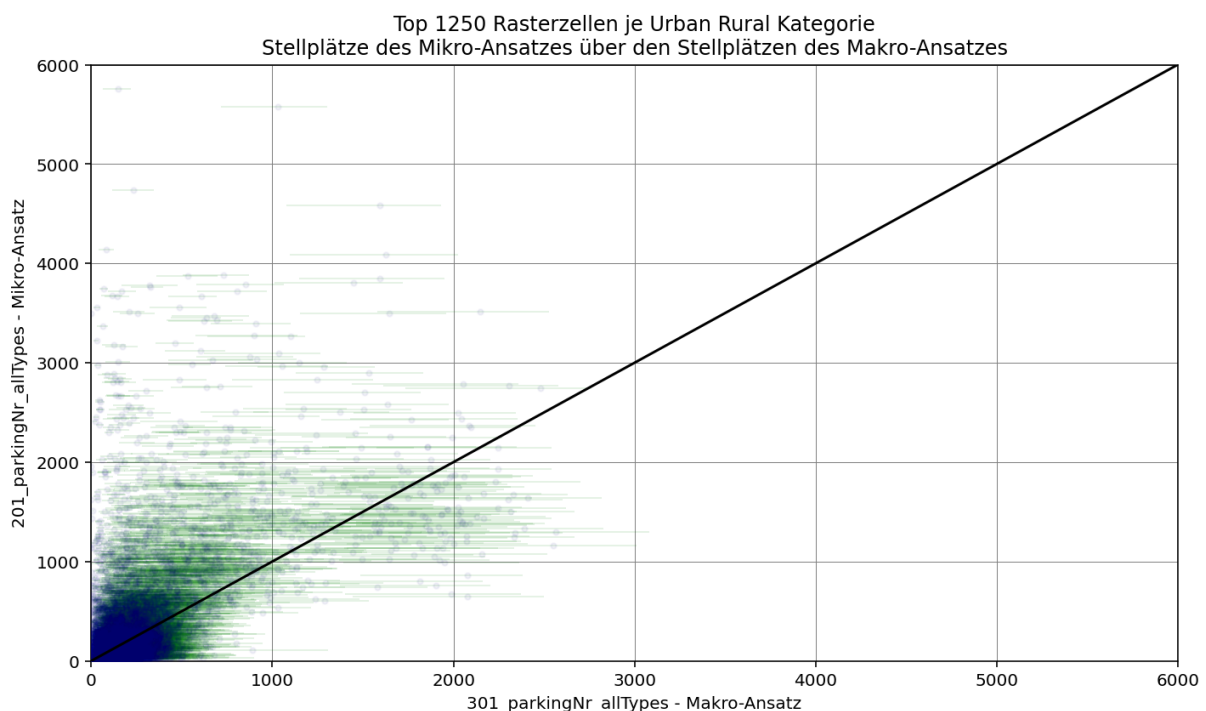


Abbildung 25: Regressionsmodell – Stellplätze Mikro-Ansatz vs. Makro-Ansatz

Es ist ersichtlich, dass die hochgerechneten Stellplatzzahlen große Ungenauigkeiten aufweisen, was jedoch für eine österreichweite Hochrechnung erwartbar ist. Das Bestimmtheitsmaß dieser Regression liegt bei 0,29 mit einem RMSE von 463 Stellplätzen und einem MAE von 254 Stellplätzen.

Da die Stellplatzzahlen aus dem Mikro-Ansatz als belastbare untere Grenze des Stellplatzangebots der Parkflächen angesehen werden, ist es unwahrscheinlich, dass das reale Stellplatzangebot geringer ist als die Schätzung des Mikro-Ansatzes. Somit werden die Informationen aus den Polygonen des Mikro-Ansatzes verwendet, um die vorläufigen Stellplatzzahlen des Makro-Ansatzes mit folgender Funktion zu korrigieren:

$$\text{Stellplatzangebot} = \max(0, \text{Stellplätze Mikro-Ansatz}, \text{Stellplätze Makro-Ansatz})$$

In folgender Abbildung 26 sind die Stellplatzzahlen des Mikro-Ansatzes über den korrigierten Stellplatzzahlen des Makro-Ansatzes dargestellt. Die Berechnung des Bestimmtheitsmaßes und der Fehler ist für dieses Zwischenergebnis nicht aussagekräftig, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

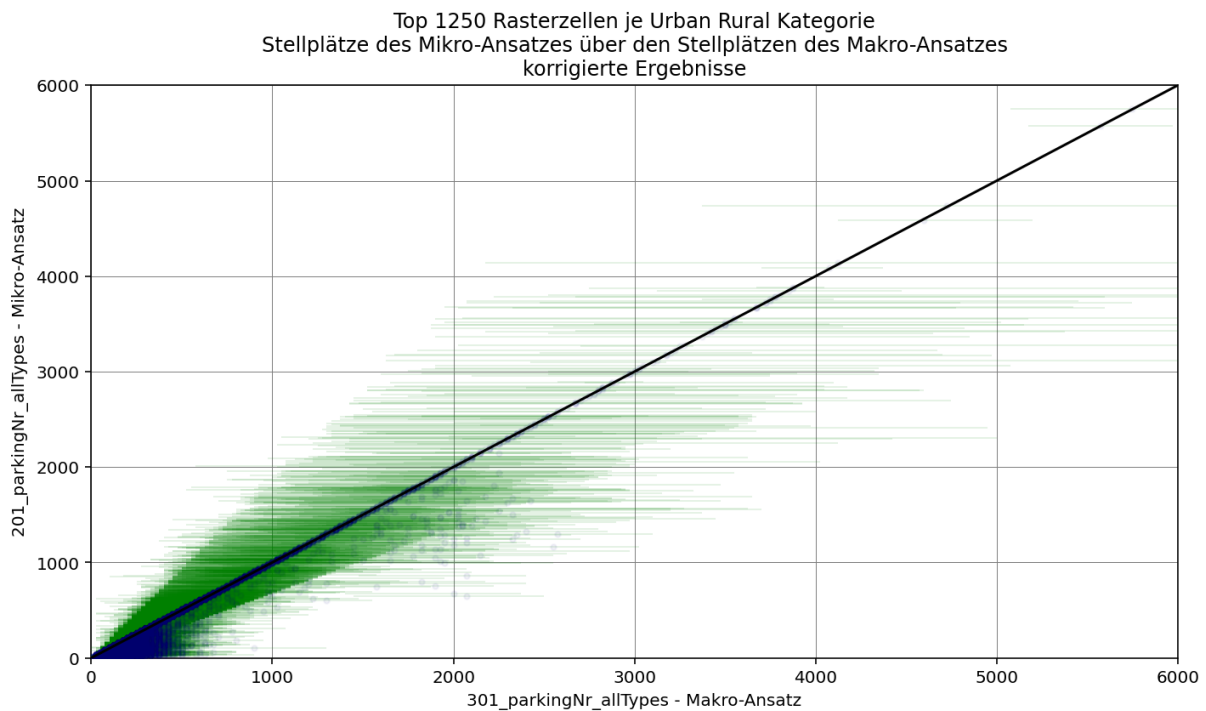


Abbildung 26: Regressionsmodell – Stellplätze Mikro-Ansatz vs. Makro-Ansatz korrigiert

Nach der Abschätzung der Gesamtanzahl der Stellplätze für jede Rasterzelle, wurden die Stellplätze auf die fünf Parkraumtypen aufgeteilt. Dabei bleibt die Anzahl der Stellplätze von Park-and-Ride Anlagen unverändert zum Mikro-Ansatz, da für diesen Parkraumtyp davon ausgegangen werden kann, dass sämtliche Stellplätze in der Datenplattform enthalten sind. Für die übrigen Parkraumtypen wurden die Stellplätze aufgeteilt, wobei für Rasterzellen mit einer Erfassungsrate des Mikro-Ansatzes von mehr als 75% die Verteilung der Parkraumtypen aus dem Mikro-Ansatz übernommen wurde. Ist hingegen die Erfassungsrate des Mikro-Ansatzes kleiner als 75%, wurde die Verteilung der Parkraumtypen vom Sampling-Datensatz herangezogen.

Sampling

Die Auswahl der Rasterzellen (Sampling-Methode) für welche die Bedingung, dass die durch den Mikro-Ansatz geschätzte Anzahl der Stellplätze der real vorhandenen Stellplätze entspricht, als gültig angesehen werden kann, hat erheblichen Einfluss auf das Hochrechnungsergebnis. Werden wenige Rasterzellen zur Erstellung des Regressionsmodells in Betracht gezogen, erhöhen sich die hochgerechneten Stellplatzzahlen; wohingegen eine größere Anzahl an betrachteten Rasterzellen zu niedrigeren Stellplatzzahlen führt.

Es wurde eine Vielzahl an unterschiedlichen Sampling-Methoden angewandt und auf Basis der daraus resultierenden Stellplatzzahlen evaluiert. Ein Kriterium für die Auswahl der betrachteten Rasterzellen stellen die Histogramme der Abdeckungsrate und der Stellplatzzahlen aus dem Mikro-Ansatz dar. Deuten diese auf einen großen Anteil von Rasterzellen ohne Stellplätze hin, kann von einer systematischen Unterschätzung des Stellplatzangebots ausgegangen werden. Ein weiteres Kriterium stellt der Vergleich der durch den Makro-Ansatz geschätzten Stellplätze für die Wiener Bezirke Margareten und Alsergrund mit den aus Vollerhebungen bekannten Stellplatzzahlen (R. Molitor und T. Hirsch (2025), R. Molitor et al. (2025)) dar. Außerdem wurde für ganz Österreich und zusätzlich für jede Urban-Rural-Kategorie die durchschnittliche Anzahl an Stellplätzen pro Einwohner:in berechnet und die Ergebnisse auf Plausibilität geprüft. Da die Urban-Rural-Typologie eine sehr feine Einteilung der Zentralität darstellt, wurden die nicht-Urbanen Subgruppen zusammengefasst. Somit basiert die Sampling Methode auf sechs Urban-Rural-Kategorien: urbane Großzentren, urbane Mittelzentren, urbane Kleinzentren, regionale Zentren, ländlicher Raum im Umland von Zentren sowie ländlicher Raum.

Folgende Sampling-Methode führte zu geringen Abweichungen in den Wiener Bezirken und plausiblen Ergebnissen für ganz Österreich:

Die Bedingung wird für die 1250 Rasterzellen mit der höchsten Abdeckungsrate aus dem Mikro-Ansatz (Prozentualer Anteil an Parkflächen einer Rasterzelle) von jeder Urban-Rural-Kategorie als erfüllt angesehen. Somit wird das Regressionsmodell an die Stellplatzzahlen aus dem Mikro-Ansatz von 7500 Rasterzellen angepasst, wobei jede Urban-Rural-Kategorie im Sampling-Datensatz gleichermaßen vertreten ist.

Regionalspezifische Korrekturen für alpine und gering besiedelte Gebiete

Aufgrund der heterogenen räumlichen Verteilung der Stellplätze in ganz Österreich, musste eine nachgelagerte Korrektur der Stellplatzzahlen für alpine und gering besiedelte Gebiete durchgeführt werden. Obwohl, wie oben angeführt, die Regressionsmodelle keinen Offset der Stellplatzzahlen zulassen, haben erste Analysen mit einer visuellen Überprüfung auf Basis von Orthofotos ergeben, dass Rasterzellen in entlegenen Regionen unplausible Stellplatzzahlen aufweisen können. Um dem entgegenzuwirken, wird nach der Hochrechnung der Stellplatzzahlen ein regelbasierter Ansatz angewandt.

Dabei wurden auf Basis von Orthofotos stichprobenartig Rasterzellen ausgewählt, in welchen keine Stellplätze existieren sollten. Diese Teilmenge der Rasterzellen wurde untersucht, um geeignete Regeln zur Klassifizierung der Rasterzellen (vorhandene Stellplätze plausibel/ unplausibel) zu definieren. Es werden die Stellplatzzahlen von Rasterzellen auf null gesetzt, die folgende konjugierte Bedingungen erfüllen:

$$\begin{aligned} \text{Einwohner Rasterzelle} &\leq 9 \text{ Einwohner} \wedge \\ \text{Gebäude Rasterzelle} &\leq 4 \text{ Gebäude} \wedge \\ \text{Wohnungen Rasterzelle} &\leq 5 \text{ Wohnungen} \wedge \\ &0 \text{ zugelassene Fahrzeuge} \wedge \\ &0 \text{ Stellplätze aus dem Mikro-Ansatz} \end{aligned}$$

Somit werden digitalisierte Parkplatzpolygone berücksichtigt, auch wenn diese sich in entlegenen Regionen befinden, wohingegen ein unrealistisches Stellplatzangebot entfernt wird.

Abschließend werden die hochgerechneten Stellplatzzahlen auf eine Auflösung von 25 Stellplätzen je Rasterzelle gerundet, während die Stellplatzzahlen der einzelnen Parkraumkategorien auf 5 Stellplätze je Rasterzelle gerundet werden.

4.2.1.3 Flächenverbrauch von Parkplätzen

Nachdem die Anzahl der Stellplätze für ganz Österreich abgeschätzt wurde, konnte der Flächenverbrauch für Parkplätze geschätzt werden. Hierbei wird die Anzahl der Stellplätze je Parkraumtyp mit dem jeweiligen Median des Flächenverbrauchs je Stellplatz, basierend auf den Polygondaten des Mikro-Ansatzes, multipliziert.

Da im Zuge des Makro-Ansatzes drei Modelle erstellt werden (minimale, wahrscheinliche und maximale Anzahl an Stellplätzen) wird auch der Flächenverbrauch für jedes Modell berechnet. Somit liegen auch für den Flächenverbrauch von Parkplätzen Minima, Maxima und die wahrscheinlichste Schätzung der einzelnen Rasterzellen vor.

Auf die hochgerechneten Stellplatzzahlen und dem damit verbundenen Flächenverbrauch von Parkplätzen für ganz Österreich wird im Zuge der Vorevaluierung in Kapitel 5.1 detailliert eingegangen.

4.2.1.4 Qualitätsindex des Angebotsdaten

Die Gütequalität der Parkraumangebotsdaten wird anhand der Schwankungsbreite bestimmt. Dabei wurden die Differenzen zwischen dem geschätzten, dem minimalen und dem maximalen Stellplatzangebot als prozentuale Abweichungen der Schätzung bestimmt. Die Verteilung der Parkraumtypen fließt somit nicht in den Qualitätsindex ein, der sich folglich auf das gesamte Hochrechnungsergebnis bezieht.

Nach der initialen Beurteilung der Qualität wurde geprüft, ob die Schätzung des Parkraumangebots innerhalb der Schwankungsbreiten des Parkraumangebots, basierend auf den Polygondaten des Mikro-Ansatzes, liegt. Die Qualitätsstufe der Rasterzellen, deren Schätzungen innerhalb der erwarteten Schwankungsbreiten liegen, wurde um eine Stufe besser beurteilt, da von einer guten Erfassungsrate ausgegangen werden kann.

Die Gütequalität der Rasterzellen ohne Parkraumangebot (keine vorhandenen Stellplätze) wird nicht ausgewiesen, um die Qualität der Ergebnisse möglichst neutral bewerten zu können. Tabelle 17 gibt einen Überblick über die Anzahl der Rasterzellen mit der jeweiligen Gütequalitätsstufe.

Tabelle 17: Ergebnisse des Hochrechnungsverfahrens (Gütequalität)

Bedeutung	Anzahl der Rasterzellen in AUT
Beste Qualität (1. Qualitätsstufe)	769
Gute Qualität (2. Qualitätsstufe)	11.870
Ausreichende Qualität (3. Qualitätsstufe)	63.385
Schlechte Qualität (4. Qualitätsstufe)	33.456
Unbekannte Qualität	230.362

Von den in Summe knapp 340.000 Rasterzellen Österreichs weisen rund zwei Drittel kein Stellplatzangebot auf, weshalb diese Kategorie als „unbekannte Qualität“ bezeichnet wird. Von den knapp 110.000 Rasterzellen mit vorhandenen Stellplätzen sind die geschätzten Stellplatzzahlen von 33.000 Rasterzellen einer schlechten Qualität zuzuordnen, da die Schwankungsbreiten der Schätzung zu groß sind. Der Großteil der Rasterzellen (63.000) weist eine ausreichende Qualität auf, während in etwa 10% der Rasterzellen mit vorhandenen Stellplätzen eine gute bzw. beste Qualität und damit belastbarere Ergebnisse aufweisen.

Die Qualitätsstufen der einzelnen Rasterzellen sind in folgenden Abbildungen für ganz Österreich, Graz und Wien dargestellt. Je dunkler die Färbung einer Rasterzelle, desto besser ist die Qualität der Ergebnisse.

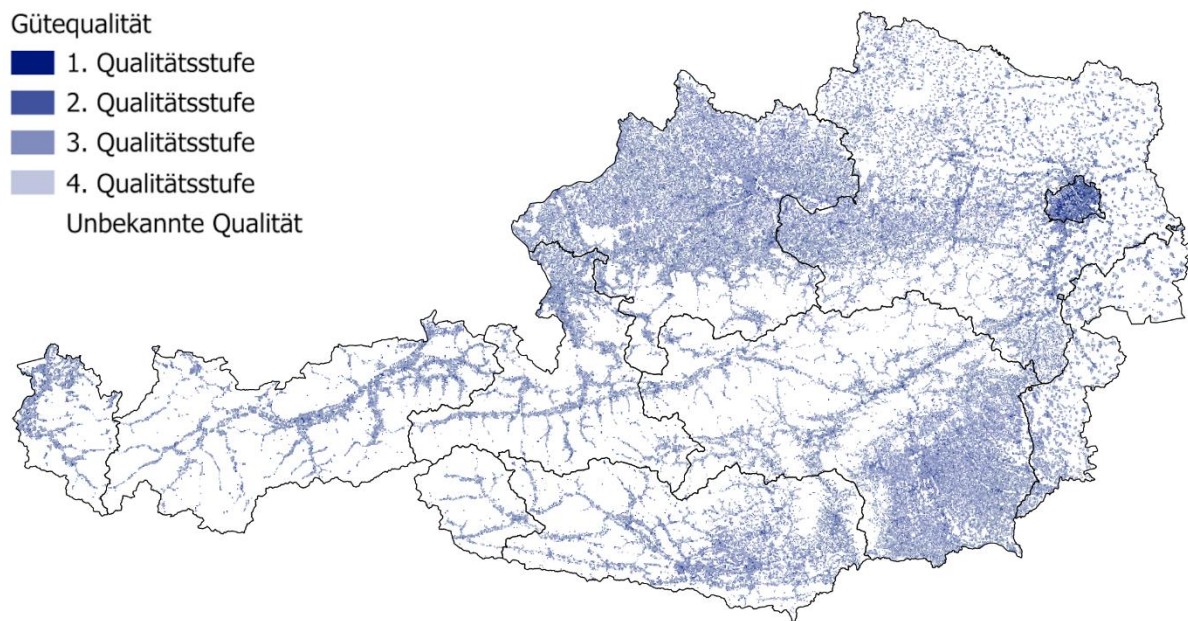


Abbildung 27: Qualität Parkraumangebot Österreich

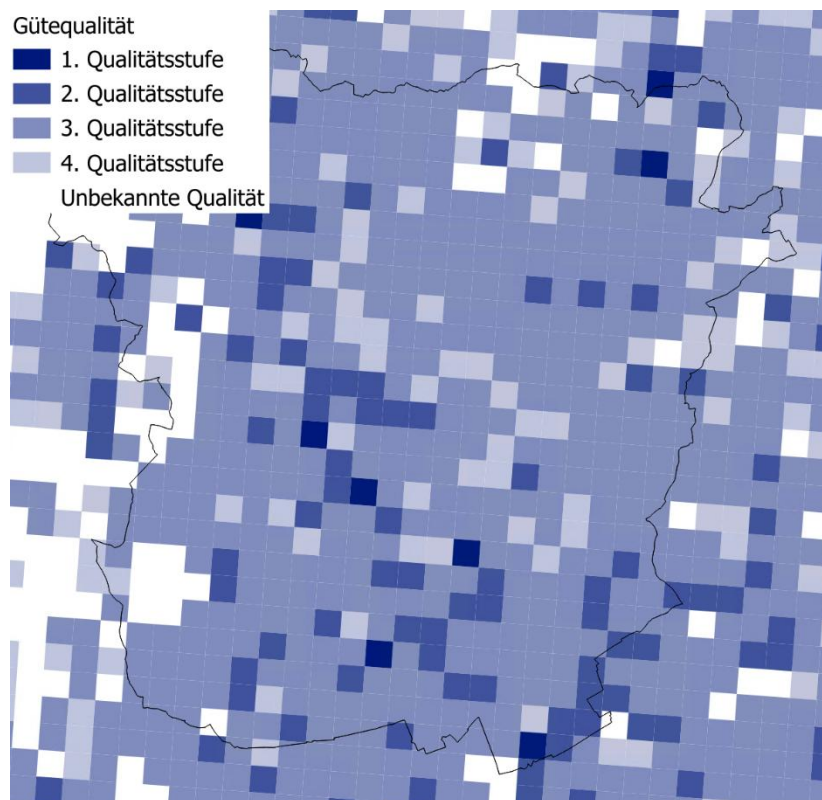


Abbildung 28: Qualität Parkraumangebot Graz

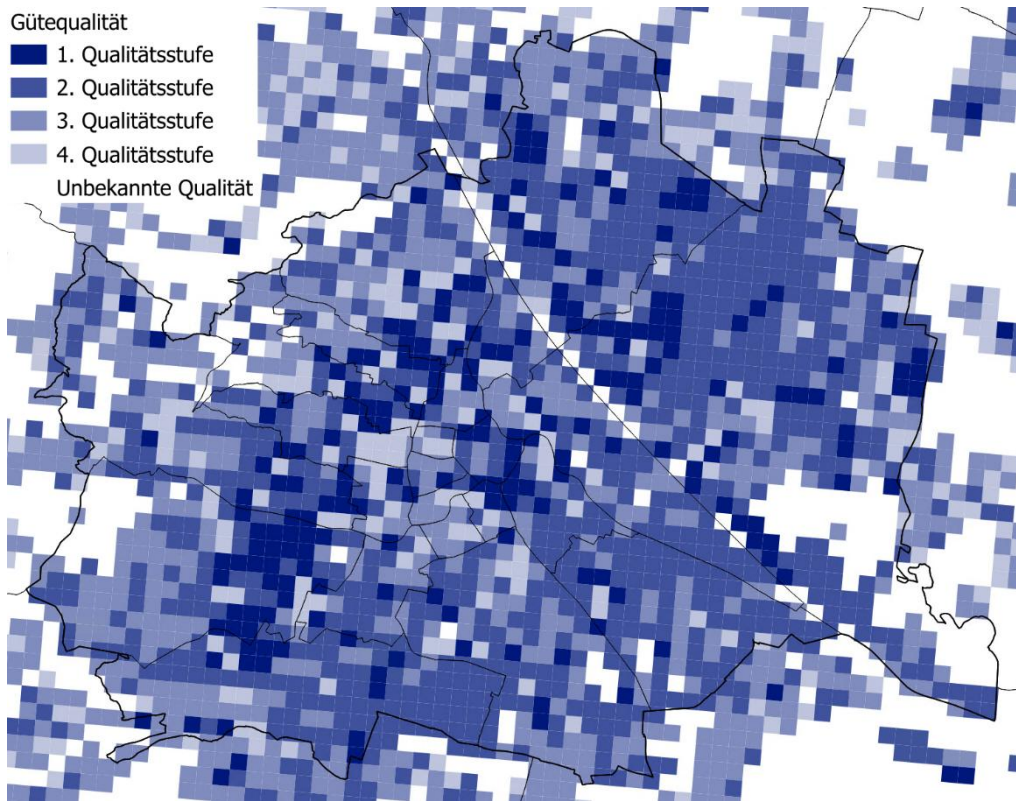


Abbildung 29: Qualität Parkraumangebot Wien

4.2.2 Parkraumnachfrage

Neben den Datensätzen des Parkraumangebots wurden auch Datensätze der Parkraumnachfrage in die Datenplattform integriert. Zentrale Datensätze sind hierbei die als Zeitreihen vorliegenden Nachfragedaten der ÖBB-Park-and-Ride Anlagen, Nachfragedaten der Stadt Tulln und flächendeckend vorhandene, mobilfunkbasierte Nachfragedaten von Invenium Data Insights.

4.2.2.1 Punktuelle Nachfragedaten

Die Nachfragedaten der österreichischen Bundesbahnen und der Stadt Tulln beschreiben die Parkvorgänge in definierten, abgrenzbaren Gebieten (größtenteils ein Parkplatz bzw. eine Parkgarage) und werden im Folgenden als punktuelle Nachfragedaten bezeichnet.

ÖBB-Park-and-Ride Anlagen

Über die API-Schnittstelle der ÖBB wurden seit 12.05.2025 Live-Daten über die Parkplatzbelegung von in Summe 32 Park-and-Ride Anlagen in einem Intervall von 5 Minuten aufgezeichnet. Da laufend neue Park-and-Ride Anlagen an das Monitoringsystem angebunden werden unterscheidet sich die zeitliche Verfügbarkeit der einzelnen Datensätze, wie in Abbildung 30 dargestellt.

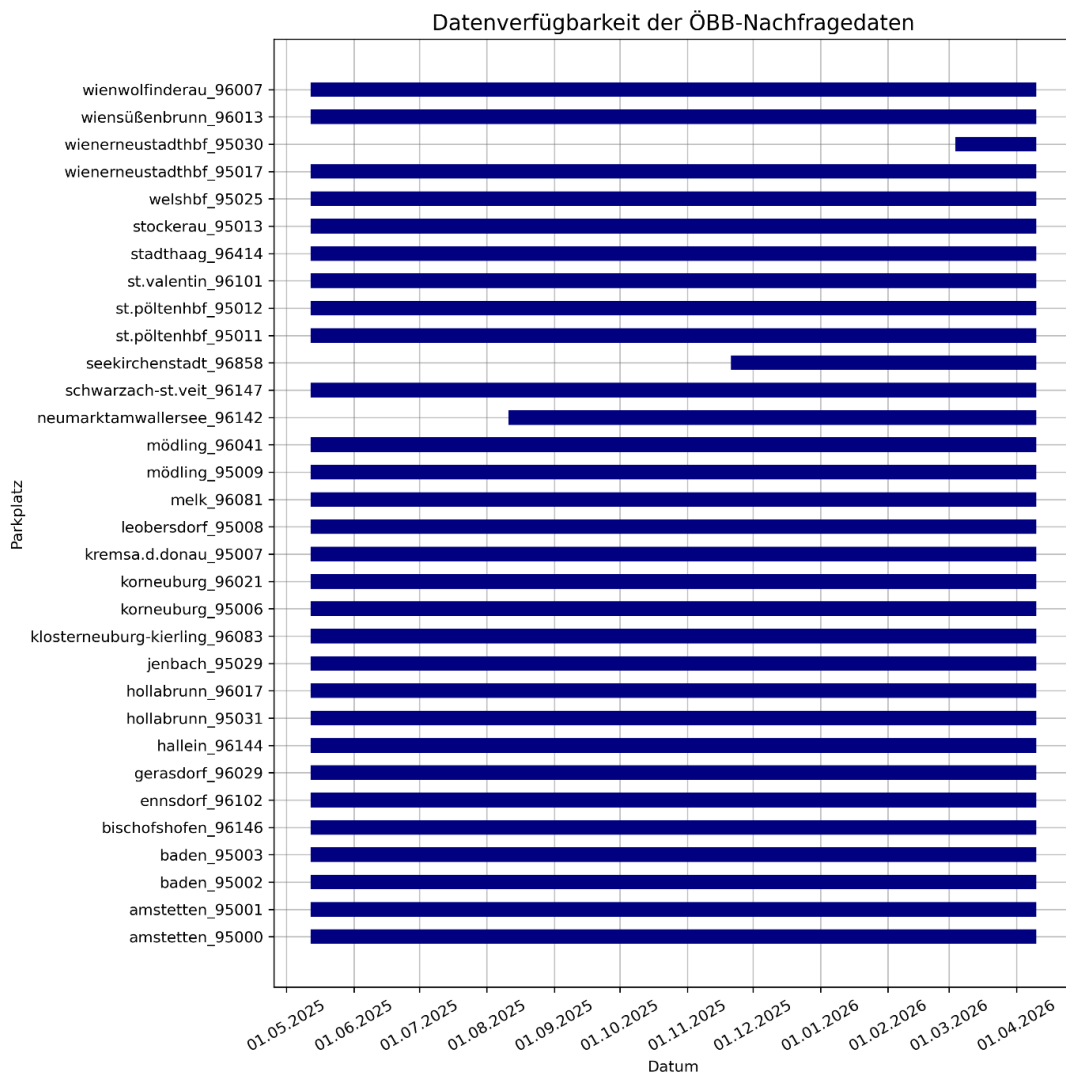


Abbildung 30: Datenverfügbarkeit ÖBB-Park-and-Ride

Im Zuge der Vorverarbeitung der Nachfragedaten wurden die Parkraumkapazitäten der Park-and-Ride Anlagen mit den Kapazitäten der Angebotsdaten abgeglichen. Außerdem wurden zum Teil fehlerhafte Polygondaten der API-Schnittstelle manuell zu den korrekten Geometrien der Angebotsdaten zugewiesen.

Ein weiterer Vorverarbeitungsschritt ist die Erstellung eines Änderungsprotokolls, da von der API-Schnittstelle unterschiedliche IDs für ein und dieselbe Park-and-Ride Anlage übergeben wurden. So wurden am Beginn des Forschungsprojektes Daten der Park-and-Ride Anlage „neumarktawallersee_21013“ aufgezeichnet, wohingegen die aktuellsten API-Abfragen Nutzungsdaten zu „neumarktawallersee_96142“ liefern. In beiden Fällen beziehen sich die Daten auf ein und dieselbe Park-and-Ride Anlage und müssen somit verknüpft werden, was durch das Änderungsprotokoll ermöglicht wird.

Parkraumnachfragedaten der Stadt Tulln

Von der Stadt Tulln wurden Daten über verkaufte Parkscheine der Parkscheinautomaten und Aufzeichnungen durch das EasyPark-System (Handyparken) zur Verfügung gestellt. Anhand der Informationen über die Gültigkeit der Parkscheine konnte, unter der Annahme, dass die gesamte bezahlte Parkdauer ausgenutzt wird, auf die Parkraumbelastung und die Stellplatzverfügbarkeit rückgeschlossen werden. Die Daten von Tulln lassen sich in vier Parkzonen teilen: Zone 107101 Tulln (enthält mehrere Parkscheinautomaten), Zone 107102

Nibelungenplatz, Zone 3431 Parkgarage Albrechtsgasse und Zone 3432 Parkgarage Frauentorgasse. Die zeitliche Verfügbarkeit der Nachfragedaten (Abbildung 31) unterscheidet sich jedoch auch bei diesen Datensätzen und stellt ein Problem für eine konsistente Datenanalyse dar.

Von den beiden Parkgaragen lagen ausschließlich Nutzungsdaten, basierend auf dem EasyPark-System, für das ganze Jahr 2024 in pseudonymisierter Form vor. Laut dem zuständigen Mitarbeiter der Stadt Tulln hat EasyPark einen Umsatzanteil von 5%, der genutzt wurde, um auf die gesamte Nachfrage rückzuschließen.

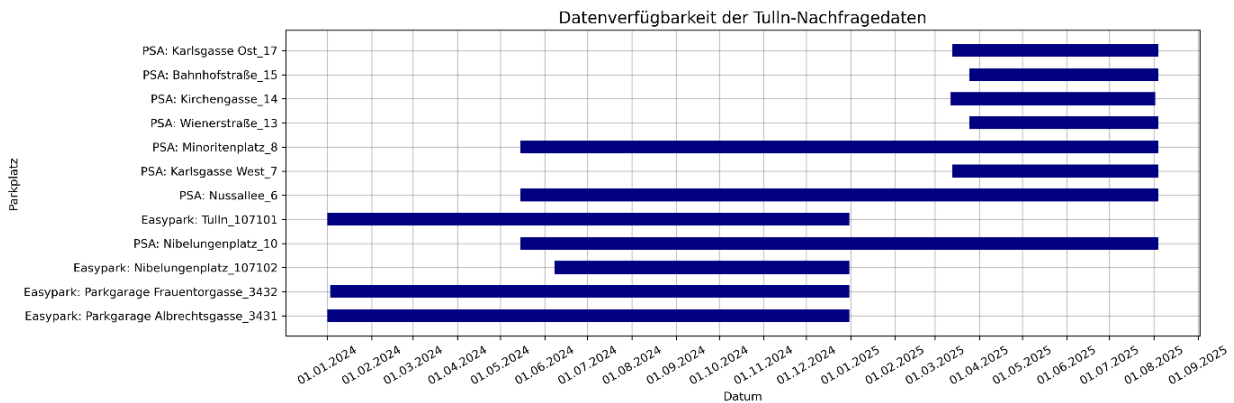


Abbildung 31: Datenverfügbarkeit Stadt Tulln Nachfragedaten

Vom Parkplatz „Nibelungenplatz“ lagen sowohl Daten von EasyPark (08.06.2024-31.12.2024), als auch Daten über verkaufte Parkscheine (15.05.2024-04.08.2025) vor. Hierbei wird ebenfalls von einem Umsatzanteil von EasyPark mit 5% ausgegangen, wobei die Nachfragedaten für den sich überlappenden Zeitraum als vollständig angesehen werden. Die Zeiträume vor und nach den EasyPark Daten wurden entsprechend hochgerechnet, um auf die gesamte Nachfrage rückzuschließen.

Für die Zone 107101 (On-Street Parken in Tulln) zeigten initiale Analysen, dass der Umsatzanteil von EasyPark deutlich höher liegen dürfte. Mit einem Umsatzanteil von 12,5% scheinen die Parkraumauslastungen, basierend auf den hochgerechneten Nachfragedaten plausibel. Da sich in dieser Parkzone mehrere Parkscheinautomaten befinden und deren Verkaufsdaten erst ab 25.03.2025 vollständig vorliegen, kann die Nachfrage für den Zeitraum zwischen 01.01.2025 und dem 25.03.2025 nicht analysiert werden.

In der Vorverarbeitung der Daten erfolgte eine Zuweisung der verkauften Parkscheine aller Parkscheinautomaten der Zone 107101. Anschließend wurden die Nachfragedaten basierend auf den oben genannten Umsatzanteilen hochgerechnet und das Stellplatzangebot der einzelnen Parkplätze der Zone 107101 wurde aufsummiert und der Parkzone zugeschrieben.

Da die Nachfragedaten in Form von verkauften Parkscheinen vorlagen, konnten Ein- und darauffolgende Ausfahrten aus den Parkplätzen analysiert werden. Die Parkplatzbelegung ist jedoch unbekannt. Um diese zu berechnen, wurde eine Zeitreihe mit einer initialen Parkplatzbelegung von 0% erstellt. Dieser Zeitreihe wurden, basierend auf den Gültigkeitsdauern der verkauften Parkscheine, die Differenzen der Ein- und Ausfahrten unter Berücksichtigung der Umsatzanteile addiert. Als Approximation der Parkplatzbelegung am Beginn der Zeitreihe (initial 0%) wurde der Mittelwert der Parkplatzbelegung der letzten Kalenderwoche des Jahres 2024 verwendet und zur Zeitreihe addiert. Somit entstand ein Datensatz, der den Parkraumauslastungsdaten der ÖBB Park-and-Ride Anlagen entsprach.

Zeitreihenanalyse

Die Methode, um Erkenntnisse aus den Nachfragedaten zu erhalten, ist für die ÖBB-Daten und Daten der Stadt Tulln grundlegend dieselbe. Jedoch wurde die Vorverarbeitung der Nachfragedaten an die unterschiedlichen Rohdaten (Belegung vs. Parkquell- und Parkzielverkehr) leicht adaptiert. Ziel der Zeitreihenanalyse ist das

Filtern von Zeiträumen mit unplausiblen Nachfragedaten sowie das Schließen der dadurch entstehenden Lücken in den Datensätzen, um plausible Rohdaten der Parkraumnutzung zu erhalten. Anhand dieser aufbereiteten Nutzungsdaten soll eine generalisierte Beschreibung der Parkraumnutzung erfolgen und deren Übertragbarkeit auf andere Parkräume in Österreich geschaffen werden.

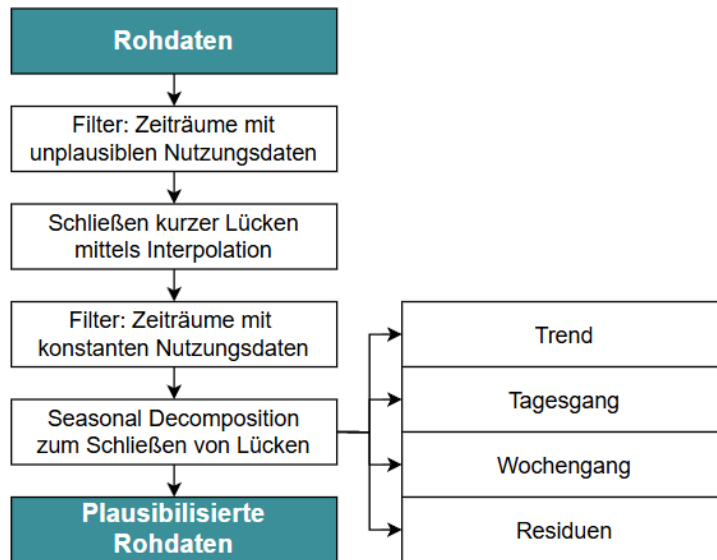


Abbildung 32: Systemskizze Zeitreihenanalyse

Wie Abbildung 32 zu entnehmen, ist eine „Seasonal Decomposition“ die zentrale Komponente der Methodik. Dabei werden die Nachfragedaten in drei additive Komponenten aufgeteilt: Trend, Saisonalität und Residuen. Um Feiertage adäquat zu berücksichtigen, wurde die Saisonalität in Form von Tagesgängen extrahiert, die aneinandergereiht den Wochengang bilden.

Abbildung 33 zeigt exemplarisch wie aus den gefilterten Rohdaten (rot dargestellt) der Park-and-Ride Anlage Klosterneuburg-Kierling der Trend (grün dargestellt) extrahiert wurde. Hierbei ist auch zu sehen, dass der Trend am 15.08.2025 (Feiertag) nicht nach unten fällt, obwohl die Parkplatzbelegung für einen Freitag deutlich zu niedrig ist, da anstelle des Tagesganges eines üblichen Freitags, der Tagesgang für Sonn- und Feiertage verwendet wird. Es ist ebenfalls erkennbar, dass sich die Tagesgänge in der Ferienzeit von den Tagesgängen zur Schulzeit unterscheiden. Dieser Umstand unterstreicht die Notwendigkeit der Seasonal Decomposition, da beispielsweise die Berechnung eines mittleren Tagesganges von den niedrigen Parkplatzbelegungen in der Ferienzeit beeinflusst werden würde.

klosterneuburg-kierling_96083

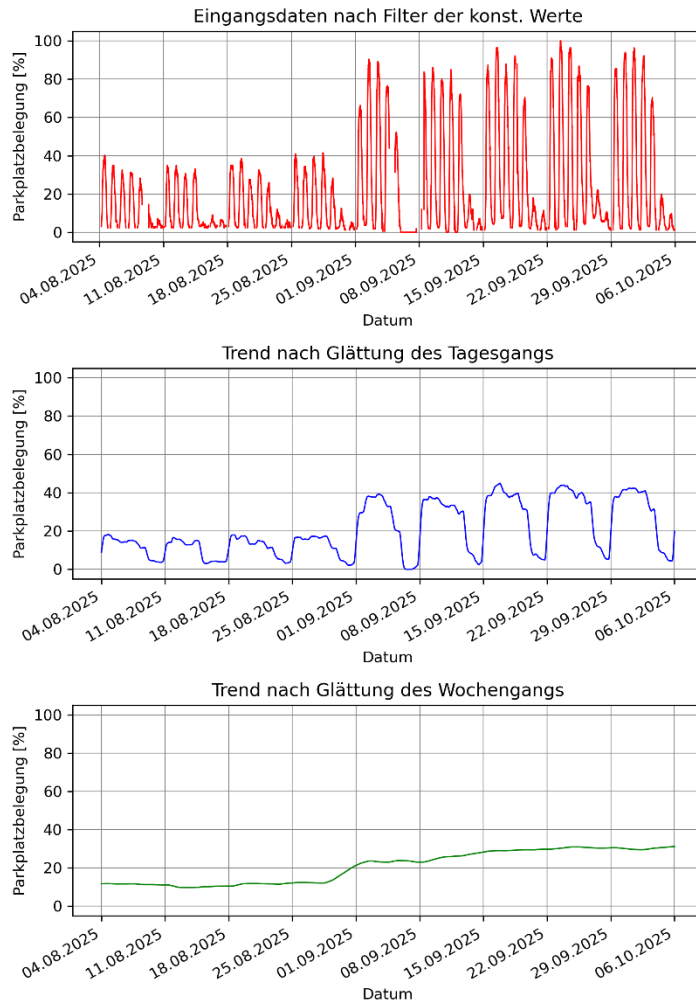


Abbildung 33: Exemplarische Trend-Extraktion

Nachdem die Parkplatzbelegungen der Lücken rekonstruiert wurden, wird erneut eine „Seasonal Decomposition“ angewandt, um auf Basis der plausibilisierten Parkplatzbelegungen die Nutzung zu analysieren. Mit den hierbei extrahierten Trends und Saisonalitäten lassen sich typische Nutzungsmuster untersuchen.

Dass die Parkplatzbelegung mit Beginn der Schulzeit deutlich ansteigt, ist bereits in den gefilterten Rohdaten erkennbar, jedoch zeigt der geglättete Trend in Abbildung 34 wie groß die Zunahme der Belegung ist. So beträgt die mittlere Parkplatzbelegung in der Ferienzeit in etwa 10%, wohingegen in der ersten Schulwoche die mittlere Parkplatzbelegung auf bereits über 20% ansteigt und Ende September bereits in etwa 30% beträgt. An der grün dargestellten Saisonalität ist erkennbar, dass das exakte Datum für die Saisonalität nicht relevant, sondern der Wochentag ausschlaggebend ist. Hierbei werden Feiertage wie Sonntage behandelt.

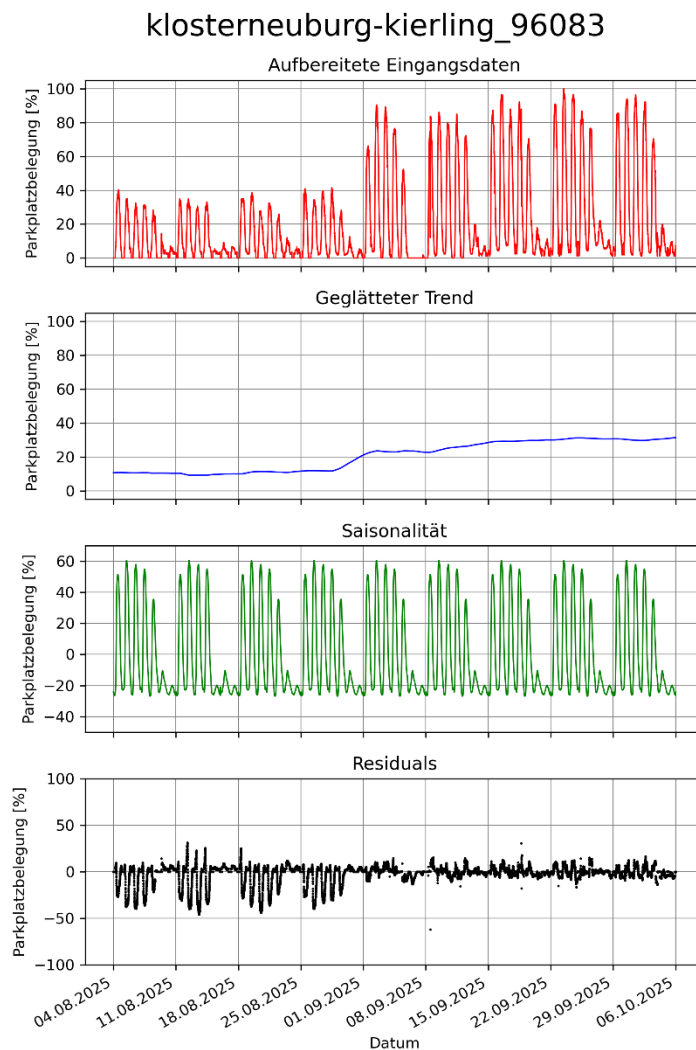


Abbildung 34: Exemplarische Seasonal Decomposition

Durch Addition des geglätteten Trends und der Saisonalität erhält man die typischen Parkplatzbelegungen der Parkplätze, die sich von den tatsächlichen Parkplatzbelegungen nur noch durch die Residuen unterscheiden. Die höheren Abweichungen in der Ferienzeit lassen sich auf eine veränderte Nachfrage zurückführen, die trotz der Seasonal Decomposition nicht ausreichend abgebildet wird. Da das Ziel dieser Zeitreihenanalyse jedoch eine generalisierte Beschreibung der Parkraumnutzung ist, sind die auftretenden Abweichungen akzeptierbar.

Clustering der Nachfragedaten

Um eine Übertragbarkeit der für einzelne Parkplätze vorliegenden Nachfragedaten zu schaffen, werden diese mittels Clustering in Gruppen mit ähnlichen Nutzungsmustern geteilt. Für diese Gruppen werden typische und somit generalisierte Parkraumnutzungsdaten berechnet, die auf Parkplätze ohne Nachfragedaten übertragen werden können.

Die typischen Parkplatzbelegungen der 32 ÖBB-Park-and-Ride Anlagen wurden extrahiert und durch ein agglomeratives Clustering in Gruppen mit ähnlichen Nutzungsmustern geteilt. Hierfür werden vier Parameter berechnet, die die Parkraumnachfrage beschreiben:

- Mittlerer Trend: hierfür wird der Mittelwert des geglätteten Trends der Parkplatzbelegungen der Parkplätze berechnet

- Mittlere Amplitude Montag-Freitag: hierfür wird der Mittelwert der Amplituden der Saisonalität der Parkplatzbelegungen der Parkplätze für Werktage berechnet
- Mittlere Amplitude Samstag-Sonntag: hierfür wird der Mittelwert der Amplituden der Saisonalität der Parkplatzbelegungen der Parkplätze für Samstage, Sonn- und Feiertage berechnet
- Wochenendverhältnis der Amplituden: entspricht der mittleren Amplitude Samstag-Sonntag gebrochen durch die mittlere Amplitude Montag-Freitag in Prozent

Da sich, wie in Abbildung 30 ersichtlich, die Datenverfügbarkeit zwischen den einzelnen Park-and-Ride Anlagen unterscheidet, werden die vier Parameter für das Clustering nur für den aktuellen Zeitraum mit verfügbaren Daten aller Park-and-Ride Anlagen berechnet. Abbildung 35 zeigt die vier gebildeten Cluster der Trendlinien aller ÖBB Nachfragedaten und den verwendeten Zeitraum zur Bildung dieser Cluster.

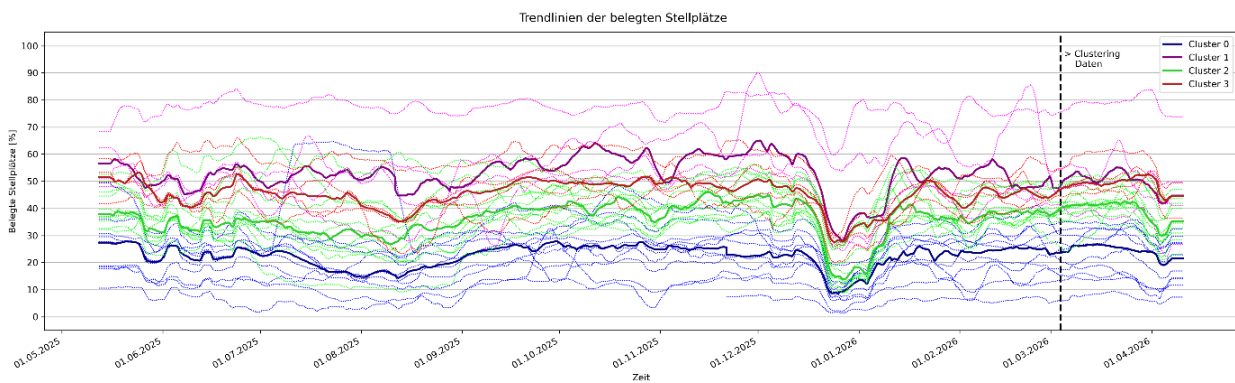


Abbildung 35: Cluster der ÖBB-Trendlinien

Die hervorgehobenen Trendlinien entsprechen den Medianen der einzelnen Cluster und stellen die typischen Nachfragedaten der einzelnen Cluster dar. Somit ist zu beobachten, dass Park-and-Ride Anlagen des Clusters 0 deutlich weniger ausgelastet sind als Park-and-Ride Anlagen des Clusters 1. Die Parkraumbelegung der Park-and-Ride Anlagen des Clusters 2 liegt im Mittelfeld der Nachfragedaten, wohingegen Cluster 3 nur eine etwas geringere Parkraumbelegung aufweist als Cluster 1.

Neben den Trendlinien können auch die Saisonalitäten (Wochengänge) der Cluster der Park-and-Ride Anlagen, die in Abbildung 36 dargestellt sind, analysiert werden. Hier zeigt sich, dass Cluster 2 die stärksten ausgeprägten Schwankungen der Parkraumbelegung im Wochenverlauf aufweist. Werktags zu Mittag sind diese Park-and-Ride Anlagen sehr ausgelastet, wohingegen in den Nachtstunden Stellplätze wieder frei werden. Am Wochenende werden diese Park-and-Ride Anlagen deutlich weniger genutzt als an den Werktagen. Die Amplituden der Cluster 0, 1 und 3 unterscheiden sich Werktags nur geringfügig, am Wochenende weisen sie aber unterschiedliche Nutzungsmuster auf. Am Wochenende ändert sich die Parkraumbelegung der Park-and-Ride Anlagen des Clusters 0 kaum. Park-and-Ride Anlagen des Clusters 1 sind auch an Samstagen ähnlich ausgelastet wie an Freitagen und die Nutzung von Park-and-Ride Anlagen des Clusters 3 pendelt sich im Bereich zwischen den Clustern 0 und 1 ein.

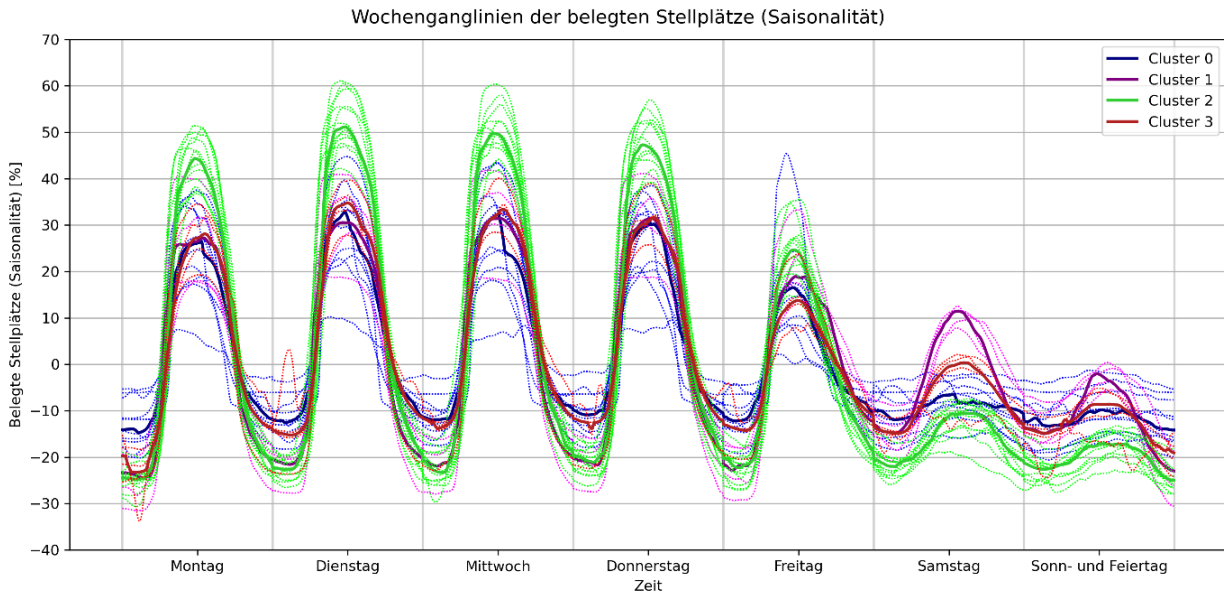


Abbildung 36: Cluster der ÖBB-Wochenganglinien

Anhand der Trendlinien und der Wochenganglinien lassen sich für die einzelnen Cluster ebenfalls typische Parkplatzbelegungen und deren Abweichungen von den tatsächlichen Parkplatzbelegungen der Park-and-Ride Anlagen berechnen. Abbildung 37 zeigt dies exemplarisch für Cluster 0.

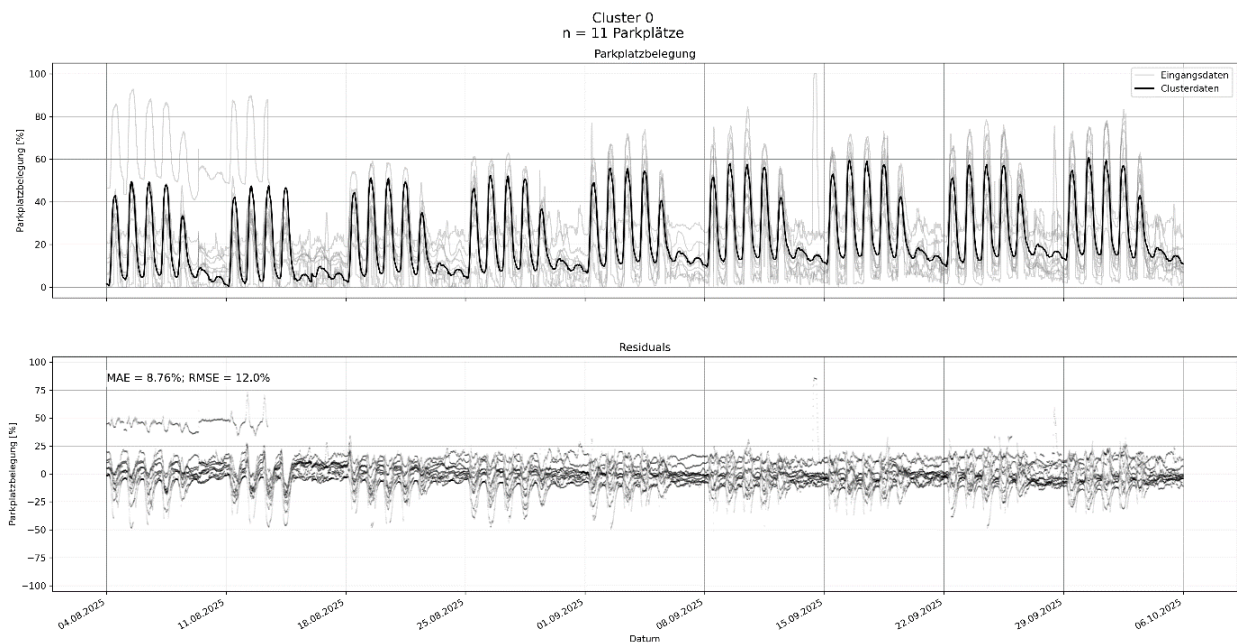


Abbildung 37: Parkplatzbelegungen und Residuen Cluster 0

Auch hier ist zu erkennen, dass die Park-and-Ride Anlagen in der Ferienzeit weniger stark ausgelastet sind als in der Schulzeit. Eine Ausnahme bildet eine Park-and-Ride Anlage, die in den ersten acht Tagen dieser Abbildung deutlich höher ausgelastet ist. Der Mean-Absolute-Error von 8,76% und auch der Root-Mean-Squared-Error liegen auf einem akzeptablen Niveau für eine generalisierte Beschreibung der Parkraumnachfrage.

Da Nachfragedaten von Parkräumen, die keine Park-and-Ride Anlage sind, nur von der Stadt Tulln zur Verfügung gestellt wurden und somit lediglich vier Zeitreihen vorliegen, ist ein Clustering dieser Nachfragedaten nicht zielführend. Um dennoch generalisierte Parkraumnutzungsdaten zu berechnen, werden die Nachfragedaten der beiden Parkgaragen gemittelt und bilden dabei „Cluster 0“, gleiches erfolgt für die Nachfragedaten der beiden bewirtschafteten Parkzonen die im „Cluster 1“ zusammengefasst werden.

Auch für diese beiden Gruppen lassen sich Trendlinien und Wochenganglinien extrahieren, die in Abbildung 38 und Abbildung 39 dargestellt sind.

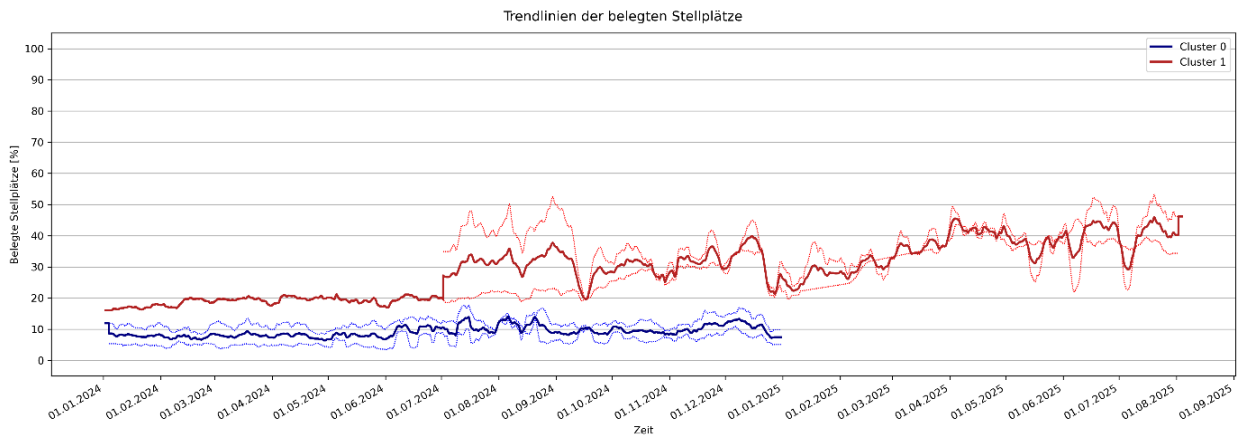


Abbildung 38: Cluster der Trendlinien der Stadt Tulln

Die Trendlinien zeigen hierbei wesentliche Unterschiede zwischen den Parkplatzbelegungen der Parkgaragen (Cluster 0) und den deutlich stärker ausgelasteten bewirtschafteten Parkplätzen (Cluster 1). Des Weiteren ist zu erkennen, dass aufgrund der geringen Datenlage, Parkplatz-spezifische Änderungen in der Parkraumnachfrage auch die generalisierten Nachfragedaten beeinflussen.

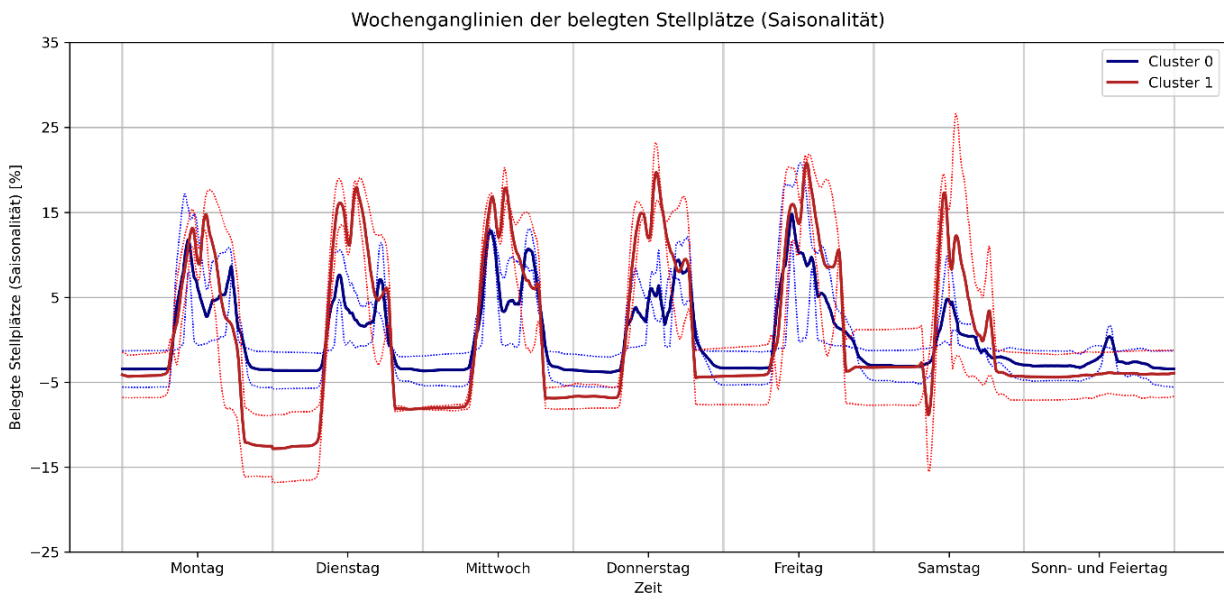


Abbildung 39: Cluster der Wochenganglinien der Stadt Tulln

Anhand der Wochenganglinien sind ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Parkplatzbelegungen der Parkgaragen (Cluster 0) und den bewirtschafteten Parkplätzen (Cluster 1) erkennbar. Insbesondere die nicht erfasste Parkraumnachfrage durch den Entfall der Gebührenpflicht an Sonn- und Feiertagen lässt sich an den Wochenganglinien ablesen.

Übertragbarkeit der Nachfragedaten

Um die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen typischen Parkplatzbelegungen der Cluster auf Park-and-Ride Anlagen ohne Nutzungsdaten übertragen zu können, werden die Größen der Park-and-Ride Anlagen (Kapazität und Flächenverbrauch) sowie die Strukturdaten der Rasterzellen, Gemeinden und Bezirke, in denen die Park-and-Ride Anlagen der Cluster liegen, untersucht. Hierbei sollen Attribute identifiziert werden, anhand derer die Cluster differenzierbar sind, ohne die Parkplatzbelegungen zu kennen. Dies stellt ein Klassifizierungsproblem dar, das mittels „Supervised Machine Learning“ in Form eines Entscheidungsbaums gelöst wurde.

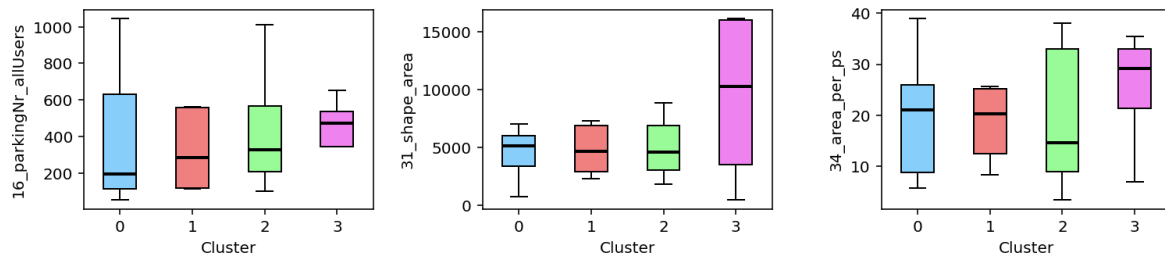


Abbildung 40: Exemplarische numerische Merkmale

In Abbildung 40 sind die Boxplots der Cluster von den drei Merkmalen, die direkt aus den Daten der Park-and-Ride Anlagen berechnet werden können, dargestellt. Zur besseren Darstellung werden Ausreißer nicht abgebildet. Es ist zu erkennen, dass Park-and-Ride Anlagen mit sehr hohem Flächenverbrauch (31_shape_area) sehr wahrscheinlich dem Cluster 3 zuzuordnen sind. Auf diese Weise werden insgesamt 19 numerische Merkmale und zwei kategorische Merkmale analysiert, um Regeln für einen Entscheidungsbaum zu definieren, der eine bestmögliche Unterscheidung der Cluster der Park-and-Ride Anlagen anstrebt.

Der Entscheidungsbaum ist in der Lage alle Park-and-Ride Anlagen den korrekten Clustern anhand folgender Merkmale zuzuordnen: Gebäude im Bezirk, zugelassene PKW im Bezirk, PKW-Dichte im Bezirk, Anzahl der Wohnungen in der Rasterzelle, Anzahl der Gebäude in der Rasterzelle, ÖV-Güteklasse der Rasterzelle, Größe der Park-and-Ride Anlage in Quadratmetern, Kapazität der Park-and-Ride Anlage und mittlere Stellplatzgröße der Park-and-Ride Anlage. Somit beträgt die Klassifizierungsgenauigkeit 100%, wobei von einer Überanpassung an die Park-and-Ride Anlagen mit bekannten Parkplatzbelegungen auszugehen ist. Durch die Integration von weiteren Park-and-Ride Anlagen kann zukünftig überprüft werden, ob eine Überanpassung tatsächlich stattfindet. Es ist davon auszugehen, dass mit der zukünftigen Integration von weiteren Park-and-Ride Anlagen die Generalisierung der Klassifizierung zunehmend besser wird.

Für die Nachfragedaten der Stadt Tulln muss aufgrund von fehlenden weiteren Parkplatzbelegungsdaten von einer Übertragbarkeit ausgegangen werden. Die oben angeführten Trend- und Wochenganglinien werden somit als typische Nachfragedaten von Parkgaragen und bewirtschafteten Parkplätzen angesehen.

4.2.2.2 Flächendeckende Nachfragedaten

Von Invenium Data Insights wurde ein Datensatz der Parkraumnachfrage basierend auf Mobilfunkdaten (im Weiteren als Cellular Signaling Data – CSD bezeichnet) bereitgestellt. Der TU Graz stehen diese Daten auf Basis einer Forschungs Kooperation für Forschungsprojekte zur Verfügung. Diese Daten enthalten in 15-Minuten Zeitscheiben die Quell- und Zielpersonenströme des Verkehrsmittels PKW von insgesamt 338.357 Rasterzellen mit einer Größe von jeweils 500x500 Metern. Da es sich hierbei um sehr umfangreiche Daten aus dem Bereich Big-Data handelt, wurden die Daten exemplarisch für vier Tage (Di 22.04.2025, Mi 23.04.2025, Di 03.06.2025, Mi 04.06.2025) aufbereitet und übermittelt. Im Gegensatz zu den ÖBB-Park-and-Ride Daten und den Daten der Stadt Tulln beschreiben die Mobilfunkdaten alle Parkraumtypen gemeinsam und sind flächendeckend verfügbar. Daher ist keine Hochrechnungsmethode erforderlich, jedoch müssen die CSD entsprechend aufbereitet werden, um Rückschlüsse auf die Parkraumnachfrage zu ziehen.

Die Methodik zur Aufbereitung der CSD zur Analyse der Parkraumnachfrage ist in Abbildung 41 dargestellt. Zunächst werden aus den Personenströmen mithilfe eines österreichweit gültigen Besetzungsgrades von 1,14 Personen pro PKW⁷ die Fahrzeugströme (Quell- und Zielverkehr) berechnet.

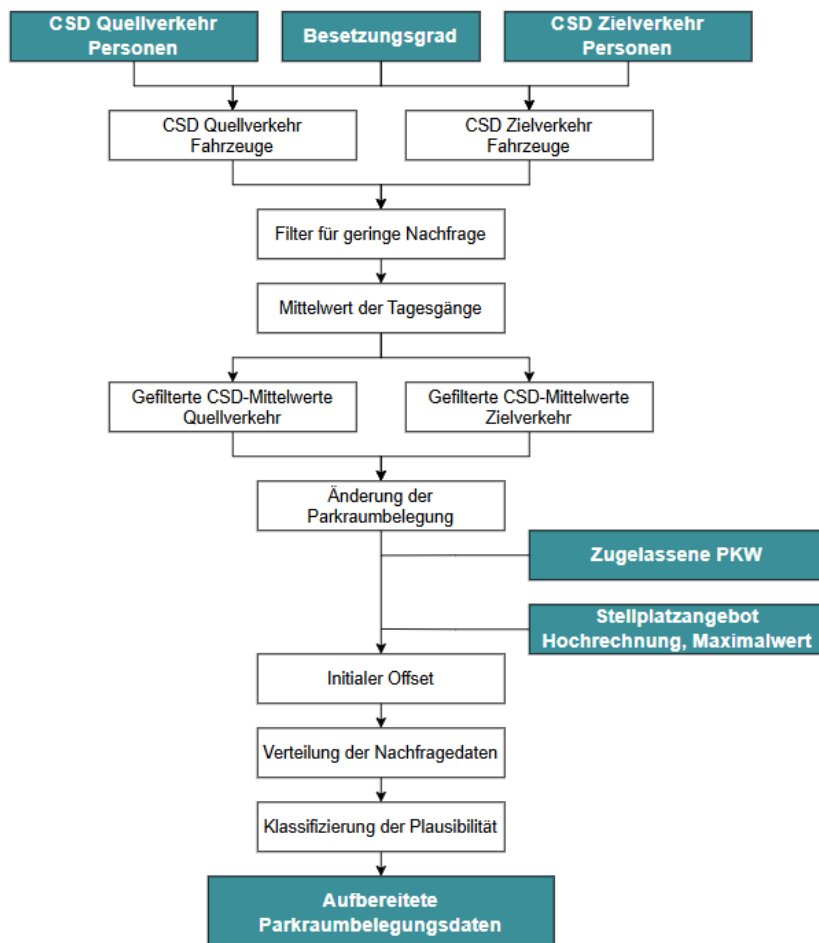


Abbildung 41: Systemskizze CSD-Verarbeitung

⁷ https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_pkm_tkm_verkehrsmittel.pdf

Anschließend wird für jeden verfügbaren Tag die Summe des täglichen Quellverkehrs sowie die Summe des täglichen Zielverkehrs berechnet. Ist das Maximum der berechneten Tagessummen geringer als 13 PKW/Tag, werden die Nachfragedaten der dementsprechenden Rasterzellen entfernt. Da das Parkraumangebot mit einer Auflösung von 25 Stellplätzen berechnet wurde (vgl. Kapitel 4.2.1.2), wird auf diese Weise sichergestellt, dass nur Rasterzellen mit ausreichender Nachfrage analysiert werden.

Da die CSD in Form von Quell- und Zielfahrzeugströmen in Zeitscheiben vorliegen, ist davon auszugehen, dass zumindest am jeweils ersten Tag der Analysezeiträume (jeweils Dienstag) der Zielverkehr nicht korrekt abgebildet wird. Ein Fahrzeug, das seinen Weg am Montag beginnt und erst am Dienstag erneut geparkt wird, fehlt in den vorliegenden Daten. Aus diesem Grund wird für weitere Analysen der jeweils erste Tag der Analysezeiträume ausgeschlossen, ohne den Zielverkehr des darauffolgenden Tages zu beeinflussen. Für die verbleibenden zwei Tage (Mi 23.04.2025 und Mi 04.06.2025) wird der Mittelwert der Fahrzeugströme gebildet. Somit liegt ein gefilterter und robuster Datensatz mit Fahrzeugströmen vor, anhand dessen die Parkraumnachfrage analysiert wird.

Parkraumbelagungen am Beginn der Zeitreihen (initialer Offset)

Analog zu den Nachfragedaten der Stadt Tulln, ist auch bei Mobilfunkdaten der initiale Offset (die Parkraumbelagung am Beginn der Zeitreihe) unbekannt. Da hierbei die Zeitreihen deutlich kürzer sind als die Zeitreihen der Stadt Tulln, wurde der initiale Offset basierend auf den zugelassenen Fahrzeugen und dem Stellplatzangebot der jeweiligen Rasterzellen berechnet.

Es wurden folgende drei Bedingungen formuliert, die plausible Ergebnisse sicherstellen:

1. Die Parkraumbelagung, basierend auf den CSD muss physikalisch möglich sein, somit muss die Parkraumbelagung strikt positiv sein (liefert minimalen Offset).
2. Die Stellplatzverfügbarkeit muss positiv sein, somit können nicht mehr Fahrzeuge zeitgleich in einem Gebiet parken als Stellplätze vorhanden sind (liefert maximalen Offset).
3. Es sollten alle in einer Rasterzelle zugelassenen Fahrzeuge um 00:00 Uhr in der jeweiligen Rasterzelle parken.

Bedingung 1 muss in jedem Fall erfüllt werden. Gibt es einen Widerspruch zwischen den ersten beiden Bedingungen wird von einem größeren Stellplatzangebot ausgegangen, als durch die in Kapitel 4.2.1.2 beschriebene Methodik hochgerechnet wurde. Ist der initiale Offset gegeben durch Bedingung 3 größer als der minimale aus Bedingung 1, wird unter Einhaltung von Bedingung 2 die dritte Bedingung bestmöglich erfüllt.

Nach Ermittlung der logischen Parkraumbelagung am Beginn der Zeitreihe werden darauf aufbauend die Parkraumbelagungen der weiteren Zeitscheiben berechnet.

Verteilung der Nachfragedaten

Durch eine Analyse der Parkraumnutzung konnten zum Teil deutliche Abweichungen zwischen dem hochgerechneten Parkraumangebot und dem benötigten Parkraumangebot zur Deckung der Nachfrage identifiziert werden. Die beobachteten Abweichungen sind auf folgende mögliche Ursachen zurückzuführen:

- Parken auf nicht gekennzeichneten Parkplätzen, welche durch das Hochrechnungsverfahren nicht ermittelt werden
- Taxi und Uber Fahrten, die fälschlicherweise als Parkvorgänge behandelt werden
- Fehler in der Verkehrsmittelerkennung der Invenium-Data-Analytics-Solution (DAS), insbesondere die Unterscheidung zwischen PKW-Fahrten und Busfahrten
- Fehler aufgrund nicht erkannter Weg-Etappen: Anreise mit Kfz, Parken und Fußweg in eine andere Rasterzelle, was in Summe als eine Etappe behandelt wird

Während die Abweichungen infolge der ersten drei Ursachen unvermeidbar sind, wurde zur Minimierung der durch das Weg-Etappen-Problem verursachten Fehler eine geeignete Methodik entwickelt. Die Idee der Methodik basiert auf der Funktionsweise einer Convolution in „Convolutional Neural Networks“ (CNN), die in Abbildung 42 dargestellt ist.

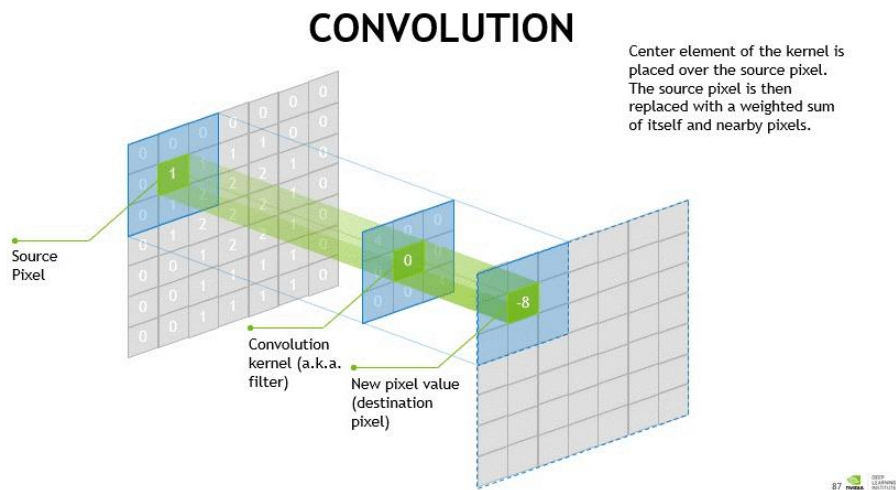


Abbildung 42: Systemskizze eines Convolution-Layers eines Neuronalen Netzes⁸

Ausgehend von einer Rasterzelle (Source Pixel) werden für jeden Zeitschritt der CSD auch die umliegenden acht Rasterzellen betrachtet (Convolution Kernel). Die Anzahl der belegten Stellplätze zum Zeitschritt t (Ebene rechts in der Abbildung) entspricht der Anzahl der belegten Stellplätze zum Zeitschritt $t-1$ (Ebene links in der Abbildung) plus dem Parkzielverkehr zum Zeitschritt t abzüglich des Parkquellverkehrs zum Zeitschritt t . Würde die Anzahl der belegten Stellplätze zum Zeitschritt t größer werden als das Parkraumangebot der maximalen Schätzung des Makro-Ansatzes, wird die Parkraumnachfrage auf die umliegenden Rasterzellen mit freien Kapazitäten verteilt. Dieser Vorgang erfolgt inkrementell, um einer Überlastung der umliegenden Rasterzellen entgegenzuwirken. Ist die Parkraumnachfrage dennoch größer als das Parkraumangebot aller neun betrachteten Rasterzellen, wird der Anteil der nicht-lösbaren Parkraumnachfrage dokumentiert und aus den Nachfragedaten entfernt.

Analog zur Verteilung des Parkzielverkehrs erfolgt die Verteilung des Parkquellverkehrs. Würde Anzahl der belegten Stellplätze zum Zeitschritt t negativ werden, wird der Parkquellverkehr auf die umliegenden Rasterzellen mit parkenden Fahrzeugen verteilt.

Dabei werden die Änderungen der Parkraumbelagungen, des Parkquell- und des Parkzielverkehrs sowie der nicht-lösbaren Parkraumnachfrage dokumentiert und als neue Nachfragedaten gespeichert. Die Unterschiede zwischen dem Datensatz vor und nach der Verteilung sind anhand der Summen des Quell- und Zielverkehrs erkennbar, welche in Tabelle 18 dargestellt sind.

Tabelle 18: Quell- und Zielverkehr vor und nach der Verteilung

	Summe Quellverkehr (Kfz)	Summer Zielverkehr (Kfz)
Vor Verteilung	23.559.208	23.546.041
Nach Verteilung	23.300.453	23.332.562

⁸ <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/convolutional-neural-network/>

Somit wurde der Fehler aufgrund nicht erkannter Weg-Etappen in den mobilfunkbasierten Nachfragedaten minimiert. Die aufbereiteten Daten der Rasterzellen sind österreichweit flächendeckend verfügbar und können je nach Erfordernis auf andere Raumaggregationen wie Gemeinden oder Bezirke aufsummiert werden.

Qualitätsindex der mobilfunkbasierten Parkraumnachfragedaten

Nachdem die Parkraumnachfrage adäquat verteilt wurde, wird die neu berechnete Parkraumnachfrage hinsichtlich der Plausibilität klassifiziert, die als Qualitätsindex der Ergebnisse fungiert. In Summe wurden acht Plausibilitätsklassen definiert:

- Klasse 0: Rasterzellen ohne Parkraumangebot und dementsprechend ohne Parkraumnachfrage.
- Klasse 1: Rasterzellen, deren Parkraumnachfrage durch das geschätzte Parkraumangebot erfüllt werden kann.
- Klasse 2: Rasterzellen, deren Parkraumnachfrage durch das maximal geschätzte Parkraumangebot erfüllt werden kann.
- Klasse 3: Rasterzellen, deren Parkraumnachfrage höher ist als das maximal geschätzte Parkraumangebot.
- Klasse 4: Rasterzellen ohne Parkraumangebot, deren Parkraumnachfrage durch das maximal geschätzte Parkraumangebot der umliegenden Rasterzellen erfüllt werden kann (geringe Verteilung).
- Klasse 5: Rasterzellen ohne Parkraumangebot, deren Parkraumnachfrage durch das maximal geschätzte Parkraumangebot der umliegenden Rasterzellen erfüllt werden kann (größere Verteilung).
- Klasse 6: Rasterzellen ohne Parkraumangebot, deren Parkraumnachfrage durch das maximal geschätzte Parkraumangebot der umliegenden Rasterzellen nicht erfüllt werden kann.
- Klasse 7: Rasterzellen ohne Parkraumangebot und ohne Parkraumangebot in den umliegenden Rasterzellen, jedoch mit Parkraumnachfrage

Wie in Tabelle 19 ersichtlich, konnte durch die Verteilung der Nachfragedaten dem Fehler aufgrund nicht erkannter Weg-Etappen entgegengewirkt und somit die Plausibilität der Ergebnisse signifikant gesteigert werden.

Tabelle 19: Plausibilitätsklassen vor und nach der Nachfrageverteilung

Plausibilitätsklasse	Anzahl Rasterzellen vor Nachfrageverteilung	Anzahl Rasterzellen nach Nachfrageverteilung
Klasse 0	169.436	229.068
Klasse 1	108.357	103.507
Klasse 2	1.872	7.267
Klasse 3	122	0
Klasse 4	41.457	0
Klasse 5	5.407	0
Klasse 6	1.378	0
Klasse 7	11.813	0

Kapitel

5

ERGEBNISSE

5 ERGEBNISSE

Die in Kapitel 4 beschriebenen Hochrechnungsmethoden bilden in ihrer Gesamtheit das Hochrechnungsverfahren für das Parkraumangebot und die Parkraumnachfrage. In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse dieses Hochrechnungsverfahrens erörtert.

Parkraumangebot

Mit dem Hochrechnungsverfahren kann erstmals eine österreichweite Abschätzung des Stellplatzangebots differenziert nach Parkraumtypen durchgeführt werden. Vergleichbare flächendeckende Analysen sind auch international nur in sehr begrenztem Umfang verfügbar, wodurch die Ergebnisse einen hohen Innovationsgrad aufweisen. Das PSI-Hochrechnungsverfahren liefert die Stellplatzzahlen in Tabelle 20, die das Parkraumangebot für ganz Österreich umfassen. In etwa 77% aller Stellplätze sind dem Parkraumtypen „Off-Street, Flächenparkplatz“ zuzuordnen. 12% der Stellplätze befinden sich in Parkgebäuden (inkl. privaten Garagen), wohingegen ca. 10% aller Stellplätze im Straßenraum (On-Street, bewirtschaftet und nicht bewirtschaftet) befinden. Der Parkraumtyp mit dem geringsten Stellplatzangebot ist „Park-and-Ride“ mit unter einem Prozent aller Stellplätze.

Eine Unterscheidung zwischen öffentlichen und privaten Stellplätzen ist aufgrund der Datenlage nicht möglich. Einerseits fehlen Informationen über die Besitzverhältnisse der Parkplätze und andererseits lässt sich die Zugänglichkeit (z. B. in privatem Besitz, aber öffentlich zugänglich) nicht eindeutig klassifizieren, insbesondere im Hinblick auf eine österreichweite Hochrechnung.

Tabelle 20: Ergebnisse des Hochrechnungsverfahrens (Stellplatzangebot)

Layer	# Stellplätze	% Stellplätze	Min. Stellplätze	Max. Stellplätze
Park-and-Ride	114.515	0,84	102.340	127.635
On-Street, bewirtschaftet	673.380	4,95	581.500	750.345
On-Street, nicht bewirtschaftet	620.735	4,57	286.325	869.200
Off-Street, Flächenparkplatz	10.489.080	77,14	5.985.285	15.337.625
Off-Street, Parkgebäude	1.642.060	12,08	739.405	2.034.840
Σ	13.597.400	100,00	7.654.275	19.090.975

Das hochgerechnete Stellplatzangebot der einzelnen Rasterzellen ist in folgenden Abbildungen für ganz Österreich, Graz, Wien und Ried im Innkreis dargestellt. Je dunkler die Färbung einer Rasterzelle, desto mehr Stellplätze sind in dieser enthalten.

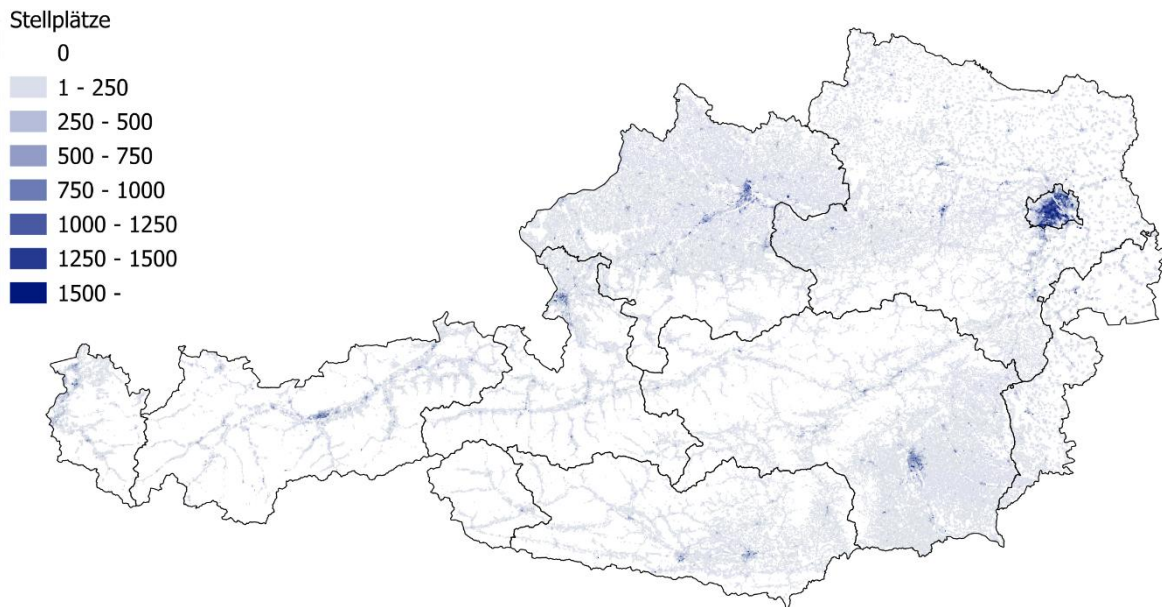


Abbildung 43: Stellplatzangebot Österreich

Aus den Abbildungen geht hervor, dass das Stellplatzangebot in Rasterzellen, welche in Ballungsräumen liegen deutlich höher ist als das Stellplatzangebot in Rasterzellen in ruralen Regionen. Außerdem ist ersichtlich, dass in alpinen Gebieten kein Stellplatzangebot vorhanden ist, wohingegen in Rasterzellen in Tälern durchaus Stellplätze vorhanden sind.

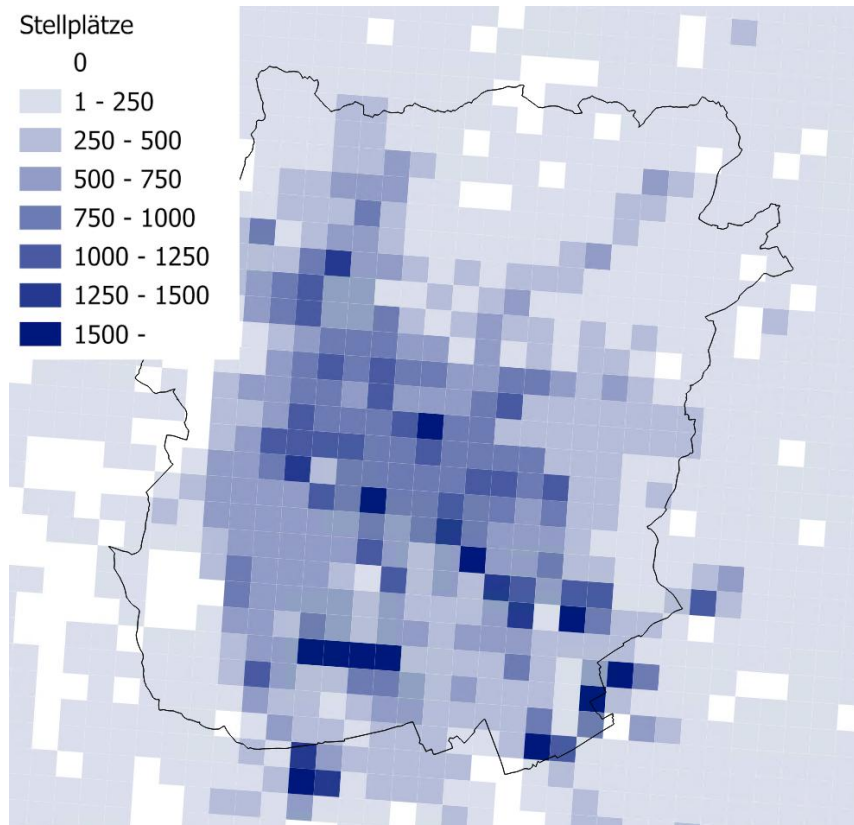


Abbildung 44: Stellplatzangebot Graz

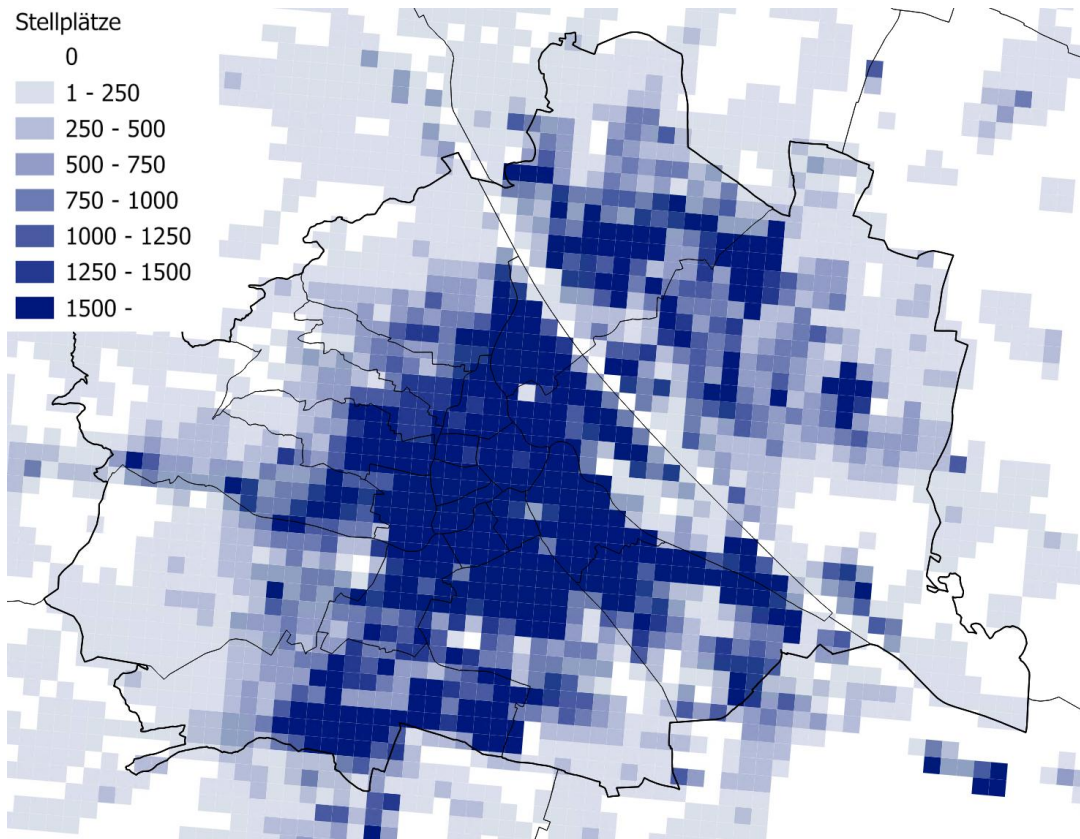


Abbildung 45: Stellplatzangebot Wien

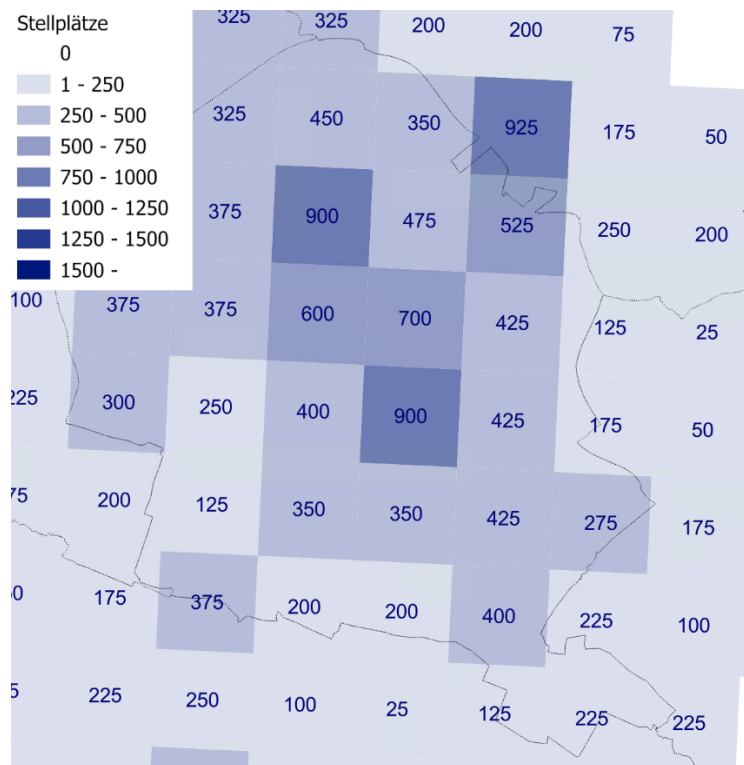


Abbildung 46: Stellplatzangebot Ried im Innkreis

Auf Basis des Parkraumangebotes und dem mittleren Flächenverbrauch je Stellplatz (entspricht dem Median aus den Polygondaten des Mikro-Ansatzes) der Parkraumtypen erfolgt die Abschätzung des Flächenverbrauchs durch Parkraum in ganz Österreich, der in Tabelle 21 dargestellt ist. Damit wird erstmals auch eine österreichweite Abschätzung der durch Parkraum verursachten Flächenversiegelung getroffen. Dies schafft eine wichtige Grundlage zur langfristigen Beobachtung räumlicher Entwicklungen sowie zur Bewertung zukünftiger Maßnahmen im Kontext nachhaltiger Mobilitäts- und Raumplanung.

Ein Vergleich mit dem Stellplatzangebot ermöglicht Rückschlüsse auf die Flächeneffizienz der einzelnen Parkraumtypen. Es zeigt sich, dass Flächenparkplätze aufgrund zusätzlicher Rangierflächen einen höheren Flächenverbrauch aufweisen als On-Street Parkplätze. Parkgebäude hingegen sind erwartungsgemäß flächeneffizienter. Auf sie entfallen mehr Stellplätze als im On-Street Bereich insgesamt, bei zugleich weniger als halb so hohem Flächenverbrauch.

Tabelle 21: Ergebnisse des Hochrechnungsverfahrens (Flächenverbrauch)

Layer	Flächenver. [ha]	Flächenver. %	Min. Flächenver. [ha]	Max. Flächenver. [ha]
Park-and-Ride	243,69	0,77	217,78	271,61
On-Street, bewirtschaftet	876,07	2,76	756,53	976,20
On-Street, nicht bewirtschaftet	896,96	2,83	413,74	1.255,99
Off-Street, Flächenparkplatz	28.960,35	91,27	16.525,37	42.347,18
Off-Street, Parkgebäude	752,06	2,37	338,65	931,96
Σ	31.729,13	100,00	18.252,07	45.782,94

Analog zum Stellplatzangebot, ist der Flächenverbrauch in Quadratmetern der einzelnen Rasterzellen in folgenden Abbildungen exemplarisch für Graz und Ried im Innkreis dargestellt. Je dunkler die Färbung einer Rasterzelle, desto mehr Flächen werden vom Parkraum der Rasterzelle beansprucht.

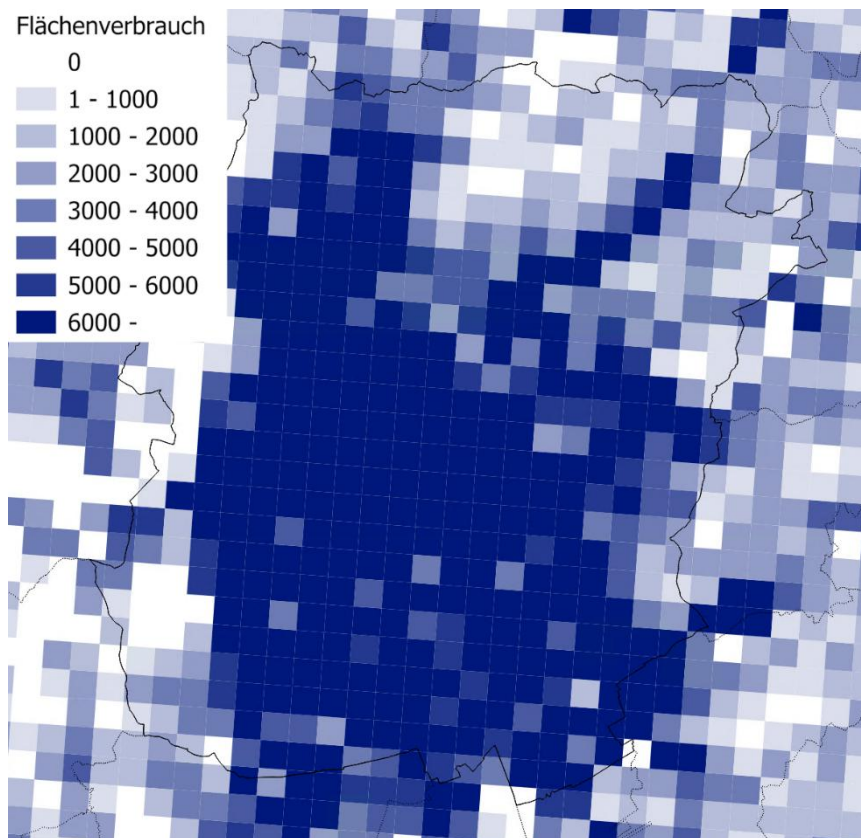


Abbildung 47: Flächenverbrauch Graz [m²]

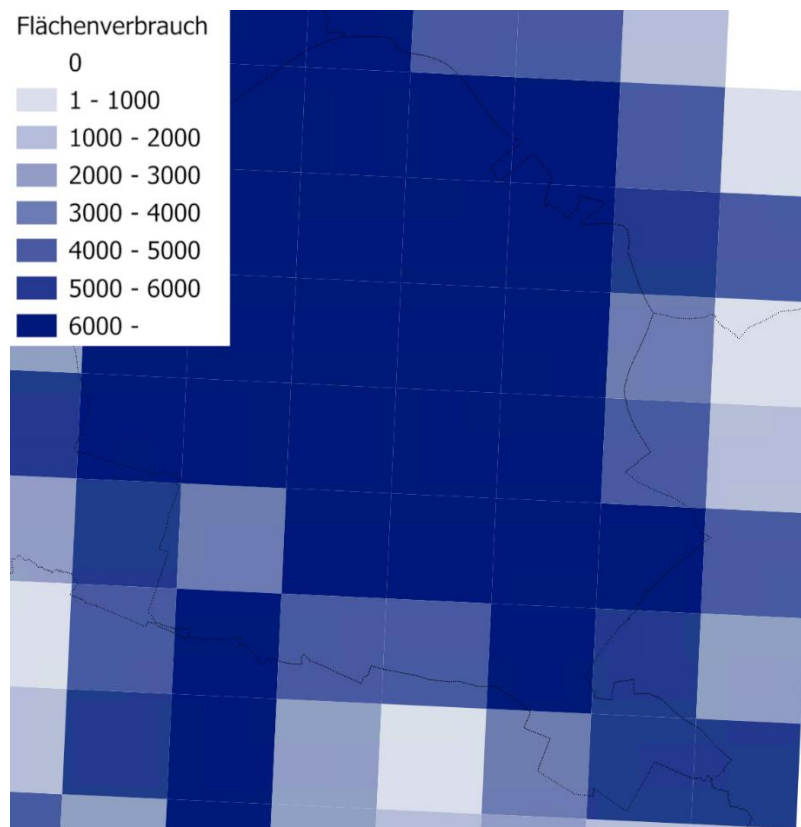


Abbildung 48: Flächenverbrauch Ried im Innkreis [m²]

Parkraumnachfrage

Der zentrale Aspekt der Hochrechnung der Parkraumnachfrage ist die Berechnung der in Tabelle 2 definierten dynamischen KPIs, basierend auf den generalisierten Nachfragedaten der Cluster aus Kapitel 4.2.2.1. Je nach Datengrundlage unterscheiden sich jedoch die ermittelbaren KPIs. Hinzu kommt, dass die Berechnung einzelner KPIs in einer generalisierten Form nicht aussagekräftig ist. Wie beispielsweise die Stellplatzverfügbarkeit (Anzahl der freien Stellplätze in den Zeitscheiben) eines Clusters, da diese durch das heterogene Parkraumangebot innerhalb eines Clusters stark variieren kann.

Im Folgenden wird detailliert auf die ableitbaren KPIs der Parkraumnachfrage eingegangen.

Für die Cluster der ÖBB-Park-and-Ride Anlagen kann ausschließlich die Parkplatzbelegung und deren Spitzenwert in einem definierten Zeitraum (Parkplatzbelegung Peak) berechnet werden. Abbildung 49 zeigt exemplarisch die Parkplatzbelegung der gesamt verfügbaren Nachfragedaten von Cluster 1, dem unter anderem die Park-and-Ride Anlagen „welshbf_95025“, „st.pöltenhbf_95012“ und „bischofshofen_96146“ zuzuordnen sind. Es ist klar erkennbar, dass die Parkplatzbelegung um den Jahreswechsel deutlich nachlässt und in der Woche ab dem 12.01.2026 wieder auf ein übliches Niveau ansteigt.

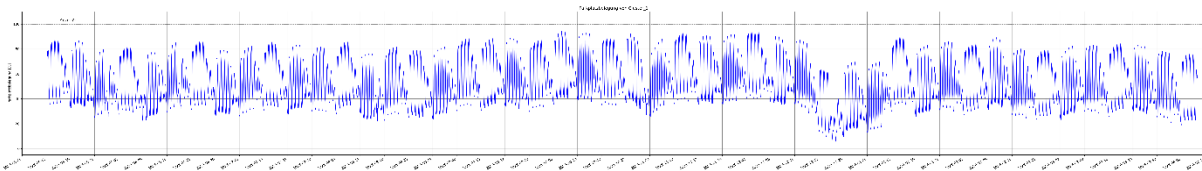


Abbildung 49: Park-and-Ride Parkplatzbelegung – Cluster 1

Die Parkplatzbelegung dieser Park-and-Ride Anlagen ist im Verhältnis zu den anderen Clustern als hoch anzusehen, obwohl die Kapazität nicht erreicht wird. Da es sich hierbei um generalisierte Nachfragedaten handelt, können dennoch Park-and-Ride Anlagen in vereinzelt auftretenden Zeitscheiben voll ausgelastet sein.

In Abbildung 50 sind neun Wochen im Detail abgebildet. Dabei ist die geringe Parkraumnachfrage am 15.08.2025 und der leichte Anstieg der Parkplatzbelegung zur Schulzeit im Vergleich zur Ferienzeit zu erkennen.

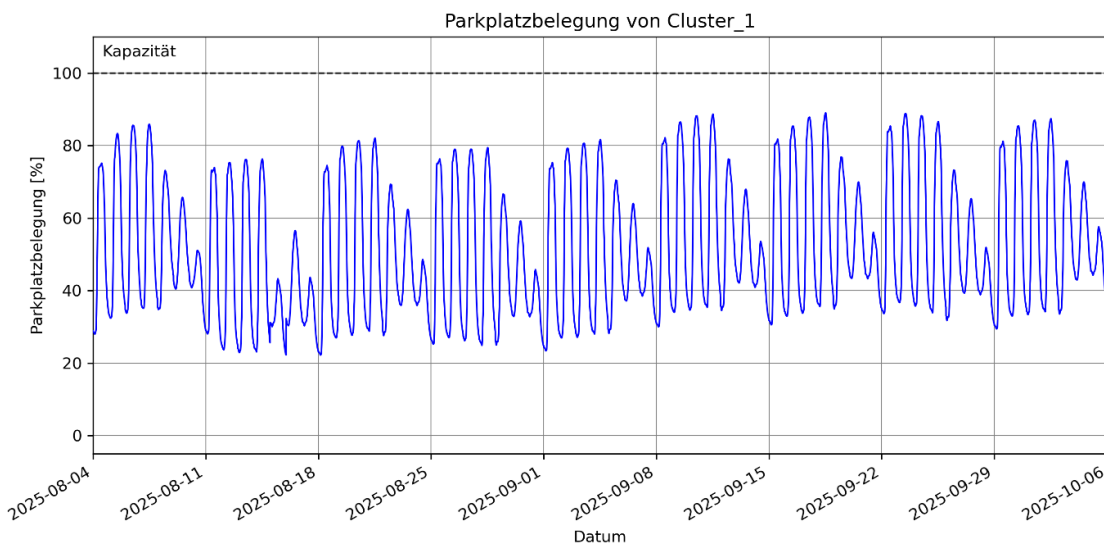


Abbildung 50: Park-and-Ride Parkplatzbelegung – Cluster 1 Detail

Neben den Analysen der direkten Parkplatzbelegung, eignen sich Monats-Mittelwerte der Wochentage zur Beschreibung der Parkraumnachfrage. Dabei ist erkennbar, welche Unterschiede beispielsweise zwischen einem typischen Montag im August und einem typischen Montag im September auftreten. Die dynamischen

Monats-Mittelwerte der Wochentage von Cluster 1 sind in Abbildung 51 dargestellt. Über das ganze Monat August 2025 liegt die Parkplatzbelegung des Clusters bei in etwa 50% und steigt im September auf 55% an. Ähnliche Unterschiede zeigen sich für die einzelnen Wochentage. Auffällig ist jedoch, dass im August freitags und samstags eine vergleichbare Parkplatzbelegung auftritt, wohingegen die Parkplatzbelegung im September an Freitagen höher ist als an Samstagen.

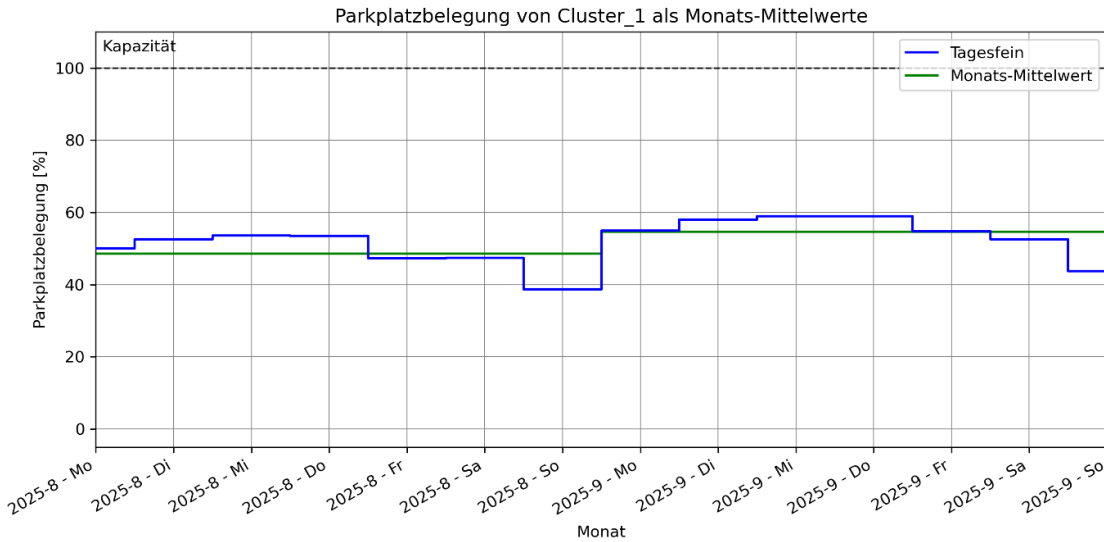


Abbildung 51: P&R Monats-Mittelwert der Parkplatzbelegung – Cluster 1 Detail

Ein relevanter Parameter der Nutzung des Parkraums ist die Spitzenauslastung, die durch den KPI *Parkplatzbelegung Peak* ausgedrückt wird. Hierbei werden die Monats-Maxima der Parkplatzbelegung Wochentags-fein und als Maximum eines Monats bestimmt. Eine Darstellung dieses KPIs von Cluster 1 für August und September 2025 ist in Abbildung 52 veranschaulicht. Für beide abgebildeten Monate werden die Spitzenauslastungen zwischen Montag und Donnerstag erreicht, wohingegen die Spitzenwerte der Parkplatzbelegung bis Sonntag stetig niedriger werden.

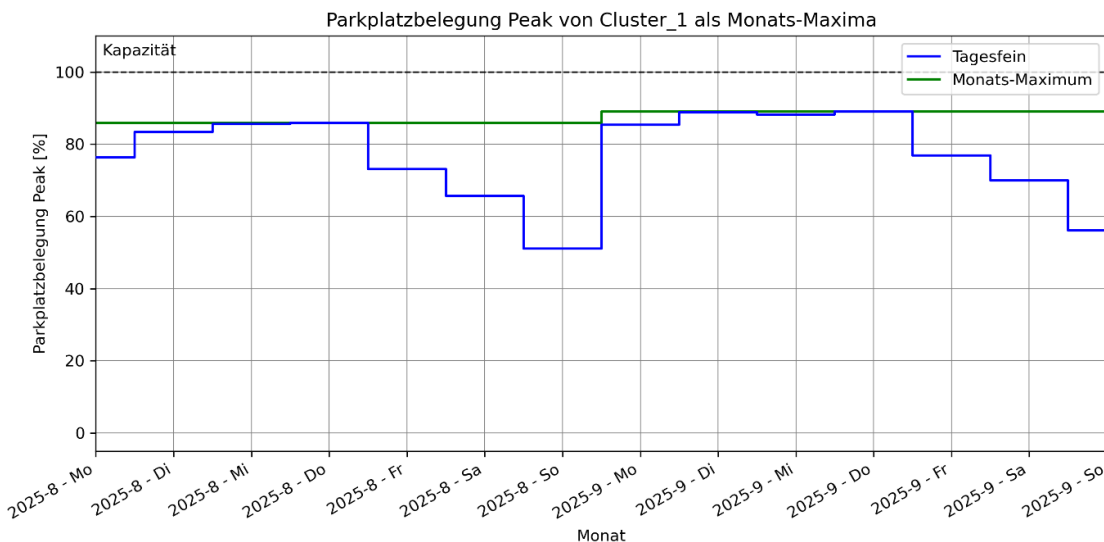


Abbildung 52: P&R Parkplatzbelegung Peak – Cluster 1 Detail

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen lässt sich auch die Stellplatzverfügbarkeit einer Park-and-Ride Anlage eines Clusters abschätzen, auch wenn für diese Park-and-Ride Anlage keine Parkraumnachfragedaten bekannt sind. Auf derart spezifische Analysen wird jedoch nicht weiter eingegangen, da die flächendeckende Analyse der Parkraumnachfrage im Fokus des Projekts lag.

Für den Cluster der bewirtschafteten Parkplätze, können auf Basis der Nachfragedaten der Stadt Tulln die Parkdauer, die Parkplatzbelegung und die Spitzenwerte der Parkplatzbelegung berechnet werden. Der Parkzielverkehr, die Parkplatzumschlagrate sowie die Stellplatzverfügbarkeit sind hingegen nicht generalisierbar, sondern können durch spezifische Analysen einzelner Parkplätze oder Parkzonen analysiert werden.

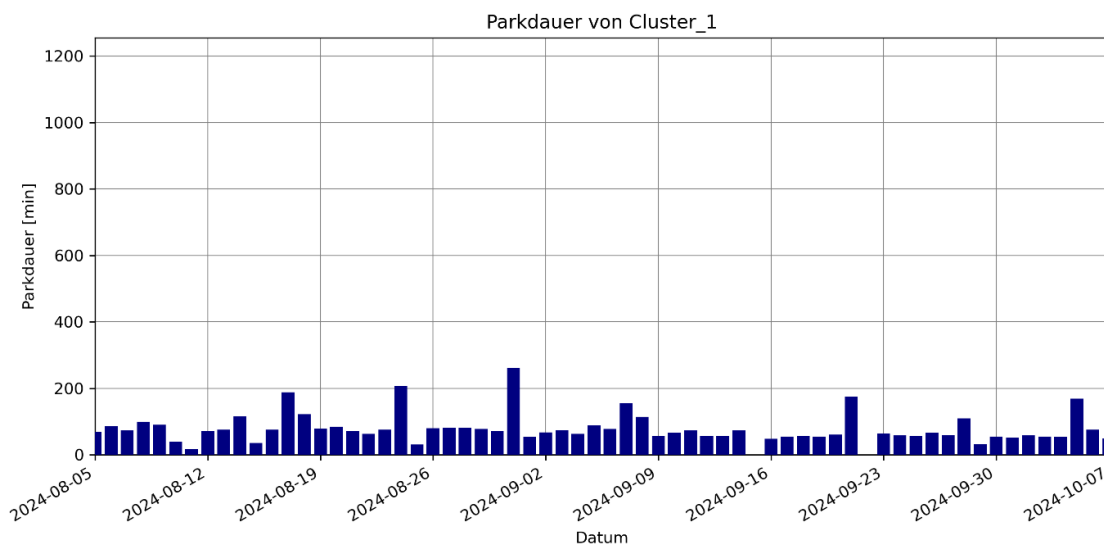


Abbildung 53: Parkdauer bewirtschafteter Parkplätze – Cluster 1 Detail

In Abbildung 53 ist exemplarisch die mittlere Parkdauer einzelner Tage des Clusters 1 im Zeitraum vom 05.08.2024 bis zum 07.10.2024 dargestellt. Da an Sonntagen keine Parkraumbewirtschaftung durchgeführt wird, sind die Spitzen der Parkdauern an den Samstagen nicht als tatsächliche Parkdauern zu verstehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die tatsächlichen Parkdauern deutlich kürzer sind, als es diese Spitzen vermuten lassen.

Die Parkplatzbelegung bewirtschafteter Parkplätze (Abbildung 54) weist deutlich ausgeprägte Tagesspitzen auf. Aufgrund der verfügbaren Zeiträume mit vorhandenen Daten, wurde ein anderer, jedoch vergleichbarer Zeitraum zu den ÖBB-Park-and-Ride Details dargestellt. Auch die Parkplatzbelegungen bewirtschafteter Parkplätze deuten auf eine veränderte Parkraumnachfrage für den Feiertag (Do. 15.08.2024) hin. Jedoch sind für diesen Cluster die Parkplatzbelegungen an Samstagen auf einem ähnlichen Niveau wie an Werktagen. In den Nachtstunden sind markante Änderungen der Parkraumnachfrage erkennbar, die auf Tarifzeiten der Parkraumbewirtschaftung zurückzuführen sind. Eine Analyse der tatsächlichen Parkraumnachfrage für diese Zeiträume ist auf Basis dieser Datengrundlage nicht möglich.

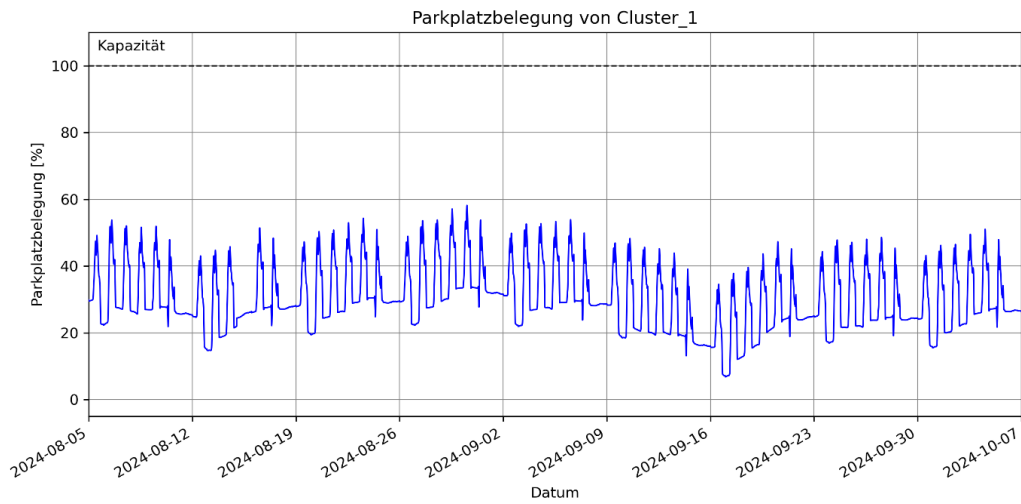


Abbildung 54: Parkplatzbelegung bewirtschafteter Parkplätze – Cluster 1 Detail

In den monatlichen Spitzenwerten der Parkplatzbelegung sind keine wesentlichen Unterschiede zwischen August und September 2024 erkennbar. Die Wochentags-feinen Maxima veranschaulichen jedoch die Differenzen zwischen Sonntagen und den anderen Wochentagen. Jedoch ist auch bei der Interpretation dieser Ergebnisse die Parkraumbewirtschaftung zu beachten.

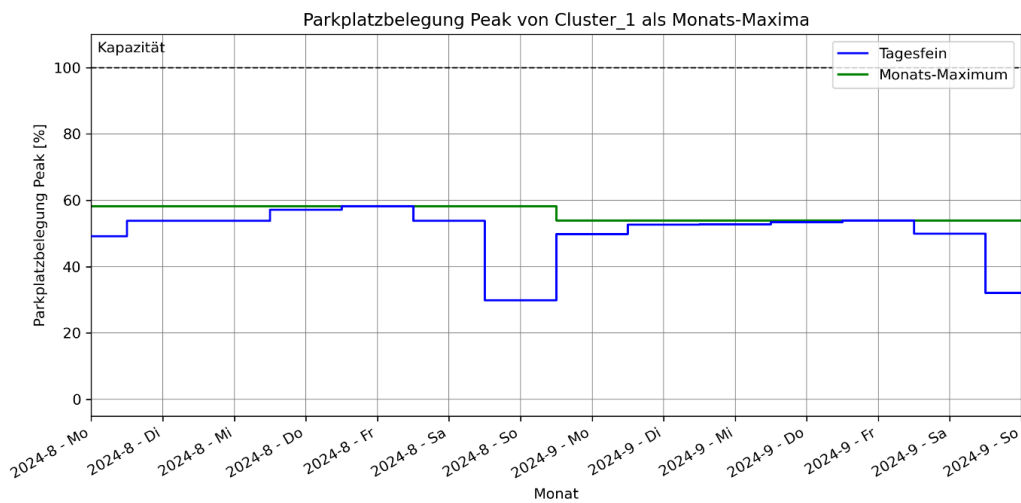


Abbildung 55: Parkplatzbelegung Peak bewirtschafteter Parkplätze – Cluster 1 Detail

Für den Cluster der Parkgebäude können auf Basis der Nachfragedaten der Stadt Tulln dieselben KPIs berechnet werden wie für bewirtschaftete Parkplätze. In den folgenden Abbildungen sind die KPIs für den exemplarischen Zeitraum vom 05.08.2024 bis zum 07.10.2024 dargestellt.

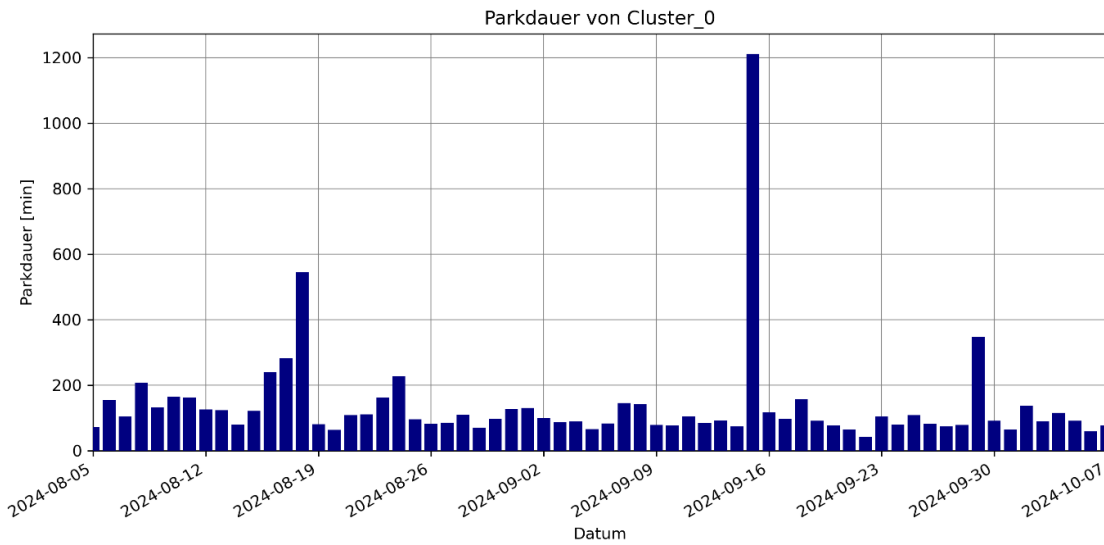


Abbildung 56: Parkdauer in Parkgebäuden – Cluster 0 Detail

Die in Abbildung 56 erkennbaren Ausreißer an den Sonntagen sind auf eine geringe Datenlage zurückzuführen. Dem Cluster zugrunde liegend sind EasyPark-Daten (5% Umsatzanteil), die entsprechend hochgerechnet wurden. Daher wirken sich vereinzelt auftretende sehr lange Parkdauern stark auf die durchschnittliche Parkdauer aus.

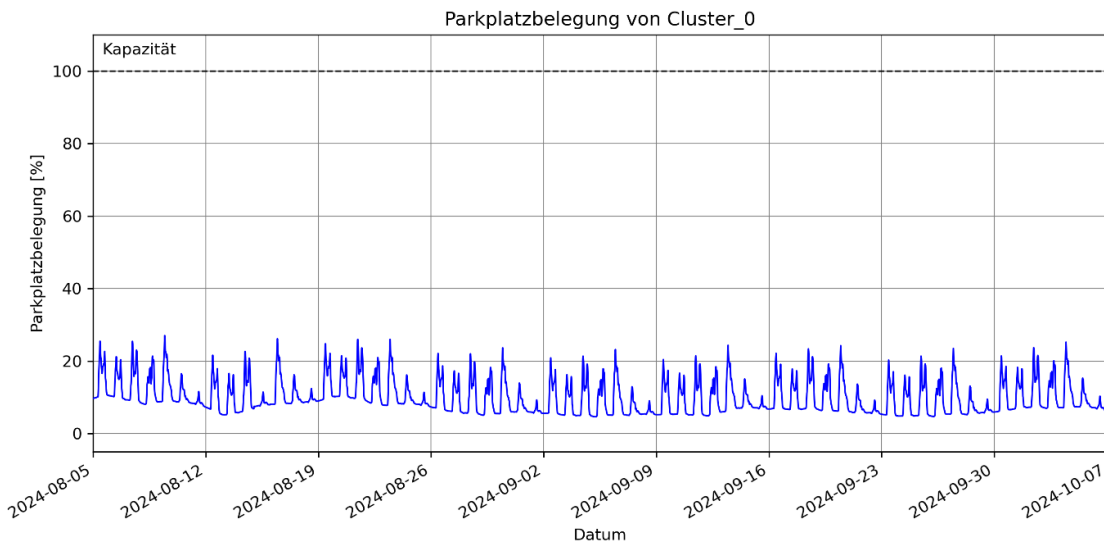


Abbildung 57: Parkplatzbelegung in Parkgebäuden – Cluster 0 Detail

Die Parkplatzbelegungen in Parkgebäuden weist keine Auffälligkeiten auf. Die Parkraumnachfrage am Feiertag ist auch hier deutlich geringer, als an den Werktagen und es gibt keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Ferien- und Schultagen. Das zeigt auch Abbildung 58, in der die Spitzen der Parkplatzbelegungen Wochentags-fein und als Maximum eines Monats dargestellt sind.

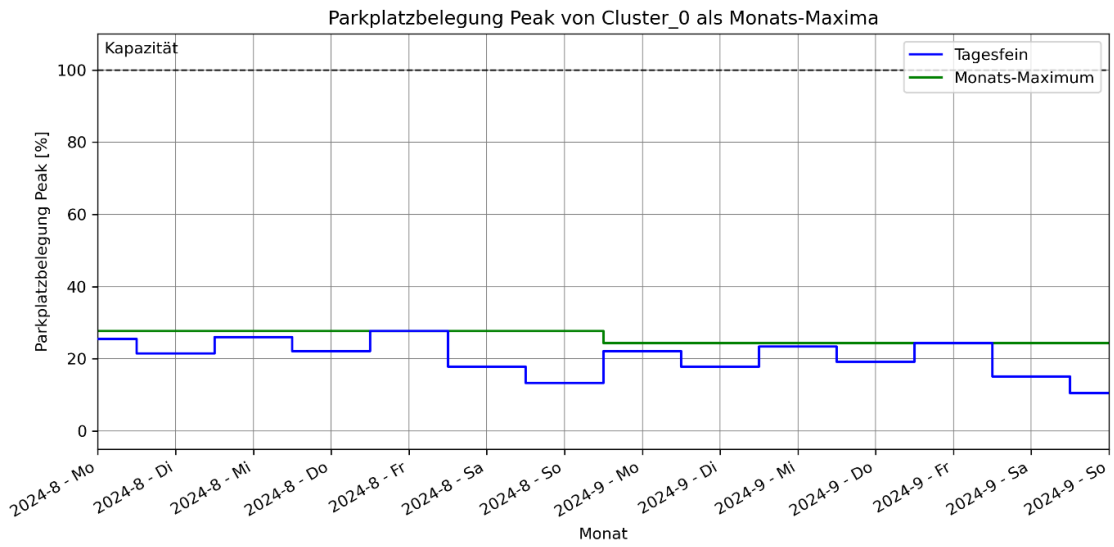


Abbildung 58: Parkplatzbelegung Peak in Parkgebäuden – Cluster 0 Detail

Das Ergebnis der Analyse der mobilfunkbasierten Parkraumnachfragedaten ist ein Zeitreihendatensatz auf Rasterzellenebene, der beliebig aggregiert werden kann. Aufgrund des kurzen Zeitraums mit verfügbaren Daten, beziehen sich die folgenden Auswertungen auf nur einen Wochentag (Mittwoch). Auswertungen von weiteren Zeiträumen inklusive Wochengängen sind jedoch mit den entwickelten Methoden und den notwendigen längeren Zeitreihendaten problemlos umsetzbar.

Abbildung 59 zeigt exemplarisch eine Auswertung der Rasterzelle 500mN26760E47300, die sich in einem Wohngebiet am Grazer Stadtrand befindet. Zusätzlich zu den mobilfunkbasierten Parkraumnachfragedaten wurden auch KPIs des Parkraumangebots in die Auswertung integriert, um einen holistischen Überblick zu schaffen. Die Stellplatzverfügbarkeit wie auch die Parkraumbelastung weisen einen zu erwartenden Tagesgang für ein Wohngebiet mit hohem PKW-Pendlerverkehr auf. In den Nachtstunden ist der Großteil der Stellplätze belegt, wohingegen vormittags und nachmittags die Stellplatzverfügbarkeit hoch ist und zum Abend hin wieder abfällt. Die Parkplatzumschlagrate mit 2,34 Kfz/24 h deutet auf eine effizientere Nutzung des Parkraums hin, als es die Tagesgänge der Stellplatzverfügbarkeit und der Parkraumbelastung vermuten lassen.

Auswertung: Rasterzelle 500mN26760E47300

Einwohner:	1112	Stellplätze je Einwohner:	0.47 Stellplätze
Zugelassene PKW:	531	Stellplätze je PKW:	0.99 Stellplätze
Erfassungsrate des Parkraumangebots:	23.24%	Parkzielverkehr:	1228 Kfz/24h
Mittlere Qualität der Angebotsdaten:	3.0	Parkplatzumschlagrate:	2.34 Kfz/24h
Flächenverbrauch von Parkplätzen:	9264 m ²	Mittlere Stellplatzverfügbarkeit:	160 Stellplätze
		Mittlere Stellplatzauslastung:	69.52%

Parkraumtyp	georeferenziertes Stellplatzangebot	minimales Stellplatzangebot	maximales Stellplatzangebot	Stellplatzangebot
Park-and-Ride	0	0	0	0
On-Street, bewirtschaftet	0	125	135	135
On-Street, nicht bewirtschaftet	10	10	20	15
Off-Street, Flächenparkplatz	30	140	335	240
Off-Street, Parkgarage	82	85	170	145
Summe	122	350	650	525

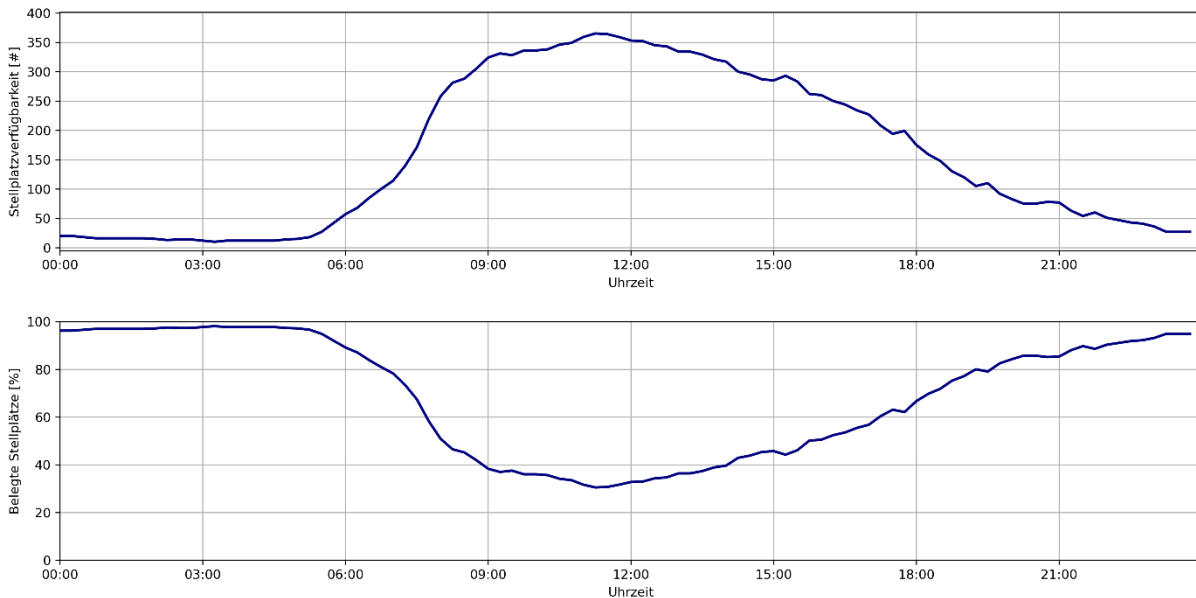


Abbildung 59: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Rasterzelle 500mN26760E47300

Die in Abbildung 60 dargestellte Auswertung der Rasterzelle 500mN26740E47395 zeigt ein typisches Muster für Gewerbegebiete. In dieser Rasterzelle befindet sich unter anderem ein großes Lagerlogistik-Unternehmen aus Graz-Umgebung. Im Vergleich zu den Parkraumnutzungsdaten eines Wohngebiets ist die Stellplatzverfügbarkeit gegenläufig. In den Nachtstunden ist der Großteil der Stellplätze frei; diese füllen sich zu den typischen Geschäftszeiten österreichischer Unternehmen, wodurch das Stellplatzangebot abfällt; abends werden die Stellplätze wieder frei. An diesem Beispiel wird sichtbar, dass die mobilfunkbasierten Nachfragedaten bei Erreichen der Parkraumkapazität nicht einfach gekappt werden, sondern „Überlastungen“ bis zur maximalen Schätzung des Parkraumangebots zugelassen werden (Bereiche mit mehr als 100% belegte Stellplätze).

Trotz der hohen Parkraumnachfrage bis zur Kapazität des Parkraumangebots beträgt die Parkplatzumschlagrate nur 1,63 Kfz/24 h, was auf eine ineffizientere Nutzung des Parkraums, im Vergleich um Beispiel in Abbildung 59, hindeutet. Das wird auch bestätigt durch den Vergleich der mittleren Stellplatzauslastung: 46,5% im Gewerbegebiet, dem 69,5% im Wohngebiet gegenüberstehen.

Auswertung: Rasterzelle 500mN26740E47395

Einwohner:	41	Stellplätze je Einwohner:	26.22 Stellplätze
Zugelassene PKW:	26	Stellplätze je PKW:	41.35 Stellplätze
Erfassungsrate des Parkraumangebots:	99.53%	Parkzielverkehr:	1747 Kfz/24h
Mittlere Qualität der Angebotsdaten:	2.0	Parkplatzumschlagrate:	1.63 Kfz/24h
Flächenverbrauch von Parkplätzen:	24427 m ²	Mittlere Stellplatzverfügbarkeit:	575 Stellplätze
		Mittlere Stellplatzauslastung:	46.51%

Parkraumtyp	georeferenziertes Stellplatzangebot	minimales Stellplatzangebot	maximales Stellplatzangebot	Stellplatzangebot
Park-and-Ride	0	0	0	0
On-Street, bewirtschaftet	0	0	0	0
On-Street, nicht bewirtschaftet	98	50	135	100
Off-Street, Flächenparkplatz	807	445	1185	805
Off-Street, Parkgarage	165	65	285	165
Summe	1070	550	1600	1075

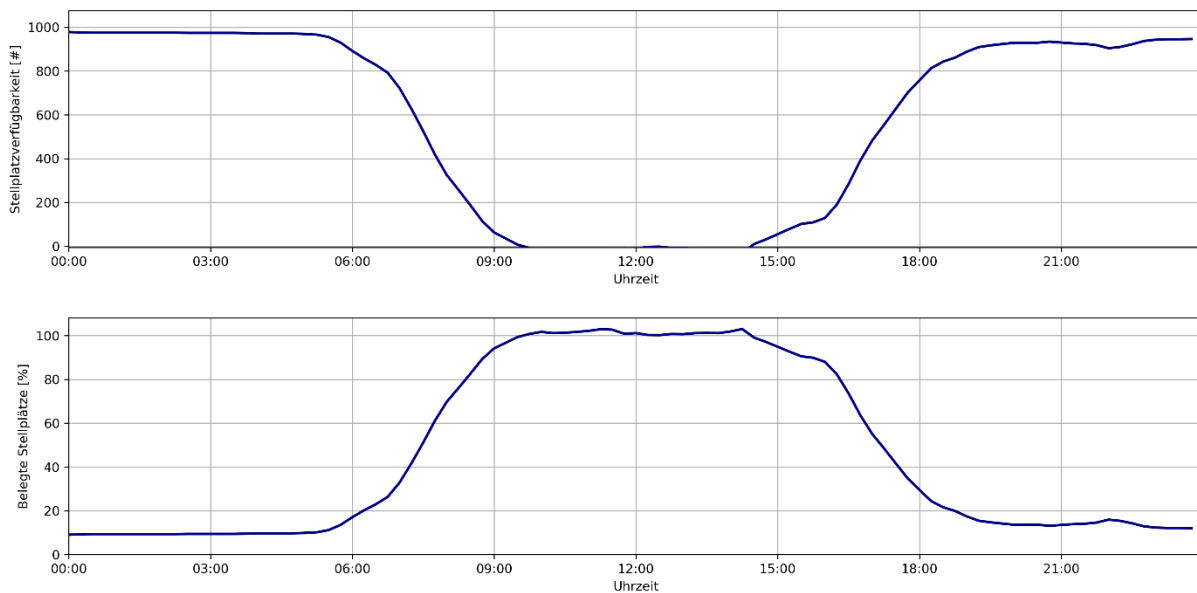


Abbildung 60: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Rasterzelle 500mN26740E47395

Dass die Rasterzellen beliebig aggregiert werden können, zeigen folgende Auswertungen der beiden Gemeinden Strasshof an der Nordbahn (Niederösterreich) und St. Pölten. Strasshof an der Nordbahn hat mit 0,5 Stellplätzen pro Einwohner:in ein geringes Parkraumangebot. Dieses wird jedoch dementsprechend gut genutzt, was sich an der hohen Parkplatzumschlagrate zeigt. Die Tagesganglinie der Stellplatzverfügbarkeit deutet auf einen hohen PKW-Pendlerverkehr hin, der die Gemeinde in den Morgenstunden verlässt und abends zurückkehrt.

Auswertung: Gemeinde Strasshof an der Nordbahn

Einwohner:	11277	Stellplätze je Einwohner:	0.5 Stellplätze
Zugelassene PKW:	7303	Stellplätze je PKW:	0.77 Stellplätze
Erfassungsrate des Parkraumangebots:	44.12%	Parkzielverkehr:	21276 Kfz/24h
Mittlere Qualität der Angebotsdaten:	3.14	Parkplatzumschlagrate:	3.78 Kfz/24h
Flächenverbrauch von Parkplätzen:	14.04 ha	Mittlere Stellplatzverfügbarkeit:	2430 Stellplätze
		Mittlere Stellplatzauslastung:	56.8%

Parkraumtyp	georeferenziertes Stellplatzangebot	minimales Stellplatzangebot	maximales Stellplatzangebot	Stellplatzangebot
Park-and-Ride	369	370	370	370
On-Street, bewirtschaftet	0	0	0	0
On-Street, nicht bewirtschaftet	224	215	540	405
Off-Street, Flächenparkplatz	1620	2415	6655	4525
Off-Street, Parkgarage	268	30	385	385
Summe	2482	3000	7975	5625

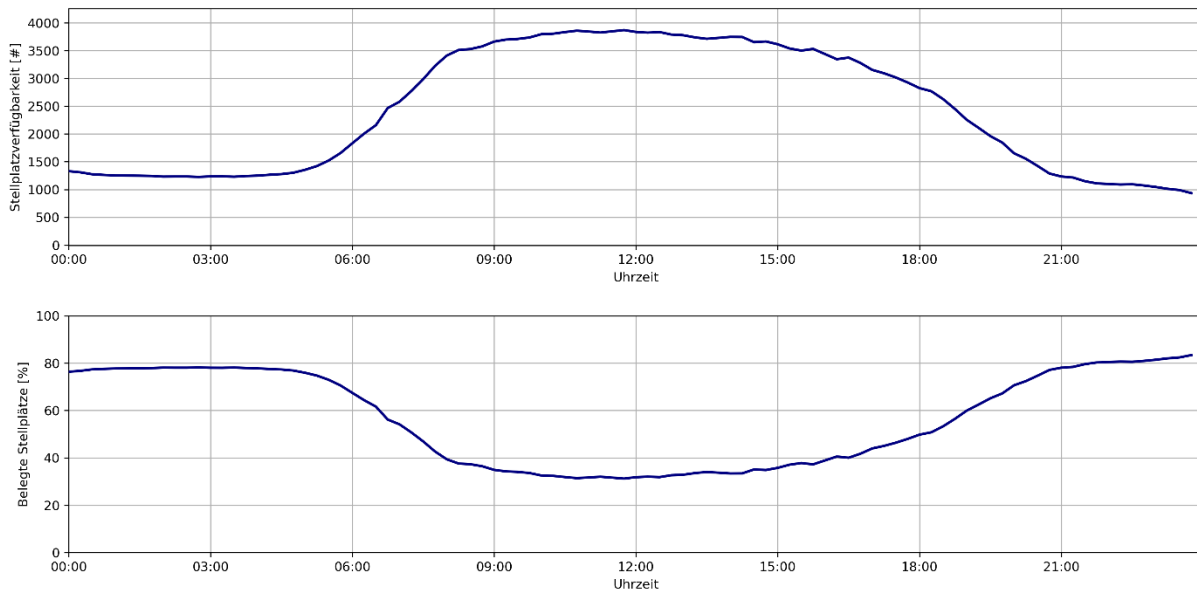


Abbildung 61: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Gemeinde Strasshof an der Nordbahn

In der Gemeinde St. Pölten sind mit 1,26 Stellplätzen deutlich mehr Stellplätze pro Einwohner:in vorhanden. Die dargestellten Tagesganglinien lassen auf eine Nutzung des Parkraumangebots durch Einpendler-Verkehr schließen.

Auswertung: Gemeinde St. Pölten

Einwohner:	58859	Stellplätze je Einwohner:	1.26 Stellplätze
Zugelassene PKW:	34237	Stellplätze je PKW:	2.16 Stellplätze
Erfassungsrate des Parkraumangebots:	60.93%	Parkzielverkehr:	192714 Kfz/24h
Mittlere Qualität der Angebotsdaten:	2.89	Parkplatzumschlagrate:	2.6 Kfz/24h
Flächenverbrauch von Parkplätzen:	149.97 ha	Mittlere Stellplatzverfügbarkeit:	38514 Stellplätze
		Mittlere Stellplatzauslastung:	48.01%

Parkraumtyp	georeferenziertes Stellplatzangebot	minimales Stellplatzangebot	maximales Stellplatzangebot	Stellplatzangebot
Park-and-Ride	2345	2145	2545	2350
On-Street, bewirtschaftet	95	105	530	385
On-Street, nicht bewirtschaftet	2398	2220	5360	3930
Off-Street, Flächenparkplatz	26585	28340	67135	46915
Off-Street, Parkgarage	13711	11590	25095	20220
Summe	45132	44325	100475	74075

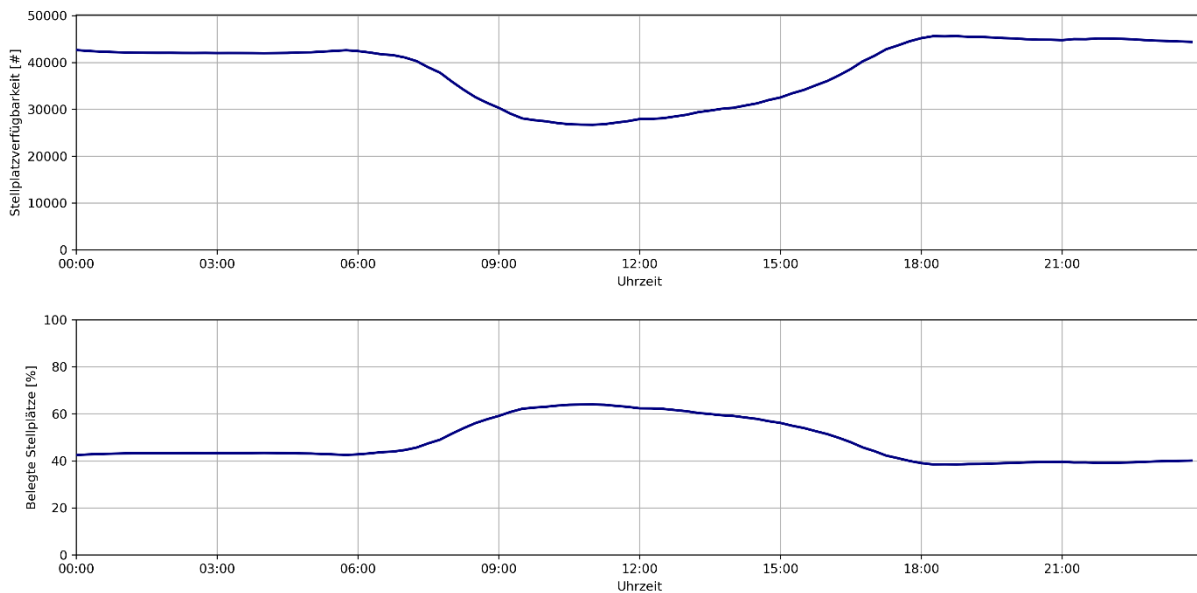


Abbildung 62: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Gemeinde St. Pölten

Bei der Aggregation der Rasterzellen ist zu beachten, dass mit zunehmender Anzahl der Rasterzellen in den Auswertungen die Ganglinien abflachen, da sich Quell- und Zielverkehr zunehmend ausgleichen. Das wird in Abbildung 63 ersichtlich, in der die Parkraumnachfrage für das gesamte Bundesland Wien betrachtet wird.

Auswertung: Bundesland Wien

Einwohner:	2003678	Stellplätze je Einwohner:	0.67 Stellplätze
Zugelassene PKW:	726292	Stellplätze je PKW:	1.84 Stellplätze
Erfassungsrate des Parkraumangebots:	92.09%	Parkzielverkehr:	4783387 Kfz/24h
Mittlere Qualität der Angebotsdaten:	2.35	Parkplatzumschlagrate:	3.59 Kfz/24h
Flächenverbrauch von Parkplätzen:	2322.37 ha	Mittlere Stellplatzverfügbarkeit:	731348 Stellplätze
		Mittlere Stellplatzauslastung:	45.17%

Parkraumtyp	georeferenziertes Stellplatzangebot	minimales Stellplatzangebot	maximales Stellplatzangebot	Stellplatzangebot
Park-and-Ride	7513	7195	8170	7520
On-Street, bewirtschaftet	458105	390585	479610	441815
On-Street, nicht bewirtschaftet	31882	18955	50000	36600
Off-Street, Flächenparkplatz	485836	292555	847385	560285
Off-Street, Parkgarage	244968	167280	371295	287620
Summe	1228318	876575	1756975	1333825

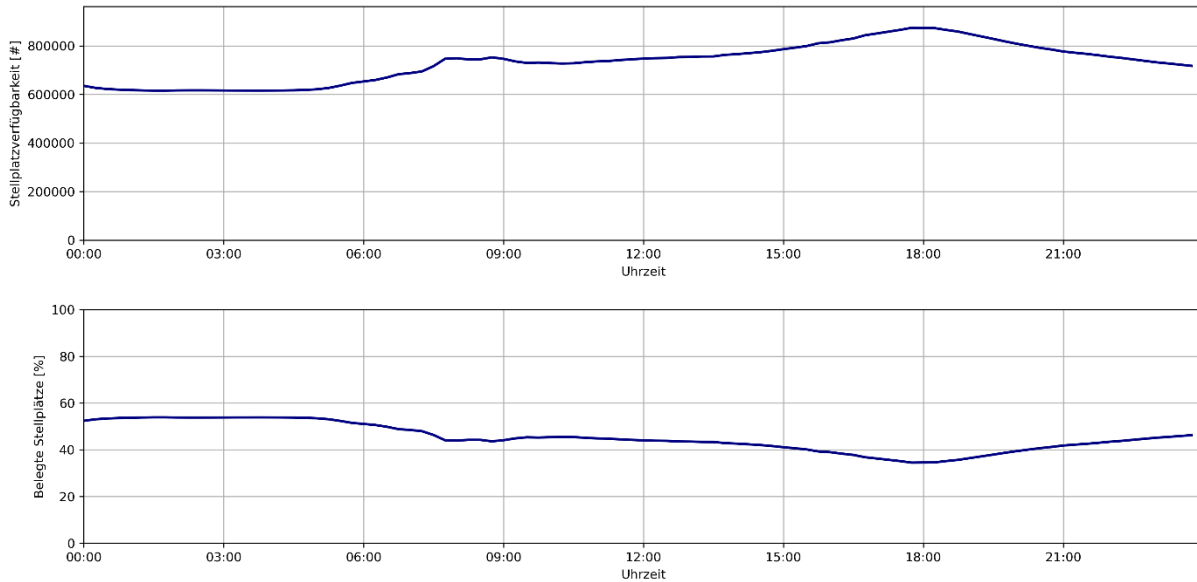


Abbildung 63: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Bundesland Wien

5.1 VOREVALUIERUNG DES HOCHRECHNUNGSVERFAHRENS

Im Zuge der Projektbearbeitung wurde die Vorevaluierung des Hochrechnungsverfahrens bereits in die Entwicklung der einzelnen Hochrechnungsmethoden integriert. Nach Möglichkeit wurde ein Machine-Learning Ansatz mit Trainings- und Testdaten-Split implementiert, wobei die Klassifizierungsgenauigkeiten, die Bestimmtheitsmaße sowie die Fehlerterme analysiert wurden. Durch die Vorevaluierung konnten Defizite im Hochrechnungsverfahren identifiziert und Anpassungen an den Hochrechnungsmethoden mit Fokus auf Plausibilität der Ergebnisse vorgenommen werden.

Zur Vorevaluierung des gesamtheitlichen Hochrechnungsverfahrens wurde in erster Instanz visuell geprüft, ob Rasterzellen in alpinen Gebieten mit unplausiblen hochgerechneten Stellplätzen auftreten. Zudem wurde die Anzahl der hochgerechneten Stellplätze für die Wiener Bezirke Margareten und Alsergrund mit den Stellplatzzahlen aus Erhebungen verglichen (Tabelle 22). Des Weiteren wurden die resultierenden Stellplatzzahlen für ganz Österreich analysiert und wie in Tabelle 23 ersichtlich, mit aus der Literatur (Molitor et al. 2021) bekannten KPIs verglichen.

Tabelle 22: Vorevaluierung Wiener Bezirke

	Margareten (Molitor und Hirsch 2025)	Alsergrund (Molitor et al. 2025)
	Öffentliche und private Stellplätze	Öffentliche Stellplätze ohne private und betriebliche Einfahrten
Erhebung	20.361	15.888
PSI (min.)	11.900	10.975
PSI	17.675	16.650
PSI (max.)	22.925	20.525

Ein direkter Vergleich der Stellplatzzahlen aus den Erhebungen mit den hochgerechneten Stellplatzzahlen ist nur für Wien – Margareten zulässig, da in dieser Erhebung sämtliche Parkraumtypen erhoben wurden, wohingegen für Wien – Alsergrund private Stellplätze nicht erhoben wurden. Für Margareten liegt die Schätzung etwa 13% unter den erhobenen Stellplätzen, jedoch innerhalb der Schwankungsbreite der Hochrechnung. Für Alsergrund werden etwa 5% mehr Stellplätze geschätzt als in der Erhebung des öffentlichen Raums. Hier kann davon ausgegangen werden, dass das tatsächliche Parkraumangebot ebenfalls innerhalb der Schwankungsbreite der Hochrechnung liegt.

Der Vergleich zwischen Luxemburg und der Schätzung für ganz Österreich zeigt, dass in beiden Ländern in etwa gleich viele Stellplätze pro Einwohner:in zur Verfügung stehen. Da Luxemburg jedoch einen höheren Motorisierungsgrad aufweist als Österreich, gibt es dort weniger Stellplätze pro PKW. Den Einwohnerzahlen nach sind die Städte Barcelona, Paris und Wien durchaus miteinander vergleichbar. Hier zeigt sich, dass durch die Hochrechnung in Wien deutlich mehr Stellplätze pro Einwohner:in und auch deutlich mehr Stellplätze pro PKW vorhanden sind. Dass dies auf keine Überschätzung des Parkraumangebotes durch die Hochrechnung zurückzuführen ist, zeigen die Ergebnisse für Wien Neubau. Laut Molitor et al. (2021) sind dort 0,46 Stellplätze pro Einwohner:in bzw. 1,46 Stellplätze pro PKW; dem gegenüber stehen 0,34 Stellplätze pro Einwohner:in laut Hochrechnung bzw. 1,12 Stellplätze pro PKW.

Abschließend ist der Vergleich zwischen Zürich und dem Hochrechnungsergebnis für Graz angeführt. Hier fällt auf, dass in Zürich weniger Stellplätze pro Einwohner:in vorhanden sind als in Graz, durch den niedrigeren

Motorisierungsgrad von Zürich stehen dort jedoch mehr Stellplätze pro PKW zur Verfügung als in Graz. Zur Einordnung des Stellplatzangebots dieser Europäischen Städte sind die Stellplätze pro Einwohner:in auch für Des Moines (Iowa - USA) angeführt, wo den Bewohnern im Durchschnitt 7,51 Stellplätze zur Verfügung stehen.

Tabelle 23: Vorevaluierung Literaturvergleich

Land/Stadt	Einwohner:in	Stellplätze/EW	Stellplätze/PKW
Luxemburg (Land)	626.106	1,43	2,08
PSI AUT gesamt	9.158.750	1,48	2,63
Barcelona	1.673.000	0,48	1,31
Paris	2.175.000	0,35	1,23
PSI Wien	2.003.678	0,67	1,84
Wien Neubau	33.014	0,46	1,46
PSI Wien Neubau	34.339	0,34	1,12
Zürich	415.000	0,65	1,98
PSI Graz	301.855	0,74	1,56
Des Moines (Iowa - USA)	215.000	7,51	-

Als letzter Schritt der Vorevaluierung des Parkraumangebots wurde die durchschnittliche Anzahl der Stellplätze je Einwohner:in und die durchschnittliche Anzahl der Stellplätze je PKW für jede der sechs Urban-Rural-Kategorien berechnet und auf Plausibilität geprüft. Das finale Hochrechnungsverfahren zeigt hierbei eine stetige Zunahme der Stellplätze je ländlicher der betrachtete Raum ist und somit ebenfalls ein plausibles Ergebnis.

5.2 BESCHREIBUNG DER FALLBEISPIELE

Das vorgestellte Hochrechnungsverfahren wurde im Zuge von Analysen in Fallbeispiel-Regionen validiert. Im Gegensatz zu den Vorevaluierungsergebnissen, fließen die Ergebnisse der Fallbeispiele nicht erneut in das Hochrechnungsverfahren ein, sondern dienen ausschließlich zur Überprüfung der Hochrechnungsergebnisse. Die Auswahl der Regionen der Fallbeispiele stütze sich auf das Vorhandensein der notwendigen Parkraumdaten. Daher wurden die Beispielstadt XY und die Städte Villach, Klagenfurt und St. Veit, die Teil des Datenraums Kärnten sind, als Beispielregionen ausgewählt, die im Folgenden näher untersucht werden.

5.2.1 Beispielstadt XY

Aus dem Jahr 2024 liegt eine Stellplatzerhebung im öffentlichen Raum im Bereich der Rasterzelle 500mN26775E47345 vor, die von einem Verkehrsplanungsbüro durchgeführt wurde. Das Parkraumangebot wurde je Straßenzug erhoben und konnte somit auf die Rasterzelle umgelegt werden. Dabei beläuft sich das erhobene On-Street Stellplatzangebot auf 298 Stellplätze, wohingegen die PSI-Hochrechnung lediglich 195

On-Street Stellplätze ergibt. Insgesamt wurde für diese Rasterzelle ein Stellplatzangebot von 700 Stellplätzen durch die PSI-Hochrechnung geschätzt. Die fehlenden 103 Stellplätze der PSI-Hochrechnung dürften, aufgrund der Qualität der Datenlage in dieser Rasterzelle, den Off-Street Flächenparkplätzen zugewiesen worden sein, was durch eine visuelle Überprüfung auf Basis von Orthofotos plausibilisiert wurde.

Die Parkraumnachfrage im öffentlichen Straßenraum der Beispielstadt XY wurde in „Detailstichproben-Gebieten“ erhoben. Dabei wurden die Parkplatzbelegungen der definierten Gebiete drei Mal täglich ermittelt. Für die folgenden Vergleiche der erhobenen Parkraumnachfrage mit der mobilfunkbasierten Parkraumnachfrage (mbPn) wurden jene Detailstichproben-Gebiete ausgewählt, die aufgrund ihrer Überlagerung mit Rasterzellen vergleichbar sein sollten. Beispielsweise befindet sich ein Großteil des Detailstichproben-Gebietes C in zwei Rasterzellen, weshalb dieses Gebiet ausgewählt wurde.

Die Erhebungstage jener Detailstichproben-Gebiete, die mit Rasterzellen verglichen werden können, sind folgender Tabelle 24 zu entnehmen. Bei dem Vergleich der erhobenen Parkraumnachfrage mit der mbPn sind die unterschiedlichen Wochentage zu beachten sowie der Umstand, dass die Erhebung im Vorjahr der verfügbaren CSD durchgeführt wurde.

Tabelle 24: Erhebungstermine

Datum	Detailstichproben-Gebiet
Do. 25.04.2024	A
Mi. 10.04.2024	B
Mo. 15.04.2024	C
Di. 23.03.2024	D

In Abbildung 64 sind die erhobenen Tagesganglinien der Detailstichproben-Gebiete A und B dargestellt. Beide Gebiete sind gut mit Rasterzellen vergleichbar und auch die Erhebungstage (Do und Mi) sind ebenfalls mit den Mobilfunkdaten, die für den Wochentag Mittwoch ausgewertet wurden, vergleichbar.

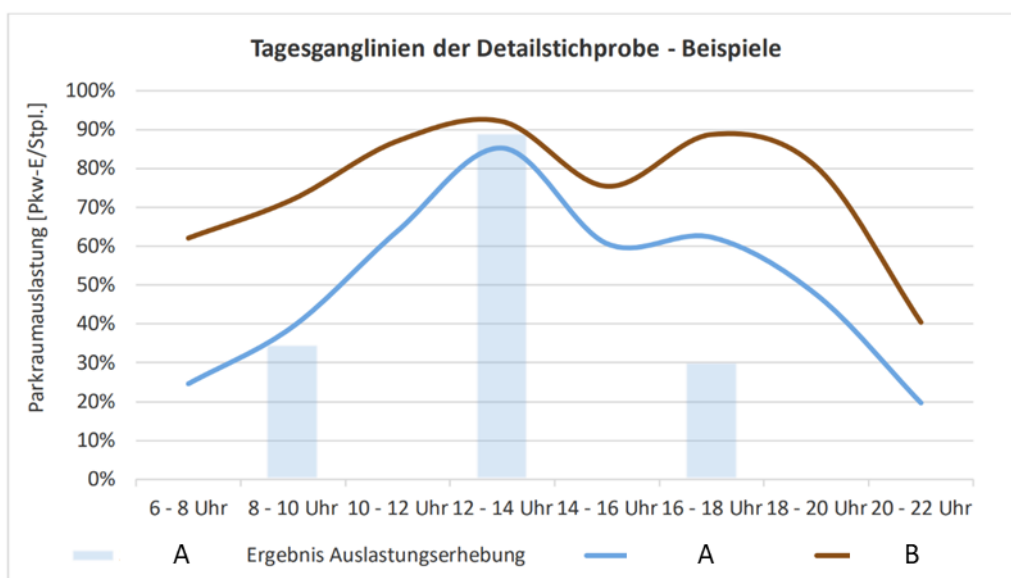


Abbildung 64: Beispiele Tagesganglinien A und B – Detailstichproben (Quelle: Verkehrsplanungsbüro)

Die mbPn der Rasterzelle des Gebietes A ist in Abbildung 65 dargestellt. Ein Vergleich der beiden Parkraumnachfragen zeigt, dass der initiale Offset dieser Rasterzelle (Kapitel 4.2.2.2) mit ca. 25% beinahe übereinstimmt und die Tagesganglinien einen ähnlichen Verlauf aufweisen. Die Parkraumauslastungen zu den drei Erhebungszeiten (09:00, 13:00 und 17:00) betragen 35%, 90% und 30%; demgegenüber stehen 40%, 35% und 30% aus den PSI-Ergebnissen. Die maximale Parkraumbelastung (bzw. Parkraumauslastung) der Erhebung ist somit deutlich höher als jene der PSI-Ergebnisse. Dies lässt sich auf die Erhebung der öffentlichen Stellplätze ohne Parkraumbewirtschaftung zurückführen, wohingegen die mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage auch private Stellplätze umfasst. Durch die fehlende Parkraumbewirtschaftung können öffentliche Stellplätze von Dauerparkern genutzt werden, was die Parkraumauslastung erhöht und zusammen mit der üblichen Parkraumnachfrage zu Auslastungsspitzen führen kann, obwohl zur selben Zeit private Stellplätze frei sind.

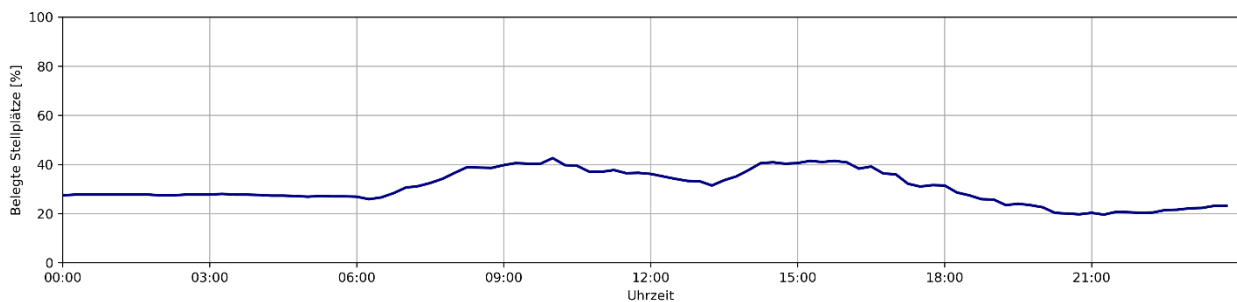


Abbildung 65: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – A

Das Detailstichproben-Gebiet B kann durch zwei Rasterzellen gut abgebildet werden. In dem Gebiet befindet sich ein kleines Einkaufszentrum, das Gebiet wird jedoch hauptsächlich als Wohngebiet genutzt und weist nur eine geringe Durchmischung der Raumstruktur auf. Die Erhebung ergab ein Stellplatzangebot von 150 öffentlichen Stellplätzen, dem gegenüber stehen 250 On-Street Stellplätze der PSI-Hochrechnung, wobei die Rasterzellen etwas größer sind als das exakte Erhebungsgebiet. In Summe wurde in den Rasterzellen ein Stellplatzangebot von 2.025 Stellplätzen inkl. Parkgebäude und Flächenparkplätzen geschätzt, wobei etwas mehr als 1.500 Kfz dort zugelassen sind. Somit ist das geschätzte Parkraumangebot durchaus plausibel. Der geringe Anteil an On-Street Stellplätzen verdeutlicht, dass Erhebungen im Straßenraum, ohne Berücksichtigung der Off-Street Stellplätze, nur eine bedingte Aussagekraft über das gesamte Parkraumangebot aufweisen.

Die mbPn wurde für beide Rasterzellen gemeinsam durchgeführt und ist in Abbildung 66 dargestellt. Hierbei zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen der mbPn und der erhobenen Parkraumnachfrage. Diese Abweichungen sind zum einen ebenfalls durch die Unterschiede in der betrachteten Parkraumnachfrage (nur öffentliche Stellplätze vs. sämtliche Stellplätze), und zum anderen auch durch mögliche Ungenauigkeiten der Verkehrsmittelerkennung der Mobilfunkdaten erklärbar. In den Rasterzellen befindet sich auch der Stadtteilhauptplatz, der als wichtiger Umsteigeknoten zwischen Bus- und Straßenbahnlinien fungiert. Somit ist der öffentliche Verkehr nicht vernachlässigbar und könnte in der mobilfunkbasierten Parkraumnachfrage enthalten sein, was den Abfall der Parkraumbelastung zwischen 06:00 und 18:00 erklärt.

Zusammengefasst ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Parkraumnachfrage in diesem Gebiet zwischen den beiden Tagesganglinien liegen dürfte.

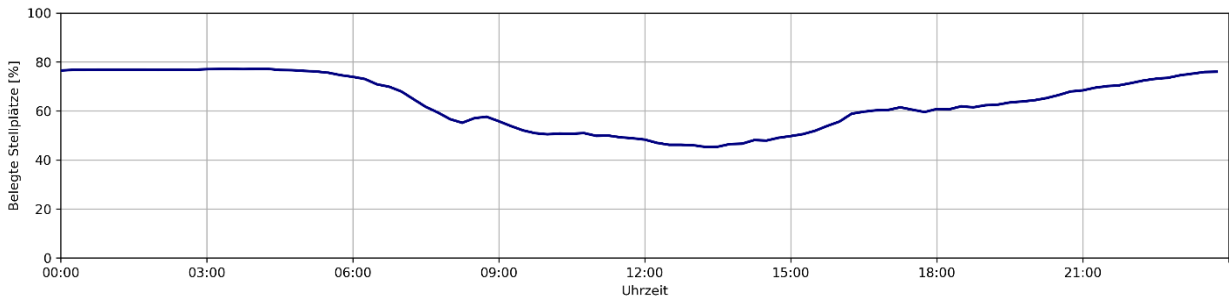


Abbildung 66: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – B

Zwei weitere Detailstichproben-Gebiete, die mit den Rasterzellen vergleichbar sein sollten, sind C und D, deren erhobene Parkraumnachfrage in Abbildung 67 dargestellt ist. Das Gebiet Z ist aufgrund seiner räumlichen Auflösung nicht vergleichbar. Das Gebiet C wird ebenfalls von der Raumnutzung Wohnen dominiert, lediglich ein Autohaus, wenige Fachmärkte und ein Friedhof haben eine andere Raumnutzung.

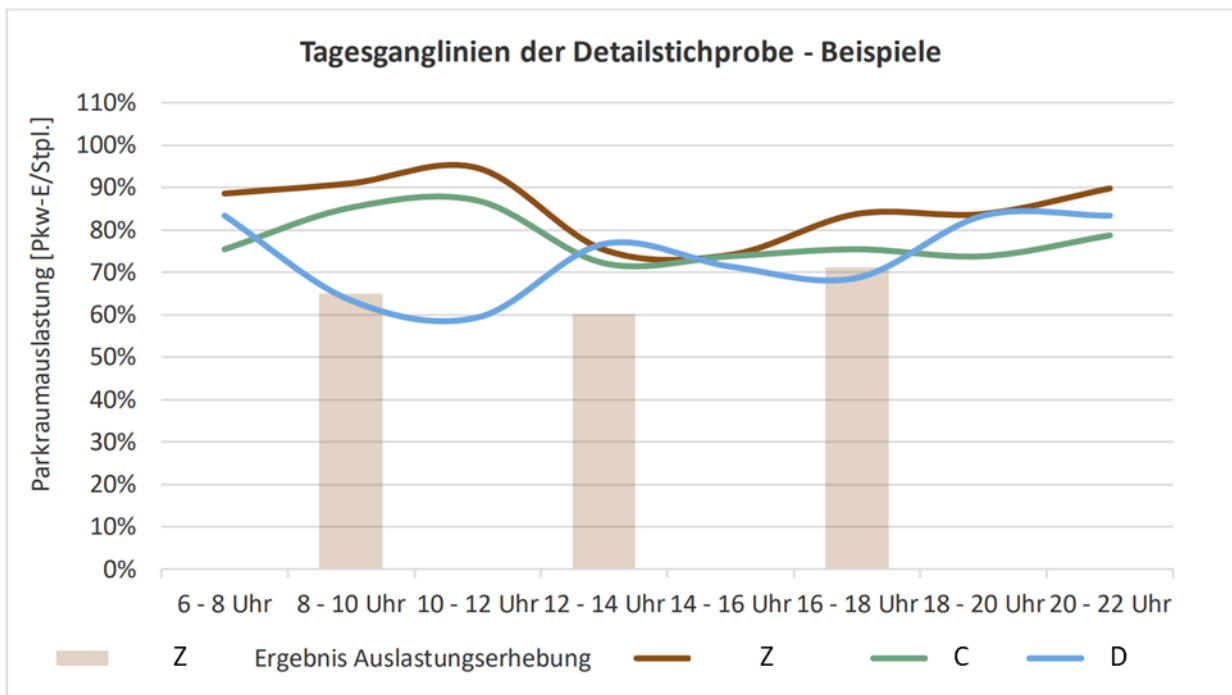


Abbildung 67: Beispiele Tagesganglinien C, D und Z – Detailstichproben (Quelle: Verkehrsplanungsbüro)

Die Tagesganglinien der Parkraumnutzung sind durchaus vergleichbar, auch wenn die Erhebung am Vormittag einen starken Zuwachs der Parkraumauslastung ergab. Aufgrund der Raumstruktur und der Ähnlichkeit der Tagesganglinien, ist davon auszugehen, dass auch die öffentlichen Straßenparkplätze vorrangig von Anwohnern genutzt werden.

Laut Erhebung betrug das Minimum der Parkraumbelastung in etwa 70%, das Maximum beläuft sich auf 90%. Im Vergleich dazu betrug die Parkraumbelastung der mbPn zwischen 50% und 70%. Die Differenzen von 20% sind höchstwahrscheinlich auf die Unterschiede in der betrachteten Parkraumnachfrage (nur öffentliche Stellplätze vs. sämtliche Stellplätze) zurückzuführen. Da in diesem Gebiet der öffentliche Verkehr eine eher untergeordnete Rolle spielt, sind nur geringe Abweichungen auf die Verkehrsmittelerkennung der Mobilfunkdaten zurückzuführen.

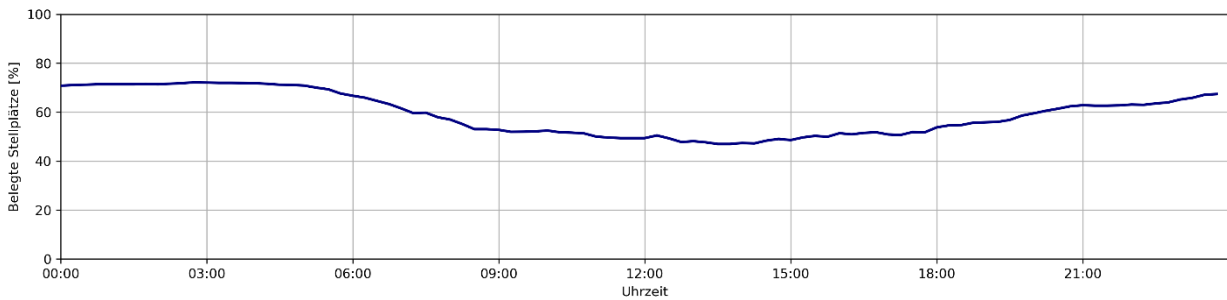


Abbildung 68: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – C

Das Detailstichproben-Gebiet D sollte aufgrund der Lage mit der Rasterzelle 500mN26745E47330 vergleichbar sein, erstreckt sich jedoch auch zum Teil auf eine benachbarte Rasterzelle. Die Erhebung der öffentlichen Straßenparkplätze in dem Detailstichproben-Gebiet beläuft sich auf 500 Stellplätze und die PSI-Hochrechnung der Rasterzelle ergab ein Stellplatzangebot im On-Street Bereich von 310 Stellplätzen. Wird die benachbarte Rasterzelle miteinbezogen, beläuft sich das hochgerechnete Stellplatzangebot im On-Street Bereich auf 565 Stellplätze. Des Weiteren wurde festgestellt, dass auch für dieses Detailstichproben-Gebiet die Hochrechnung der Flächenparkplätze etwas zu hoch ist und einige dieser Stellplätze dem On-Street Bereich zuzuordnen sind. Insgesamt ist das Parkraumangebot jedoch durchaus als plausibel anzusehen.

Die Parkraumbelagungen der Erhebung und der mbPn sind in den Morgen- und Abendstunden sehr ähnlich, jedoch zeigen sich deutliche Unterschiede in der minimalen Parkraumauslastung sowie zwischen 12:00 und 17:00. Unter Berücksichtigung der Raumnutzung (abermals vorrangig Wohnen) und dem deutlich höheren Stellplatzangebot, wenn Parkgebäude und Flächenparkplätze einbezogen werden, sind auch die Unterschiede der Parkraumbelagungen akzeptabel.

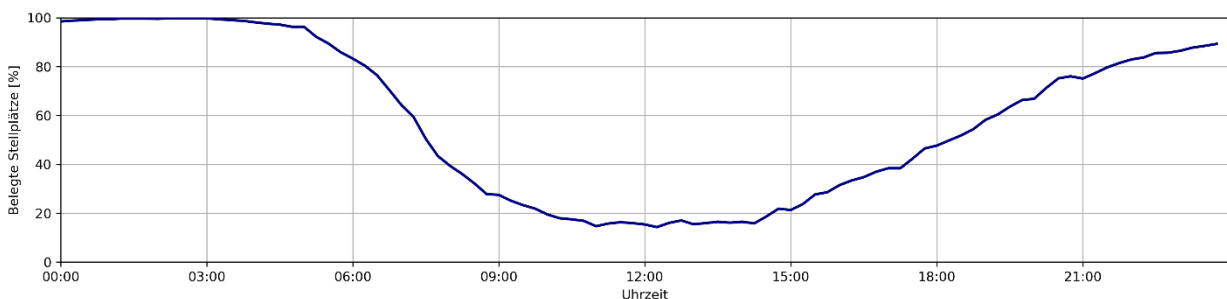


Abbildung 69: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – D

Eine weitere geplante Validierung der Parkraumnachfrage auf Basis der verkauften Parkscheine inkl. Handyparken konnte nicht durchgeführt werden, da Seitens der Beispielstadt XY diese Daten nur in aggregierter Form für das gesamte Stadtgebiet und als Monatssummen bereitgestellt wurden. Daher konnte keine Analyse auf Tagesgang- und Rasterzellen-Basis erfolgen.

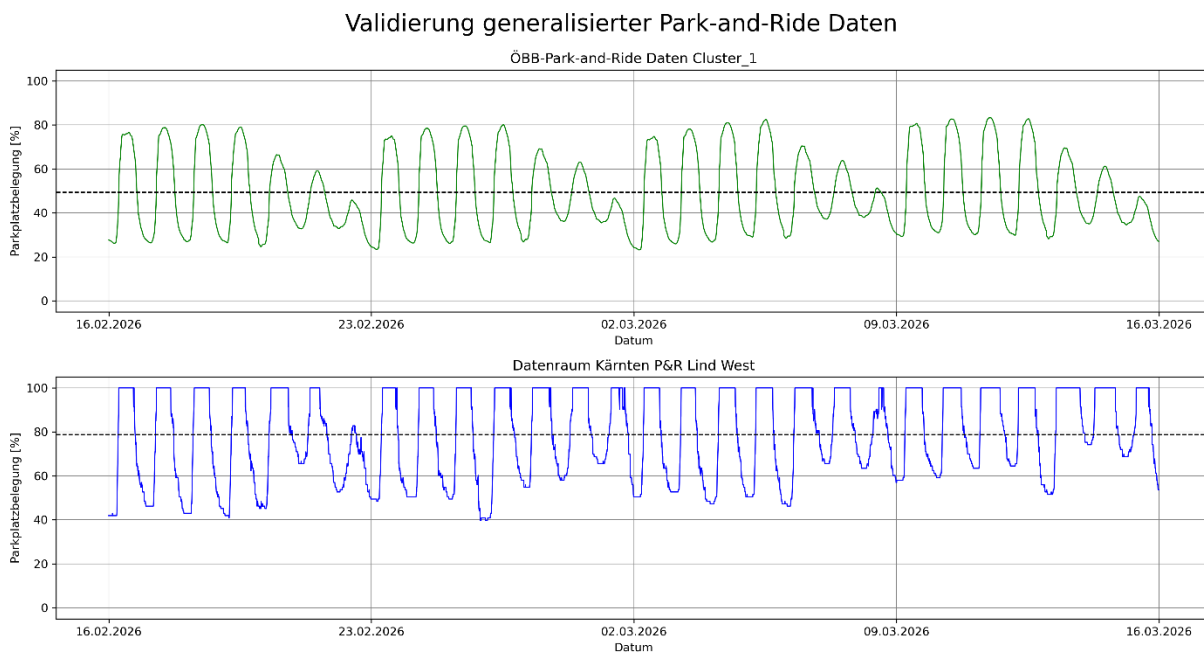
5.2.2 Datenraum Kärnten

Im Zuge des PSI-Projekts wurde Zugang zur API-Schnittstelle des Datenraums Kärnten gewährt. In diesem Datenraum sind aktuell 77 Parkplätze (bzw. Tiefgaragen und Parkhäuser) von Villach, Klagenfurt und St. Veit integriert, wobei 16 Parkplätze Live-Auslastungsdaten übermitteln. Seit 17.12.2025 wurden diese Auslastungsdaten aufgezeichnet um die generalisierte Parkraumnachfrage von PSI zu validieren. Basierend auf ersten

Analysen der Datensätze, mussten zwei Parkplätze ausgeschieden werden, da eine unplausible Parkraumnutzung (negative Parkplatzbelegungen, sprunghafte Auslastungen, etc.) aufgezeichnet wurde.

Für den Vergleich der Datensätze wurde der Zeitraum von 16.02.2026 bis inkl. 15.03.2026 ausgewählt, da in diesem Zeitraum keine Feiertage enthalten sind und von einer üblichen Parkraumnachfrage ausgegangen werden kann.

Die Park-and-Ride Anlage „Lind West“ in Villach gehört zum Park-and-Ride Cluster_1. In folgender Abbildung 70 ist ein Vergleich zwischen den Cluster-Daten und den aufgezeichneten Daten des Datenraums Kärnten dargestellt. Die Amplitude der beiden Datensätze beträgt in etwa 60%. Des Weiteren zeigen beide Zeitreihen, dass zwischen Freitag und Sonntag die Parkplatzbelegung in der Nacht höher ist als an den anderen Wochentagen. Die mittlere Parkplatzauslastung, dargestellt als strichlierte Linie, unterscheidet sich jedoch um in etwa 30%. Eine Analyse der anderen berechneten Cluster ergab, dass der ausgewählte Cluster_1 dennoch die beste Übereinstimmung mit den aufgezeichneten Daten hat. Somit ist davon auszugehen, dass das Hochrechnungsverfahren funktioniert, da beide Nachfragedatensätze eine vergleichbare Charakteristik aufweisen. Mit der zukünftigen Integration weiterer Park-and-Ride Nachfragedaten kann die Anzahl an Clustern erhöht werden, um genauere Beschreibungen der Parkraumnachfrage zu erhalten, ohne dass dabei die Generalisierbarkeit verloren geht.



Validierung generalisierter Parkgebäude Daten

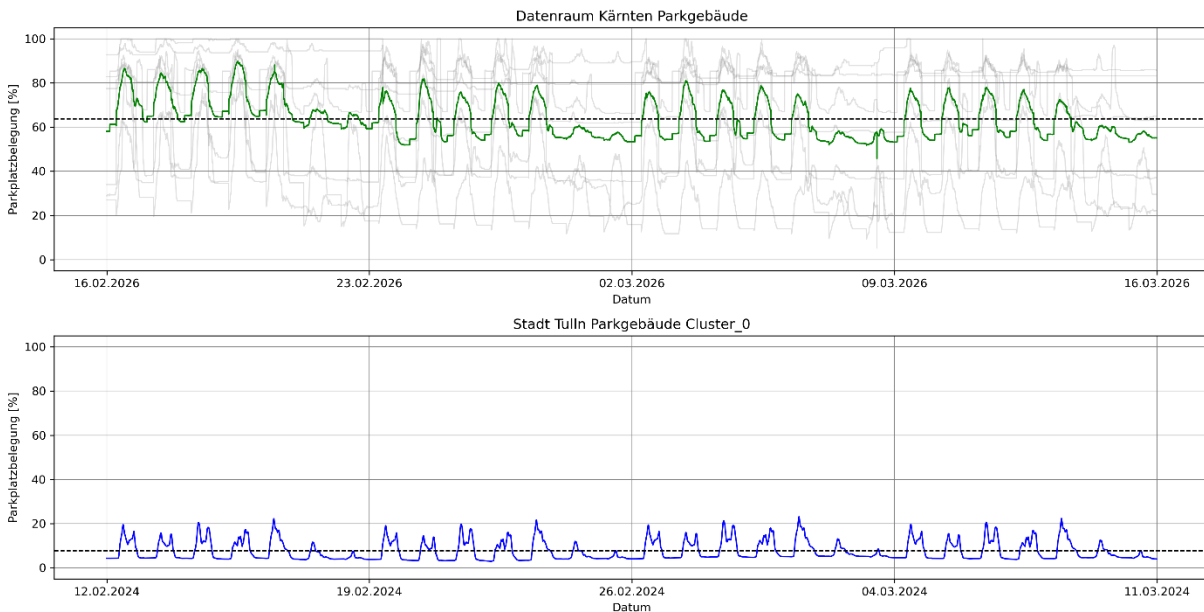


Abbildung 71: Validierung generalisierter Parkgebäude Nachfragedaten

Die Validierung der Parkgebäude-Nachfragedaten (Abbildung 71) zeigt, dass die äußerst geringe Datenlage von nur zwei Parkgaragen in einem Stadtgebiet nicht ausreichend ist, um eine generalisierte Beschreibung der Parkraumnachfrage zu erstellen. Des Weiteren dürfte der Offset der Parkplatzauslastung zu gering gewählt worden sein, was sich jedoch ohne eine Erhebung durchzuführen nicht bestätigen lässt. Den Parkgebäude-Nachfragedaten des Datenraums Kärnten ist zu entnehmen, dass auch beim Parkraumtypen „Parkgebäude“ starke Streuungen der Parkplatzbelegungen auftreten, weshalb für eine generalisierte Parkgebäude-Nachfrage ein umfangreicherer Datensatz, basierend auf mehreren Parkgebäuden, erforderlich ist.

Auch die Analyse der öffentlichen Parkplätze, dargestellt in Abbildung 72, deutet auf einen zu gering gewählten Offset der Parkraumbelagungen hin. Ohne diesen essentiellen Parameter kann auf Basis der verkauften Parkscheine nur bedingt die Parkplatzbelegung analysiert werden. Auch dieser Vergleich der Parkraumnachfragedaten verdeutlicht, dass eine generalisierte Beschreibung der Parkraumnachfrage nur mit ausreichender Datenlage möglich ist.

Validierung generalisierter Parkplatz Daten

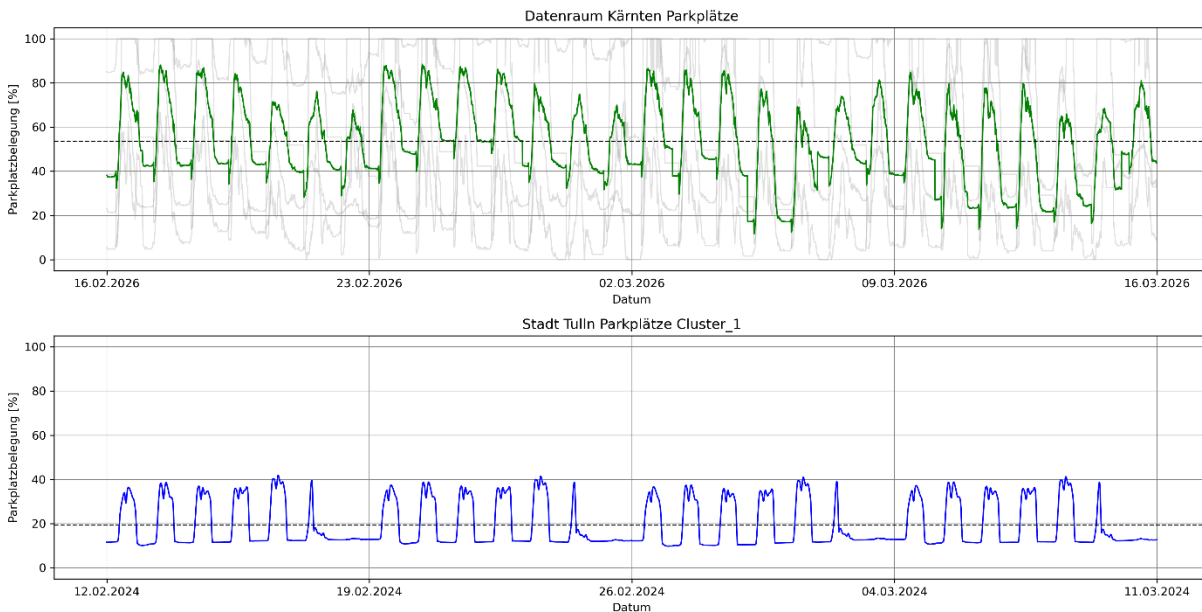


Abbildung 72: Validierung generalisierter Parkplatz Nachfragedaten

5.2.3 ÖBB-Park-and-Ride

Eine weitere Möglichkeit zur Validierung der mobilfunkbasierten Parkraumnachfragedaten ist die vertiefende Analyse der Rasterzellen, in denen von einer dominanten Nutzung aufgrund von ÖBB-Park-and-Ride Standorten ausgegangen werden kann. Für diese Rasterzellen sollte die gesamte mbPn der Parkraumnachfrage der Park-and-Ride Anlagen entsprechen. Auf Basis von Orthofotos konnte jedoch lediglich eine Park-and-Ride Anlage identifiziert werden, die eine solche Analyse zulässt. In der Rasterzelle 500mN28265E47805 befinden sich neben der Park-and-Ride Anlage „stockerau_95013“ kaum andere Stellplätze, weshalb ein Vergleich der ÖBB-Parkraumnachfragedaten und den mbPn-Daten zulässig sein sollte.

Da die ÖBB-Daten erst ab 12.05.2025 vorhanden sind, werden für den Vergleich ausschließlich Daten vom 04.06.2025 ausgewertet. Folgende Abbildungen zeigen die Parkplatzbelegungen auf Basis der ÖBB-Park-and-Ride Daten (Abbildung 73) sowie auf Basis der mbPn-Daten (Abbildung 74). Hierbei ist zu sehen, dass der initiale Offset dieser Rasterzelle (vgl. Kapitel 4.2.2.2) zu niedrig ist, was auf die geringe Anzahl der zugelassenen PKW der Rasterzelle zurückzuführen ist. Mit einem Datensatz einer kontinuierlichen längeren Zeitreihe, sollte sich dieser Fehler mit zunehmender der Dauer der Zeitreihe reduzieren.

Während die Tagesganglinien zwischen 00:00 und 15:00 sehr gut übereinstimmen, bleibt die Parkplatzbelegung der mbPn-Daten auf einem hohen Niveau, wohingegen die Parkplatzbelegung der ÖBB-Park-and-Ride Daten wieder in etwa auf 15% abfällt. Diese Auffälligkeit sollte bei einer Analyse auf Basis eines längeren Zeitraums näher untersucht werden.

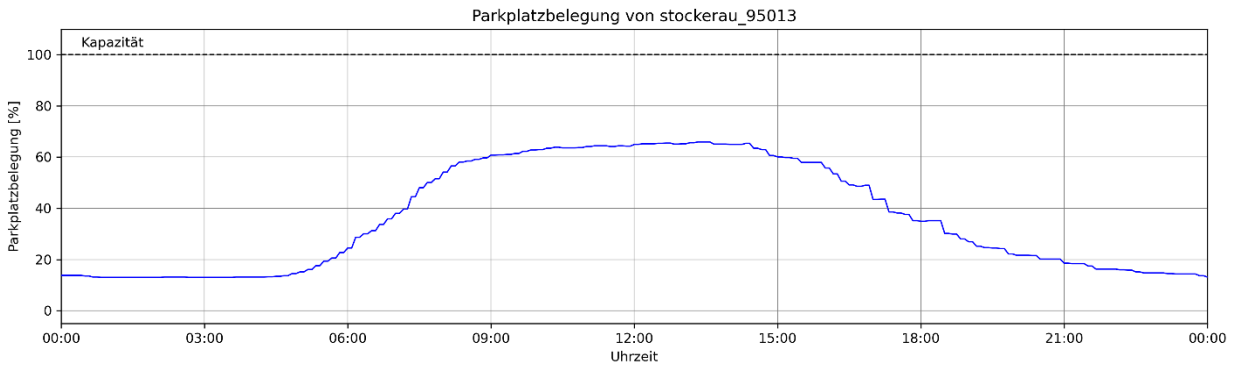


Abbildung 73: ÖBB-Park-and-Ride Parkraumnachfrage – stockerau_95013

Auswertung: Rasterzelle 500mN28265E47805

Einwohner:	0	Stellplätze je Einwohner:	0 Stellplätze
Zugelassene PKW:	0	Stellplätze je PKW:	0 Stellplätze
Erfassungsrate des Parkraumangebots:	98.67%	Parkzielverkehr:	649 Kfz/24h
Mittlere Qualität der Angebotsdaten:	1.0	Parkplatzumschlagrate:	0.87 Kfz/24h
Flächenverbrauch von Parkplätzen:	15937 m ²	Mittlere Stellplatzverfügbarkeit:	517 Stellplätze
		Mittlere Stellplatzauslastung:	31.01%

Parkraumtyp	georeferenziertes Stellplatzangebot	minimales Stellplatzangebot	maximales Stellplatzangebot	Stellplatzangebot
Park-and-Ride	709	710	710	710
On-Street, bewirtschaftet	0	0	0	0
On-Street, nicht bewirtschaftet	0	0	0	0
Off-Street, Flächenparkplatz	31	15	45	30
Off-Street, Parkgarage	0	0	0	0
Summe	740	725	750	750

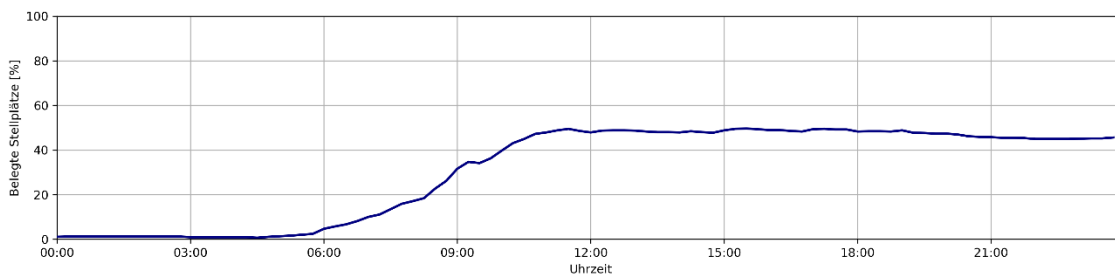
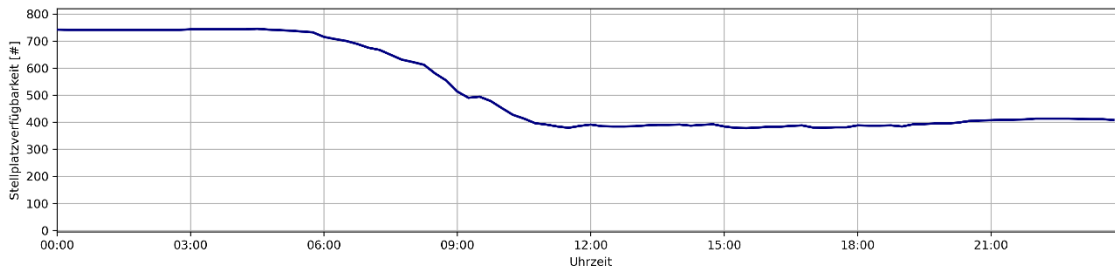


Abbildung 74: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Rasterzelle 500mN28265E47805

5.2.4 Stellplatzverordnungen

Aufgrund der geringen Datenlage zur Validierung des Parkraumangebots wurden weitere Validierungsmöglichkeiten untersucht. Dabei wurden Stellplatzverordnungen in Bauordnungen, die Vorgaben zur Anzahl der Stellplätze je Gebäude bzw. Wohneinheit enthalten, als nutzbare Vergleichswerte identifiziert. Um die Ergebnisse des PSI-Projekts mit den Stellplatzverordnungen vergleichen zu können, muss zunächst das Parkraumangebot mit Points-of-Interest (POIs) des ruhenden Verkehrs verknüpft werden, um anschließend die mittlere Anzahl der Stellplätze je POI berechnen zu können.

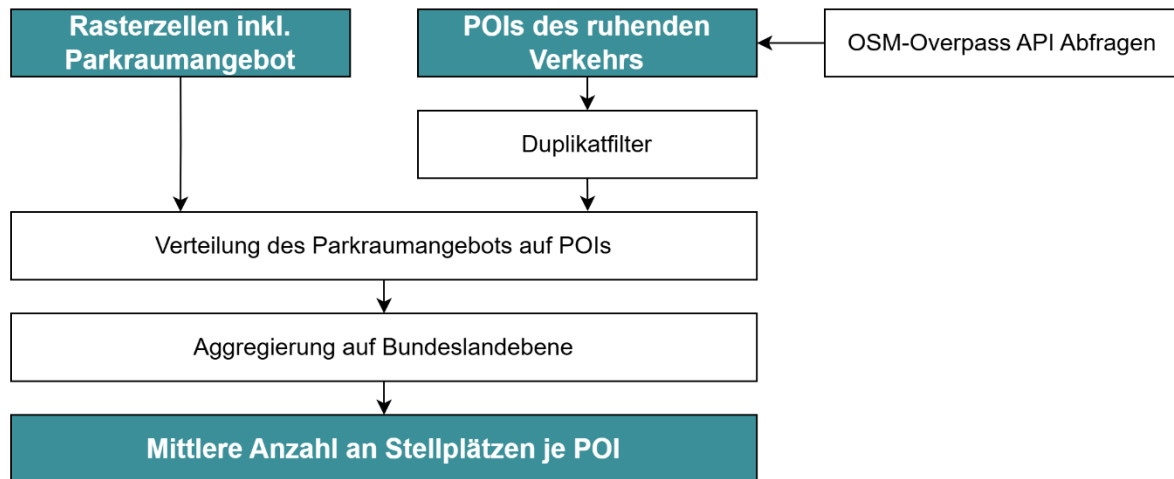


Abbildung 75: Systemskizze Validierung durch Stellplatzverordnungen

Die Points-of-Interest des ruhenden Verkehrs stellen Punkt-Daten dar, die ein Potenzial für ein Parkraumangebot aufweisen. Sie dienen als zusätzliche Datenquelle, die über die Eingangsdaten hinaus gehen. Hierfür wurde eine systematische Einteilung des Alltags in funktionale Aktivitätsbereiche vorgenommen, in denen typischerweise Stellplätze benötigt werden. Ziel dieser Einteilung ist es, eine strukturierte und nachvollziehbare Grundlage für die weitere Analyse zu schaffen. Dabei konnte eine Einteilung des Alltags von Personen in acht Überkategorien getroffen werden:

- Arbeit
- Bildung
- Erledigungen
- Freizeit
- Gastronomie
- Gesundheit
- Handel
- Wohnen

Innerhalb dieser Überkategorien wurden „key=value“-Paare definiert. Diese dienen zur eindeutigen Identifikation von Objekten innerhalb der OSM-Datenbank. Der „key“ beschreibt den Schlüssel und das „value“ ist der zugehörige Wert. Die Objekte sind geocodierte Knoten, Linien oder Relationen, die über den Server der OSM abgefragt und anschließend in ein GeoPackage gespeichert werden. Die Datenabfrage erfolgt automatisiert über die OSM-Overpass API. Aufgrund der großen Datenmenge sowie potenzieller Instabilität der Schnittstelle wurde ein mehrstufiger und robuster Abfrageprozess implementiert. Linien Geometrien wurden, sofern möglich, in Polygone umgewandelt und durch ihren geometrischen Schwerpunkt (Zentroid) repräsentiert. Zur

Sicherstellung einer konsistenten räumlichen Analyse erfolgte zudem eine Transformation in ein kartesisches Koordinatensystem zur Berechnung des Zentroids. Um Duplikate der POIs zu vermeiden, werden nach der Abfrage sämtliche Punkte über ihre ID gefiltert und alle Duplikate entfernt.

Zur ersten Einordnung der Abfrageergebnisse wurden die ermittelten POIs für Schulen in der Überkategorie Bildung mit den verfügbaren Daten der Statistik Austria verglichen. Laut der Statistik Austria ⁹ gibt es mit Stand 2025 5.935 Schulen, davon sind 5.150 öffentliche Schulen in ganz Österreich. Das Ergebnis von 5.290 POIs der OSM-Abfrage liegt in etwa auf demselben Niveau. Die Differenz lässt sich dadurch erklären, dass in der OSM nicht alle Objekte (in diesem Fall Schulen) integriert sind und unterschiedliche Definitionen der Objekte bei der „key=value“-Kategorisierung ebenso zu Abweichungen führen können. Die OSM-Abfrage im Zuge des PSI-Projektes wurde am 12.03.2026 durchgeführt. Hierbei wurden 987.865 POIs gespeichert, deren Verteilung über die Überkategorien in Tabelle 25 dargestellt ist.

Tabelle 25: Anzahl POIs je Überkategorie in Österreich

Überkategorie	Anzahl POIs
Arbeit	63.270
Bildung	10.428
Erledigungen	47.463
Freizeit	102.429
Gastronomie	54.815
Gesundheit	15.029
Handel	61.361
Wohnen	633.070

Es ist zu beachten, dass die Datenbasis von OSM nutzergeneriert ist und daher hinsichtlich Vollständigkeit und Genauigkeit variieren kann. Insbesondere in ländlichen Regionen kann die Zuverlässigkeit der Daten stark variieren, was sich auf die Ergebnisse auswirken kann. So zeigten erste Analysen, dass die Überkategorie Wohnen durch die OSM-Datenbank nicht ausreichend abgedeckt wird. Viele Wohngebäude sind in der OSM nicht ausreichend erfasst. Aus diesem Grund wurde für die Überkategorie Wohnen auf eine andere Datengrundlage zurückgegriffen: Anstelle der POIs aus der OSM wurde die Anzahl der Wohnungen je Rasterzelle, basierend auf dem Wohnungsregister, für die weitere Berechnung herangezogen. Jede Wohnung wurde dabei als eigenständiges Objekt behandelt und gemeinsam mit den übrigen POIs der Rasterzelle berücksichtigt.

Zur Validierung des Parkraumangebots wurde auf Basis der POI-Daten eine Stellplatzverteilung je POI-Kategorie und Bundesland berechnet. Hierfür wurde die aus dem Hochrechnungsverfahren vorliegende Stellplatzanzahl der Rasterzellen (vgl. Kapitel 5) mit den innerhalb der jeweiligen Rasterzelle liegenden POIs verknüpft. Das Parkraumangebot einer Rasterzelle wurde gleichmäßig auf sämtliche POIs der Rasterzelle verteilt, wodurch jeder POI einen proportionalen Stellplatzanteil erhält. Im Anschluss wurden die Ergebnisse auf Bundeslandebene aggregiert und statistisch ausgewertet.

⁹ <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bildung/schulbesuch/schulen-und-klassen>

Durch die proportionale Stellplatzverteilung werden in Rasterzellen mit sehr heterogenen Landnutzungen (z. B. Einfamilienhäuser neben großen Parkflächen von Fachmarktzentren) zwar Fehler gemacht, jedoch haben diese Fehler bei der Verwendung einer höheren Aggregation (z. B. Bundesländer) sowie stabileren Schätzern (Median anstelle von Mittelwert) nur einen geringen Einfluss auf die Mittlere Stellplatzanzahl je POI.

Für jedes „key=value“-Paar wurde eine Stellplatzverteilung berechnet. Dabei wurden unter anderem Median, Mittelwert sowie die Quartile der Stellplätze je POI bestimmt. Diese Ergebnisse ermöglichen einen Vergleich mit den, in den Bauordnungen der einzelnen Bundesländer, festgelegten Stellplatzschlüsseln.

Die nachfolgende Tabelle 26 zeigt die mittlere Anzahl an Stellplätzen je Kategorie und Bundesland im Vergleich zu den Stellplatzverordnungen der jeweiligen Bauordnungen. Als zentraler Referenzwert wurde der Median der Stellplatzverteilung herangezogen, da dieser im Vergleich zum Mittelwert weniger sensitiv gegenüber Ausreißern ist und somit eine robustere Kennzahl für die Mittlere Anzahl der Stellplätze je Objekt darstellt.

Als Vergleichsbasis wurden ausschließlich landesweite Verordnungen betrachtet, da in Österreich viele Sonderregeln auf Gemeindeebene existieren. Darüber hinaus werden nur Grenzwerte betrachtet, die direkt mit den berechneten Ergebnissen vergleichbar sind. Verordnungen, die beispielsweise auf die Nutzfläche, die Verkaufsfläche oder die Anzahl der Mitarbeiter:innen bezogen sind wurden vernachlässigt, da diese Daten im vorliegenden Datensatz nicht verfügbar waren.

Tabelle 26: Vergleich Stellplatzverteilung PSI mit Stellplatzverordnungen der Bundesländer

Kategorie	Bundesland	PSI-Hochrechnung	Bauordnung
Wohnen	Vorarlberg	1,06 SP	0,8-1,3 SP je Wohneinheit Vorarlberger Landesregierung (2013)
Wohnen	Tirol	1,24 SP	1,0-3,5 SP je Wohneinheit Tiroler Landesregierung (2015)
Wohnen	Kärnten	1,51 SP	0,5-1,5 SP je Wohneinheit Land Kärnten (1996)
Wohnen	Steiermark	1,58 SP	1 SP je Wohneinheit Land Steiermark (1995)
Wohnen	Oberösterreich	1,71 SP	1 SP je Wohneinheit Land Oberösterreich (2013)
Wohnen	Niederösterreich	1,34 SP	1 SP je Wohneinheit Land Niederösterreich (2014)
Kindergarten	Salzburg	1,15 SP	1 SP je Kindergarten Magistrat der Stadt Salzburg (2016)
Schule	Salzburg	1,21 SP	1 SP je Schule Magistrat der Stadt Salzburg (2016)
Schule	Kärnten	1,36 SP	2 SP je Schule Land Kärnten (1996)

Die Ergebnisse zeigen, dass die berechneten Stellplatzwerte basierend auf der PSI-Hochrechnung in vielen Fällen über den in der jeweiligen Bauordnung festgelegten Stellplatzschlüssel liegen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die in den Bauordnungen definierten Stellplatzschlüssel häufig als Mindestwerte formuliert

sind und die tatsächliche Anzahl an Stellplätzen höher sein kann. Zusätzlich stellen die Bauordnungen lediglich Richtwerte dar und können auf Gemeindeebene durch ergänzende Regelungen angepasst werden.

Darüber hinaus basiert die vorliegende Methodik auf einer gleichmäßigen Verteilung der Stellplätze innerhalb der Rasterzellen auf alle enthaltenen Objekte (POIs und Wohnungen). Eine Gewichtung zwischen unterschiedlichen Nutzungskategorien innerhalb einer Rasterzelle wurde nicht durchgeführt. Dies kann insbesondere bei heterogenen Rasterzellen zu Abweichungen führen.

Trotz dieser Einschränkungen zeigen die Ergebnisse, dass die Hochrechnung des Parkraumangebots plausible Größenordnungen liefert. Insbesondere bei den Kategorien mit durch Mindest- und Maximalwerte definierten Stellplatzschlüsseln (z. B. Wohnen in Vorarlberg und Tirol) liegt der Median der Stellplatzanzahl in einem plausiblen Bereich.

5.3 VALIDIERUNGSERGEBNISSE

Die Validierung der Hochrechnung des Parkraumangebots zeigt, dass das gesamte Parkraumangebot plausibel hochgerechnet wurde. Somit ist es erstmals möglich, österreichweit eine Abschätzung des Stellplatzangebots differenziert nach Parkraumtypen mit einer räumlichen Auflösung von 500x500 Metern durchzuführen. Vergleichbare flächendeckende Analysen sind auch international nur in sehr begrenztem Umfang verfügbar, wodurch die Ergebnisse einen hohen Innovationsgrad aufweisen. Eine Quantifizierung der Abweichungen der Hochrechnung ist aufgrund fehlender Validierungsdaten jedoch nicht möglich.

Neben dem Parkraumangebot liegen auch plausible Ergebnisse für den Flächenverbrauch durch Parkraum in ganz Österreich vor. Dies schafft eine wichtige Grundlage zur langfristigen Beobachtung räumlicher Entwicklungen sowie zur Bewertung zukünftiger Maßnahmen im Kontext nachhaltiger Mobilitäts- und Raumplanung.

Die Unterteilung des Parkraumangebots in die fünf definierten Parkraumtypen (Park-and-Ride, On-Street bewirtschaftet, On-Street nicht bewirtschaftet, Off-Street Flächenparkplatz, Off-Street Parkgebäude) weist zum aktuellen Stand noch größere Ungenauigkeiten auf als die Betrachtung aller Typen gemeinsam. Das betrifft sowohl das Parkraumangebot als auch den darauf aufbauenden Flächenverbrauch durch Parkraum.

Die Validierung der mobilfunkbasierten Parkraumnachfrage zeigt ein gemischtes Bild. Die Nachfragedaten in Form von Tagesganglinien der Parkraumbelastung erscheinen durchwegs plausibel, sind jedoch aufgrund der gesamtheitlichen Miteinbeziehung aller Parkraumtypen nur schwer mittels Erhebungsdaten, die meist nur den öffentlichen Parkraum inkludieren, validierbar. Zudem muss mit Abweichungen aufgrund von Fehlern der Verkehrsmittelerkennung und des Weg-Etappenproblems adäquat umgegangen werden. Trotz dieser Einschränkungen stellt die mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage derzeit die einzige Möglichkeit dar, die Nutzung von Parkraum flächendeckend und österreichweit zu analysieren. Unter der Voraussetzung eines ausreichend langen Beobachtungszeitraums können daraus wesentliche Erkenntnisse über die Dynamik der Nutzung des Parkraums abgeleitet werden. Vergleichbare Analysen sind auch international bislang kaum verfügbar.

Die Validierung der ÖBB-Park-and-Ride Nachfragedaten zeigt, dass eine generalisierte Beschreibung der Parkraumnutzung grundsätzlich möglich ist, wobei jedoch gewisse Abweichungen unvermeidbar sind. Mit zunehmender Anzahl an Park-and-Ride Anlagen mit Datenaufzeichnung kann die Anzahl an Clustern erhöht werden, wodurch sich die Abweichungen reduzieren, ohne die Generalisierbarkeit der Methodik wesentlich einzuschränken.

Die Validierung der generalisierten Parkraumnachfragedaten für bewirtschaftete Zonen und für Parkgebäude veranschaulicht, die Notwendigkeit einer umfangreicheren Datengrundlage. Obwohl beide Nachfrage-Datensätze aufwendig verarbeitet wurden, um eine generalisierte Beschreibung der Parkraumnachfrage zu ermöglichen, ist die Stichprobengröße von jeweils zwei Parkplätzen bzw. Parkgaragen deutlich zu gering. Die entwickelte Methodik ist jedoch flexibel erweiterbar, um weitere Nachfragedaten zu integrieren und zukünftig valide Ergebnisse auch für diese Parkraumtypen zu erhalten.

5.4 ANWENDUNGSBEREICHE

Das entwickelte Hochrechnungsverfahren liefert erstmals für Österreich eine flächendeckende Abschätzung des Parkraumangebots differenziert nach Parkraumtypen mit einer räumlichen Auflösung von 500x500 Metern. Die Integration der mobilfunkbasierten Parkraumnachfrage für dieselbe räumliche Auflösung stellt ebenfalls ein Novum dar und ermöglicht eine flächendeckende Analyse der Nutzung des Parkraums.

Durch die Skalierbarkeit der Ergebnisse, lassen sich die Daten der Rasterzellen beliebig nach oben aggregieren um Erkenntnisse auf Gemeinde-, Bezirks- oder Bundeslandebene zu erhalten. Somit können beispielsweise Gemeinden einen ersten Eindruck über die aktuelle Situation des ruhenden Verkehrs erhalten, ohne aufwendige und kostenintensive Erhebungen durchzuführen. Für konkrete Umgestaltungen bzw. Neuverteilungen des Straßenraums werden dennoch Detailerhebungen sinnvoll sein, da die Nutzung einzelner Parkraumtypen (z. B. On-Street nicht bewirtschaftet) nicht flächendeckend ermittelt werden konnte, sondern eine gesamtheitliche Beschreibung der Parkraumnutzung aller Parkraumtypen umgesetzt wurde.

Eine Analyse anderer Raumaggregat-Typen (z. B. nach Urban-Rural-Typologie) kann auf Basis der PSI-Ergebnisse mit geringen Adaptionen ebenfalls umgesetzt werden, um weitere vertiefende Erkenntnisse zu gewinnen. Darüber hinaus bieten die hochgerechneten Parkraumangebotsdaten Potenzial für die Erweiterung bestehender Verkehrsfluss- und Verkehrsnachfragemodelle. Insbesondere können Informationen zum räumlich verfügbaren Parkraum als zusätzliche Einflussgröße bei der Zielwahl, Verkehrsmittelwahl oder der Abbildung des ruhenden Verkehrs berücksichtigt werden. Dadurch lässt sich die Wechselwirkung zwischen Verkehrsangebot, Parkraumverfügbarkeit und Verkehrsnachfrage künftig differenzierter modellieren.

Sowohl das Hochrechnungsverfahren des Parkraumangebots als auch jenes der Parkraumnachfrage wurden entwickelt, um ein operatives und österreichweites Monitoring des Parkraums (vgl. Kapitel 6) zu ermöglichen. Dabei wurde im Zuge der Entwicklung auf eine möglichst einfache Integration von aktualisierten Datensätzen zum Parkraumangebot, beispielsweise neuer Datenabzug der OSM, geachtet. Durch die Umsetzung eines solchen Monitorings kann zum einen von der fortschreitenden Digitalisierung des Parkraums profitiert werden (führt zu geringeren Abweichungen der Hochrechnung) und zum anderen erlaubt ein Monitoring langfristige Beobachtungen räumlicher Entwicklungen sowie die Bewertung zukünftiger Maßnahmen im Kontext nachhaltiger Mobilitäts- und Raumplanung.

Kapitel

6

BETRIEB UND ORGANISATION DES MONITORINGS

6 BETRIEB UND ORGANISATION DES MONITORINGS

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln Hochrechnung und Evaluierung methodisch hergeleitet und anhand von Anwendungen überprüft wurden, richtet sich der Blick nun auf die Umsetzung im Dauerbetrieb. Das folgende Kapitel skizziert das Organisations- und Betreibermodell als „Brücke in die Praxis“: Zuständigkeiten, Abläufe und Schnittstellen, damit das Monitoring verlässlich betrieben, regelmäßig aktualisiert und weiterentwickelt werden kann.

6.1 KERNAUFGABEN

Ein dauerhafter Betrieb des österreichweiten Parkraummonitorings setzt voraus, dass die fachlichen, organisatorischen und technischen Aufgaben klar benannt, strukturiert und einer Verantwortungsebene zugeordnet sind. Im Rahmen des Projekts wurden hierfür alle Tätigkeiten, die für einen verlässlichen Regelbetrieb erforderlich sind, systematisch erhoben, gebündelt und entlang der Wertschöpfungskette des Monitorings geordnet. Ergebnis ist ein Aufgabenkatalog, der die Grundlage für die Ableitung der Betriebsszenarien und der Kostenschätzung bildet.

6.1.1 Strukturierung entlang der Hauptprozesse

Die Aufgaben des Monitorings folgen einem zusammenhängenden Prozesszyklus: Von der Beschaffung der Rohdaten bis zur Veröffentlichung belastbarer Auswertungen. Sie wurden zu **vier Hauptprozessen** verdichtet, die den fachlichen Kern des Betriebs abbilden:



Abbildung 76: Aufgaben im Hauptprozess

Ergänzend wurden **vier Querschnittsbereiche** definiert, die alle Hauptprozesse durchziehen und für einen dauerhaften, rechtssicheren und finanzierbaren Betrieb unverzichtbar sind:

- **Governance & Organisation:** Rollenverteilung zwischen Bund, Ländern, Gemeinden, Datengebern und Betreiber, Steuerungs- und Eskalationsmechanismen.
- **Finanzierung:** Sicherstellung einer mehrjährigen, planbaren Finanzierungsbasis (vgl. Kapitel 6).

- **Rechtliche Rahmenbedingungen:** Datenschutz, Nutzungsrechte, Verträge mit Datengebern, Open-Data-Bereitstellung.
- **Technische Infrastruktur:** Betrieb der PostgreSQL-/PostGIS-Plattform, Schnittstellen, IT-Sicherheit.

Die im Projekt erarbeiteten Aufgaben decken die gesamte Wertschöpfungskette des Parkraummonitorings ab von der Datenbeschaffung über Qualitätssicherung bis zur Auswertung. Sie zeigen, wie vielfältig die Rollen von Bund, Land, Gemeinden und weiteren Datengebern sind und welche Prozesse für einen verlässlichen Betrieb notwendig werden. Gleichzeitig machen sie deutlich, dass ein nachhaltiges Monitoring nur durch klare Zuständigkeiten, regelmäßige Aktualisierung und systematische Pflege der Daten funktioniert.

6.1.2 Bewertung der Aufgaben

Damit die Aufgaben für die Ableitung der Betriebsszenarien priorisiert und Verantwortungsebenen sauber zugeordnet werden konnten, wurde jede einzelne Aufgabe gemeinsam mit dem Konsortium nach **vier einheitlichen Kriterien** bewertet:

Tabelle 27: Zusammenfassung der Kriterien

Kriterium	Leitfrage	Ausprägungen
Komplexität	Kann die Aufgabe ohne Schulung erledigt werden, oder erfordert sie spezialisiertes Fachwissen?	gering / mittel / hoch (komplex)
Verantwortungsebene	Auf welcher organisatorischen Ebene ist die Aufgabe sinnvoll angesiedelt?	Datengeber / Betreiber / Auftraggeber (Bund)
Ergebnisrelevanz	Wie kritisch ist die Aufgabe für die Gesamtfunktionalität des Monitorings?	Unkritisch / relevant / hochkritisch
Qualitätsrisiko	Welche Folgen hätte eine unzureichende oder fehlerhafte Erfüllung?	gering / mittel / hoch

Ergänzend wurde für jede Aufgabe eine erste Schätzung der erforderlichen Personal- und Sachressourcen vorgenommen. Dieses einheitliche Bewertungsraster hat zwei Funktionen:

1. Es macht die Aufgaben **vergleichbar** und ermöglicht eine konsistente Priorisierung.
2. Es bildet die **methodische Brücke** zu den Betriebsszenarien: Aufgaben mit hohem Qualitätsrisiko und hochkritischer Ergebnisrelevanz bilden den verbindlichen Pflichtteil aller Szenarien; Aufgaben mit mittlerer oder geringer Relevanz unterscheiden die Szenarien Plus und Premium voneinander.

6.1.3 Kernaussagen aus der Aufgabenanalyse

Aus der Bewertung lassen sich vier zentrale Erkenntnisse ableiten, die für die Ausgestaltung des künftigen Betriebs handlungsleitend sind:

- **Datenqualität ist der Engpassfaktor.** Die Aufgaben in den Hauptprozessen 2 und 3 (Qualitätssicherung sowie Aktualisierung & Pflege) weisen durchgehend das höchste Qualitätsrisiko auf. Ohne eine strukturierte, kontinuierliche Qualitätsarbeit verliert das Monitoring rasch an Aussagekraft.
- **Verantwortlichkeiten sind geteilt.** Datenbeschaffung und Erstbewertung liegen primär bei den Datengebern, Qualitätssicherung und Auswertung beim Betreiber, strategische Steuerung und Finanzierung beim Auftraggeber. Ein funktionierendes Modell setzt klare Schnittstellen zwischen diesen Ebenen voraus.

- **Querschnittsaufgaben werden häufig unterschätzt.** Governance, Vertrags- und Lizenzmanagement sowie technische Pflege binden dauerhaft Ressourcen und müssen explizit eingeplant werden, sie sind nicht „nebenbei“ zu leisten.
- **Skalierbarkeit ist möglich.** Die Aufgaben lassen sich zu unterschiedlichen Intensitätsstufen bündeln. Genau diese Bündelung führt zu den drei Szenarien Basis, Plus und Premium.

6.2 SZENARIEN

Die Aufgaben können im Regelbetrieb in unterschiedlicher Tiefe und Intensität wahrgenommen werden. Welche Aufgaben in welchem Umfang abgedeckt werden, hat unmittelbare Auswirkungen auf die erzielbare Datenqualität, den Ressourcenbedarf und die strategische Aussagekraft des Monitorings. Um diese Bandbreite transparent darzustellen und eine fundierte Entscheidung über das künftige Betreibermodell zu ermöglichen, wurden vom Projektteam **drei Betriebsszenarien** entwickelt: **Basis, Plus und Premium.**

Die Szenarien bilden keine Alternativen mit beliebigem Zuschnitt ab, sondern aufeinander aufbauende **Ausbaustufen**: Jedes Szenario umfasst alle Aufgaben des darunterliegenden und ergänzt diese um zusätzliche Leistungen, eine höhere Qualitätssicherung und einen breiteren Servicegrad.



Abbildung 77: Szenarien

Die Zuordnung der bewerteten Aufgaben zu den drei Szenarien folgt einer einheitlichen Logik:

- **Aufgaben mit hochkritischer Ergebnisrelevanz** und hohem Qualitätsrisiko bilden den verpflichtenden Kern und sind in allen drei Szenarien enthalten, sie sichern die Mindestfunktionalität des Monitorings.
- **Aufgaben mit mittlerer Relevanz**, die die Verlässlichkeit, Konsistenz und Vergleichbarkeit der Ergebnisse spürbar erhöhen, kommen ab Szenario Plus hinzu.
- **Aufgaben mit ergänzendem Servicecharakter**, etwa proaktive Datenpflege, Sonderauswertungen, intensives Stakeholder-Management oder umfassende Kommunikation sind dem Szenario Premium vorbehalten.

6.2.1 Szenario 1: Basis

Das Szenario Basis bildet die schlankste Variante des Parkraummonitorings und konzentriert sich auf die unverzichtbaren Grundaufgaben. Es ist als **Einstiegsszenario für den Übergang vom Projekt in den Regelbetrieb** konzipiert und stellt mit minimalem Ressourceneinsatz die technische Verfügbarkeit des Systems sicher.

Der Betrieb ist überwiegend reaktiv ausgelegt: Daten werden in der von den Datengebern gelieferten Form übernommen, eine systematische Qualitätsprüfung durch den Betreiber erfolgt nur im Mindestumfang. Die Kommunikation mit Datengebern erfolgt anlassbezogen; ein aktives Onboarding neuer Datenquellen findet nicht statt.

Tabelle 28: Szenario 1

Szenario 1 BASIS - Essential Monitoring			
Beschreibung	Es werden ausschließlich notwendige Kernaufgaben übernommen. Datenlieferanten stellen ihre Daten bereit; weitergehende Qualitätssicherung oder Betreuung findet nicht statt.	<ul style="list-style-type: none"> Monitoring System in der Hand des BMIMI Operativer Betrieb durch AustriaTech möglich 	Organisationsform
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> Einpfelegen aktualisierter Datensätze Überwachung der Aktualisierungsintervalle Langzeitanalyse zentraler KPIs Basis-Monitoring, keine tiefgehende Datenharmonisierung oder Fehlerkorrektur 	<ul style="list-style-type: none"> Vollständige Finanzierung über Budget des BMIMI Keine Umlagen, keine Gemeindebeiträge Finanzierungsbedarf primär für Betrieb, technisches Hosting und Minimum-Qualitätssicherung 	Finanzierung
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Schlanke, leicht umsetzbare Struktur mit geringen organisatorischen Anforderungen Klar geregelter Betrieb durch eine zentrale Institution (z. B. AustriaTech) 	<ul style="list-style-type: none"> Datenqualität bleibt heterogen, da keine intensive Qualitätssicherung erfolgt Geringe Verbindlichkeit der Datenlieferanten Begrenzter Nutzen für strategische Entscheidungen und hochqualitative Auswertungen 	Nachteile
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> Möglichkeit zur frühen Sichtbarkeit erster KPIs und Trends Kann als Pilotmodell dienen, um Akzeptanz und Know-how aufzubauen 	<ul style="list-style-type: none"> Datenqualität und Aktualität nicht ausreichend, wenn Datengeber nicht regelmäßig liefern Gefahr eines „Datenfriedhofs“, wenn keine Nachsteuerung erfolgt Abhängigkeit von der Bereitschaft der Datengeber (Kommunen, Betreiber) 	Risiken

6.2.2 Szenario 2: Plus

Das Szenario Plus erweitert den Grundbetrieb um eine **strukturierte, kontinuierliche Qualitätssicherung** und macht das Monitoring damit zu einem verlässlichen Steuerungsinstrument für Bund, Länder und Gemeinden. Es ist als **Zielszenario für den langfristigen Regelbetrieb** des österreichweiten Parkraummonitorings konzipiert.

Der Betrieb ist proaktiv-strukturiert angelegt: Daten werden systematisch auf Plausibilität, Aktualität und Vollständigkeit geprüft, Auffälligkeiten aktiv an die Datengeber zurückgespielt. Datengeber werden strukturiert begleitet (Onboarding, Schulungsangebote, regelmäßiger Austausch); für Anwender:innen steht ein kontinuierlicher Support zur Verfügung.

Tabelle 29: Szenario 2

Szenario 2 PLUS – Qualitätsgesichertes Monitoring			
Beschreibung	Erweiterung um Qualitätssicherung, so dass die Daten verlässlicher werden. Vom Betreiber werden Plausibilitätsprüfungen, Rückmeldeschleifen an Datengeber und die Harmonisierung grundlegender Datenstrukturen durchgeführt. Datenlieferanten werden aktiver begleitet.	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Szenario 1 	Organisationsform
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Plausibilitäts- und Vollständigkeitsprüfungen • Rückmeldeschleifen an Datengeber bei Fehlern oder Lücken • Grundharmonisierung von Datenstrukturen (z. B. Kategorien, Klassifikationen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Szenario 1 	Finanzierung
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Deutlich höhere Datenqualität als im Basisszenario • Bessere Nutzbarkeit für Planung, Strategie und Entscheidungsprozesse • Politisch gut argumentierbare Lösung mit sichtbarem Nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Höherer Aufwand/ Kosten durch Qualitätssicherung • Mehr Abstimmung mit Datenlieferanten notwendig • Datengeber müssen regelmäßiger liefern und auf Rückmeldungen reagieren 	Nachteile
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Planungsgenauigkeit für Investitionen, z. B. bei P+R-Erweiterungen oder Gebührenmodellen • Gute Ausgangsbasis für zusätzliche Dienste (Dashboards, Prognosen, Öffentlichkeitsarbeit) • Erhöhte politische Sichtbarkeit des Nutzens 	<ul style="list-style-type: none"> • Ungleiche Mitwirkung der Datengeber kann Qualität weiterhin begrenzen • Erhöhter Koordinationsaufwand zu Datengebern • Gefahr, dass einzelne Datengeber den Prozess als Zusatzbelastung wahrnehmen 	Risiken

6.2.3 Szenario 3: Premium

Das Szenario Premium beschreibt den umfassendsten Betrieb des Parkraummonitorings als **Full-Service-Modell** mit höchster Datenqualität und maximaler Sichtbarkeit. Es ist auf eine **strategische Verankerung des Themas auf Bundesebene** ausgerichtet und positioniert das Monitoring als zentrales Steuerungs- und Kommunikationsinstrument.

Der Betrieb ist proaktiv und vollumfänglich angelegt: Daten werden kontinuierlich validiert und mit Referenzhebungen abgeglichen, neue Datenquellen aktiv erschlossen. Datengeber und Nutzer:innen werden durchgängig begleitet; hinzu kommen methodische Weiterentwicklung, Sonderauswertungen und aktive Öffentlichkeitsarbeit.

Tabelle 30: Szenario 3

Szenario 3 PREMIUM – Full-Service-Betrieb			
Beschreibung	Übertragung vereinzelter Aufgaben und Zuständigkeiten an Dritte	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Szenario 1 	Organisationsform
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Kommunikationsformate (z. B. Newsletter, Fachrunden, Qualitätszirkel) • Technische Weiterentwicklung der Plattform (z. B. neue Datenquellen, Realtime-Fähigkeiten) 	<ul style="list-style-type: none"> • siehe Szenario 1 • ergänzt durch projekt- oder themenspezifische Zusatzfinanzierungen 	Finanzierung
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Professionalisierte Prozesse führen zu einheitlichen, harmonisierten Datenstrukturen österreichweit • Höchste Datenqualität und Verlässlichkeit für politische Entscheidungen, Planung und Öffentlichkeitsarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Kosten, aufwendiger Betrieb, der stabile personelle Kapazitäten benötigt • Bedarf klarer Governance-Strukturen, um Rollen und Prozesse nachhaltig zu sichern • Gefahr zu hoher Zentralisierung, Hoheit der Datengeber gefährdet 	Nachteile
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> • Politischer Einfluss: Interessensvertretung mehrerer Gebietskörperschaften • Planung und Konzeptionierung auf hoher Ebene 	<ul style="list-style-type: none"> • Versäumnisse in der Qualitätssicherung könnten bei hoher Sichtbarkeit schnell politisch relevant werden 	Risiken

6.2.4 Vergleich und Einordnung der Szenarien

Tabelle 31: Vergleich und Einordnung der Szenarien

Merkmal	Basis	Plus	Premium
Qualitätssicherung	reaktiv	strukturiert, regelmäßig	regelmäßig proaktiv, kontinuierlich
Stakeholder-Management	anlassbezogen	strukturiert	aktiv & kontinuierlich
Berichtswesen	Standard-KPIs	Standardberichte	Standard- & Sonderberichte
Methodische Weiterentwicklung	nicht vorgesehen	begrenzt	systematisch
Aussagekraft	eingeschränkt	belastbar	hoch belastbar & vergleichbar
Ressourcenbedarf	gering	mittel	hoch

Die drei Szenarien sind bewusst als Entscheidungsraum angelegt: Sie zeigen, welche Qualitäts- und Wirkungsstufen mit welchem Aufwand erreichbar sind, und schaffen damit eine sachliche Grundlage für die strategische Entscheidung des Auftraggebers.

6.3 PERSONALAUFWAND UND SACHKOSTEN

Die Überführung des Parkraummonitorings in einen dauerhaften Regelbetrieb erfordert eine planbare, mehrjährige Finanzierung. Auf Basis der im Projekt gesammelten Erfahrungen wurde für jedes der drei Betriebsszenarien (Basis, Plus, Premium) der jährliche Personal- und Sachkostenbedarf abgeschätzt. Ziel ist es, den

Entscheidungsträger:innen eine transparente, vergleichbare Grundlage für die Wahl des künftigen Betreibermodells zur Verfügung zu stellen.

6.3.1 Methodisches Vorgehen

Die Aufwandsschätzung folgt einem einheitlichen Vorgehen:

- **Bottom-up je Aufgabe**
Für jede der identifizierten Aufgaben wurde der jährliche Personalaufwand in Stunden geschätzt (differenziert nach Szenario).
- **Spannwerte statt Punktwerte**
Da Aufwände je nach Datenlage, Anzahl der Datengeber und konkretem Anwendungsfall variieren, werden bewusst Bandbreiten ausgewiesen (Min–Max).
- **Erfahrungsbasis aus dem Projekt**
Grundlage sind die im Projekt PSI tatsächlich angefallenen Aufwände, ergänzt um Erfahrungswerte des Konsortiums aus vergleichbaren Monitoring-Vorhaben.
- **Umrechnung in Personenmonate**
Zur besseren Einordnung werden die Stunden zusätzlich in Personenmonate umgerechnet (Annahme: 143 h/Personenmonat).
- **Sachkostenebene**
Ergänzend wurden die laufenden Sachkosten (Hosting/IT-Infrastruktur, Lizenzen, Beschaffung externer Daten, Workshops/Kommunikation) je Szenario abgeschätzt.

Hinweis: Sämtliche Angaben sind Schätzwerte, die eine fundierte Einordnung des finanziellen und personellen Aufwands ermöglichen.

6.3.2 Personalbedarf je Szenario im Überblick

Die folgende Matrix weist den geschätzten jährlichen Personalaufwand für die 16 operativen Kernaufgaben entlang der vier Hauptprozesse aus. Die ergänzend benannten Querschnittsaufgaben sind hier nicht separat ausgewiesen, da sie nicht aufgabenscharf abgrenzbar sind, sondern den gesamten Betrieb prozessübergreifend begleiten. Sie sind in den Sachkosten sowie in einem pauschalen Overhead-Zuschlag auf den Personalaufwand zu berücksichtigen. Erfahrungsgemäß sind hierfür zusätzlich rund 15–20 % des operativen Personalaufwands als Overhead zu kalkulieren.

Tabelle 32: Personenkosten je Aufgabe und Szenario

Nr.	Aufgabe	S1	S2	S3
Datenbeschaffung				
1	Datenrecherche	0–5	20–30	30–35
2	Regelmäßige Datenabfrage auf kommunaler Ebene	0–5	10–15	20–30
3	Identifikation, Ansprache & Motivation relevanter Datengeber	5–10	15–25	30–40
4	Abschluss von Nutzungsvereinbarungen	8–10	10–15	15–20
Datenqualität				

Nr.	Aufgabe	S1	S2	S3
5	Prüfung der Datenqualität (Aktualität, Plausibilität, Vollständigkeit) und Dokumentation sowie Nachpflegungen	20–30	30–50	60–80
6	Prüfung der Monitoringergebnisse	0	15–20	20–25
Aktualisierung & Pflege				
7	Einpflegen von aktualisierten Datensätzen	5–10	10–20	25–35
8	Einpflegen von neuen Datensätzen	0	0	35–45
9	Dokumentation der Pflegehistorie und Verantwortlichkeiten	15–20	20–30	30–40
10	Fortbildungsangebote zu Datenpflege, Monitoring-Nutzung und KPI-Integration	0	15–25	35–45
11	Pflege der Python-Skripte	10–15	15–25	20–30
12	Überwachung der Aktualisierungsintervalle	8–16	10–20	15–25
Monitoring & Evaluation				
13	Entwicklung und Pflege von Monitoring-Instrumenten	0	15–25	30–40
14	Langzeitanalyse der KPIs (Entwicklungsanalyse) und Aufbereitung von Ergebnissen für die Öffentlichkeit (z. B. Dashboards, Presse)	10–20	30–40	40–50
Querschnitt: Stakeholder & Support				
15	Beratung von Kommunen und anderen Akteuren (Infoveranstaltung)	0–10	20–40	40–60
16	Support bei Fragen (Mail / telefonisch)	0	50–75	200–250
Stunden / Jahr		81–151	285–455	645–850
Personenmonate (143 h/Monat)		0,6– 1,1	2,0 – 3,2	4,5 – 5,9

6.3.3 Sachkosten je Szenario

Neben dem Personalaufwand fallen laufende Sachkosten an, die sich über die Szenarien ähnlich skalieren wie der Personalbedarf.

Tabelle 33: Sachkosten je Aufgabe und Szenario

S1	S2	S3	Erläuterung
Lizenzen und Datenbeschaffung			
0 €	25.000 – 40.000 €	400.000 – 700.000 €	Basis: ausschließlich öffentlich verfügbare, kostenfreie Quellen (z. B. ASFINAG-Open-Data, GIP, Statistik Austria). Plus: zusätzlich lizenzierte, österreichweite Quellen (u. a. ÖAMTC). Premium: kommerzielle, hochfrequente Floating-Car-/Probe-Data (u. a. INRIX, ÖAMTC, ggf. TomTom/HERE).
IT-Infrastruktur und Hosting			
Nutzung bestehender Infrastruktur	interne Betriebskosten + ggf. moderate Skalierung (≈ 5.000 – 10.000 €)	kürzere Update-Zyklen (≈ 15.000 – 30.000 €)	Bei Plus/Premium steigen Speicher-, Rechen- und Transferbedarf durch größere Datenmengen und höhere Aktualisierungsfrequenzen.
Weiterentwicklung & Wartung (Modell, KPI-Integration, Schnittstellen - extern)			
ca. 10 PT 10.000 €	ca. 15 PT 15.000 €	ca. 20 PT 20.000 €	Pflege der Bewertungslogik (TISA-RTTI-5-Star-Anker), Integration neuer Datenquellen ohne Neubewertung, KPI-Reporting. PT-Satz indikativ 1.000 €/PT.
Öffentlichkeitsarbeit (Monitoringprozess, Roadshow, Stakeholder-Kommunikation)			
5.000 €	10.000 €	15.000 €	Ergebnisaufbereitung, jährliche Roadshow/Workshops, Visualisierungen, Kommunikation an Länder/Betreiber.
≈ 15.000 €	≈ 50.000 – 65.000 €	≈ 435.000 – 735.000 €	

6.4 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR FINANZIERUNG

Aus den dargestellten Aufwands- und Sachkostenschätzungen lassen sich für die Überführung des Parkraummonitorings in den Regelbetrieb folgende konkrete Handlungsempfehlungen ableiten:

- **Mehrjährige, planbare Finanzierung sicherstellen**

Ein Monitoringbetrieb entfaltet seinen Mehrwert erst über die Zeit, durch belastbare Zeitreihen, kontinuierliche Datenpflege und stabile Beziehungen zu den Datengebern. Die Finanzierung sollte daher

über einen Zeitraum von mindestens vier bis fünf Jahren zugesagt und im Bundeshaushalt bzw. in einem entsprechenden Förderinstrument verankert werden. Einjährige oder anlassbezogene Finanzierungen sind für einen Regelbetrieb ungeeignet.

- **Szenario Plus als Zielniveau finanziell absichern**

Mit rund 2–3 Personenmonaten pro Jahr sowie überschaubaren Sachkosten ist Szenario Plus das wirtschaftlich tragfähigste Modell: Es liefert deutlich mehr Verlässlichkeit, Aussagekraft und Vergleichbarkeit als Basis, ohne den Ressourcenbedarf von Premium zu erfordern. Es wird empfohlen, die Finanzierung mittelfristig auf das Niveau von Plus auszurichten und Basis ausschließlich als kurzfristigen Übergangsbetrieb zu nutzen.

- **Stufenweisen Ausbau ermöglichen**

Da die Szenarien aufeinander aufbauen, kann der Betrieb schrittweise ausgebaut werden — beispielsweise Start mit Basis im ersten Betriebsjahr, Übergang in Plus ab dem zweiten Jahr, optionaler Ausbau zu Premium bei strategischer Schwerpunktsetzung. Die Finanzierungsplanung sollte diese Stufenlogik explizit berücksichtigen und entsprechende Ausbauoptionen vorsehen.

- **Overhead und Sachkosten mitdenken**

Neben dem operativen Personalaufwand sind Querschnittsaufgaben (Governance, Recht, IT-Sicherheit, Vertragsmanagement) sowie die laufenden Sachkosten (Hosting, Lizenzen, Schulungen, Kommunikation) einzukalkulieren. Empfohlen wird ein pauschaler Overhead-Zuschlag von 15–20 % auf den operativen Personalaufwand sowie eine separate Budgetposition für Sachkosten.

6.5 UMSETZUNGS- UND MIGRATIONSPLAN

6.5.1 Zielbild

Das übergeordnete Zielbild des Implementierungs- und Migrationsplans ist ein stufenweise ausbaubares, methodisch konsistentes Qualitätsmonitoring für RTTI-Daten in Österreich, das unmittelbar nach Projektende im Juni 2026 in einen geregelten Betrieb überführt werden kann. Der Betrieb ist bei AustriaTech vorgesehen, die als bundesnaher Akteur sowohl die fachliche Steuerung als auch die Schnittstelle zu Bund, Ländern und Datenlieferanten abdeckt.

Der Fahrplan folgt vier Leitprinzipien:

- Die beschriebenen Szenarien bauen aufeinander auf und sind jederzeit anschlussfähig. Der Einstieg erfolgt im Szenario Basis.
- Die Bewertungslogik ist als konzeptionellem Anker ausgerichtet. Neue Datenquellen werden integriert, ohne bestehende Bewertungen rückwirkend zu verändern.
- KPI-Definitionen, Datenflüsse und Bewertungsregeln sind dokumentiert und öffentlich nachvollziehbar.
- Die Bewertung erfolgt unabhängig von einzelnen Datenanbietern und stellt eine vergleichbare Aussage über Datenqualität sicher.

6.5.2 Phasen

Der Übergang vom Projektergebnis in den dauerhaften Betrieb erfolgt in drei Phasen. Die Phasen sind inhaltlich definiert; konkrete Zeitpunkte für den Übergang in Plus oder Premium werden bewusst offengelassen, da diese von politischen, finanziellen und datenstrategischen Rahmenbedingungen abhängen.

Tabelle 34: Übergangsphasen

Phase	Start	Kerninhalte
Aufbau	ab 06/26	Aufsetzen der Betriebsumgebung bei AustriaTech
Regelbetrieb Basis	ab 01/27	operativer Monitoringzyklus, jährlicher Qualitätsbericht, Stakeholder-Roadshow, Feedback-Schleifen mit Datenlieferanten
Ausbau & Skalierung	anlassbezogen	schrittweise Erweiterung um lizenzierte Quellen (Plus) bzw. kommerzielle Probe-Data (Premium); Skalierung von Auswertungen

6.6 ROLLEN UND VERANTWORTLICHKEITEN

Im geplanten Betriebsmodell bei AustriaTech ergibt sich folgende Rollenverteilung:

- **Auftraggeber / Politik (BMIMI):** strategische Steuerung, Finanzierung, politische Verankerung.
- **Betrieb (AustriaTech):** fachliche Gesamtsteuerung, Koordination der Datenlieferanten, Veröffentlichung der Ergebnisse, Stakeholder-Kommunikation.
- **Externer Dienstleister:** Weiterentwicklung von Modell, KPI-Integration und Schnittstellen
- **Datenlieferanten:** Bereitstellung der Eingangsdaten gemäß vereinbarten Schnittstellen und Aktualisierungszyklen.
- **Stakeholder (Länder, Gemeinden, Verbände, Forschung):** Rückmeldung, Validierung, Nutzung der Ergebnisse.

Kapitel

7

AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN

7 AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN

7.1 ZENTRALE ERKENNTNISSE

Aus den Arbeiten lassen sich folgende zentrale Erkenntnisse zusammenfassen:

- Ein flächendeckendes Parkraummonitoring auf Basis öffentlich verfügbarer und teilautomatisiert erschließbarer Datenquellen ist machbar. Die im Projekt entwickelte Methodik kombiniert aus Datenrecherche, kommunaler Abfrage, Hochrechnung und KPI-Berechnung liefert belastbare Ergebnisse für eine erste österreichweite Bestandsaufnahme.
- Die Datenlage ist heterogen, aber ausbaufähig. Während für den öffentlichen On-Street-Parkraum in urbanen Zentren eine vergleichsweise gute Abdeckung erreichbar ist, bestehen erhebliche Lücken bei privaten Off-Street-Stellplätzen sowie bei dynamischen Nachfragedaten.
- Datenqualität ist der zentrale Werttreiber. Aktualität, Vollständigkeit und Plausibilität entscheiden darüber, ob das Monitoring in politischen und planerischen Prozessen tatsächlich wirksam wird. Das im Projekt entwickelte Qualitätsraster bildet hierfür eine tragfähige Grundlage.
- Der Betrieb ist mit überschaubaren Mitteln darstellbar. Bereits ein Jahresbudget im niedrigen sechsstelligen Bereich ermöglicht einen qualitätsgesicherten Regelbetrieb (Plus-Szenario). Die Aufwände skalieren mit dem gewählten Servicegrad.
- Verstetigung erfordert eine politische Entscheidung. Die Nachhaltigkeit des Monitorings hängt weniger an technischen oder methodischen Fragen als an einer mehrjährig zugesicherten Finanzierung und einer klaren Trägerschaft.
- Der gesellschaftliche Mehrwert geht über die Verkehrspolitik hinaus. Die Daten sind anschlussfähig an Klima-, Luftreinhalte-, Stadtentwicklungs- und Mobilitätsdienst-Anwendungen und damit für ein breites Spektrum öffentlicher und privater Akteure relevant.

7.2 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Aus den Erkenntnissen leiten sich konkrete Handlungsempfehlungen ab. Sie richten sich primär an Bund und Länder als potenzielle Finanzierungs- und Trägerinstanzen, an Städte- und Gemeindebund als kommunale Vertretungen sowie an die Fachöffentlichkeit.

- Verstetigung als öffentliche Aufgabe: Das Monitoring sollte als dauerhafte Aufgabe der öffentlichen Hand verankert und mit einer mehrjährig zugesicherten Grundfinanzierung hinterlegt werden.
- Einstieg über das Plus-Szenario: Für den Regelbetrieb wird ein Einstieg auf Niveau des Plus-Szenarios empfohlen, da es belastbare Qualitätssicherung und aktive Beratung der Kommunen ermöglicht, ohne unmittelbar das volle Kostenniveau des Premium-Szenarios zu erfordern.
- Förderbedingungen koppeln: Förderprogramme im Bereich Mobilität, Klimaschutz und Digitalisierung sollten konsequent an Mindestanforderungen zur Datenbereitstellung – insbesondere im privaten Off-Street-Bereich – geknüpft werden.
- Qualität sichtbar machen: Ein regelmäßiger öffentlicher Qualitätsbericht und ein öffentlich zugängliches Dashboard schaffen Transparenz, stärken Vertrauen und unterstützen die politische Kommunikation.
- Anschlussfähigkeit gewährleisten: Die technische und semantische Anschlussfähigkeit an nationale (NAP) und europäische Datenräume (Mobility Data Space, DATEX II, INSPIRE) ist durchgängig zu sichern.

Nutzen für potenzielle Anwender:innen / Use Cases (Auszug)

Bereits in der frühen Betriebsphase entstehen konkrete Mehrwerte für unterschiedliche Anwendergruppen:

- Bund und Länder erhalten eine konsistente Datengrundlage für verkehrs-, klima- und raumordnungs- politische Entscheidungen sowie für das Monitoring nationaler Strategien (z. B. Mobilitätsmasterplan, Klimaneutralitätsziele).
- Städte und Gemeinden gewinnen ein vergleichendes Instrument für die eigene Parkraumbewirtschaftung, für Push-/Pull-Strategien und für die Begründung kommunaler Maßnahmen gegenüber Politik und Bevölkerung.
- Verkehrsplanung, Forschung und Beratung erhalten eine standardisierte, zitierfähige Datenbasis für Studien, Wirkungsanalysen und Szenariorechnungen.
- Mobilitätsdienste, Routing- und Parkapps können – im Rahmen der PSI-konformen Bereitstellung – auf qualitätsgesicherte Basisdaten zugreifen und darauf neue Services aufbauen.
- Bürger:innen profitieren von Transparenz über das öffentliche Parkraumangebot, dessen Bewirtschaftung und dessen Entwicklung – und damit von einer informierten verkehrspolitischen Debatte.

7.3 IMPLEMENTIERUNGS- UND MIGRATIONSPFAD

Der Übergang von der Projekt- in die Betriebsphase sollte in drei aufeinander aufbauenden Schritten erfolgen, die sich am im Projekt erarbeiteten Migrationsplan orientieren:

- **Schritt 1:** Stabilisierung (Jahr 1): Überführung der Plattform in eine produktive Umgebung, Sicherung der bestehenden Datenflüsse, Abschluss offener Nutzungsvereinbarungen, Etablierung des Qualitätsregimes auf Niveau des Basis- bis Plus-Szenarios.
- **Schritt 2:** Konsolidierung (Jahr 2–3): Ausbau der Datenakquise auf weitere Kommunen und private Datenquellen, Aufbau aktiver Beratungs- und Fortbildungsangebote, Veröffentlichung erster Qualitätsberichte und KPI-Dashboards, schrittweiser Übergang zum Plus-Szenario im Vollumfang.
- **Schritt 3:** Skalierung (ab Jahr 3): Anbindung weiterer Datenquellen (insb. Transaktionsdaten, Ordnungswidrigkeiten, P&R-Belegung, Handyparken), Integration in nationale und europäische Datenräume, Ausbau zum Premium-Szenario mit umfassendem Support, Aufnahme neuer Datensätze und proaktiver Beratung.

Räumlich empfiehlt sich ein Rollout mit Fokus auf große urbane Zentren, in denen Parkdruck und Datenmehrwert am höchsten sind, mit anschließender sukzessiver Ausweitung auf mittelstädtische und ländliche Räume.

Risiken im Migrationspfad

Diese Risiken sollten in einem einfachen, regelmäßig fortgeschriebenen Risikoregister geführt und mit den finanzierenden Stellen beobachtet werden. Ein transparenter Umgang mit verbleibenden Datenlücken und Unsicherheiten in der Außenkommunikation ist dabei ein wesentlicher Vertrauensanker.

Tabelle 35: Risiken im Migrationspfad

Risiko	Beschreibung	Gegenmaßnahme
Geringe Nutzung des Monitorings	Das Monitoring liefert Ergebnisse, die in der kommunalen Praxis nicht aufgegriffen werden, etwa weil der Mehrwert unklar ist, die Darstellung zu abstrakt wirkt oder die Ergebnisse nicht in bestehende Planungs- und Entscheidungsprozesse passen. In der Folge entsteht ein „Berichtsprodukt ohne Wirkung“.	Frühzeitige und kontinuierliche Einbindung kommunaler Stakeholder über Roadshow, Fachworkshops und Feedback-Schleifen; zielgruppenspezifische Aufbereitung (z. B. kompakte Länder-/Kommunalprofile statt eines reinen Gesamtberichts); klare Use-Cases (Parkraum, Lieferzonen, Verkehrsplanung); niedrighschwelliger Zugang über Web-Portal und Standardberichte; Benennung kommunaler Ansprechpartner:innen für den Dialog.
Plausibilitätskritik an den Ergebnissen	Datenlieferanten oder Nutzer:innen stellen einzelne Ergebnisse in Frage („die Zahl kann nicht stimmen“), weil sie nicht der eigenen Wahrnehmung oder lokalen Daten entsprechen. Solche Einzelfälle können die Glaubwürdigkeit des gesamten Monitorings beschädigen, wenn keine nachvollziehbare Erklärung verfügbar ist.	Vollständige Transparenz der Methodik (offenes Methoden-Handbuch, dokumentierte KPI-Definitionen, nachvollziehbare Datenquellen je Ergebnis); etablierter Feedback-Loop mit Datenlieferanten vor Veröffentlichung; klar geregeltes Klärungs- und Korrekturverfahren für strittige Werte; explizite Ausweisung von Unsicherheitsbereichen statt Scheingenauigkeit.
Sukzessive Verschlechterung der Datenqualität	Eingangsdatenquellen verlieren über die Zeit an Qualität — etwa durch nachlassende Pflege, Systemwechsel bei Lieferanten, geänderte Erfassungslogiken oder reduzierte Aktualisierungsfrequenzen. Da das Monitoring auf diese Quellen aufsetzt, wirkt sich dies direkt auf die Aussagekraft aus.	Laufende Qualitätsbeobachtung der Eingangsdaten als eigener KPI-Strang (Trendmonitoring je Quelle); Frühwarnindikatoren bei Abweichungen gegenüber historischen Mustern; regelmäßiger bilateraler Austausch mit Datenlieferanten; dokumentierte Eskalationspfade bei dauerhaft sinkender Qualität (inkl. Option, eine Quelle zeitweise auszublenden); jährlicher Qualitäts-Review im Methoden-Handbuch.
Komplexität des Hochrechnungsmodells	Das Hochrechnungsmodell ist fachlich anspruchsvoll. Werden neue Datensätze integriert, besteht das Risiko, dass sich Ergebnisse in unerwarteter Weise verändern, sich Teilbereiche rechnerisch verschlechtern oder die KPI-Berechnung intern anders abläuft als zuvor, ohne dass dies extern unmittelbar nachvollziehbar ist.	Strikte Versionierung von Modell und KPI-Logik; Parallelrechnung (alt vs. neu) bei jeder Modell- oder Datenanpassung mit dokumentiertem Vergleich; klare Regel, dass bestehende Bewertungen nicht rückwirkend verändert werden; Sensitivitätsanalysen bei Aufnahme neuer Quellen.
Methodische Drift über die Zeit	Schleichende, unkoordinierte Anpassungen an Modell, KPIs oder Datenaufbereitung führen dazu, dass Ergebnisse über die Jahre nicht mehr vergleichbar sind.	Zentrale Verantwortung für die Methodik bei Austria-Tech; jährlicher Methoden-Review mit dokumentierten Änderungen; öffentliche Versionierung des Methoden-Handbuchs.
Personelle und finanzielle Engpässe im Betrieb	Begrenzte Ressourcen führen zu verzögerten Berichten, reduzierter Stakeholder-Arbeit oder eingeschränkter Modellpflege mit direkter Rückwirkung auf Akzeptanz und Qualität.	Mehrjährige Grundfinanzierung gemäß Szenario Basis; externe Kapazitäten über Rahmenvertrag; klare Priorisierung der Kernaufgaben (Datenaufnahme, Bewertung, Veröffentlichung) gegenüber optionalen Erweiterungen.

7.4 FORSCHUNGSBEDARF UND WEITERENTWICKLUNG

Trotz der erreichten Fortschritte verbleiben methodische und inhaltliche Fragestellungen, deren Bearbeitung die Aussagekraft und den Nutzen des Monitorings weiter erhöhen kann. Wesentliche Forschungs- und Entwicklungsfelder sind:

- **Schließung der Datenlücke** im privaten Off-Street-Parkraum, insbesondere bei Wohn-, Büro- und Handelsstandorten, durch methodische Weiterentwicklungen (z. B. Hochrechnungsverfahren, Sensorik (z. B. sensorgesteuerte Fahrzeuge sowie FloatingCarData), Geodatenanalysen inkl. Bildverarbeitung von Orthofotos) und regulatorische Hebel.

- **Integration - dynamischer - Nachfragedaten** aus Parkscheinautomaten, flächendeckendes Handy-parken, Ordnungswidrigkeiten und Mobilitätsbefragungen, um neben dem Angebot auch die tatsächliche Auslastung systematisch abzubilden.
- **Methodische Weiterentwicklung der Hochrechnung**, insbesondere hinsichtlich Übertragbarkeit auf unterschiedliche Gemeindetypen, Berücksichtigung von Saisonalität und Validierung anhand unabhängiger Erhebungen.
- Vertiefung des **Qualitätsmodells**, etwa durch quantitative Qualitätsindikatoren je Datensatz, automatisierte Qualitätsprüfungen und eine engere Verzahnung mit etablierten Standards (TISA RTTI, DCAT-AP, ISO 8000).
- Untersuchung der **Wirkungszusammenhänge** zwischen Parkraumangebot, -nachfrage, Bewirtschaftung und Verkehrsmittelwahl als Grundlage für eine evidenzbasierte Steuerung.
- **Anschlussfähigkeit an europäische Datenräume und Standards** (Mobility Data Space, DATEX II Parking Profile, INSPIRE, NAP), inklusive semantischer Harmonisierung und Lizenzfragen.
- **Erforschung neuer Anwendungsfelder** wie dynamisches Parkraummanagement, multimodale Routingdienste, Standortbewertungen für Logistik und Stadtentwicklung sowie Kopplung mit Klima- und Lärmmonitoring.

Diese Forschungsfelder bieten Anknüpfungspunkte für künftige nationale und europäische Förderprogramme und unterstützen die schrittweise Weiterentwicklung des PSI-Parkraummonitorings zu einer tragfähigen, qualitätsgesicherten und gesellschaftlich wirksamen Dateninfrastruktur.

BEGRIFFSKATALOG

Begriff	Definition	Quelle
Abstellen	Stillstand eines Fahrzeugs, der weder verkehrs- oder betriebsbedingt ist noch ausschließlich dem Ein- und Aussteigen oder dem Be- und Entladen dient	FGSV 2020: BBSV, S. 99
Abstellmöglichkeit	Oberbegriff für sämtliche zum Abstellen von Fahrzeugen nutzbaren Flächen	FGSV 2020: BBSV, S. 99
Abstellplatz	Eine Fläche, die zum Abstellen eines Kraftfahrzeuges bestimmt und nicht überdacht ist	FSV 2018: BBSV
Autobahnrasthof	Nebenbetrieb, der aus Tankstelle und Raststätte und gegebenenfalls einem Hotel besteht	FGSV 2020: BBSV, S. 139
Autobahnrastplatz	An der Autobahn angelegte Erholungsfläche für Verkehrsteilnehmer mit direkter Anbindung an eine Richtungsfahrbahn	FGSV 2020: BBSV, S. 139
Belegungsanzeige	Optische Information über freie Parkstände oder Stellplätze	FGSV 2020: BBSV, S. 99
Belegungsgrad	Ruhender Verkehr: Verhältnis der Anzahl der zu einem Zeitpunkt abgestellten Fahrzeuge zur Anzahl der vorhandenen Parkstände und/oder Stellplätze	FGSV 2020: BBSV, S. 99
Beschilderung	Regelung des Verkehrs mittels Vorschrifts- und/oder Richtzeichen	FGSV 2020: BBSV, S. 119
Bevölkerungsdichte; Einwohnerdichte	Verhältnis der Anzahl der Einwohner:in zur Fläche eines Gebiets	FGSV 2020: BBSV, S. 9
Bewohnerparken	Straßenverkehrsrechtliche Anordnung zur Parkberechtigung für Anlieger und andere Personen, die eine Wohnung in unmittelbarer Nähe haben	FGSV 2020: BBSV, S. 99
Carsharing	Organisierte gemeinschaftliche Nutzung eines oder mehrerer Autos	FSV 2018: BBSV
Dauerparker	Person, die einen Stellplatz oder Parkstand für eine Zeitdauer von mehr als 10 Stunden nutzt	FGSV 2020: BBSV, S. 99
Durchgangsverkehr	Summe der Verkehrsvorgänge durch ein festgelegtes Gebiet, deren Ziele und Quellen außerhalb dieses Gebiets liegen	FSV 2018: BBSV
Einwohner:in	In einer Gemeinde mit Haupt- oder Nebenwohnsitz gemeldete Personen	FGSV 2020: BBSV, S. 10
Fahrbahnmarkierung; Markierung	Auf der Fahrbahn in Form von Linien, Symbolen, Ziffern oder Schriftzeichen aus Markierungsstoffen, Markierungsfolien oder Markierungsknöpfen gebildete Verkehrszeichen oder Hinweise zur Ordnung und Führung des Verkehrs	FGSV 2020: BBSV, S. 120
Fahrzeug	Ein Kraftfahrzeug oder ein Anhänger	FSV 2018: BBSV

Garage; Parkbau	Gebäude oder Gebäudeteil zum Abstellen eines oder mehrerer Fahrzeuge	FGSV 2020: BBSV, S. 100
Gelegenheitsparker	Person, die das Anrecht auf einen Stellplatz oder Parkstand einzeln für jeden Parkvorgang erwirbt	FGSV 2020: BBSV, S. 100
Halten	Eine nicht durch die Verkehrslage oder durch sonstige wichtige Umstände erzwungene Fahrtunterbrechung bis zu zehn Minuten oder für die Dauer der Durchführung einer Ladetätigkeit	FSV 2018: BBSV
Halteverbot	Verkehrsregel, die gemäß Straßenverkehrs-Ordnung das Halten und Parken von Fahrzeugen innerhalb öffentlicher Verkehrsflächen verbietet	FGSV 2020: BBSV, S. 100
Kurzparker; Kurzzeitparker	Person, die einen Stellplatz oder Parkstand für eine Zeitdauer von bis zu 3 Stunden nutzt	FGSV 2020: BBSV, S. 100
Langparker	Person, die einen Stellplatz oder Parkstand für eine Zeitdauer von mehr als 3 Stunden nutzt	FGSV 2020: BBSV, S. 101
Längsaufstellung	Abstellen der Fahrzeuge in Fahrtrichtung hintereinander	FGSV 2020: BBSV, S. 101
Langzeitparker	Person, die einen Stellplatz oder Parkstand für eine Zeitdauer von 6 bis 10 Stunden nutzt	FGSV 2020: BBSV, S. 101
Mittelzeitparker	Person, die einen Stellplatz oder Parkstand für eine Zeitdauer von 3 bis 6 Stunden nutzt	FGSV 2020: BBSV, S. 101
Mobilitätsdatenraum	Ein Mobilitätsdatenraum ist ein strukturierter, rechtlich und technisch geregelter Datenraum zur sicheren, vertrauensvollen und interoperablen Bereitstellung und Nutzung von Mobilitätsdaten. Er verfolgt das Ziel, fragmentierte Datenquellen und unterschiedliche Datenökosysteme im Mobilitätsbereich zusammenzuführen und so den Zugang zu Mobilitätsdaten zu harmonisieren und zu erleichtern – auf nationaler wie europäischer Ebene.	AustriaTech, 2025
Mobilitätsplattform	Eine Mobilitätsdatenplattform ist eine digitale Infrastruktur zur Bereitstellung, Verknüpfung und Nutzung mobilitätsbezogener Daten. Sie dient als zentrale Schnittstelle für Akteur:innen aus Verkehr, Verwaltung und Wirtschaft und bildet die technische Grundlage für datenbasierte Mobilitätsdienste wie multimodale Routenplanung oder Mobility-as-a-Service (MaaS).	Oehme et. al, 2024
Mobilitätsverhalten	Ortsveränderungen einer Person mit ihren räumlichen, zeitlichen, modalen und wegezweckspezifischen Ausprägungen	FGSV 2020: BBSV, S. 25
Motorisierungsgrad	Verhältnis der Anzahl der amtlich angemeldeten Kraftfahrzeuge zur Einwohnerzahl	FGSV 2020: BBSV, S. 25
Motorisierungskenn-ziffer	Verhältnis der Einwohnerzahl zur Anzahl der amtlich angemeldeten Kraftfahrzeuge	FGSV 2020: BBSV, S. 25

P+R-Anlage; Park+Ride-Anlage; Park-and-Ride-Anlage	Einem Bahnhof, einem Haltepunkt und/oder einer oder mehreren Haltestellen zugeordneter Parkplatz oder Parkbau für Fahrzeuge von Fahrgästen Öffentlicher Verkehrsmittel	FGSV 2020: BBSV, S. 101
Parkbucht	Parkstreifen geringer Länge mit baulich abgegrenztem Anfang und Ende	FGSV 2020: BBSV, S. 102
Parken	Das Stehenlassen eines Fahrzeuges für eine längere Zeitdauer	FSV 2018: BBSV
Parkfläche	Parkplätze, Parkstreifen und Abstellplätze	FSV 2018: BBSV
Parkflächenmarkierung	Kennzeichnung von Parkständen durch vollständige oder teilweise Umrahmung mit Markierung oder Pflasterlinien	FGSV 2020: BBSV, S. 102
Parkhaus	Bauwerk, in dem Bodenplatte und/oder Parkdecks zum Parken genutzt werden	FSV 2018: BBSV
Parkleitsystem	Informationssystem zur Zielführung der Verkehrsteilnehmer zu Parkplätzen und/oder Parkbauten, gegebenenfalls dynamisch mit Angabe der verfügbaren Abstellplätze	FGSV 2020: BBSV, S. 102
Parkraum	Unter dem Begriff des Parkraums wird jene räumliche Ressource verstanden, welche für den ruhenden Verkehr, sowohl für den MIV als auch NMIV, genutzt wird. Verwandte Begriffe: Abstellflächen, Stellplätze, Parkplatz	Schipany 2015, S. 10
Parkraum	Summe der Parkflächen innerhalb eines bestimmten Gebiets	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Parkraumbewirtschaftung	Unter dem Begriff der Parkraumbewirtschaftung wird in der Literatur die Gesamtheit der organisatorischen, sowie ökonomischen Maßnahmen zur Gestaltung des ruhenden Verkehrs im öffentlichen Straßenraum, bezeichnet.	Schipany 2015, S. 10
Parkraummanagement	Es handelt sich hierbei um einen übergeordneten Sammelbegriff, welcher jene ordnungspolitischen, preispolitischen (ökonomischen), technischen, sowie baulichen Maßnahmen umfasst, mit denen ein Einfluss auf die Parkraumnutzung bzw. -nachfrage ausgeübt werden kann. Der Begriff des Parkraummanagements wird teilweise synonym mit dem Begriff der Parkraumbewirtschaftung verwendet, wobei gemäß den Berichten der Bundesanstalt für Verkehrswesen (bast), die Parkraumbewirtschaftung, dadurch, dass sich diese in der Regel ausschließlich auf das öffentliche Parkraumangebot bezieht, als ein Baustein innerhalb eines umfassenden Parkraummanagements angesehen wird. Im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit wird unter Parkraummanagement ein Instrument der kommunalen Verkehrspolitik zur Steuerung des ruhenden NMIV und MIV verstanden, bei welchem die oben genannten	Stopka 2003, Online Kodransky et al. 2011, S. 5 bast 2006, S. 3

	Maßnahmenkategorien als Ausprägungen dieses Instrumentes angesehen werden.	
Parkscheibe	Vorrichtung, die von außen gut lesbar am oder im Fahrzeug angebracht ist und auf der die Ankunftszeit beim Parken manuell einzustellen ist	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Parkscheinautomat	Einrichtung, die nach Zahlung der Parkgebühr einen Parkschein mit der zulässigen Parkzeit ausgibt, der von außen gut lesbar am oder im Fahrzeug anzubringen ist	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Parkstand	Zum Parken eines Fahrzeugs abgegrenzter Teil einer öffentlichen Verkehrsfläche	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Parkstreifen	Dienen zum Aufstellen von Fahrzeugen	FSV 2018: BBSV
Parkstreifen	entlang einer Fahrbahn verlaufender Streifen zum Längs-, Schräg- oder Senkrechtparken	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Parkuhr	Einrichtung, die nach Zahlung eines Geldbetrages das Ende der zulässigen Parkzeit am jeweiligen Parkstand anzeigt	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Parkverbot	Verkehrsregel, die gemäß Straßenverkehrs-Ordnung das Parken von Fahrzeugen im öffentlichen Verkehrsraum verbietet	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Rastanlage	Unmittelbar an einer öffentlichen Straße liegende Einrichtung außerhalb geschlossener Ortschaften zur Erholung und Versorgung von Verkehrsteilnehmern	FGSV 2020: BBSV, S. 142
Rasthof	Einrichtung zur Versorgung der Verkehrsteilnehmer, bestehend aus Tankstelle und Raststätte	FGSV 2020: BBSV, S. 142
Raststätte	Dienstleistungsbetrieb für Verkehrsteilnehmer mit gastronomischem Angebot sowie gegebenenfalls mit Warenangebot	FGSV 2020: BBSV, S. 142
Ruhender Verkehr	Beim ruhenden Verkehr handelt es sich um alle geparkten oder abgestellten nichtmotorisierten und motorisierten Fahrzeuge, sowohl im Personen- als auch Güterverkehr.	Schipany 2015, S. 10
Schrägaufstellung	Abstellen der Fahrzeuge in einem spitzen Winkel zur Fahrtrichtung	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Senkrechtaufstellung	Abstellen der Fahrzeuge in einem rechten Winkel zur Fahrtrichtung	FGSV 2020: BBSV, S. 103
Sensor	Gerät, das auf einen physikalischen oder chemischen Reiz reagiert	FSV 2018: BBSV
Sensor	Auf physikalischem Prinzip arbeitende Einrichtung zur automatischen Erfassung von Verkehrs- oder Umfeldaten	FGSV 2020: BBSV, S. 123
Stellplatz	Jene Teilfläche einer Abstellanlage, die für das Abstellen eines einzelnen Kraftfahrzeuges bestimmt ist	FSV 2018: BBSV

Tiefgarage	Gebäude oder Gebäudeteilunterhalb der Erdoberfläche, dessen Bodenplatte und ggf. vorhandene Geschößdecken als Parkebene genutzt werden.	FSV 2018: BBSV
Ultra-Kurzparker	Person, die einen Stellplatz oder Parkstand für eine Zeitdauer von bis zu 30 Minuten nutzt	FGSV 2020: BBSV, S. 104
Umschlagsgrad	Verhältnis der Anzahl der in einem Zeitabschnitt begonnenen Abstellvorgänge zur Anzahl der vorhandenen Stellplätze oder Parkstände	FGSV 2020: BBSV, S. 104
Umschlagsgrad	Gesamtheit der Vorgänge, die dem Abstellen, dem Ein- und Aussteigen sowie dem Be- und Entladen dienen	FGSV 2020: BBSV, S. 104
Verkehrserhebung	Gewinnung von Daten eines bestehenden Verkehrszustands	FGSV 2020: BBSV, S. 32
Verkehrspolitik	Unter dem Begriff Verkehrspolitik werden die gezielten Maßnahmen und Handlungen von Akteuren, wie etwa politische Organe der Stadt- bzw. Gemeindepolitik, verstanden, welche die Beziehung zwischen dem Verkehrs- und dem Gemeinwesen auf kommunaler Ebene herstellen. Durch die Verkehrspolitik wird hierbei ein direkter oder indirekter Einfluss auf die unterschiedlichen Bereiche des Verkehrswesens (Verkehrsmarkt, Verkehrsteilnehmer, Verkehrsdienstleistungen etc.) ausgeübt. In der vorliegenden Arbeit wird sich ausschließlich auf die Einflussmöglichkeiten der kommunalen Verkehrspolitik konzentriert.	Ammoser et al. 2006, S. 34 f.
Verkehrsregelung	Gesamtheit aller Vorschriften, Maßnahmen und Einrichtungen zur Ordnung und Sicherung des Verkehrs	FGSV 2020: BBSV, S. 124
Verkehrszählung	Empirische Erfassung und Auswertung von Verkehrsdaten zu Personen und/oder Fahrzeugen	FGSV 2020: BBSV, S. 33
Verkehrszeichen	Bildträger (Verkehrszeichen-Tafeln) mit aufgebrachten Signalbildern im Sinne der StVO	FSV 2018: BBSV
Verkehrszeichen	An Verkehrswegen in Form von Schildern angebrachte oder auf der Fahrbahn markierte Symbole, Schriften oder Linien zur Beeinflussung oder Regelung des Verkehrs gemäß Straßenverkehrs-Ordnung	FGSV 2020: BBSV, S. 125

LITERATUR UND QUELLENVERZEICHNIS

Agora Verkehrswende (2018). *Öffentlicher Raum ist mehr wert. Ein Rechtsgutachten zu den Handlungsspielräumen in Kommunen.*

https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/OEffentlicher_Raum_ist_mehr_wert/Agora_Verkehrswende_Rechtsgutachten_oeffentlicher_Raum.pdf.

AustriaTech (2024). *KoDRM-AT. Konzeptstudie zur Entwicklung eines nationalen Mobilitätsdatenraums in Österreich.* Abgerufen am 24. April 2025 von <https://www.austriatech.at/de/kodrm-at/>

Bienzeisler, B., Bengel, S., Handrich, M., Martinetz, S. (2019). *Die digitale Transformation des städtischen Parkens. Eine Analyse der Veränderung des kommunalen Parkraummanagements vor dem Hintergrund der Herausforderungen einer Verkehrswende.* Hrsg. v. Fraunhofer-Institution für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Stuttgart. <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/a0fa50a5-57f1-4ecb-a5cf-Odda0aff5932/content>

BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie & AustriaTech (2025). *Mobilitätsdaten Österreich. (2025). Über Mobilitätsdaten.gv.at.* Abgerufen am 24. April 2025 von <https://mobilitaetsdaten.gv.at/über-mobilitaetsdatengvat>.

Bundesgesetz über die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern (IVS-Gesetz – IVS-G), BGBl. I Nr. 39/2013. (2013). Abgerufen am 15. April 2025 von <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgb/I/2013/39/20131101>.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2025). *Mobilithek – Deutschlands Plattform für Mobilitätsdaten.* Abgerufen am 24. April 2025 von <https://mobilithek.info>.

Data.gv.at (2024). *Standardbeschreibung der Graphenintegrationsplattform (GIP) Österreich.* Abgerufen am 24. April 2025, von <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/e5cca30b-299f-496b-8162-919dca91d94e>.

Data.gv.at (2024). *Standardbeschreibung der Graphenintegrationsplattform (GIP) Österreich.* Abgerufen am 24. April 2025 von <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/e5cca30b-299f-496b-8162-919dca91d94e>.

Deschermeier, P., Henger, R., Oberst, C. & Hagenberg, A.-M. (2023): *Stellplätze im Wohnungsbau. Gutachten im Auftrag der BPD Immobilienentwicklung GmbH. Institut der deutschen Wirtschaft Köln.* <https://www.iwkoeln.de/studien/philipp-deschermeier-ralph-henger-christian-oberst-stellplaetze-im-wohnungsbau.html>

Döring, N., Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer.

Dresing, T., & Pehl, T. (2015). *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende* (6. Aufl.). Marburg.

EVIS.at – Echtzeitverkehrsinformation Straße Österreich (2025). *EVI – Elektronische Verlautbarungs- und Informationsplattform des Bundes.* Abgerufen am 24. April 2025 von <http://www.evis.gv.at>.

Falck, O., Fichtl, A., Janko, A., Kluth, T., & Wölfl, A. (2020). *Verkehrliche Wirkungen einer Anti-Stau-Gebühr in München* (ifo-Forschungsberichte Nr. 115). ifo Institut.

FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (2025a). *KoDRM-AT. Konzeptstudie für die Umsetzung eines nationalen Mobilitätsdatenraums in Österreich.* Abgerufen am 24. April 2025 von <https://projekte.ffg.at/projekt/4788149>.

FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (2025b). *SAM-AT. Strategie und Umsetzungsvorbereitung für integriertes Verkehrsmanagement.* Abgerufen am 24. April 2025 von <https://projekte.ffg.at/projekt/4788150>.

FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (2025c). *MUST – Multimodale Verkehrssteuerung durch Kombination innovativer Informationskanäle*. Abgerufen am 24. April 2025 von <https://projekte.ffg.at/projekt/4777252>.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2005). *Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs - EAR 05* (Ausg. Februar 2005, FGSV: Bd. 283). FGSV-Verl.

Fric, R., Belart, B., Ickert, L., Philipp, N., Cachaco, F. (2020). *Harmonisierte Parkraumbewirtschaftung - Grundlagenbericht, Teilupdate des Grundlagenberichts „Strategie Strasse, Harmonisierte Parkraumbewirtschaftung, Grundlagenbericht“* (INFRAS, 26. Oktober 2015), Liestal, 2020. https://www.aggloprogramm.org/files/dateien/dokumentation/APB-Grundlagenbericht_Harm_Park_DE-20201207.pdf.

FSV – Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr. (2018). *BBSV – Begriffsbestimmungen der RVS und RVE Österreich*. Wien.

Fürst, B., Toth, P. & Käfer, A. (2021). *Parkraumbewirtschaftung 13., 21. und 22. Bezirk: Vorher-Untersuchung als Diskussions- und Entscheidungsgrundlage: Endbericht Methodenteil*.
[Herausgeber/Ort/URL ergänzen]

GAIA-X (2023). *Definition von GAIA-X. Eine europäische Initiative für digitale Souveränität*. Abgerufen am 24. April 2025 von <https://www.gaia-x.at/definition/>.

Golej, P., Horak, J., Kukuliac, P., Orlikova, L. (2022). *Vehicle detection using panchromatic high-resolution satellite images as a support for urban planning. Case study of Prague's centre*, GeoScape 16, 108–119. <https://doi.org/10.2478/geosc-2022-0009>

Grbić, R., Koch, B. (2023). *Automatic Vision-Based Parking Slot Detection and Occupancy Classification*. ExpertSystems with Applications 225, 120147, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120147>.

Hagen, T., Schäfer, P. K., Scheel-Kopeinig, S., Saki, S., Nguyen, T., Wenz, K., Bellina, L. (2020). *Ganglinien als Grundlage für eine nachhaltige Parkraumplanung*. Frankfurt University of Applied Sciences, Frankfurt am Main. https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2020/Abschlussbericht_Ganglinien_final.pdf.

Helfferich, C. (2019). Leitfaden- und Experteninterviews. In: Baur, Nina & Blasius Jörg (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden. VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 669–686.

Honermann, H., Ziegler, B., Bernhardsgrütter, A., Tobler, G., und Auf der Maur, L. (2021). *Gestaltung von Mobilität in Agglomerationen – Parkraummanagement* <https://www.are.admin.ch/dam/de/sd-web/lHfdmPWzEgnB/parkraummanagement.pdf>

Land Kärnten (1996). *Kärntner Bauordnung 1996 (K-BO 1996)*, LGBL. Nr. 62/1996, i.d.F. 07.03.2026.

Land Niederösterreich (2014). *NÖ Bautechnikverordnung 2014*, LGBL. Nr. 4/2015 (2014 & i.d.F.v. 10.05.2022).

Land Oberösterreich (2013). *OÖ Bautechnikverordnung 2013*, LGBL. Nr. 36/2013 (2013 & i.d.F.v. 30.07.2020).

Land Steiermark (1995). *Steiermärkisches Baugesetz*, LGBL. Nr. 59/1995 (1995 & i.d.F.v. 04.02.2020).

Liebe, A., Hillebrand, A. (2020). *Platz da?! Datenbasierte Systeme zur Parkplatzerkennung*. Eine Studie der mFUND-Begleitforschung des WIK. Hrsg. v. WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH. Bad Honnef.

Magistrat der Stadt Salzburg (2016). *Stellplatzverordnung 2016*. Gemeinderatsbeschluss vom 21.9.2016, Amtsblatt Nr. 23/2016 https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Gemeindericht/GEMRE_SA_50101_MA_5_Stellplatzverordnung/GEMRE_SA_50101_MA_5_Stellplatzverordnung.pdf

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz Verlagsgruppe (Grundlagen und Techniken).

Mobility Data Space (2025). *Mobility Data Space – Die Data Sharing Community*. Abgerufen am 24. April 2025 von <https://mobility-dataspace.eu/de/>.

- Molitor, R. und Hirsch, T. (2025). *Erhebung der Stellplätze in Wien Margareten – Endbericht*. Erstellt im Auftrag der Bezirksvorstehung Wien Margareten und der MA 18. <https://www.digital.wienbibliothek.at/wbrup/content/titleinfo/5522621>
- Molitor, R., Hirländer, D., Krack, P., Schrögenauer, R., Dernberger, M., Hirsch, T., Dorfner, D., Kammerlander, J., Widhalm, P., Rudloff, C., Faber, L., Sauerhöfer, M., Weischedel, C. & Steuer, S. (2021). *Nationale Parkraumstrategie Luxemburg*.
- Molitor, R., Reisinger, A., Hirsch, T., Lechmann, J. und Geller, J. (2025). *Stellplatzerhebung Alsergrund*. - Endbericht. Erstellt im Auftrag der Bezirksvorstehung Alsergrund via MA 18. Wien. <https://www.digital.wienbibliothek.at/urn/urn:nbn:at:AT-WBR-1733260>
- Nilsson, C., Lindblom, M. (2019). *Evaluation of Parking Space Detection. From Aerial Imagery Using Convolutional Neural Networks* [Masterthesis. Lund University - Department of Mathematics]. <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8971684&fileId=8971685>.
- Paidi, V., Fleyeh, H. (2019). *Parking occupancy detection using thermal camera. Presented at the 5th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems*. <https://doi.org/10.5220/0007726804830490>.
- Przyborski, A., Wohrab-Sahr, M. (2014). *Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch (4. Aufl.)*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Rikus, S., Hoffmann, S., Ungureanu, T., Rommerskirchen, S., Plesker, M. (2015). *Auskunft über verfügbare Parkplätze in Städten*. FORSCHUNGSVEREINIGUNG AUTOMOBILTECHNIK E.V. FAT-SCHRIFTENREIHE, 177. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahU-KEwis1dTeha-OFaxVA_rslHW6UAiIQFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.vda.de%2Fdam%2Fjcr%3A51081f60-a31d-4e4c-86e7-8e0ae3c9236d%2Ffat-schriftenreihe-271.pdf&usg=AOvVaw05lxqGscHw2myfbC5ablMM&opi=89978449.
- Roubtsova, E., Michell, V. (2014). KPIs and their properties defined with the EXTREME method. In. *Business Modeling and Software Design*. (Lecture Notes in Business Information Processing, 173. Springer, S. 128-149). https://doi.org/10.1007/978-3-319-06671-4_7.
- Schäfer, P., Lux, K., Wolf, M., Hagen, T., Celebi, K. (2019). *Entwicklung von übertragbaren Erhebungsmethoden unter Berücksichtigung innovativer Technologien zur Parkraumdatengenerierung und Digitalisierung des Parkraums – ParkenDigital* (Inhaltlicher Abschlussbericht eines durch den mFUND des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur geförderten Forschungsprojektes). Fachgruppe Neue Mobilität, Frankfurt am Main. https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2019/ParkenDigital_Bericht_FRA-UAS.pdf.
- Stadt Graz (2021). *Mobilitätsplan Graz 2040: Strategien für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung*. Abgerufen am 18. April 2025, von <https://www.graz.at>.
- Stadt Salzburg (2017): *Räumliches Entwicklungskonzept (REK) der Stadt Salzburg*. Abgerufen am 18. April 2025 von <https://www.stadt-salzburg.at>.
- Stadt Wien, Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung (2014). *Stadtentwicklungsplan Wien 2025 – Mut zur Stadt*. Eigenverlag der Stadtentwicklung Wien. Abgerufen am 18. April 2025, von <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/strategien/step/step2025/>.
- Stopic, R., Dias, E., De Kleijn, M., Koomen, E. (2023). *Satellite parking. a new method for measuring parking occupancy*. AGILE GIScience Ser. 4, 1–5. https://www.researchgate.net/publication/371385879_Satellite_parking_a_new_method_for_measuring_parking_occupancy.
- Stopic, R., Simao Da Graca Dias, Eduardo, de Kleijn Maurice & Koomen, E. (2023). *Remotely sensed parking occupancy (SPINlab Research Memorandum, No. 22)*. Abgerufen am 8. Mai 2026 von <https://research.vu.nl/en/publications/remotely-sensed-parking-occupancy>.
- Tiroler Landesregierung (2015): *Stellplatzhöchstzahlenverordnung*, LGBL. Nr. 99/2015 idgF (2015 & i.d.F.v. 19.11.2025).

Verkehrsauskunft Österreich VAO GmbH (2025). *Verkehrsauskunft Österreich*. Abgerufen am 24. April 2025 von <https://www.vao.at>.

Vorarlberger Landesregierung (2013). Gesamte Rechtsvorschrift für Stellplatzverordnung, LGBl.Nr. 24/2013 idgF (2013 & i.d.F.v. 07.06.2013).

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Steckbrief Vor-Ort-Begehung/Zählung	21
Abbildung 2: Steckbrief (nationale) Befragungen und Interviews	22
Abbildung 3: Steckbrief Sensorik (Einzelplatzdetektion)	23
Abbildung 4: Steckbrief Sensorik (Flächendetektion)	24
Abbildung 5: Steckbrief Verkehrs- und Durchfahrtszählungen	25
Abbildung 6: Steckbrief Luftbild	26
Abbildung 7: Steckbrief Satellitenbild.....	27
Abbildung 8: Steckbrief Stationäre Kameras	28
Abbildung 9: Steckbrief ScanCar-Erhebung.....	29
Abbildung 10: Steckbrief Fahrzeugflotten (Fleet Car).....	30
Abbildung 11: Steckbrief Mobilfunk.....	31
Abbildung 12: Steckbrief Parkautomaten und Handyparken	32
Abbildung 13: Datenqualität Parkraumangebot in Abhängigkeit der Planungsrelevanz des Parkraumtyps (Mittelwert- bildung).....	45
Abbildung 14: Datenqualität Parkraumnachfrage in Abhängigkeit der Planungsrelevanz des Parkraumtyps (Mittelwertbildung).....	46
Abbildung 15: Merkmale der Klassifizierung und Bewertung	55
Abbildung 16: Architektur und Datenfluss der PSI-Daten-Pipeline.....	60
Abbildung 17: Systemskizze zur Schätzung des Stellplatzangebots.....	72
Abbildung 18: Erklärende Variablen zur Schätzung der Stellplatzanzahl in Polygonen	73
Abbildung 19: Modellentwicklung – Anzahl der Stellplätze vs. Länge der Parkstreifen.....	75
Abbildung 20: Modellentwicklung – Anzahl der Stellplätze vs. Parkfläche	76
Abbildung 21: Modellentwicklung – Parkgebäude: Anzahl der Stellplätze vs. Parkfläche.....	77
Abbildung 22: Modellevaluierung – Anzahl der Stellplätze vs. Länge der Parkstreifen	78
Abbildung 23: Modellevaluierung – Anzahl der Stellplätze vs. Parkfläche	79
Abbildung 24: Modellevaluierung – Parkgebäude: Anzahl der Stellplätze vs. Parkfläche	80
Abbildung 25: Regressionsmodell – Stellplätze Mikro-Ansatz vs. Makro-Ansatz	82
Abbildung 26: Regressionsmodell – Stellplätze Mikro-Ansatz vs. Makro-Ansatz korrigiert	83
Abbildung 27: Qualität Parkraumangebot Österreich	86
Abbildung 28: Qualität Parkraumangebot Graz	86
Abbildung 29: Qualität Parkraumangebot Wien	87
Abbildung 30: Datenverfügbarkeit ÖBB-Park-and-Ride.....	88
Abbildung 31: Datenverfügbarkeit Stadt Tulln Nachfragedaten	89
Abbildung 32: Systemskizze Zeitreihenanalyse	90
Abbildung 33: Exemplarische Trend-Extraktion.....	91
Abbildung 34: Exemplarische Seasonal Decomposition	92
Abbildung 35: Cluster der ÖBB-Trendlinien.....	93

Abbildung 36: Cluster der ÖBB-Wochenganglinien	94
Abbildung 37: Parkplatzbelegungen und Residuen Cluster 0	94
Abbildung 38: Cluster der Trendlinien der Stadt Tulln	95
Abbildung 39: Cluster der Wochenganglinien der Stadt Tulln	95
Abbildung 40: Exemplarische numerische Merkmale	96
Abbildung 41: Systemskizze CSD-Verarbeitung	97
Abbildung 42: Systemskizze eines Convolution-Layers eines Neuronalen Netzes	99
Abbildung 43: Stellplatzangebot Österreich.....	103
Abbildung 44: Stellplatzangebot Graz.....	103
Abbildung 45: Stellplatzangebot Wien.....	104
Abbildung 46: Stellplatzangebot Ried im Innkreis.....	104
Abbildung 47: Flächenverbrauch Graz [m ²].....	106
Abbildung 48: Flächenverbrauch Ried im Innkreis [m ²].....	106
Abbildung 49: Park-and-Ride Parkplatzbelegung – Cluster 1	107
Abbildung 50: Park-and-Ride Parkplatzbelegung – Cluster 1 Detail	107
Abbildung 51: P&R Monats-Mittelwert der Parkplatzbelegung – Cluster 1 Detail.....	108
Abbildung 52: P&R Parkplatzbelegung Peak – Cluster 1 Detail	108
Abbildung 53: Parkdauer bewirtschafteter Parkplätze – Cluster 1 Detail.....	109
Abbildung 54: Parkplatzbelegung bewirtschafteter Parkplätze – Cluster 1 Detail.....	110
Abbildung 55: Parkplatzbelegung Peak bewirtschafteter Parkplätze – Cluster 1 Detail	110
Abbildung 56: Parkdauer in Parkgebäuden – Cluster 0 Detail	111
Abbildung 57: Parkplatzbelegung in Parkgebäuden – Cluster 0 Detail.....	111
Abbildung 58: Parkplatzbelegung Peak in Parkgebäuden – Cluster 0 Detail.....	112
Abbildung 59: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Rasterzelle 500mN26760E47300	113
Abbildung 60: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Rasterzelle 500mN26740E47395	114
Abbildung 61: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Gemeinde Strasshof an der Nordbahn	115
Abbildung 62: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Gemeinde St. Pölten	116
Abbildung 63: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Bundesland Wien.....	117
Abbildung 64: Beispiele Tagesganglinien A und B – Detailstichproben (Quelle: Verkehrsplanungsbüro)	120
Abbildung 65: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – A	121
Abbildung 66: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – B	122
Abbildung 67: Beispiele Tagesganglinien C, D und Z – Detailstichproben (Quelle: Verkehrsplanungsbüro)	122
Abbildung 68: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – C.....	123
Abbildung 69: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – D.....	123
Abbildung 70: Validierung generalisierter Park-and-Ride Nachfragedaten	124
Abbildung 71: Validierung generalisierter Parkgebäude Nachfragedaten	125
Abbildung 72: Validierung generalisierter Parkplatz Nachfragedaten.....	126
Abbildung 73: ÖBB-Park-and-Ride Parkraumnachfrage – stockerau_95013	127
Abbildung 74: Mobilfunkbasierte Parkraumnachfrage – Rasterzelle 500mN28265E47805	127

Abbildung 75: Systemskizze Validierung durch Stellplatzverordnungen	128
Abbildung 76: Aufgaben im Hauptprozess	134
Abbildung 77: Szenarien	136

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht, Definition und Projektrelevanz literaturbasierter KPIs	16
Tabelle 2: PSI Key Performance Indikatoren	17
Tabelle 3: Erhebungsmethoden und ermittelbare KPIs	19
Tabelle 4: Interviewteilnehmer: innen.....	36
Tabelle 5: Städtischer Überblick der Erhebungsmethoden	41
Tabelle 6: Beurteilung der Datenqualität und der Planungsrelevanz je Parkraumtyp und Stadt.....	44
Tabelle 7: Planungsrelevanz von KPIs je Stadt (hohe Relevanz = x)	47
Tabelle 8: Übersicht der in die Datenplattform integrierten Datensätze	53
Tabelle 9: Primär relevante Layer für die Hochrechnungsverfahren	56
Tabelle 10: Parser je Eingabeformat	60
Tabelle 11: Transformer-Komponenten der Daten-Pipeline	61
Tabelle 12: Güteklassen für Parkraumdaten	64
Tabelle 13: Qualitätsdimensionen	64
Tabelle 14: Bewertungskriterien der Qualitätsdimensionen	65
Tabelle 15: Grenzwerte der Inkreis-Durchmesser zur Klassifizierung der Parkaufstellung	73
Tabelle 16: Ergebnisse der Modellanwendung (Mikro-Ansatz).....	81
Tabelle 17: Ergebnisse des Hochrechnungsverfahrens (Gütequalität)	85
Tabelle 18: Quell- und Zielverkehr vor und nach der Verteilung	99
Tabelle 19: Plausibilitätsklassen vor und nach der Nachfrageverteilung	100
Tabelle 20: Ergebnisse des Hochrechnungsverfahrens (Stellplatzangebot)	102
Tabelle 21: Ergebnisse des Hochrechnungsverfahrens (Flächenverbrauch).....	105
Tabelle 22: Vorevaluierung Wiener Bezirke	118
Tabelle 23: Vorevaluierung Literaturvergleich	119
Tabelle 24: Erhebungstermine	120
Tabelle 25: Anzahl POIs je Überkategorie in Österreich	129
Tabelle 26: Vergleich Stellplatzverteilung PSI mit Stellplatzverordnungen der Bundesländer	130
Tabelle 27: Zusammenfassung der Kriterien	135
Tabelle 28: Szenario 1	137
Tabelle 29: Szenario 2	138
Tabelle 30: Szenario 3	139
Tabelle 31: Vergleich und Einordnung der Szenarien	139
Tabelle 32: Personenkosten je Aufgabe und Szenario	140
Tabelle 33: Sachkosten je Aufgabe und Szenario	142
Tabelle 34: Übergangsphasen.....	144
Tabelle 35: Risiken im Migrationspfad	148