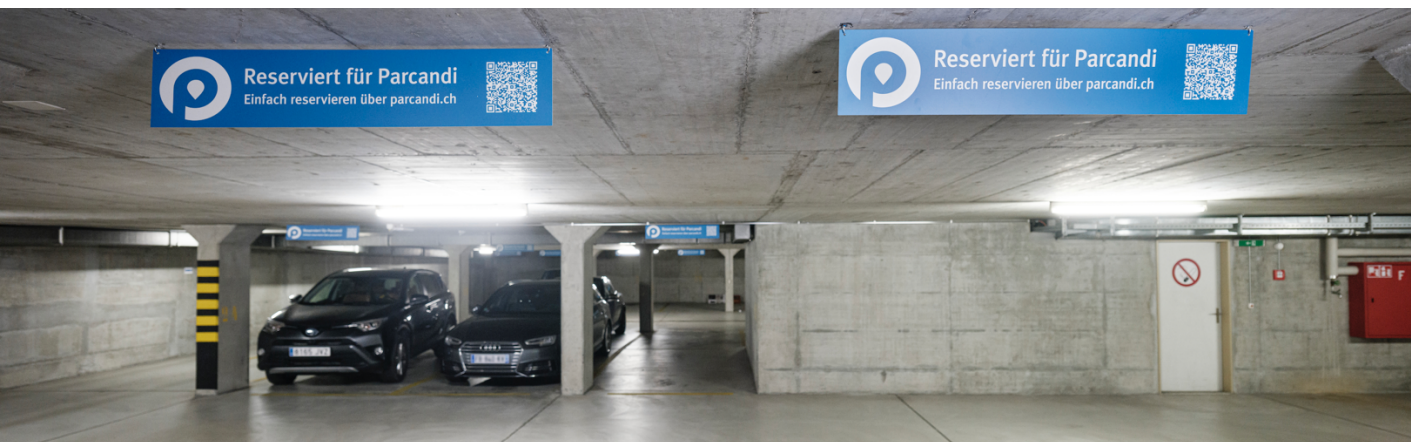


Verkehrliche Wirkung der flexiblen Vermietung privater Parkfelder

Projektbericht



Prof. Dr. Alexander Erath, Adrian Meyer, Dr. Sara Venuleo, Prof. Dr. Denis Jordan

Muttenz, November 2023

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Prof. Dr. Alexander Erath
Adrian Meyer
Dr. Sara Venuleo
Prof. Dr. Denis Jordan

Projektbeirat

Thomas Marty (Bundesamt für Energie)
Arne Schöllhorn (Kanton Basel-Stadt)
Dr. Corsin Sulser (Parcandi)
Frank Ritz (Parcandi)
Ralf Fahney (Parcandi)
Paolo Maltese (Bundesamt für Strassen)

Projektfinanzierung

Koordinationsstelle für nachhaltige Mobilität (KOMO), Bundesamt für Energie
Amt für Mobilität, Kanton Basel-Stadt
Parcandi AG

Schlagwörter

Flexibel vermietete Parkfelder; Parcandi; PropTech; Smart Parking; verkehrliche Wirkung

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	7
Ausgangslage und Forschungsfragen	7
Vorgehen und Datengrundlagen	7
Resultate	8
Analyse der Parkfeldnutzung	8
Substitutionsverhalten	9
Verkehrliche Wirkung	9
Handlungsempfehlungen	11
Flexible Vermietung von Parkfeldern	11
Regulation durch Städte und Gemeinden	11
1 Ausgangslage, Forschungsfragen, Vorgehen	13
1.1 Ausgangslage	13
1.1.1 Flexible Vermietung privater Parkfelder	13
1.1.2 Pilotversuch in Basel	13
1.2 Forschungsfragen	14
1.3 Übergeordnetes Vorgehen	16
2 Analyse der Buchungsdaten	18
2.1 Datenbasis	18
2.2 Buchungen nach Parkhausstandorten	18
2.2.1 Generierte Fahrten	18
2.2.2 Belegungsgang	19
2.3 Regelbasierte Identifikation von Nutzendengruppen	20
2.3.1 Buchungshäufigkeit pro Autokennzeichen	20
2.3.2 Nutzendengruppen	22
2.4 Ergebnisse der Auswertung nach Nutzenden-Kategorien	23
2.4.1 Anzahl generierter Fahrten	23
2.4.2 Belegungsgang im Tages- und Wochenverlauf	25
2.5 Wirtschaftliche Aspekte der Parkfeldnachfrage	27
2.6 Datenbasierte Klassifizierung von Nutzendengruppen	28
2.6.1 Klassifizierungsmethoden	28
2.6.2 Ergebnisse	29

3	Befragung von Nutzenden	30
3.1	Zielgruppen und Art der Rekrutierung	30
3.2	Aufbau des Fragebogens	30
3.3	Rücklauf und Vergleich mit Grundgesamtheit	34
3.3.1	Rücklauf	34
3.3.2	Vergleich mit Grundgesamtheit	34
3.4	Deskriptive Analyse	36
3.4.1	Gelegenheitsnutzende	36
3.4.2	Regelmässig- und Dauernutzende	39
3.5	Mehrverkehr aufgrund von Substitution	42
3.6	Zwischenfazit	45
4	Statistische Modellierung zur verkehrlichen Wirkung	45
4.1	Vorgehen	45
4.2	Klassifikation mit Multinominalem Logit-Modell	46
4.2.1	Modell 1.1 zum Substitutionsverhalten auf übergeordneter Ebene mit Daten zu Parkvorgängen kürzer als 24h	47
4.2.2	Modell 1.2 zum Substitutionsverhalten auf übergeordneter Ebene mit Daten zu Parkvorgängen länger als 24h	49
4.2.3	Modell 2.1 zum Substitutionsverhalten auf Ebene «Typ des alternativ gewählten Parkplatzes» mit Daten zu Parkvorgängen kürzer als 24h	51
4.2.4	Modell 2.2 zum Substitutionsverhalten auf Ebene der Wahl eines alternativen Parkplatztyps mit Daten zu Parkvorgängen länger als 24h	53
4.2.5	Modellkenngrössen	55
4.2.6	Zwischenfazit	55
5	Abschätzung der verkehrlichen Wirkung	56
5.1	Vorgehen	56
5.2	Resultate	57
5.2.1	Verkehrliche Gesamtwirkung	57
5.2.2	Verkehrliche Wirkung bei den am häufigsten benutzten Standorten	58
5.2.3	Verkehrliche Wirkung nach Tageszeit	61
5.2.4	Wirkung bezüglich Mehrverkehr	62
5.2.5	Wirkung auf den Parkplatzsuchverkehr	63
5.2.6	Potenzial zur Reduktion der Anzahl anderer Parkfelder	65
5.3	Verkehrsmindernde Wirkung im Kontext Homeoffice	69
5.3.1	Ausgangslage	69

5.3.2	Fallunterscheidung	69
5.3.3	Quantifizierung	72
5.3.4	Verkehrsmindernde Wirkung im Vergleich zum Mehrverkehr	74
5.4	Zwischenfazit	75
6	Synthese	76
6.1	Handlungsempfehlungen bezüglich der flexiblen Vermietung von privaten Parkfeldern	76
6.1.1	Günstigere Nutzungsmöglichkeiten von privaten Parkfelder nachts	76
6.1.2	Erhöhung der Anzahl von flexibel genutzten, privaten Parkfelder in Wohnquartieren	76
6.1.3	Erschliessung neuer Arten von Parkfeldern für die zeitliche flexible Nutzung	77
6.2	Handlungsempfehlungen bezüglich der regulatorischen Bestimmungen zur Erstellung und Nutzung von privaten Parkfeldern	77
6.2.1	Abbau von Hemmnissen zur flexiblen Nutzung von Parkfeldern	77
6.2.2	Anpassung der Bestimmungen bezüglich der Parkplatzerstellpflicht	77
6.2.3	Marktgerechte Preise für öffentliche Parkfelder	78
6.2.4	Public private Partnerships im Bereich Parkierung	78
6.3	Grenzen der Forschungserkenntnisse und weitere Forschungsbedarf	78
7	Literatur	79

Kurzfassung

Ausgangslage und Forschungsfragen

Die Firma Parcandi vermietet private Parkfelder zeitlich flexibel an Drittpersonen. Per Dezember 2022 vermietete Parcandi 483 solche Parkfelder in 35 Parkgaragen in verschiedenen Schweizer Städten und Agglomerationen. Die Tarifierung sieht in der Regel Stunden- und Tagesstarife und teilweise auch einen zeitlich unbeschränkten Zugang gegen Bezahlung einer monatlichen Gebühr vor.

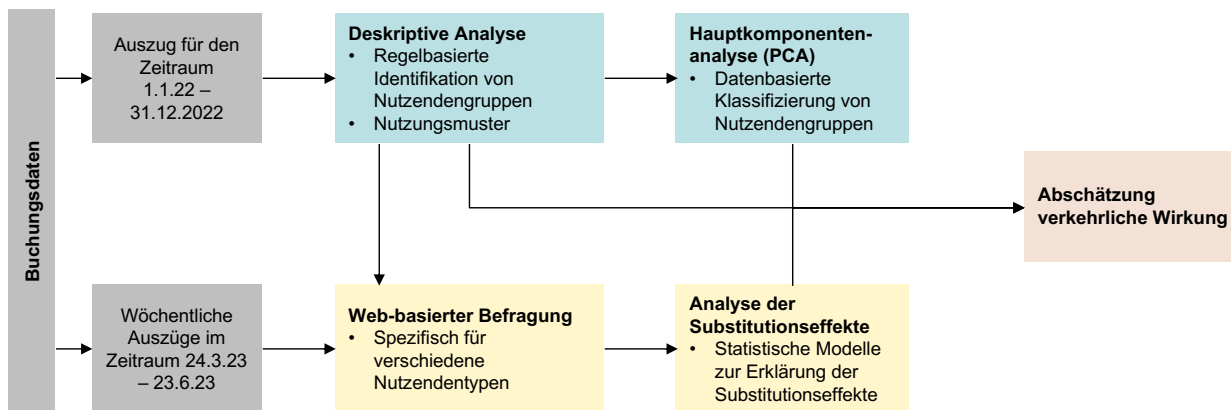
Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen anhand der bei Parcandi vorliegenden Buchungsdaten und einer neuen Befragung der Nutzenden folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Wie machen verschiedene Nutzendengruppen Gebrauch von der flexiblen Vermietung von privaten Parkfeldern (Häufigkeit, Parkdauer, Tageszeiten, Wochentage)?
2. Wie beeinflusst das neue Parkplatzangebot die Verkehrsmittelwahl und die Häufigkeit der Pendelwege und anderen regelmässig durchgeführten Fahrten?
3. Inwiefern führen die neu entstehenden Parkmöglichkeiten zu Mehrverkehr durch Gelegenheitsnutzende, die dort ihr Fahrzeug abstellen, um an Aktivitäten wie z.B. Einkaufen oder Besuche von Kulturveranstaltungen oder gastronomischen Angeboten teilzunehmen?
4. Inwiefern führen die neuen Parkplatzangebote zu Minderverkehr, einerseits aufgrund einer Abnahme des Parksuchverkehrs, andererseits aufgrund einer Abnahme der Häufigkeit von Pendelfahrten zum Arbeitsplatz, da das Angebot im Vergleich zu einer monatlichen Parkplatzmiete mehr Flexibilität bietet.
5. Wie viele Parkfelder im öffentlichen Raum (blaue und weisse Zone) könnten aufgrund des Angebots von Parcandi abgebaut werden?

Vorgehen und Datengrundlagen

Die unten aufgeführte Abbildung zeigt das übergeordnete Vorgehen. Die von Parcandi für den Zeitraum 1.1.2022 – 31.12.23 zur Verfügung gestellten Daten zu 18'253 Buchungen bilden die Datenbasis für die deskriptive Analyse der Parkfeldnutzung (Kapitel 2). Im Zeitraum zwischen 24.3.23 bis 23.6.23 wurden Personen, welche in diesem Zeitraum ein Parkfeld von Parcandi gebucht haben oder das Angebot im Jahr 2022 regelmässig benutzt haben, per SMS dazu eingeladen einen web-basierten Fragebogen auszufüllen. Mit dem Fragebogen wurden unter anderem folgende Informationen erhoben: Während dem Parkvorgang durchgeführten Aktivitäten, den zuvor und danach besuchten Standorten sowie dem Verhalten, wenn das Angebot von Parcandi nicht zur Verfügung gestanden wäre (Kapitel 3). 681 Personen haben diesen vollständig ausgefüllt und bilden die Basis für die deskriptiven Analyse und die statistischen Modelle zum Substitutionsverhalten. Basierend auf deren Antworten erfolgte die Analyse der Substitutionseffekte mit Logit-Modellen sowie deskriptiven Analysen (Kapitel 4). Die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung erfolgte aufgrund der deskriptiven Analyse, der datenbasierten Klassifizierung und der Analyse der Substitutionseffekte (Kapitel 5).

Abb. 1 Übersicht zum Vorgehen

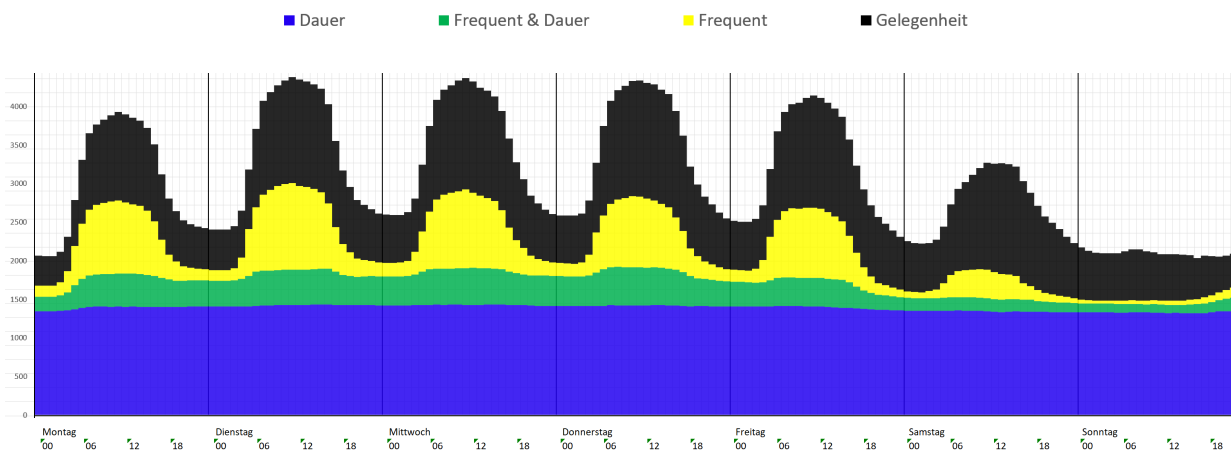


Resultate

Analyse der Parkfeldnutzung

Die Belegungsganglinie der von Parcandi verwalteten Parkfelder (Abb. 2) zeigt aggregiert über alle Standorte im Tages- und Wochenverlauf tagsüber eine über dreimal höhere Auslastung der Parkflächen als nachts. Bis auf Sonntag ist dieses zyklische Muster auch an jedem Wochentag deutlich ausgeprägt. Jeweils zur Mittagszeit wird die Spitze der Parkfeldbelegung erreicht. Personen, die im Jahr 2022 einen Parkplatz mindestens fünfmal über 24h oder einmal an fünf aufeinander folgenden Tagen parkiert haben (Dauernutzenden) bilden ein «Basislinie» bei der Parkfeldbelegung. Über den gesamten Wochen- und Tageszeitenverlauf variiert die Belegung dieser Gruppe praktisch nicht und machen dabei nachts einen Anteil von ca. 70% und zur Mittagsspitze ca. 30% an den belegten Parkfeldern aus. Die Gruppen der Freqventnutzenden (mindestens 10 Nutzungen im Jahr 2022) und der Gelegenheitsnutzenden (alle anderen) machen den Grossteil der variablen Belegungskomponente aus.

Abb. 2 Parkfeldbelegung in parkierten Stunden (Belegungsgang) pro Nutzendengruppen nach Wochentagen und Tageszeit.



Die Häufigkeiten der während dem Parkiervorgang nachgegangenen Aktivitäten unterscheiden sich je nach Nutzendengruppe und Parkierdauer (geringer oder länger als 24h) zum Teil deutlich. Während bei Gelegenheitsnutzenden fast die Hälfte der Parkvorgänge einer Arbeitsaktivität dient, beträgt dieser Anteil bei Nutzenden, die im Jahr 2022 mindestens zehnmal ein Parkfeld von Parcandi gebucht haben, über 80%.

Substitutionsverhalten

Bezüglich des Substitutionsverhaltens zeigen sich zwischen den Nutzendengruppen ebenfalls Unterschiede. In über 85% (Gelegenheitsnutzende) respektive rund zwei Drittel der Fälle (Frequent- und Dauernutzende) würde im Falle, dass kein Parkfeld von Parcandi verfügbar wäre, auf einen anderen Parkplatz ausweichen. Dabei wird die Nutzung eines Parkfelds in einem Parkhaus in rund 40% (Gelegenheitsnutzende) respektive 60% (Frequent- und Dauernutzende) und eines Parkplatzes in der blauen Zone in rund 20% respektive 15% der Fälle in Erwägung gezogen.

Weitere rund 15% (Gelegenheitsnutzende) respektive 25% (Frequent- und Dauernutzende) der Nutzenden würden im Falle, dass kein Parkfeld von Parcandi verfügbar wäre, die Fahrt durch ein anderes Verkehrsmittel ersetzen. Bei den Gelegenheitsnutzenden würde in den allermeisten Fällen (90%) der ÖV genutzt, bei den Frequent- und Dauernutzende würden neben dem ÖV (rund 60%) auch auf ein Motorrad (14%), Auto als Mitfahrer (14%) sowie andere Verkehrsmittel eingesetzt.

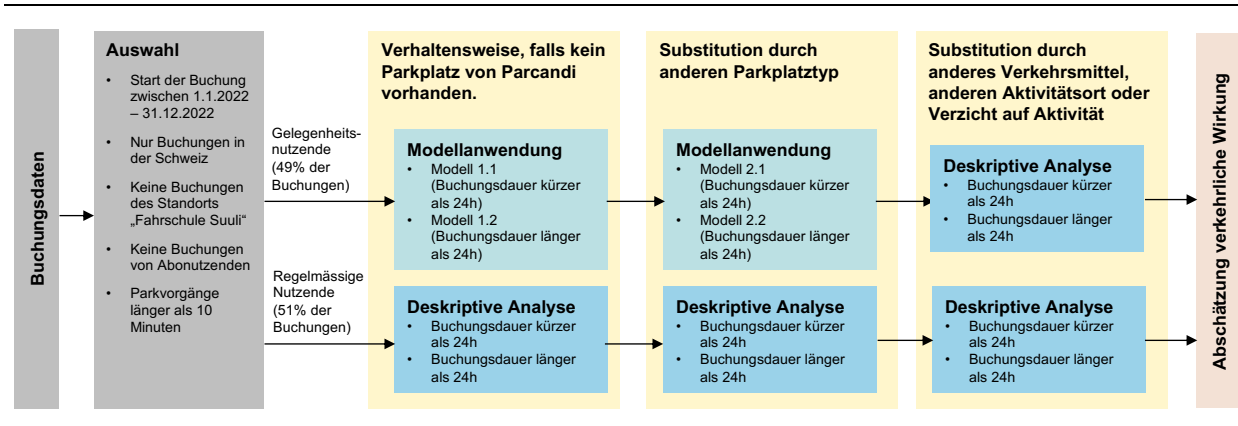
Falls kein Parkfeld von Parcandi verfügbar wäre, würden unabhängig von der Nutzendengruppe nur 3% bis 5% der Nutzende auf die Aktivität verzichten oder die Aktivität an einem anderen Standort durchführen.

Aufgrund der mit der Befragung erhobenen Angaben zu den vor und nach dem beobachteten Parkvorgang aufgesuchten Standorten können Aussagen zum Mehrverkehr abgeleitet werden. In den Fällen, bei denen ein anderes Verkehrsmittel substituiert wurde, beträgt der Medianwert des pro Parkfeldnutzung entstehenden Mehrverkehrs 26.8 km. Dieser Wert variiert jedoch je nach Nutzendengruppe und Nutzungsdauer beträchtlich. Die durch das neue Angebot aufgrund von veränderter Zielwahl respektive Durchführung der Aktivität induzierte Mehrverkehrsmenge beträgt im Median 4.6 km, respektive 30.6 km pro Parkvorgang. Aufgrund der Seltenheit dieser Verhaltensreaktionen basieren diese Werte auf einer sehr kleinen Stichprobe. Zudem variieren auch hier die Werte je nach Nutzendengruppe und Nutzungsdauer beträchtlich.

Verkehrliche Wirkung

Zur Abschätzung der verkehrlichen Wirkung werden die Resultate der Befragung aufgrund der Buchungsdaten verallgemeinert. Dazu wurden zusätzlich zur deskriptiven Analyse aufgrund der Antworten zum Substitutionsverhalten von Gelegenheitsnutzenden statistische Modelle entwickelt. Beim ersten Modell wurde die auf übergeordneter Ebene aufgeführten Verhaltensalternativen als abhängige, zu erklärende Variable verwendet. Das zweite Modell zielt darauf ab die Faktoren zu quantifizieren, welche die Wahl des Parkplatztyps beeinflussen. Zur Schätzung vergleichbarer Modelle für Frequent- und Dauernutzende war die erhobene Datenbasis zu klein. Hier erfolgt die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung aufgrund der in der deskriptiven Analyse identifizierten Häufigkeit dieser Verhaltensweisen. Die Abschätzung des Mehrverkehrs durch Verkehrsmittelsubstitution sowie des Mehr- oder Minderverkehrs aufgrund veränderten Zielortes sowie Verzicht auf die Aktivität wird aufgrund der in der deskriptiven Analyse je Nutzendengruppen ermittelten Werte berechnet (siehe Abb. 3).

Abb. 3 Vorgehen zur verallgemeinerten Abschätzung der verkehrlichen Wirkung



Die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung der von Parcandi flexibel vermieteten Parkfelder führte zu folgenden Resultaten:

- Bei rund drei Viertel der Nutzungen von Parcandi-Parkfeldern wäre die Autofahrt auch ohne das Angebot von Parcandi durchgeführt, das Auto aber auf einem anderen Parkfeld abgestellt worden. Die flexible Vermietung privater Parkfelder führt also primär dazu, dass die Nachfrage nach anderen Arten von Parkfeldern in der unmittelbaren Umgebung der Parkieranlage abnimmt.
 - In rund der Hälfte der Fälle ersetzt die Nutzung eines Parcandi-Parkfelds die Nutzung eines Parkfelds in einem benachbarten Parkhaus. Die Nutzung eines öffentlichen Parkfelds in der blauen Zone wird in 23% der Fälle substituiert. In Bezug auf Parkfelder in der weissen Zone beträgt dieser Wert 12%.
 - Bei Standorten mit hoher Nachfrage (z.B. Im Gundeli, Picassoplatz, Reitergasse) ersetzen zehn von Parcandi angebotene Parkfelder im Jahresschnitt rund vier bis sechs andere Parkfelder. Rund die Hälfte dieser Nachfrageänderung bezieht sich auf umliegende Parkhäuser, zwischen 25% bis 40% auf Parkfelder in der blauen und weissen Zone. Der Rest entfällt auf private und andere Parkfelder.
- In rund 20% der Fälle würde die Autofahrt durch ein anderes Verkehrsmittel ersetzt. In 75% dieser Fälle würde der ÖV benutzt. In diesen Fällen führt das Angebot flexibel vermieteter Parkfelder aufgrund von Verlagerungen von anderen Verkehrsmitteln zu mehr motorisiertem Individualverkehr. Der auf solche Verkehrsmittelwahleffekte zurückzuführende Mehrverkehr wird über alle Standorte von Parcandi für das Jahr 2022 auf 118'000 km beziffert. Pro Nutzung eines Parkfelds, bei der ein anderes Verkehrsmittel ersetzt wird, entspricht dies einem Mehrverkehrsmenge von 20.1 Fahrzeugkilometern.
- Der aufgrund von Zielwahlveränderungen für das Jahr 2022 ermittelte Mehrverkehr beträgt 2'165 km, was 1.8 km pro Nutzung eines Parkfelds mit dieser Art von Substitution entspricht. Der aufgrund induzierter Aktivitäten entstehende Mehrverkehr beträgt rund 37'000 km oder 18.4 km pro Nutzung eines Parkfelds. Im Vergleich zu den Verkehrsmittelwahleffekten beruht diese Abschätzung aber auf einer deutlich kleineren Grundlage von Verhaltensdaten und weist daher eine geringere Messgenauigkeit auf.
- Falls ein Parkvorgang in der blauen oder weissen Zone ersetzt wird, entfällt der Parkplatzsuchverkehr. Aufgrund der derzeit kleinen Anzahl der durch Parcandi vermieteten Parkfelder fällt die abgeschätzte Menge des Parksuchverkehrs von 3'700 Fahrzeugkilometern jedoch insgesamt nicht

ins Gewicht. Im direkten Umfeld der Standorte stellt sich aber aufgrund des Wegfalls des Parksuchverkehrs eine lokale Verkehrsreduktion ein.

Monatliche Mietverträge für Parkplätze am Arbeitsplatz sind bei zunehmendem Homeoffice unattraktiv, da die Nutzungskosten pro Tag steigen. Flexibel mietbare Parkfelder bieten eine Lösung für diejenigen, die nur an bestimmten Tagen im Monat vor Ort arbeiten. Dieses Angebot ermöglicht Arbeitnehmenden, die nur an wenigen Tagen im Monat am Arbeitsplatz sind, nur für die tatsächliche Nutzungsdauer zu bezahlen und so Kosten sparen. Unter bestimmten Umständen kann das also dazu führen, dass Arbeitnehmende weniger oft zum Arbeitsplatz fahren. Im webbasierten Fragebogen wurde diese Verhaltensdimension nicht erfasst. Daher wurde der diesbezüglich zu erwartende Minderverkehr basierend auf den Buchungsdaten und einer Marktanalyse der pro Standort verfügbaren alternativen Parkmöglichkeiten abgeschätzt. Der im Kontext von Homeoffice auf seltener durchgeführten Fahrten maximal erwartbare Minderverkehr beträgt rund 16'000 km. In der Gesamtbilanz reduziert sich der für das Jahr 2022 abgeschätzte Mehrverkehr also um etwa 10% auf rund 137'000 km, was einer Mehrverkehrsmenge pro angebotenem Parkfeld und Jahr von 284 km entspricht.

Handlungsempfehlungen

Flexible Vermietung von Parkfeldern

Die flexible Vermietung von bisher leerstehenden oder über den Tagesverlauf nur teilweise genutzten Parkfelder führt dazu, dass die Nachfrage nach privaten und öffentlichen Parkfelder abnimmt und bietet so die Möglichkeit, dass in der unmittelbaren Umgebung entsprechende Parkfelder abgebaut werden können. Damit Parkplätze in der Umgebung abgebaut werden können, müssen flexibel vermietete Parkplätze zu Zeiten genutzt werden, wenn auf andere Arten von Parkfeldern hoher Bedarf besteht. Bei Parkfeldern in der blauen Zone ist das jeweils nachts, bei Parkfeldern in der weissen Zone tagsüber der Fall.

In der blauen Zone ist die Parkplatzbelegung nachts am grössten. Gleichzeitig beträgt die Belegung von flexibel vermieteten Parkfelder an zentralen Lagen je nach Standort nachts nur zwischen 10% bis 40%. Eine kostengünstige und flexible Vermietung dieser Parkplätze von 20:00 Uhr bis 7:00 Uhr könnte dazu führen, dass die Anwohner nachts häufiger davon Gebrauch machen, da sie dann nicht mehr nach einem Parkplatz in der blauen Zone suchen müssen. Dadurch könnten Parkplätze in der blauen Zone reduziert werden, um Platz für andere Zwecke wie mehr Grünflächen zu schaffen. Um das Potenzial für einen Rückgang der Parkplätze in der blauen Zone durch flexibel vermietete Parkplätze besser zu verstehen, wird empfohlen ein Pilotprojekt durchzuführen. Ziel dabei wäre es aufzusteigen, welche Angebote dazu geeignet sind, dass Anwohnende nachts auch private Parkfelder nutzen, welche sie am folgenden Morgen wieder freigeben und inwiefern diese Angebote zu einem höheren Deckungsbeitrag führen können.

Derzeit ist das Angebot von Parcandi und anderen Anbietern von flexibel mietbaren, privaten Parkplätzen in städtischen Wohnquartieren auf einige wenige Standorte beschränkt. Damit flexibel vermietete private Parkfelder einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion des Parkplatzdrucks in städtischen Wohnquartieren haben können, müssen an solchen Standorten wesentlich mehr Parkfelder zugänglich gemacht werden, die derzeit nachts unbenutzt bleiben. Hier bieten sich neue Zusammenarbeiten mit Liegenschaftsbesitzenden an, deren Parkfelder primär während des Tages, z.B. durch Pendlerinnen und Pendler oder für Einkäufe genutzt werden.

Regulation durch Städte und Gemeinden

Die Berechnung der minimal erforderlichen und maximal möglichen Anzahl Parkfelder erfolgte in der Schweiz bisher in der Regel nutzungsspezifisch. Dementsprechend ist regulatorisch keine flexible

Vermietung von privaten Parkfeldern vorgesehen. Es wird empfohlen diese Bestimmungen so anzupassen, dass die Mehrfachnutzung von Parkfeldern für die Wohnnutzung bei der Berechnung der minimal erforderlichen und maximal möglichen Anzahl Parkfelder berücksichtigt werden kann. Dadurch reduziert sich nicht nur die Anzahl der bei Neubauprojekten zu erstellende Parkfelder, sondern wird auch die flexible Vermietung und somit effizientere Nutzung von privaten Parkfeldern ermöglicht. Ebenso wird empfohlen, die regulatorische Praxis so anzupassen, dass eine flexible Vermietung bestehender privater Parkfelder ermöglicht wird, wenn gewährleistet wird, dass dadurch öffentliche Parkfelder abgebaut werden können. In einem weiteren Schritt könnte der Gesetzgeber auch vorsehen, dass Immobilienfirmen bei neu bewilligten Immobilien private Parkplätze nur noch als im Pool geteilte Parkfelder vermieten dürfen.

Falls ein gesetzlicher Auftrag besteht, die Anzahl Parkfelder im öffentlichen Raum zu reduzieren und sich das Angebot von privaten Parkfelder, um solche öffentlichen Parkfelder zu ersetzen, betriebswirtschaftlich nicht rechnet, bietet es sich an ein solches Angebot durch Subventionen zur fördern. Solche Subventionen erscheinen dann als sinnvoll, wenn dem Staat durch die Erstellung und den Betrieb alternativer Angebote, zum Beispiel Quartierparkings, höhere Kosten entstehen, als dies bei einer Subvention der Fall ist.

In Schweizer Städten und Gemeinden werden die Preise für Anwohnendenparkkarten unabhängig von dem im jeweiligen Quartier vorhandenen Parkraumdruck festgelegt. Bei privaten Parkfeldern sind hingegen Preisunterschiede je nach Quartier feststellbar, gleichzeitig besteht in vielen Quartieren ein Leerstand bei privaten Parkfeldern. Je nach Quartier und Parkplatzdruck festgelegte Preise für Anwohnendenparkkarten würden dazu führen, dass deren Preis in dichten Quartieren höher als heute zu liegen kommt. Dadurch würde der Leerstand privater Parkfelder abnehmen, was für Immobilienbesitzer den Anreiz einer effizienteren Bewirtschaftung dieser Parkfelder, zum Beispiel durch Mehrfachnutzung erhöht. Somit könnten bestehende Parkfeldressourcen besser ausgenutzt werden, was wiederum das Potenzial zum Abbau von Parkfeldern im öffentlichen Raum erhöht.

Public Private Partnerships bieten die Möglichkeit bestehende öffentliche und private Parkfelder besser auszulasten und bezüglich dem Parkregime besser aufeinander abzustimmen. In der Stadt Genf betreibt die «Fondations des Parkings» verschiedene öffentliche und private Parkhäuser im Sinne der von der Stadtverwaltung gesetzten verkehrsplanerischen und betriebswirtschaftlichen Ziele. In Antwerpen setzt das Public private Partnerships «Gemeentelijk Autonoom Parkeerbedrijf Antwerpen (GAPA)» den Schwerpunkt auf gebührenpflichtige Parkplätze, die Durchsetzung von Vorschriften und den Einsatz intelligenter Parklösungen. Die Einführung solcher Public Private Partnerschaften schafft Planungssicherheit und erlaubt es die Anzahl von mehrfach und somit effizient genutzten Parkfeldern zu erhöhen.

Die meisten kommunalen Baugesetze in der Schweiz sehen vor, dass der Parkplatzbedarf nutzungsspezifisch bestimmt und mit der Baubewilligung genehmigt wird. Eine Mehrfachnutzung von so bewilligten Parkfeldern ist demnach nicht vorgesehen, obwohl dies den ebenfalls gesetzlich vorgesehenen Zielen einer nach Innen gerichteten Siedlungsentwicklung Vorschub leistet. Es besteht somit die rechtliche Frage, ob und unter welchen Voraussetzungen eine Mehrfachnutzung bereits bewilligter Parkfelder rechtlich zulässig ist und wie eine solche Mehrfachnutzung juristisch gewährt werden kann. Die Erkenntnisse dieser Forschungsarbeit können bei solchen Erwägungen als Grundlage dienen, müssen aber durch eine entsprechende Anpassung der Rechtslage eingebettet werden.

1 Ausgangslage, Forschungsfragen, Vorgehen

1.1 Ausgangslage

1.1.1 Flexible Vermietung privater Parkfelder

Parcandi, ein Corporate Start-Up der Baloise Versicherungen, hat eine Technologie entwickelt, die es erlaubt den Zugang zu bestehenden Parkgaragen per Smartphone App zu gewährleisten. Diese Technologie ermöglicht es Parcandi über ihre Webplattform Parkfelder in entsprechend ausgestatteten Parkgaragen ihren KundInnen anzubieten. Per Dezember 2022 vermietet Parcandi solche Parkfelder in über 33 Parkgaragen in verschiedenen Schweizer Städten und Agglomerationen. Die Tarifierung sieht in der Regel Stunden- und Tagesstarife vor. In einigen Parkgaragen können Parkfelder auch für einen ganzen Monat gebucht werden.

In der Schweiz wird die Erstellung von Parkfelder gemäss den geltenden Bauverordnungen in der Regel nutzungsbezogen bewilligt und in den meisten Städten bezüglich der Anzahl beschränkt. Damit wird unter anderem das Ziel verfolgt, das Verkehrsaufkommen zu beschränken und die Verkehrsmittelwahl zu beeinflussen. Diese Zweckbestimmung schliesst auch eine durch digitale Parkplatzbuchungssysteme ermöglichte Mehrfachnutzung aus. Aufgrund der bisher nur kleinen Anzahl angebotener Parkfelder und der somit geringen Nutzungszahlen wurden die Angebote bisher toleriert.

Gleichzeitig besteht in vielen Städten der Bedarf bestehende Parkfelder im Strassenraum abzubauen, um die freiwerdenden Flächen andere Nutzungszwecken wie z.B. Grünflächen oder Veloinfrastruktur zuzuweisen. Während der Bau neuer Parkfelder auf privatem Grund ressourcen- und kostenintensiv ist und deren Planung und Realisierung lange dauert, bietet eine Mehrfachnutzung bereits bestehender, privater Parkfelder das Potenzial kurzfristig Fahrzeuge vermehrt abseits vom öffentlichen Raum zu parkieren. Daher besteht bei verschiedenen Stadtverwaltungen, z.B. Basel-Stadt ein Interesse, dass Parkfelder in privaten Quartierparkings von Drittpersonen genutzt werden. In Quartierparkings werden einzelne Parkfelder nicht fix einzelnen Mietenden zugeordnet, dafür können Parkfelder für verschieden Zeitdauern (Stunde bis ganzer Monat) flexibel gemietet werden. Dies erhöht das Potenzial, dass einzelne Parkfelder durch verschiedene Nutzungsarten belegt und die zur Verfügung stehenden Parkfelder intensiver bewirtschaftet werden und somit weniger Fläche beansprucht wird.

1.1.2 Pilotversuch in Basel

Im Rahmen eines vom Bundesamt für Energie unterstützten KOMO-Projekts begann die Firma Parcandi in der Parkgarage der Lautengartenstrasse 6 in Basel («Picassoplatz») und anderen Standorten Parkfelder neben einer stundenweisen Nutzung auch zur Monatsmiete anzubieten.

Im Fall des «Picassoplatz» in Basel kostet die Nutzung eines Parkfelds pro Stunde CHF 2.50, wobei die maximalen Kosten pro Tag auf CHF 15 beschränkt sind. Die exklusive Miete eines bestimmten Parkfelds kostet CHF 350 pro Monat, unbeschränkten Zugang zu freien Parkfeldern werden mit CHF 330 pro Monat verrechnet (Pool). Ein auf Mo-Fr beschränkter Zugang von Pool Parkfeldern wird mit CHF 310 pro Monat in Rechnung gestellt.

Ursprünglich war vorgesehen, dass auch auf die Bedürfnisse von Anwohnenden zugeschnittene Angebote zur Monatsmiete angeboten werden, z.B. mit Zugang wochentags zwischen 19h – 8h und ohne Beschränkung am Wochenende. Da während des Projektzeitraum die technische Umsetzung noch nicht verfügbar war und aufgrund von administratorischen Hürden (Zustimmung der Immobilieneigentümer) konnte ein

solches Angebot aber während des Zeitraums der in diesem Bericht dargestellten Begleitstudie nicht realisiert werden.

Die Parkgarage «Picasso Platz» ist am Rand der Basel Innenstadt gelegen. Die Parkgarage gehört dem Versicherungskonzern Baloise. Insgesamt umfasst die Parkgarage 81 Parkfelder, 34 dieser Parkfelder werden durch Parcandi vermietet.

Im Untersuchungsgebiet mit einem Umkreis von 500m (Luftlinie) arbeiten gemäss STATENT 2018 15'890 Beschäftigte (Vollzeitäquivalent) und gemäss STATPOP 2019 wohnen 2'846 Personen. In diesem Perimeter sind im öffentlichen Strassenraum 370 Parkplätze in der Blauen Zone, 281 gebührenpflichtige Parkplätze (Weisse Zone) vorhanden. Zudem sind in den Parkhäusern Aeschen, Anfos, Drachencenter und Kunstmuseum mehrere hundert Parkfelder öffentlich zugänglich.

Um den Flächenbedarf von öffentlichen Parkfeldern im Strassenraum reduzieren zu können, verfolgt das Bau- und Verkehrsdepartements des Kantons Basel-Stadt die Strategie, dass Parkfelder vermehrt in Quartierparkings angeboten werden.

1.2 Forschungsfragen

Zu Beginn des in diesem Bericht dargestellten Forschungsprojekts war wenig darüber bekannt, wie Parkfelder benutzt werden, die über digitale Parkplatzbuchungssysteme gebucht werden. Um die verkehrliche Wirkung und das Potenzial der Mehrfachnutzung, die solche Systeme bieten, besser abschätzen zu können, bedarf es einer Analyse wie solche Parkfelder genutzt werden. Neben den zeitlichen Belegungsmustern interessieren dabei auch zu welchen Zwecken die Fahrzeuge abgestellt werden und ob durch die Verfügbarkeit von privaten Parkfeldern für Drittpersonen Mehrverkehr entsteht.

Digitale Parkplatzbuchungssysteme ermöglichen es Personen, die einen Standort regelmässig aufsuchen, z.B. zum Arbeiten, aber bisher keine Gelegenheit hatten, ihr Fahrzeug dort zu parkieren, diesen Ort mit dem Auto zu erreichen, wodurch Mehrverkehr entsteht. Im Vergleich zu einer Dauermiete eines Parkplatzes in einem anderen Parkhaus ermöglicht das neue Angebot eine flexiblere Nutzung. Gleichzeitig bietet es im Vergleich zu Parkfeldern in der blauen und weissen Zone die Möglichkeit auch länger als 2h zu parkieren. Im Vergleich zur Nutzung von konventionellen Parkhäusern sind die Nutzungstarife günstiger. Dies führt dazu, dass bei nur sporadischer, regelmässiger Nutzung, z.B. aufgrund eines Teilpensums im Homeoffice, sich die monatlichen Parkkosten und somit auch die generalisierten Kosten¹ des Verkehrsmittels Auto verringern und daher eher das Auto als Verkehrsmittel gewählt wird.

Für Gelegenheitsnutzende ermöglicht das neue Angebot ein im Vergleich zu den Parkhäusern günstigeres Parkieren. Dies kann zu Veränderungen der Zielwahl (z.B. Einkaufen in der Innenstadt statt anderswo) und der Verkehrsmittelwahl (Nutzung des Autos statt einem anderen Verkehrsmittel) führen.

Für Anwohnende entfällt beim Parkieren von Fahrzeugen in Quartierparkings statt in der Blauen Zone der Parksuchverkehr. Aufgrund des geringeren Suchaufwands reduzieren sich die generalisierten Kosten einer Fahrt mit dem Auto. Dies kann bei Anwohnenden dazu führen, dass zusätzliche oder längere Fahrten generiert werden (Rebound-Effekt). Ja nach Lage des Parkfelds in Bezug zum Aktivitätssort kann es aber auch

¹ Die generalisierten Kosten: Summe der risiko- und komfortgewichteten entscheidungsrelevanten Ressourcenverbräuche der Fahrt einzelner Personen, also subjektive Bewertung einzelner Elemente der Reisedauer und monetäre Kosten.

sein, dass gleichzeitig längere Zu- und Abgangswege nötig werden und dadurch ein möglicher Rebound-Effekt gedämpft wird.

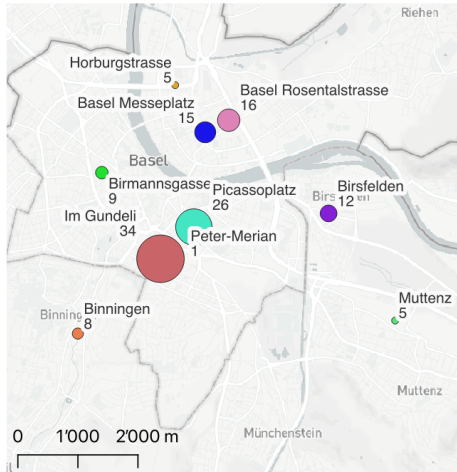
Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen anhand der bei Parcandi vorliegenden Buchungsdaten und einer neuen Befragung der Nutzenden folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Wie machen verschiedene Nutzendengruppen Gebrauch von der flexiblen Vermietung von privaten Parkfeldern (Häufigkeit, Parkdauer, Tageszeiten, Wochentage)?
2. Wie beeinflusst das neue Parkplatzangebot die Verkehrsmittelwahl und die Häufigkeit der Pendelwege und anderen regelmässig durchgeführten Fahrten?
3. Inwiefern führen die neu entstehenden Parkmöglichkeiten zu Mehrverkehr durch Gelegenheitsnutzende, die dort ihr Fahrzeug abstellen, um an Aktivitäten wie z.B. Einkaufen oder Besuche von Kulturveranstaltungen oder gastronomischen Angeboten teilzunehmen?
4. Inwiefern führen die neuen Parkplatzangebote zu Minderverkehr, einerseits aufgrund einer Abnahme des Parksuchverkehrs, andererseits aufgrund einer Abnahme der Häufigkeit von Pendelfahrten zum Arbeitsplatz, da das Angebot im Vergleich zu einer monatlichen Parkplatzmiete mehr Flexibilität bietet.
5. Wie viele Parkfelder im öffentlichen Raum (blaue und weisse Zone) könnten aufgrund des Angebots von Parcandi abgebaut werden?

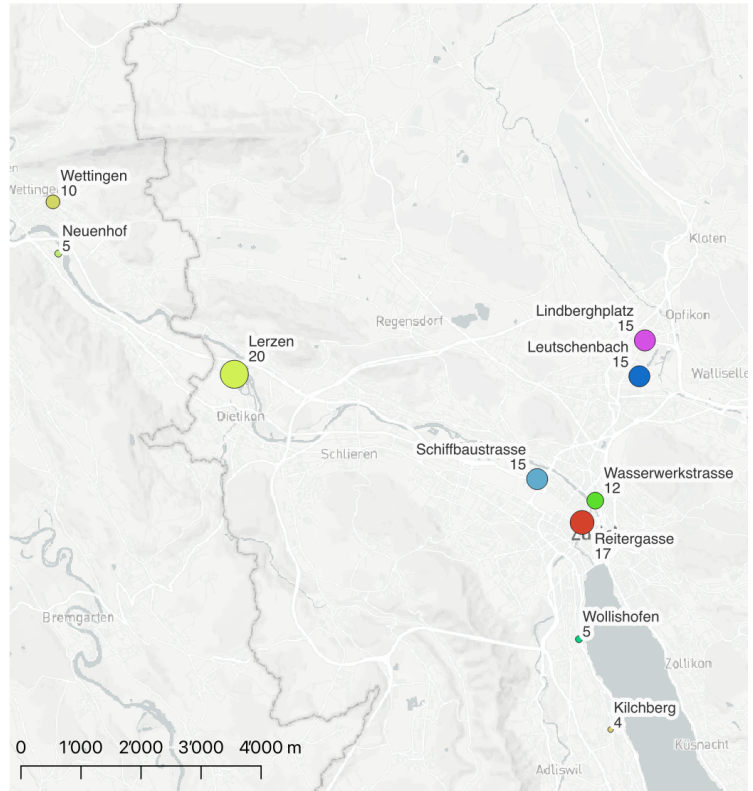
Im Rahmen des Pilotversuchs wurde nur an einem Standort beabsichtigt Monatsmieten für Parkfelder anzubieten. Die stunden- und tageweise Nutzung macht aber einen deutlich grösseren Anteil der Parkfeldbelegung und somit der verkehrlichen Wirkung aus. Daher werden zur Abschätzung der verkehrlichen Wirkung Daten der Nutzung von Parkfeldern an allen 33 im Jahr 2022 betriebenen Parcandi Standorten in der Schweiz erhoben und ausgewertet. 25 dieser Standorte befinden sich in den Agglomerationen Basel, Zürich und Bern und machen 63% der von Parcandi verwalteten Parkfelder aus (Abb. 4). Eine vollständige Liste der Standort ist im Anhang I verfügbar.

Abb. 4 Übersicht der im Jahr 2022 aktiven Parcandi-Standorte in den Agglomerationen Basel, Bern und Zürich und die dort verfügbare Anzahl Parkfelder

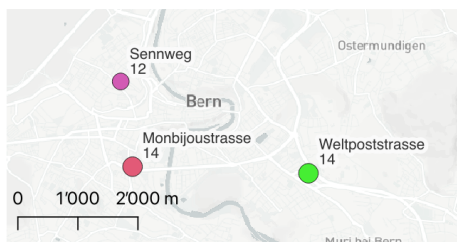
Basel und Umgebung



Zürich und Umgebung



Bern



Die ersten beiden Forschungsfragen werden basierend auf einer Analyse der Buchungsdaten von Parcandi und einer Beschreibung des urbanen Raums rund um die von Parcandi betriebenen Parkhäusern beantwortet. Zur Beantwortung der anderen Forschungsfragen wird eine webbasierte Befragung durchgeführt und ausgewertet. Die bezüglich der Monatsmiete gemachten Erkenntnisse beschränken sich auf das Fallbeispiel des Pilotversuchs der Parkgarage «Picassoplatz».

1.3 Übergeordnetes Vorgehen

Abb. 5 zeigt das Vorgehen der Forschungsarbeit im Überblick, welches zwei parallellaufenden Arbeitspakete (blaue und gelbe Textkisten) umfasst, deren Ergebnisse in einem dritten Arbeitspaket (roter Textkasten) zusammengeführt werden.

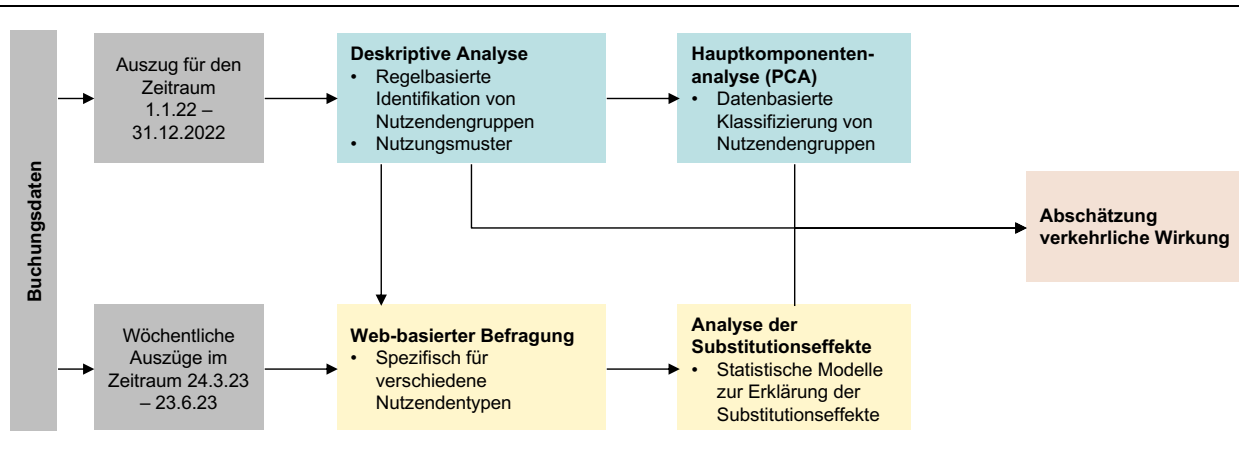
Die von Parcandi zur Verfügung gestellten Buchungsdaten bilden die Datenbasis für die deskriptive Analyse der Parkfeldnutzung (blaue Textkisten) und für die Rekrutierung der Teilnehmenden einer webbasierten Befragung zur Parkfeldnutzung (gelbe Textkisten). Für die deskriptive Analyse und die datenbasierte Klassifizierung von Nutzendengruppen (siehe Kapitel 2) wurden alle von Parcandi in der Schweiz im Zeitraum 1.1.22 bis 31.12.22 aufgezeichneten Parkvorgänge verwendet.

Die Rekrutierung der Umfrage erfolgte im Zeitraum zwischen 24.3.23 bis 23.6.23. Nutzende, welche in diesem Zeitraum ein Parkfeld von Parcandi gebucht haben, wurden per SMS dazu eingeladen einen webbasierten Fragebogen auszufüllen und darin Angaben zur Nutzung des Parkfelds und zur Person zu

machen (siehe Kapitel 2.6). Basierend auf den eingegangenen Antworten erfolgt die Analyse der Substitutionseffekte mit Logit-Modellen und Random Forest, einem Klassifikations- und Regressionsverfahren, dass aus mehreren unkorrelierten Entscheidungsbäumen besteht (Kapitel 4).

Auf Basis der Ergebnisse der deskriptiven Analyse, der datenbasierten Klassifizierung und der Analyse der Substitutionseffekte erfolgt die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung (Kapitel 5).

Abb. 5 Übersicht zum Vorgehen



2 Analyse der Buchungsdaten

2.1 Datenbasis

Für die deskriptive Analyse und die datenbasierte Klassifizierung (Kapitel 2.6) wurden Daten zu Buchungen verwendet, die im Zeitraum 1.1.22 – 31.12.22 von Parcandi aufgezeichnet worden sind. Diese Daten umfassen die folgenden Variablen:

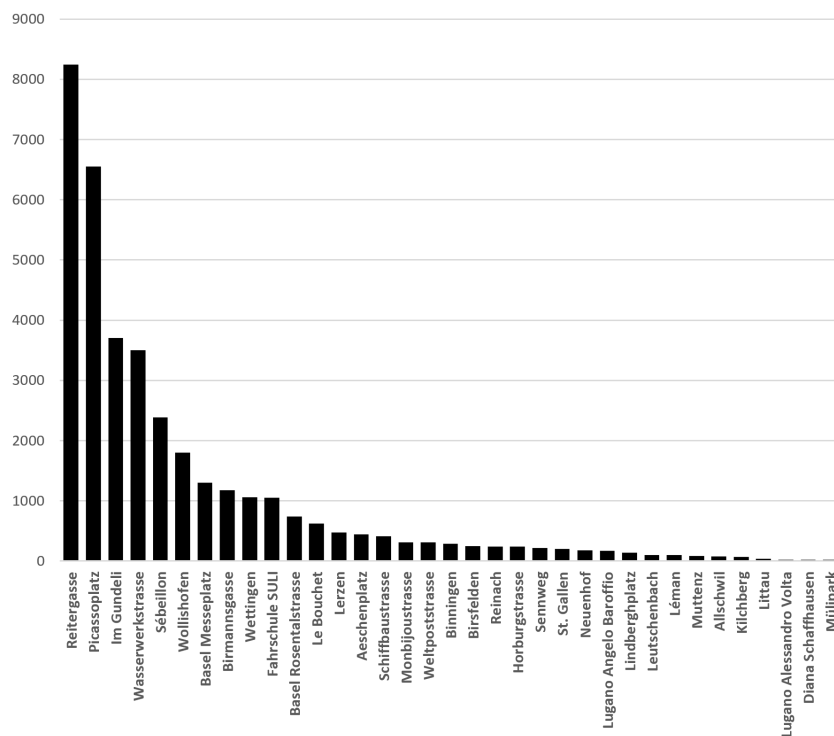
- Autokennzeichen
- Startzeitpunkt der Buchung
- Endzeitpunkt der Buchung
- Buchungsdauer
- Name der Parkgarage

Im genannten Zeitraum wurden 18'253 Buchungsvorgänge registriert, die somit 36'506 Zu- und Wegfahrten entsprechen registriert. Diese stellen die Datenbasis für die deskriptive Analyse mit regelbasierter Identifikation von Nutzengruppen, sowie für die automatische Klassifikation der Nutzengruppen, dar.

2.2 Buchungen nach Parkhausstandorten

2.2.1 Generierte Fahrten

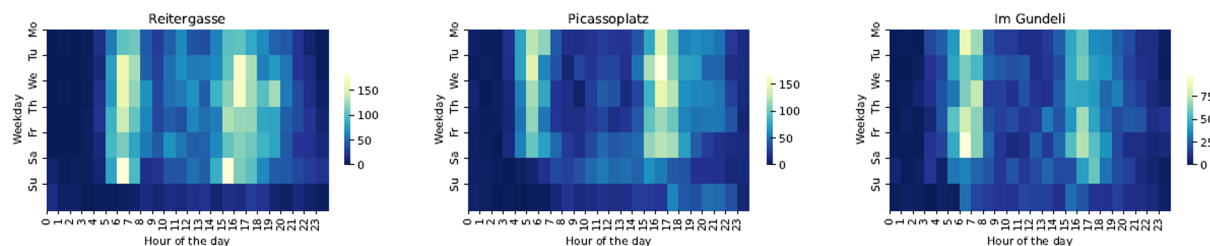
Abb. 6 Generierte Fahrten aller Parkhäuser pro Jahr



Mit grossem Abstand sind die Parkhäuser Reitergasse (ZH) und Picassoplatz (BS) die am häufigsten frequentierten mit über 8'000 respektive über 6'500 generierten Fahrten im Untersuchungszeitraum, also durchschnittlich ca. 20 Fahrten pro Tag. Gefolgt werden diese von den Parkhäusern Im Gundeli (BS) und Wasserwerkstrasse (ZH) mit jeweils über 3'500 Fahrten (ca. 10 pro Tag) und Lausanne-Sébeillon (VD) mit

ca. 2'300 Fahrten. Weitere Parkhäuser mit über 1'000 Fahrten sind Wollishofen (ZH), Basel Messeplatz (BS), Birmanngasse (BS), Wettingen (AG) und Fahrschule SULI (ZH). Alle nachfolgenden Parkhäuser sind mit durchschnittlich weniger als zwei generierten Fahrten pro Tag in ihrer verkehrlichen Wirkung praktisch zu vernachlässigen. Es fällt dabei auf, dass sich die stark genutzten Parkhäuser innerhalb oder in der Nähe grosser Ballungszentren befinden.

Abb. 7 Generierte Fahrten der drei am meisten befahrenen Parkhäuser im Wochen- und Tagesverlauf kumuliert über das ganze Jahr, Farbskala = Anzahl Fahrten pro Wochentagsstunde

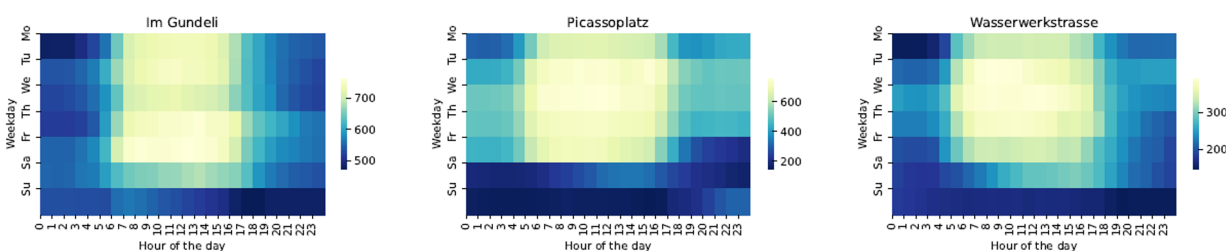


Über den Wochenverlauf hinweg lassen sich wiederholende Muster bei den durch die Parkhäuser generierten Fahrten erkennen. So sind beispielsweise Werktage praktisch immer wesentlich stärkerer Nutzung unterworfen als Sonntage. Innerhalb der Werktage lassen sich darüber hinaus sehr deutlich zwei Nutzungsspitzen ausmachen: morgens von ca. 06:00 Uhr bis 08:00 Uhr, sowie nachmittags von 15:00 Uhr bis 18:00 Uhr. Nachts werden praktisch keine Fahrten durchgeführt, mittags eher wenige. Deutliche Unterschiede zwischen den Parkhäusern finden sich gelegentlich bei der Samstag-Nutzung was sich aus den Standortfaktoren wie Einkaufs- oder Freizeitmöglichkeiten ergeben kann (siehe 2.4.1 für detailliertere Aussagen und Anhang A1 für Grafiken zu allen möglichen Parkhäusern).

2.2.2 Belegungsgang

Neben den generierten Fahrten ist auch der Belegungsgang im Wochenverlauf eine interessante Zielgrösse für die Auswertung verkehrlicher Wirkungen. Hier wird die Anzahl momentan belegter Parkfelder pro Stunde ausgedrückt und beispielsweise durch die kumulierte Anzahl parkierter Stunden innerhalb dieser Wochentagsstunde visualisiert. Eine detaillierte Auswertung des Belegungsgangs nach Nutzenden- gruppen findet sich in Kapitel 2.4.2.

Abb. 8 Belegungsgang der drei am stärksten belegten Parkhäuser im Wochen- und Tagesverlauf kumuliert über das ganze Jahr, Farbskala = Parkierte Stunden pro Wochentagsstunde



Im Vergleich zu den generierten Fahrten ist der Belegungsgang abhängig davon, ob es sich um Zu- oder Wegfahrten handelt. Zwischen einer Zu- und einer Wegfahrt gilt ein Parkfeld als belegt. Über die Fahrten hinaus ermöglicht dies beispielsweise Aussagen, ob ein grösserer Anteil der Nutzenden nur tagsüber oder auch nachts das Parkangebot in Anspruch nimmt. Analog zu den generierten Fahrten zeigt sich bei den am stärksten belegten Parkhäusern, dass der grösste Teil der Nutzenden morgens zufährt und nachmittags wegfährt. Die Belegungsspitze wird dabei mittags erreicht und erreicht Minima jeweils nachts und am Wochenende (vor allem sonntags). Einzelne Parkhäuser können sich standortbedingt stark darin unterscheiden, ob samstags eine eher höhere Belegung (z.B. Im Gundeli, BS) oder kaum Belegung (z.B. Picassoplatz, BS) erreicht wird. Bei starker Einkaufs- und Freizeitnutzung verschiebt sich die Samstagsspitze unter Umständen auch in den Nachmittag (z.B. Wasserwerkstrasse, ZH). Auch ein höherer Anteil der Nachtnutzung (z.B. Picassoplatz Mittwoch bis Freitag) kann so visualisiert werden. Eine Übersicht über den Belegungsgang aller Parkhäuser findet sich im Anhang A1, weitere Beispiele mit detaillierteren Nutzungsprofilen im Kapitel 2.4.2.

2.3 Regelbasierte Identifikation von Nutzendengruppen

Parkfelder in privaten Quartierparkings werden für verschiedene Nutzungszwecke gemietet. Es wird erwartet, dass die verkehrliche Wirkung sich je nach Nutzungszweck unterscheidet. Allein aufgrund der Buchungsdaten kann nicht direkt auf einzelne Nutzungszwecke geschlossen werden. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass je nach Zeitpunkt, Dauer und Häufigkeit der Parkfeldnutzung unterschiedliche Nutzungszwecke vordergründig sind. Zudem wird erwartet, dass bei sich wiederholenden Nutzungszwecken, wie zum Beispiel Arbeiten, für verschiedene Parkvorgänge die gleiche verkehrliche Wirkung eintritt.

Zur möglichst präzisen Abschätzung der verkehrlichen Wirkung wäre es wünschenswert bei jedem einzelnen Parkvorgang zu erheben, wie sich die Person verhalten hätte, wenn kein privates Parkfeld zur Verfügung gestanden wäre. Gleichzeitig macht es in Bezug auf den Rekrutierungs- und Beantwortungsaufwand wenig Sinn die verkehrliche Wirkung bei sich wiederholenden Nutzungszwecken für jeden Parkvorgang einzeln zu erheben. Dementsprechend empfiehlt es sich bei der Gestaltung des Erhebungsinstruments folgende Punkte zu berücksichtigen:

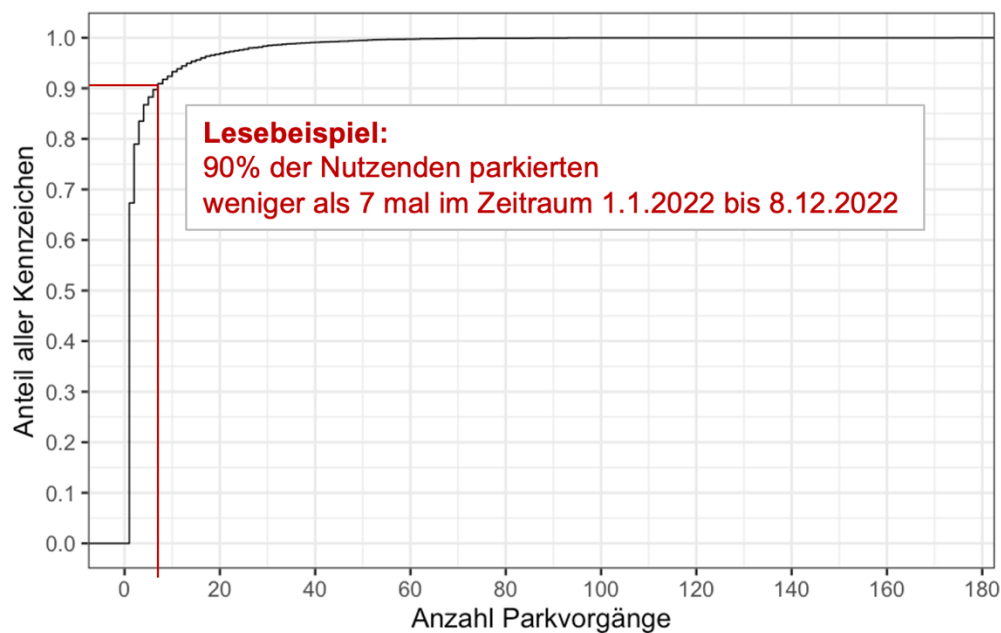
- Je nach Zeitpunkt und Nutzungsdauer sind andere Verhaltensreaktionen zur Auswahl anzubieten.
- Personen, die regelmässig private Parkfelder mieten, sollten nur einmal einen Fragebogen ausfüllen.

2.3.1 Buchungshäufigkeit pro Autokennzeichen

Zum Zeitpunkt, an dem im Forschungsprojekt die regelbasierte Identifikation von Nutzendengruppen durchgeführt wurde, standen Buchungsdaten für den Zeitraum vom 1.1.2022 bis zum 8.12.2022 zur Verfügung. Daher beschränken sich die in diesem Teilkapitel dargestellten Analysen auf Buchungsdaten auf diesem Zeitraum.

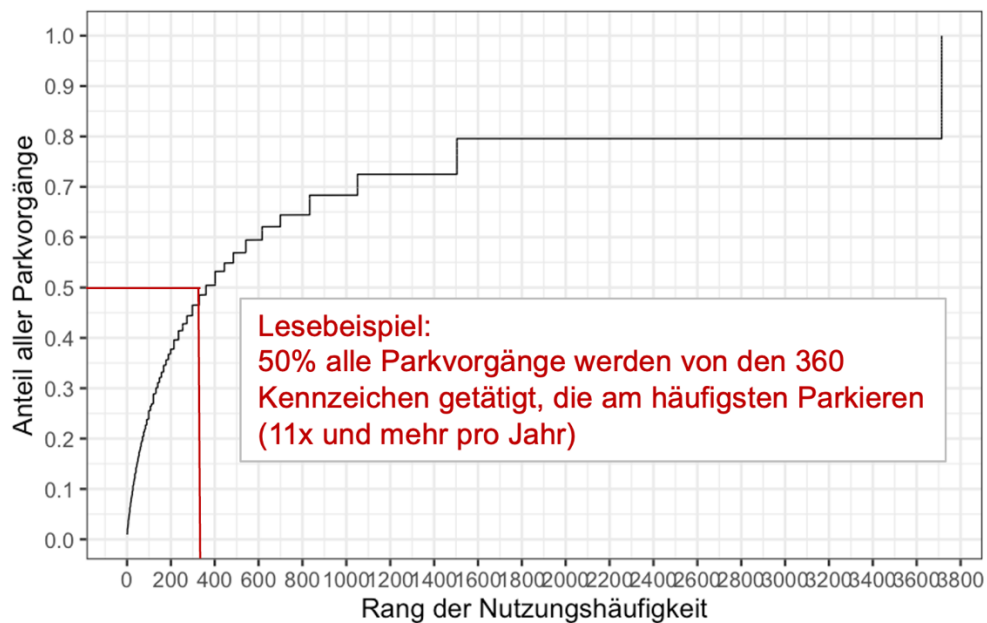
Die in Abb. 9 dargestellte kumulative Dichtefunktion zeigt, wie oft von einem bestimmten Autokennzeichen ein über Parcandi vermietetes Parkfeld genutzt worden ist. Für rund zwei Drittel der knapp 5'600 unterschiedlichen Autokennzeichen wurde eine Nutzung registriert. Für weitere rund 11% der Autokennzeichen wurden zwei Nutzungen registriert.

Abb. 9 Kumulative Dichtefunktion der Nutzungshäufigkeit pro Autokennzeichen



Um besser zu verstehen, welcher Anteil aller Parkvorgänge von Autokennzeichen ausgeht, die regelmässig ein von Parcandi vermietetes Parkfeld nutzen, zeigt Abb. 10 die kumulative Dichtefunktion nach Rang der Nutzungshäufigkeit pro Autokennzeichen. Es zeigt sich, dass Kundinnen und Kunden mit häufiger Nutzung einen grossen Teil der registrierten Parkvorgänge ausmachen. Über die Hälfte aller Parkvorgänge gehen sind auf 360 Autokennzeichen zurückzuführen, für die im betrachteten Zeitraum 11 oder mehr Buchungen vorliegen. Hingegen machen Autokennzeichen, für die in diesem Zeitraum nur eine Nutzung registriert worden ist, nur rund 20% aller Buchungen aus. Es zeigt sich also, dass für eine statistisch gesicherte Aussage zur verkehrlichen Wirkung insbesondere Daten zum Verkehrsverhalten von Personen wichtig sind, welche das Angebote von Parcandi regelmässig nutzen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich diese Personen durch entsprechende Anreize für eine Teilnahme an der Befragung zu motivieren.

Abb. 10 Kumulative Dichtefunktion der Nutzungshäufigkeit pro Kennzeichen



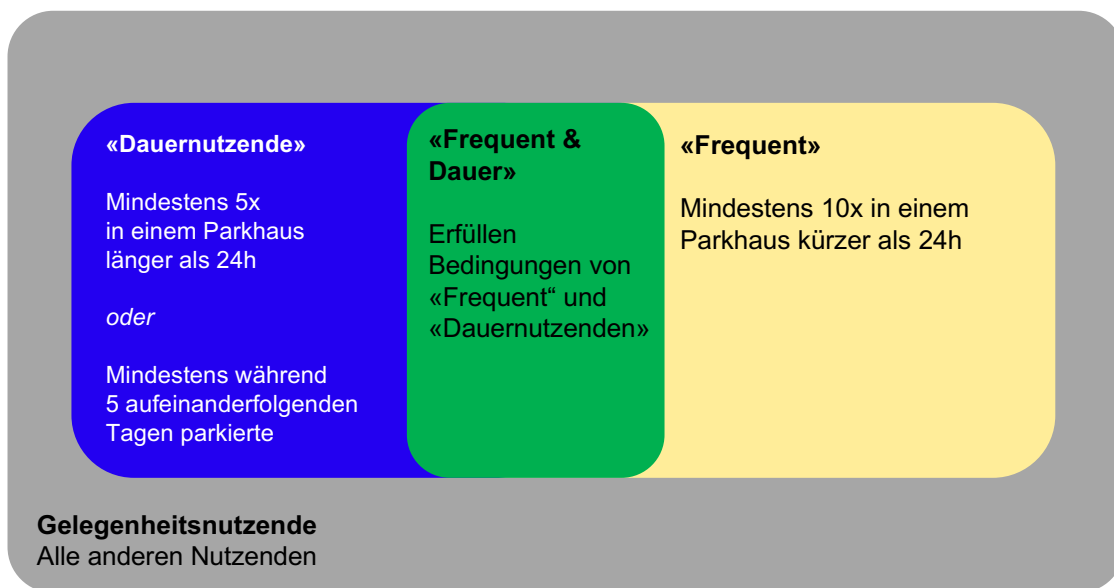
2.3.2 Nutzendengruppen

Neben der Buchungshäufigkeit ist für eine regelbasierte Identifikation von Nutzendengruppen auch die Buchungsdauer von Relevanz. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei einer Nutzungsdauer länger als 24h andere Verhaltensreaktionen von Relevanz sind als bei kürzeren Nutzungen.

Abb. 11 zeigt nach welchem Regeln die Einteilung von Nutzendengruppe erfolgt ist, gemäss derer die Buchungsdaten deskriptiv analysiert und die web-basierte Befragung aufgebaut worden sind:

- Als **Dauernutzende** werden Autokennzeichen von Personen identifiziert, welche ein Parkfeld mindestens fünfmal länger als 24h oder mindestens einmal ein Parkfeld länger als 120h (5 Tage) reserviert haben.
- Als «**Frequentnutzende**» werden Autokennzeichen von Personen identifiziert, welche mindestens zehnmal kürzer als 24h ein Parkfeld genutzt haben.
- Als «**Frequent- und Dauernutzende**» werden Autokennzeichen von Personen identifiziert, welche sowohl die Bedingungen von Dauer- und Frequentnutzenden erfüllen.
- Alle anderen Nutzenden werden als «**Gelegenheitsnutzende**» identifiziert.

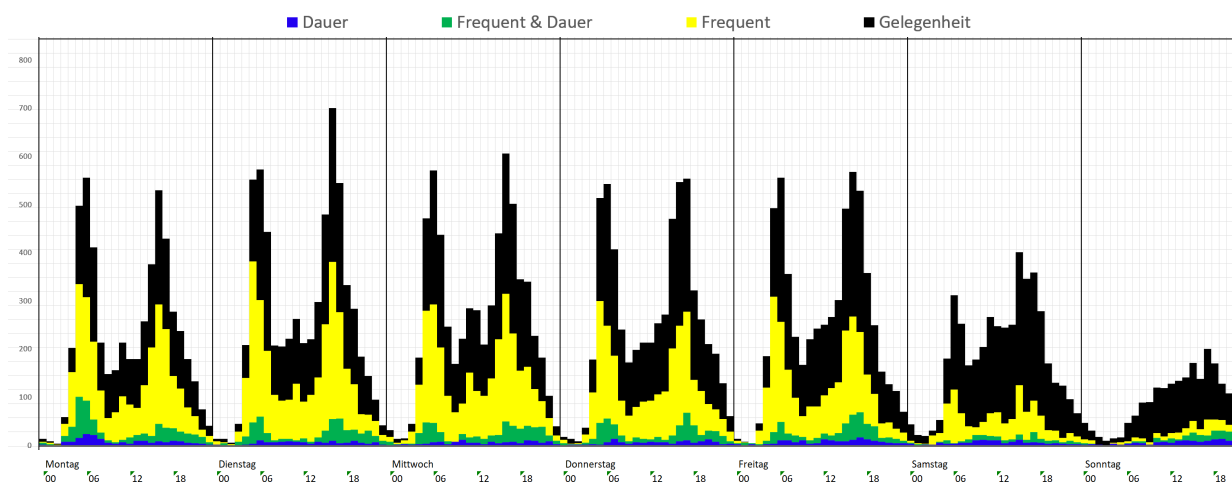
Abb. 11 Schema zur regelbasierten Einteilung der Nutzendengruppen



2.4 Ergebnisse der Auswertung nach Nutzenden-Kategorien

2.4.1 Anzahl generierter Fahrten

Abb. 12 Anzahl Zu- und Wegfahrten pro Stunde nach Wochentagen und Tageszeit, aufgeteilt nach manuell zugewiesenen Nutzendengruppen.

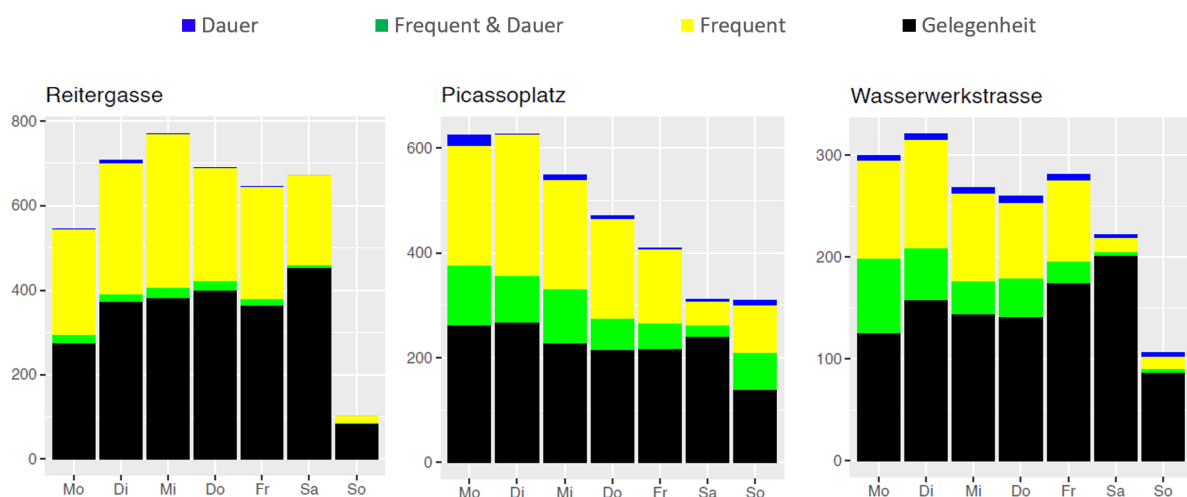


Betrachtet man die Entwicklung der aus den Buchungsdaten abgeleiteten Fahrten über den Wochengang hinweg so zeigt sich mehrere Muster. Es sind an Werktagen grundsätzlich wesentlich mehr Fahrten zu verzeichnen als am Wochenende, wobei insbesondere auf den Sonntag im Vergleich nur geringe Anteile fallen. Des Weiteren sind die Fahrten starken tageszeitlichen Schwankungen unterworfen. Während

nachts zwischen 23:00 Uhr und 04:00 Uhr praktisch keine Bewegungen stattfinden so konzentrieren sich die Parkvorgänge insbesondere Werktags auf eine Doppelspitze. Diese korreliert mit Fahrten zu oder von der Arbeit während regelmässiger Büro-, Werk- oder Öffnungszeiten. Die erste Werktag-Spitze zeigt sich morgens von 05:00 Uhr bis 08:00 Uhr und eine zweite von 15:00 Uhr bis 18:00 Uhr. Während dieser Spitzenzeiten werden ein etwa doppelt so viele Fahrten durchgeführt wie zur Mittagszeit. Morgen- und Abendspitze sind ungefähr ähnlich stark besetzt, allerdings ist die Verteilung an Werktagen leicht rechtschief, sodass werktags nach 18:00 Uhr noch länger einige Fahrten durchgeführt werden als vor 05:00 Uhr. Ein abweichendes Muster von den gleichförmigen Doppelspitzen zeigt sich am Samstag. Hier finden nachmittags und abends mehr Fahrten statt als morgens.

Die Verteilung der Nutzendengruppen innerhalb der generierten Fahrten zeigt, dass Dauernutzende über alle Wochentage und Tageszeiten hinweg den niedrigsten Anteil aufweisen. Den grössten Anteil machen werktags in etwa zu gleichen Teilen die Frequentnutzenden, sowie die Gelegenheitsnutzenden aus. Beide dieser relevanten Nutzendengruppen folgen dem werktäglichen Doppelspitzenmuster im Tagesverlauf. Ein Blick auf das Wochenende zeigt ein anderes Bild: Gelegenheitsnutzende weisen den weitaus grössten Anteil an Fahrten an Samstag und Sonntag auf.

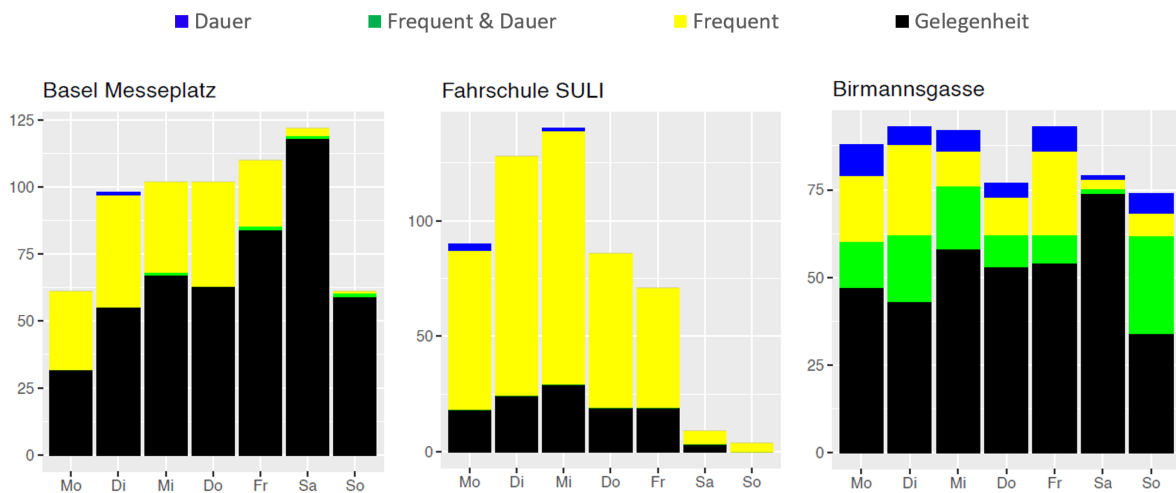
Abb. 13 Generierte Fahrten ausgewählter grösserer Parkhäuser nach Wochentag



Grössere Parkhäuser in Ballungsräumen weisen ähnliche Nutzungsprofile auf und unterscheiden sich damit auch weniger von den Gesamtprofilen, die über alle Parkhäuser hinweg beobachtet werden können. So sind die grössten Anteile generierter Fahrten jeweils bei den Gelegenheitsnutzenden und den Frequent-Nutzenden zu beobachten, während die Dauernutzenden einen sehr geringen Anteil ausmachen. An Sonntagen ist im Allgemeinen eine stark reduzierte Aktivität zu verzeichnen. Häufig besteht diese dann auch überwiegend aus Gelegenheitsnutzenden. Je nach Standort unterscheiden sich die Parkhäuser jedoch stark in der Samstagsnutzung. Während im Parkhaus Reitergasse (ZH) samstags eine starke Nutzung beobachtet wird (sogar stärker als montags), ist die Aktivität im Parkhaus Picassoplatz (BS) stark reduziert und etwa ähnlich hoch wie sonntags. Generell ist samstags ein höherer Anteil Gelegenheitsnutzender zu verzeichnen, was für ein Nutzungsprofil mit typischen Samstagsaktivitäten wie Einkauf oder Freizeitnutzungen spricht. Auch werktags gibt es Unterschiede im Nutzungsverhalten, diese gehen jedoch stärker von Frequentnutzenden (also beispielsweise Arbeitspendelnden) aus, während die Anzahl Fahrten von

Gelegenheitsnutzenden werktags konstant bleibt. So sind Montag und Dienstag die Wochentage mit der höchsten Anzahl Fahrten durch Frequentnutzende in den Parkhäusern Picassoplatz (BS) und Wasserwerkstrasse (ZH) mit fallender Nutzung zum Wochenende hin, während die Anzahl Fahrten in der Reitergasse (ZH) mittwochs am höchsten ausfällt.

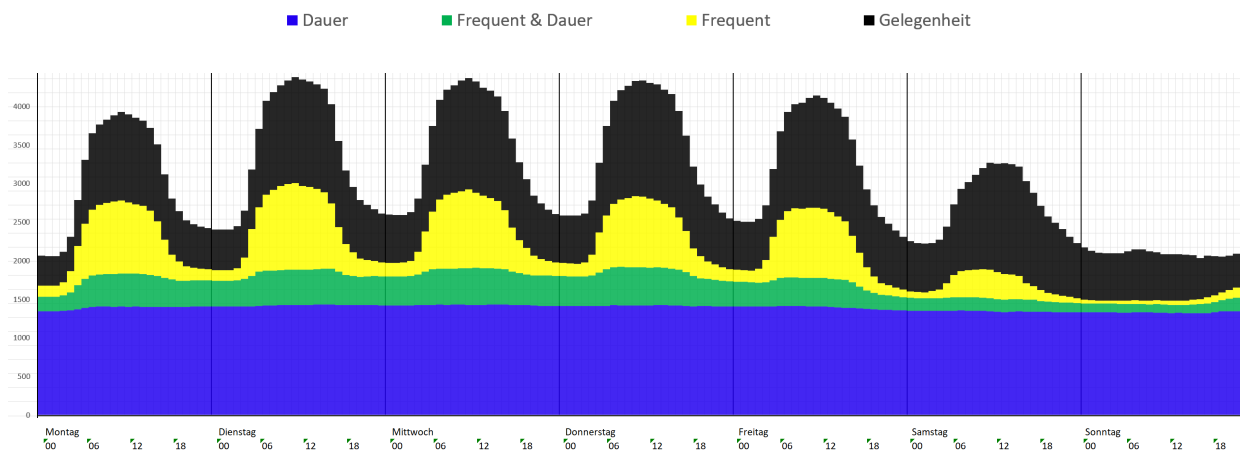
Abb. 14 Generierte Fahrten ausgewählter Parkhäuser nach Wochentag mit besonderem Profil



Einige Parkhäuser weisen im Wochenverlauf besondere Nutzungsmuster auf, die aus der Anzahl generierter Fahrten deutlich werden. So ist im Parkhaus Basel Messeplatz der Samstag der Tag mit den meisten generierten Fahrten, wobei diese fast ausschliesslich durch Gelegenheitsnutzende verursacht werden. Auch sonntags finden sich hier noch verhältnismässig viele Fahrten durch Gelegenheitsnutzende statt. Dies lässt sich auf den besonderen Standort des Parkhauses zurückführen, wo viele Messen und Veranstaltungen Gelegenheitsbesuche verursachen. Ein besonders extremes Profil findet sich im Parkhaus Fahrschule SULI (ZH). Durch eine Sondervereinbarung gelten hier Spezialkonditionen für die Angestellten und die Fahrzeuge der Fahrschule, wodurch insbesondere der Anteil der Frequentnutzenden aufgrund immer wiederkehrender Kennzeichen hoch ausfällt. Auch die vernachlässigbare Aktivität an Wochenenden lässt sich so erklären. Das Parkhaus Birmanngasse (BS) zeigt ein besonderes Profil, da hier insbesondere die Anteile der Dauernutzenden an den generierten Fahrten (blau und grün) relativ hoch ausfallen, sogar mit einem starken Fokus auf Sonntag. Dies könnte für einen höheren Nutzungsgrad durch Anwohner sprechen. Der hohe Anteil an Fahrtbewegungen am Samstag durch Gelegenheitsnutzende weist wiederum auf Einkaufsaktivitäten hin.

2.4.2 Belegungsgang im Tages- und Wochenverlauf

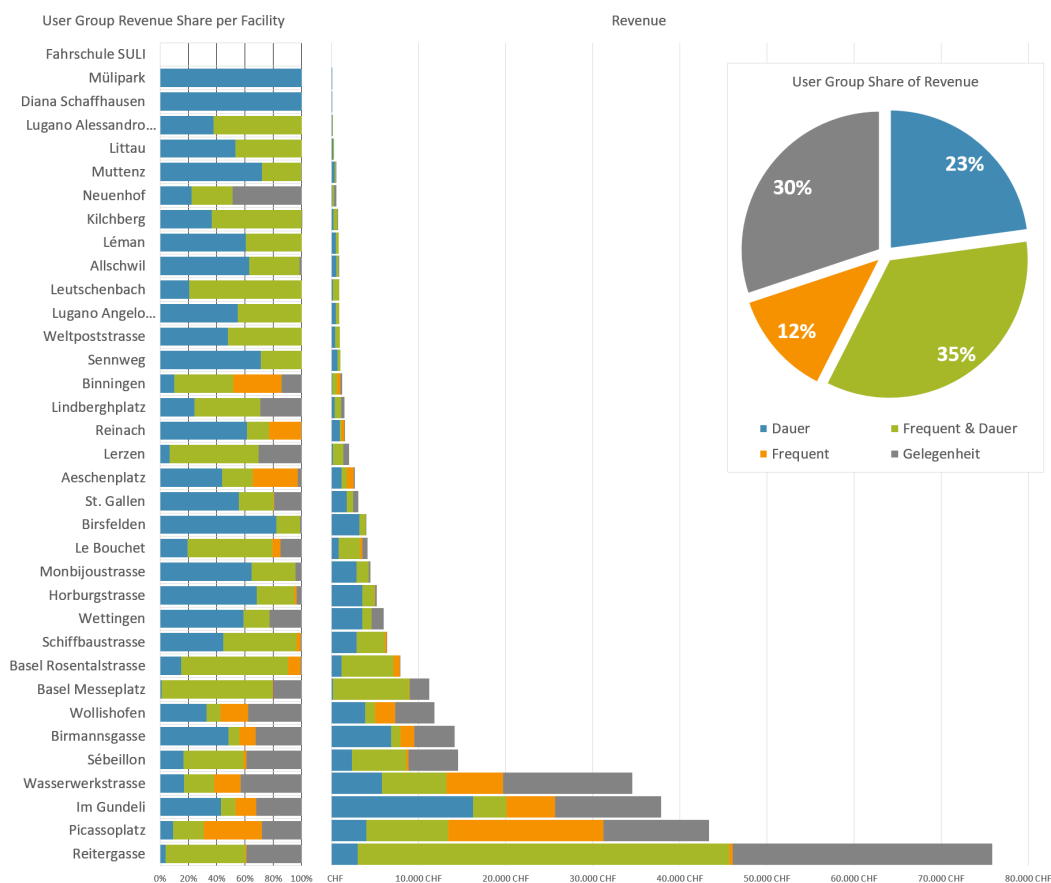
Abb. 15 Parkfeldbelegung in parkierten Stunden (Belegungsgang) pro Nutzendengruppen nach Wochentagen und Tageszeit.



Die Belegung der Parkfelder (Abb. 6) folgt einem teilweise gegensätzlichen Muster im Vergleich zur Anzahl Fahrten aus Abb. 5. Da die erste Wochentagsspitze in Abb. 5 zum grössten Teil aus Zufahrten (Anreisen in die Innenstadtzonen) und der die zweite Wochentagsspitze zum grössten Teil aus Wegfahrten bestehen ergibt sich beim Blick auf die Belegung der Parkflächen tagsüber eine höhere Auslastung der Parkflächen als nachts. Bis auf Sonntag ist dieses zyklische Muster auch an jedem Wochentag deutlich ausgeprägt. Jeweils zur Mittagszeit wird die Spitze der Parkfeldbelegung erreicht. Die Wochentage von Dienstag bis Donnerstag weisen dabei jeweils die stärksten Auslastungen auf. Montags und freitags fällt die Spitze leicht reduziert und Samstag stark reduziert aus. Sonntags wird tagsüber keine höhere Belegung als nachts erreicht und markiert dabei über den ganzen Tag hinweg auch den Wochentiefpunkt. Bei der Betrachtung der einzelnen Nutzendengruppen fällt auf, dass die Dauernutzenden eine «Basislinie» bei der Parkfeldbelegung bilden. Über den gesamten Wochen- und Tageszeitenverlauf variiert die Belegung dieser Gruppe praktisch nicht und machen dabei nachts einen Anteil von ca. 70% und zur Mittagsspitze ca. 30% an den belegten Parkfeldern aus. Die Gruppen der Frequentnutzenden und der Gelegenheitsnutzenden machen den Grossteil der variablen Belegungskomponente aus. Während Gelegenheitsnutzende jedoch auch am Wochenende und nachts noch einen substanziellen Anteil zur Belegung beitragen so ist bei der Gruppe der Frequentnutzenden eine viel stärkere Fokussierung auf den Tagesstunden an Werktagen zu beobachten. Insbesondere sonntags und nachts fällt der Anteil der Frequentnutzenden auf nahezu 0, während werktags zwischen 06:00 Uhr und 18:00 Uhr in dieser Gruppe die Spitzenauslastungen erreicht werden.

2.5 Wirtschaftliche Aspekte der Parkfeldnachfrage

Abb. 16 Kumulierte bezahlte Parkgebühren nach Nutzendengruppen pro Parkhaus und Jahr



Teil der Buchungsdatensätze war auch der pro Vorgang jeweils bezahlte Betrag. Dieser schwankt von Buchung zu Buchung stark von zumeist wenigen Franken für eine einzelne Gelegenheitsnutzung und in Einzelfällen bis zu mehreren hundert CHF für ein Einstellen des Fahrzeugs über mehrere Wochen hinweg. Auffällig ist hier eine Verschiebung der Anteile der Nutzendengruppen gegenüber den beobachteten Anteilen bei den generierten Fahrten sowie den Anteilen beim Belegungsgang. Während die Gelegenheitsnutzenden und die Frequent- (aber nicht Dauer-) Nutzenden bei den generierten Fahrten gemeinsam über 90% beobachteten Anteil ausmachen, so ist deren gemeinsamer Anteil am Umsatz mit lediglich etwa 42% zu beziffern. Der weitaus grössere Anteil machen die Dauernutzenden (58%) aus, insofern man in diese Gruppe die Dauer- und Frequent-Nutzenden (grün) miteinschliesst. Im Allgemeinen korreliert der Umsatz etwas stärker mit dem Belegungsgang als mit den generierten Fahrten, wobei jedoch die Gruppe der Frequent- und Dauernutzenden als «Power-User» bei den Umsätzen einen stark erhöhten Anteil einnimmt. Reine Dauernutzende fallen hier etwas weniger ins Gewicht, dies ist möglicherweise mit umfangreichen Rabatten bei der reinen Dauernutzung zu erklären.

2.6 Datenbasierte Klassifizierung von Nutzendengruppen

2.6.1 Klassifizierungsmethoden

Bei der Klassifizierung von Buchungsdaten wurden verschiedene Methoden zur automatischen Gruppierung von Daten untersucht. Ziel war es, automatisiert relevante Muster in den Buchungsdaten zu identifizieren und diese entsprechend zu segmentieren.

Die Buchungsdaten wurden für diesen Zweck vorprozessiert und mit neuen Eigenschaften mittels sog. «Feature Engineerings» angereichert. Insbesondere die Nutzung bestimmter Wochentage / Wochenende, die Parkierdauer oder die Anzahl wiederholter Parkiervorgänge wurden so modelliert.

Im Anschluss wurden folgende Klassifikationsmethoden getestet:

«K Means Clustering» ist eine effiziente und schnelle Segmentierungsmethode, welche häufig für einfache Datensegmentierungen angewandt wird. In diesem Fall weist sie jedoch den Nachteil auf, dass kategoriale Variablen wie z.B. die Zugehörigkeit der Buchungsdaten zu einem spezifischen Parkhaus-Standort nicht direkt unterstützt werden. Getestet wurde daher die Erweiterung der Methode «K Modes», die keine sogenannte One-Hot-Kodierung (Konversion der Variablen in 1/0-Vektoren) benötigt und damit den Umgang mit kategorialen Daten erleichtert. Das prinzipielle Problem, dass viele Kategorien schwierig mit dieser Klasse von Methoden handzuhaben sind, bestand jedoch auch bei K Modes weiterhin, sodass die Zuordnungen wie wiederholte Besuche einzelner Kennzeichen oder Parkhausstandort nur wenig aussagekräftiges Clustering zuließen. Die Parcandi-Buchungsdaten enthalten darüber hinaus sowohl numerische (z. B. Dauer des Parkens) als auch kategoriale Daten. K-Modes ist primär für kategoriale Daten konzipiert, wodurch hier wiederum die numerischen Daten möglicherweise nicht angemessen berücksichtigt werden. Eine getrennte Behandlung dieser Daten könnte zu einer Verfälschung der Beziehungen zwischen den Variablen führen. Ein weiterführender Ansatz wie K-Prototype, der beide Datentypen berücksichtigt, könnte geeigneter sein, aber wäre in der Umsetzung komplexer. K-Means Methoden neigen ausserdem dazu, Cluster von ähnlicher Größe und ähnlichen internen Abständen zu bilden. Da die Mehrheit der Parcandi-Nutzer nur für kurze Zeiträume bucht, während eine kleine Gruppe für längere Zeiträume parkiert, wäre die Methode eher ungeeignet, diesen kleinen, aber wichtigen Teil der Nutzenden korrekt zu erfassen.

Eine weitere in Betracht gezogene Methode war das «Hierarchische Clustering» (HAC). Bei dieser Methode werden die Datenpunkte anhand der hierarchischen agglomerativen Clusteringmethode mit Ward-Verknüpfung gruppiert. Ein großer Vorteil von HAC ist, dass es die Flexibilität bietet, die Anzahl der Cluster nach der Erstellung eines sogenannten Dendrogramms («Abstammungsbaum») zu wählen. Dies bedeutet, dass kein Vorwissen über die Anzahl der Cluster erforderlich ist, was es zu einer robusten Methode macht. Allerdings erwies sich diese Methode in Bezug auf die Rechenzeit als ineffizient und zeitintensiv. Lokale Clusterentscheidungen waren ausserdem nach der Vorklassifizierung durch das Dendrogramm nicht sehr nachvollziehbar.

«Spectral Clustering» wurde ebenfalls evaluiert und hat den Vorteil, dass es komplexe (nicht-konvexe) Datenverbindungen behandeln kann. Es ist weniger empfindlich gegenüber Störungen und kann effizient mit neuen Daten skaliert werden. Ein signifikanter Nachteil ist jedoch, dass das Anpassen der Methode in mehreren Iterationen so rechenintensiv war, dass zur Anwendung zunächst eine Principal Component Analysis (PCA) für die Dimensionsreduktion durchgeführt werden musste.

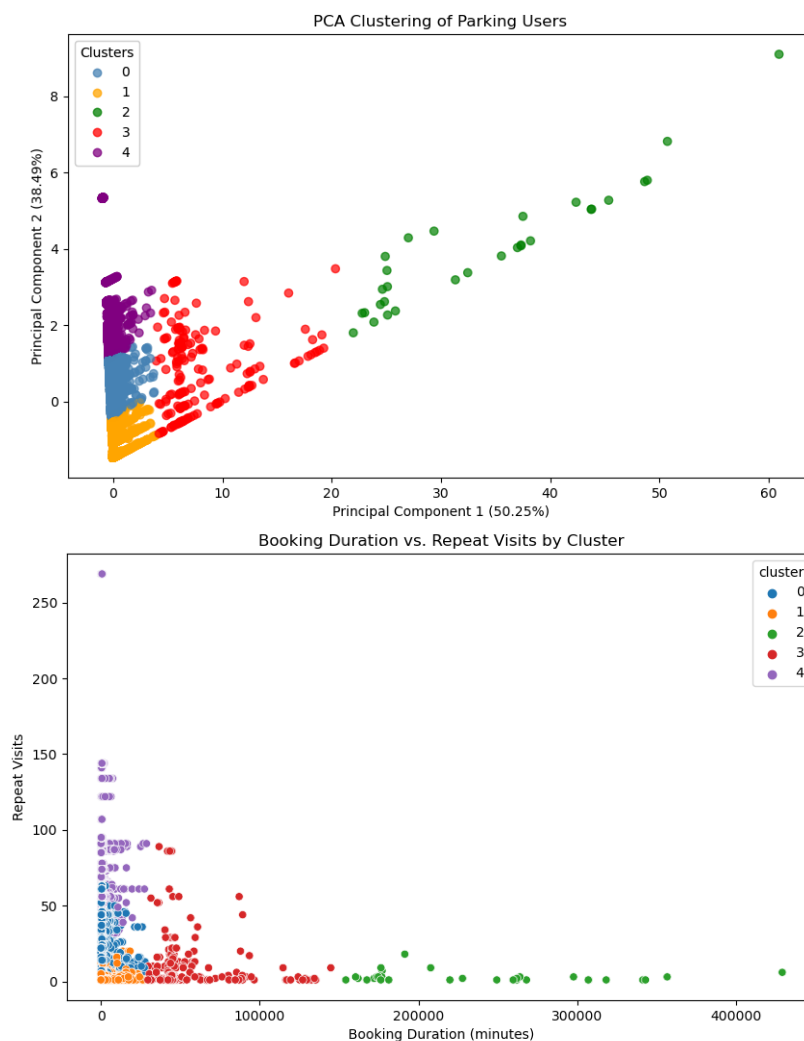
Wird jedoch auf den Datensätzen ohnehin eine Dimensionalitätsreduktion durchgeführt, so eignen sich auch die wesentlich weniger rechenintensiven K Means Methoden wieder für die Segmentierung, da nach der PCA nur noch numerische, standardisierte Informationen klassifiziert werden müssen. Die zuvor

beobachteten Nachteile dieser Klassifikationsmethode treten also in den Hintergrund. Durch die Anwendung einer Standardskalierung werden die Daten zudem so transformiert, dass sie einen Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1 haben. Dies erleichtert zusätzlich die Anwendung von Algorithmen wie K Means, die auf Abstandsmessungen basieren.

2.6.2 Ergebnisse

Letztendlich wurde somit eine K-Means-Klassifizierung auf der Basis per PCA dimensionalitätsreduzierter Datensätze gewählt. Die PCA schien dabei dazu beizutragen, dass das Rauschen in den Daten reduziert werden konnte und so die wichtigsten Merkmale hervorgehoben wurden. Interessanterweise waren die automatisch gefundenen Cluster bei der Wahl von N=4 oder N=5 Clustern denjenigen aus der manuellen Zuweisung insofern relativ ähnlich, als dass die identifizierten Hauptkomponenten 1 und 2 weitgehend der Parkdauer, sowie der Anzahl Besuche entsprachen, womit mittels der automatischen Methode also eine ähnliche Auftrennung des Datensatzes erreicht wird wie mit der manuellen Methode, die sich ebenfalls an diesen Kerngrößen orientiert.

Abb. 17 Vergleich der Hauptkomponenten 1 und 2 aus der PCA (oben) mit einem Scatterplot der Buchungsdaten als Funktion von Buchungsdauer (x) und Anzahl Besuche (y) (unten). Einfärbung nach N=5 Clustern per K Means.



Dies legt nahe, dass die manuelle Segmentierung der Daten bereits relativ genau war. Da die manuelle Klassifizierung bereits in der Projektphase der Nutzerbefragung vorhanden war und diese somit für vergleichbare Analysen verwendet werden konnte, wurde die automatische Klassifizierung der Buchungsvorgänge trotz der datengetriebenen und mit Vor- und Nachprozessierung soliden Herangehensweise letztlich nicht weiterverfolgt.

Das Fazit dieses Untersuchungsabschnitts ist, dass eine automatische Klassifizierung von Buchungsdaten durchaus möglich und in einigen Fällen auch präzise ist. Dennoch ist der Mehrwert dieser automatischen Methoden in diesem speziellen Kontext eingeschränkt, insbesondere wenn bereits zuverlässige manuelle Segmentierungen vorliegen.

3 Befragung von Nutzenden

Um die verkehrliche Wirkung der flexiblen Vermietung von privaten Parkfeldern abschätzen zu können, wurde eine web-basierte Befragung der Nutzenden durchgeführt. In diesem Kapitel wird Rekrutierung, der Aufbau des Fragebogens, die Durchführung der Befragung und die deskriptive Analyse der eingegangenen Antworten dargestellt.

3.1 Zielgruppen und Art der Rekrutierung

Die Rekrutierung erfolgte per SMS aufgrund der von Parcandi im Zeitraum vom 24.3.23 bis 23.6.23 meist wöchentlich zur Verfügung gestellten Buchungsdaten. Für die Rekrutierung und das Design des Fragebogens wurden folgende drei Zielgruppen unterschieden:

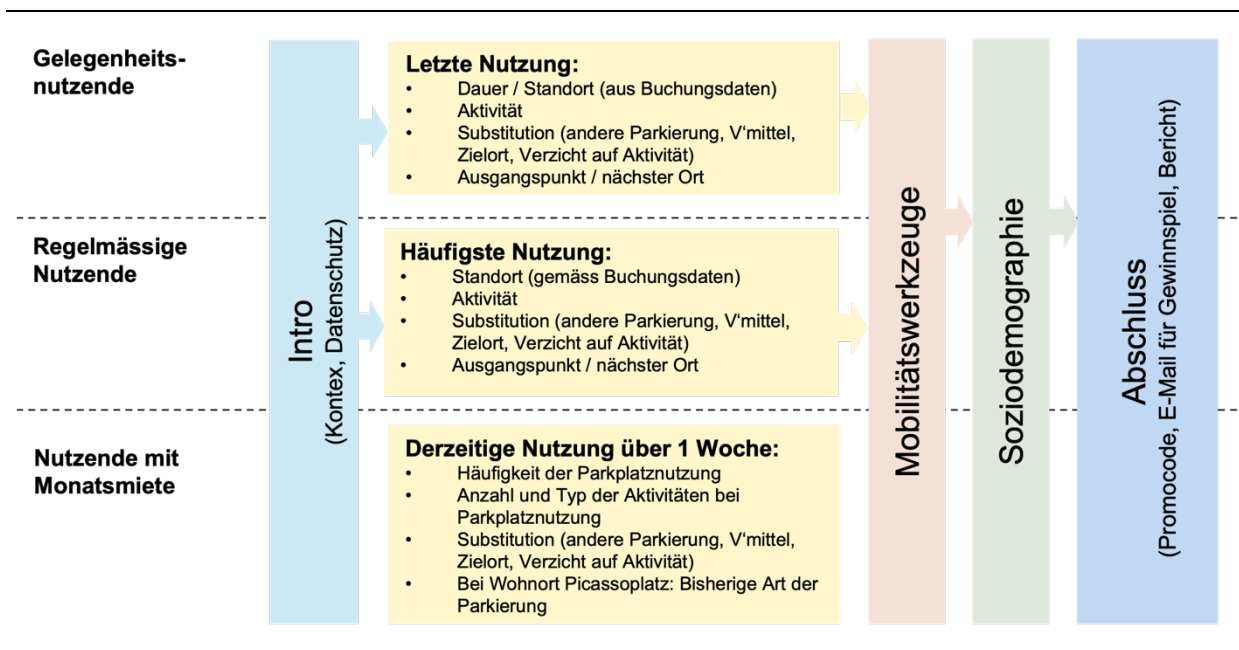
- Gelegenheitsnutzende
- Dauernutzende und regelmässig Nutzende (Frequent)
- Nutzende mit Monatsmiete

Die Einteilung der Zielgruppen erfolgte aufgrund der bereits für die deskriptive Analyse der Buchungsdaten angewandten Logik (siehe Abb. 11). Die Parkfeldnutzung von Nutzenden mit Monatsmieten lässt sich nicht direkt aus den Buchungsdaten ableiten. Hier stellte Parcandi Daten zu den zum jeweiligen Zeitpunkt aktiven Monatsmieten sowie den Ein- und Ausfahrten der jeweiligen Fahrzeuge zur Verfügung.

3.2 Aufbau des Fragebogens

Für jede der drei Zielgruppen wurde ein spezifischer Fragebogen entwickelt, wobei alle Fragebögen gemäss der in Abb. 18 dargestellten Ablauflogik aufgebaut wurden. Auf der ersten Seite der Fragebogen wurde die Teilnehmenden willkommen geheissen sowie die erwartete Antwortdauer und den groben Aufbau des Fragebogens dargestellt. Auf der zweiten Seite wurde das Ziel der Befragung erläutert, die daran beteiligten Institutionen vorgestellt und die Datenschutzregelung beschrieben. Der Fragebogen wurde erst nach Annahme der angegebenen Einverständniserklärung gestartet.

Abb. 18 Schematischer Aufbau des Fragebogens



Für Gelegenheitsnutzende bezog sich der Fragebogen jeweils auf die letzte Buchung. Demgemäss wurde bei den Fragen, die sich direkt auf die letzte Nutzung beziehen (Aktivitäten, Substitution, Ausgangspunkt der Fahrt, Zielort der nachfolgenden Fahrt), die Bezeichnung des Parkplatzes und das Datum der letzten Nutzung im Fragebogen angezeigt (Abb. 19). Je nach Nutzungshäufigkeit wurden einzelne Personen mehrmals zur Teilnahme an der Befragung eingeladen. Dabei wurde der Fragebogen so programmiert, dass falls eine Person den Fragebogen bereits einmal ausgefüllt hat, die Abschnitte zur Erhebung der Mobilitätswerkzeuge (Auto- und ÖV-Zeitkartenbesitz) sowie die Soziodemographie nur beim Ausfüllen des ersten Fragebogens angezeigt wurden.

Abb. 19 Frage für Gelegenheitsnutzende zur Erhebung der während eines Parkvorgangs durchgeführten Aktivitäten

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz PARCANDI

Deutsch

Welche Aktivität(en) haben sie durchgeführt, während Sie den Parcandi-Parkplatz "Picassoplatz" am **Dienstag, 11. April 2023** genutzt haben?

Wählen sie maximal zwei Hauptaktivitäten

- Arbeit
- Ausbildung
- Einkauf
- Freizeit / Einkaufsbummel
- Besuch von Familie oder Freunden
- persönliche Dienstleistung, z.B. Arztbesuch, Beratung
- Geschäftstermin, z.B. Sitzung, Messe, Besuch von Kunden
- anderes

Die Auswertung der Buchungsdaten von regelmässig Nutzenden hat gezeigt, dass die meisten Fällen über 80% der von diesen Personen getätigten Buchungen auf einen einzelnen Standort fallen. Um die Befragungslast gering zu halten, erhielten Regelmässige Nutzende daher nur einen Fragebogen, welcher sich auf den im Zeitraum zwischen 1.1.22 bis 31.3.23 am häufigsten genutzten Parcandi-Standort bezog. Die Verhaltensweise, wenn das Angebot von Parcandi nicht verfügbar wäre (Substitution), wurde mit dem Fragetyp «Konstante Summer erhoben». Dabei konnten die Antwortenden angeben, wie relevant die verschiedenen möglichen Verhaltensweisen bei der Nutzung des spezifischen Parcandi-Standorts sind (Abb. 20).

Abb. 20 Erhebung des Substitutionseffekte für regelmässig Nutzende



n|w Fachhochschule Nordwestschweiz **PARCANDI**

Deutsch ▾

Wie würden Sie sich **verhalten, wenn es das Angebot von Parcandi** beim Standort **Picassoplatz** nicht gäbe?

Geben Sie pro Verhaltensweise die Häufigkeit an (100 = ausschliesslich, 0 = nie). Die Summe muss 100 ergeben.

Einen anderen Parkplatz nutzen	70
Ein anderes Verkehrsmittel nutzen	10
Die Aktivität an einem anderen Ort durchführen	10
Die Aktivität nicht durchführen	10
Summe	100

Je nach Wahl des substituierenden Verhaltens wurden dynamisch weitere Fragen vorgesehen, um folgende Informationen zu erheben:

- Welche Art von Parkplatz genutzt würde.
- Welches andere Verkehrsmittel genutzt würde.
- Wo sich der Ort befindet, an dem eine andere Aktivität durchgeführt würde

Um die verkehrliche Wirkung besser quantifizieren zu können, wurde in weiteren Fragen erhoben von wo und wohin die Fahrten vor und nach der Nutzung des Parcandi-Parkplatzes führen. Aufgrund dieser Information können, je nach Art der Substitution, Veränderungen der Verkehrsleistung abgeschätzt werden.

Im Teil «Mobilitätswerkzeuge» wurde mit drei Fragen Angaben zum Besitz von Abonnements des öffentlichen Verkehrs, Mitgliedschaft bei einer Carsharing-Organisation und die Verfügbarkeit von Autos erfasst. Im Teil «Soziodemographie» wurden Angaben zum Geschlecht, dem Alter, dem Wohnort, dem höchsten Ausbildungsabschluss sowie dem Haushaltseinkommen erhoben. Anhand dieser Angaben kann dargelegt werden, inwiefern sich Nutzende von Parcandi von der Gesamtbevölkerung von Autofahrenden in der Schweiz unterscheiden. Von einer Verwendung dieser Angaben für die statistische Modellierung der Substitutionseffekte wird aber abgesehen, da diese Angaben nicht für alle Buchungsdaten vorhanden sind und somit für die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung nicht verwendet werden können.

Im letzten Teil wurden regelmässig Nutzenden als Dankeschön zur Teilnahme an der Befragung ein Promocode ausgegeben, welcher die kostenfreie Nutzung eines Parcandi-Parkplatzes während eines Tages ermöglicht. Gelegenheitsnutzende konnten an einem Gewinnspiel teilnehmen, bei der 100 solcher Promocodes verlost wurden. Zudem konnten die Teilnehmenden angeben, ob sie daran interessiert sind, über die Ergebnisse der Befragung informiert zu werden. Falls ja wurde die E-Mail-Adresse erfasst, welche

bei der späteren Datenauswertung aber separat gespeichert wurde, um den Datenschutz zu gewährleisten.

3.3 Rücklauf und Vergleich mit Grundgesamtheit

3.3.1 Rücklauf

Tab. 1 listet für die einzelnen Zielgruppe auf, wie viele Einladungen verschickt worden sind und wie viele vollständig ausgefüllte Fragebögen eingegangen sind.

Bei den Gelegenheitsnutzenden sind insgesamt 555 Fragebögen vollständig ausgefüllt worden. Die Rücklaufquote beträgt 11.4%. Knapp 90% der zugehörigen Buchungen betreffen Parkvorgänge, die kürzer sind als 24 Stunden. Bei Berücksichtigung der Buchungen aller angeschriebenen Personen beträgt der Anteil der Buchungen, die kürzer sind als 24h ebenfalls 90%. Es zeigt sich also, dass bei Gelegenheitsnutzenden die Buchungsdauer keinen Einfluss auf die Antwortbereitschaft hatte.

Tab. 1 Rücklauf nach Zielgruppe

Zielgruppe	Einladungen	Vollständig ausgefüllte Fragebögen	Anzahl Buchungen kürzer als 24h	Anzahl Buchungen länger als 24h	Rücklaufquote
Gelegenheitsnutzende	4891	555	499	56	11.3%
Regelmässig- und Dauernutzende	471	124	105	19	26.3%
Monatsmiete (nur Picassoplatz)	3	2	-	-	66.7%

Von den 471 angeschriebenen, regelmässig Nutzende haben 124 Personen den Fragebogen beantwortet. Die Rücklaufquote beträgt hier 26.3%. Für rund 15% dieser Personen wurden in den Buchungsdaten mehr als 5 Parkvorgänge über 24h erkannt und dementsprechend als regelmässige Dauernutzende identifiziert. Von den angeschriebenen Personen wurden 28% als regelmässige Dauernutzende identifiziert. Es zeigt sich also, dass bei Dauernutzenden eine geringere Antwortbereitschaft vorlag.

Anfangs Juni, zum Zeitpunkt der Rekrutierung der Nutzenden mit Monatsmiete, hatten nur drei Privatpersonen im Quartierparking Picassoplatz einen aktiv laufenden Monatsmietvertrag. Zwei dieser Personen haben den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Eine Person nutzt ein Parkfeld primär, um mit dem Auto zum Arbeitsort zu gelangen. Im Fall, dass kein Parkfeld von Parcandi genutzt werden könnte, würde diese Person ein Parkfeld anderswo anmieten. Die andere Person wohnt in der Umgebung, ist aber erst kürzlich dorthin gezogen und hat zuvor das Auto auf einem privaten Aussenparkfeld abgestellt. Aufgrund der geringen Anzahl Beobachtungen von Nutzenden mit Monatsmiete können keine verallgemeinernden Schlüsse zur verkehrlichen Wirkung gezogen werden. Daher beschränken sich die im Rest des Berichts dargelegten Auswertungen auf Gelegenheitsnutzende sowie Regelmässig- und Dauernutzende.

3.3.2 Vergleich mit Grundgesamtheit

Basis für den Vergleich mit der Grundgesamtheit bilden die im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015 (kurz MZMV, Bundesamt für Statistik BFS und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE 2017)) dokumentierten Autofahrten mit Ziel in folgenden Raumkategorien (Raum mit städtischem Charakter, (Goebel und

Kohler 2014): Kernstadt, Hauptkern, Nebenkern. Diese Raumkategorien entsprechen denjenigen, an denen Parcandi Parkfelder zur Miete anbietet.

In Tab. 2 sind die nach Altersgruppen, Geschlecht und Einkommen differenzierten Anteile der Grundgesamtheit und die eingegangenen Antworten. Es zeigt sich, dass die Kundinnen und Kunden von Parcandi tendenziell jünger sind.

Tab. 2 Rücklauf nach Zielgruppe

		MZMV n=16043	Gelegenheitsnutzende n=495		Regelmässig- und Dauernutzende, n=124	
		Anteile	Anteile	Differenz	Anteile	Differenz
Altersgruppe	bis 24 Jahre	6%	11%	4%	12%	5%
	25 bis 34 Jahre	17%	30%	13%	29%	13%
	35 bis 44 Jahre	20%	26%	5%	21%	1%
	45 bis 54 Jahre	23%	17%	-6%	29%	6%
	55 bis 64 Jahre	17%	12%	-5%	7%	-10%
	65 Jahre und älter	16%	5%	-12%	2%	-15%
	keine Angabe	0%	0%	0%	0%	0%
Geschlecht	weiblich	44%	36%	-7%	47%	3%
	männlich	56%	63%	7%	53%	-3%
	anderes / keine Angabe	0%	0%	0%	0%	0%
Einkommen	weniger als 2'000 CHF	1%	4%	3%	4%	3%
	2'001 - 4'000 CHF	7%	9%	3%	5%	-1%
	4'001 - 6'000 CHF	16%	12%	-5%	16%	0%
	6'001 - 8'000 CHF	17%	15%	-2%	21%	3%
	8'001 - 10'000 CHF	15%	13%	-2%	12%	-3%
	10'001 - 12'000 CHF	11%	10%	0%	12%	1%
	12'001 - 14'000 CHF	6%	6%	-1%	5%	-1%
	14'001 - 16'000 CHF	5%	5%	0%	4%	-2%
	mehr als 16'000 CHF	9%	9%	0%	4%	-4%
	keine Angabe	14%	16%	2%	18%	4%

Bei den Gelegenheitsnutzenden sind Männer im Vergleich zur Grundgesamtheit leicht übervertreten. Bei den Regelmässig- und Dauernutzenden sind hingegen Frauen geringfügig übervertreten.

Bei den Gelegenheitsnutzenden sind Männer im Vergleich zur Grundgesamtheit leicht übervertreten. Bei den Regelmässig- und Dauernutzenden sind hingegen Frauen geringfügig übervertreten.

Bezüglich des Einkommens zeigt sich, dass in Stichproben und die Grundgesamt insgesamt recht ähnlich verteilt sind. Es zeigt sich also, dass das Angebot von Parcandi unabhängig vom Haushaltseinkommen genutzt wird.

3.4 Deskriptive Analyse

3.4.1 Gelegenheitsnutzende

Der Parkzweck, also die Aktivität, die durchgeführt wird, während das Auto parkiert, beeinflusst nicht nur die Parkzweck, sondern auch das Substitutionsverhalten, falls kein Parkplatz von Parcandi zur Verfügung stehen würde. Abb. 21 zeigt für Parkfeldnutzungsdauern unter und über 24h die Häufigkeit verschiedener Parkzwecke auf. Da die Frage als Mehrfachauswahl formuliert war, summieren sich die Prozentangaben auf über 100%. In den meisten Fällen wurde pro Parkvorgang aber nur ein Parkzweck angegeben.

In jeweils knapp die Hälfte der Fälle ist der Parkzweck «Arbeit». Bei Parkvorgängen unter 24h sind Freizeit- und Ausbildungsaktivitäten mit 17% respektive 14% die zweit- respektive am dritthäufigsten genannten Aktivitäten.

Bei einer Parkdauer von über 24h sind Besuche von Familien oder Freunden mit 31% die am zweithäufigsten genannten Aktivitäten. In 10% dieser Situationen wird ein Parcandi-Parkfeld von Personen genutzt, die in der Nähe wohnen, aber keine andere Parkmöglichkeit verfügbar ist. Dies zeigt, dass in Situationen mit hohem Nachfragedruck auf Parkfelder in der blauen Zone, Personen auf ein temporär auf Parcandi-Parkfeld ausweichen, um so die Suche nach einem freien, öffentlichen Parkfeld zu vermeiden.

Abb. 21 Häufigkeit verschiedener Parkzweck (Mehrfachauswahl) bei Gelegenheitsnutzenden

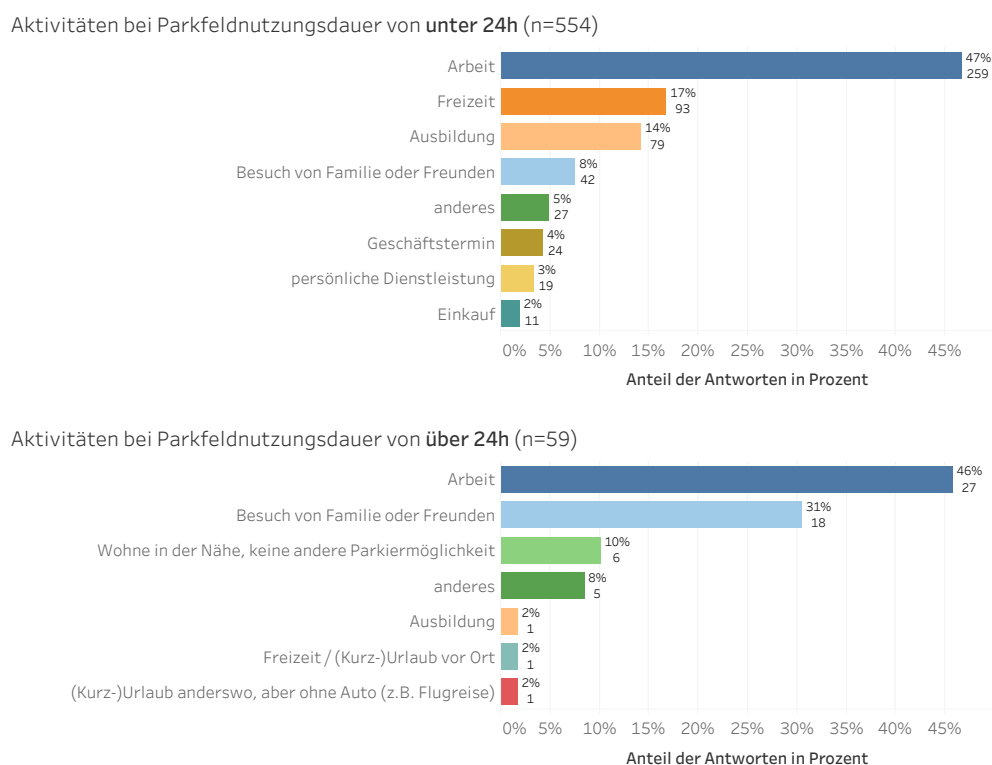
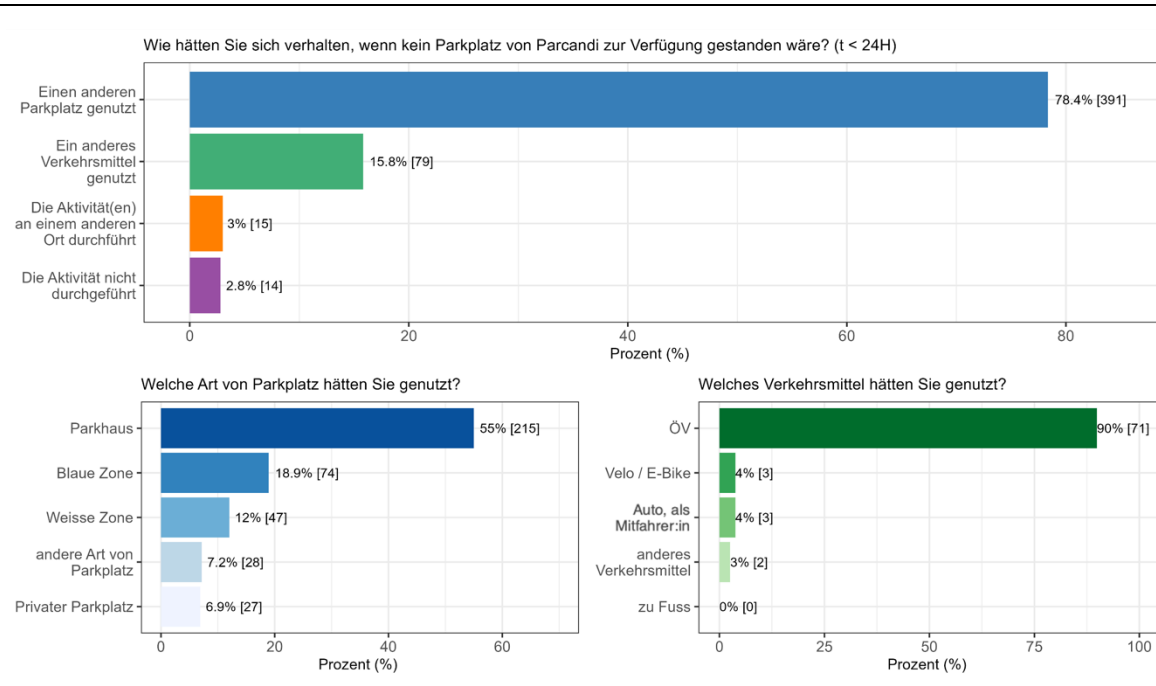


Abb. 22 zeigt die Antworthäufigkeiten von Gelegenheitsnutzenden der drei Fragen zum Substitutionsverhalten bei einer Parkfeldnutzungsdauer **von weniger als 24 Stunden**. Im Fall, dass kein Parkplatz von Parcandi zur Verfügung gestanden wäre, wäre das Auto in 78% der Fälle auf einem anderen Parkplatz

abgestellt worden. In knapp 16% der Fälle wäre ein anderes Verkehrsmittel genutzt worden und in jeweils rund 3% der Fälle wären die Aktivitäten an einem anderen Standort respektive nicht durchgeführt worden.

Über die Hälfte, der Personen, die angegeben haben, einen anderen Parkplatz zu nutzen, würden ihr Auto in einem nahegelegenen Parkhaus abstellen. In diesem Fall beschränkt sich die verkehrliche Wirkung auf geringfügig unterschiedliche Zu- und Wegfahrstrecken sowie Zu- und Abgangswege zu Fuss.

Abb. 22 Antworthäufigkeiten von Gelegenheitsnutzenden der drei Fragen zum Substitutionsverhalten bei einer Parkfeldnutzungsdauer von unter 24h



Knapp 19% dieser Personen würde das Auto in der blauen Zone abstellen, weitere 12% in der Weissen Zone. Im Gegensatz zur Nutzung eines Parkplatzes von Parcandi würde dabei Suchverkehr anfallen. Das Ausmass des Parksuchverkehrs ist abhängig von der Auslastung öffentlich zugänglicher Parkfelder zum Nutzungszeitpunkt und kann nur mit grossem Aufwand verlässlich erhoben werden. Auswertung von GPS-Daten in Zürich (Montini, Horni *et al.* 2012) sowie in San Francisco und Ann Arbor (Weinberger, Millard-Ball *et al.* 2020) zeigen aber, dass auch in dichten Quartieren mit hoher Parkfeldauslastung die Suche nach einem Parkfeld sehr selten mehr als 5 Minuten in Anspruch nimmt.

In jeweils rund 7% der Fälle würde ein privater Parkplatz respektive eine andere Art von Parkplatz benutzt werden. Für diese Fälle wird wiederum angenommen, dass sich die verkehrliche Wirkung auf geringfügig unterschiedliche Zu- und Wegfahrstrecken sowie Zu- und Abgangswege zu Fuss beschränkt.

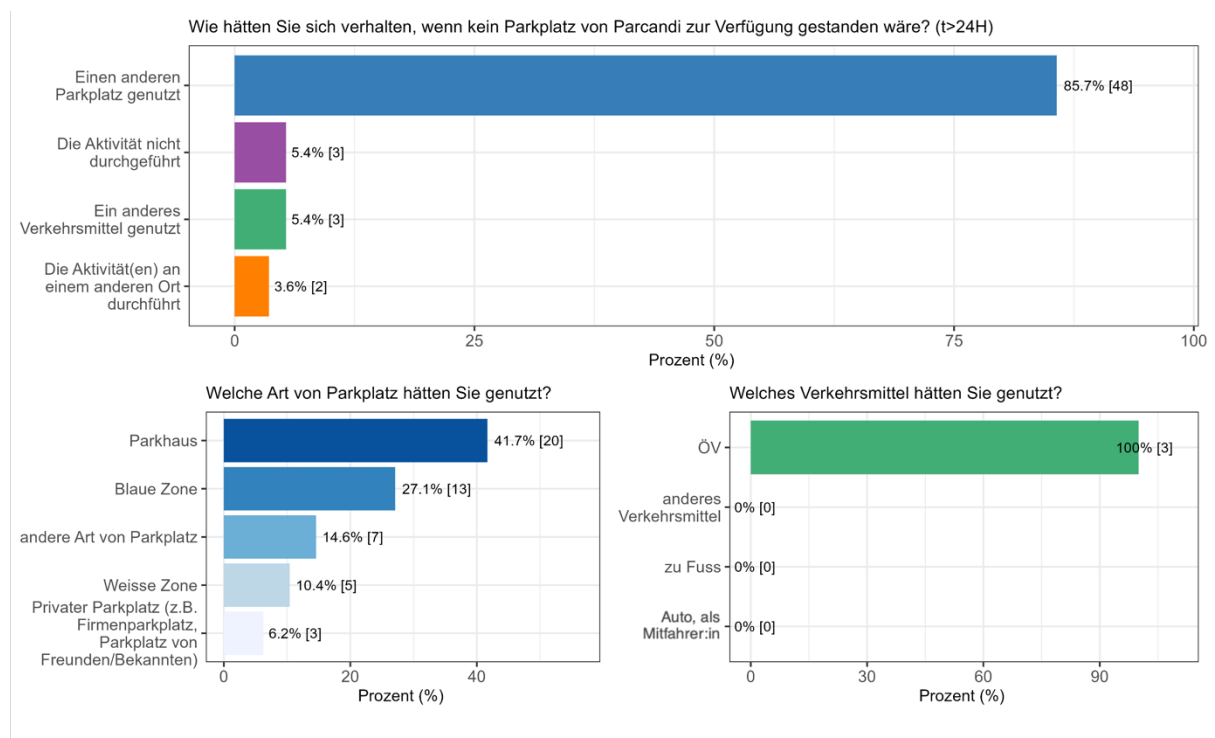
Von den knapp 16% Personen, die angegeben haben, dass sie ohne Zugang zu einem Parkplatz von Parcandi ein anderes Verkehrsmittel nutzen würden, würden 90% die Fahrt mit dem ÖV zurücklegen. Die anderen 10% verteilen sich fast gleichmässig auf den Veloverkehr, Auto als Mitfahrer:in sowie weitere Verkehrsmittel. Die verkehrliche Wirkung kann hier einerseits über die Anzahl der aufgrund das neuen Parkplatzangebots generierten Fahrten sowie der dabei zurückgelegten Verkehrsleistung (Fahrzeugkilometer) beschrieben werden.

Abb. 23 zeigt die Antworthäufigkeiten von Gelegenheitsnutzenden der drei Fragen zum Substitutionsverhalten bei einer Parkfeldnutzungsdauer **von mehr als 24 Stunden**. Im Fall, dass kein Parkplatz von Parcandi zur Verfügung gestanden wäre, wäre das Auto in 86% der Fälle auf einem anderen Parkplatz abgestellt worden, also leicht häufiger als bei einer Parkdauer von unter 24 Stunden. In knapp 16% der Fälle wäre ein anderes Verkehrsmittel genutzt worden und in jeweils rund 3% der Fälle wären die Aktivitäten an einem anderen Standort respektive nicht durchgeführt worden. In jeweils 5% der Fälle wäre ein anderes Verkehrsmittel genutzt respektive die Aktivitäten nicht durchgeführt worden. In knapp 4% der Fälle wäre die Aktivität an einem anderen Ort durchgeführt worden.

Rund 42%, der Personen, die angegeben haben, einen anderen Parkplatz zu nutzen, würden ihr Auto in einem nahegelegenen Parkhaus abstellen. In 27% dieser Fälle würde das Auto in der Blauen Zone parkiert, wobei aufgrund der langen Parkdauer hier in der Regel eine entsprechende Tagesparkkarte gelöst werden müsste. Knapp 15% haben angegeben eine «andere Art von Parkplatz» zu nutzen und 10% würden das Auto auf einem Parkplatz in der Weisse Zone abstellen. Private Parkplätze werden in 6% der Fälle als Substitut angegeben.

Insgesamt sind die angegebenen Verhaltensweisen für ein Parkierdauer unter und über 24h recht ähnlich. Dies war a priori nicht zu erwarten, da sich einerseits die während des Parkiervorgangs durchgeführte Aktivitäten für die beiden Gruppen deutlich unterscheiden. Andererseits erscheinen je nach Parkierdauer andere Arten von Parkplätzen und Verhaltensreaktionen als zweckmässig.

Abb. 23 Antworthäufigkeiten von Gelegenheitsnutzenden der drei Fragen zum Substitutionsverhalten bei einer Parkfeldnutzungsdauer von über 24h



3.4.2 Regelmässig- und Dauernutzende

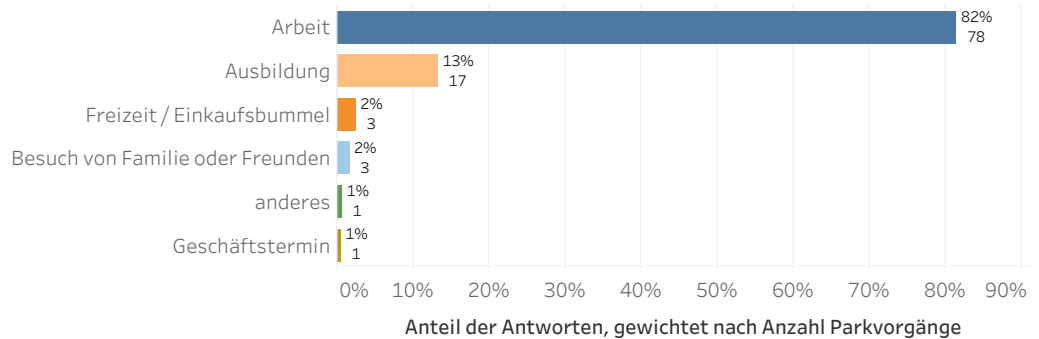
Die Häufigkeiten der verschiedenen Parkzwecke, wie sie von Regelmässig- und Dauernutzenden angegeben wurde, ist in Abb. 24 dargestellt. Bei der Berechnung der Anteile wurde die Anzahl der pro Person im Zeitraum zwischen dem 1.1.2022 – 31.3.2023 registrierten Parkvorgänge als Gewicht verwendet. So wird sichergestellt, dass sich die Angaben als Anteil in Bezug auf Parkvorgänge und nicht an der Befragung teilnehmende Personen interpretiert werden können.

Bei Parkvorgängen unter 24h macht die Aktivität «Arbeit» mit 82% den weitaus grössten Anteil ein. Auf Ausbildungsaktivitäten sind für weitere 13% dieser Parkvorgänge zurückzuführen. Weitere Aktivitäten weisen nur kleine Anteil aus.

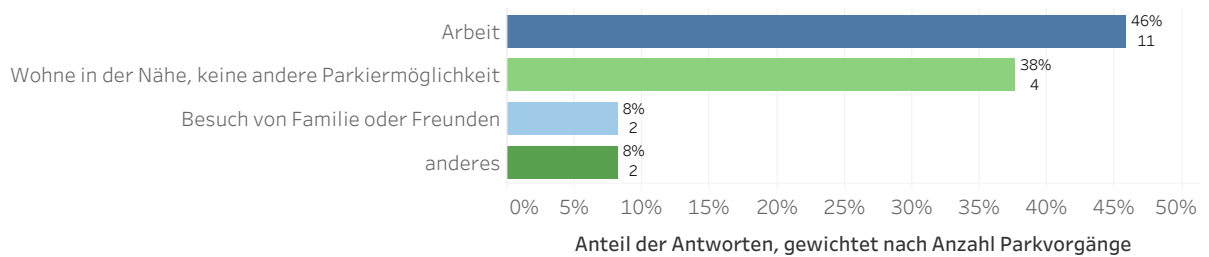
Bei Parkvorgängen über 24h entfallen 46% der Fälle auf Arbeitsaktivitäten, wie beispielsweise mehrtägige Messebesuche oder Montagearbeiten. Weitere 38% der Fälle sind auf Personen zurückzuführen, die in der Nähe wohnen, aber über keine andere Parkmöglichkeit verfügten. Für jeweils 8% der Parkvorgänge ist der Parkzweck der «Besuch von Familien und Freunden» sowie «andere Aktivitäten».

Abb. 24 Häufigkeit verschiedener Parkzweck (Mehrfachauswahl) bei Regelmässig- und Dauernutzenden

Aktivitäten bei Parkfeldbenutzungsdauer von **unter 24h** (n=103)



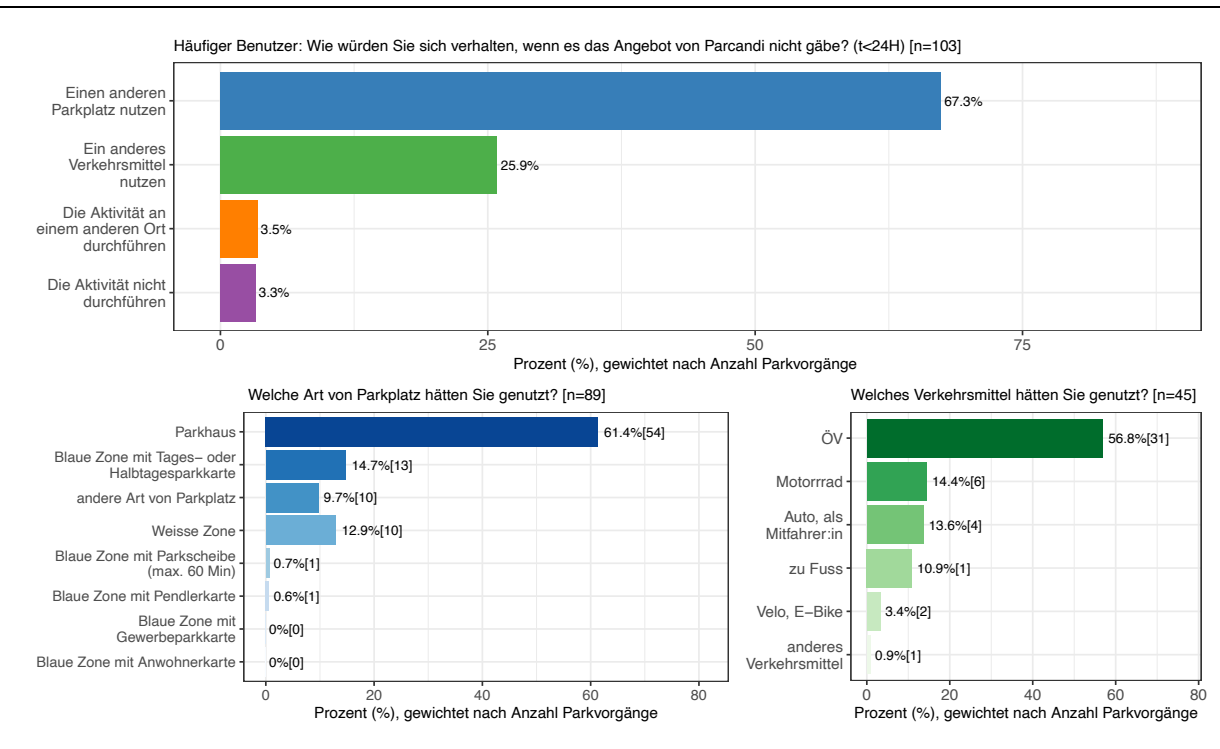
Aktivitäten bei Parkfeldbenutzungsdauer von **über 24h** (n=15)



Anders als bei den Gelegenheitsnutzenden bezieht sich der Fragebogen, der für Regelmässig- und Dauernutzende eingesetzt wurde, nicht auf einen bestimmten Parkvorgang, sondern auf die Parkierung am von der Person häufigsten genutzten Standort. Dementsprechend wurden die Antwortenden gebeten mittels des Fragetyps «konstante Summe» anzugeben, wie ausgeprägt die verschiedenen Substitutionsreaktionen sind. Daher umfassen die in Abb. 25 und Abb. 26 jeweils oben dargestellten Balkengrafiken nur relative Angaben der Auswahlhäufigkeit.

Regelmässig-Nutzende, die normalerweise ein Parkplatz von Parcandi für weniger als 24h nutzen, würden in rund zwei Drittel der Fälle einen anderen Parkplatz nutzen, falls das Angebot von Parcandi nicht bestünde. In etwa einem Viertel der Fälle würde ein anderes Verkehrsmittel genutzt und in rund 3% der Fälle würde die Aktivität an einem anderen Ort respektive nicht durchgeführt. Im Vergleich mit Gelegenheitsnutzenden (Abb. 23) zeigt sich, dass der Anteil der Verhaltensreaktion «einen anderen Parkplatz nutzen» rund 10 Prozentpunkte geringer, dafür «ein anderes Verkehrsmittel nutzen» rund 10 Prozent höher liegt. Die Verhaltensreaktionen «Verzicht auf eine Aktivität» sowie «Aktivität an anderem Standort durchführen» werden von beiden Nutzendengruppen ähnlich selten angegeben.

Abb. 25 Verhaltensreaktionen bei Nutzungsdauer des Parkfeldes unter 24h für Regelmässig- und Dauernutzende



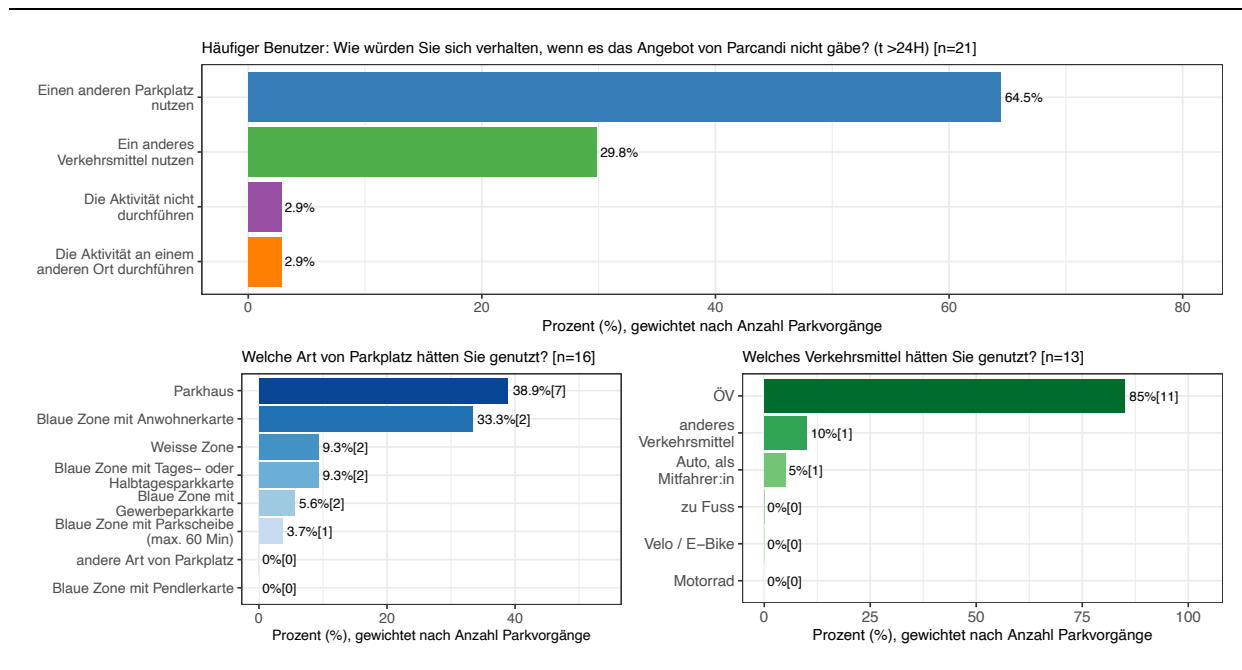
61%, der Personen, die angegeben haben, einen anderen Parkplatz zu nutzen, würden ihr Auto in einem nahegelegenen Parkhaus abstellen. Weitere 15% würden das Auto in der «blauen Zone», rund 13% in der «weissen Zone» und 10% auf «einer anderen Art von Parkplatz» parkieren. Diese Anteile liegen in der gleichen Grössenordnung wie bei Parkvorgängen unter 24h von Gelegenheitsnutzenden. Der Anteil der Alternative «Parkhaus» liegt 6 Prozentpunkte höher, derjenige der Alternative «Blaue Zone» hingegen 4 Prozentpunkte tiefer.

Im Falle der 26% der Fahrten, für die ohne Zugang zu einem Parkplatz von Parcandi ein anderes Verkehrsmittel benutzt würde, würden knapp 57% den ÖV für diese Fahrt nutzen. Jeweils 14% würden ein Motorrad benutzen, respektive ihr Reiseziel als Mitfahrer:in erreichen. In 11% der Fälle würde das Ziel zu Fuss und in 4% per Velo erreicht werden. Im Vergleich mit den für Gelegenheitsnutzenden erhobenen Daten wird der ÖV weniger oft, dafür wird das Motorrad und das Auto als Beifahrer:in als Substitut in Erwägung gezogen.

Regelmässig- und Dauernutzende, die häufig **über 24h** lang parkieren würden in 65% der Fälle einen anderen Parkplatz nutzen, falls kein Parkfeld von Parcandi zur Verfügung stünde (Abb. 26). In über der Hälfte der Fälle würde ein Parkplatz in der blauen Zone genutzt, wobei Personen mit Anwohnerparkkarten hinter den meisten dieser Antworten stehen. Es kann also schlussgefolgert werden, dass das Parkfeldangebot von Parcandi für diesen Personenkreis in Situationen mit hohem Parkfelddruck in der blauen Zone als eine Art «Überlaufbecken» genutzt wird. In weiteren knapp 40% der Fälle würde ein Parkplatz in einem Parkhaus genutzt.

In rund 30% der Fälle würde ein anderes Verkehrsmittel genutzt, falls kein Parkplatz von Parcandi zur Verfügung stehen würde. Dabei würden 85% dieser Fahrten mit dem ÖV, 10% durch «andere Verkehrsmittel» und 5% durch Fahrten als Mitfahrer:in ersetzt.

Abb. 26 Verhaltensreaktionen bei Nutzungsdauer des Parkfeldes über 24h für Regelmässig- und Dauernutzende



3.5 Mehrverkehr aufgrund von Substitution

Die Nutzung von Parcandi-Parkfeldern führt zu Mehrverkehr, falls ohne Zugang zum Parkfeld die Fahrt mit einem anderen Verkehrsmittel oder die Aktivität nicht durchgeführt worden wäre. Falls eine Aktivität an einem anderen Ort durchgeführt worden wäre, kommt es darauf an, wo sich dieser Standort in Bezug auf die vorher und nachher durchgeführte Aktivität befindet. Im Fall, dass sich der Parcandi-Standort näher zu diesen Aktivitätsorten befindet, ergibt sich Minderverkehr, andernfalls Mehrverkehr.

Um eine Abschätzung des Mehrverkehrs vornehmen zu können, wurden im Fragebogen die Orte erfasst, von dem die Fahrt zum Parcandi-Standort ausgegangen ist respektive nach der Nutzung des Parcandi-Parkfeldes angefahren wurden. Im Fall, dass die Aktivität an einem anderen Standort durchgeführt worden wäre, wurde auch dieser Standort erfasst. Die Georeferenzierung dieser Orte erfolgte jeweils über Webkarten-Plugin (GoogleMaps).

In 88% (Startort) resp. 85% (Zielort) der Fälle war dies jeweils Wohnort, in 12% (Startort) resp. 15% (Zielort) der Fälle ein anderer Ort. Aufgrund der Koordinaten vor- und nachgelagerten Aktivitätsorte und des Parcandi-Standorts wurden mit der Google Maps Distance Matrix API die Fahrdistanzen des Hin- und Rückwegs ermittelt. Im Fall, dass die Aktivität an einem anderen Standort durchgeführt worden wäre, wurde zusätzlich auch die Fahrdistanz zwischen den vor- und nachgelagerten Aktivitätsorten und dem alternativen Zielort erfasst.

Tab. 3 zeigt die so ermittelte mittlere Fahrdistanz (und deren Standardabweichung) aufgrund von Substitution mit anderen Verkehrsmitteln differenziert nach verschiedenen Nutzengruppen und Parkdauer (kürzer und länger als 24h). Die Analyse basiert auf 116 Beobachtungen, im Mittel beträgt der Mehrverkehr pro Parkfeldnutzung 52.3 km, was einer An- sowie Wegfahrtslänge von je 25.95 km entspricht. Unrealistische Angaben, z.B. ein Fussweg von 7.8km wurden von der Analyse ausgeschlossen.

Tab. 3: Mehrverkehr aufgrund von Substitution mit anderem Verkehrsmittel

Nutzenden- gruppe	Park- dauer	Verkehrs- mittel	N	Mittlere Distanz (km)	Median (km)	Minimale Distanz (km)	Maximale Distanz (km)	Std.abw
Gelegen- heitsnut- zende	Unter 24h	ÖV	47	82	57.2	0.6	438.1	84.4
		Auto, als Mitfahrer:in	3	74.8	52.6	22.3	149.6	66.5
		anderes Verkehrs- mittel	1	16	16	16	16	-
		Velo / E- Bike	3	15.5	7.2	6	33.2	15.4
		Alle Ver- kehrsmittel	54	76.4	52.6	0.6	438.1	81.4
	Über 24h	ÖV	3	107.7	59.3	37.9	225.9	102.9
Regelmäs- sige Nut- zende	Unter 24h	ÖV	31	28.2	18.1	1.2	225.9	40.9
		Motorrad	7	17.9	22.4	0.8	26.6	10.3
		Auto als Mitfahrer:in	4	16	3.4	1.8	55.4	26.3
		Velo / E- Bike	3	5.6	4.2	4.2	8.4	2.4
		anderes Verkehrs- mittel	1	72.8	72.8	72.8	72.8	-
		Alle Ver- kehrsmittel	46	25.2	16.5	0.8	225.9	36.0
	Über 24h	ÖV	11	45.4	31.7	0.9	200.6	57.5
Auto als Mitfahrer:in		1	1.5	1.5	1.5	1.5	-	
anderes Verkehrs- mittel		1	1.3	1.3	1.3	1.3	-	
Alle Ver- kehrsmittel		13	38.6	30.3	0.9	200.6	55	
Total			116	52.3	26.8	0.6	438.1	68.5

Die in Tab. 3 aufgelisteten Werte zeigen deutliche Unterschiede der mittleren Distanz nach Nutzenden-
gruppen, Parkdauer und Verkehrsmittel. Falls die Autofahrt mit einer ÖV-Fahrt ersetzt worden wäre, fal-
len für regelmässige Nutzende sowie bei einer Parkdauer unter 24 Stunden geringere Mehrverkehrsmen-
gen an. Dies ist intuitiv gut nachvollziehbar, da bei regelmässig durchgeführten Aktivitäten mit kürzerer

Dauer geringere Wegdistanzen zurückgelegt werden als bei eher selten durchgeführten, längeren Aktivitäten.

Die geringen Fallzahlen für die Verkehrsmittel Motorrad, Auto als Mitfahrer:in Velo / E-Bike und anderes Verkehrsmittel lassen keine verallgemeinernde Interpretation zu.

Die pro Parkfeldnutzung ermittelte Mehrverkehrsmenge zeigt eine rechtsschiefe Verteilung mit einer beträchtlichen Streuung. Dies bedeutet, dass einige wenige Ausreisser mit besonders hohen Distanzen den Mittelwert erhöhen. Bei langen Fahrdistanzen von über 200 km (Hin- und Rückrichtung) stellt sich auch die Frage, ob die Verfügbarkeit eines Parkfelds von Parcandi tatsächlich der einzige Grund dafür war das Auto statt eines anderen Verkehrsmittels zu nutzen. Zudem stehen für die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung auf Basis aller Buchungsdaten stehen keine Angaben zur Wahrscheinlichkeit der Substitution durch ein bestimmtes Verkehrsmittel zur Verfügung. Daher werden für die Abschätzung des gesamten Mehrverkehrs (Kapitel 5.2.4) die in Tab. 3 je Nutzendengruppe und Parkdauer aufgelisteten Medianwerte ohne Unterscheidung nach Verkehrsmittel verwendet.

Die Kennzahlen des Mehrverkehrs aufgrund von veränderter Zielwahl und Substitution der Aktivität sind in Tab. 4 differenziert nach Nutzendengruppe und Parkdauer aufgeführt. Da diese Verhaltensreaktionen auf insgesamt nur 3% respektive 4% aller Parkfeldnutzungen zutreffen, ist die Datenbasis mit 23 Beobachtungen zur veränderten Zielwahl und 22 Beobachtungen zur Substitution der Aktivität recht dünn, insbesondere für die Fälle mit einer Parkdauer von mehr als 24h.

Tab. 4: Mehrverkehr aufgrund von veränderter Zielwahl und Durchführung der Aktivität

Substitution	Nutzendengruppe	Parkdauer	N	Mittlere Distanz (km)	Median (km)	Minimale Distanz (km)	Maximale Distanz (km)	Std.abw
Veränderte Zielwahl	Gelegenheitsnutzende	Unter 24h	9	-0.2	-6.0	-34.3	43.0	24.2
		Über 24h	2	61.4	61.4	-2.9	125.6	90.9
	Regelmäßige Nutzende	Unter 24h	11	44.4	19.6	-29.3	148.6	64.5
		Über 24h	2	26.8	26.8	-2.3	55.8	41.1
Total			24	26.9	4.6	-34.4	148.6	54.0
Aktivität nicht durchgeführt	Gelegenheitsnutzende	Unter 24h	10	103.3	81.3	0.3	231.8	81.8
		Über 24h	3	585.6	460.9	12.9	1283.0	644.2
	Regelmäßige Nutzende	Unter 24h	8	15.9	8.2	0.8	45.1	15.6
		Über 24h	2	13.8	13.8	3.1	24.5	15.1
Total			23	133.1	30.6	0.3	1283	279.4

Auch bezüglich des Mehrverkehrs aufgrund von veränderter Zielwahl und Durchführung der Aktivität sind die für einzelne Beobachtungen ermittelten Werte breit gestreut und unterliegen einer rechtsschiefen Verteilung.

Bezüglich der veränderten Zielwahl sind auch Beobachtungen mit Minderverkehr ermittelt worden. Der Medianwert von -6.0km bei Gelegenheitsnutzenden mit einer Parkdauer von unter 24h zeigt, dass für dieses Segment die Nutzung eines Parcandi-Parkfelder in der Regel zu einer geringeren Fahrdistanz führt, da aufgrund des Parkfeldangebots ein näher gelegenes Ziel angefahren wird, also beispielsweise im näher gelegenen Stadtzentrum eingekauft wird, statt in einem weiter entfernt gelegenen Einkaufszentrum in der Agglomeration.

Die Beobachtungen des Mehrverkehrs aufgrund einer Substitution eine Aktivität von Gelegenheitsnutzenden unterliegen einer besonders grossen Streuung. Für den Fall einer Parkdauer von über 24h werden sogar Werte von über 1'200km ausgewiesen. Dabei ist fraglich, ob die Verfügbarkeit eines Parkfelds von Parcandi tatsächlich der einzige, ausschlaggebende Grund dafür war, die weite Anreise für die betreffende Aktivität auf sich zu nehmen. Ebenso muss in Frage gestellt werden, ob stattdessen keine anderen Aktivitäten an anderen Standorten durchgeführt worden wären, was wiederum mit Verkehr verbunden gewesen wäre. Daher wird in diesem Fall bei der Abschätzung des gesamten Mehrverkehrs (Kapitel 5.2.4) der für Gelegenheitsnutzende ermittelte Medianwert verwendet.

3.6 Zwischenfazit

Im Überblick kann aus der deskriptiven Analyse in Bezug auf die verkehrliche Wirkung der flexiblen Vermietung privater Parkfelder folgendes Zwischenfazit gezogen werden:

- Die Häufigkeiten der während dem Parkiervorgang nachgegangenen Aktivitäten unterscheiden sich je nach Nutzendengruppe und Parkierdauer (geringer oder länger als 24h) zum Teil deutlich. Gleichzeitig zeigen sich bezüglich des Substitutionsverhaltens zwischen diesen Nutzendensegmenten insgesamt aber nur geringe Unterschiede.
- Die mit Abstand am wichtigste Substitutionsreaktion ist die Nutzung eines anderen Parkplatzes. Dabei wird die Nutzung eines Parkfelds in einem Parkhaus am häufigsten in Erwägung gezogen. Am zweithäufigsten würde in diesen Fällen ein Parkfeld in der blauen Zone genutzt. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass ein Grund für die Nutzung eines von Parcandi angebotenen Parkfelds darin liegt, Parksuchverkehr zu vermeiden, wenn freie, öffentliche Parkfelder rar sind.
- Die Substitution von Autofahrten mit dem ÖV ist für Personen, die regelmässig ein Parkfeld von Parcandi nutzen, von deutlich höherer Relevanz als für Gelegenheitsnutzende. Ein Grund dafür dürfte sein, dass in diesem Segment der Parkzweck «Arbeit» deutlich wichtiger ist und der ÖV bei Pendelfahrten eine geeignetere Alternative darstellt als bei anderen Verkehrszwecken.
- Aufgrund der Ortsangaben der Parkfeldnutzung vor- und nachgelagerten Aktivität konnte für die verschiedenen Arten des Substitutionsverhaltens entstehende Mehrverkehr beziffert werden. Dabei zeigen sich je nach Nutzendengruppe und Parkdauer deutliche Unterschiede. Aufgrund dessen rechtschiefen Verteilung wird zur Abschätzung des Gesamtverkehrs jeweils der pro Nutzendengruppe und Parkdauer ermittelte Medianwert verwendet.

4 Statistische Modellierung zur verkehrlichen Wirkung

4.1 Vorgehen

Es ist davon auszugehen, dass Faktoren wie der Standort der Parkierungsanlage, die Tageszeit und die Dauer sowie der Wochentag der Parkfeldbenutzung einen Einfluss auf die Häufigkeit der verschiedenen Arten des Substitutionsverhaltens und somit auf die verkehrliche Wirkung der flexiblen Vermietung von privaten Parkfelder haben. Mit statistischen Modellen kann einerseits geprüft werden, welche dieser

Variablen einen signifikanten Einfluss auf die Häufigkeit der verschiedenen Arten des Substitutionsverhaltens haben. Andererseits kann mit statistischen Modellen für alle vorliegenden Buchungsdaten die Wahrscheinlichkeit verschiedener Verhaltensreaktionen quantifiziert werden. Durch eine solche Modellanwendung kann also die aufgrund der Befragungsdaten erhobenen Verhaltensreaktionen auf die Grundgesamtheit der vorliegenden Buchungsdaten verallgemeinert werden, was im Vergleich zu den Auswertungen in Kapitel 3 zu einem repräsentativeren und differenzierteren Gesamtbild der verkehrlichen Wirkung führt.

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden mit der multinominalen logistischen Regression und *Random Forrest* zwei unterschiedliche Modellansätze getestet, um das Substitutionsverhalten zu beschreiben. Während bei der multinominalen logistischen Regression die Modellform vorgegeben werden muss, handelt es sich beim Random Forrest um ein rein datengetriebenes Verfahren. Bei der Validierung der Random Forrest Modelle hat sich gezeigt, dass diese bei der Modellanwendung die beobachteten Wahlanteile nicht reproduzieren können, sondern für fast alle Beobachtungen jeweils die insgesamt am häufigsten gewählte Alternative zuordnen. Offenbar war die zur Verfügung stehende Datenbasis für diesen rein datengetriebenen nicht genügend gross. Daher wurde auf die weitere Verfolgung dieses Modellansatzes zur Abschätzung der verkehrlichen Wirkung verzichtet.

Von Gelegenheitsnutzenden standen für die Modellierung Angaben zum Substitutionsverhaltens bei 555 Parkvorgängen zur Verfügung. Bei Regelmässig- und Dauernutzenden haben 124 Personen den Fragebogen ausgefüllt. Bei der Modellierung hat sich gezeigt, dass diese Datenbasis nicht ausreicht, um statistisch belastbare Modelle zu schätzen. Gleichzeitig zeigt die deskriptive Analyse aber teilweise deutliche Unterschiede Substitutionsverhaltens zwischen diesen beiden Nutzendengruppen. Daher wurde entschieden die beiden Datensätze für die Modellierung nicht zusammenzufügen. Demgemäss beziehen sich die in diesem Kapitel vorgestellten Modelle nur auf Angaben von Gelegenheitsnutzenden.

Unabhängig vom Modellansatz wurde jeweils zwei Modelle entwickelt. Beim ersten Modell wurde die auf übergeordneter Ebene aufgeführten Verhaltensalternativen als abhängige, zu erklärende Variable verwendet. Das zweite Modell zielt darauf ab die Faktoren zu quantifizieren, welche die Wahl des Parkplatztyps beeinflussen. Dabei werden nur Daten von Personen berücksichtigt, die auf der übergeordneten Ebene angegeben haben, dass für den Fall, dass kein Parkfeld von Parcandi zur Verfügung steht, auf einen anderen Parkplatz ausgewichen würden.

Zur Modellierung welche Art von alternativem Verkehrsmittel genutzt würde, standen zu wenige Daten zur Verfügung. Daher wurde hier auf die Entwicklung entsprechender statistischer Modelle verzichtet.

4.2 Klassifikation mit Multinominalem Logit-Modell

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden folgende multinominale logistische Regressionsmodelle (MNL) entwickelt:

- Modelle 1.1 und 1.2: Modellierung der Wahlmöglichkeiten als Alternative zum Parken auf dem Parcandi-Parkplatz auf übergeordneter Ebene mit folgenden Auswahlalternativen:
 - a) "Einen anderen Parkplatz genutzt". (Anderer Parkplatz)
 - b) "Ein anderes Verkehrsmittel genutzt" (Anderes Verkehrsmittel)
 - c) "Die Aktivität(en) an einem anderen Ort durchgeführt" (Anderer Aktivitätsort)
 - d) "Die Aktivität nicht durchgeführt" (Aktivität nicht durchführen)
- Modelle 2.1 und 2.2: Modellierung der Wahl derjenigen Nutzer, die sich für einen anderen Parkplatz entschieden hätten (Wahl der Alternative a) in Modell 1):
 - a) "andere Art von Parkplatz"

- b) "Blaue Zone"
- c) "Parkhaus"
- d) "Privater Parkplatz"
- e) "Weisse Zone"

Das Verhalten der Nutzer, die weniger als 24 Stunden parken, dürfte sich von dem der Nutzer, die mehr als 24 Stunden parken, unterscheiden. Daher wurde der Datensatz aufgeteilt und je ein MNL-Modell für beide Datensätze ($t < 24h$: Modelle 1.1 und 2.1; $t > 24h$: Modelle 1.2 und 2.2) separat erstellt.

Beide Modelle verwendeten als unabhängige Variablen die folgenden Informationen:

1. Parkdauer in drei Kategorien:
Parkdauer bis 24h: «bis 2 Stunden», «2 bis 8 Stunden», «8 Stunden bis 24 Stunden».
Parkdauer über 24h: «24 bis 48 Stunden», «48 bis 72 Stunden», «72 Stunden und länger».
2. Startzeit des Parkens (drei Kategorien: «Morgen» (6h - 12h), «Nachmittag» (12h - 19h), und «Nacht» (19h - 6h))
3. Parkierungsanlagen mit drei Kategorien: «Reitergasse», «Picassoplatz», «Sennweg» (die drei Anlagen mit den meisten Antworten)
4. Wochentag (zwei Kategorien: "Mo-Fr" oder "Wochenende")

Auf die Verwendung weiterer mit dem Fragebogen erfassten Variablen wurde verzichtet, da diese bei der Anwendung der Modell auf die Buchungsdaten nicht verfügbar wären und somit in Bezug auf die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung keinen Mehrwert schaffen.

Die Entwicklung der Modellform erfolgte jeweils evidenzbasiert aufgrund bivariaten Datenanalysen. Darauf basierend wurden verschiedene Modellformulierungen getestet und jeweils versucht, den Anteil der Variation bei den Auswahlwahrscheinlichkeiten (d. h. die Wahl der Alternative zu Parcandi in Modell 1) bestmöglich zu erklären.

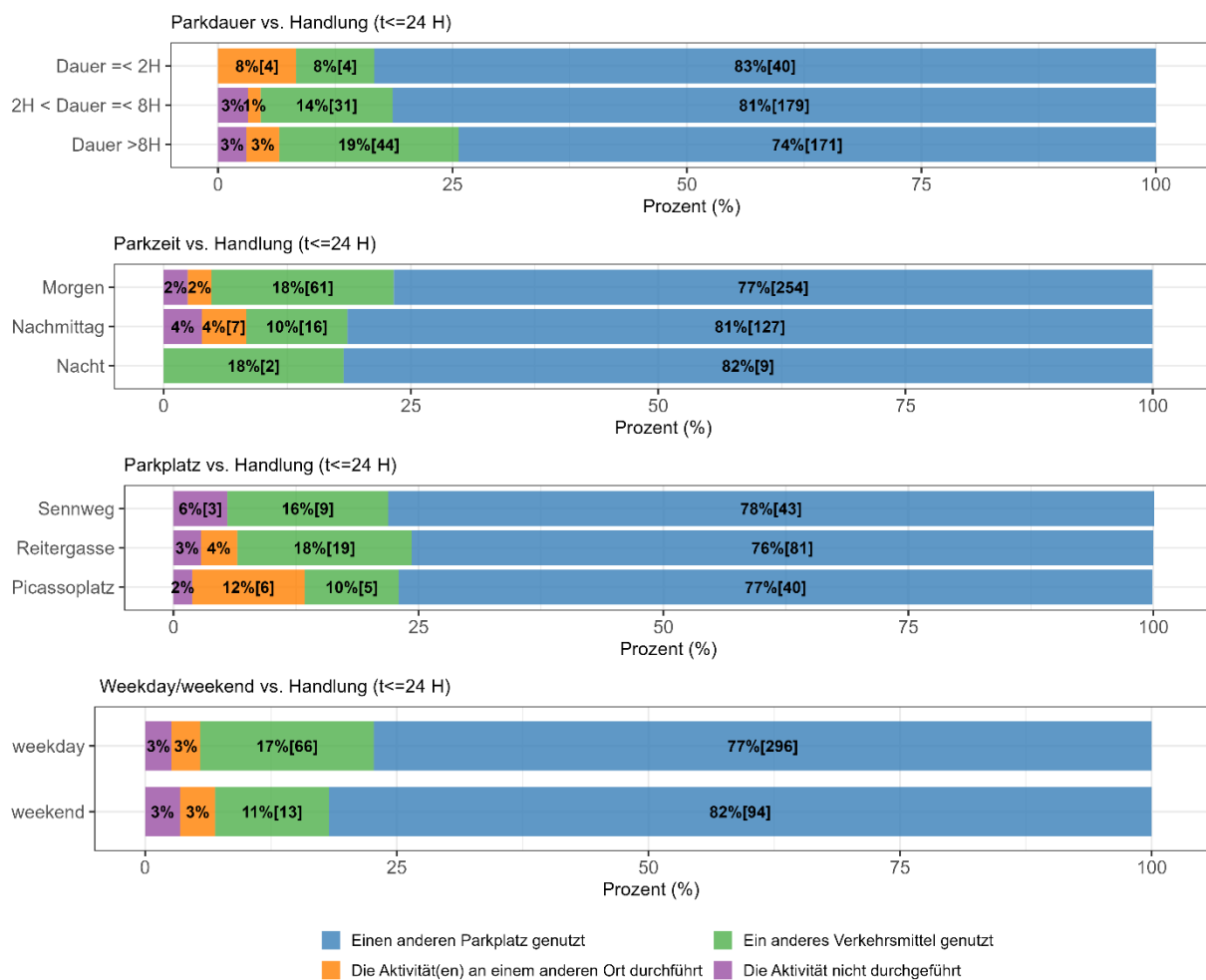
Die Schätzung der Modell-Parameter erfolgte mit Apollo (Hess und Palma 2019), einer in der Softwaresprache R geschriebenen Open Source Bibliothek zur Schätzung von MNL-Modellen).

4.2.1 Modell 1.1 zum Substitutionsverhalten auf übergeordneter Ebene mit Daten zu Parkvorgängen kürzer als 24h

Abb. 27 zeigt die Verhaltenssubstitution auf der übergeordneten Ebene in Abhängigkeit von den Merkmalen der entsprechenden Buchung (d. h. Dauer, Tageszeit, Ort und Wochentag). Die Daten beziehen sich auf die Nutzer, die den Parkplatz für weniger als 24 Stunden genutzt haben ($t < 24h$).

Insgesamt unterscheiden sich die Wahlanteile gemäss der verschiedenen Merkmalen nicht sehr stark und bewegen im Bereich von +/- 5% je Merkmal. Bei der Modellierung wurde trotzdem systematisch getestet, inwiefern einzelne Variablen die Wahl statistisch relevant beeinflussen.

Abb. 27: Verhaltenssubstitution auf der übergeordneten Ebene in Abhängigkeit von den Merkmalen der entsprechenden Buchung (Parkdauer <24h)



Die geschätzten Parameter von Modell 1a (t<24h) sind in Tab. 5 dargestellt. Der t-Wert für jeden Parameter gibt das Konfidenzniveau seiner Schätzung an. In diesem Fall umfasst das Modell 11 Parameter auf der Grundlage von 499 Beobachtungen. Dies bedeutet, dass das Modell 477 Freiheitsgrade umfasst (499-11-1). Dementsprechend entspricht ein t-Wert von 1,1 einer Schätzung mit einem Konfidenzniveau von 75 % entspricht, während ein t-Wert von 1,65 einem Konfidenzniveau von 90 % entspricht. 7 der 11 Parameter in Tab. 3 weisen einen t-Wert von mehr als 1,1 auf und werden somit mit einem Konfidenzniveau von mehr als 75 % geschätzt, während nur 3 einen t-Wert von mehr als 1,65 aufweisen (Schätzung mit einem Konfidenzniveau von 90 %).

Ein positiver Parameterwert weist jeweils darauf hin, dass die jeweilige unabhängige Variable zu einer höheren Auswahlwahrscheinlichkeit der zugehörigen Alternative beiträgt. Umgekehrt führt ein negativer Wert zu einer geringeren Auswahlwahrscheinlichkeit der zugehörigen Alternative.

Aufgrund der geringen Variation der Wahlwahrscheinlichkeiten zwischen den Kategorien der unabhängigen Variablen über die einzelnen Wahlalternativen (siehe Abb. 27) ist auch die Erklärkraft der zugehörigen Parameter beschränkt. Mit einem Rho-Quadrat Wert von 0.5 weist das Modell aber eine

hohe Modellgüte auf, was primär auf die stark ausgerpögte und signifikante Konstante der Alternative «anderer Parkplatz gewählt» zurückzuführen ist.

Das niedrige Konfidenzniveau einiger Parameter ist auch auf die geringe Anzahl der für die Schätzung verwendeten Beobachtungen zurückzuführen. Zum Beispiel wurde der Koeffizient "Anderer Parkplatz – Parkbeginn: nachts (19h-6h)" auf der Grundlage von nur 9 Beobachtungen geschätzt. Dies erklärt, warum er einen niedrigen t-Wert (0.42) und einen hohen Standardfehler (0.8) aufweist.

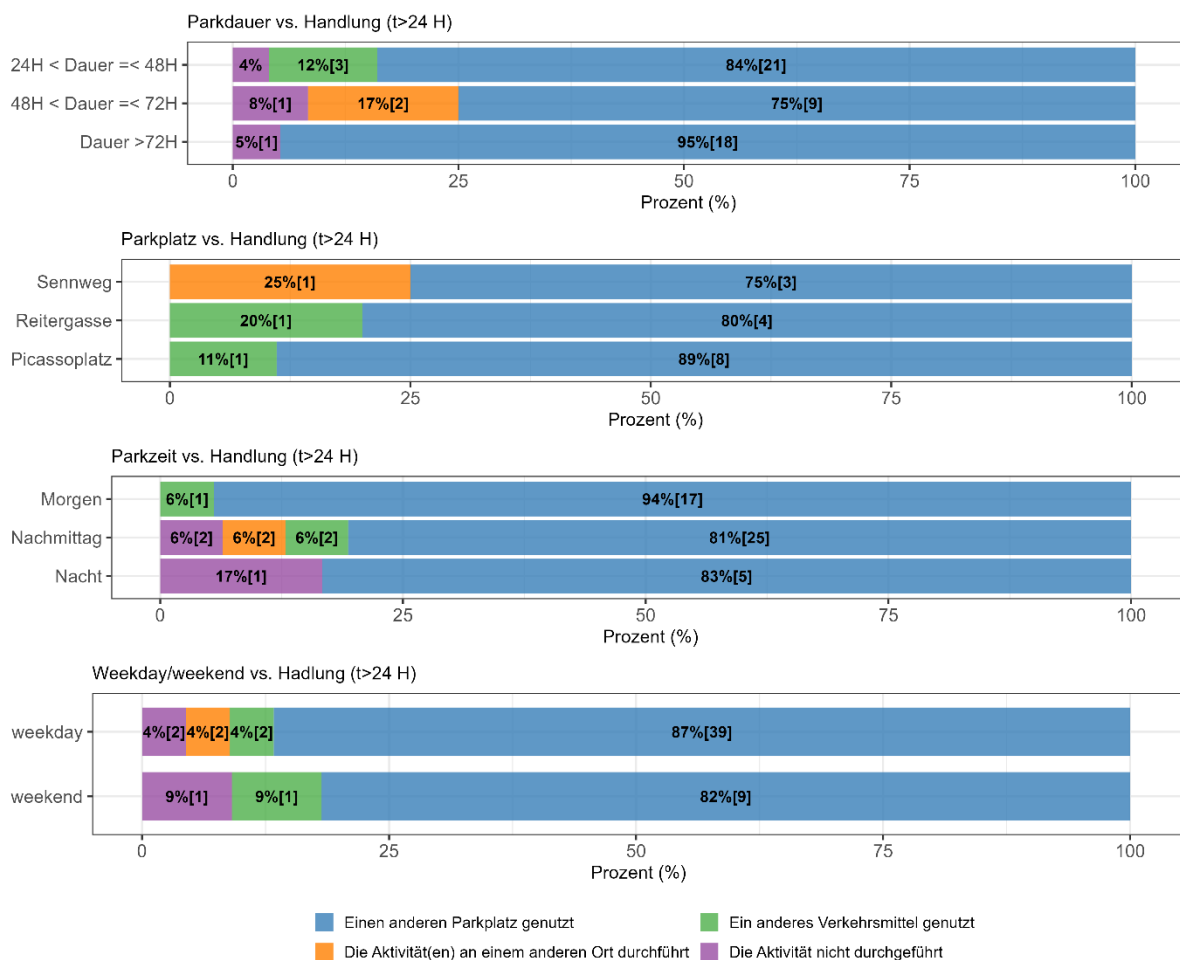
Tab. 5: Geschätzte Parameter und statistische Angaben zu Modell 1.1 (Parkdauer < 24 Stunden)

		Parameter	Standardfehler	t-Wert
Anderer Park- platz	Konstante	3.48	0.34	10.30
	Parkdauer: bis 2h	0.79	0.55	1.42
	Parkbeginn: Sa/So (Wochenende)	-0.31	0.44	-0.70
	Parkbeginn: nachts (19h-6h)	0.34	0.80	0.42
Anderes Ver- kehrsmittel	Konstante	1.14	0.51	2.24
	Parkdauer: länger als 8h	0.29	0.26	1.11
	Parkbeginn: Mo-Fr	0.74	0.52	1.41
Anderer Aktivitätssort	Konstante	-0.40	0.47	-0.85
	Parkdauer: bis 2h	1.69	0.81	2.09
	Standort: Picassoplatz	1.75	0.56	3.10
Aktivität nicht durchführen	Konstante	0.00	-	-
	Standort: Sennweg	0.82	0.67	1.23

4.2.2 Modell 1.2 zum Substitutionsverhalten auf übergeordneter Ebene mit Daten zu Parkvorgängen länger als 24h

In gleicher Art und Weise wie bei Modell 1.1 wurde auf für Modell 1.2 zunächst die Verhaltenssubstitution deskriptiv analysiert. Abb. 28 zeigt die Verhaltensreaktionen auf der übergeordneten Ebene in Abhängigkeit von der für die Modellierung berücksichtigten Merkmalen für Parkvorgänge, die länger dauern als 24h. Im Vergleich zu Modell 1.1 streuen die Wahlanteile hier stärker. Dies ist aber im Kontext der deutlich geringeren Anzahl an verfügbaren Datenpunkten (56 Beobachtungen für Modell 1.2 vs. 499 Beobachtungen für Modell 1.1) zu interpretieren.

Abb. 28: Verhaltenssubstitution auf der übergeordneten Ebene in Abhängigkeit von den Merkmalen der entsprechenden Buchung (Parkdauer >24h)



Tab. 6 zeigt die Ergebnisse des MNL-Modells . Das Modell basiert auf nur 56 Beobachtungen, umfasst 9 Parameter und somit 46 Freiheitsgrade. Dementsprechend ergibt sich bei einem t-Wert von 1,17 ein Konfidenzniveau von 75 %.

Fünf der neun Modellparameter mit einem Konfidenzniveau von mehr als 75 % geschätzt, aber nur eine mit einem Konfidenzniveau von mehr als 90% (t=1.67). Dies ist hauptsächlich auf den begrenzten Umfang des Datensatzes zurückzuführen. Die in Tab. 8 dargestellten Kennwerte der Modellgüte weisen aber darauf hin, dass das Modell die beobachtete Varianz trotzdem besser zu beschreiben vermag als dies bei Modell 1.1 der Fall ist.

Tab. 6: Geschätzte Parameter und statistische Angaben zu Modell 1.2 (Parkdauer < 24 Stunden)

			Parameter	Standardfehler	t-Wert
Anderer Parkplatz	Park-	Konstante	2.09	1.04	2.00
		Parkdauer: länger als 72h	1.82	1.18	1.53
		Parkbeginn: Mo-Fr	0.23	0.99	0.23
		Parkbeginn: morgens (6h)	1.47	1.19	1.24
		Standort: Picassoplatz	1.02	1.20	0.86

Anderes Verkehrsmittel	Ver-	Konstante	0.41	0.91	0.44

Anderer Aktivitätssort		Konstante	0.00	-	-

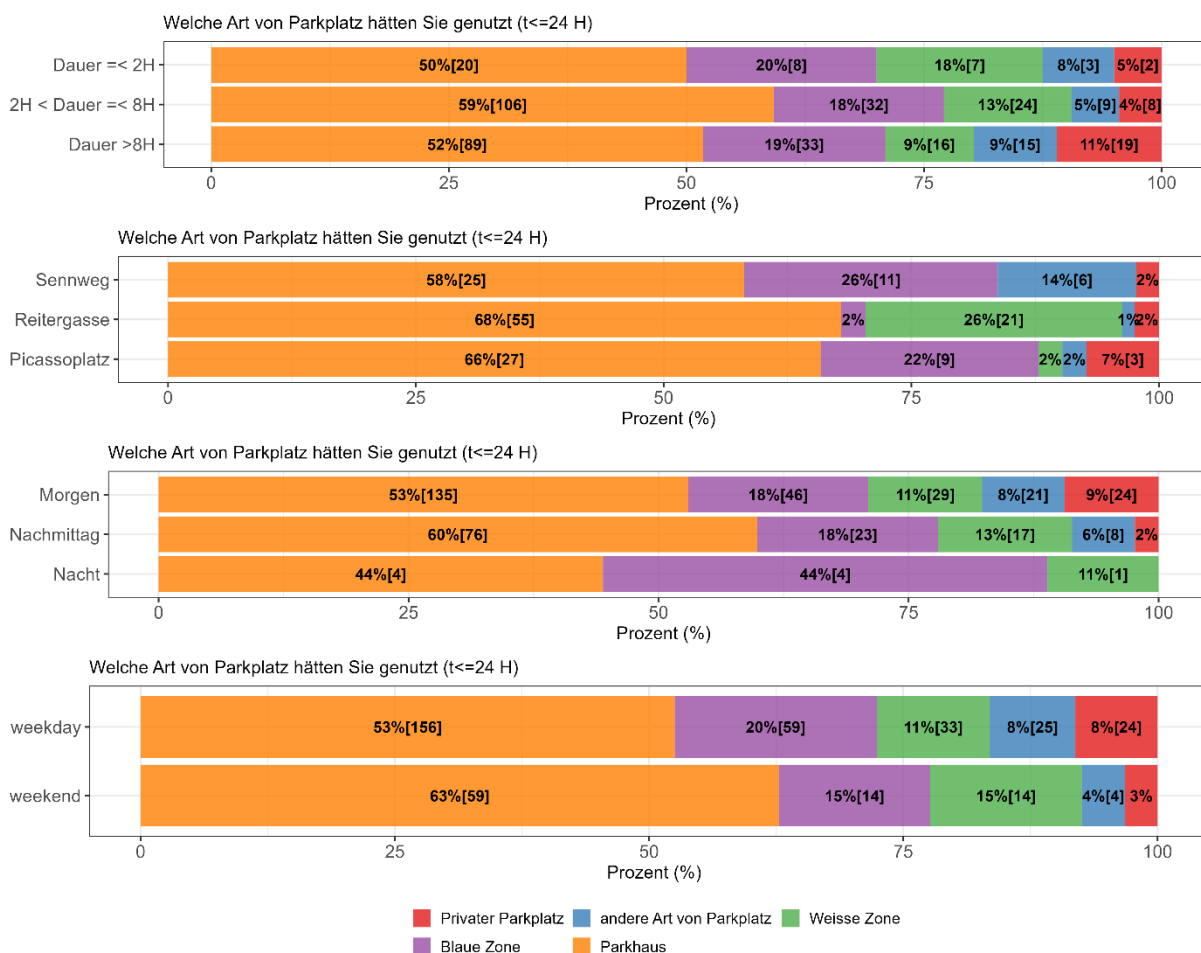
Aktivität nicht durchführen	nicht	Konstante	-0.27	1.23	-0.22
		Parkbeginn: nachts (19h-6h)	2.16	1.62	1.33
		Parkdauer: 48h - 72h	0.89	1.48	0.60

4.2.3 Modell 2.1 zum Substitutionsverhalten auf Ebene «Typ des alternativ gewählten Parkplatzes» mit Daten zu Parkvorgängen kürzer als 24h

Falls die befragten Personen angegeben haben, dass sie für den Fall, dass kein Parkplatz von Parcandi zur Verfügung gestanden hätte einen anderen Parkplatz genutzt hätten, wurde im Fragebogen mittels einer Folgefrage erfasst, welcher Typ von Parkplatz benutzt würde. In 56% der 391 Beobachtungen haben die befragten Personen angegeben, dass sie ein Parkfeld in einem Parkhaus nutzen würden. In 18% der Fälle würde das Auto in der blauen Zone und in 12% in der weissen Zone abgestellt. Auf «andere Arten von Parkplätzen» sowie «private Parkplätze» entfallen 8%, respektive 7%.

Die nach Parkdauer, Standort, Tageszeit und Wochentag/Wochenende differenzierten Anteile dieses Substitutionsverhaltens sind in Abb. 29 dargestellt. Wie bereits beim Substitutionsverhalten auf der übergeordneten Ebene (Modelle 1.1 und 1.2) zeigt sich insgesamt eine beschränkte Variation der Wahlanteile für die aufgeführten, direkt aus den Buchungsdaten ableitbaren Kriterien.

Abb. 29: Verhaltenssubstitution auf der Ebene «Typ des alternativ gewählten Parkplatzes» in Abhängigkeit von den Merkmalen der entsprechenden Buchung (Parkdauer <24h)



Aufgrund der deskriptiven Analyse wurde bei der statistischen Modellierung getestet, inwiefern die Berücksichtigung bestimmter Variablen die Erklärungskraft des Modells verbessern. Das Ergebnis dieses Modellierungsprozesses ist in Tab. 7 dargelegt. Das Modell basiert auf 14 Parametern und somit 376 Freiheitsgraden. Dementsprechend ergibt sich bei einem t-Wert von 1.1 ein Konfidenzniveau von 75 %. Bei zehn Parametern weisen einen t-Wert von über 1.1 aus und haben somit zu einer Wahrscheinlichkeit von 75% einen Einfluss auf das beobachtete Verhalten.

Das Modell zeigt, dass für Parkiervorgänge am Wochenende sowie Parkdauern zwischen 2h bis 8h eher auf ein Parkhaus ausgewichen würde, wenn es das Angebot von Parcandi nicht gäbe. Wird der Parkvorgang nach 19h gestartet, würde ein Parkfeld von Parcandi eher mit einem Parkfeld in der blauen Zone substituiert. Bei kurzen Parkvorgängen unter 2h und insbesondere am Standort Reitergasse würde eher auf ein Parkfeld in der Weisse Zone ausgewichen. Beim Standort Sennweg hingegen würde eher eine andere Art von Parkplatz in Betracht gezogen. Bei Parkvorgängen, die am Morgen beginnen, was typisch ist für die Nutzung durch Pendelnde, wird statistisch signifikant eher ein privater Parkplatz als Substitut angegeben.

Tab. 7: Geschätzte Parameter und statistische Angaben zu Modell 2.1 (Parkdauer < 24 Stunden)

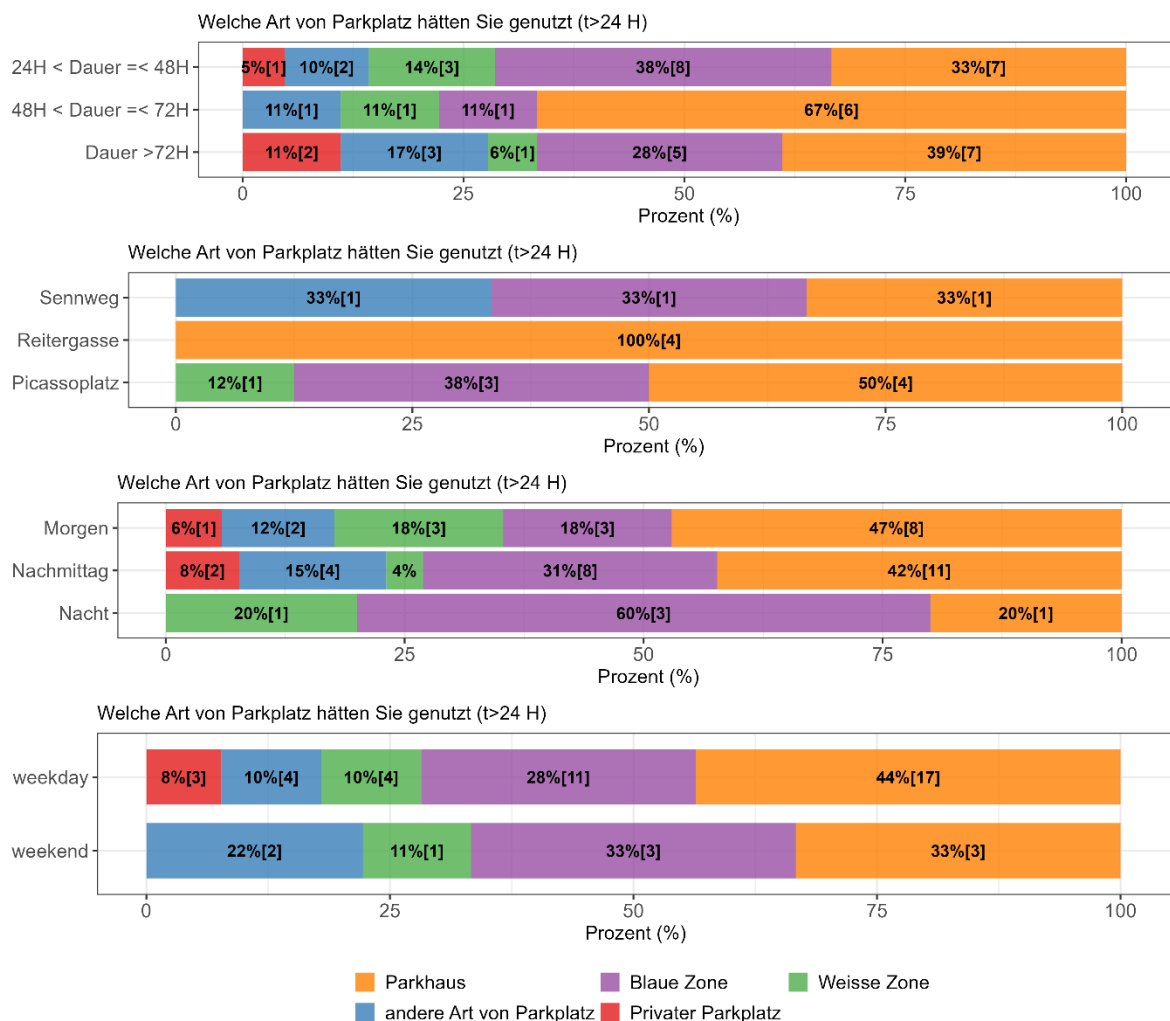
		Parameter	Standardfehler	t-Wert
Parkhaus	Konstante	3.02	0.65	4.67
	Parkbeginn: nachmittags (12h-19h)	0.04	0.24	0.18
	Parkbeginn: Wochenende (Sa/So)	0.36	0.30	1.19
	Parkdauer: 2h-8h	0.28	0.22	1.27
Blaue Zone	Konstante	2.11	0.68	3.09
	Parkbeginn: Nacht (19h-6h)	1.10	0.69	1.59
	Parkbeginn: Wochentag (Mo-Fr)	0.02	0.39	0.04
Weisse Zone	Konstante	1.28	0.65	1.97
	Parkdauer: unter 2h	0.31	0.47	0.65
	Standort: Reitergasse	1.39	0.33	4.20
Andere Parkplatzart	Konstante	1.12	0.65	1.74
	Standort: Sennweg	0.78	0.49	1.59
Privater Parkplatz	Konstante	0.00	NA	NA
	Parkdauer: länger als 8h	0.12	0.42	0.29
	Parkbeginn: Morgen (6h-12h)	1.40	0.64	2.18

4.2.4 Modell 2.2 zum Substitutionsverhalten auf Ebene der Wahl eines alternativen Parkplatztyps mit Daten zu Parkvorgängen länger als 24h

Bei Parkvorgängen, die sich über mehr als 24h erstreckten haben 86% der 56 antwortenden Personen angegeben, dass sie einen anderen Parkplatz nutzen würden, falls es das Angebot von Parcandi nicht gäbe. In 41% der Fälle würde dabei ein Parkfeld in einem Parkhaus genutzt. In 27% der Fälle würde das Auto in der blauen Zone und in 15% auf «andere Arten von Parkplätzen» abgestellt. Auf die weisse Zone sowie «private Parkplätze» entfallen 10%, respektive 6%.

Abb. 33 zeigt inwiefern sich diese über alle Antworten ermittelten Mittelwert je nach Parkdauer, Standort Tageszeit bei Beginn der Parkvorgangs sowie Art des Wochentags unterscheiden. Aufgrund der geringen Fallzahlen ergeben sich insbesondere bei gering besetzten Kategorien teilweise beträchtliche Abweichungen. Diese Unterschiede sind aufgrund der kleinen Fallzahlen mit Vorsicht zu interpretieren. Bei der Modellierung wurden daher nur Parameter berücksichtigt, die sich auf eine sinnvoll grosse Datenbasis beziehen. Demzufolge wurde auf eine Berücksichtigung von Parameter für unterschiedliche Standorte verzichtet.

Abb. 30: Verhaltenssubstitution auf der Ebene «Parkplatzart» in Abhängigkeit von den Merkmalen der entsprechenden Buchung (Parkdauer >24h)



Tab. 8 zeigt die für das Modell 2.2 gewählte Modellform und die damit ermittelten Parameter auf. Das Modell bezieht sich aber Parkvorgänge mit einer Dauer von über 24h und beschreibt, welche Art von Parkplatz anstelle eines von Parcandi vermieteten Parkfelds die Antwortenden für einen bestimmten Parkvorgang gewählt hätten.

Bei Parkvorgängen mit Parkdauer zwischen 48h bis 72h oder Beginn des Parkvorgangs zwischen Montag bis Freitag, würde eher auf ein Parkhaus ausgewichen. Bei Parkdauern bis 48h hingegen wird eher ein Parkfeld in der blauen Zone als Substitut in Betracht gezogen. Wenn der Parkvorgang nachts (19h-6h) beginnt, würde eher auf öffentliche Parkfelder in der blauen oder weissen Zone ausgewichen.

Tab. 8: Geschätzte Parameter und statistische Angaben zu Modell 2.2 (Parkdauer > 24 Stunden)

		Parameter	Standardfehler	t-Wert
Parkhaus	Konstante	1.15	0.93	1.23
	Parkdauer: 48h – 72h	0.94	0.82	1.14
	Parkbeginn: Mo - Fr	0.68	0.81	0.84
Blaue Zone	Konstante	0.85	0.79	1.09
	Parkdauer: bis 48h	0.87	0.72	1.20
	Parkbeginn: Nacht (19h-6h)	2.31	1.27	1.81
Weisse Zone	Konstante	0.32	0.76	0.42
	Parkbeginn: Nacht (19h-6h)	1.90	1.52	1.25
Andere Parkplatzart	Konstante	0.69	0.71	0.98
Privater Parkplatz	Konstante	0.00	NA	NA

4.2.5 Modellkenngrössen

Tab. 9 gibt einen Überblick zu den wichtigsten Modellkenngrössen der in den Kapiteln 4.2.1 bis 4.2.4 vorgestellten Modellen. Die für Modell 1.1 und Modell 1.2 hohen *Rho-squared* Kennwerte sind vor dem Hintergrund der grossen Wahlanteile der Alternative «anderer Parkplatz» zu interpretieren. Bei hohen Wahlanteilen einzelner Alternativen ergeben sich diesbezüglich einfacher hohe Werte.

Aufgrund der in allen Modellen mit hohen t-Werten geschätzten Modellkonstanten eignen sich die Modelle gut dafür, um bei einer Anwendung die tatsächlich beobachteten Wahlanteile über alle Beobachtungen zu reproduzieren. Die geringen Werte der Kenngrösse *Rho-squared vs. beobachtete Wahl* zeigen aber, dass die berücksichtigten Variablen eher beschränktem Masse dazu beitragen, die für einzelne Personen beobachteten Antworten zu reproduzieren.

Tab. 9: Überblick der Modellkenngrössen der verschiedenen Modelle

Modell	Modell 1.1	Modell 1.2	Modell 2.1	Model 2.2
	t < 24 h	t > 24 h	t < 24 h	t > 24 h
Dauer der Parkvorgänge				
Anzahl Beobachtungen	499	56	391	48
Anzahl Parameter	11	9	14	10
Freiheitsgrade	477	46	376	37
Loglikelihood	-333.1	-28.13	-480.6	-62.75
Rho-squared vs. gleiche Wahlanteile	0.518	0.637	0.236	0.187
Adj.Rho-squared vs. gleiche Wahlanteile	0.503	0.522	0.214	0.071
Rho-squared vs. beobachtete Wahl	0.030	0.111	0.036	0.062
AIC	668.2	74.3	989.1	143.5
BIC	734.6	92.5	1044.7	160.4

4.2.6 Zwischenfazit

Aus der statistischen Modellierung folgendes Zwischenfazit gezogen werden:

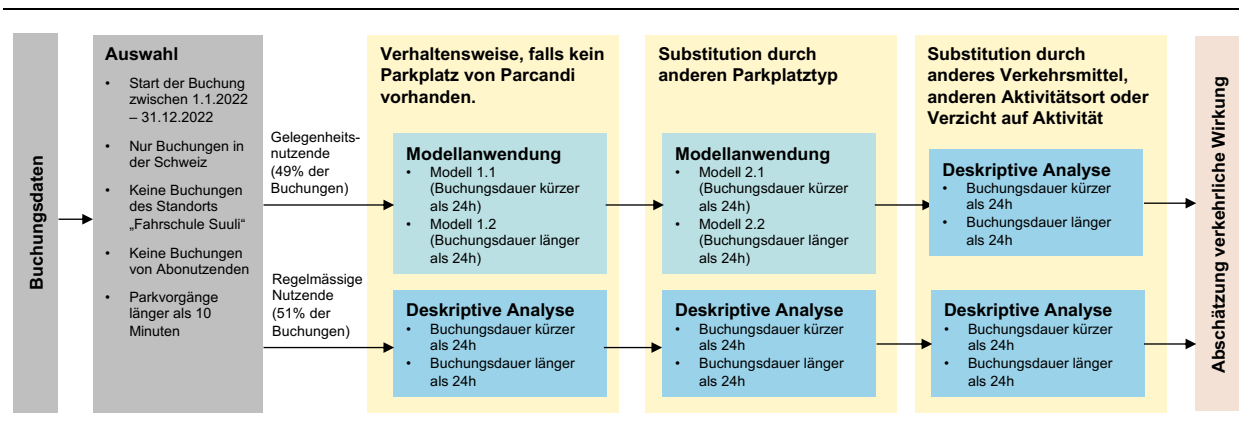
- Die in der Befragung erhobenen Informationen bilden die Datenbasis zur Abschätzung der verkehrlichen Wirkung der flexiblen Vermietung privater Parkfelder.
- Die statistischen Modelle zielen darauf ab, zu quantifizieren inwiefern verschiedene Faktoren der Parkfeldnutzung die beobachtete Varianz verschiedener Substitutionswirkungen flexibel vermieteteter Parkfelder erklären können.
- Eine Verallgemeinerung der in den Modellen identifizierten Effekte anhand der Buchungsdaten kann nur in Bezug auf Variablen erfolgen, die direkt aus den Buchungsdaten ableitbar sind.
- Daher beschränken sich die bei der Modellierung berücksichtigten unabhängigen Variablen auf die Tageszeit bei Beginn des Parkvorgangs, die Parkdauer, den Wochentag und Standorte bei einer Anwendung der Modelle.
- Die deskriptiven Analysen zeigen, dass zwischen den einzelnen berücksichtigten unabhängigen Variablen und der Substitutionswirkung nur in beschränktem Masse Zusammenhänge bestehen, was sich auch in den Ergebnissen der statistischen Modelle bestätigt. Daraus folgt:
 - Für die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung (Kapitel 5) sind primär die in Kapitel 3 nach Parkdauer und Nutzendentyp differenzierten Anteile der verschiedenen Arten des Substitutionsverhaltens ausschlaggebend.
 - Im Folgeschluss ist zu erwarten, dass sich der Umstand, dass für Regelmässig- und Dauernutzenden die Datenbasis für eine statistische Modellierung zu klein war, auf eine differenzierte Abschätzung der verkehrlichen Wirkung nur beschränkt aus.

5 Abschätzung der verkehrlichen Wirkung

5.1 Vorgehen

Zur Abschätzung der verkehrlichen Wirkung wurden die in den 679 eingegangenen Fragebögen beschriebenen Verhaltensmuster (siehe Kapitel 3.4, 3.5 und 4) anhand der Buchungsdaten für das Jahr 2022 verallgemeinert und somit auf die gesamte für das Jahr 2022 registrierte Parknachfrage hochgerechnet. Abb. 31 zeigt übersichtsartige das Vorgehen verallgemeinerten Abschätzung der verkehrlichen Wirkung. Um bei der Hochrechnung Verzerrungen zu vermeiden, wurden Buchungen mit einer Dauer von weniger als 10 Minuten und Buchungen, die über Dauermietverträge getätigt wurden (inkl. alle Buchungen am Standort «Fahrschule Suuli») ausgeschlossen.

Abb. 31: Vorgehen zur verallgemeinerten Abschätzung der verkehrlichen Wirkung



Mit dem in Abb. 31 dargelegten Vorgehen werden bei der Hochrechnung zur verallgemeinerten Abschätzung der verkehrlichen Wirkung folgende Effekte berücksichtigt:

- Unterschiede beim Substitutionsverhalten zwischen Gelegenheitsnutzenden und Regelmässig- und Dauernutzenden
- Unterschiede beim Substitutionsverhalten bei Parkierdauer unter und über 24h
- In Bezug auf das Substitutionsverhalten mit anderen Parkplatztypen und sofern statistisch nachweisbar aufgrund der verfügbaren Datenbasis: Unterschiede beim Substitutionsverhalten bei Gelegenheitsnutzenden im Hinblick auf:
 - Wochentage
 - Tageszeit bei Parkierbeginn (morgens, nachmittags, nachts)
 - Parkierdauer, detailliert (jeweils 3 Kategorien für Parkvorgänge unter und über 24h)
 - Einzelne Standorte

Bei der Hochrechnung konnten folgende Effekte **nicht** berücksichtigt:

- Unterschiede beim Substitutionsverhalten (Parkfeldtyp, Verkehrsmittelwahl, Zielwahl, Durchführung der Aktivitäten von Regelmässig- und Dauernutzenden im Hinblick auf:
 - Wochentage
 - Tageszeit bei Parkierbeginn (morgens, nachmittags, nachts)
 - Parkierdauer, detailliert (jeweils 3 Kategorien für Parkvorgänge unter und über 24h)
 - Einzelne Standorte

5.2 Resultate

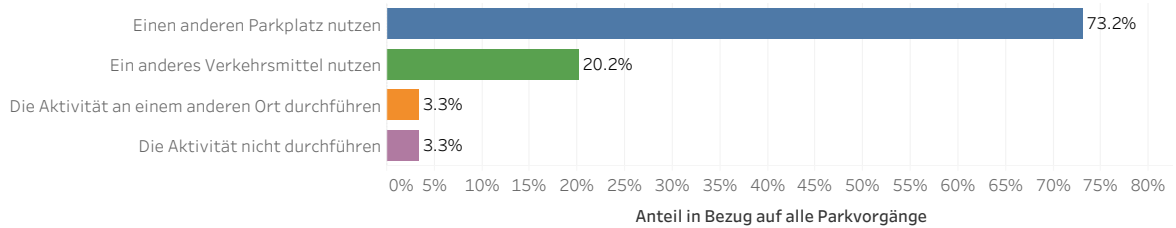
5.2.1 Verkehrliche Gesamtwirkung

Die Anwendung der statistischen Modelle und Erkenntnisse aus den deskriptiven Analysen auf alle im Jahr 2022 registrierten Buchungen zeigt, dass sich die durch die Befragung gemachten Erkenntnisse zu den Substitutionseffekten auch bei der Hochrechnung bestätigen. Kernerkenntnisse bezüglich übergeordneter Verhaltensweise (Abb. 32):

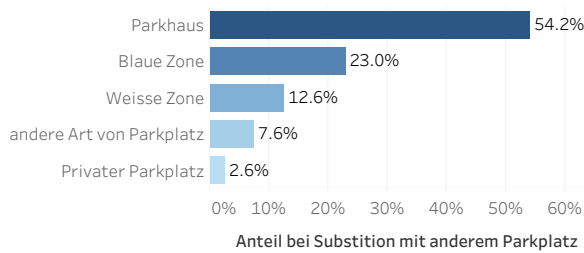
- Fast drei Viertel der Nutzenden würde ohne das Angebot von Parcandi einen anderen Parkplatz nutzen. In knapp 55% dieser Fälle würde ein Parkfeld in einem anderen Parkhaus benutzt. In rund 35% der Fälle würde stattdessen ein öffentlicher Parkplatz genutzt würde, wobei Parksuchverkehr entstehen würde
- Bei rund jedem fünfte Parkvorgang würde die Anreise mit einem anderen Verkehrsmittel erfolgen. In 75% der Fälle davon mit dem ÖV, d.h. insgesamt ersetzen 15% der Parkvorgänge ÖV-Fahrten
- Eine Anpassung der Aktivität (Standort, oder Verzicht auf Durchführung) würde nur selten erfolgen.

Abb. 32: Abschätzung der Substitutionswirkung über alle im Jahr 2022 verzeichneten Buchungen

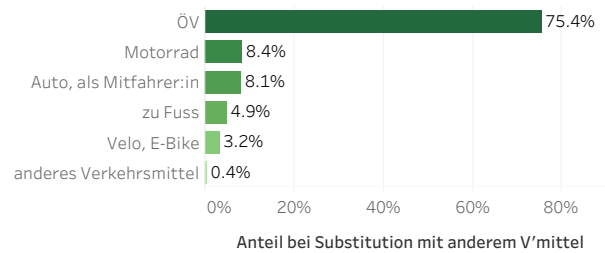
Verhaltensweise, falls es das Angebot von Parcandi nicht gäbe



Substitution durch anderen Parkplatz



Substitution durch anderes Verkehrsmittel



5.2.2 Verkehrliche Wirkung bei den am häufigsten benutzten Standorten

Um mögliche Unterschiede der verkehrlichen Wirkung nach Standort sichtbar zu machen, zeigt Abb. 33 die Häufigkeit und die Anteile der verschiedenen Arten der Substitution für die zehn am häufigsten genutzten Standorte. Es zeigt sich, dass aufgrund der statistischen Modelle und Anwendung der Erkenntnisse aus der deskriptiven Analyse zwischen den Standorten nur geringfügige Unterschiede ausgemacht werden können. Dabei ist zu bemerken, dass die Hochrechnung methodenbedingt Unterschiede der verkehrlichen Wirkung nach Tageszeit, Wochentagen sowie Standort nur für Buchungen von Gelegenheitsnutzenden differenzieren kann, welche knapp 50% aller Buchungen ausmachen.

Abb. 33: Art der Substitution, falls es da Angebot von Parcandi nicht gäbe, für die 10 Standorte mit den meisten Buchungen

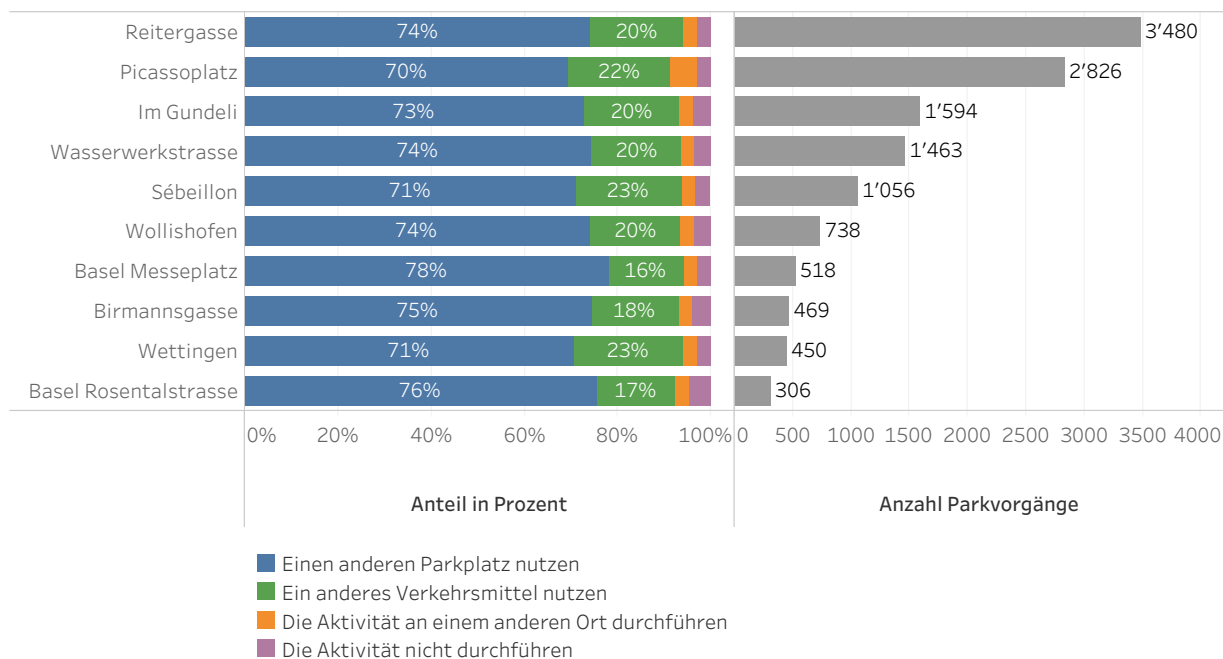


Abb. 34 zeigt die Häufigkeit und Verteilung der Substitution verschiedener Parkplatzarten für die zehn am häufigsten genutzten Standorte. Die Hochrechnung ergibt, dass zwischen den Standorten nur sehr geringfügige Unterschiede diesbezüglich auftreten, inwiefern die Nutzung von Parcandi-Parkfeldern die Nutzung anderer Parkplatztypen ersetzen. Auch hier werden bei der Hochrechnung methodenbedingt Unterschiede der Substitution nach Tageszeit, Wochentagen sowie Standort nur für Buchungen von Gelegenheitsnutzenden differenziert.

Abb. 34: Substitution durch anderen Parkplatz, nach Standort

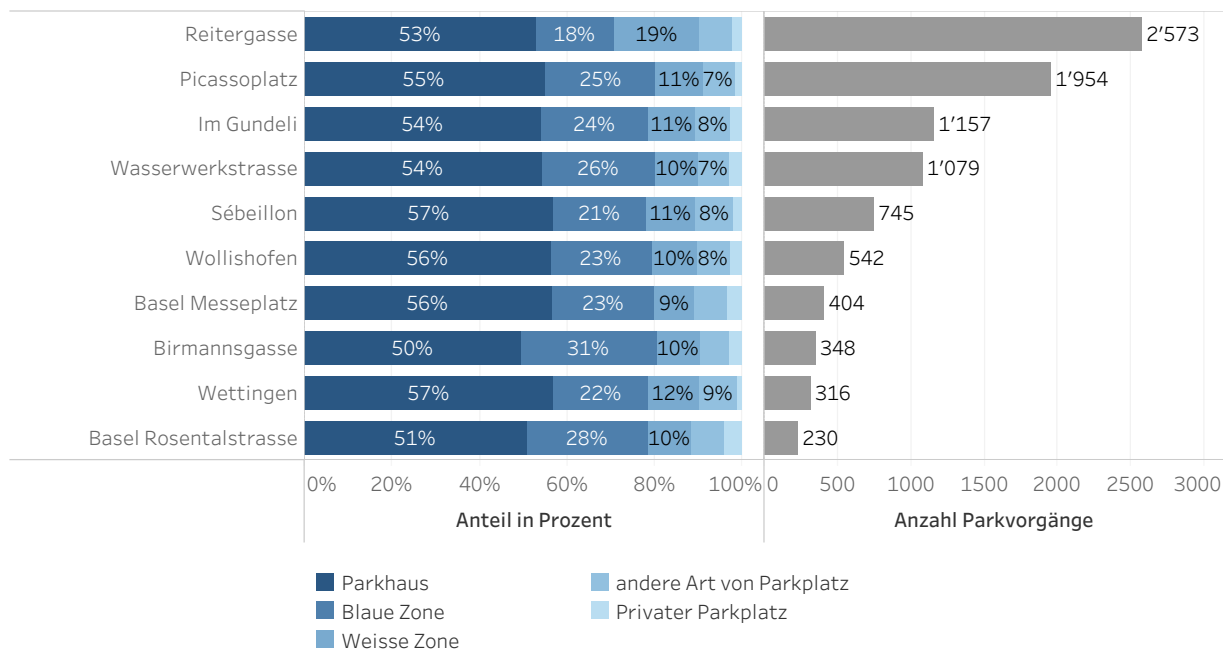


Abb. 35: Substitution mit anderem Verkehrsmittel, nach Standort

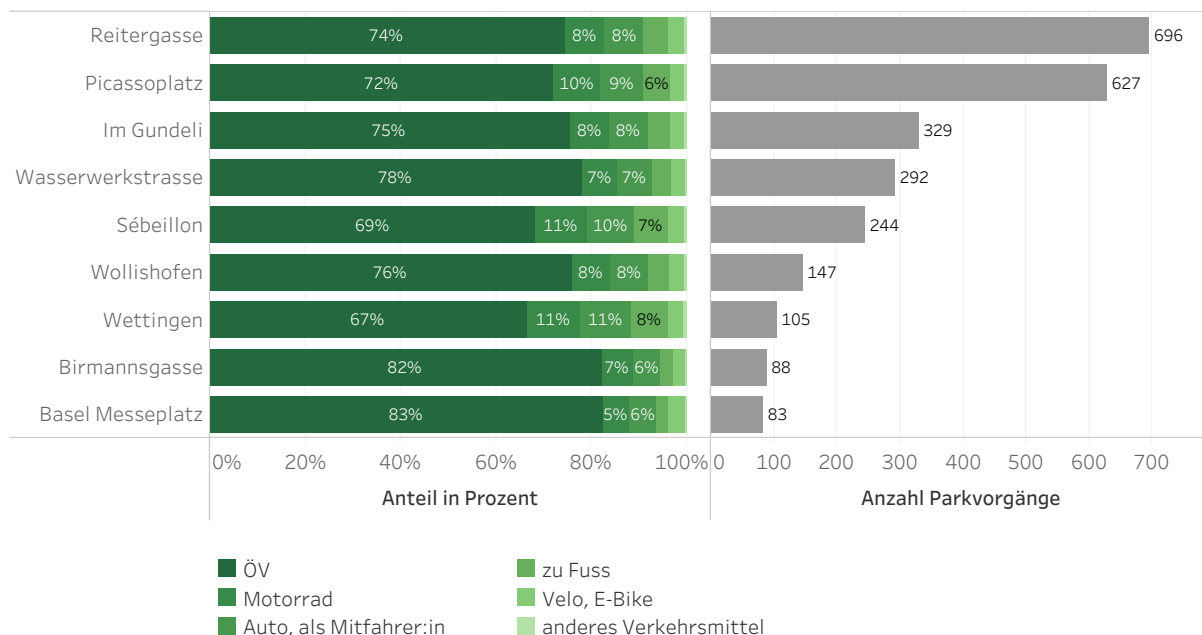


Abb. 35 zeigt die Häufigkeit und Verteilung der Substitution mit anderen Verkehrsmitteln für die zehn am häufigsten genutzten Standorte. Hier zeigen sich grössere Unterschiede zwischen den einzelnen

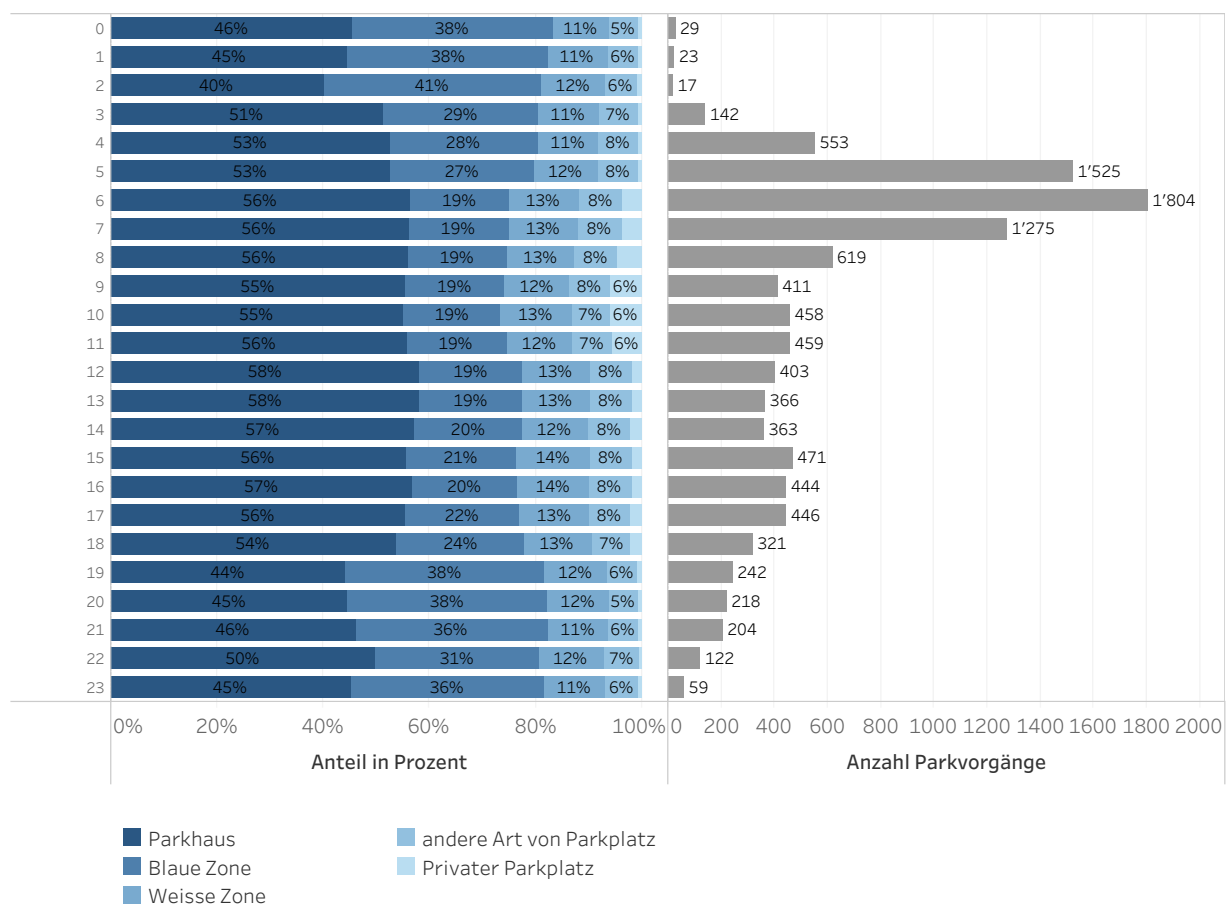
Standorten die sich primär aufgrund der für die verschiedenen Standorte unterschiedlichen zeitlichen Nutzungscharakteristiken sowie der Anteile der beiden Nutzendengruppen ergeben.

Bei der Interpretation der in Abb. 35 dargestellten Ergebnisse ist zu beachten, dass bei der Hochrechnung keine Angaben zur Qualität der ÖV-Erschliessung der einzelnen Standorte berücksichtigt wurde. Die aufgezeigten Unterschiede basieren daher nur aufgrund von Unterschieden wie diese im Abschnitt 5.2.2 dargestellt sind (nach Nutzendengruppen und Parkdauer).

5.2.3 Verkehrliche Wirkung nach Tageszeit

Abb. 36 zeigt die Häufigkeit und Verteilung der Substitution verschiedener Parkplatzarten für die nach Tageszeit bei Beginn des Parkvorgangs. Die im statistischen Modell für Gelegenheitsnutzende identifizierten Unterschiede nach Tageszeit (6h-12h, 12h-19h, 19h-6h) wirken sich sichtbar auf das Ergebnis aus, obschon Gelegenheitsnutzende nur für rund die Hälfte der Buchungen ausmachen und methodenbedingt bei der Hochrechnung nur für diese eine Wirkung der Tageszeit auf die Art des substituierten Parkplatztyps berücksichtigt wird. Interessant ist die deutliche Häufung der Parkvorgänge am Morgen, wobei hier besonders hohe Anteile der Substitution durch Parkfelder in Parkhäusern vorherrschen.

Abb. 36: Substitution durch anderen Parkplatz, nach Tageszeit (Beginn des Parkvorgangs)



5.2.4 Wirkung bezüglich Mehrverkehr

Die Ermittlung des Mehrverkehrs erfolgte auf Basis der in Kapitel 3.5 in Tab. 3 und Tab. 4 ausgewiesenen und nach Verhaltensreaktion, Nutzendengruppen und Parkdauer differenzierten Medianwerten des pro Buchung anfallenden Mehrverkehrs. Der jeweilige Wert wurde mit der pro Buchung erwartbaren Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Verhaltensreaktionen multipliziert.

Tab. 10 weist die so ermittelten, über das Jahr 2022 anfallenden Mehrverkehrsmengen differenziert nach Verhaltensreaktion, Nutzendengruppen und Parkdauer aus. Dabei wird jeweils auch angegeben, wie häufig die jeweilige Untergruppe in Bezug auf alle registrierten Buchungen der jeweiligen Nutzendgruppen ist.

Tab. 10: Abschätzung des Mehrverkehrs aufgrund von veränderter Verkehrsmittelwahl, Zielwahl und Durchführung der Aktivität im Jahr 2022

Substitution	Nutzenden- gruppe	Parkdauer	Anteil aller Bu- chungen	Mehrverkehr (km)	Mittlerer Mehrver- kehr pro Nutzung (km)
Veränderte Verkehrs- mittelwahl	Gelegenheits- nutzende	Unter 24h	14.8%	73'715	23.3
		Über 24h	5.4%	4'068	9.5
	Regelmässige Nutzende	Unter 24h	25.9%	28'479	12.6
		Über 24h	29.8%	12'180	27.1
Veränderte Zielwahl	Gelegenheits- nutzende	Unter 24h	3.2%	-1'812	-0.6
		Über 24h	3.6%	2'794	6.6
	Regelmässige Nutzende	Unter 24h	3.5%	973	0.4
		Über 24h	2.9%	210	0.5
Aktivität nicht durchge- führt	Gelegenheits- nutzende	Unter 24h	2.4%	23'317	7.4
		Über 24h	9.1%	9'418	22.1
	Regelmässige Nutzende	Unter 24h	3.3%	3'578	1.6
		Über 24h	2.9%	540	1.2
Total			-	157'459	17.8

Rund zwei Drittel des Mehrverkehrs von rund 157'000 km pro Jahr entfallen auf Gelegenheitsnutzende und regelmässige Nutzenden, die bei einer Parkdauer von unter 24h ohne das Angebot von Parcandi ein anderes Verkehrsmittel genutzt hätten. Weiter rund 15% entfallen auf Gelegenheitsnutzende, die ohne das Angebot von Parcandi die betreffenden Aktivitäten nicht durchgeführt hätten. Die durch das Angebot von Parcandi veränderte Zielwahl wirkt sich nur geringfügig auf den Mehrverkehr aus. Einerseits, weil diese Verhaltensreaktion mit 3% bis 4% recht selten ist und andererseits, weil in diesen Fällen pro Fahrt nur wenig Mehrverkehr anfällt.

Im Schnitt entsteht pro Buchung mit Substitution bzgl. der Verkehrsmittel- oder Zielwahl sowie Aktivitätsdurchführung ein Mehrverkehr von 17.8 Fahrzeugkilometers. Pro Nutzung, bei der ein anderes Verkehrsmittel ersetzt wird, beträgt dies Mehrverkehrsmenge 20.1 Fahrzeugkilometern. Die pro Nutzung bei Zielwahlveränderungen entstehende Mehrverkehrsmenge beträgt im Schnitt 1.8 km und bei induzierten Aktivitäten 18.4 km pro Nutzung. In Bezug auf alle Buchungen, also inkl. derjenigen mit Substitution bzgl. Nutzung eines anderen Parkfelds beträgt der Mehrverkehr pro Buchung 8.3 km.

Bei der Interpretation dieser Abschätzung ist zu beachten, dass die Validität der erhobenen Verhaltensangaben je nach Art der Substitution unterschiedlich zu beurteilen ist. Im Fall der veränderten Verkehrsmittelwahl und der veränderten Zielwahl ist die Validität als hoch einzuschätzen, da es sich für die Befragten Personen um eine recht einfache Verhaltenseinschätzung handelt. Bei der Angabe, dass die Aktivität ohne das Parcandi-Angebot nicht durchgeführt worden wäre, wird die Validität als geringer eingeschätzt. Einerseits ist unklar, ob die Befragten stattdessen andere Aktivitäten wahrgenommen hätten, woraus sich wiederum eine Verkehrsnachfrage ergeben hätte. Andererseits scheint es im Fall von langen Fahrdistanzen als unwahrscheinlich, dass die Verfügbarkeit eines Parkfelds von Parcandi der einzige, ausschlaggebende Grund dafür gewesen ist, die Aktivität durchzuführen.

Die Verteilung der einzelnen Beobachtungen zum Mehrverkehr ist rechtsschief. Da bei der Berechnung des Mehrverkehrs auf die je Verhaltensreaktion, Nutzendengruppen und Parkdauer differenzierten Medianwerten und nicht Mittelwerte verwendet wurden, wird gewährleistet, dass die Abschätzung nicht durch Ausreisser verzerrt ist. Gleichzeitig führt die Verwendung der Medianwerte auch dazu, dass die in Tab. 10 als eher konservative Abschätzungen des Mehrverkehrs zu interpretieren sind.

Tab. 11 zeigt für die zehn am häufigsten frequentierten Parkieranlagen den in Bezug auf das Jahr 2022 anfallenden Mehrverkehr an. Da die pro Buchung anfallende Mehrverkehrsmenge nicht stark zwischen den einzelnen Parkieranlagen variiert, ist die Mehrverkehrsmenge primär von der Anzahl pro Parkieranlage verzeichneten Buchungen abhängig.

Tab. 11: Abschätzung des Mehrverkehrs für die zehn am häufigsten frequentierten Parkieranlagen aufgrund von veränderter Verkehrsmittelwahl, Zielwahl und Durchführung der Aktivität im Jahr 2022

Parkieranlage	Nutzungsanzahl	Mittlerer Mehrverkehr pro Nutzung (km)	Mehrverkehr (km)
Reitergasse	4'354	2.8	36'523
Picassoplatz	3'536	2.3	24'871
Im Gundeli	2'002	2.9	17'172
Wasserwerkstrasse	1'836	3.0	16'509
Sébeillon	1'320	2.6	10'154
Wollishofen	924	2.8	7'717
Basel Messeplatz	648	3.0	5'799
Birmannsgasse	588	3.2	5'665
Basel Rosentalstrasse	383	3.5	3'999
Wettingen	563	2.3	3'866

5.2.5 Wirkung auf den Parkplatzsuchverkehr

Die Wirkung auf den Parkplatzsuchverkehr erfolgte aufgrund der in Tab. 12 aufgeführten Annahmen. Diese basieren auf Studien in Zürich, San Francisco und Ann Arbor bei denen der Parksuchverkehr mit Hilfe von mit GPS-Trackern ausgestatteten Autos abgeschätzt worden ist (Montini, Horni *et al.* 2012, Weinberger, Millard-Ball *et al.* 2020). Diese zeigen, dass auch in dichten Quartieren mit hoher Parkfeldauslastung die Suche nach einem Parkfeld in weniger als 10% der Fälle mehr als 5 Minuten in Anspruch nimmt.

Tab. 12 Annahmen zur Reduktion des Parkplatzsuchverkehrs nach Raumtyp des Standorts

Typ des substituierten Parkplatzes	Stadtkern und Kernstadt	Agglomerationsgemeinde
Blaue Zone	4 Min	2 Min
Weisse Zone	4 Min	2 Min
Privater Parkplatz, Parkhaus, andere Art von Parkplatz	0 Min	0 Min

Für jede im Jahr 2022 registrierte Buchung wurde ermittelt, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass diese durch ein Parkfeld in der blauen oder weissen Zone ersetzt würde und mit dem jeweiligen Wert der Parkplatzsuchzeit gemäss Tab. 12 multipliziert. Die daraus resultierenden Mengen des eingesparten Parksuchverkehrs pro Tag und Standort sind in Abb. 37 dargestellt. Über alle Standorte beträgt die Einsparung pro Tag 50.3. Minuten.

Geht man von einer Durchschnittsgeschwindigkeit beim Parkplatzsuchverkehr von 12 km/h aus, ergeben sich pro Tag über alle Standorte eine Reduktion der lokal anfallenden Verkehrsbelastung von rund 10 Fahrzeugkilometern. Über ein ganzes Jahr ergibt sich so ein Minderverkehr von rund 3'700 km, was ungefähr 2.35 % der in Tab. 10 abgeschätzten Mehrverkehrsmenge aufgrund von Substitutionseffekten bezüglich der Verkehrsmittel- und Zielwahl sowie der Aktivitätsdurchführung entspricht. Die von Parcandi betriebenen Parkfelder führen also bei einer Gesamtbetrachtung zu mehr motorisierten Individualverkehr. Im direkten Umfeld der Standorte stellt sich aber aufgrund des Wegfalls des Parksuchverkehrs eine lokale Verkehrsreduktion sein.

Abb. 37: Reduktion des Parkplatzsuchverkehrs pro Tag und Standort (Fahrminuten)



5.2.6 Potenzial zur Reduktion der Anzahl anderer Parkfelder

Die Abschätzung der Anzahl ersetzter Parkfelder auf Basis der je Buchung abgeschätzten Substitutionseffekte und aufgrund von Ganglinie der Parkplatznachfrage in einer typischen Woche erfolgte gemäss folgendem Vorgehen:

- Für jede Buchung wurde die Wahrscheinlichkeit berechnet, dass die Nutzung eines Parkfelds von Parcandi mit einem anderen Typ von Parkplatz ersetzt worden wäre.
- Auf dieser Basis wurde berechnet, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass die während einer Durchschnittswoche zu einem bestimmten Wochentag und Tageszeit (Stundenintervall) bei Parcandi parkierten Autos die Nutzung eines anderen Parkfeldtyps substituieren.
- Aufgrund dieser Berechnung kann für einzelne Standorte differenziert nach Tageszeit und Wochentag abgeschätzt werden, wie viele Parkfelder je Parkplatztyp aufgrund der durch Parcandi erzielten höheren Nutzungseffizienz potenziell reduziert werden könnten.

Abb. 38 zeigt wie viele Parkfelder im Wochenverlauf im Umfeld der die drei am stärksten genutzten Parcandi-Standorte potenziell ersetzt werden.

Am Standort Gundeli bietet Parcandi 34 Parkfelder an. Je nach Tageszeit werden dadurch ersetzt:

- 4-5 Parkfelder in der blauen Zone
- Rund 2 Parkfelder in der weissen Zone

- 4 bis 6 Parkfelder in anderen Parkhäusern
- 1 bis 2 privates sowie andere Parkfelder

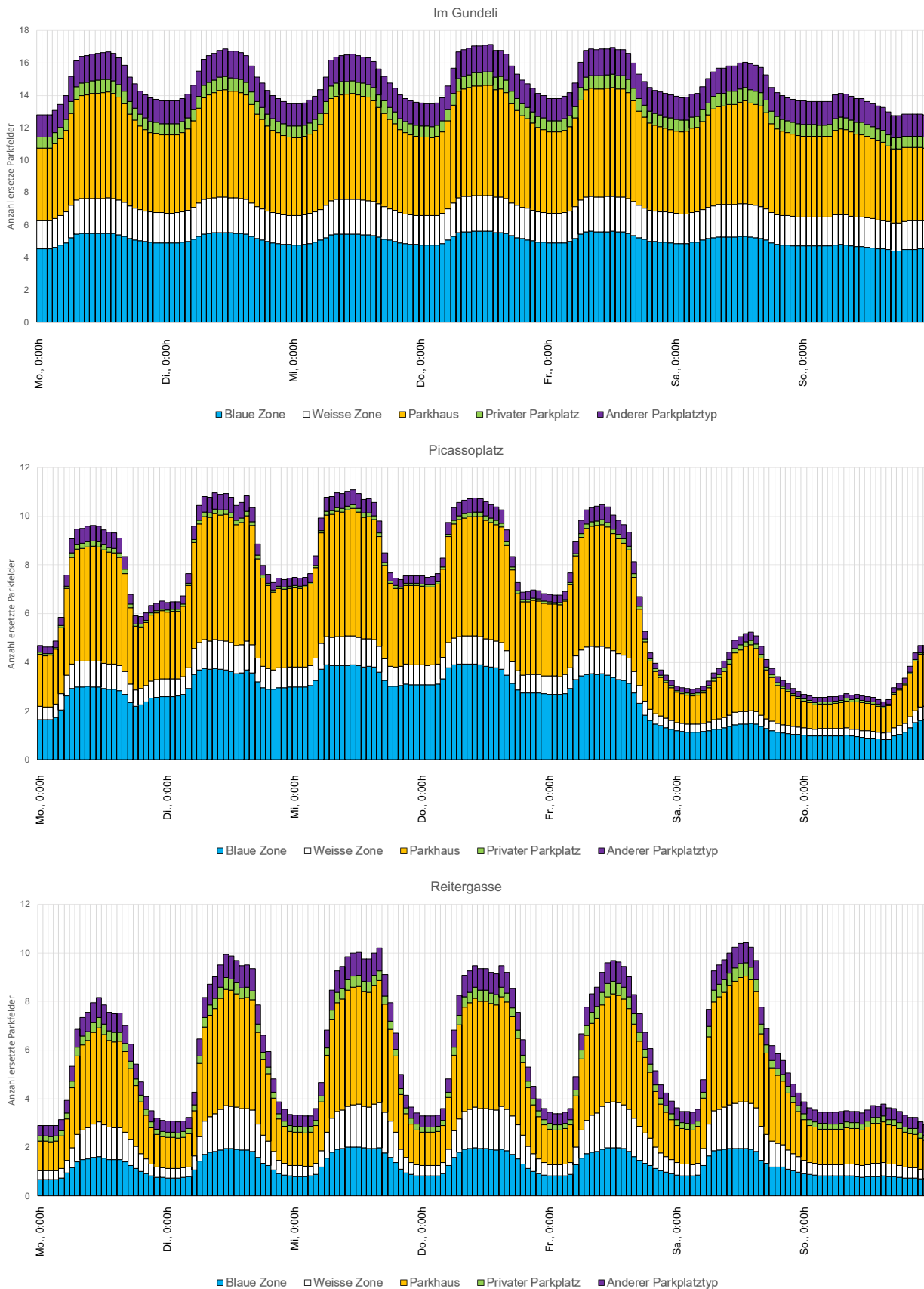
Am Standort Picassoplatz bietet Parcandi 26 Parkfelder an. Je nach Tageszeit werden dadurch ersetzt:

- 2-3 Parkfelder in der blauen Zone
- 0.5 bis 1 Parkfelder in der weissen Zone
- 2 bis 5 Parkfelder in anderen Parkhäusern (tagsüber jeweils am meisten)
- Rund 1 privates oder andere Parkfelder

Am Standort Reitergasse bietet Parcandi 17 Parkfelder an. Je nach Tageszeit werden dadurch ersetzt:

- 0.5 bis 2 Parkfelder in der blauen Zone
- 1-2 Parkfelder in der weissen Zone
- 1 bis 4 Parkfelder in anderen Parkhäusern (tagsüber jeweils am meisten)
- Rund 1 privates oder andere Parkfelder

Abb. 38: Abschätzung der Anzahl ersetzter Parkfelder im Wochenverlauf für die drei am stärksten genutzten Standorte



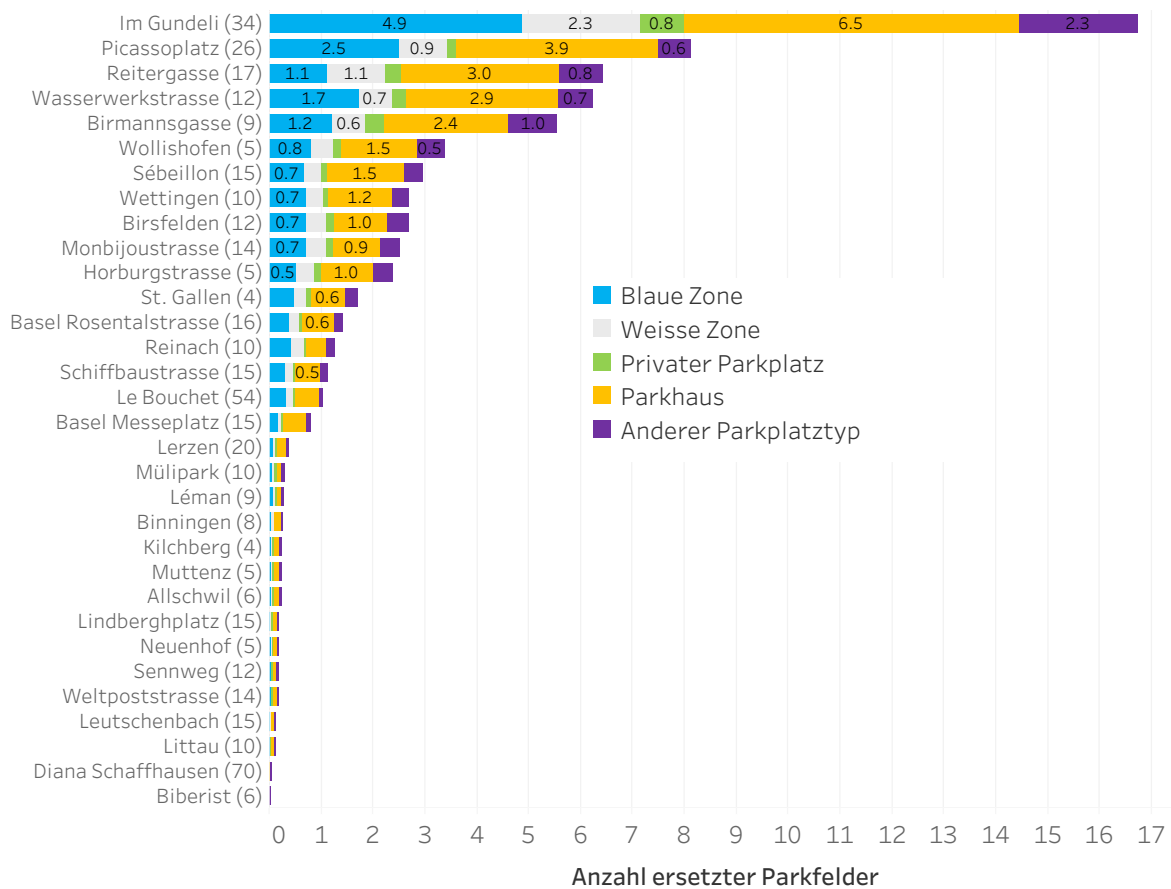
Für eine einfache Abschätzung, wie viele Parkfelder tatsächlich aufgrund des Angebotes von Parcandi ersetzt werden können, muss zusätzlich auch die durchschnittliche Auslastung der verschiedenen ersetzten Parkfeldtypen zum massgebenden Zeitpunkt berücksichtigt werden. Dazu wird der je Parkplatztyp berechnete Wert mit der jeweiligen Auslastung dividiert. So kann pro Standort das Reduktionspotenzial nach Parkplatztyp abgeschätzt werden. Die dabei berücksichtigten Annahmen zur Auslastung verschiedener Parkplatztypen sind in Tab. 13 aufgeführt, das Ergebnis dieser Abschätzung ist in Abb. 39 dargestellt.

Tab. 13 Annahmen zur durchschnittlichen Auslastung zum massgebenden Zeitpunkt nach Parkplatztyp

Parkplatztyp	Auslastung
Blaue Zone	99%
Weisse Zone	80%
Parkhaus	80%
Privater Parkplatz	75%
andere Art von Parkplatz	60%

Dieser Ansatz zur Abschätzung der ersetzten Parkfelder führt zu ähnlichen Resultaten wie der Ansatz, der auf der Parkfeldbelegung über den Wochenverlauf basiert. Das Reduktionspotenzial ist direkt von der Auslastung der einzelnen Standorte abhängig. Je höher die Auslastung, umso höher das Reduktionspotenzial. Nachts gibt es bei Parcandi einen hohen Anteil ungenutzter Parkfelder. Eine bessere Ausnutzung diese Parkfelder würde insbesondere zu einem höheren Reduktionspotenzial in der blauen Zone führen.

Abb. 39: Verallgemeinerte Abschätzung zum Reduktionspotenzial anderer Parkfelder



5.3 Verkehrsmindernde Wirkung im Kontext Homeoffice

5.3.1 Ausgangslage

Je nach Anzahl der Tage, an der die Arbeit am Arbeitsort verrichtet wird, sind (bestehende) monatliche Mietverträge für Parkfelder bei der Arbeit wenig attraktiv, da die pro Tag anfallende Nutzungsgebühr mit steigender *Homeoffice* Quote ansteigt. Unter bestimmten Umständen kann das Angebot von Parcandi dazu führen, dass Erwerbstätige, die nur ein bestimmte Anzahl Tage pro Monat standortgebunden arbeiten, weniger oft zum Arbeitsplatz fahren, da sie so nur für die tatsächliche Nutzungsdauer bezahlen müssen. In diesem Kapitel wird definiert, in welchen Situationen dies zutrifft und darauf basierend anhand der vorliegenden Buchungsdaten eine Abschätzung gemacht, zu wie viel Minderverkehr dies führen kann.

5.3.2 Fallunterscheidung

Inwiefern das Angebot von Parcandi zu möglichen Verhaltensänderungen bezüglich der Anzahl an einem bestimmten Standort geleisteten Arbeitstage führt, hängt primär von folgenden Faktoren ab:

- Verfügbarkeit von Parkfeldern in nützlicher Distanz zum Arbeitsort, die über einen Zeitraum von mehr als 4h (halbe oder ganze Tage) flexibel gemietet werden können.

- Anzahl Tage, die eine Person pro Monat mindestens standortgebunden arbeiten muss und ein Parkfeld nutzen möchte.
- Die pro Arbeitstag anfallenden Kosten, um ein Auto während der Arbeitszeit parkieren zu können:
 - Falls die Bezahlung pro Monat erfolgt
 - Falls die Bezahlung pro Tag (nutzungsabhängig) erfolgt.

Situation A: ohne alternative Angebote von flexibel anmietbaren Parkfelder

Falls beim Arbeitsplatz keine Parkfelder zur Verfügung stehen, die länger als für 4h genutzt werden können, ergeben sich für Erwerbstätige folgende Alternativen:

- a) Dauerhafte Miete eines Parkfelds beim Arbeitsplatz mit (in der Regel) monatlicher Bezahlung.
- b) Tägliche Miete eines Parkfelds von Parcandi.

Die im Fall a) pro Tag anfallenden Parkkosten $c_{m,m}$ ergeben sich als Quotient der monatlichen Mietkosten und der Anzahl Nutzungstage d pro Monat. In der Regel ist es so, dass Erwerbstätige eine bestimmte Anzahl Arbeitstage am Arbeitsort leisten müssen. Inwiefern das Angebot von Parcandi dazu führt, dass auf Fahrten zum Arbeitsort verzichtet werden, hängt vom Verhältnis der monatlichen Parkfeldmiete und den Kosten $c_{t,p}$ ab, um ein Parkfeld von Parcandi für einen Arbeitstag zu belegen. Die Anzahl Arbeits-/Nutzungstage, ab der sich die Miete eines Parkfelds über die Dauer eines Monats rechnet, ergibt sich aus der untenstehenden Formel:

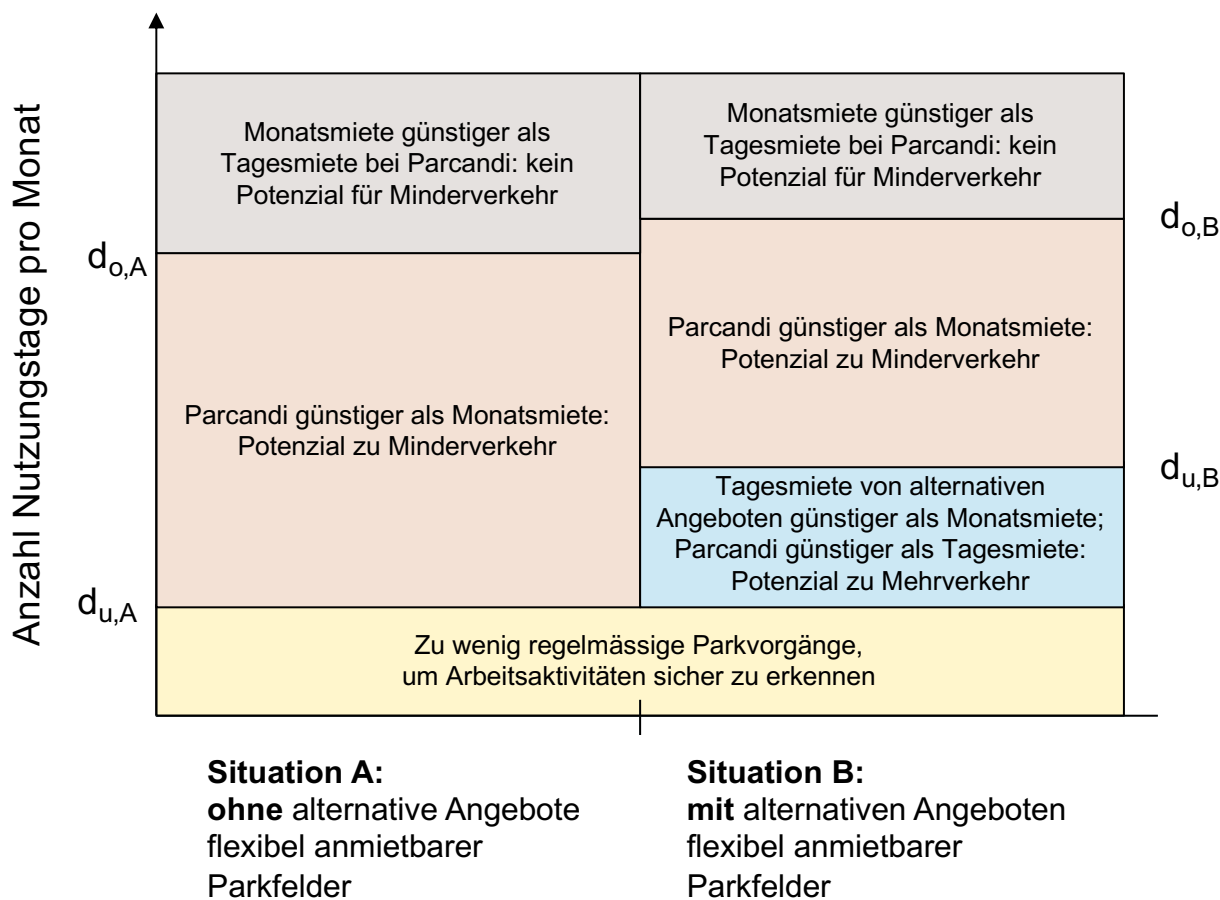
$$d_{o,A} = \frac{c_{m,m}}{c_{t,p}} \quad (1)$$

Falls eine Person weniger als diese Anzahl Tage vor Ort arbeiten muss, kann diese die Fahr- und Parkierkosten dadurch minimieren, indem sie nur die minimal geforderte Anzahl Arbeitstage am Arbeitsort leistet. So kann das Angebot von Parcandi dazu führen, dass Mitarbeitende die Anzahl Fahrten zur Arbeit im Vergleich zu einer Situation mit nur monatlich mietbaren Parkfeldern verringern.

Aus den Buchungsdaten ist nicht direkt erkennbar, welcher Aktivität ein Parkvorgang dient. Die Überlegung, dass das Angebot von Parcandi zu Minderverkehr führt, bedingt aber, dass ein Standort regelmässig aufgesucht wird. Ansonsten würde eine monatliche Miete für diese Person keinen Sinn ergeben und somit eine Grundvoraussetzung für eine Minderverkehrspotenzial nicht gegeben sein. Dementsprechend muss zur Abschätzung ein unteres Limit der Anzahl Nutzungstage $d_{u,A}$ definiert werden. Beträgt die Anzahl der Nutzungstage weniger als diesen Wert, können einerseits regelmässige Aktivitäten aufgrund der Buchungsdaten nicht identifiziert werden.

Abb. 40 stellt die oben erläuterte Fallabgrenzung für Situation A schematisch dar.

Abb. 40: Verallgemeinerte Abschätzung zum Reduktionspotenzial anderer Parkfelder



Situation B: Mit alternativen Angeboten von flexibel anmietbaren Parkfelder

Falls beim Arbeitsplatz neben dem Angebot von Parcandi weitere Parkfelder zur Verfügung stehen, die länger als für 4h genutzt werden können, ergeben sich für Erwerbstätige folgende Alternativen:

- a) Dauerhafte Miete eines Parkfelds beim Arbeitsplatz mit (in der Regel) monatlicher Bezahlung.
- b) Tägliche Miete eines anderen Parkfelds
- c) Tägliche Miete eines Parkfelds von Parcandi.

Zur Bestimmung, in welchem Fall das Angebot von Parcandi zu einer Abnahme der am Arbeitsort geleisteten Arbeitstage führt, kann wiederum mit Formel 1 bestimmt werden, ab wie vielen Nutzungstagen die Monatsmiete günstiger ist ($d_{o,B}$ in Abb. 40)

In einem zweiten Schritt ist gemäss folgender Formel für die Situation, dass das Angebot von Parcandi nicht bestehen würde, zu bestimmen, ab wie vielen Nutzungstagen d_u pro Monat eine monatliche Miete eines Parkfelds lohnt:

$$d_{u,B} = \frac{c_{m,m}}{c_{t,m}} \tag{2}$$

Ist die Anzahl am Arbeitsort zu leistenden Arbeitstage geringer als $d_{u,B}$ und liegen die pro Tag von Parcandi verlangten Parkkosten tiefer als bei anderen Parkfeldern, verringern sich aufgrund des Angebots von Parcandi die täglichen Fahrkosten. Dies führt zu einer Erhöhung der Nachfrage respektive der Anzahl Fahrten zum Arbeitsplatz. Im Rahmen dieser Analyse wird jedoch nur das Minderverkehrspotenzial quantifiziert.

5.3.3 Quantifizierung

Situation A

Zur Quantifizierung der Minderverkehrspotenzials werden zunächst diejenigen Buchungen identifiziert, die folgende Bedingungen erfüllen:

- Dauer der Buchung länger als 5h zwischen Montag bis Freitag
- Nur Buchungen von Personen, die zwischen der ersten und letzten aufgezeichneten Buchung im Schnitt häufiger als jeden zehnten Tag ($d_{u,A} = 3$ Tage pro Monat) eine Buchung aufweisen.
- Innerhalb von 400 Meter um den Parcandi-Standort stehen keine Parkfelder für eine Nutzungsdauer von mehr als 4h zur Verfügung.

Tab. 14 zeigt, dass für das Jahr 2022 an fünf Parcandi-Standorten Buchungen von 20 verschiedenen Fahrzeugen vorhanden sind, welche diese Bedingungen erfüllen.

Die Abschätzung wie viele Fahrten pro Fahrzeug aufgrund des Angebots von Parcandi maximal weggefallen sind, erfolgt folgendermassen. Zunächst wird aufgrund von Formel 1 festgelegt, ab wie vielen Nutzungstagen eine monatliche Miete günstiger wäre als die Nutzung von Parkfeldern von Parcandi. Mit Werten von $c_{m,m} = 150$ CHF/Monat und $c_{t,m} = 10$ CHF/Tag ergibt sich $d_{o,A} = 15$ Tage pro Monat.

Die Anzahl pro Monat (resp. 30 Tagen) und Fahrzeug i eingesparten Fahrten ergibt sich also gemäss folgender Formel:

$$A_i = d_{o,A} - \frac{B_i \cdot N_i}{30} \quad (3)$$

Wobei B_i für die Anzahl zwischen der ersten und letzten Buchung pro Fahrzeug registrierten Buchungen und N_i für die Anzahl Tage in diesem Zeitraum steht.

Tab. 14 Minderverkehrspotenzial Situation A

Standort	Anzahl Nutzende	Anzahl Buchungen	Anzahl eingesparter Hin- und Rückfahrten	Maximal eingesparte Fahrzeugkilometer
Sébeillon	10	365	427	6782
Wollishofen	5	115	164	2606
Wettingen	3	82	104	1648
Binningen	1	35	68	1088
Reinach	1	13	36	572
Summe	20	610	799	12696

Unter der Annahme, dass pro Arbeitsaktivität, die aufgrund des Angebots von Parcandi von zu Hause geleistet werden kann, eine Fahrdistanz von 15.9 km (siehe Tab. 4) für die Hin- und Rückfahrt eingespart werden kann, ergibt sich eine Verkehrsminderung von 12'696 Fahrzeugkilometern.

Dieser Wert stellt aus den folgenden Gründen eine obere Grenze der tatsächlichen Wirkung bezüglich des Minderverkehrs dar:

- Falls die monatliche Miete tiefer als 150 CHF/Monat liegt, wie dies zum Beispiel bei vielen von Firmen zur Verfügung gestellten Parkfelder der Fall ist, ergibt sich ein kleinerer Wert von $d_{o,A}$ und somit ein geringeres Minderverkehrspotenzial dar.
- Gemäss Formel 3 wird davon ausgegangen, dass die Nutzenden ohne das Angebot von Parcandi mindestens Somit beschreibt A_i den maximal erwartbaren Effekt der Verkehrsminderung, unter der Annahme, dass alle berücksichtigten Fahrzeuge ohne das Angebot von Parcandi an mindestens $d_{o,A} = 15$ Arbeitstagen pro Monat, also 75% ihrer Arbeitstage dort parkiert worden wären. Es ist aber anzunehmen, dass Mitarbeitende, welche die Möglichkeit haben mehr als 25 % ihrer Arbeitszeit für Homeoffice einzusetzen auch ohne das Angebot von Parcandi weniger als 15 Arbeitstage pro Monat am Firmenstandort aufwenden würden.

Situation B

Zur Quantifizierung der Minderverkehrspotenzials werden zunächst diejenigen Buchungen identifiziert, die folgende Bedingungen erfüllen:

- Dauer der Buchung länger als 5h zwischen Montag bis Freitag
- Nur Buchungen von Personen, die zwischen der ersten und letzten aufgezeichneten Buchung im Schnitt häufiger als jeden zehnten Tag ($d_{u,A} = 3$ Tage pro Monat) eine Buchung aufweisen.
- Innerhalb von 400 Meter um den Parcandi-Standort stehen keine Parkfelder für eine Nutzungsdauer von mehr als 4h zur Verfügung.

An folgenden Parcandi-Standorten wurden Buchungen identifiziert, welche diese Bedingungen erfüllen: Reitergasse, Picassoplatz, Gundeli, Wasserwerkstrasse und Birmannsgasse.

An Standorten von Parcandi, wo andere flexibel anmietbare Parkfelder verfügbar sind, ergeben sich die Werte von $d_{o,B}$ und $d_{u,B}$ aufgrund von der Kostenstruktur der verschiedenen Angebote. Aufgrund einer Internetrecherche zu den je Standort verfügbaren Angeboten werden die in Tab. 15 aufgeführten Werte verwendet.

Tab. 15 Unter und obere Grenzen von Nutzungstagen an verschiedenen Standorten für die eine Nutzung von Parcandi ein Minderverkehrspotenzial birgt.

Standort	$c_{m,m}$ Monatsmiete alternativer Angebote (CHF)	$c_{t,m}$ (Tagesmiete alternativer Angebote, 10h, CHF)	$c_{t,p}$ (Tagesmiete bei Parcandi, 10h, CHF)	$d_{o,B}$ (Nutzungstage)	$d_{u,B}$ (Nutzungstage)
Reitergasse	350	36	25	14	9.7
Picassoplatz	300	30	15	20	10.0
Gundeli	180	38	10	18	4.7
Wasserwerkstrasse	270	27	15	18	10.0
Birmannsgasse	200	30	10	20	6.7
Messe Platz	170	30	25	6.8	5.7
Le Bouchet	175	30	10	17.5	5.8
Lindberghplatz	200	30	10	20	6.7

Zur Abschätzung des Minderverkehrs werden alle Buchungen einzelner Nummernschilder berücksichtigt, die im beobachteten Nutzungszeitraum pro Monat (30 Tage) weniger Buchungen aufweisen als $d_{o,B}$, aber mehr als $d_{u,B}$. Darauf basierend beschreibt Tab. 16 das Minderverkehrspotenzial für die verschiedenen Standorte. Gemäss dieser Abschätzung führt das Angebot von Parcandi dazu, dass maximal 202 Hin- und Rückfahrten respektive 3210 Fahrzeugkilometer eingespart werden.

Tab. 16 Minderverkehrspotenzial Situation B

Standort	Anzahl Nutzende	Anzahl Buchungen	Anzahl eingesparter Hin- und Rückfahr- ten	Maximal einge- sparte Fahrzeugki- lometer
Wasserwerkstrasse	1	136	70	1120
Basel Messeplatz	1	24	34	534
Le Bouget	1	30	30	475
Im Gundeli	1	25	28	444
Picassoplatz	1	47	23	363
Lindberghplatz	1	19	17	274
Summe	6	281	202	3210

5.3.4 Verkehrsmindernde Wirkung im Vergleich zum Mehrverkehr

Insgesamt (Situationen A und B) ist im Kontext von Homeoffice von einer verkehrsmindernden Gesamtwirkung von maximal 15'906 Fahrzeugkilometern auszugehen. Dies entspricht rund 10% des aufgrund von anderen Substitutionseffekten erwarteten Mehrverkehrs (Tab. 10). Während die Abschätzung des Mehrverkehrs auf Befragungsdaten basiert, stützt sich die Abschätzung des Minderverkehrs auf ein

Messkonzept, das auf Vergleichspreisen basiert und darauf basierend einen oberen Erwartungswert des tatsächlichen Minderverkehrs beschreibt.

5.4 Zwischenfazit

Basierend auf der Abschätzung der verkehrlichen Wirkung kann folgendes Zwischenfazit gezogen werden:

- Bei rund drei Viertel der Nutzungen von Parcandi-Parkfelder wäre die Autofahrt auch ohne das Angebot von Parcandi durchgeführt worden, das Auto aber auf einem anderen Parkfeld abgestellt worden. Die flexible Vermietung privater Parkfelder führt also primär dazu, dass die Nachfrage nach anderen Arten von Parkfeldern in der unmittelbaren Umgebung der Parkierungsanlage abnimmt.
- In rund der Hälfte der Fälle ersetzt die Nutzung eines Parcandi-Parkfelds die Nutzung eines Parkfelds in einem benachbarten Parkhaus. Die Nutzung eines öffentlichen Parkfelds in der blauen Zone wird in 23% der Fälle substituiert. In Bezug auf Parkfelder in der weissen Zone beträgt dieser Wert 12%.
- Inwiefern ein Parcandi-Standort zu einer Reduktion der Nachfrage anderer Parkfelder in der jeweiligen Umgebung führt, ergibt sich aus der Kombination der Anzahl verfügbarer Parkfelder und deren Belegungsgrad. Inwiefern sich die Nachfrage anderer Parkfelder differenziert nach Parkfeldtyp verändert, hängt zudem von den Anteilen der verschiedenen Nutzendengruppen am jeweiligen Standort und der Nutzungscharakteristik in Bezug auf Parkdauer und Startzeitpunkt der Parkvorgänge ab.
- Bei Standorten mit hoher Nachfrage ersetzen 10 von Parcandi angebotene Parkfelder im Jahreschnitt rund 4 bis 6 andere Parkfelder. Rund die Hälfte dieser Nachfrageänderung bezieht sich auf umliegende Parkhäuser, zwischen 25% bis 40% auf Parkfelder in der blauen und weissen Zone. Je nach der lokal vorliegenden Nutzungscharakteristik der Parkfelder unterliegen diese Anteile für den jeweiligen Standort einer gewissen Streuung.
- Falls ein Parkvorgang in der blauen oder weissen Zone ersetzt wird, entfällt der Parkplatzsuchverkehr. Insofern führt das Angebot flexibel vermieteter Parkfelder lokal zu einer Verkehrsverringering. Aufgrund der derzeit kleinen Anzahl der durch Parcandi vermieteten Parkfelder fällt die abgeschätzte Menge von 3'700 Fahrzeugkilometern jedoch insgesamt nicht ins Gewicht.
- In rund 20% der Fälle würde die Autofahrt durch ein anderes Verkehrsmittel ersetzt. In 75% dieser Fälle würde der ÖV benutzt. In diesen Fällen führt das Angebot flexibel vermieteter Parkfelder zu Mehrverkehr. Die in der Befragung erhobenen Stichprobe zeigt, dass die in diesen Fällen die Fahrdistanz rechtschief verteilt ist und Ausreisser mit langen Fahrdistanzen umfasst. Zudem zeigen sich deutliche Unterschiede je nach Nutzendengruppe und Parkdauer. Daher wird für einer verallgemeinerte Abschätzung des Mehrverkehrs auf Basis der Buchungsdaten jeweils der Median der Fahrdistanz verwendet und nach Nutzendengruppe und Parkdauer differenziert. Demgemäss beträgt der auf Verkehrsmittelwahleffekte zurückzuführende Mehrverkehr für das Jahr 2022 auf 118'000 km.
- Aufgrund des Angebots von Parcandi sind Veränderungen der Zielwahl und dem Entscheid eine Aktivität durchzuführen selten und betreffen jeweils rund 3% aller Buchungen. Der daraus für das Jahr 2022 ermittelte Mehrverkehr aufgrund veränderte Zielwahl beträgt 2'165 km. Der aufgrund induzierter Aktivitäten entstehende Mehrverkehr beträgt rund 37'000 km. Im Vergleich zu den Verkehrsmittelwahleffekten beruht diese Abschätzung aber auf einer deutlich geringen Grundlage von Verhaltensdaten und weist daher eine geringere Messgenauigkeit auf.

- Der aufgrund seltener durchgeführter Fahrten im Kontext von Homeoffice maximal zu erwartende Minderverkehr beträgt knapp 16'000 km. In der Gesamtbilanz reduziert sich der Mehrverkehr also um etwa 10% auf rund 137'000 km.

6 Synthese

Die flexible Vermietung von bisher leerstehenden oder über den Tagesverlauf nur teilweise genutzten Parkfelder führt dazu, dass diese Parkfelder besser genutzt werden. Dadurch nimmt die Nachfrage nach privaten und öffentlichen Parkfelder ab, was die Möglichkeit bietet, dass in der unmittelbaren Umgebung Parkfelder abgebaut und umgenutzt werden können. Damit diese erwünschten Effekte der flexiblen Vermietung von privaten Parkfeldern eintreten und eine relevante Anzahl an Parkfelder im öffentlichen Raum umgenutzt werden können, bedarf es verschiedener Anpassungen in Bezug darauf, wie private Parkfelder derzeit vermietet werden. Zudem bedarf es verschiedener Anpassungen der regulatorischen Bestimmungen in Bezug auf die Erstellung und Nutzung von privaten Parkfeldern.

6.1 Handlungsempfehlungen bezüglich der flexiblen Vermietung von privaten Parkfeldern

6.1.1 Günstigere Nutzungsmöglichkeiten von privaten Parkfelder nachts

Eine wichtige Voraussetzung dafür, dass Parkfelder in der Umgebung abgebaut werden können, ist, dass die flexibel vermieteten Parkfelder während Zeiten benutzt werden, bei denen es einen hohen Nachfragedruck auf andere Arten von Parkfeldern gibt. Bei Parkfeldern in der blauen Zone ist das jeweils nachts.

Derzeit beträgt die Belegung der von Parcandi an zentralen Lagen vermieteten Parkfelder zwischen 10% bis 40%. Hier besteht also ein grosses Potenzial das bestehende Parkfeldangebot besser auszunutzen. Eine günstige und flexible Vermietung privater Parkfelder zwischen 20h und 7h morgens könnte dazu führen, dass die lokale Wohnbevölkerung das Angebot nachts öfters nutzt, da dadurch die Suche nach einem Parkfeld in der blauen Zone entfällt. Die Zahlungsbereitschaft ergibt sich dabei aufgrund des eingesparten Parksuchverkehrs. Bei einer Annahme einer Suchdauer von 10 Minuten und einer durchschnittlichen Zahlungsbereitschaft im Autoverkehr von 20 CHF/h (VSS 2009) ergibt sich eine mittlere Zahlungsbereitschaft von 3.3 CHF pro Nacht.

Dementsprechend wird empfohlen neue, niederschwellige Angebote zur Nutzung flexibel vermieteter Parkfelder über Nacht zu entwickeln und an geeigneten Standorten zu pilotieren. Dabei wäre auch zu prüfen, welche Kundenbedürfnisse solche Vermietlösungen erfüllen müssen. Zum Beispiel scheint naheliegend, dass eine Wegfahrt am Morgen nicht zwingend erfolgen müsste, wenn Bereitschaft besteht, die am Folgetag anfallenden Gebühren zu bezahlen. Ebenfalls wäre der Kundennutzen von «Best-Price»-Angeboten zu prüfen, bei denen jeweils per Monatsende aufgrund der tatsächlich genutzten Zeitperioden eine Abrechnung erfolgt.

6.1.2 Erhöhung der Anzahl von flexibel genutzten, privaten Parkfelder in Wohnquartieren

Damit flexibel vermietete private Parkfelder einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion des Parkplatzdrucks haben können, müssten in städtischen Wohnquartieren wesentlich mehr Parkfelder, die nachts derzeit unbenutzt bleiben, zugänglich gemacht werden. Hier bieten sich neue Zusammenarbeiten mit Liegenschaftsbesitzenden an, deren Parkfelder primär während des Tages genutzt werden, also zum Beispiel Parkplätzen von Firmen und Ladengeschäften.

6.1.3 Erschliessung neuer Arten von Parkfeldern für die zeitliche flexible Nutzung

Eine Verstärkung der Substitutionswirkung in Bezug auf die Nachfrage nach weissen Parkfeldern erscheint aus folgenden Gründen als herausfordernd: Im Gegensatz zu den im Strassenraum gut sichtbaren Parkfeldern der weissen Zone sind die Standorte von flexibel vermieteter Parkfelder in der Regel nur bisherigen Nutzenden solcher Parkfelder bekannt. Zudem erfolgen die Nutzung und Bezahlung eines solch flexibel vermieteten Parkfelds über die App des jeweiligen Anbieters. Der Zugang zu Parkfeldern in der weissen Zone dagegen stellt dagegen keine solchen Anforderungen. Da die Nutzung von Parkfeldern in der weissen Zone oft nur spontan geplant wird, kann ein flexibel vermietetes Parkfeld den Parkfeldbedarf in der weissen Zone weniger gut ersetzen, als dies im Fall der blauen Zone der Fall ist.

Die Nutzung von weiss markierten Parkfeldern ist in der Regel tagsüber kostenpflichtig. Da diese Parkfelder über keine Belegungssensoren und -anzeigen verfügen, können diese Parkfelder nicht reserviert werden. Die Installation solcher technischen Hilfsmittel böte die Grundlage dazu, dass weiss markierte Parkfelder über eine App flexibel vermietet werden können und so eine planbarere Nutzung ermöglichen, welche zum Beispiel den Bedürfnissen des Gewerbes entgegenkommt. Fahrzeugen mit einer Anwohnendenparkkarte können weiss markierte Parkfelder derzeit in der Regel auch nachts nicht kostenlos benutzen. Es wäre aber denkbar, dass diese Parkfelder nachts kostenlos oder über eine App gegen eine zusätzliche Gebühr von Fahrzeugen mit Anwohnendenparkkarten benutzt werden können.

6.2 Handlungsempfehlungen bezüglich der regulatorischen Bestimmungen zur Erstellung und Nutzung von privaten Parkfeldern

6.2.1 Abbau von Hemmnissen zur flexiblen Nutzung von Parkfeldern

Die Berechnung der minimal erforderlichen und maximal möglichen Anzahl Parkfelder erfolgte in der Schweiz bisher in der Regel nutzungsspezifisch. Dementsprechend ist regulatorisch keine flexible Vermietung von privaten Parkfeldern vorgesehen. Die flexible Vermietung privater Parkfelder ermöglicht aber den Bedarf an Parkfeldern im öffentlichen Raum zu reduzieren. Daher wird empfohlen, die regulatorische Praxis so anzupassen, dass eine flexible Vermietung dann ermöglicht wird, wenn gewährleistet wird, dass dadurch öffentliche Parkfelder abgebaut werden können.

Falls ein gesetzlicher Auftrag besteht, die Anzahl Parkfelder im öffentlichen Raum zu reduzieren und sich das Angebot von privaten Parkfeldern, um solche öffentlichen Parkfelder zu ersetzen, betriebswirtschaftlich nicht rechnet, bietet es sich an ein solches Angebot durch Subventionen zu fördern. Solche Subventionen erscheinen dann als sinnvoll, wenn dem Staat durch die Erstellung und den Betrieb alternativer Angebote, zum Beispiel Quartierparkings, höhere Kosten entstehen, als dies bei einer Subvention der Fall ist.

6.2.2 Anpassung der Bestimmungen bezüglich der Parkplatzerstellpflicht

Die meisten der in der Schweiz bestehenden Bestimmungen zur Parkplatzerstellpflicht sehen eine nutzungsspezifische Berechnungspraxis vor. In der Regel ist dabei eine Mehrfachnutzung von Parkfeldern für die Wohnnutzung nicht vorgesehen. Es wird empfohlen diese Bestimmungen so anzupassen, dass die Mehrfachnutzung von Parkfeldern für die Wohnnutzung bei der Berechnung der minimal erforderlichen und maximal möglichen Anzahl Parkfelder berücksichtigt werden kann. Dadurch reduziert sich nicht nur die Anzahl der bei Neubauprojekten zu erstellende Parkfelder, sondern wird auch die flexible Vermietung und somit effizientere Nutzung von privaten Parkfeldern ermöglicht. In einem weiteren Schritt könnte der

Gesetzgeber auch vorsehen, dass Immobilienfirmen private Parkplätze nur noch als im Pool geilte Parkfelder vermieten dürfen.

6.2.3 Marktgerechte Preise für öffentliche Parkfelder

In Schweizer Städten und Gemeinden werden die Preise für Anwohnendenparkkarten unabhängig von dem im jeweiligen Quartier vorhandenen Parkraumdruck festgelegt. Bei privaten Parkfeldern sind hingegen Preisunterschiede je nach Quartier feststellbar, gleichzeitig besteht in vielen Quartieren ein Leerstand bei privaten Parkfeldern. Je nach Quartier und Parkplatzdruck festgelegte Preise für Anwohnendenparkkarten würden dazu führen, dass deren Preis in dichten Quartieren höher liegt. Dadurch würde der Leerstand privater Parkfelder abnehmen, was für Immobilienbesitzer den Anreiz einer effizienteren Bewirtschaftung dieser Parkfelder, zum Beispiel mit Mehrfachnutzung erhöht. Somit könnten bestehende Parkfeldressourcen besser ausgenutzt werden, was wiederum das Potenzial zum Abbau von Parkfeldern im öffentlichen Raum erhöht.

6.2.4 Public private Partnerships im Bereich Parkierung

Public Private Partnerships bieten die Möglichkeit bestehende öffentliche und private Parkfelder besser auszulasten und bezüglich dem Parkregime besser aufeinander abzustimmen. In der Stadt Genf betreibt die «Fondations des Parkings» verschiedene öffentliche und private Parkhäuser im Sinne der von der Stadtverwaltung gesetzten verkehrsplanerischen und betriebswirtschaftlichen Ziele. In Antwerpen setzt das Public private Partnerships «Gemeentelijk Autonoom Parkeerbedrijf Antwerpen (GAPA)» den Schwerpunkt auf gebührenpflichtige Parkplätze, die Durchsetzung von Vorschriften und den Einsatz intelligenter Parklösungen. GAPA setzt sich für die Förderung des mehrfach genutzter Parkfelder ein und bietet Dienstleistungen an, welche dies erleichtern. Dazu gehören eine Online-Plattform zur Erleichterung des der Vermietung von Parkfeldern, die Überführung privater Parkplätze in die öffentliche Nutzung und die Bezuschussung neuer Parkhäuser.

6.3 Grenzen der Forschungserkenntnisse und weitere Forschungsbedarf

In Bezug auf Veränderungen bei der Zielwahl und induzierten Aktivitäten umfasst die für diese Forschungsarbeit zur Verfügung stehende Datengrundlage eine nur geringe Fallzahl. Daher ist die diesbezügliche Abschätzung des Mehrverkehrs mit Unsicherheiten behaftet. Da die Verhaltensreaktionen aber recht selten sind, führen diese Unsicherheiten nicht dazu, dass die Kernresultate der Forschungsarbeit in Bezug auf die Abschätzung des Mehrverkehrs in Frage gestellt werden müssen.

Bisher ist die Anzahl der über Parcandi mietbaren Parkfeldern im Vergleich zum Gesamtmarkt gering. Ebenso dürften vielen Automobilist:innen das Angebot von Parcandi nicht bekannt sein. Mit zunehmender Anzahl an Standorten, Parkfeldern und einem grösseren Bekanntheitsgrad könnten sich die bisher identifizierten Nutzungsmuster verändern und somit auch die daraus abgeleitete verkehrliche Wirkung.

Die meisten kommunalen Baugesetze in der Schweiz sehen vor, dass der Parkplatzbedarf nutzungsspezifisch bestimmt und mit der Baubewilligung genehmigt wird. Eine Mehrfachnutzung von so bewilligten Parkfeldern ist demnach nicht vorgesehen, obwohl dies den ebenfalls gesetzlich vorgesehenen Zielen einer nach Innen gerichteten Siedlungsentwicklung Vorschub leistet. Es besteht somit die rechtliche Frage, ob und unter welchen Voraussetzungen eine Mehrfachnutzung bereits bewilligter Parkfelder rechtlich zulässig ist und wie eine solche Mehrfachnutzung juristisch gewährt werden kann. Die Erkenntnisse dieser Forschungsarbeit können bei solchen Erwägungen als Grundlage dienen, müssen aber durch eine entsprechende Anpassung der Rechtslage eingebettet werden.

Zahlen der «Fondation des Parking» in Genf zeigen, dass die Nachfrage nach Mietverträgen, welche die Nutzung von Parkfeldern auf die Nacht (19h – 8h) sowie das Wochenende beschränken, sehr beschränkt ist (Fondation des Parkings 2023). Ein Grund dafür dürfte sein, dass nur wenige Personen ihr Auto jeden Werktag benutzen und somit an Werktagen tagsüber beim Wohnort kein Parkfeld benötigen. Um besser zu verstehen, wie flexibel vermietete Parkfelder das Potenzial zum für einen Abbau von Parkfelder in der blauen Zone erhöhen, stellen sich folgende neue Forschungsfragen:

- Welche Angebote sind dazu geeignet, dass Personen flexibel vermietete Parkfelder als Option zur Parkierung ihres Autos über Nacht wahrnehmen und in welchen Situationen werden solche Angebote tatsächlich auch genutzt?
- Wo und wie viele private Parkfelder gibt es in Gebieten mit hohem Parkplatzdruck in der blauen Zone, die insbesondere nachts derzeit nicht belegt sind?
- Inwiefern kann die flexible Vermietung privater Parkfelder dazu führen den Bedarf an Parkfeldern in neu zu erstellenden Quartierparkings zu reduzieren. Welche Kosten können dadurch gespart werden und dementsprechend als Subvention zur Unterstützung der flexiblen Vermietung privater Parkfelder vorgesehen werden? Welchen Regulierungsbedarf würde bei einem solchen Ansatz entstehen?

7 Literatur

Bundesamt für Statistik BFS und Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2017) Verkehrsverhalten der Bevölkerung - Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015. Neuchâtel, No. 840–1500.

Fondation des Parkings (2023) Rapport de gestion 2022. Genève: Fondation des Parkings, Jahresbericht.

Goebel, Viktor und Kohler, Florian (2014) Raum mit städtischem Charakter. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik, Erläuterungsbericht.

Hess, Stephane und Palma, David (2019) Apollo: A flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application. In: Journal of Choice Modelling: Jg. 32 S. 100170.

Montini, Lara; Horni, Andreas; Rieser-Schüssler, Nadine und Axhausen, Kay Werner (2012) Searching for Parking in GPS Data. In: IATBR (Hrsg.) 13th International Conference on Travel Behaviour Research (IATBR). Toronto.

VSS (2009) Kosten-Nutzen-Analysen (KNA) bei Massnahmen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr. Zurich: Swiss Association of Road and Transport Professionals (VSS), Norm No. SN 641 822a.

Weinberger, Rachel R.; Millard-Ball, Adam und Hampshire, Robert C. (2020) Parking search caused congestion: Where's all the fuss? In: Transportation Research Part C: Emerging Technologies: Jg. 120 S. 102781.

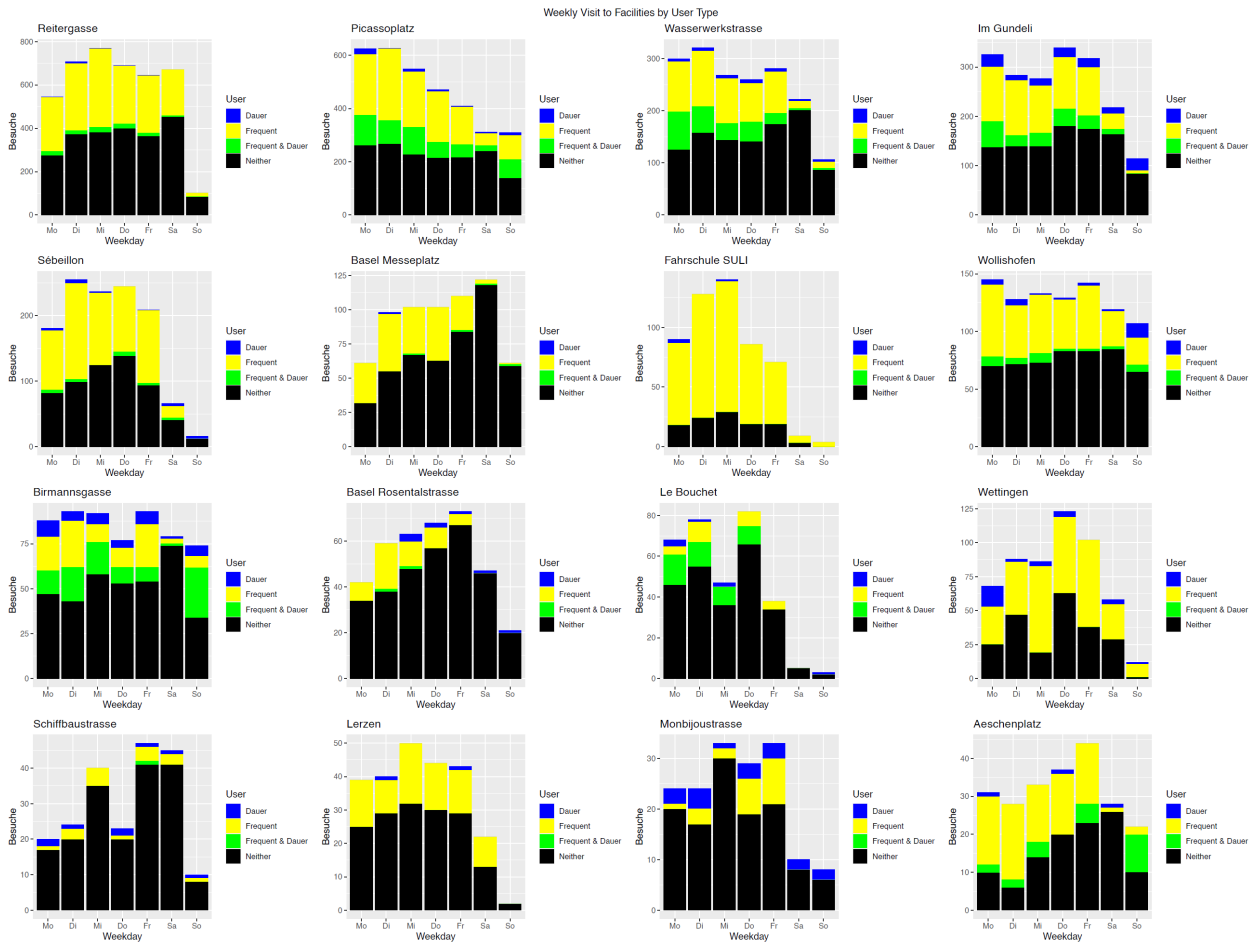
Anhänge

A 1 Liste aller im Jahr 2022 betriebenen Standorte

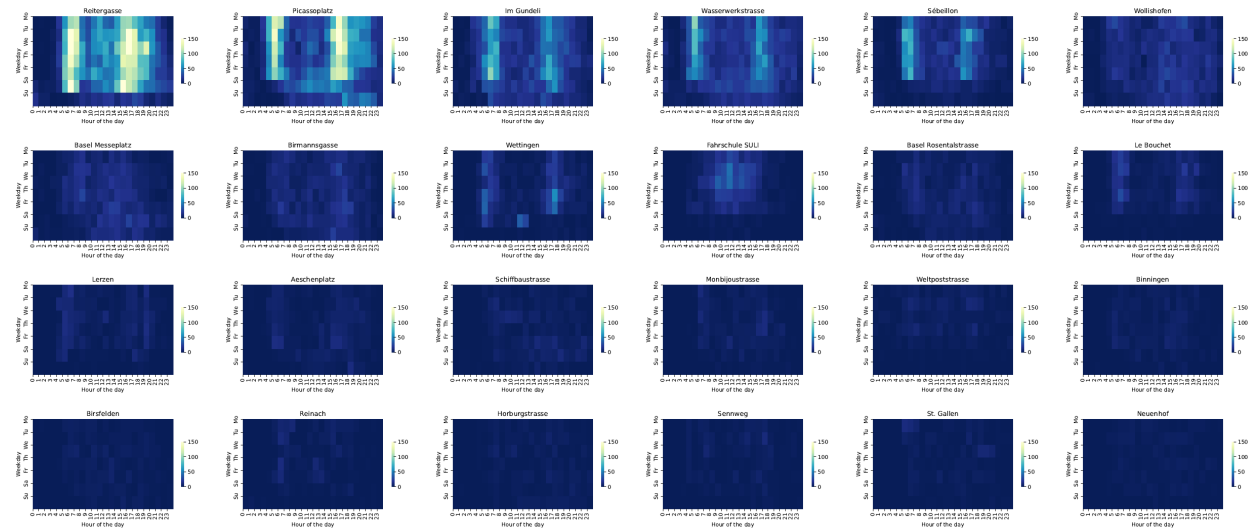
Name	Nutzungstage im Jahr 2022	Anzahl Parkfelder
Picassoplatz, BS	365	26
Im Gundeli, BS	365	34
Reitergasse, Wincasa, ZH	365	17
Wettingen, AG	365	10
Bern, BE	365	14
Reinach, BL	365	10
Allschwil, BL	365	6
Birsfelden, BL	365	12
Muttenz, BL	365	5
St. Gallen, SG	365	4
Birmannsgasse, BS	365	9
Horburgstrasse, BS	365	5
Seestrasse 353, ZH	365	5
Wasserwerkstrasse 10/12, ZH	365	12
Peter Merian-Strasse 2, BS	365	1
Kilchberg	365	4
Schiffbaustrasse 13, ZH	306	15
Lindbergh-Platz 1, ZH	207	15
Heidi-Abel-Weg 5, ZH	207	15
Parkstrasse 44, Binningen	365	8
Rosentalstrasse 50-52, BS	295	16
Hardstrasse 54/56, Neuenhof	290	5
Messeturm Basel, Messeplatz, BS	319	15
Lerzenstrasse 10, Dietikon	240	20
Martigny, Rue du Léman	229	9
Sébeillon 1-3-5, Lausanne	276	15
Route de Meyrin 49, GE	166	54
Mülipark, Schüpfheim	187	10
Littau, Luzernerstr. 86/88	162	10
Bern, Weltpoststrasse 5	96	14
Bern, Sennweg 4/6	80	12
Schaffhausen, Mühlentalstrasse	43	70
Zentrumstrasse, Biberist	10	6

A 2 Buchungsdaten

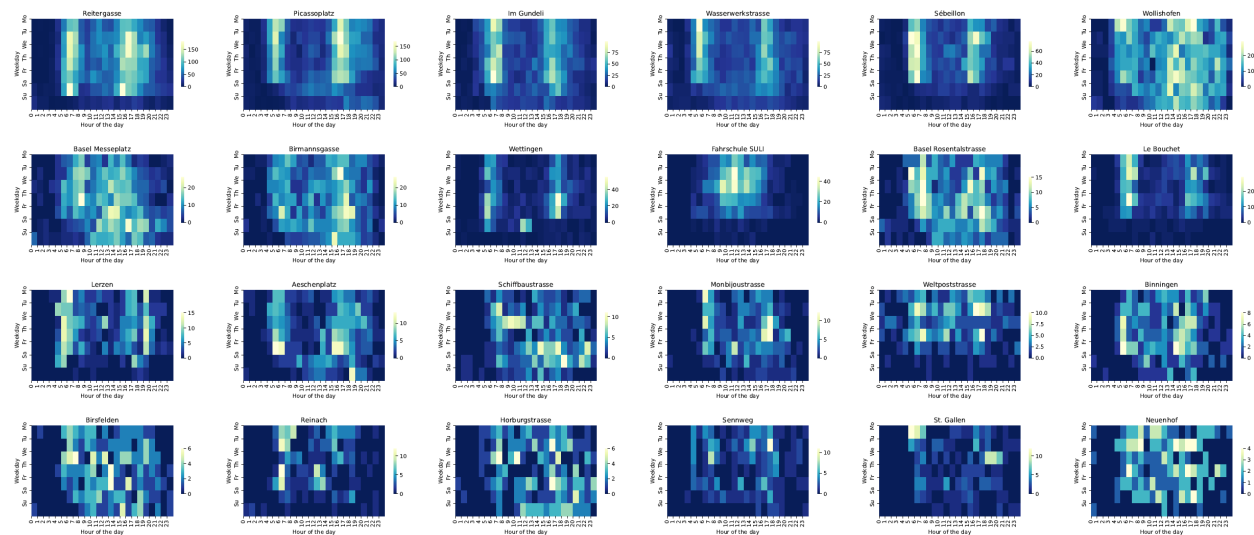
Fahrten nach Nutzengruppen pro Parkhaus



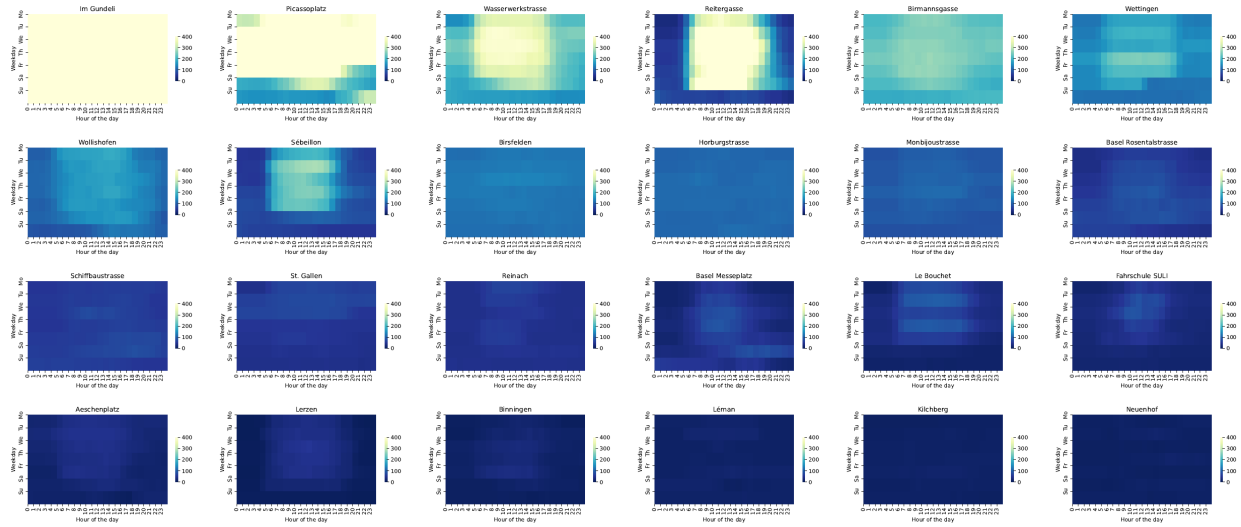
Heatmaps: Generierte Fahrten im Wochenverlauf pro Parkhaus (absolut, normierte Skala)



Heatmaps: Generierte Fahrten im Wochenverlauf pro Parkhaus (relative Skala)



Heatmaps: Belegungsgang pro Parkhaus im Wochenverlauf (absolut, normierte Skala)



Heatmaps: Belegungsgang pro Parkhaus im Wochenverlauf (relative Skala)

