

# FEMCharge

## Gender- und diversitätsgerechte Positionierung und Ausstattung von Ladeinfrastruktur

### Projektpartner:

#### Joanneum Research | LIFE

Sebastian Seebauer, Christian Joachim Gruber, Maria Schweighart, Samuel Felbermair

#### Joanneum Research | POLICIES

Sybille Reidl, Sarah Beranek, Lisa Schön

#### verkehrplus GmbH

Ulrich Bergmann, Linda Seyfried

#### Grazer Energieagentur GmbH

Manuela Beran, Elisabeth Eder, Birgit Kohla, Paul Lindheim

#### Energie Graz GmbH & Co KG

Thomas Oberbichler, Josef Neuhold

Graz - Wien, August 2021



## INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG.....	4
2	USABILITY-ANALYSE AUS GENDER- UND DIVERSITÄTSPERSPEKTIVE .....	5
2.1	Methodologie .....	5
2.2	E-Mobilität Allgemein .....	6
2.3	Nutzungsverhalten der aktuellen Ladeinfrastruktur .....	7
2.3.1	Integration des Ladens in den Alltag .....	7
2.3.2	Suchprozess, Sichtbarkeit und Verfügbarkeit.....	8
2.3.3	Lage und Begleittätigkeiten.....	9
2.4	Bedienfreundlichkeit der Ladestationen .....	10
2.4.1	Starten des Ladevorgangs und Zahlung.....	11
2.4.2	Platzsituation an der Ladestation .....	12
2.4.3	Ausstattung und Gestaltung der Ladestationen .....	13
2.5	Bedarf an Ausbau von Ladeinfrastruktur .....	14
2.5.1	Konkrete Orte .....	15
2.5.2	Schnelladestationen .....	15
2.6	Energie Graz App.....	16
2.6.1	Installation und Nutzung.....	16
2.6.2	Suche nach Ladestationen.....	16
2.6.3	Notfall-Service.....	16
2.6.4	Zusätzliche Services .....	17
2.7	Tarif (Ladekosten).....	18
2.8	Fazit und Empfehlungen.....	19
3	AKTIVITÄTSMUSTER UND SOZIALE SEGREGATION.....	23
3.1	Vorgangsweise und Methode.....	23
3.2	Räumliche und zeitliche Verteilung von Aktivitätsmustern und Wechselwirkung mit der Ladenachfrage.....	24
3.2.1	Aufenthaltsdauern bei den Aktivitäten .....	24
3.2.2	Tätigkeiten vor, während und nach dem Aufenthalt .....	26
3.2.3	Parkplatzverfügbarkeiten am Wohn- und am Arbeitsort.....	31
3.2.4	Nutzungspotentiale der Parkplätze am Wohn- und Arbeitsort für Ladevorgänge	33
3.2.5	Vertrautheit mit E-Mobilität.....	34
3.2.6	Zeitliche und räumliche Ladebereitschaft am Befragungsort .....	35
3.2.7	Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer zum Laden.....	36
3.2.8	Tätigkeit während des Ladens („Was machen Sie mit extra Zeit?“) .....	38

3.3	Räumliche Verteilung von Bevölkerungssegmenten.....	40
3.4	Szenarien für die Ladenachfrage.....	44
3.4.1	Technologische Trendentwicklung im Bereich der Transportsysteme.....	45
3.4.2	Stellplatzverfügbarkeit am Wohnort und am Arbeitsplatz.....	46
3.4.3	Wochenweglängen (werktags) als Basis für die Ladenachfrage .....	48
3.4.4	Abdeckung der Ladenachfrage auf Basis der Aufenthaltsdauern für Bestands- und Zukunftsszenarien.....	51
3.5	Fazit und Schlussfolgerungen.....	55
3.6	Definition der signifikanten Entscheidungsgrößen/Hauptkriterien für die Integration in das Bewertungstool.....	56
4	ÖFFENTLICHER RAUM UND VERKEHRSNETZE.....	57
4.1	Vorgangsweise und Methode.....	57
4.1.1	Einleitung .....	57
4.1.2	Untersuchungsansatz - Methoden.....	58
4.2	Ergebnisse des Teilbereiches Öffentlicher Raum und Verkehrsnetze.....	65
4.2.1	Personengruppe PG1: Merkmal Begleitpersonen .....	65
4.2.2	Personengruppe PG2: Merkmal Gegenstände.....	65
4.2.3	Personengruppe PG3: Merkmal Stellplatztyp .....	65
4.2.4	Personengruppe PG4: Merkmal Raumtyp .....	66
4.2.5	Personengruppe PG5: Merkmal Geschlecht.....	68
4.2.6	Personengruppe PG6: Merkmal Alter .....	70
4.2.7	Zielwert 1: Flächeninanspruchnahme.....	71
4.2.8	Zielwert 2: Barrieren .....	72
4.3	Ableitung von Ansprüchen an den öffentlichen Raum .....	73
4.3.1	Flächenanspruch: Geometrie und Abmessungen .....	73
4.3.2	Umfeld / Positionierung der E-Ladestation im Stadtgefüge .....	79
4.4	Fazit und Schlussfolgerungen.....	79
4.5	Definition der signifikanten Entscheidungsgrößen/Hauptkriterien für die Integration in das Bewertungstool.....	81
5	WIRTSCHAFTLICHKEIT UND ELEKTRIZITÄTSNETZE .....	85
5.1	Vorgangsweise und Methode.....	85
5.1.1	Kosten der einer Ladestandort für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	85
5.1.2	Erlöse .....	87
5.1.3	Fördermöglichkeiten .....	89
5.2	Fallbeispiel Graz.....	90
5.2.1	Ladestandortauswertungen .....	90
5.2.2	Tarifgestaltung.....	93

---

5.2.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Ladestandorten .....	93
5.3	Elektrizitätsnetze .....	97
5.3.1	Grundlegendes zur Prüfung von Netzkapazitäten.....	97
5.3.2	Allgemeine Vorgehensweise zur Errichtung von Standorten.....	97
5.3.3	Netzausbau aufgrund E-Mobilität .....	97
5.4	Definition der signifikanten Entscheidungsgrößen/Hauptkriterien - Wirtschaftlichkeit und Elektrizitätsnetze .....	98
6	MULTIKRITERIELLE ENTSCHEIDUNGSANALYSE (MCDA).....	99
6.1	Vorgangsweise und Methode.....	99
6.2	Entwicklung des MCDA-Tools.....	99
6.2.1	Kategorien für die Standortbewertung .....	99
6.2.2	Erarbeitung und Definition der Kriterien .....	100
6.2.3	Bewertung/Gewichtung der Indikatoren.....	104
6.2.4	Standortbewertung.....	110
6.2.5	Kategoriengewichtung .....	112
6.2.6	Bewertung und Priorisierung der einzelnen Standorte .....	112
6.3	Anwendung des MCDA-Tools bei drei Musterstandorten.....	113
6.3.1	Bewertung der Standorte .....	113
6.3.2	Ergebnis und Priorisierung der Standorte .....	120
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	121
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	123
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	126

## 1 EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Elektrifizierung des motorisierten Individualverkehrs spielt eine wesentliche Rolle für die Dekarbonisierung im Verkehrssektor. Energieunternehmen und Stadtplanung stehen aktuell vor der strategischen Aufgabe, die Verteilung und Ausstattung von Ladestandorten im öffentlichen Raum zu gestalten. Diese Planung hat weitreichende Folgen: Einerseits schafft sie die Voraussetzung für den raschen Markteintritt von Elektromobilität. Andererseits führt gebaute Infrastruktur zu Pfadabhängigkeiten für die kommenden Jahrzehnte.

Frauen und Männer weisen aufgrund unterschiedlicher Lebensumstände ein klar unterschiedliches Mobilitätsverhalten auf: Frauen (mit Betreuungsverpflichtungen) legen mehr und kürzere Wege als Männer (ohne Betreuungspflichten) zurück<sup>1</sup>; Männer verfügen häufiger über Pkws; Wegzwecke weisen geschlechterstereotype Rollenbilder auf. Folglich haben Frauen tendenziell andere Ansprüche und Bedürfnisse an das Mobilitätsangebot als Männer. Die genderrelevante Ausrichtung von Ladeinfrastruktur ist zentral, um nicht Benachteiligungen auf lange Zeit zu zementieren.

Ladestandorte sowie Ladestationen müssen neben technischen und wirtschaftlichen auch sozialen Anforderungen genügen: sowohl jenen der Nutzer:innen, die Ladephasen in ihre alltäglichen Aktivitätsmuster integrieren, als auch jenen des öffentlichen bzw. semiöffentlichen Raums, in dem Ladestandorte bzw. Ladestationen errichtet werden und damit den Mobilitätszugang aufwerten. Wenn die Elektromobilität alle Bevölkerungsgruppen erreichen soll, sind in der Positionierung und Gestaltung von Ladestationen die Bedürfnisse von benachteiligten Bevölkerungsgruppen, wie Frauen, ältere oder einkommensschwache Personen zu berücksichtigen.

Diese Fragestellungen wurden im Forschungsprojekt FEMCharge adressiert. Ziel war, ein multikriterielles Entscheidungstool für eine gender- und diversitätsgerechte Positionierung und Ausstattung von Ladestandorten bzw. Ladestationen für Elektroautos zu entwickeln. Die Bandbreite an Kriterien und Anforderungen wurde aus mehreren Perspektiven untersucht: Ein Usability-Analyse von Ladeinfrastruktur und Lade-App durch Elektroautonutzer:innen zeigte spezifische Bedürfnisse benachteiligter Gruppen auf. Eine Analyse von Aktivitätsmustern und Dauer der Aktivitäten erarbeitete, wie die Ladenachfrage im Tagesablauf abgedeckt werden kann. Die Anforderungen von Verkehrs- und Elektrizitätsnetz, öffentlichem Raum, Wirtschaftlichkeit, Aktivitätsmustern und sozialer Segregation wurden identifiziert, aufeinander abstimmt und optimiert. Methodisch wurden dabei Verkehrsnetzanalysen, GIS-Analysen, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Befragungen, Beobachtungen und Kartierungen im öffentlichen Raum sowie Sekundäranalysen von Mobilitätserhebungen und sozialstatistischen Daten eingesetzt.

Die Ergebnisse werden über ein MCDA-Softwaretool (Excel) zusammengefasst, um eine strukturierte Bewertung möglicher Standorte für Ladestationen nach den in FEMCharge entwickelten Kriterien zu ermöglichen. Dieses Tool wurde in einer konkreten Pilotanwendung auf drei Standorte am Fallbeispiel Graz auf seine praktische Anwendbarkeit validiert.

---

<sup>1</sup> Auf Frauen und Männer, die diesen traditionellen Rollenbildern nicht entsprechen, trifft dies nicht zu. Sie sind allerdings immer noch in der Minderheit.

## 2 USABILITY-ANALYSE AUS GENDER- UND DIVERSITÄTSPERSPEKTIVE

### 2.1 Methodologie

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Usability-Analyse des FEMCharge-Projekts präsentiert. Die Usability-Analyse umfasst die Erfahrungen mit und Erwartungen an Ladeinfrastruktur, Ladestationen sowie der App der Energie Graz zur Verwaltung und Steuerung von Ladevorgängen. Weiters werden Einstellung zu und Nutzung von E-Mobilität beleuchtet. Hierfür wurden die Perspektiven unterschiedlicher Nutzer:innen miteinbezogen.

Die Ergebnisse basieren auf Online-Fokusgruppen und einer schriftlichen Beantwortung der Fragen im Dezember 2020, sowie auf telefonischen Einzelinterviews im November 2020 und Januar 2021.

Die Erhebungsphase gestaltete sich aufgrund der COVID-19 Pandemie herausfordernd, es war v.a. schwierig weibliche E-Auto-Fahrerinnen zu erreichen. Da im Dezember 2020 zu wenige weibliche Teilnehmerinnen für die Online-Fokusgruppen gewonnen werden konnten, wurde im Januar 2021 mit telefonischen Einzelinterviews mit Kundinnen der Energie Graz nachgefasst. So konnte schlussendlich eine ausgewogene Anzahl an weiblichen und männlichen TN (Teilnehmer:innen) erreicht werden.

**Tabelle 2.1-1: Teilnehmer:innen nach Erhebungsart und Geschlecht**

ART DER ERHEBUNG	FRAUEN	MÄNNER
Online-Fokusgruppen	4	7
Telefonische Einzelinterviews	4	0
Schriftliche Beantwortung	0	1
<b>Insgesamt</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Bei der Auswahl der Teilnehmer:innen wurde neben dem Geschlecht auf folgende Kriterien geachtet:

- Auswahl von Energie-Graz-Ladekartenkund:innen, wohnhaft in Graz
- Personen aus verschiedenen Altersgruppen (Das Alter der TN variiert von 30-63 Jahren)
- Vertragsdauer: länger als 6 Monate
- Tarif: Möglichst gleichverteilt (= Fix und Flex-Tarif)
- Ladehäufigkeit: mindestens 5x an öffentlich-zugänglichen EGG-Ladestationen in Graz
- Möglichst gleichmäßige Verteilung der Kund:innen über das Stadtgebiet

Generell handelt es sich bei dieser Erhebung um einen qualitativen Zugang. Die Fokusgruppen und Interviews dienen dazu, uns einen tieferen Einblick in Erfahrungen, Problemlagen und Bedürfnisse von E-Autobesitzer:innen zu ermöglichen. Die Ergebnisse sind insofern nicht repräsentativ, sondern zeigen inhaltliche Themen auf, die in weiterer Folge berücksichtigt werden sollten. Auch geschlechterspezifische Unterschiede, die hier erwähnt werden, sind lediglich deskriptiv für diese Gruppe an Befragten und damit nur als Hinweise zu verstehen, denen in quantitativen Studien nachgegangen werden muss, um repräsentative Aussagen zu ermöglichen. Die bewusste Einbeziehung weiblicher und männlicher TN, jüngerer und älterer E-Autofahrer:innen aus unterschiedlichen Regionen von Graz war v.a. deshalb zentral, weil so eine diverse Palette an Perspektiven ermöglicht wurde, welche ohne die Vielfalt der TN möglicherweise verdeckt geblieben wären.

## 2.2 E-Mobilität Allgemein

Die Mehrheit der TN ist in den letzten 3 Jahren in die Elektromobilität eingestiegen. Die TN verteilen sich relativ gleich auf die Jahre 2017-2020 bzw. vor 2017. Auch bezüglich Geschlecht ist die Verteilung relativ ausgeglichen, sodass keine Verzerrungen bzgl. Erfahrung mit Elektromobilität zwischen den Geschlechtern zu erwarten sind. Die meisten Befragten nutzen ihr E-Auto ausschließlich privat, einige verwenden es auch beruflich. Zwei Befragte haben auch Erfahrungen mit Hybrid-Fahrzeugen.

Aus Sicht der TN ergaben sich vier relevante Herausforderungen in Bezug auf die gesellschaftliche Ausbreitung von Elektromobilität.

- **Komplexität und Rechercheaufwand:** Das E-Mobilitätssystem wird sehr komplex und als schwierig zu durchschauen erlebt (z.B. bezüglich Kosten und verschiedener Anbieter:innen von Ladeinfrastruktur), sodass eigene Recherchen und Austausch mit anderen E-Autofahrer:innen notwendig sind. Dies scheint sich über die letzten Jahre sogar zu verstärken: *„Wir haben ursprünglich das Elektro-Auto angeschafft, weil es so unkompliziert und gratis zu tanken war. Man konnte es anstecken und es hat funktioniert. Jetzt mit der Vielzahl an Ladestationen und Karten ist es komplizierter geworden. Die Ladestationen sind so unterschiedlich. Wir kennen uns schon aus, aber für einen Einsteiger ist das Ganze sehr kompliziert.“* (TN\_11)
- **Neue Technologie:** Dies wird als Problem insbesondere für ältere Personen gesehen. Außerdem wurden Ausnahmeregelungen bzw. Förderungen für E-Autos beschlossen (z.B. kostenlos Parken), die teilweise wieder aufgehoben wurden. Hinzu kommt die aktuelle Gesetzeslage, die das Errichten von Ladestation in Mehrfamilienhäusern erschwert, da von allen Eigentümer:innen das Einverständnis eingeholt werden muss. Da hier Neuerungen in der Gesetzeslage zu erwarten sind, wird von den E-Fahrer:innen erwartet, dass sie sich diesbezüglich ständig neu informieren. Weniger Planungsaufwand bzw. höherer Komfort wird allerdings als relevanter Faktor für die Beliebtheit von E-Mobilität gesehen: *„Je komfortabler das ist und je weniger Zeit und Energie ich investieren muss in die Wartung und die Pflege des Autos, desto leichter wird es wahrscheinlich, Leute davon zu überzeugen sich so ein Auto zuzulegen.“* (TN\_14)
- **Reichweite:** Die Reichweite der Autos der TN variiert deutlich, daher nutzen manche Befragte das Auto für längere Strecken, andere verwenden es ausschließlich im Stadtbereich.
- **Preis:** Die Anschaffung des E-Autos und das Laden werden als eher teuer empfunden, insbesondere im Vergleich zum Auto mit Verbrennungsmotor. Das Ausmaß der Ladekosten war nicht allen vor dem Kauf bewusst: *„Das ist so teuer, dass wir uns gefragt haben, was haben wir uns da eigentlich für ein Auto gekauft. [...] Viel Arbeit und hoher Preis, das ist nicht cool, das ist uncool.“* (TN\_16)
- **Wetereinfluss:** Die Akkulaufzeit ist abhängig von der Temperatur, sodass unterschiedliche Reichweiten im Sommer/Winter zu erwarten sind bzw. die Ladetätigkeit im Winter zunimmt. Ebenso ist Laden bei Schlechtwetter recht unattraktiv – insbesondere an abgelegenen Ladestationen ohne Aufenthaltsmöglichkeit.

## 2.3 Nutzungsverhalten der aktuellen Ladeinfrastruktur

Generell wird die öffentliche Ladeinfrastruktur von den TN intensiv genutzt. Die meisten Befragten verfügen über keine Lademöglichkeit zuhause und sind damit auf die öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen. Die TN, die zuhause laden können, tun dies entweder über eine Ladestation in der Tiefgarage oder über ein Verlängerungskabel. Obwohl sie zu Hause laden können, nutzen zwei männliche TN hauptsächlich öffentliche Ladestationen. Nur männliche TN erwähnen, Ladestationen bei ihrer Arbeitsstätte aktuell zu nutzen. Abgesehen davon ist auffällig, dass die meisten befragten Frauen ausschließlich öffentlich laden.

### 2.3.1 Integration des Ladens in den Alltag

Etwa die Hälfte der Befragten lädt (eher) spontan, während die andere Hälfte das Laden (eher) plant und z.B. das Laden auf das Wochenende schiebt. Insbesondere bei längeren Strecken wie Dienstreisen sind sich die TN über die notwendige Planung von Ladepausen weitgehend einig.

Von spontanem Laden berichten eher Männer. Es wird v.a. durch verfügbare Ladeinfrastruktur (z.B. wird Wien und/oder Tesla-Infrastruktur als positiv erlebt), eine höhere Reichweite des Autos und eine mögliche Nutzung von Schnellladestationen (SLS) unterstützt und wird als eher positiv wahrgenommen:

*„Im Alltag muss ich nicht planen. Mit dem Akku komme ich locker über eine Woche aus.“  
(TN\_10)*

Das Planen ist für viele jedoch eine Notwendigkeit und erfordert einen gewissen Aufwand (insb. für „Normal- bzw. Langsam-Lader:innen“), der v.a. für berufstätige Eltern mit Kleinkindern zur Herausforderung wird, bzw. auch abschreckend wirken kann:

*„Insbesondere auch wenn man das vergleicht mit den Benzinern, die einfach nur zur Tankstelle fahren, Benzin reintanken, bezahlen und weiterfahren. Für mich war das schon eine ziemliche Umstellung, auf dieses Planen, dass man schaut, ok, wann muss ich wieder aufladen, dass ich genug Strom hab, um mit dem Auto fahren zu können, das glaube ich, ist vielleicht auch ein Grund, für manch einen, der bisschen abschreckend wirkt, also ein reines Elektroauto anzuschaffen. [...] also wenn man das Auto nutzen möchte, dann muss man es halt aufladen, insofern, bleibt einem nichts anderes übrig, als sich schnell daran zu gewöhnen und Zeit dafür frei zu machen.“ (TN\_14)*

Die Option spontan laden zu können, wird als erstrebenswerter und relevanter Faktor in der Ausrollung von E-Mobilität gesehen. Bei der Wahl der Ladestationen sind neben der geographischen Lage folgende Kriterien handlungsleitend:

- **Parksituation & Zugänglichkeit:** Zusätzliche Parkgebühren, Ladestationen in Kurzparkzonen ohne Ausnahmeregelung für alle E-Autos und an Plätzen mit Schranken davor wurde von den TN kritisiert. Einige würden diese Ladestationen auch gerne über Nacht nutzen. Andere meiden Ladestationen mit zusätzlichen Parkgebühren (wie in der Kurzparkzone) komplett:

*„Das ist ja auch noch der Wahnsinn. Wenn man tanken zahlen soll und fürs Parken. Wenn ich 3 Std. dort steh, dann zahl ich 6 Euro für das Stehen, plus das Tanken. Also ich versteh nicht, warum man das dorthin gebaut hat, es tut mir leid. [...] Da kann man dann sagen, ja wir haben in Graz schon 50 Stellen, nur dass man bei 10 Stellen nicht tanken kann, das schreibt dann niemand dazu.“ (TN\_16)*

- **Preisliche Gestaltung:** Abgesehen von zusätzlichen Gebühren fürs Parken spielt generell der Preis bei der Wahl der Ladestation eine Rolle. So werden z.B. Ladestationen bestimmter Anbieter wie SMATRICS oder Schnellladestationen aufgrund hoher Tarife eher gemieden. Beliebte sind bei manchen TN Ladestationen, wo kostenloses Laden möglich ist, z.B. bei bestimmten Supermärkten.
- **Schnellladestationen** sind nicht für alle TN gleichermaßen attraktiv und werden unterschiedlich genutzt. Hier lassen sich dreierlei Gruppen identifizieren. (1) Die erste Gruppe (ausschließlich

Frauen) nutzt Schnellladestationen gar nicht oder kennt den Unterschied zwischen Schnellladestationen und „normalen“ Ladestationen nicht. Der Grund hierfür liegt überwiegend darin, dass die Fahrzeuge dieser Gruppe nicht für SLS geeignet sind oder empfohlen werden. Auch wird der höhere Preis negativ gesehen. (2) Die zweite, größte Gruppe von TN nutzt eine Mischung aus SLS (oder Tesla Supercharger) und „normalen“ Ladestationen. Häufig werden Schnellladestationen zu bestimmten Zwecken verwendet wie um bei längeren Strecken nicht zu lange Pausen machen zu müssen oder in Kombination mit kürzeren Aufenthalten wie Einkaufen. „Normal- bzw. Langsamladestationen“ werden von dieser Gruppe bei längeren Aufenthalten wie Sport oder Arbeiten oder über Nacht gewählt. (3) Die letzte Gruppe nutzt sofern möglich ausschließlich SLS oder präferiert SLS klar gegenüber anderen Ladestationen. Vielen geht es hierbei darum die Ladedauer zu verkürzen oder eine SLS liegt auf ihren üblichen Strecken oder in der Nähe des Wohnortes.

### 2.3.2 Suchprozess, Sichtbarkeit und Verfügbarkeit

Die drei beliebtesten **Suchstrategien** der Befragten für neue Ladestationen sind Apps, der Browser und das Navigationsgerät (in absteigender Reihenfolge). Die meisten TN haben aber auch zahlreiche Ladestationen auf ihren gewohnten Wegen im Kopf und nutzen ihre Suchstrategien nur bei längeren Strecken (für Ladepausen) und in unbekanntem Gegenden. Auch wenn viele TN die Sichtbarkeit als gut einstufen, wurde in den Fokusgruppen und Interviews doch häufig berichtet, dass Ladestationen nur mit Schwierigkeiten gefunden wurden. Freistehende Ladesäulen mit grünen Einrahmungen, Beleuchtung und Hinweisschildern werden besser gesehen bzw. leichter gefunden. Außerdem wünschen sich viele Befragte zusätzliche Beschreibungen und exaktere Adressen in Apps und Browser, um die Ladestationen besser finden zu können. Man könnte zur Unterstützung auch Fotos überlegen.

Was die **Verfügbarkeit** von Ladestationen angeht, sind die Wahrnehmungen der TN recht unterschiedlich. Einige finden es eher schwierig freie Ladestationen zu finden. Dabei beziehen sie sich insbesondere auf den innerstädtischen Bereich (v.a. zu Stoßzeiten wie freitags oder samstags), den Bahnhof, Joanneum-Ring oder bestimmte Supermärkte:

*„In der Innenstadt fehlt mir auch Infrastruktur. Man kann beim Kastner, beim Eisernen Tor beispielsweise laden. Es kommen mir aber relativ wenig in den Sinn, und viele davon sind meist besetzt. Im Vergleich zu Wien ist Graz relativ dünn in der Infrastruktur.“*

(TN\_10)

Ebenso führt die Nutzung der Ladestationen gemeinsam mit Taxis und tim-Autos zu Unzufriedenheit, da v.a. tim-Autos extra gekennzeichnete Flächen zur Verfügung stehen, die nicht öffentlich genutzt werden dürfen und tim-Autos zum Teil öffentliche Ladestationen parkend blockieren. Als Lösung wird vorgeschlagen, alle Ladestationen allen Autos mit gleichen Regeln zugänglich zu machen (bspw. keine speziellen Flächen für tim-Autos, gleiche Regeln bzgl. Parken ohne Laden auch für tim-Autos), sowie Ausnahmeregelungen für E-Fahrzeuge bzgl. der Kurzparkzonen. Viele TN würden gerne über Nacht laden oder Laden bis der Akku voll ist. Dies wird durch die Platzierung in Kurzparkzonen (ohne Ausnahmeregelung) und/oder die Begrenzung der Ladedauer verhindert. Kritisiert wird auch, wenn Personen ihr Auto während der Arbeitszeit laden und die Ladestation so für längere Zeit blockieren.

Manche Befragte nutzen gern Ladestationen, die wenig bekannt sind (z.B. innen beim Shopping Nord im Gegenzug zu außen, FH Campus am Wochenende) da sie fast immer frei sind. Die ständige Verfügbarkeit bestimmter Ladestationen führt eine TN allerdings auf den Preis zurück, da die Ladestationen (Shopping Nord) ständig besetzt waren, als sie noch gratis waren und aktuell immer frei sind.

Für Personen, die das Laden eher planen, ist mangelnde Verfügbarkeit etwas ärgerlich, da dies zum allgemeinen Aufwand des Ladens hinzukommt:

*„Bis jetzt muss ich sagen, hatten wir eigentlich Glück, das kann aber auch daran liegen, dass der Platz, den wir nutzen relativ abgelegen ist. [...] Also es gab schon mal Momente, wo wir ein bisschen warten mussten, mal eine halbe Stunde, das war nicht gerade erfreulich. [...] Wo man vielleicht gerne was anderes am Sonntagnachmittag machen würde, muss man halt diese Zeit einplanen, um einfach auf diesem Parkplatz zu stehen und natürlich auch hoffen, dass der Platz gerade frei ist.“ (TN\_14)*

Viele der TN nutzen die App dafür, um zu sehen, ob die gewünschte Ladestation frei ist.

### 2.3.3 Lage und Begleittätigkeiten

Ladestationen sind vor allem dann beliebt, wenn sie mit anderen Aktivitäten oder Tätigkeiten kombiniert werden können. Daher sollen in diesem Kapitel insbesondere die Tätigkeiten beschrieben werden, die gerne mit dem Laden verbunden werden, um daraus Rückschlüsse auf bevorzugte Lagen neuer Stationen ziehen zu können. Die Tätigkeiten, die von den TN gerne mit dem Laden kombiniert werden, lassen sich in acht Kategorien einteilen<sup>2</sup>:

- **Einkaufen** wird häufig als Begleittätigkeit genannt. Lebensmitteleinkauf bzw. der Supermarkt steht hier im Mittelpunkt und wird auch gerne mit SLS kombiniert wo möglich. Zwei Befragte berichten, gezielt Supermärkte anzufahren, die über Lademöglichkeiten verfügen. Einkaufszentren sind allerdings auch relativ beliebt (Murpark, Citypark, Shopping Nord), insbesondere wenn das Laden dort kostenlos ist/war. Außerdem wurde das Möbelhaus, der Bauernmarkt oder die Bäckerei erwähnt. Besonders vorteilhaft sind mehrere Einkaufsmöglichkeiten in Gehdistanz, sodass verschiedenartige Einkäufe kombiniert werden können.
- **Pause/Warten:** Mehr als die Hälfte der Befragten berichten aber auch, Ladezeiten mit Warten zu verbringen oder sie als Pause zu nutzen. Dies ist entweder auf langen Strecken notwendig oder es werden Ladestationen angefahren, die im Umkreis keine weitere Beschäftigungsmöglichkeit bieten. Letzteres wird als weniger positiv gewertet, als ersteres. Denn trotz Notwendigkeit empfinden viele TN, diese Art die Ladezeit zu überbrücken nicht als unangenehm, da insbesondere bei langen Strecken SLS genutzt werden und diese kurze Zeit mit Kaffee trinken, Toilette, (Zeitung-)Lesen, Podcasts, am Tablet arbeiten oder einfach als wertvolle Pause verbracht wird. Interessanterweise erwähnen männliche TN diese Kategorie deutlich häufiger, als weibliche, was einerseits damit zusammenhängen könnte, dass mehr Frauen als Männer SLS überhaupt nicht nutzen und Frauen eher E-Stadtautos mit geringerer Ladekapazität/-geschwindigkeit fahren.

---

<sup>2</sup> An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass diese Liste keine repräsentative Prioritätenliste ist, sondern die diversen Perspektiven der Teilnehmer:innen widerspiegelt. Diese können jedoch als Anregungen und Ausgangspunkt für weitere Recherche, Überlegungen und Forschung verstanden werden.

- **Wohnen/Zuhause:** Viele der TN nutzen Möglichkeiten zu laden in ihrem Zuhause (über Ladestation oder Verlängerungskabel) oder in der Nähe. Dies scheint den geringsten Aufwand zu verursachen und lässt sich gut in den Alltag integrieren. Dies wird sofern notwendig auch mit einem kleinen Spaziergang hin und zurück verbunden.

*„Ich lade an die drei Stunden. Ich fahre zur Ladestation in der Nähe meiner Wohnung, gehe circa 15 Minuten heim und hole es dann wieder ab. Wenn die Ladedauer kürzer wäre, dann würde sich das nach Hause gehen nicht auszuzahlen. Das Auto zeigt mir an, wie lange es lädt. Man darf eh nicht länger als drei Stunden stehen. Trotzdem habe ich über die Nacht schon mal auf das Auto vergessen.“ (TN\_12)*

- **Arbeiten** wird eher von männlichen TN mit der Ladetätigkeit verbunden, als von weiblichen. Bei manchen verfügt die Firma über eigene Ladeinfrastruktur (Starkstromladungen) für die E-Berufsfahrzeuge und/oder das Laden wird während Kund:innenterminen erledigt.
- **Termine/Erledigungen:** V.a. weibliche TN erwähnten, dass sie das Laden mit weiteren Terminen und Erledigungen verbinden (abgesehen von den bereits genannten). Hierunter fallen beispielsweise Ärzt:innen- oder Massageterminen. Das Parken das ohnehin notwendig ist, wird damit als zusätzliche Lademöglichkeit genutzt.
- **Spazieren gehen/Sport:** Laden wird zum Teil auch mit körperlicher Ertüchtigung verknüpft, wie beim Fitnessstudio oder langen Spaziergängen.
- **Sonstiges:** Ein TN verwendet die Ladezeit für einen Innenraumputz oder lädt bei einem Schnellrestaurant, wo die Kinder Möglichkeiten zum Spielen haben. Eine TN lädt ebenfalls regelmäßig bei einer Freundin.

## 2.4 Bedienfreundlichkeit der Ladestationen

Die Bedienbarkeit der Ladestationen wird von allen TN positiv erlebt, auch von jenen, die sich selbst nicht technikkompetent einschätzen. Nur wenige berichten von „Startschwierigkeiten“, welche sich aber auch in Grenzen hielten. Berichtete Probleme und Verbesserungsvorschläge sind:

- **Bessere Beschriftung bzgl. Ladevorgang und -stecker:** Einigen Befragten war nicht klar, wie fest man den Stecker hineinstecken muss. Sie hatten daher zu Beginn Probleme bzw. dachten sogar die Station sei defekt:

*„Es war so kalt und ich war verzweifelt und habe das nicht gewusst. Das wird einem nicht gesagt, das müsste irgendwo notiert sein.“ (TN\_03)*

Auch die mit der Ladestation kompatiblen Steckertypen sind nicht immer klar ersichtlich – hier wäre eine Anleitung inkl. Aufzählung passender Automodelle pro Steckertyp hilfreich.

- **Kabel an der Ladestation werden ambivalent eingestuft.** Manche finden es praktisch, wenn diese schon vorhanden sind, andere würden gerne ihr eigenes verwenden. Hier wäre evtl. eine hybride Lösung anzudenken.

### 2.4.1 Starten des Ladevorgangs und Zahlung

Viele der TN können bereits über Situationen berichten, in denen Ladestationen defekt waren oder die Funktionstüchtigkeit beeinträchtigt war.

*Es hat schon Probleme gegeben, dass die Ladestationen nicht funktioniert haben, oder dass sie außer Betrieb waren. [...] Der Service passt. Technik geht nicht immer so, wie man es sich vorstellt. (TN\_12)*

#### Beschriebene Probleme waren:

- Stecker defekt
- Kabel defekt
- Abstecken nicht möglich
- Starten Ladevorgang nicht möglich (insb. in Kärnten)
- Ladeaktivität abgebrochen
- Softwareaussetzer
- Zusammenbruch Buchungssystem durch Serverausfall

In einigen Fällen konnten die Probleme behoben werden (z.B. durch ein Telefonat mit der Hotline, Neustart des Ladevorgangs), in anderen Fällen mussten die TN eine andere Ladestation ansteuern (ein TN mittels Polizeieskorte), zuhause laden oder anderweitig kreativ werden (z.B. über Verlängerungskabel bei Bauernhof/Tankstelle/Campingplatz laden). Es wurde der Wunsch geäußert, dass defekte Ladestationen (nach Meldung) schneller repariert werden sollten oder sogar proaktiv identifiziert werden sollten z.B. indem analysiert wird, welche Ladestationen seit längerem gar nicht genutzt wurden. Insgesamt wird die Tesla-Ladeinfrastruktur als funktionstüchtiger wahrgenommen.

Die **Ladekarte** wird der App gegenüber klar bevorzugt und überzeugt in ihrer Funktionstüchtigkeit – zumindest werden Ausfälle der Ladekarte als Ausnahme von der Regel bezeichnet:

*„Zu 99 % über die Karte. Die funktioniert sehr gut. In den drei Jahren war nur einmal ein Ausfall, wo die Karte kaputt war.“ (TN\_06)*

*Bezüglich Ausfällen wurde berichtet, dass in Kärnten nur die SLS mit Ladekarte zu aktivieren waren, während die normalen Ladestationen nur mittels App (halbwegs gut) funktionierten.*

Alternativen zur Energie Graz Ladekarte werden genutzt, um gerade beim Einstieg in die E-Mobilität Kosten zu vergleichen, mehr Ladestationen zur Verfügung zu haben und/oder als Back-Up, um nicht leer auszugehen, wie beispielsweise der folgende TN beschreibt:

*„Daher habe ich immer mindestens noch einen alternativen Ladevertragspartner in der Hinterhand um nicht an einem Sonntag auf der Strecke zu bleiben.“ (TN\_13)*

#### Ladekarten anderer Energieversorgungsunternehmen der TN:

- SMATRICS
- Tesla Supercharger
- Wien Energie
- Tim, Stadt Graz
- Energie Steiermark
- Shell
- Renault (vermutlich Z.E. Pass)
- Linz Energie

Am häufigsten wird die SMATRICS Ladekarte, bei den Tesla-Fahrer:innen die Supercharger genannt. Allerdings wird die SMATRICS häufig als Back-Up verwendet, da diese von den Kosten weniger attraktiv sei als die Alternativen – der Preis scheint für die meisten ausschlaggebend zu sein (bzw. bei Tesla-Fahrer:innen die Nutzung einer zusätzlichen Ladeinfrastruktur).

Insgesamt wird kritisiert, dass es insgesamt vier verschiedene Ladesysteme verschiedener Infrastrukturanbieter in Graz gibt und Transparenz bezüglich Kosten und Nutzbarkeit von Ladestationen fehlt – ein Kritikpunkt, der sich wohl in den letzten Jahren verschärft hat:

*„Wir haben ursprünglich das Elektro-Auto angeschafft, weil es so unkompliziert und gratis zu tanken war. Man konnte es anstecken und es hat funktioniert. Jetzt mit der Vielzahl an Ladestationen und Karten ist es komplizierter geworden. Die Ladestationen sind so unterschiedlich. Wir kennen uns schon aus, aber für einen Einsteiger ist das ganze sehr kompliziert. Es wäre von Vorteil, wenn man einfach im Notfall bar oder mit Kreditkarte den Strom bezahlen könnte.“ (TN\_11)*

Einige Befragte berichteten, dass sie eine Ladestation ansteuerten und dort dann mangels passender Ladekarte nicht laden konnten. Manche TN haben außerdem den Eindruck, dass öffentliche Ladestationen zugunsten von tim-Ladestationen reduziert werden und damit weniger Ladestationen verfügbar sind, die mit der Energie Graz Karte genutzt werden können. Auch kam der Umstieg von der kostenlosen Karte der Energie Graz zur kostenpflichtigen Karte für einige abrupt, sie hätten sich mehr Informationen gewünscht.

Die TN nutzen die Möglichkeit den Ladevorgang mit der **Energie Graz App** zu starten bzw. zu zahlen nicht oder äußerst selten. Bei den wenigen, die es probiert haben, hat die App nicht oder umständlicher als die Ladekarte funktioniert. Zu diesem Thema äußerten sich lediglich männliche TN.

Direkte Verbesserungsvorschläge sind:

- **Zahlung über Rechnung** wird zwar als bequem wahrgenommen, aber die Höhe der Kosten ist teilweise eine Überraschung für manche TN. Hier wäre mehr Transparenz begrüßenswert, wie z.B. über die Möglichkeit den Kostenstand über die App einsehen zu können.
- **Weniger komplexe und intransparente Anbieter-/Zahlungssituation:** Hier könnte es mehr Überblick und Transparenz der einzelnen Anbieter geben bspw. zwischen tim und Energie Graz. Auch wäre die Nutzung mittels Kredit-/Bankomatkarte denkbar.

#### 2.4.2 Platzsituation an der Ladestation

Mit der Platzsituation an den Ladestationen sind weibliche TN etwas zufriedener als männliche Befragte. Generell geben alle an, mit dem zur Verfügung stehenden Platz auszukommen, manchmal ist aber etwas mehr Rangieren nötig.

Behindert wird das Tanken eher durch andere (E-)Autos, da einige Ladestationen nicht beidseitig Zugriff erlauben oder ungünstig positioniert sind:

*„Oder dann haben wir auch woanders die Feststellung gemacht, dass unser Kabel zu kurz ist oder dass die Ladestation so angebracht ist, dass man nicht von beiden Seiten Zugriff haben kann und wenn dann ein anderes Auto ungünstig parkt, dann kann ich mit meinem Auto mich nicht mehr hinstellen.“ (TN\_16)*

*„Die vor der Merkur-Versicherung am Joanneum Ring, also die ist ziemlich dämlich, weil da hat sich einmal ein Auto, da sind zwei Säulen hintereinander, da hat sich einmal ein Auto zur vorderen Säule hingestellt, aber die hintere Säule verwendet. Jetzt war die vordere frei, aber so lang ist mein Kabel natürlich nicht, dass ich da hinkomme.“*

*(TN\_15)*

*„In der Mohsgasse ist es so, dass da steht ein Baum dort, wenn Sie ein paar Meter weiter links oder rechts stehen würde, wäre es kein Problem, aber so wie sie dort steht ist es eigentlich unmöglich. Da kann man auf einer Seite hinfahren, aber wenn dort schon einer steht, dann ist der zweite Platz eigentlich nichts.“* (TN\_16)

Ladestationen auf schrägen Parkplätzen werden unterschiedlich wahrgenommen:

*„Ich muss eine Ladestation mit schräger Lage immer rückwärts einparken, weil sonst mein Kabel zu kurz ist. Ein Polizist hat mir dafür schon einmal einen Strafzettel gegeben, weil ich gegen die Fahrtrichtung eingeparkt habe.“* (TN\_10)

*„Die Ladestationen, die ich nutze, sind mit schrägen Parkplätzen, daher ist hier generell genug Platz. Also die benutze ich ganz bewusst, weil es hier leicht ist einzuparken, und weil sie in der Nähe meiner Wohnung sind.“* (TN\_12)

Beim Bau neuer Ladestationen wäre es somit sinnvoll die unterschiedlichen Positionen der Ladebuchsen bei den Fahrzeugtypen, sowie mögliche Nutzungsprobleme bei beidseitiger Nutzung mitzudenken. Ein TN merkte ebenfalls, an, dass Ladestationen unter Bäumen wie Kastanien vermieden werden sollten.

### 2.4.3 Ausstattung und Gestaltung der Ladestationen

Bezüglich der Ausstattung und Gestaltung der Ladestationen wurden die folgenden Aspekte thematisiert:

- **Ausleuchtung:** Generell sind die Befragten zufrieden mit der Ausleuchtung der Ladestationen. Lediglich ein TN ließ von seiner Frau ausrichten, dass manche Stationen zu wenig ausgeleuchtet sind und daher das Sicherheitsgefühl leidet. Dies wurde von weiblichen TN nicht bestätigt: *„Wir haben eh schon so eine Vermüllung durch Licht. Wir brauchen nicht noch mehr Beleuchtung.“* (TN\_03)
- **Überdachung:** Eine TN wünscht sich bei Ladestationen, die im Freien positioniert sind, eine Überdachung zum Schutz vor Regen.
- **Anzahl Ladesäulen:** Eine TN merkte an, dass zwei Ladesäulen nebeneinander oft zu wenig sind
- **Stecker/Kabel:** Es wurde kritisch angemerkt, dass das CCS-Kabel der SLS schwer und steif ist und daher relativ viel Kraft erfordert, um es anzustecken. Auch sind nicht alle Steckertypen mit allen Ladestationen kompatibel.
- **Reinigungsservices** (z.B. Staubsauger, Putzutensilien für Scheiben) werden bei größeren Ladestationen gewünscht.
- **Toilette und Verpflegung** sind insbesondere bei Ladestationen weiter vom eigenen Zuhause gefragt (z.B. Autobahnnähe).
- Einige TN würden ein **Luftdruckmessgerät** begrüßen.

## 2.5 Bedarf an Ausbau von Ladeinfrastruktur

Die Bedürfnisse der TN nach neuen Ladestationen teilen sich in zwei Kategorien auf. Einerseits in Orte, die ihnen helfen, das Laden besser in ihren Alltag und ihre Bewegungsrouten zu integrieren:

*„Innerorts sollte jede Adresse fußläufig leicht zu erreichen sein.“ (TN\_13)*

*„In jede Straße gehört eine Ladestation. Wenn man zu Hause ist, soll man tanken können.“ (TN\_03)*

Dieses Einbauen in den Alltag ist insbesondere für junge Familien mit berufstätigen Eltern wichtig:

*„Mit Tätigkeiten wie Einkaufen wäre natürlich ideal, da könnte man das noch besser in die Woche mit einplanen, also von Montag bis Freitag, weil meistens ist unser Wochenalltag relativ durchgetaktet, wir haben auch einen Sohn, der in den Kindergarten geht, d.h. wir müssen den morgens wegbringen, dann arbeiten, dann wieder abholen. Also da bleibt nicht mehr so viel Zeit, aber wenn man sagen könnte, da gibt's jetzt vielleicht eine Ladestation in der Nähe von der Arbeit oder in der Nähe vom Kindergarten, dann wäre das natürlich ziemlich praktisch, wenn man diese Zeit dafür nutzen könnte zum Laden.“ (TN\_14)*

Andererseits benötigen TN Ladestationen um Ausflugs- und Urlaubsziele zu erreichen. Dies ist insbesondere für Personen mit Fahrzeugen mit geringerer Reichweite relevant:

*„Ich habe nur eine kleine Reichweite und fahre nicht weit weg. Auf den Autobahnraststationen gehört prinzipiell überall eine hin.“ (TN\_02)*

Tesla-Fahrer:innen sind hier klar im Vorteil, weil ihrer Autos eine große Reichweite haben und sie noch dazu auf zusätzliche Ladeinfrastruktur zurückgreifen können:

*„Die Tesla Infrastruktur ist eindeutig die bessere, obwohl die auch schon knapp wird, zumindest in der Urlaubssituation.“ (TN\_10)*

Auch gab es TN, die sich allgemein für einen gleichmäßigen Ausbau der Ladeinfrastruktur aussprechen ohne nähere Spezifikation:

*„Natürlich wünscht man sich eine bessere Vernetzung.“ (TN\_11)*

*„Die Verteilung der Ladestationen ist sehr wichtig.“ (TN\_05)*

*„Im Vergleich zu Wien ist Graz relativ dünn in der Infrastruktur.“ (TN\_10)*

Die unterschiedlichen Bedürfnisse bzgl. Alltag und Ausflügen/Urlaub sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Frauen äußerten stärkere und klarere Bedürfnisse, als männliche TN.

**Tabelle 2.5-1: Bedarf an neuen Ladestationen**

LAGE	TÄTIGKEIT
Insgesamt in der Stadt	Arbeit
Autobahnraststätten z.B. Richtung Kärnten	Fahrpausen auf Autobahnen (Verpflegung, Toilette)
Außerhalb der Innenstadt	(Lebensmittel-)Einkaufen
Innenstadt	Kindergarten (Kind/er hinbringen und abholen)
Wohngebiete	Kaffeehaus
P+R Angebote (z.B. Bahnhof, Flughafen, Wandergebiete, Skigebiete)	

### 2.5.1 Konkrete Orte

Während die meisten TN den Bedarf an neuer Ladeinfrastruktur eher allgemein formulierten (s.o.), gab es auch einige, die konkrete Orte im Grazer Stadtgebiet nannten, wo sie Bedarf sehen, um das Laden besser in ihren Alltag integrieren zu können. Konkrete Orte wurden eher von Frauen, als von Männern eingebracht. Meist sind sie mit dem Wohn- oder Arbeitsort der TN verbunden oder beziehen sich auf Stadtteile, die in den letzten Jahren ausgebaut wurden z.B. mit Wohn- und Einkaufsinfrastruktur.

**Tabelle 2.5-2: Konkrete Orte mit Bedarf an neuen Ladestationen**

ORTSCHAFTEN	STADTTEILE	STRASSEN/GEBÄUDE
Deutschfeistritz	Eggenberg/Reininghausgründe	Center Nord
Pack	St. Peter	Grottenhofstraße
	Geidorf/Nähe Rosenberggürtel	Bahnhof
	8020 Graz	
	Liebenau	
	Andritz	
	Maria Trost	

### 2.5.2 Schnellladestationen

Wie bereits dargelegt, nutzen nicht alle TN die Schnellladestationen (SLS) bzw. glauben, diese nicht nutzen zu können. Für diese Gruppe an E-Fahrer:innen wäre es sinnvoll Schnellladestationen ohne Aufpreis wie eine beschleunigte Ladestation nutzen zu können, denn derzeit zahlt man an SLS immer den gleichen Tarif nach Zeit, egal wie schnell das Auto laden kann.

Jene, die Schnellladestationen nutzen, haben drei Anliegen:

Erstens, das Netz der Schnellladestationen soll generell ausgebaut werden, unabhängig von deren Standort:

*„Das Wichtigste sind Schnellladestationen. Die Energieversorger müssen Schnellladestationen anbieten.“ (TN\_06)*

Diesen Bedarf melden v.a. Fahrer:innen von neueren Autos mit größeren Akkus (wie z.B. Tesla) an. SLS werden aufgrund größerer Akkus in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Auch wurde kritisch angemerkt, dass die mögliche Ladegeschwindigkeit fast nie erreicht wird. Zweitens erwähnen einige, dass SLS für Überlandfahrten (z.B. Nähe Autobahn, Raststätten) essentiell sind, um nur kurze Pausen einlegen zu müssen:

*„Da ist es komplett uninteressant. Wenn ich da eine dreiviertel Stunde Pause machen muss, damit ich dann wieder halbwegs voll bin.“ (TN\_16)*

Drittens wird betont, dass SLS in der Stadt sinnvoll sind, um das Laden mit Erledigungen kombinieren zu können bzw. begrenzte Lademöglichkeiten möglichst effizient zu nutzen. Hier scheint in Graz noch Bedarf zu bestehen:

*„Wenn ich in der Stadt unterwegs bin, dann kann man schon sagen, dass es in der Innenstadt nicht viele Möglichkeiten gibt, schnell zu laden. Da wäre es praktisch, in Kurzparkzonen solche Ladestationen vorzufinden. Grundsätzlich wären Schnellladestationen wichtiger, weil man die Geschwindigkeiten immer drosseln kann.“ (TN\_07)*

## 2.6 Energie Graz App

Die Mehrheit der TN äußerte sich zum Thema App-Nutzung. Etwa die Hälfte davon gab an, die App gar nicht oder nur sehr selten zu nutzen. Ein Grund für die Nicht-Nutzung der App ist ein Handy mit älterem Betriebssystem bzw. ein Handy, das nicht app-fähig ist. Vermutlich handelt es sich hier um E-Autofahrer:innen, denen Umweltschutz wichtig ist und die deshalb auch Handys sehr lange nutzen um Ressourcen zu sparen. Vielleicht wäre es für diese Zielgruppe interessant, eine Version für ältere Betriebssysteme zu entwickeln.

Manche TN nutzen andere Apps, die für sie intuitiver bzw. vertrauter sind oder früher am Markt waren (z.B. ChargeEV, intercharge). Einige verwenden auch mehrere Apps, andere gar keine. Insgesamt ist die Energie Graz App bei Männern beliebter als bei Frauen, teils liegt das vielleicht auch daran, dass manche Frauen gar keine Apps nutzen (bei Männern war das in unserer kleinen Stichprobe nicht der Fall).

Personen, die keine App verwenden, finden Ladestationen über den Browser (z.B. Website Energie Steiermark) oder auch über das Straßenbild.

### 2.6.1 Installation und Nutzung

Etwa die Hälfte der TN gaben an die App zu nutzen, v.a. seit dem letzten Update. Einige berichteten über frühere Instabilitäten und Abstürze wie z.B., dass der Account ständig ausgeloggt wurde. Ein TN musste die App deshalb mehrmals neu installieren. Seit dem letzten Update ist die App einfach zu installieren und intuitiv zu bedienen.

### 2.6.2 Suche nach Ladestationen

Die Möglichkeit nach Ladestationen zu suchen ist der ausschlaggebende Grund, die Energie Graz App oder auch Apps anderer Energieversorgungsunternehmen zu nutzen. Essentiell ist die Funktion, die angezeigt, ob die Ladestation aktuell frei oder belegt ist. Manchen TN ist diese Funktion der App nicht bekannt. Kritikpunkte bei der Suche nach Ladestationen mittels App sind:

- **Exaktere Positions-/Webbeschreibung:** Einige TN hatten Schwierigkeiten, ihnen unbekannte Ladestationen, die in der App angezeigt wurden zu finden. Sie würden eine genaue Adresse oder Wegbeschreibung begrüßen.
- **Zoom:** Die App scheint manchmal selbständig in die Karte hineinzuzoomen, sodass man händisch immer wieder herauszoomen muss, um Ladestationen angezeigt zu bekommen.
- **Ladestationen direkt anzeigen:** Es wurde kritisiert, dass die App manchmal bestimmte Orte (z.B. Wolfgangsee), aber nicht konkrete Ladestationen anzeigt. Diese muss man dann über das Ladestationssymbol händisch in der Karte suchen.
- **Filterfunktion:** Die Filterfunktion scheint nicht bei allen Nutzer:innen zu funktionieren, z.B. Filterung nach Typ2, CCS Kabel. Trotz ausgewählter Filter werden noch alle Ladestationen angezeigt.

### 2.6.3 Notfall-Service

Ca. ein Viertel der Befragten hatte bereits schwerwiegende Probleme beim Laden und kam mit dem Notfall-Service in Berührung. Bei einigen war die Ladeeinrichtung des Autos nach dem Laden defekt, bei anderen gab es Softwareabstürze der Ladestation oder das Abstürzen der Ladefreischaltung durch Ladekarte/App. Die eine Hälfte konnte gute Erfahrungen mit dem Notfall-Service sammeln (alles Frauen). Die andere Hälfte erhielt keine Hilfe vom Notfall-Service (alles Männer), da die Notfälle entweder außerhalb der Betriebszeiten passierten oder das Servicepersonal nicht mit einer Lösung weiterhelfen konnte. Manche TN lösten ihr Problem dann mit Unterstützung anderer Ladevertragspartnerunternehmen. Da das Laden von vielen TN noch immer als unzuverlässig wahrgenommen wird, würden einige einen 24/7-Notfallservice mit Techniker:innen begrüßen (nach dem Vorbild der KELAG).

## 2.6.4 Zusätzliche Services

Die TN, die die App bereits nutzen oder gerne nutzen würden, stufen die nachfolgenden Ergänzungen als sinnvoll ein. Diese sind der Relevanz nach sortiert:

- **Informationen über den Ladevorgang** (z.B. erwartete Dauer bis vollgeladen/Ladestatus, erwarteter Preis, Benachrichtigung bei Beendigung oder Abbruch der Ladetätigkeit): Insbesondere eine Benachrichtigung bei Abbruch der Ladetätigkeit wäre wichtig, da dies durchaus vorkommt und sonst erst spät bemerkt wird. Einzelne TN bekommen diese Informationen bereits über die Fahrzeug-Software/App, andere nutzen Apps, die dies bereits implementiert haben (z.B. Tesla, Wien Energie App). Eine Benachrichtigung würde auch zur Optimierung der Auslastung der Ladestationen beitragen, weil sie verhindern würde, dass Nutzer:innen ihr Auto (z.B. über Nacht) an der Ladestation vergessen.
- **Einsehen des Kostenstands:** Das Einsehen von Rechnungen wird als weniger interessant eingestuft, eine Einsicht über den aktuellen monatlichen Kostenstand würden zwei weibliche TN allerdings begrüßen, um mehr Transparenz in die Kosten zu bringen:

*„Für mich ist es jetzt immer eine Überraschung, wenn ich die Rechnung sehe, so ganz sicher bin ich mir immer nicht, wie viel es am Monatsende ist und na klar möchte man gerne wissen, wieviel man für solche Sachen ausgibt, manchmal sind es doch etwas höhere Rechnungen und die möchte man ja doch in sein Monatsbudget mit einplanen.“*

(TN\_14)

- **Nutzung im Ausland:** Zwei TN würden sich die (eine bessere) Funktionstüchtigkeit im Ausland (genannt: Italien, Slowenien) wünschen, nachdem man besonders dort Schwierigkeiten beim Auffinden von Ladestationen hat.
- **Reservieren von Ladestationen:** Diese Option wird als hilfreiche Option betrachtet, allerdings sind die TN skeptisch, wie gut dies im Zusammenspiel mit allen anderen Nutzer:innen funktionieren würde – ob man beispielsweise dann häufiger auf Ladestationen trifft, bei denen man nicht laden kann, weil sie reserviert sind, aber noch kein Auto dort steht.
- **Standortbezogene Informationen:** Eine Nutzerin würde gerne standortbezogene Informationen nutzen, wenn diese zur Verfügung stehen:

*„[...] aber auch so angenehme Sachen wie Cafés, also wenn es ein bisschen abgelegen ist oder zumindest nicht direkt bei meinem Wohn- oder Arbeitsort wär es natürlich schon interessant zu wissen, ob ich die Zeit gut nutzen kann und vielleicht einen kleinen Einkauf erledigen kann oder mal mir was Gutes tun kann und ich ins Café gehen kann, das wäre auf jeden Fall sehr komfortabel.“* (TN\_14)

- **Analyse von App-Daten:** Ein TN schlägt vor, die Daten aus der App bzw. und den Ladestationen seitens der Energie Graz verstärkt zu analysieren, um defekte Ladestationen schneller ausfindig zu machen bzw. könnte man daraus schließen, dass ein niederschwelliges Meldesystem (in der App) für defekte Ladestationen sinnvoll wäre:

*„Bei der App sieht man auch, ob nur rechts bzw. links getankt wird. Von dem her müsste man schon gleich sehen, dass die andere Ladestation kaputt ist.“* (TN\_04)

## 2.7 Tarif (Ladekosten)

Insgesamt werden die Ladekosten als relevanter Faktor bei der Ausrollung von Elektromobilität eingestuft. Innerhalb der TN ist die Zahl der Personen mit GRAZdrivE<sup>flex</sup>- und GRAZdrivE<sup>fix</sup>-Tarif relativ ausgeglichen. Manche der TN sind unsicher, welchen Tarif sie haben oder haben keine Meinung zur Ausgestaltung der Tarife. Vereinzelt gibt es kritische Stimmen zu den Kosten von E-Mobilität insgesamt.

*„Ich habe mit einem Tesla-Fahrer gesprochen, der neben mir getankt hat, der hat dasselbe gesagt, es ist wahnsinnig teuer. Und für mich ist es so, ich habe ja das Auto deshalb gekauft, damit ich eben genau in der Stadt umweltschonend fahren kann, dann wäre es ja eigentlich idiotisch, wenn ich jetzt benzinisch fahre, weil das Elektrische so teuer ist. Und kompliziert für mich noch außerdem, es ist auch nicht so, es ist ja vielleicht kein Problem, wenn ich hinfahre, 1 Minute anstehe und sagen kann, jetzt hab ich wieder 3 km drin. Es steht das Verhältnis von meinem Aufwand, den ich habe, nicht, in keinsten Weise und der Preis ist auch noch teuer. Viel Arbeit und hoher Preis, das ist nicht cool, das ist uncool. Das ist nicht wirklich praktisch.“ (TN\_16)*

Eine TN gibt deshalb an, verstärkt zuhause zu laden, da dies die geringeren Kosten verursacht. Eine andere nutzt die Ladeinfrastruktur von tim mit der Jahreskarten-Option, um ihre Kosten gering zu halten. Gerade für Fahrzeuge mit geringer Ladekapazität/-geschwindigkeit (ältere Modelle und Hybride) und/oder Wenig-Fahrer:innen (für die sich der Fix-Tarif nicht lohnt), ist die aktuelle Tarifsituation unbefriedigend, was insbesondere auf die **Verrechnung auf Zeit und nicht auf kW** zurückzuführen ist, welche diese Gruppen benachteiligt. Hier sind in den Fokusgruppen und Interviews häufiger Frauen betroffen, da sie leistungsschwächere Autos fahren und/oder weniger Kilometer fahren. Manche TN meiden daher Ladestationen, die nach Zeit abrechnen. Den meisten Kritiker:innen war die Verrechnung auf Zeit vor dem Kauf des E-Autos nicht bewusst. Sie wünschen sich mehr Transparenz und eine Umstellung des Tarifs hin zu preislich einheitlicheren (zwischen Anbietern) und flexibleren Tarifen (z.B. nach kW/Ladegeschwindigkeit):

*„Da bräuchte es mehr Informationen. Und ich wünsche mir eine kW-Abrechnung, wie wir ja auch zuhause, da verbrauch ich ja auch meine Kilowatt und da wird nicht berechnet, wir haben das Licht 7 Std. eingeschalten, sondern es hängt davon ab, wieviel verbraucht man an Strom.“ (TN\_16)*

*„Das ist ein völlig falsches Abrechnungssystem. Man tankt sein Benzinauto ja auch nach der Menge und nicht nach der Zeit.“ (TN\_11)*

Weiterhin wurde angemerkt:

- **Modell für Besitzer:innen mehrerer E-Autos (z.B. Unternehmer:innen):** Ein Vertreter dieser Zielgruppe wünscht sich eine Ladekarte und ein App-Konto für mehrere Autos inkl. neuer Tarifsparte.
- **Höherer Tarif für das Blockieren von Ladestationen:** Manche TN haben beobachtet, dass Autos lange Zeit an den Ladestationen stehen (z.B. 16 Std.). Sie schlagen vor, einen höheren Tarif nach dem abgeschlossenen Ladevorgang zu verrechnen (wie in Wien), um die Verfügbarkeit zu erhöhen. Ein Zeitpuffer, um das Auto abzuholen, sollte eingeplant werden.

## 2.8 Fazit und Empfehlungen

Die hier präsentierten Ergebnisse der Usability-Studie basieren auf den Erfahrungen von 8 weiblichen und 8 männlichen Kund:innen der Energie Graz, welche von JOANNEUM RESEARCH von November 2020 bis Jänner 2021 eingeholt wurden. Durch den qualitativen Zugang werden möglichst diverse und breite Perspektiven ermöglicht.

**Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:**

- **E-Mobilität allgemein:** Der Rechercheaufwand nach Ladestationen, der fehlende Komfort und höhere Planungsaufwand der Ladeaktivität im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen ist eine große Herausforderung, v.a. für ältere Personen. Als weitere Herausforderungen werden die Reichweite, der Preis, sowie der Wetter-/Temperatureinfluss auf die Akkus und die Ladetätigkeit genannt.
- **Integration des Ladens in den Alltag:** Etwa die Hälfte der Befragten lädt nicht spontan, sondern plant die Ladetätigkeit in den Alltag ein (z.B. fürs Wochenende, Anfahren von speziellen Supermärkten/Restaurants mit Lademöglichkeit). Dieses Planen bedeutet einen gewissen Aufwand, erstrebenswert wäre spontan laden zu können. Dies hängt aber von der Ladeinfrastruktur, der Reichweite und der Möglichkeit, Schnellladestationen (SLS) nutzen zu können, ab und ist damit fahrzeugabhängig. Insbesondere die Nutzung von SLS ist nicht für alle Befragten (preislich) attraktiv und möglich. Neben der geographischen Lage sind die Parksituation und die Zugänglichkeit, die preisliche Gestaltung und Dauer der Ladetätigkeit relevante Faktoren bei der Wahl der Ladestation.
- **Suchprozess, Sichtbarkeit und Verfügbarkeit:** Die drei beliebtesten Suchstrategien sind Apps, Browser und das Navigationsgerät. Viele TN haben ihre gängigen Ladestationen im Kopf, unbekannte Ladestationen werden häufig nur mit Schwierigkeiten gefunden– obwohl die Sichtbarkeit generell als gut eingestuft wird. Die Verfügbarkeit wird unterschiedlich wahrgenommen, einige berichten von Engpässen (insbesondere innerstädtisch zu Stoßzeiten), andere sind mit der Situation zufrieden oder haben Strategien entwickelt, freie Ladestationen zu finden (z.B. fahren weniger bekannte Ladestationen an oder nutzen die App, um zu kontrollieren, ob die Station frei ist).
- **Lage und Begleittätigkeit:** Ladestationen, die Begleittätigkeiten ermöglichen werden gerne genutzt. Die beliebtesten Begleittätigkeiten sind Einkaufen, Pausieren (z.B. Rast machen auf langen Strecken), Wohnen/Zuhause, Arbeit, Termine/Erledigungen (z.B. Ärzt:innentermine) und Spazieren gehen/Sport (z.B. Fitnessstudio).
- **Bedienfreundlichkeit der Ladestationen:** Die Bedienfreundlichkeit wird generell positiv bewertet. Einige fänden eine bessere Beschriftung bzgl. Ladevorgang und -stecker hilfreich. Kabel an der Ladestation werden von einigen als praktisch bewertet, andere würden lieber ihre eigenen verwenden.
- **Starten des Ladevorgangs und Zahlung:** Dass Ladestationen defekt sind oder die Funktionstüchtigkeit beeinträchtigt ist, ist keine Seltenheit. In einigen Fällen konnten Lösungen vor Ort gefunden werden, in anderen Fällen mussten andere Lademöglichkeiten genutzt werden. Die Ladekarte wird gegenüber der App klar bevorzugt und wird als zuverlässig eingestuft. Die meisten TN verfügen über mehrere Ladekarten, um die Kosten zu vergleichen und/oder eine Alternative zu haben, falls es mit der präferierten Ladekarte/-infrastruktur nicht klappt. Insgesamt wird die Komplexität, mangelnde Transparenz und Inkompatibilität der Ladeinfrastruktursysteme durch die wachsende Zahl an Anbietern kritisiert.

- **Platzsituation an der Ladestation:** Generell wird die Platzsituation als überwiegend positiv beschrieben, lediglich andere (E-)Autos bereiten manchmal Schwierigkeiten, da einige Ladestationen nicht beidseitig Zugriff erlauben oder ungünstig positioniert sind.
- **Ausstattung und Gestaltung von Ladestationen:** Die Ausleuchtung wurde überwiegend positiv beurteilt. Gewünscht werden eine höhere Anzahl an Ladesäulen pro Station, leichtere, weniger steife CCS-Kabel, eine Überdachung, sowie die Bereitstellung von Reinigungsservices (z.B. Staubsauger an großen Stationen) und Luftdruckmessgeräten.
- **Bedarf an Ausbau von Ladeinfrastruktur:** Bedarf für den Ausbau von Ladeinfrastruktur besteht einerseits an Orten, die helfen, das Laden besser in den Alltag zu integrieren (z.B. Einkaufen, Kindergarten). Andererseits ist ein Ausbau notwendig, um Ausflugs- und Urlaubsziele besser erreichen zu können (z.B. Autobahnraststätten). Viele wünschen sich generell einen gleichmäßigen Ausbau der Ladeinfrastruktur ohne nähere Spezifikation.
- **Ausbau von Schnellladestationen:** Personen, die die Kapazität der SLS nicht ausschöpfen können, würden diese gern (auch preislich) als „normale“ Ladestationen nutzen können. Diejenigen, die SLS als solche verwenden, wünschen (1) sich einen Ausbau des SLS-Netzes, (2) SLS bei Überlandfahrten (z.B. Raststätten, Nähe Autobahnauffahrt) und (3) SLS im innerstädtischen Bereich.
- **Energie Graz App:** Einige nutzen die App nicht, da ihnen das app-fähige Handy fehlt oder sie über ein zu altes Betriebssystem verfügen. Andere nutzen andere Apps, da ihnen diese intuitiver erscheinen oder früher am Markt waren. Wiederum andere nutzen mehrere Apps parallel. Diejenigen, die die Energie Graz App verwenden, tun dies v.a. seit dem letzten Update und sind überwiegend zufrieden mit der Nutzung und Installation. Die Möglichkeit nach Ladestationen zu suchen und zu prüfen, ob diese belegt sind, ist für die meisten ausschlaggebend für die Nutzung. Der Notfall-Service wurde bereits von ca. einem Viertel der TN in Anspruch genommen, davon konnte etwa der Hälfte erfolgreich geholfen werden, die andere Hälfte musste sich anderweitig behelfen (z.B. über andere Anbieter). Als hilfreiche zusätzliche Services der App wurden mehr Informationen über den Ladevorgang (z.B. erwartete Dauer/Ladestatus und Benachrichtigungen bei Beendigung), das Einsehen des aktuellen monatlichen Kostenstands, die Nutzung im Ausland, das Reservieren von Ladestationen, standortbezogene Informationen, sowie die Analyse von App-Daten durch die Energie Graz (z.B. um defekte Ladestationen zu identifizieren) genannt.
- **Tarif:** Die Kosten werden als relevanter für die Ausrollung von E-Mobilität gesehen. Die Verrechnung auf Zeit und nicht auf kW benachteiligt bestimmte Gruppen (z.B. mit geringerer Ladekapazität), sodass eine Umstellung begrüßt würde. Insgesamt wünschen sich die TN mehr Transparenz und mehr Einheitlichkeit, sowie Kompatibilität zwischen den Anbietern.

#### **Diversität spielt bei E-Mobilität in folgenden Bereichen eine Rolle:**

- Der **Preis** von Ladeaktivitäten war ein relevantes Thema in den Interviews und Fokusgruppen. Die aktuell noch hohen Kosten von E-Mobilität im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen stellen insbesondere für Personen aus unteren Einkommensklassen eine Hürde dar. Da Frauen ein höheres Armutsrisiko aufweisen als Männer und nach wie vor ein Gender Pay und Wealth Gap besteht (Statistik Austria 2020, 2021; Schneebaum et al. 2018), ist Elektromobilität für Frauen schwerer finanzierbar als für Männer. Diese Hürde betrifft vor allem die hohen Anschaffungskosten für private E-Mobilität. Dies bestätigt auch eine Studie aus Deutschland, die zeigt, dass deutsche private E-Fahrer:innen überwiegend männlich und aus dem gebildeten Milieu mit höherem Einkommen stammen – mit einem Durchschnittsalter von 51 Jahren (Lenz et al. 2015).
- Die **Ladeinfrastruktur** wird insgesamt komplex und intransparent erlebt. Dazu kommt, dass Informationen häufig nur digital verfügbar sind, was v.a. für ältere Personen eine zusätzliche Hürde bedeuten kann. Ebenso könnte die Komplexität eine Barriere für Personen mit nicht-

deutscher Muttersprache sein. Einerseits stehen Informationen nur auf Deutsch zur Verfügung, andererseits fehlen ihnen vielleicht teilweise Kontakte zu anderen E-Autobesitzer:innen um sich Rat und Hilfe zu holen. Der Austausch unter E-Fahrer:innen wird von Befragten als sehr hilfreich erachtet.

- Der Aufwand, der mit dem **Auffinden einer freien Ladestation**, der Planung und Durchführung der Ladetätigkeit einhergeht, ist aber auch für berufstätige Eltern mit kleinen Kindern schwer in den Alltag integrierbar – und hier sind es nach wie vor meistens die Mütter, die die Doppelbelastung stemmen. Insgesamt könnte somit der Ausbau der Ladeinfrastruktur (an alltäglichen Aufenthaltsorten und auch Zuhause), sowie niederschwellige Echtzeit-Buchungssysteme (auch offline z.B. über Telefon) diesen Gruppen besonders zugutekommen.
- Die Gruppe der Befragten, die **keine Schnellladestationen** nutzt, bestand ausschließlich aus Frauen. Hieraus soll nicht geschlossen werden, dass SLS weniger relevant für E-Fahrerinnen sind. Allerdings sollte in weiterer Forschung der Frage nachgegangen werden, ob Frauen tendenziell Autos mit geringerer Ladekapazität/Reichweite fahren und damit weniger vom Ausbau von SLS profitieren. In einer deutschen Marktforschungsstudie mit 1000 Personen zeigten Frauen weniger Vorbehalte gegenüber der geringen Reichweite von E-Autos (F: 28%, M: 46%). Frauen scheinen also kleineren Modelle mit geringerer Reichweite gegenüber aufgeschlossen zu sein (puls Marktforschung 2017). Die weiblichen Befragten waren in unserer Studie mit dem Platzangebot an den Ladestationen eher zufrieden als Männer, was ebenfalls darauf hindeutet, dass sie häufiger kleinere Autos haben. Wenn sich diese Vermutung (für Österreich/Graz) bewahrheiten würde, bedeutet dies, dass Frauen vom Verrechnungsmodell nach Zeit (im Gegensatz zu kW) stärker benachteiligt würden als Männer.
- Weniger Frauen als Männer gaben an in der **Arbeit und Zuhause laden** zu können. Hier wäre interessant, ob betriebliche Ladestationen tendenziell eher in männlich dominierten Branchen und weniger in weiblich dominierten zu finden sind (z.B. Vertriebstätigkeit vs. Pflegeheim). Diese Vermutung wird durch die Tatsache gestützt, dass in Großstädten mehr Männer als Frauen einen Parkplatz am Arbeitsplatz zur Verfügung haben (BMK 2016). Ein Fokus auf das Laden am Arbeitsplatz schließt zudem nicht-erwerbstätige Personen wie Pensionist:innen, sowie Personen in Karenz oder informellen Pflegeverhältnissen aus. Gleichzeitig wäre es interessant der Frage nachzugehen, ob das Laden Zuhause neben schichtspezifischen (meist ist ein Eigenheim erforderlich) auch geschlechterspezifische Unterschiede aufweist.
- Die **App** war bei den männlichen Teilnehmern etwas beliebter als bei den weiblichen Befragten. Dies könnte auch daran liegen, dass einige Frauen gar keine Apps nutzen. Alle männlichen Befragten nutzen Apps und starten den Ladevorgang auch häufiger mit der App. Ursache dafür könnten geschlechtsspezifische Unterschiede in der Sozialisation sein, die dazu führen, dass Männer Technik tendenziell selbstverständlicher in ihren Alltag integrieren und weniger Berührungängste haben als die Mehrzahl der Frauen. Noch immer zeigen Studien, dass sich Frauen und Männer hinsichtlich Technikaffinität und selbst eingeschätzter Technikkompetenz unterscheiden (Reidl et al. 2020).

#### **Abschließend lassen sich aus den Ergebnissen der Untersuchung folgende Empfehlungen ableiten:**

- Für eine **schnellere Rotation**, um eine wirtschaftliche Auslastung von Ladestationen zu erreichen, schlagen wir ein Melde- und Anreizsystem vor. Derzeit blockieren einzelne Nutzer:innen Ladestationen durch lange Stehzeiten, z.B. weil sie ihr Auto über Nacht vergessen. Eine **Push-Benachrichtigung** per SMS bei Abschluss des Ladevorgangs wäre hier hilfreich. Überlegenswert wäre außerdem, die Nutzer:innen zu verpflichten, das voll geladene Auto innerhalb von 15 Minuten wegzubewegen (siehe Wien). Bei Missachtung riskiert man eine **Parkstrafe**. Alternativ könnte ein Straftarif nach Abschluss des Ladevorgangs angedacht werden. Rotationsmechanismen bei Ladestationen würden auch das Problem lösen, dass bei einer Doppelnutzung von

Ladestationen als Standort für Sharing-Fahrzeuge (wie bei tim Graz) diese teils das private Laden blockieren.

- **Ladestationen** sollten im Straßenraum klar **sichtbar** gekennzeichnet werden und sollten über eine App **auffindbar** sein.
- Neu errichtete Ladestationen sollten bereits für **Schnellladen** mit höheren Ladeleistungen ausgelegt werden. Auch wenn derzeit noch keine breite Nachfrage für Schnellladen besteht, ist zu erwarten, dass der Bedarf durch eine Zunahme der gewünschten Ladevorgänge und damit eine schnellere erforderliche Rotation steigen wird. Eine entsprechende Dimensionierung kann spätere Kosten für Nachrüstung ersparen. Wichtig wäre, dass man an diesen Stationen aber auch langsam laden kann damit ältere E-Auto-Modelle möglichst lang genutzt werden können und kein Druck erzeugt wird, neue Autos zu kaufen um die Infrastruktur nutzen zu können.
- **Weniger Komplexität und Rechercheaufwand** → Nutzer:innen brauchen mehr Informationen, mehr Transparenz (z.B. Übersicht über verschiedene Anbieter und wie man diese übergreifend nutzen kann), mehr spezielle Unterstützung auch für Personen, die nicht digital unterwegs sind z.B. ältere Personen (z.B. Hilfestellung über Telefon, Einführungsgespräch bei Energie Graz). Profitieren würden Nutzer:innen von einer **Vereinheitlichung des Angebots**, insofern ist die verstärkte Zusammenarbeit der Energieversorger (APA-OTS OTS0107, 7. April 2021) sehr begrüßenswert.
- **Informationen in Englisch** wären für Personen nicht-deutscher Muttersprache hilfreich (auch für Tourist:innen interessant).
- Mehr **Informationen zur App** sollten für Nutzer:innen verfügbar sein, die mit digitalen Endgeräten weniger vertraut sind, z.B. ein pdf mit Leitfaden zur Nutzung der App und ihrer Funktionen auf der Homepage. Beschriftungen an Ladestationen wie man mit App Ladevorgang starten kann, wären auch hilfreich.
- **Optimierung Ladesäulendesign:** Indem beim Design verschiedene Bauweisen von Fahrzeugen verschiedenster Marken und damit Ladebuchsen/steckerpositionen, unterschiedlich lange Kabel berücksichtigt werden, kann eine flexible Nutzung ermöglicht werden. Für neue Ladestationen sollte genügend Stellfläche kalkuliert werden, da häufig mehrere Autos nebeneinander laden und sich weder bei Zu-/Abfahrt als auch beim Anstecken der Ladekabel blockieren sollten.
- **Zugang ohne Registrierung für Notfälle:** Hilfreich für Nutzer:innen wäre, wenn an allen Ladesäulen eine Bezahlung mittels Kreditkarte/Handy ohne vorige Registrierung oder Anmeldung möglich wäre. Auch wenn dieser Tarif deutlich höher wäre, hätten Nutzer:innen die Gewissheit, dass sie bei unerwartet niedrigem Akkustand stets einen sofortigen Zugang zu einer Lademöglichkeit haben (dieses Modell ist in Wien bereits umgesetzt).
- **Preis:** Nur eine Umstellung von Zeit auf kW ermöglicht eine faire und chancengerechte Preispolitik, die Personen mit Autos mit geringer Ladekapazität nicht benachteiligt. Denkbar sind auch Mischtarife, die neben der Ladeleistung auch die Parkdauer verrechnen. Solange diese Umstellung nicht erfolgt, sollte an SLS, die nicht als SLS genutzt werden, sondern mit geringerer kW-Leistung geladen wird, ein anderer Tarif verrechnet werden.
- **Laden zuhause:** um das Laden unkomplizierter zu gestalten, sollten Lademöglichkeiten zu Hause gefördert werden – hier wäre eine Lösung für Mehrparteienhäuser (v.a. Mietshäuser) nötig.

### 3 AKTIVITÄTSMUSTER UND SOZIALE SEGREGATION

#### 3.1 Vorgangsweise und Methode

Die Bearbeitung basiert auf einer Analyse von Sekundärdaten. Die Grundlage bilden dafür folgende Datensätze:

- Mobilitätshebung „Österreich unterwegs 2013/14“
- EU-SILC Daten (Statistik Austria, 2018)
- Umfrage zur Lebensqualität in Graz (LQI Graz 2018)

Um detailliertere Informationen zu Aufenthaltsdauern nach Aktivität und soziodemografischen Merkmalen zu erhalten, wurde ergänzend eine standardisierte face-to-face Befragung durchgeführt. Diese Befragung diente der Validierung der Analyseansätze für die Auswertung von „Österreich unterwegs“ (ÖU 2013/14). Im Zeitraum von 29.10.2020 bis 12.11.2020 wurden im öffentlichen Straßenraum an drei ausgewählten öffentlichen Plätzen einschließlich der umliegenden Gassen in Graz (Andritzer Hauptplatz, Griesplatz, Lendplatz) n=92 Passant:innen befragt, die mit einem Pkw unterwegs waren. Diese öffentlichen Plätze wurden ausgewählt, da sie zahlreiche Parkmöglichkeiten in der unmittelbaren Umgebung und Points-of-Interest für Einkauf, Gastronomie, Freizeit und Versorgungsrichtungen aufweisen.

Drei Interviewer:innen sprachen Passant:innen nach dem Abstellen ihres Pkws oder bei der Rückkehr zum Fahrzeug an. Ein Quotenplan gewährleistete eine breite Streuung nach Geschlecht, Alter (älter/jünger 65 Jahre), Tageszeitsegmenten (9-12, 12-15, 15-18 Uhr) sowie Wochentagen (Montag-Samstag). Personen, die bei diesen Plätzen wohnen, wurden im Zuge der Befragung identifiziert und von der weiteren Befragung ausgeschlossen. Gemäß den Covid-19-Sicherheitsbestimmungen führten die Interviewer:innen die Befragung im Freien mit einem 1-Meter-Gesprächsabstand durch und trugen dabei FFP2-Masken. Die Antworten der Befragten wurden von den/der Interviewer:innen in eine Online-Maske vercodet eingegeben. Ein Interview dauerte ca. 5-10 Minuten. Aufgrund zunehmend kälterer Witterungen, früherem Einbruch der Dunkelheit und einer Verschärfung der Covid-19-Lage wurde die Befragung am 12.11.2020 beendet.

**Tabelle 3.1-1: Stichprobenszusammensetzung und Erhebungsorte der Befragung**

ERHEBUNGSGEBIETE	FRAUEN	MÄNNER	SUMME
Andritzer Hauptplatz	20	24	44
Griesplatz	4	9	13
Lendplatz	16	9	35
<b>Summe</b>	<b>40</b>	<b>52</b>	<b>92</b>

Die Antworten der Kurzbefragung wurden auf Unterschiede von vulnerablen Gruppen nach Geschlecht (Frauen), nach Haushaltseinkommen (Netto pro Monat, unterstes Einkommensquartil) und nach Alter (Altersgruppe  $\geq 65$  Jahre) untersucht.

**Tabelle 3.1-2: Stichprobenzusammensetzung nach Geschlecht, HH-Einkommen und Alter**

GESCHLECHT			HH-EINKOMMEN			ALTER		
Frauen	Männer	NA	< 1.900€	$\geq 1.900€$	NA	< 65	$\geq 65$	NA
40	52	0	7	72	13	69	21	2
Summe: 92			Summe: 92			Summe: 92		

### 3.2 Räumliche und zeitliche Verteilung von Aktivitätsmustern und Wechselwirkung mit der Ladenachfrage

Ladevorgänge sind räumlich (Stromanschluss) und zeitlich gebunden (ausreichendes Zeitfenster für den Ladevorgang). Aktivitätsmuster werden danach analysiert, an welchen Typen von Aufenthaltsorten (z.B. Arbeitsplatz, Supermarkt) zu welchen Tageszeiten und Wochentagen passende Zeitfenster zum Laden auftreten. Aufenthaltsorte und Zeitfenster werden differenziert nach Geschlecht, Alter, Erwerbsverhältnis und Bildung.

#### 3.2.1 Aufenthaltsdauern bei den Aktivitäten

Aus den „Österreich unterwegs 2013/14“ Daten werden Aufenthaltsdauern bei unterschiedlichen Zielverkehrszwecken ermittelt und auf geschlechterspezifische Unterschiede untersucht. Damit sollen die ersten Grundlagen auf Basis des bestehenden Verkehrs- und Mobilitätsverhalten für die Identifikation von Ladezeitfenstern dargestellt werden. In der Befragung wurde eine Verfeinerung der Aktivitäten und der Aufenthaltsdauern durchgeführt, um mögliche Ladestandorte zielspezifischer zu klassifizieren. Mit dieser Befragung wurden auch mögliche Verhaltensänderungen identifiziert, die durch die Ladeanforderungen entstehen bzw. von Nutzer:innen akzeptiert werden. Insbesondere die Verlängerung der bestehenden Aufenthaltsdauern ist für die vereinfachte Szenarienbetrachtung (siehe Kapitel 3.4) eine wichtige Eingangsgröße, weil diese die potentiellen Ladezeiten bestimmt.

In der folgenden Abbildung sind die kumulierten Häufigkeiten der Aufenthaltsdauern der in Österreich Unterwegs 2013/14 ausgewiesenen Zielzwecke getrennt nach dem Geschlecht dargestellt. Für das E-Laden interessant sind hier die Häufigkeiten für eine Mindestaufenthaltsdauer im Bereich von 30 bis 60 Minuten, da diese Zeitspanne mit den Zeiten für ein Schnellladen (Gleichstrom) mit  $\geq 150$  kW übereinstimmen. Für das E-Laden mit einer Ladeleistung von 11 bis 22 kW (Wechsel- bzw. Drehstrom) werden Aufenthaltsdauern im Bereich von 90 bis 180 Minuten verstärkt interessant. Hier liegt der Fokus primär auf der wirtschaftlichen Nutzung der Ladestation, die mit einer höheren Frequentierung steigt, d.h. das Ziel sollte sein, dass Ladezeiten mit den Aufenthaltsdauern korrelieren, so dass E-Ladestandorte nicht über die notwendigen Ladezeiten hinaus blockiert werden. Die kumulierten Häufigkeiten der Aufenthaltsdauern zeigen erwartungsgemäß, dass z.B. die Aufenthaltszeiten beim Arbeiten deutlich länger sind als z.B. bei Einkaufen oder Freizeit. Durch die geschlechtsspezifische Auswertung können hier nur relativ geringe Unterschiede zwischen Männern und Frauen identifiziert werden. Dieser geringe Unterschied ist insbesondere unerwartet bei den Zielzwecken „Privater Besuch“, „private Erledigung“, „Bringen und Holen“ und „dienstlich“. Interessant ist auch, dass bei der Untersuchung „Österreich unterwegs 2013/14“ bei dem Zielzweck „Ausbildung“ Männer deutlich geringere Aufenthaltszeiten aufweisen.

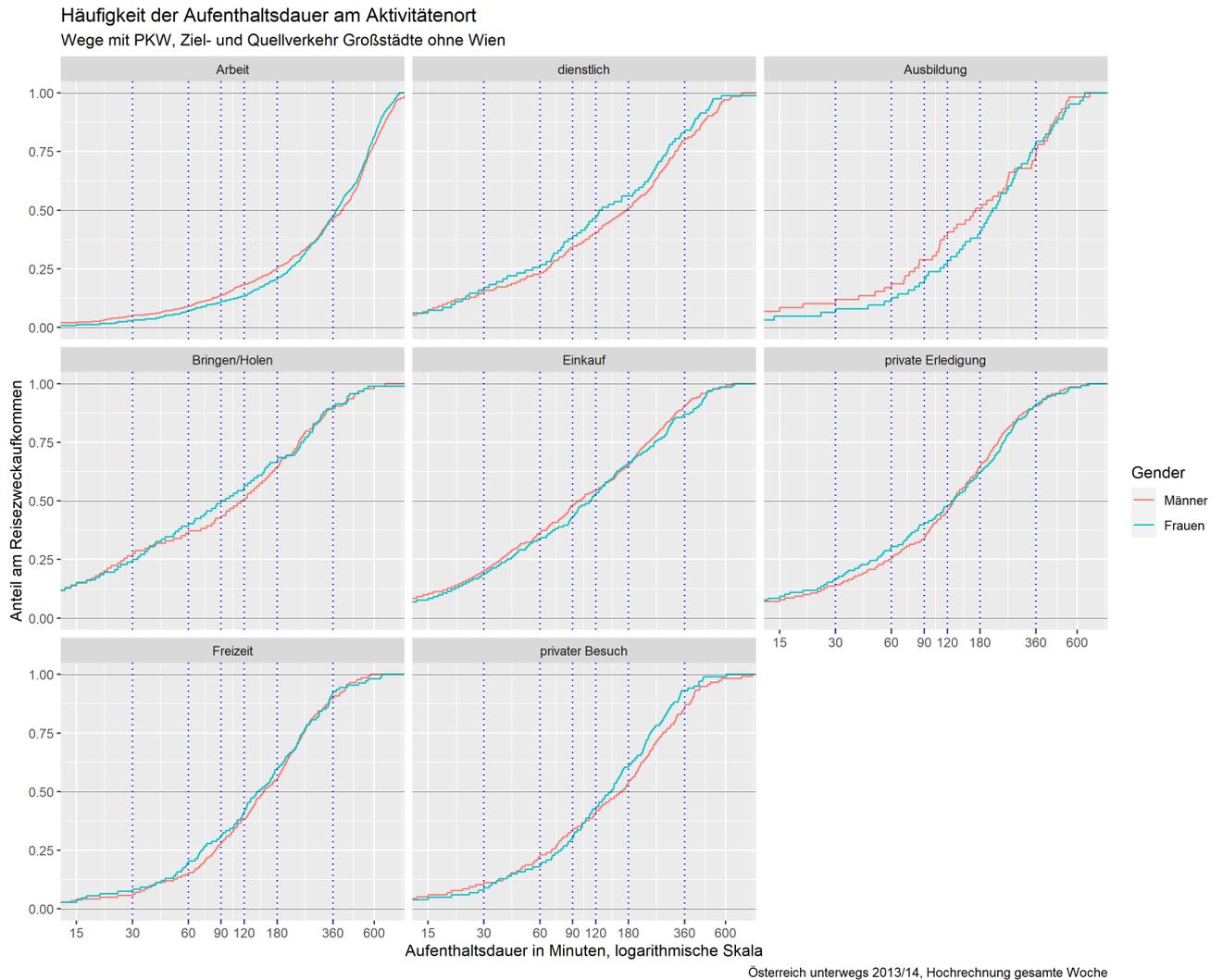


Abbildung 3.2-1: Aufenthaltsdauer nach Wegzweck und Geschlecht in Großstädten (ohne Wien)

**Erhobene Aufenthaltsdauern aus der Aktivitäten-Befragung**

Bei der Detailbefragung wurde auch eine Verteilung der Aufenthaltszeiten am jeweiligen Aufenthaltsort erhoben (siehe Abbildung 3.2-2: Aufenthaltsdauer am Befragungsort nach Geschlecht Abbildung 3.2-2). Eine Trennung nach Zielzweck ist auf Grund der Stichprobengröße statistisch nicht aussagekräftig. Bei dieser Erhebung zeigte sich, dass Männer tendenziell kürzer an den Befragungsorten verweilen. Im Zeitbereich unter 15 Minuten lag der Anteil bei den Männern bei ca. 38 % und bei den Frauen bei ca. 30 %. Diese Gruppe fällt für das E-Laden tendenziell weg, da der Aufwand (Manipulieren) in keiner positiven Relation zum Nutzen (E-Ladeenergie) steht. Im Bereich 15 bis 44 Minuten liegt der Anteil der Männer bei ca. 39 % und bei den Frauen bei ca. 46 %. D.h. bei Frauen wäre ein höheres Nachfragepotential für Schnellladestationen im direkten Umfeld öffentlicher Plätze mit ähnlichem Angebotsmix gegeben. Bei Aufenthaltszeiten über 90 Minuten sind die Anteile der der Frauen (ca. 10 %) und der Männer (ca. 8 %) in etwa gleich.

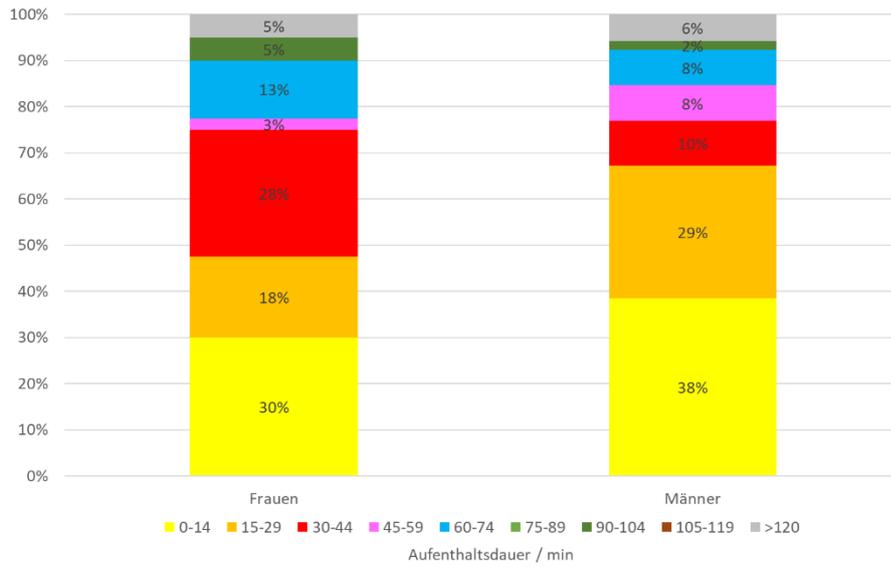


Abbildung 3.2-2: Aufenthaltsdauer am Befragungsort nach Geschlecht

### 3.2.2 Tätigkeiten vor, während und nach dem Aufenthalt

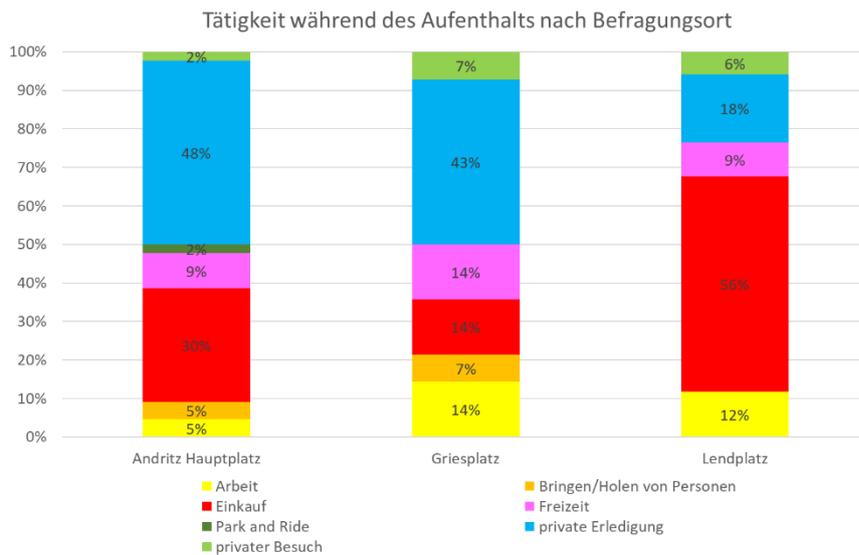


Abbildung 3.2-3: Tätigkeit während des Aufenthalts nach Befragungsort

Die Aktivitäten-Befragung gibt detaillierten Aufschluss, welche Aktivitäten mit dem Aufenthalt verbunden werden. Die Mehrheit der Personen, die am Lendplatz befragt wurden, gaben an, zum Zweck des Einkaufens dorthin gekommen zu sein. Der dortige Markt und die umliegenden Geschäfte lassen dieses Verhalten erklären. Im Vergleich zu den anderen Orten weist der Griesplatz weniger Einkaufsmöglichkeiten auf, was sich auch in den Antworten der Befragten widerspiegelt.

### Tätigkeit vor dem Aufenthalt

Nicht zuletzt weil die Befragung im Zeitraum der COVID-19 Pandemie (November 2020) durchgeführt wurde und sich somit die Menschen verstärkt am Wohnort aufhielten, gab der Großteil der Befragten an, vor der Befragung zuhause gewesen zu sein. Dieser Anteil liegt bei den Männern bei ca. 69 % und bei Frauen bei 65 %. Bei den niedrigen Einkommen (<1.900€) waren alle Befragten vorher zuhause (100 %), bei den Personen mit einem höheren Einkommen (≥ 1.900€) lag der Anteil bei ca. 61 %. Bei den älteren Personen (älter als 65 Jahre) waren ca. 86 % vorher am Wohnort, bei den jüngeren waren es ca. 62 %.

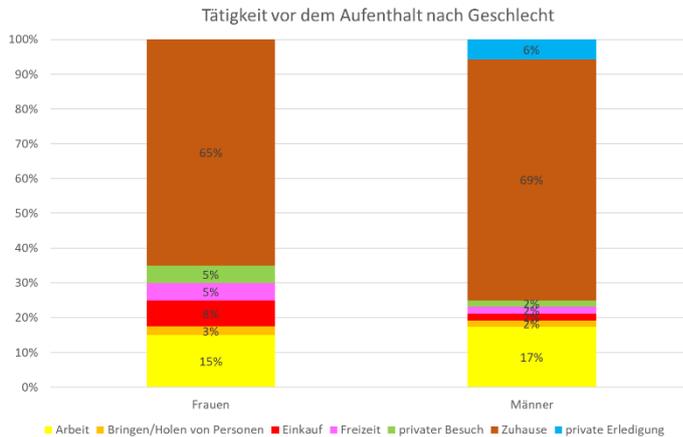


Abbildung 3.2-4: Tätigkeit vor dem Aufenthalt nach Geschlecht

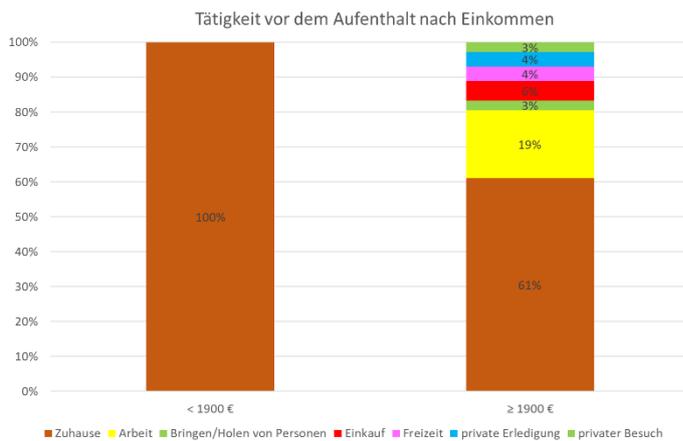


Abbildung 3.2-5: c

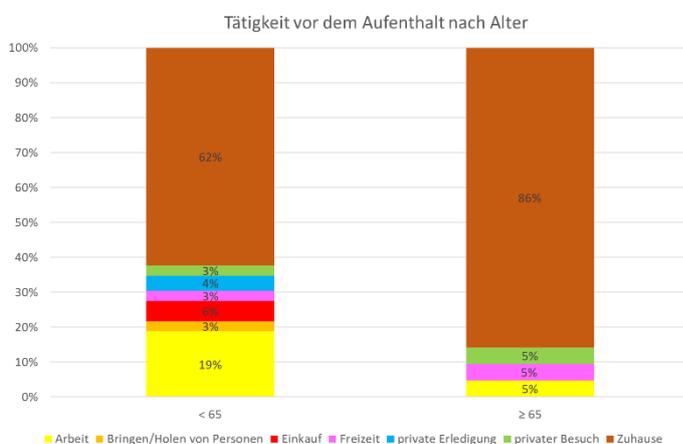


Abbildung 3.2-6: Tätigkeit vor dem Aufenthalt nach Alter

### Tätigkeit während des Aufenthalts

Etwa ein Drittel der Befragten verfolgt private Erledigungen bzw. Einkäufe. Hier sind die Unterschiede im Verhalten der Frauen und Männer gering. In etwa doppelt so viele Frauen wie Männer gehen einer Freizeitbeschäftigung nach, wohingegen der Anteil der Personen, die zum Arbeiten an den Befragungsort gekommen sind, männerdominiert ist. Einkommensstärkere Personen sind häufiger zum Einkaufen gekommen und gehen auch öfters Freizeitbeschäftigungen nach als einkommensschwächere. Private Erledigungen und Einkauf dominieren die Tätigkeiten der Personen, die älter als 65 Jahre sind.

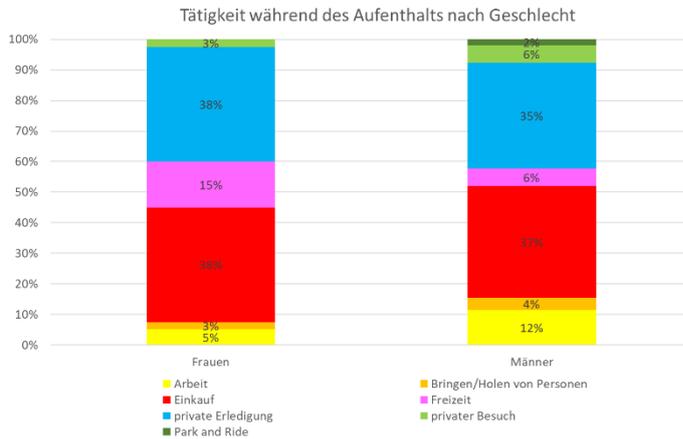


Abbildung 3.2-7: Tätigkeit während des Aufenthalts nach Geschlecht

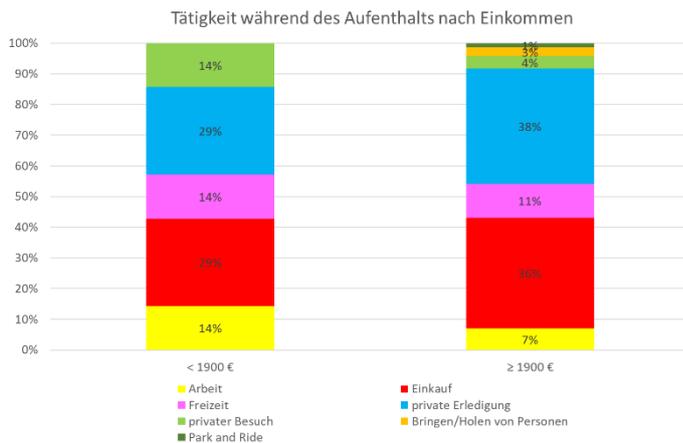


Abbildung 3.2-8: Tätigkeit während des Aufenthalts nach Einkommen

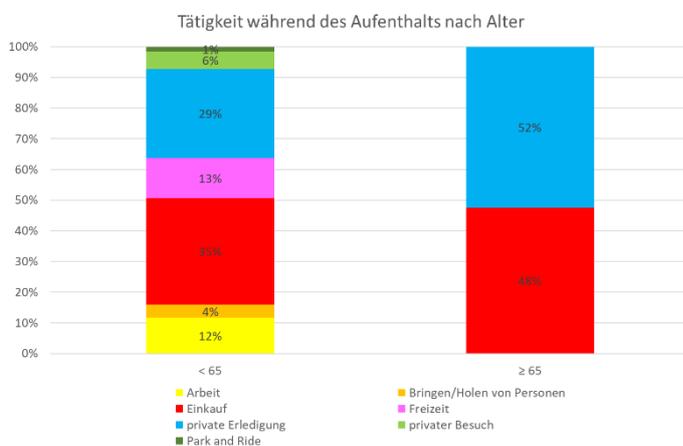


Abbildung 3.2-9: Tätigkeit während des Aufenthalts nach Alter

### Tätigkeit nach dem Aufenthalt

Nach dem Aufenthalt am Untersuchungsort kehrten ca. zwei Drittel der Befragten wieder zu ihrem Wohnort zurück (COVID-19). Ein deutlicher geschlechterspezifischer Unterschied in der Aktivität nach dem Aufenthalt ist in Bezug auf das Einkaufen und das Arbeiten zu sehen. Bei Männern, Personen mit höheren Einkommen und jüngere Personen lag der Anteil derer, die danach zur Arbeit gegangen sind, zwischen 14 und 17 %. Bei Frauen lag dieser Anteil bei ca. 5 %.

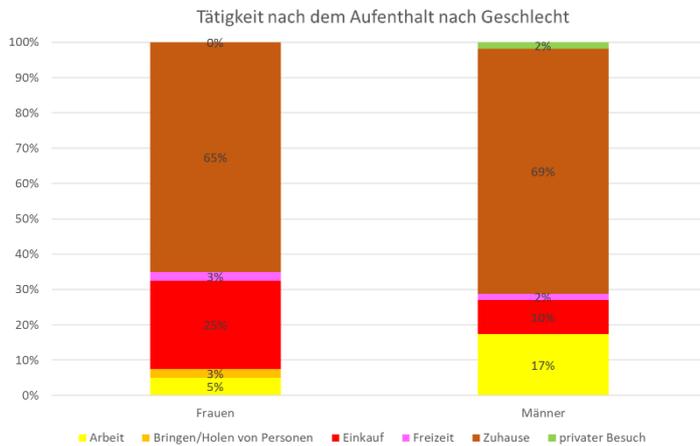


Abbildung 3.2-10: Tätigkeit nach dem Aufenthalt nach Geschlecht

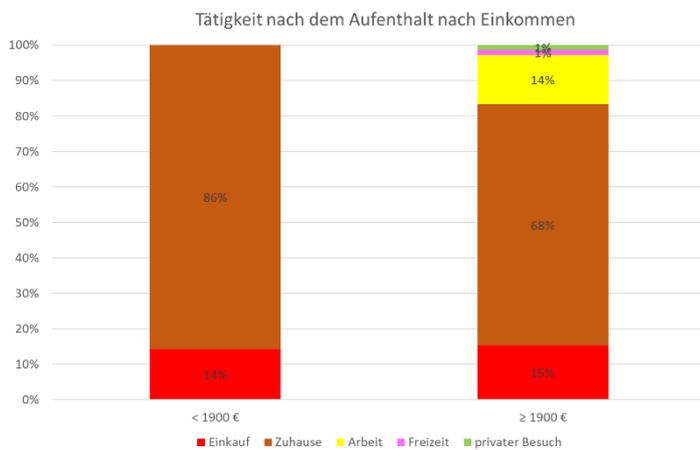


Abbildung 3.2-11: Tätigkeit nach dem Aufenthalt nach Einkommen

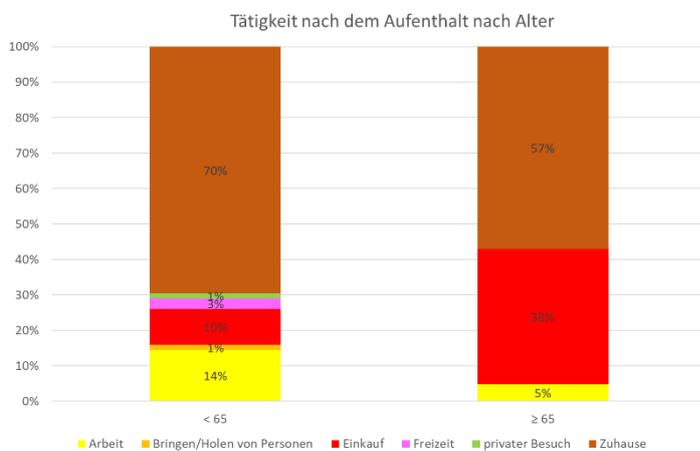


Abbildung 3.2-12: Tätigkeit nach dem Aufenthalt nach Alter

### Tätigkeitsverlauf vor, während und nach dem Aufenthalt

Die Abbildung 3.2-13 und die Abbildung 3.2-14 zeigen den zeitlichen Verlauf der Aktivitäten für Frauen bzw. Männer in Bezug auf den Aufenthalt. Die Tätigkeiten vor dem Aufenthalt differieren kaum. Der Zweck, für den man an den Befragungsort gekommen ist, unterscheidet sich in Bezug auf Arbeit und Freizeit. Für die Aktivität nach der Befragung sind eindeutige Unterschiede in den Bereichen Arbeit und Einkauf zu sehen.

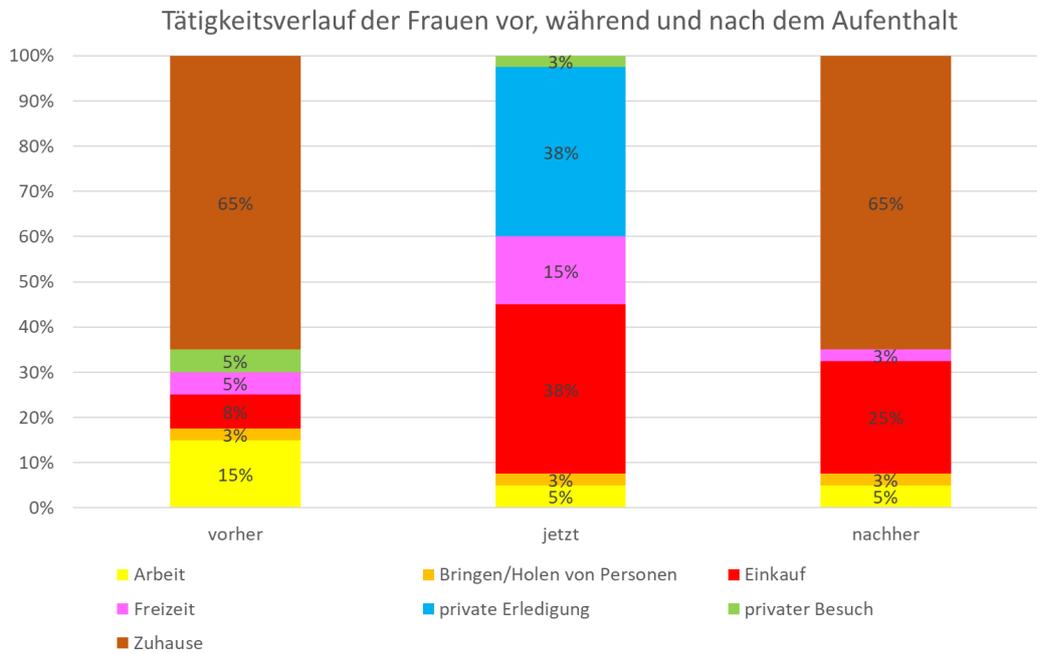


Abbildung 3.2-13: Tätigkeitsverlauf der Frauen vor, während und nach dem Aufenthalt

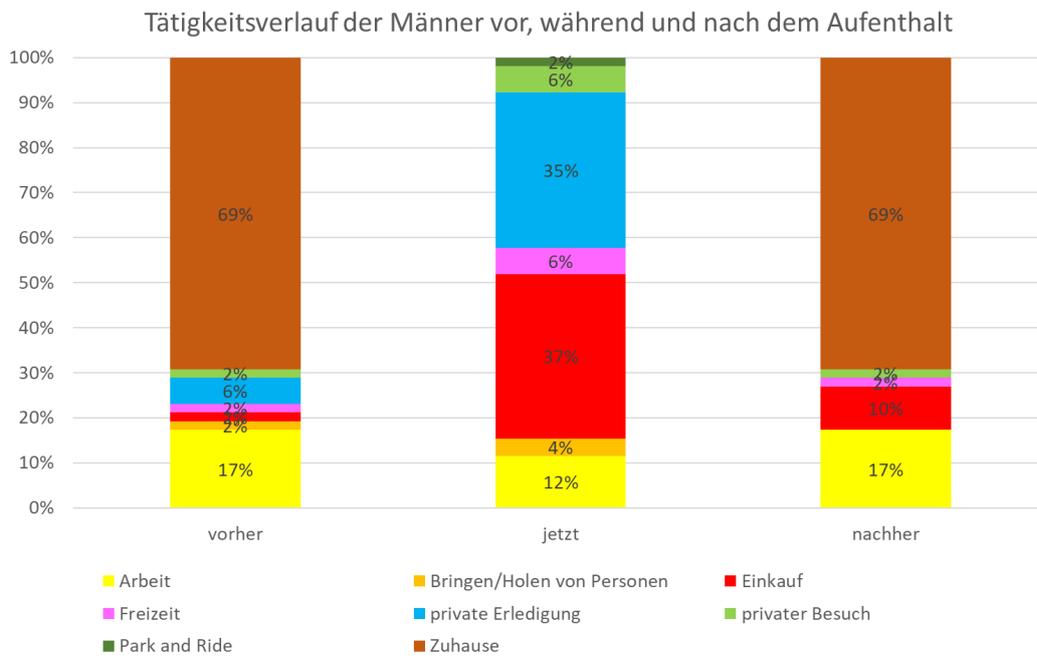
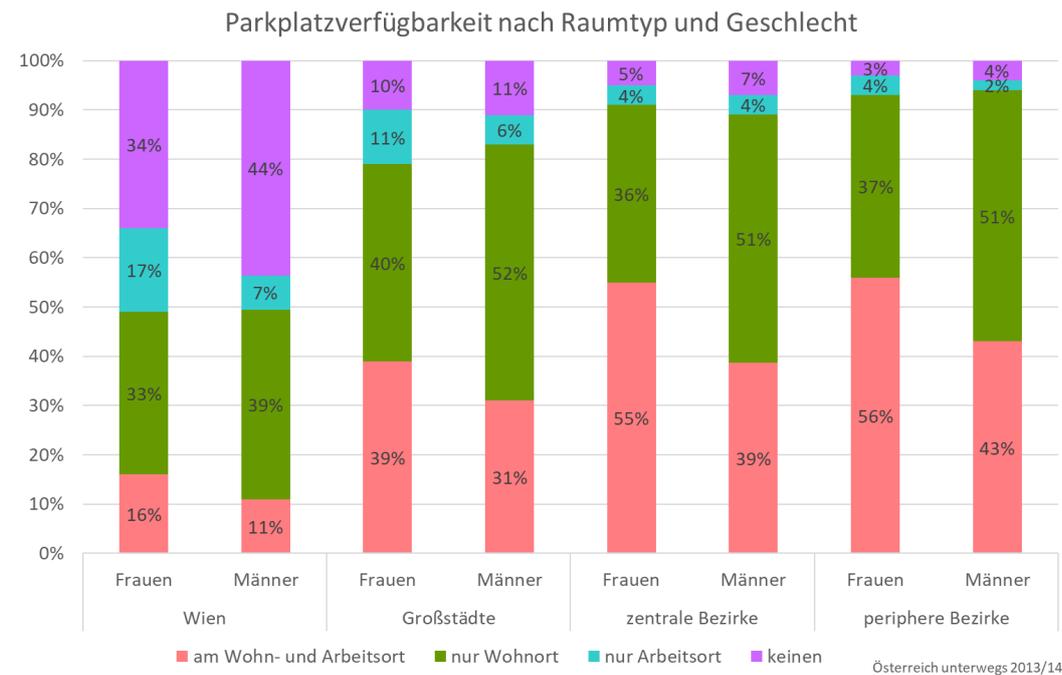


Abbildung 3.2-14: Tätigkeitsverlauf der Männer vor, während und nach dem Aufenthalt

### 3.2.3 Parkplatzverfügbarkeiten am Wohn- und am Arbeitsort

Die Usability-Analyse mit Nutzer:innen (siehe Kapitel 2) zeigt bereits, dass das Laden am Wohnort und am Arbeitsplatz sehr hoch gereiht ist. Insbesondere jene Nutzer:innen, die am Wohnort und/oder am Arbeitsplatz einen Stellplatz haben, werden diesen auch bevorzugt für das Laden ihres Elektroautos nutzen. Die Größenordnung der Parkplatzverfügbarkeit am Wohnort sowie am Arbeitsplatz ist daher eine bestimmende Größe für die Ladenachfrage im öffentlichen bzw. im halböffentlichen Raum. Hier wird auch die Fragestellung behandelt, ob Frauen bei der Parkplatzverfügbarkeit auf Grund ihrer Wohn- und/oder Arbeitssituation signifikant von den Männern abweichen.



**Abbildung 3.2-15: Parkplatzverfügbarkeit nach Raumtyp und Geschlecht**

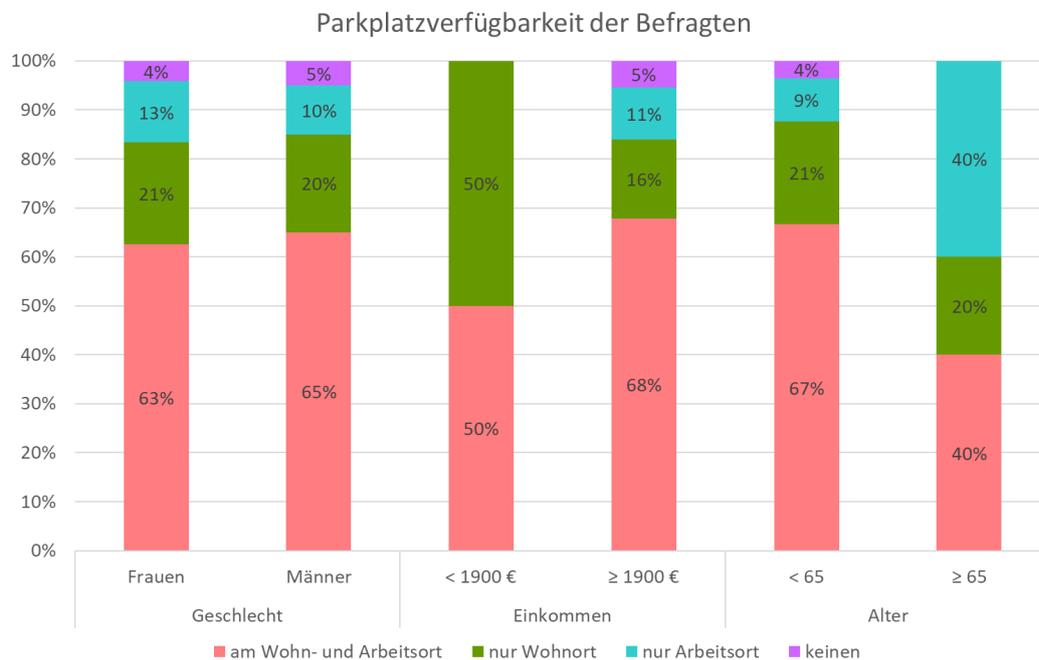
In den Sekundärdaten der Mobilitätserhebung Österreich Unterwegs 2013/2014 geht der größte Effekt auf Parkplatzverfügbarkeit von der Gemeindegröße aus, weniger von den zentralen oder peripheren Bezirken. Es ist auch festzustellen, dass Frauen seltener über einen Parkplatz verfügen als Männer. Dies ist weniger durch die Wohnsituation als durch die Verfügbarkeit am Arbeitsplatz bedingt.

Dies zeigt auf, dass Frauen häufiger auf öffentliche Ladestandorte angewiesen sind als Männer. Dem zugrunde liegt jedoch, dass Frauen etwas seltener über ein Auto verfügen (47 %), insbesondere uneingeschränkt (jederzeit). Unter den etwa 1 Millionen Personen, die kein Auto zur Verfügung haben sind mit 700.000 Frauen etwa doppelt so viele wie Männer (360.000) vertreten.

Etwas mehr als ein Viertel aller Wege wird durch Personen gemacht, die keinen Zugang zu einem PKW haben, dies sind mehr als deren Anteil an der Bevölkerung.

Als Vergleich wurden die Parkplatzverfügbarkeiten auch für die kleinere Stichprobe der Aktivitätenbefragung Graz 2020 für die drei vulnerablen Gruppen ausgewertet. Bei den Frauen und Männern zeigte sich, dass die Anteile der Stellplatzverfügbarkeit (Wohnort und Arbeitsplatz) deutlich höher sind, als bei der ÖU 2013/14 Befragung. Für die Fragestellung der Lademöglichkeiten sind jene Anteile relevant, die keine Stellplatzverfügbarkeit haben. Diese liegt laut ÖU 2013/14 in der Kategorie Großstädte bei ca. 10 bis 11 %, bei der Aktivitätenbefragung Graz 2020 bei ca. 4 bis 5 %. In Hinblick auf die vulnerablen Gruppen zeigt sich, dass die einkommensschwachen Personen (<1.900€) und ältere Personen (älter als 65 Jahre) eine deutlich geringere Stellplatzverfügbarkeit (Wohnort/Arbeitsort)

aufweisen. Dies führt in weiterer Folge dazu, dass diese verstärkt auf öffentliche bzw. semi-öffentliche Ladestationen angewiesen sind. Auf Grund der Stichprobengrößen aus Abbildung 3.2-1 können hier primär nur Tendenzen abgeleitet werden.



**Abbildung 3.2-16: Parkplatzverfügbarkeit am Wohn- und Arbeitsort aus der Aktivitätenbefragung Graz 2020**

### 3.2.4 Nutzungspotentiale der Parkplätze am Wohn- und Arbeitsort für Ladevorgänge

Die im vorangegangenen Kapitel erhobenen Parkplatzverfügbarkeiten können nur zu einem Teil mit Ladestationen ausgestattet werden, d.h. die Potentiale am Privatstellplatz am Wohnort bzw. am Stellplatz am Arbeitsort können nicht voll genutzt werden. Damit verschiebt sich diese Ladenachfrage wieder auf andere Lademöglichkeiten (z.B. im öffentlichen und semi-öffentlichen Raum). Dafür konnten drei einschränkende Faktoren identifiziert werden:

- Rechtlicher Status der Wohnsituation (Eigentum, Miete, etc.)
- Technische Voraussetzungen (technische Möglichkeit eines Stromanschlusses)
- Bereitschaft des Arbeitgebers, die notwendige Infrastruktur zur Verfügung zu stellen

Wichtig in diesem Zusammenhang ist daher die Nachrüstmöglichkeit von Ladestationen am Wohnort, da diese auch für den Freizeitverkehr (Wochenende, Urlaub, etc.) zur Verfügung stehen. Bei Personen, die in einem Ein-/Zweifamilien- oder Reihenhauses leben, wird davon ausgegangen, dass die Möglichkeit zu einer Nachrüstung gegeben ist. Bei der Aktivitätenbefragung 2020 zeigte sich, dass ca. 60 % der befragten Frauen und Männer davon ausgehen, dass das Nachrüsten einer Ladestation am Wohnort möglich ist (siehe Abbildung 3.2-17). Frauen haben öfter als Männer keine Angabe gemacht, was mit ihrer geringeren Vertrautheit mit E-Mobilität zusammenhängen könnte (siehe dazu Kapitel 3.2.5). Betrachtet man ausschließlich die Angaben der Personen, die in einem Mehrparteienhaus wohnen, sinkt die Möglichkeit des Nachrüstens einer Ladestation auf 42 %.

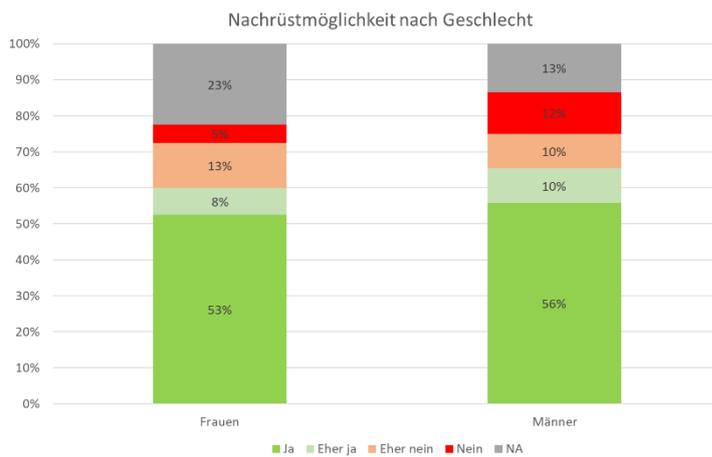


Abbildung 3.2-17: Nachrüstmöglichkeit einer Ladestation (Wallbox) nach Geschlecht

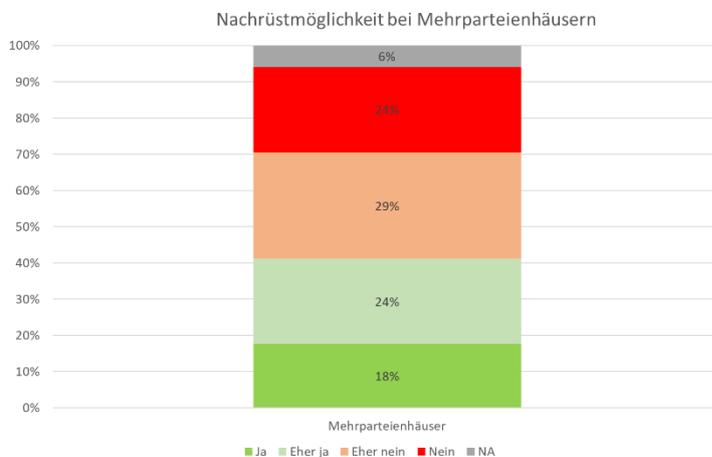


Abbildung 3.2-18: Nachrüstmöglichkeit einer Ladestation (Wallbox) bei Mehrparteienhäusern

### 3.2.5 Vertrautheit mit E-Mobilität

Um die Vertrautheit mit E-Mobilität zu eruieren, wurden bei der Aktivitätenbefragung Graz 2020 folgenden fünf Fragen gestellt, die man mit Ja oder Nein beantworten konnte:

1. Besitzen Sie ein E-Auto?
2. Haben Sie überlegt ein E-Auto zu kaufen?
3. Haben Sie bereits ein E-Auto gelenkt?
4. Sind Sie bereits mit einem E-Auto mitgefahren?
5. Haben Sie bereits einen Ladevorgang mit einem E-Auto durchgeführt?

Für die Auswertung wurden die Ja-Antworten mit 1 und die Nein-Antworten mit 0 gewichtet und summiert. Damit sind Person, die mehr Fragen mit Ja beantwortet haben, sind tendenziell vertrauter mit E-Mobilität. Die Ergebnisse wurden für den Wohnort sowie für die drei untersuchten vulnerablen Gruppen ausgewertet. In der Abbildung 3.2-19 ist die Vertrautheit der befragten Personen nach dem Wohnort dargestellt. Dabei zeigte sich, dass Bewohner der Grazer Innenbezirke (mit durchschnittlich 1,4 Ja-Antworten) weniger vertraut mit E-Mobilität sind, als Bewohner aus dem Umland (Graz Umgebung mit durchschnittlich 2,3 Ja-Antworten). Bei den vulnerablen Gruppen (siehe Abbildung 3.2-20) zeigte sich, dass im Mittel Frauen, einkommensschwächere Personen und jene über 65 Jahren weniger vertraut mit E-Mobilität sind.

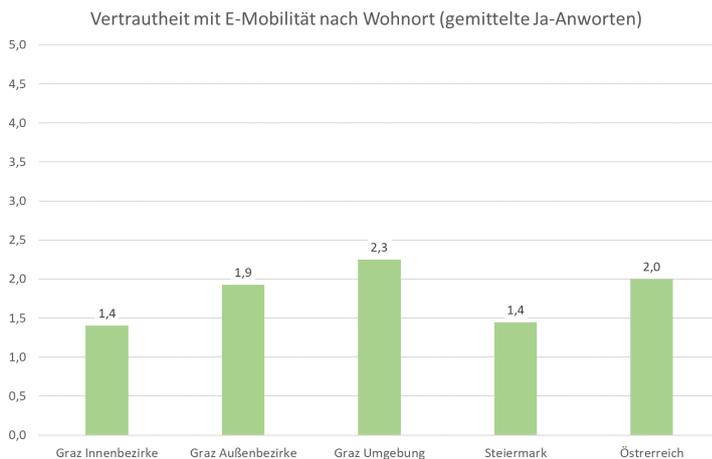


Abbildung 3.2-19: Gemittelte Ja-Antworten in Bezug auf die Vertrautheit mit E-Mobilität nach Wohnort

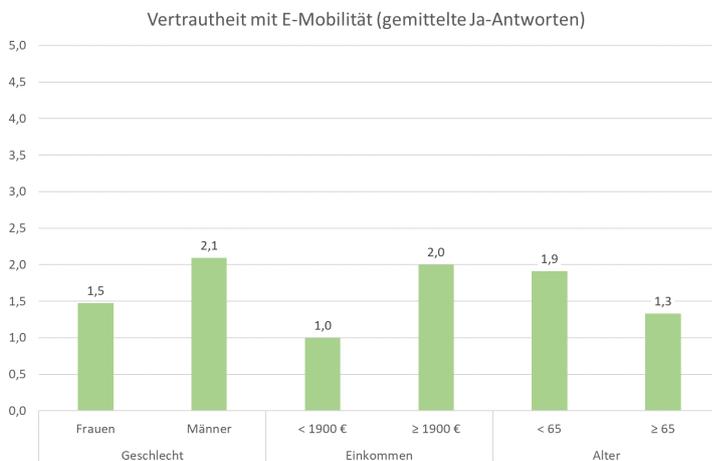


Abbildung 3.2-20: Gemittelte Ja-Antworten in Bezug auf die Vertrautheit mit E-Mobilität nach Geschlecht, Einkommen und Alter

### 3.2.6 Zeitliche und räumliche Ladebereitschaft am Befragungsort

Bei der Aktivitätenbefragung Graz 2020 wurde auch die Ladebereitschaft während des Aufenthalts am Befragungsort abgefragt. Dabei zeigt sich, dass ca. 28 % der Frauen und 21 % der Männer diesen Aufenthalt nicht für ein Laden Ihres Fahrzeuges nützen würden (Abbildung 3.2-21). Betrachtet man zusätzlich den Anteil jener, die mit „eher nein“ geantwortet haben, fällt der Unterschied geringer aus (Frauen ca. 36 %, Männer ca. 40 %). Bei den Einkommenskategorien (Abbildung 3.2-22) konnte kein signifikanter Unterschied ausgemacht werden (ca. 43 % bei Personen mit einem Einkommen <1.900 € und ca. 41 % bei den Personen mit einem Einkommen ≥ 1.900 €). Bei den älteren und jüngeren Personengruppen (ca. 38 %) ist ebenfalls kein Unterschied auszumachen (Abbildung 3.2-23).

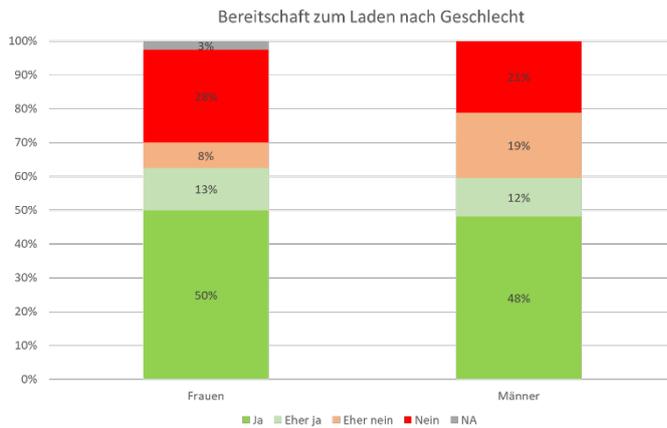


Abbildung 3.2-21: Ladebereitschaft während des Aufenthalts nach Geschlecht

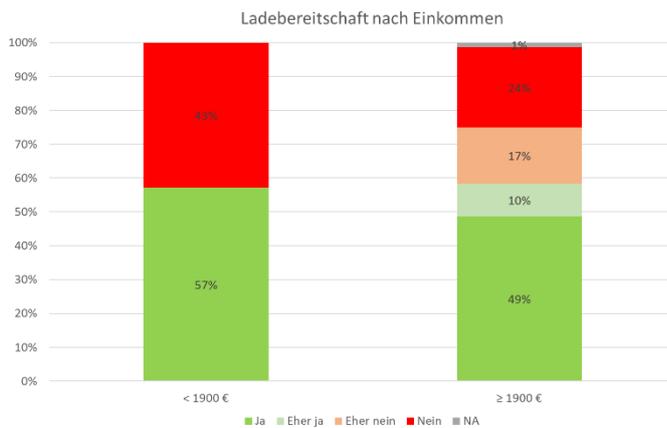


Abbildung 3.2-22: Ladebereitschaft während des Aufenthalts nach Einkommen

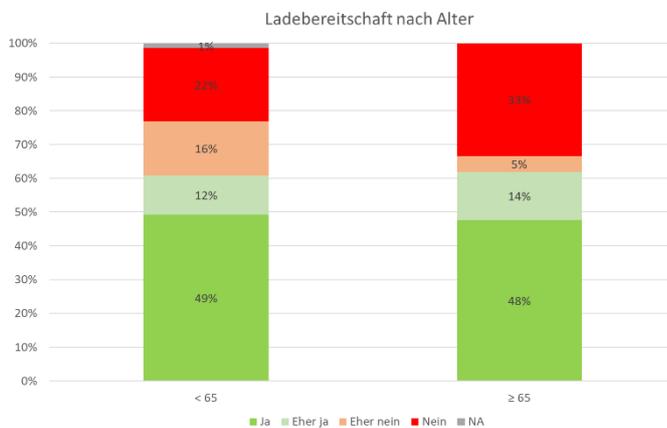


Abbildung 3.2-23: Ladebereitschaft während des Aufenthalts nach Alter

### 3.2.7 Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer zum Laden

Aus der Erhebung der Tagesabläufe können das bestehende Verhalten (Aktivitäten) für die Lademöglichkeiten abgeschätzt werden. Aus den Nutzerdiskussionen ging hervor, dass die Aktivitätsdauern auch zum Teil adaptiert werden. Daher wurde bei der Aktivitätenbefragung Graz 2020 auch grundsätzlich die Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer abgefragt. Dafür wurden drei Verlängerungsdauern (30, 60 und 90 min) definiert, die in Relation der möglichen Ladeleistungen und dem daraus resultierenden Batteriestand stehen. Die Ergebnisse dieser Fragestellung sind räumlich und bezogen auf die definierten vulnerablen Gruppen in den folgenden Graphiken dargestellt. Diese fließen auch als eine wichtige Größe in die Szenarien (siehe Kapitel 3.4) ein.

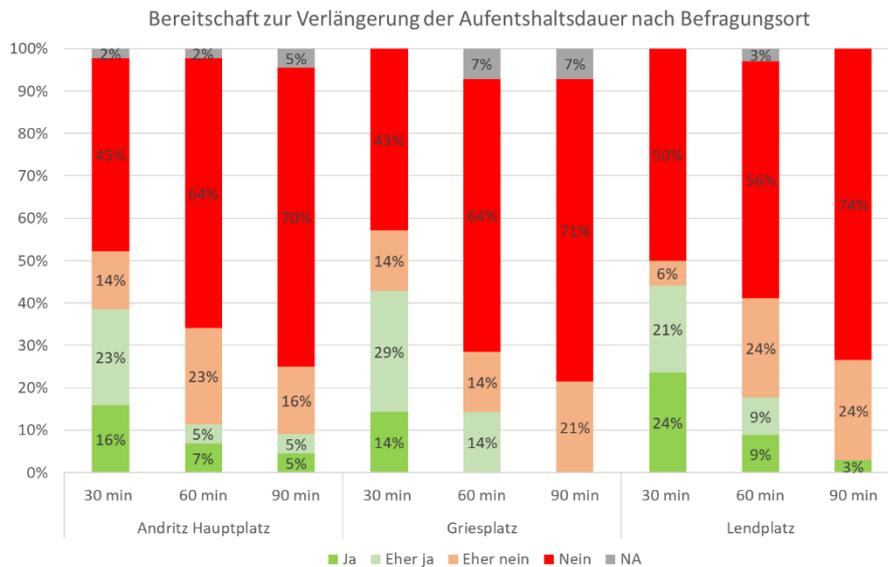


Abbildung 3.2-24: Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer nach Befragungsort

Bei der Betrachtung nach dem Befragungsort (Abbildung 3.2-24) zeigte sich ein relativ eindeutiges Bild. Für jene Personenanteile, die eine Verlängerung der Aktivität verneinten, lässt sich eine ansatzweise lineare Korrelation zur Verlängerungsdauer erkennen. Lokale Unterschiede sind nicht stark ausgeprägt. Grundsätzlich sind 39 bis 45 % der befragten Personen bereit, ihre Aktivität bis zu 30 Minuten zu verlängern, wenn sie in dieser Zeit ihren Pkw laden würden.

Die vulnerable Gruppe der Frauen würde die Aufenthaltsdauer eher weniger verlängern als Männer. Dies zeigt sich bei allen drei abgefragten Verlängerungsdauern (Abbildung 3.2-25).

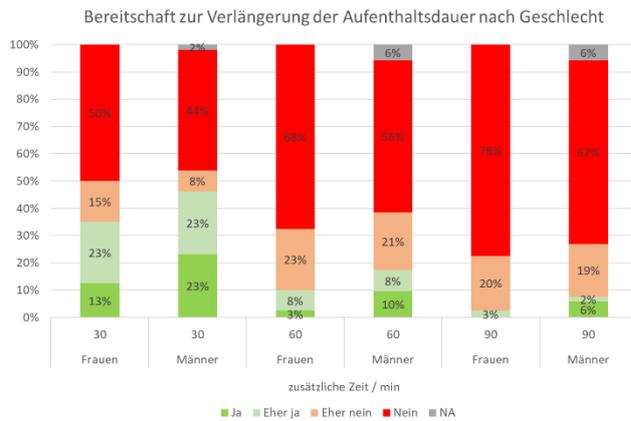


Abbildung 3.2-25: Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer nach Geschlecht

Bei den einkommensschwachen Personen ist die Bereitschaft die Aufenthaltsdauer zu verlängern tendenziell geringer als bei den einkommensstärkeren Personen (Abbildung 3.2-26).

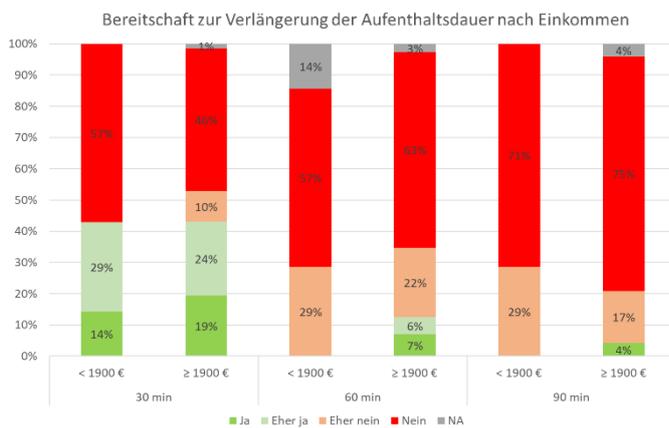


Abbildung 3.2-26: Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer nach Einkommen

Die vulnerable Gruppe der älteren Personen sind eher bereit die Aufenthaltsdauer zu verlängern als die Gruppe der jüngeren Personen. Interessant ist, dass für eine kürzere Verlängerung (von 30 Minuten) bei beiden Gruppen noch eine ähnliche Akzeptanz gegeben ist (Abbildung 3.2-27).

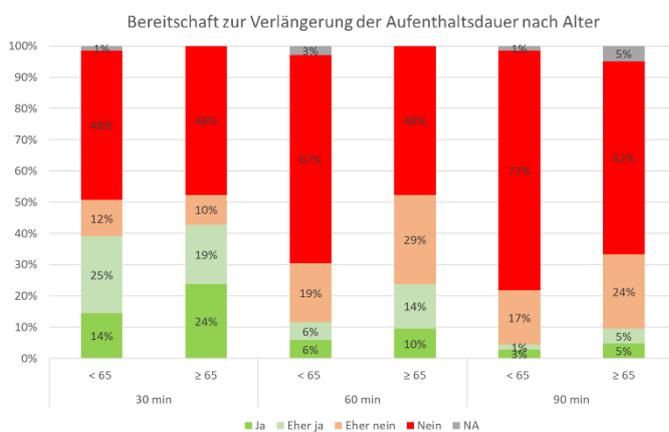


Abbildung 3.2-27: Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer nach Alter

### 3.2.8 Tätigkeit während des Ladens („Was machen Sie mit extra Zeit?“)

Bei der Aktivitätenbefragung Graz 2020 wurde erhoben, welche Tätigkeiten die befragten Personen in dieser Zeit machen würden. Grundsätzlich zeigte sich, dass die Personen diese Zeit vorzugsweise für eine Freizeittätigkeit (Sport, Gastro, etc.) nutzen würden (ca. 74 bis 75 %, Abbildung 3.2-28). Bei den Frauen wurde Einkaufen mit ca. 16 % und bei den Männern mit ca. 14 % am zweithäufigsten genannt. Auffallend war, dass bei den einkommensstärkeren Personengruppen (ca. 79 %, Abbildung 3.2-29) und bei den jüngeren Personengruppen (ca. 77 %, Abbildung 3.2-30) Freizeit deutlich öfter als Einkaufen in Relation zu der vergleichbaren vulnerablen Gruppe genannt wurde.

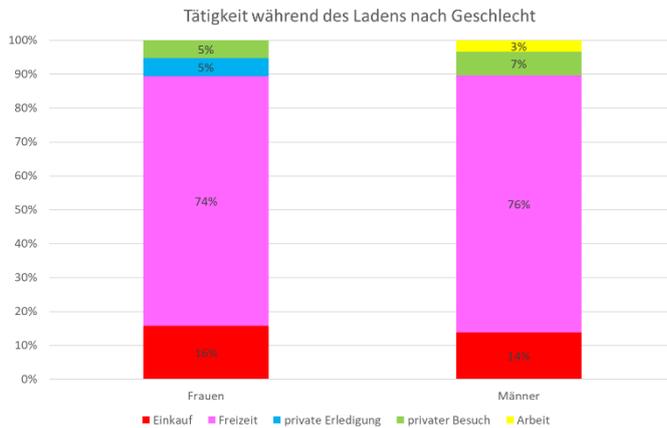


Abbildung 3.2-28: Tätigkeit bei einer Aufenthaltsverlängerung während des Ladens nach Geschlecht

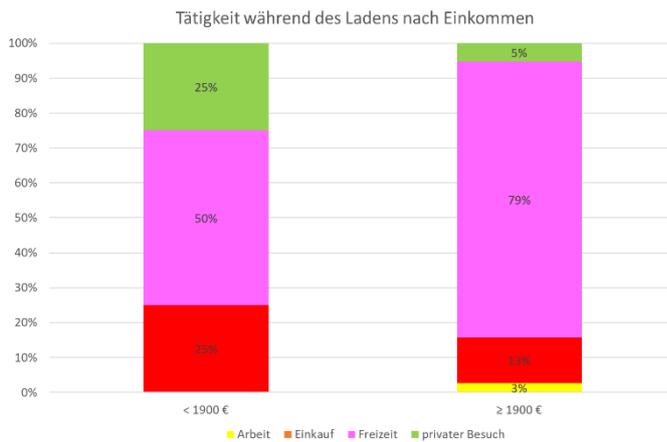


Abbildung 3.2-29: Tätigkeit bei einer Aufenthaltsverlängerung während des Ladens nach Einkommen

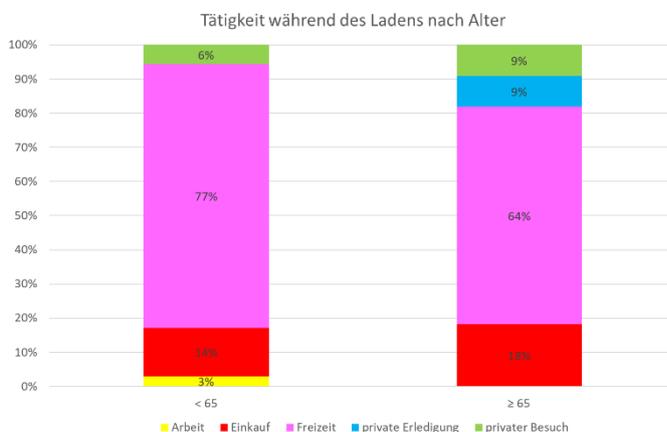


Abbildung 3.2-30: Tätigkeit bei einer Aufenthaltsverlängerung während des Ladens nach Alter

In den Folgegraphiken (Abbildung 3.2-31 und Abbildung 3.2-32) werden die aus der Befragung eruierten durchgeführten Aktivitäten (siehe Kapitel 3.2.2) mit den genannten Aktivitäten bei einer verlängerten Aufenthaltsdauer am Ladestandort für Frauen und Männer exemplarisch gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass es bei Frauen und Männern zu einer Verschiebung weg von Einkaufen in Richtung Freizeit kommt. Daraus kann abgeleitet werden, dass Ladestandorte prioritär an POI mit Freizeitfunktion, z.B. Gastronomie oder auch Bereiche mit erhöhter konsumfreier Aufenthaltsqualität (wie z.B. Parkanlagen, etc.) zu errichten sind.

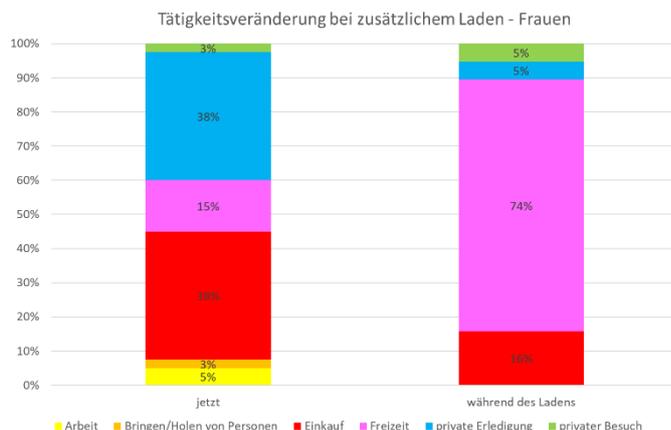


Abbildung 3.2-31: Tätigkeitsänderung bei zusätzlichem Laden - Frauen

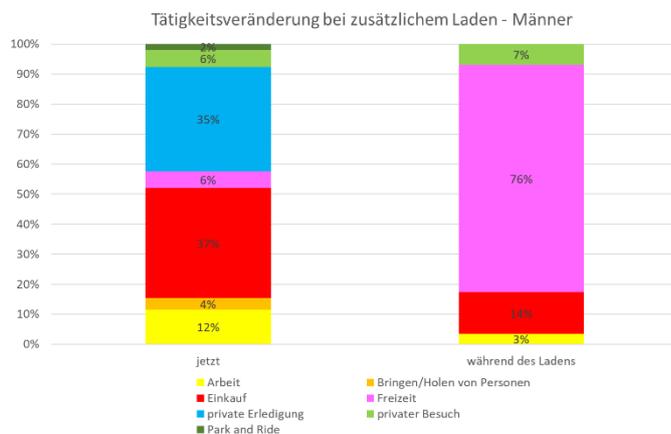


Abbildung 3.2-32: Tätigkeitsänderung bei zusätzlichem Laden – Männer

### 3.3 Räumliche Verteilung von Bevölkerungssegmenten

Bevölkerungsgruppen, Mobilitätsangebote und Zugang zu sozialer Teilhabe (Schulen und Kindergärten, Gesundheitseinrichtungen, Freizeit- und kulturelle Aktivitäten, etc.) sind ungleich über städtische Ballungsräume verteilt. Um soziale Segregation zu identifizieren, wurden auf Basis der Befragung zur Lebensqualität in Graz (LQI Graz 2018) unterschiedliche Indizes zu sozialer Teilhabe und Mobilitätszugang ausgearbeitet. Diese stellen eine Informations- und Planungsgrundlage dar, um weitere Benachteiligungen bei der Positionierung von Ladestandorte im öffentlichen Raum zu vermeiden. Dieser Methodenansatz wurde für die Stadt Graz durchgeführt, weil hier eine flächige Datenbasis zur Verfügung steht. Für andere räumliche Gebiete (Städte/Gemeinden, etc.) können davon die Grundaussagen übernommen bzw. der Methodenansatz für die einzelnen Indizes auf Basis anderer Datenquellen entsprechend angepasst werden.

#### Umfrage zur Lebensqualität in Graz (LQI Graz 2018)

2018 führte die Stadt Graz eine Umfrage zur Lebensqualität durch, bei der die Grazer Bürger:innen zu ihrer Zufriedenheit im Schulnotensystem zu verschiedensten Themen wie Lebenserhaltungskosten, Umweltqualität, Freizeitangebote und vielem mehr befragt wurden. Um die soziale Segregation und bereits benachteiligte Gebiete in Graz zu identifizieren, wurden Teile dieser LQI-Befragungsergebnisse in folgende drei Indizes zusammengefasst:

- **Index Kosten:** Dieser stellt die Zufriedenheit mit den Lebenserhaltungskosten dar.
- **Index Verkehr:** Dieser bildet die Bewertung der Öffentlichen Verkehrsmittel und Parkplatzsituation ab.
- **Index POI“ (Points of Interest):** Dieser fasst die Beurteilung von Kinderbetreuung und Schulen, sowie Einkaufs- und Freizeitmöglichkeiten zusammen.
- **Index Soziale Segregation:** Dieser Index entspricht der ungewichteten Summe aller drei Teil-Indizes und soll einen Gesamtausblick vermitteln. Für die Planungsphase wird jedoch empfohlen die drei Teil-Indizes auch getrennt für sich zu betrachten, um Extremausprägungen einzubeziehen.

In der folgenden Tabelle 3.3-1 sind die in den jeweiligen Index einbezogenen Fragestellungen ausgewiesen. Bei der Befragung wurden 46 Zonen in Graz definiert, für die die Zufriedenheit mit den genannten Themen im Schulnotensystem abgefragt wurden. Über die relevanten Fragestellungen der einzelnen Indizes wurde ein Mittelwert gebildet, der in den folgenden Darstellungen ausgewiesen ist. Für die 46 Befragungszonen in Graz sind die Stadtbezirke (x) und die Unterteilung (y) ausgewiesen (x-y), darunter wird der Indexwert (gemittelte Schulnote) für diese Zone dargestellt.

Bei der Bearbeitung zeigte sich, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Zonen zum Teil marginal waren. Die Skalen für die Farbabstufungen wurden für die Teil-Indizes so angepasst, dass potentielle Benachteiligungen visuell identifizierbar sind.

Tabelle 3.3-1: Bewertete Fragestellungen für die berechneten Indizes aus der LQI Befragung 2018

INDEX	FRAGE (ID)	FRAGESTELLUNG
Index Kosten	F03_04Z	Höhe der Gemeindeabgaben (Müllabfuhr, Kanal, Wasser, etc.)
	F03_05Z	Preisniveau bei Ihrem täglichen Einkauf
	F03_06Z	Preisniveau auf Bauernmärkten
	F03_07Z	Höhe der Kosten für Gesundheitsvorsorge und Behandlung
	F03_08Z	Höhe der Fahrpreise für Bus, Bahn, Bim
Index Verkehr	F09_01Z	Parkplätzen in Ihrem Wohnumfeld
	F09_03Z	Verfügbarkeit von Bus, Bim, Bahn in der Nacht
	F09_04Z	Verfügbarkeit von Bus, Bim, Bahn an Feiertagen und an Wochenenden
	F09_07Z	Erreichbarkeit des Stadtzentrums mit Bus, Bim, Bahn
Index POI	F01_01Z	Möglichkeit Lebensmittel zu kaufen
	F01_04Z	Erreichbarkeit von Nahversorgungseinrichtungen mit Bus, Bim, Bahn
	F01_05Z	Erreichbarkeit von Nahversorgungseinrichtungen zu Fuß
	F01_06Z	Erreichbarkeit von Nahversorgungseinrichtungen mit dem Rad
	F05_05Z	Erreichbarkeit von Naherholungsgebieten, Spiel- & Sportplätzen
	F05_06Z	Ausstattung von öffentlichen Park- und Grünflächen (Beleuchtung etc.)
	F06_08Z	Angebot an Sporteinrichtungen (Schwimmbäder, Tennis-/Eislaufplätze, etc.)
	F06_09Z	Angebot an Vereinen und deren Aktivitäten
	F06_07Z	Ausstattung der öffentlichen Plätze (Licht, Sitzmöglichkeiten, Trinkbrunnen, etc.)
	F10_01Z	Angebot an Kinderkrippen
	F10_03Z	Angebot an Tagesmüttern und Tagesvätern
	F10_02Z	Angebot an Kindergärten
	F10_05Z	Angebot an Horten und schulischer Nachmittagsbetreuung
	F10_06Z	Angebot an Schulen für 6- bis 10-Jährige
	F10_07Z	Angebot an Schulen für 11- bis 14-Jährige
F10_08Z	Angebot an Schulen ab 15 Jahren	

Index Kosten

LQI Befragungszonen

- Skala 1 - 5 [46]
- 2,85 - 2,90 [5]
  - 2,90 - 2,95 [14]
  - 2,95 - 3,00 [10]
  - 3,00 - 3,05 [11]
  - 3,05 - 3,10 [4]
  - 3,10 - 3,15 [1]
  - 3,15 - 3,20 [n/a]
  - 3,20 - 3,25 [1]

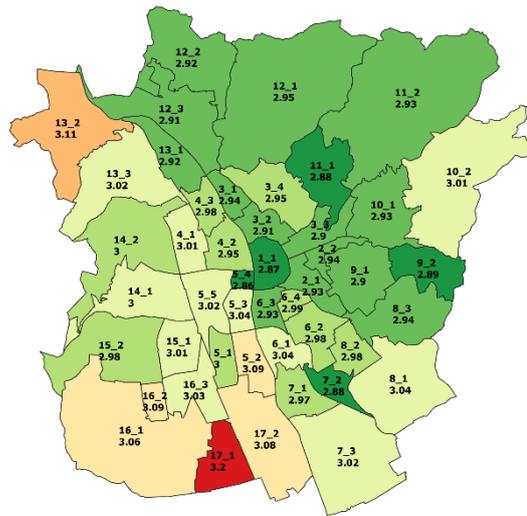


Abbildung 3.3-1: Räumliche Darstellung des "Index: Kosten" in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidialabteilung, LQI 2018

Die räumliche Verteilung des „Index Kosten“ wird in Abbildung 3.3-1 veranschaulicht. Besonders in den Befragungszonen Puntigam (17\_1, 17\_2) und Gösting (13\_2), wie auch in Gries (5\_2) und Straßgang (16\_1,16\_2) waren die Bewohner:innen mit den Lebenserhaltungskosten unzufriedener als in den restlichen Gebieten. Allgemein ist ersichtlich, dass die Menschen im Westen und Süden der Stadt ihre generelle Kostenbelastung negativer beurteilen als jene im Norden und Osten.

Index Verkehr

LQI Befragungszonen

- Skala 1 - 5 [46]
- 2,4 - 2,6 [13]
  - 2,6 - 2,8 [26]
  - 2,8 - 3,0 [4]
  - 3,0 - 3,2 [2]
  - 3,2 - 3,4 [n/a]
  - 3,4 - 3,6 [1]

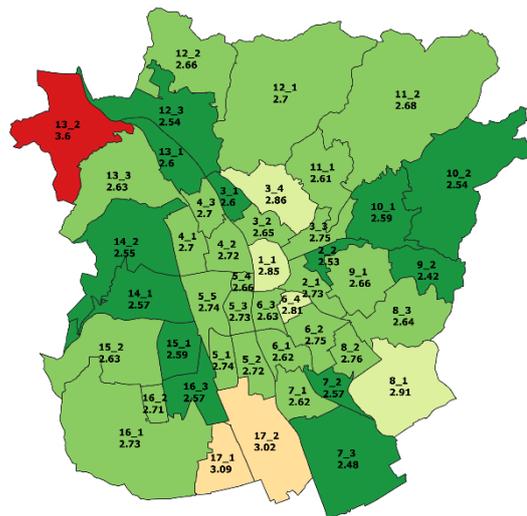


Abbildung 3.3-2: Räumliche Darstellung des "Index: Verkehr" in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidialabteilung, LQI 2018

Die Zufriedenheit mit dem Mobilitätsangebot wird in Abbildung 3.3-2: Räumliche Darstellung des "Index: Verkehr" in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidiabteilung, LQI 2018 Abbildung 3.3-2 deutlich. Wiederum wurde diese in den Zonen Gösting (13\_2) und Puntigam (17\_1, 17\_2) schlechter als in den übrigen Regionen bewertet. Dies hängt auch mit den Entfernungen zu den nächsten Straßenbahnanbindungen zusammen.

Index POI

LQI Befragungszonen

- Skala 1 - 5 [46]
- 2,0 - 2,2 [1]
  - 2,2 - 2,4 [20]
  - 2,4 - 2,6 [21]
  - 2,6 - 2,8 [3]
  - 2,8 - 3,0 [n/a]
  - 3,0 - 3,2 [n/a]
  - 3,2 - 3,4 [1]

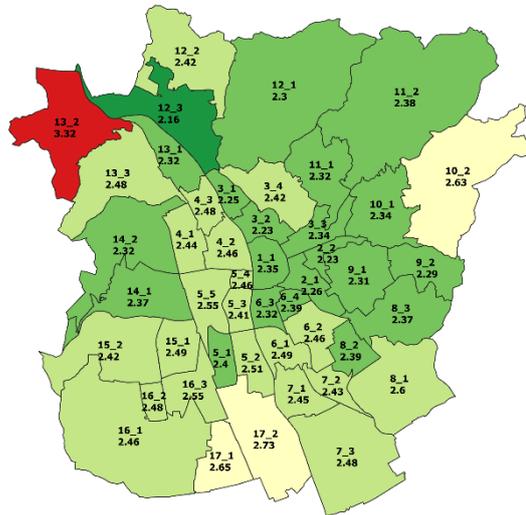


Abbildung 3.3-3: Räumliche Darstellung des "Index: POI" in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidiabteilung, LQI 2018

Die Bewertung der „Points of Interest“ wird in Abbildung 3.3-3 gezeigt. Erneut wurde die Zone Gösting (13\_2) mit einem deutlich schlechteren Wert benotet. Zusätzlich fallen die Regionen Ries (10\_2) und Puntigam (17\_1, 17\_2) auf.

soziale Segregation

LQI Befragungszonen

- Skala 1 - 5 [46]
- 2,5 - 2,6 [5]
  - 2,6 - 2,7 [20]
  - 2,7 - 2,8 [17]
  - 2,8 - 2,9 [1]
  - 2,9 - 3,0 [2]
  - 3,0 - 3,1 [n/a]
  - 3,1 - 3,2 [n/a]
  - 3,2 - 3,3 [n/a]
  - 3,3 - 3,4 [1]

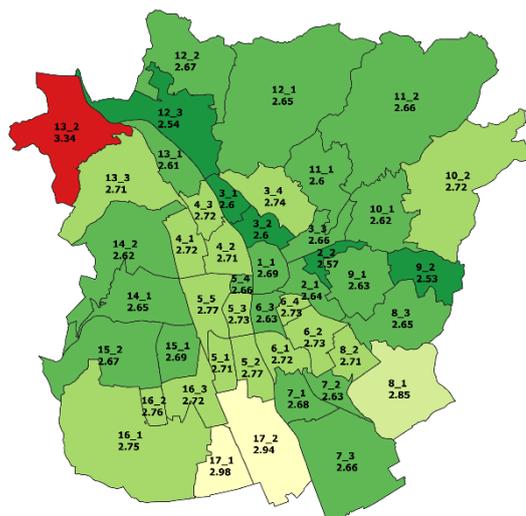


Abbildung 3.3-4: Räumliche Darstellung der sozialen Segregation in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidiabteilung, LQI 2018

Zusammenfassend lässt sich für den Index Soziale Segregation (Abbildung 3.3-4) feststellen, dass auch hier die Zonen Gösting (13\_2) und Puntigam (17\_1, 17\_2) relevante Defizite auswiesen. Grundsätzlich zeigte sich, dass die soziale Segregation in bestimmten Randzonen (Nordwest, Südwest) stärker ausgeprägt ist. Diese kann über eine Priorisierung beim Ausbau der Ladestandorte adressiert werden.

### 3.4 Szenarien für die Ladenachfrage

Aktivitätsmuster von Verkehrsteilnehmer:innen sind ein wichtiges Merkmal zur Bestimmung des Potenzials von Orten für Ladevorgänge. Alltagsroutinen zu bestimmten Aufenthaltsorten und zu bestimmten Tageszeiten fließen hier ein. Insbesondere Frauen weisen komplexe Wegeketten und eine straffe Zeitplanung auf. Je kürzer, räumlich enger begrenzt und variabler Aufenthalte an öffentlichen Orten sind, desto stärker sind die potenziellen Zeitfenster für Ladevorgänge eingeschränkt. Es kann zu sozialer Benachteiligung kommen und bestehende Benachteiligungen können verschärft werden, wenn die Positionierung öffentlicher Ladeinfrastruktur nur unzureichend die spezifischen Aktivitätsmuster von Frauen, Personen mit niedrigem Einkommen und älteren Personen einbezieht.

Auf Basis der bestehenden Verkehrsnachfrage (Kfz-Wege, Alltagsverkehr, Werktagswoche, Grundlage Österreich unterwegs 2013/14) wurde ein synthetisches Ladeverhalten anhand der Aufenthaltsdauern und einer Priorisierung nach Verkehrszwecken berechnet. Bei der Verkehrsnachfrage wurde angenommen, dass alle Bewohner:innen der Großstädte, die derzeit werktags mit dem Pkw unterwegs sind, diese Wege mit einem privaten Elektrofahrzeug durchführen. Personen, die lange Wegstrecken zurücklegen müssen ( $> 100$  km), werden gesondert betrachtet, weil hier die Wahrscheinlichkeit höher liegt, dass diese verstärkt externe E-Ladeparks (z.B. Schnellladestationen im hochrangigen Straßennetz entlang ihrer Fahrstrecken) nutzen. Aufenthaltsdauern wurden in Wohnen, Arbeiten, Einkaufen  $\leq 60$  min, Einkaufen  $> 60$  min, Freizeit sowie Bringen/Holen (inkl. privater Besuch) klassifiziert. Die Szenarien beziehen sich auf die km-Verkehrsleistung der Werkstage einer Woche als primäre Eingangsgröße für die Abschätzung der Ladenachfrage. Der zusätzliche Ladeenergiebedarf für die km-Verkehrsleistung an Wochenenden (z.B. Freitag/Samstag, oder Samstag/Sonntag) muss gesondert abgedeckt werden.

Es wurden zwei synthetische Ladeszenarien definiert und berechnet. Als Systemgrenze wurden die Großstädte ( $> 100.000$  Einwohner:innen in Österreich, ohne Wien) herangezogen. Das Szenario Bestand+ zeigt das Ladeverhalten mit der bestehenden Fahrzeugtechnik (Batteriegrößen, Ladeleistung) und der bestehenden Ausstattung der Ladeinfrastruktur. Für das Szenario Zukunft+ wurden Annahmen einer möglichen technologischen Entwicklung bei der Fahrzeugtechnik und der Ladeinfrastruktur getroffen. Diese Annahmen sind in der Tabelle 3.4-1 dargestellt. Grundsätzlich wurde für beide Szenarien eine 100 %ige Durchdringung des Fahrzeugbestands und der Ladestandorte (Ladestationen, Ladepunkte) angenommen und bewusst auf zukünftige Veränderung der Verkehrsleistung auf Grund globaler Faktoren (Bevölkerungszahlen, Wirtschaftsentwicklung, COVID-19 etc.) verzichtet, um die Priorisierung der Aufenthaltsorte (Verkehrszwecke) und Aufenthaltsdauern explizit und fokussiert auf die vulnerablen Gruppen evaluieren zu können. Die Aufenthaltsdauern wurden auf Basis der Aktivitätsbefragung Graz 2020 personenbezogen verlängert, um das reale Ladeverhalten besser abzubilden. Daher werden diese dargestellten Szenarien als Bestand+ und Zukunft+ ausgewiesen. Im Szenario Zukunft+ sollen die Auswirkungen zukünftiger technischer Entwicklungen auf die Ladenachfrage (Erhöhung der Batteriekapazitäten der Fahrzeuge, Steigerung der Ladeleistung der E-Ladeinfrastruktur bzw. der E-Ladetechnik im Fahrzeug) abgeschätzt werden. Auf Basis des Zukunftsszenario-Ansatzes erfolgte auch ein Robustheitscheck um zu evaluieren, ob die aus dem Bestandsszenario abgeleiteten Aussagen auch bei einer technologischen Weiterentwicklung zukünftig noch zutreffend sein werden. Folgende zwei Szenarien wurden im Detail ausgewertet:

- **Szenario Bestand+:** Bestehendes Kfz-Verkehrsaufkommen einer Werktagswoche (100 %), erweiterte Aufenthaltsdauern (auf Basis der Kurzbefragung)
- **Szenario Zukunft+:** Bestehendes Kfz-Verkehrsaufkommen einer Werktagswoche (100 %), erweiterte Aufenthaltsdauern und verbesserte Fahrzeugtechnik und E-Ladeinfrastruktur

### 3.4.1 Technologische Trendentwicklung im Bereich der Transportsysteme

Für die Berechnung der Szenarien wurden für die technologische Entwicklung der Fahrzeug- und E-Ladeinfrastruktur mittlere Eingangskenngrößen definiert, die als Grundlage für die beiden Szenarien herangezogen wurden. Diese Kennwerte wurden auf Basis der internen Expertendiskussionen festgelegt. Das Szenario Zukunft+ definiert sich nicht direkt an einem Prognosejahr, sondern an der technologischen Entwicklung mit der die Fahrzeughersteller bzw. die Ladeinfrastrukturbetreiber zukünftig rechnen, wenn keine disruptiven technologische Entwicklungssprünge diese Entwicklungspfade grundlegend verändern (neue Batterietechnik, etc.). Die Nutzung der Batteriekapazität wurde mit 90 % definiert, weil erfahrungsgemäß diese nur bedingt ausgenutzt wird (Sicherheitspolster, Batterieschonung bei Schnellladevorgängen). Der Energieverbrauch wurde bei beiden Szenarien konstant angenommen und entspricht dem Verbrauch an der E-Ladesäule (inkl. der Ladeverluste). Die Ladeleistungen wurden standortspezifisch definiert. Diese wurden auf Basis der bestehenden und geplanten Ausstattungen der Energie Graz zugewiesen.

Aus der Literatur, aber auch aus der Usability-Analyse und der Aktivitätsbefragung wird abgeleitet, dass verfügbare Stellplätze am Wohnort (Privatstellplätze) und Stellplätze am Arbeitsort generell für das E-Laden bevorzugt werden. Diese Stellplatzverfügbarkeit wurde auf Basis der Daten von „Österreich unterwegs 2013/14“ ermittelt. Auf Grund der rechtlichen Wohnsituationen (Rechtsverhältnis der Wohnsituation, EU SILC 2018), der Bereitschaft der Arbeitgeber und der technischen Möglichkeiten steht nur einem Teil der Nutzer:innen mit einer Parkmöglichkeit am Arbeitsplatz oder bei der Wohnung auch eine Lademöglichkeit zur Verfügung. Parkplatzanteile mit E-Ladeinfrastruktur für private Stellplätze wurden auf Basis von EU SILC 2018 sowie der Detailbefragung abgeleitet. Für die Firmenstellplätze wurden die Anteile abgemindert in Relation zu den Anteilen der privaten Stellplätze geschätzt.

Tabelle 3.4-1: Eingangskennwerte für die Fahrzeug- und E-Ladeinfrastruktur je Szenario

EINGANGSGRÖSSEN		SZENARIO	
		BESTAND+	ZUKUNFT+
Fahrzeug- technik	Mittlere Batteriekapazität	55 kWh	75 kWh
	Nutzungsbandbreite der Batteriekapazität	90 %	90 %
	Energieverbrauch (Tank 2 wheel)	17.5 kWh	17.5 kWh
E-Lade- infrastruktur	Ladeleistungen (langsam)		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wohnen (Wallbox)</li> <li>• Arbeiten</li> <li>• Einkaufen (&gt; 60 min, Einkaufszentrum etc.)</li> <li>• Freizeit</li> <li>• Bringen/Holen (inkl. privater Besuch)</li> </ul>	11 kW 11 kW 11/22 kW 11 kW 11 kW	11 kW 22 kW 22 kW 22 kW 22 kW
	Ladeleistungen (Schnelllade-Einrichtungen)		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einkaufen (&lt; 60 min)</li> <li>• E-Ladestandort/-park, extern</li> </ul>	50 kWh 150 kWh	150 kWh 150-350 kWh
	Ausstattungsanteil mit E-Ladeinfrastruktur		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Private Stellplätze</li> <li>• Firmenstellplätze</li> <li>• Öffentliche Stellplätze</li> </ul>	62 % 41 % nur explizite Ladepunkte	84 % 56 % nur explizite Ladepunkte

### 3.4.2 Stellplatzverfügbarkeit am Wohnort und am Arbeitsplatz

Bei der Aktivitätenerhebung Graz 2020 wurden auch die Stellplatzverfügbarkeit befragt. Das Ergebnis zeigte, dass ca. 69 % der Frauen und 65 % der Männer über einen Stellplatz am Wohnort verfügen (siehe Abbildung 3.4-1). Bei den Befragten der Umlandgemeinden (Graz Umgebung) lag die Stellplatzverfügbarkeit am Wohnort bei ca. 96 % (Frauen) und ca. 93 % (Männer). Am Arbeitsort weisen Frauen (mit ca. 58 % Graz und mit ca. 67 % Graz Umgebung) eine geringere Stellplatzverfügbarkeit als Männer (mit ca. 62 % Graz und mit ca. 81 % Graz Umgebung) auf (siehe Abbildung 3.4-2). Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass bei Frauen kaum ein regionaler Unterschied zu bestehen scheint, denn die Wahrscheinlichkeit entspricht tendenziell den Ergebnissen aus der ÖU 2013/14 Erhebung. Bei den Männern sind diese in der ÖU 2013/14 Erhebung für Städte und Stadtumlandgebiete tendenziell höher.

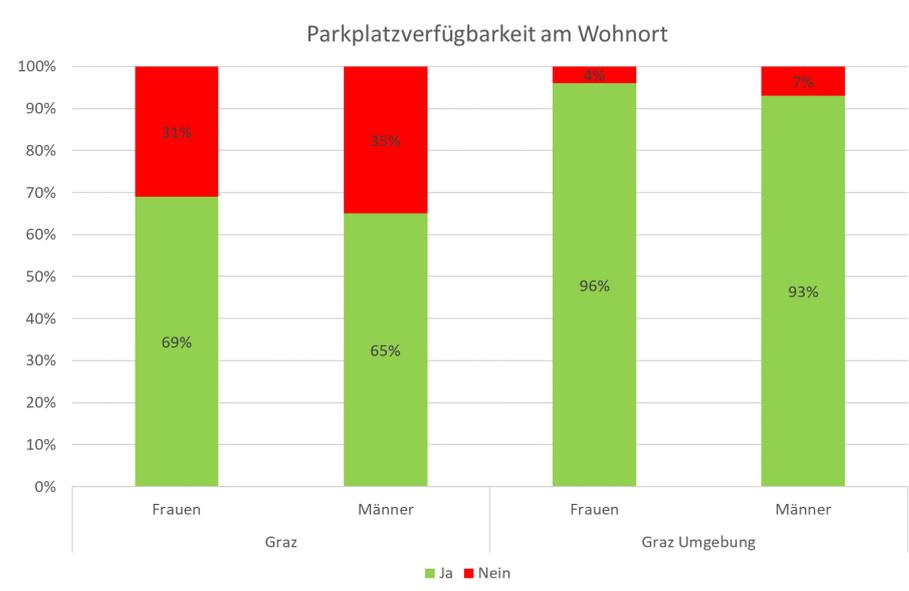


Abbildung 3.4-1: Parkplatzverfügbarkeit nach Geschlecht am Wohnort in Graz und Graz Umgebung

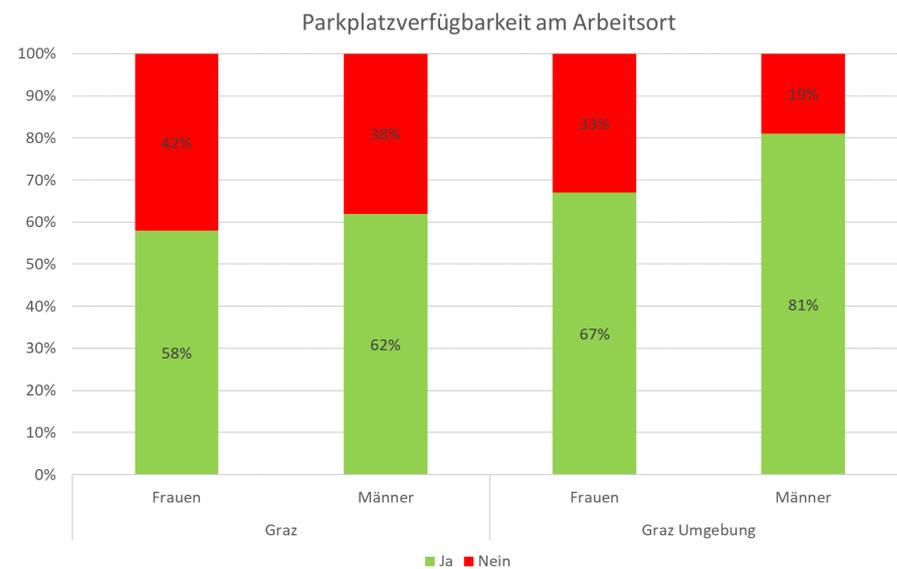
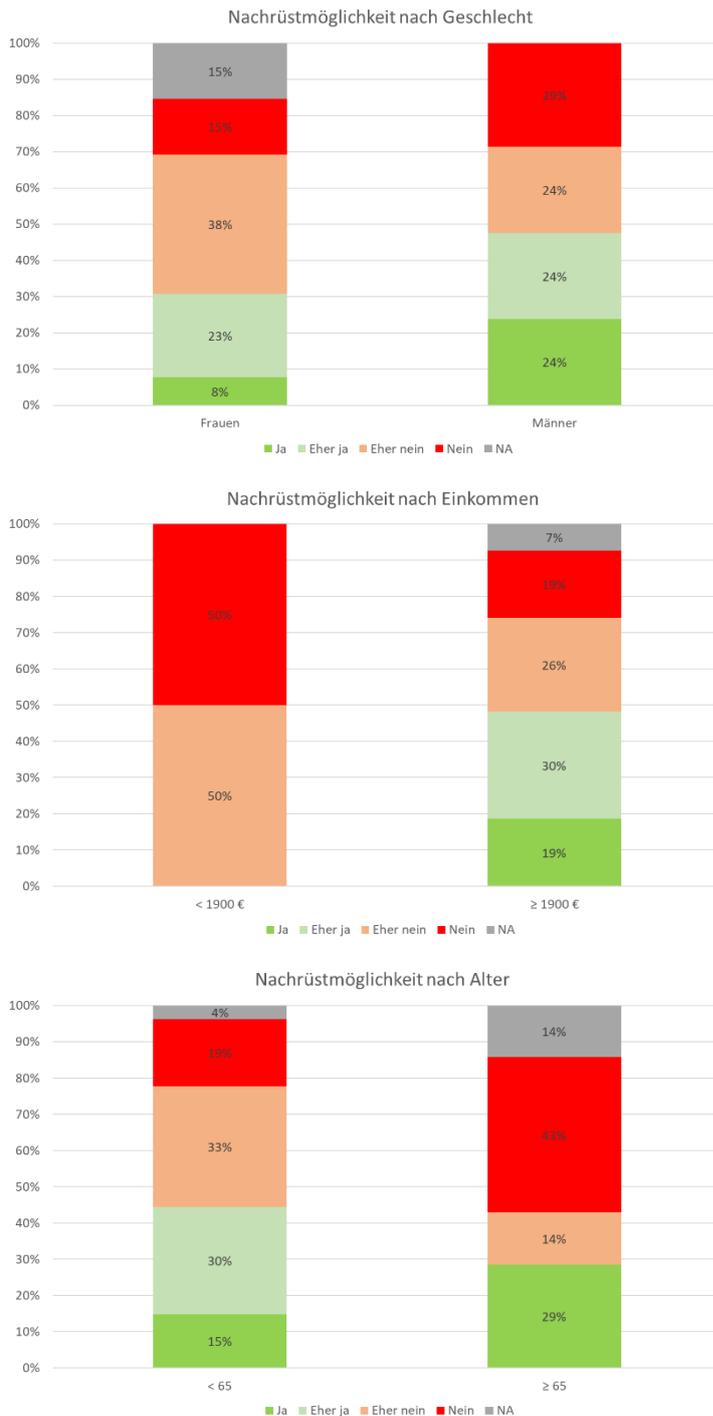


Abbildung 3.4-2: Parkplatzverfügbarkeit nach Geschlecht am Arbeitsort in Graz und Graz Umgebung

Für die Szenarienberechnung ist die Möglichkeit der Nachrüstung einer Lademöglichkeit (Wallbox) am privaten Stellplatz eine wichtige Eingangsgröße. Diese wurde bei jenen Personen erhoben, die in einem Mehrparteienhaus wohnen. Bei Personen, die in einem Einfamilienhaus leben, wird davon ausgegangen, dass hier eine Nachrüstmöglichkeit mit hoher Wahrscheinlichkeit gegeben ist. In Abbildung 3.4-3 sind die Abschätzung der Nachrüstmöglichkeit der vulnerablen Gruppen (Geschlecht, Einkommen, Alter) ausgewiesen.

**Abbildung 3.4-3: Nachrüstmöglichkeit einer E-Ladeinfrastruktur (Wallbox) am Wohnort nach den untersuchten vulnerablen Gruppen (Geschlecht, Einkommen und Alter)**

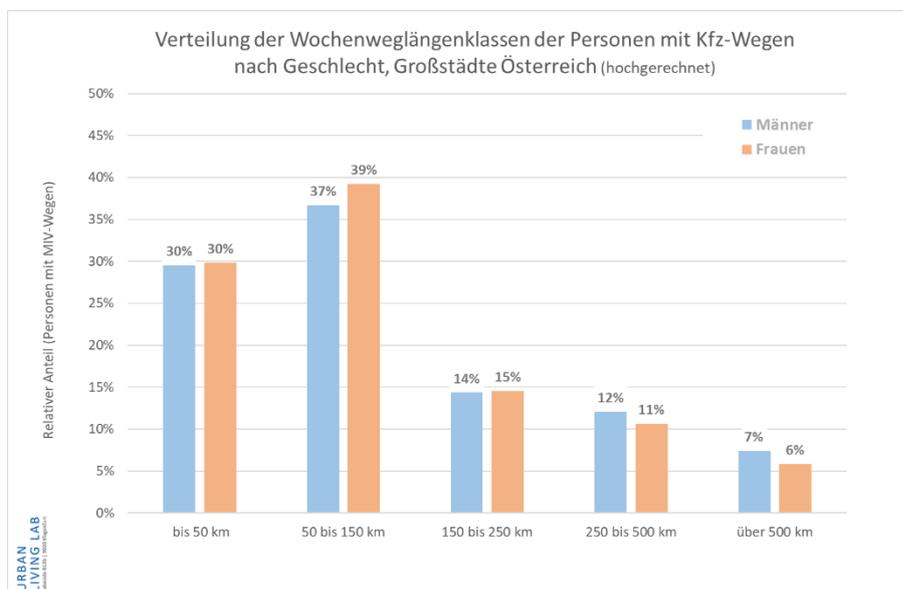


Zusammengefasst haben die untersuchten vulnerablen Gruppen geringere Möglichkeiten für eine zukünftige Nachrüstung einer E-Ladeinfrastruktur (Wallbox) am Wohnort:

- Für Frauen ist die Nachrüstmöglichkeit (ja/eher ja) mit 31 % geringer als für Männer mit 48 %.
- Einkommensschwächere Personen sehen eher keine Nachrüstmöglichkeit am Wohnort (Vertrautheit mit E-Mobilität, Wohnsituation; Hinweis: geringe Stichprobengröße).
- Deutlich mehr ältere Personen (ca. 43 %) geben an, gar keine Nachrüstmöglichkeit zu haben. Die Gruppe der < 65-jährigen weist hier einen Wert von 19 % auf. Auch hier können die Wohnsituation und die tendenziell geringe Vertrautheit mit E-Mobilität bestimmende Faktoren sein.

### 3.4.3 Wochenweglängen (werktags) als Basis für die Ladenachfrage

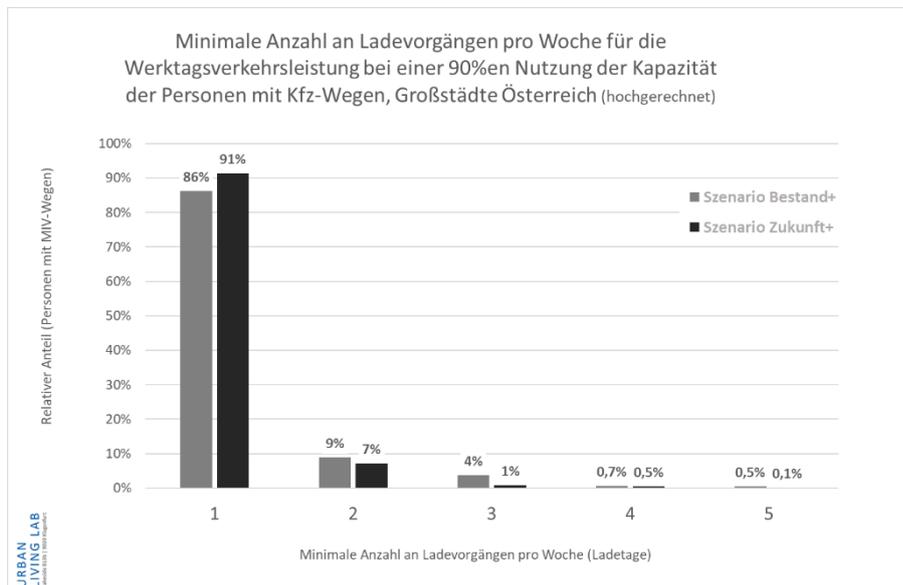
Grundlage für die Ermittlung der notwendigen Zahlen der Ladevorgänge bilden die gefahrenen Kfz-Kilometer pro Person (Fahrzeug). Grundsätzlich ist das Ladeverhalten abhängig von den Batteriekapazitäten, dem Ladestand und dem persönliche Verhalten, wie weit man die vorhandene Batteriekapazität in ihrer Bandbreite nach unten und nach oben ausnutzt. In der Abbildung 3.4-4 sind die Wochenweglängen nach Klassen und Geschlecht getrennt dargestellt. Es zeigt sich, dass die Weglängenklassen 50 bis 150 km der Kfz-Wege pro Werktagswoche bei beiden Geschlechtern am häufigsten mit 37 % bei Männern und 39 % bei Frauen besetzt ist. Unter 50 km liegt der Anteil für beide Geschlechter bei 30 %. Tendenziell zeigt sich, dass Männer höhere Wochenweglängen aufweisen, da die Anteile in den Weglängenklassen „250 bis 500 km“ und „über 500 km“ bei Männern häufiger besetzt sind.



**Abbildung 3.4-4: Wochenweglängenklassen für Personen mit Kfz-Wege, getrennt nach Geschlecht (n=311.043 Personen, hochgerechnet)**

Für diese Wochenweglängen wurden für die einzelnen Personen der Ladeenergiebedarf der Woche (werktags, Mo-Fr) ermittelt und die Anzahl der potentiellen Ladevorgänge (bzw. potentiellen Ladetage) für eine Vollanddurchdringung errechnet, wenn die durchschnittliche Batteriekapazität zu 90 % genutzt wird. Daraus errechnet sich eine hypothetische Ladehäufigkeit pro Werktagswoche. Diese Werte gehen als minimale bzw. angestrebte Ladehäufigkeit in die Szenarienbetrachtung ein. Betrachtet man die zukünftige Entwicklung des Szenarios Zukunft+ in Relation zum Szenario Bestand+ zeigt sich, dass die

urbanen potentiellen Ladevorgänge (bzw. potentiellen Ladetage) bedingt durch die erhöhten Batteriekapazitäten (siehe auch Tabelle 3.4-1) abnehmen werden. Der Anteil von jenen Personen, die dann theoretisch mit einer einzigen Vollaftung in einer Werktagswoche auskommen, steigt bei den gewählten Rahmenbedingungen von 86 auf 91 % (siehe Abbildung 3.4-5).



**Abbildung 3.4-5: Minimale Anzahl an potentiellen Ladevorgängen bei den Szenarien Bestand+ und Zukunft+ in den österreichischen Großstädten (n=311.043 Personen, hochgerechnet)**

Die Betrachtung der potentiellen Ladevorgänge in Hinblick auf die ausgewählten vulnerablen Gruppen (siehe Abbildung 3.4-6 bis Abbildung 3.4-8) zeigt, dass ca. 90 % der Frauen im Szenario Bestand+ theoretisch mit einer Vollaftung (90 %) pro Werktagswoche auskommen. Bei den Männern ist dieser Anteil geringer und liegt bei ca. 86 %. Dieses Ungleichgewicht zieht sich auch bei den höheren potentiellen Ladevorgangszahlen (>1) weiter.

Bei den einkommensschwachen Bevölkerungsgruppen (unteres Quartil der österreichischen Einkommensverteilung) liegt das Verhältnis bei ca. 84 % zu ca. 87 % der Normal-Einkommensgruppe (siehe Abbildung 3.4-7). Bei den vulnerablen Altersgruppen der über 65-jährigen zeigt sich, dass bei ca. 88 % eine Vollaftung (90 %) pro Werktagswoche reichen würde. Bei der jüngeren Altersgruppe (unter 65 Jahre) liegt dieser Anteil bei ca. 86 %.

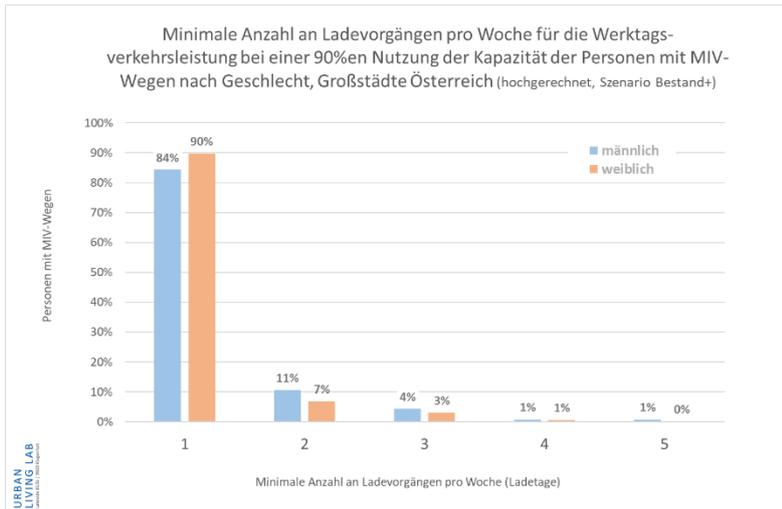


Abbildung 3.4-6: Minimale Anzahl an potentiellen Ladevorgängen unterteilt nach Geschlecht in den österreichischen Großstädten (n=311.043 Personen, hochgerechnet), Szenario Bestand+

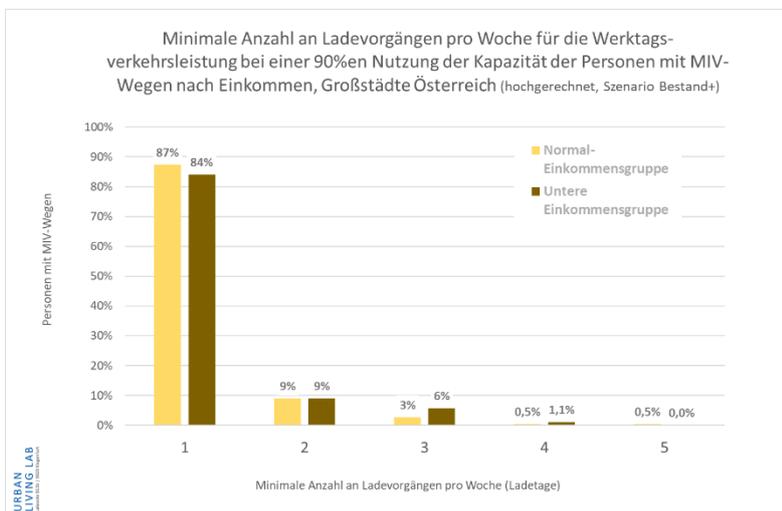


Abbildung 3.4-7: Minimale Anzahl an potentiellen Ladevorgängen unterteilt nach Einkommensgruppen in den österreichischen Großstädten (n=311.043 Personen, hochgerechnet), Szenario Bestand+

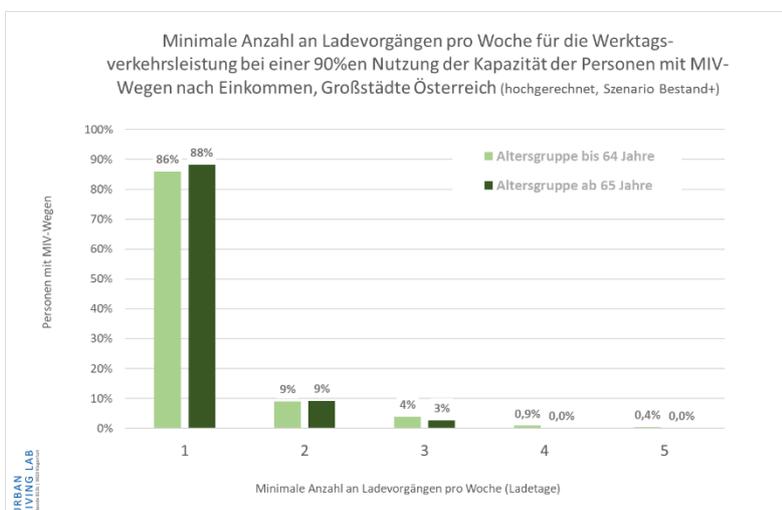


Abbildung 3.4-8: Minimale Anzahl an potentiellen Ladevorgängen unterteilt nach Altersgruppen in den österreichischen Großstädten (n=311.043 Personen, hochgerechnet), Szenario Bestand+

### 3.4.4 Abdeckung der Ladenachfrage auf Basis der Aufenthaltsdauern für Bestands- und Zukunftsszenarien

Bei den Szenarien wurde untersucht, wie die Ladenachfrage im Tagesablauf im Zuge der Aufenthaltszeiten der täglichen Aktivitäten (Wohnen, Arbeiten, Einkaufen etc.) abgedeckt werden kann. Die Grundlage dazu bilden die Daten aus Österreich unterwegs 2013/14 (siehe Abbildung 3.2-1). Dabei wird bei den Szenarienbetrachtungen die während den Aktivitäten zeitlich mögliche Ladeenergiemenge für die einzelnen Nutzer:innen kumulativ ermittelt und dargestellt. Bei der Klasse „nicht im Tagesablauf abgedeckte Ladenachfrage“ korrelieren die ausgewiesenen Prozentwerte im Groben mit der Anzahl der Nutzer:innen, die in den Folgetagen nachladen müssen, weil sie keine angemessene Lademöglichkeit bzw. Ladefenster vorfinden. Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse in den folgenden Abbildungen, dass der Ladeenergiebedarf der Elektroautos im Szenario Bestand+ zu 48 bis 50 % primär am Wohnort (private Stellplätze inkl. Wallboxen) und im Szenario Zukunft+ zu 65 bis 67 % am ersten Tag der Ladekette abgedeckt wird. In Summe kann im Szenario Bestand+ 12 bis 14 % der notwendigen Ladeenergie nicht im Zuge der Aufenthaltsdauern bei den Aktivitäten nachgeladen werden, d.h. diese Ladenachfrage muss an den Folgetagen nachgeladen werden. Beim Szenario Zukunft+ nimmt dieser Anteil deutlich auf 6 bis 7 % ab, weil durch die erhöhten Ladeleistungen der Ladeinfrastruktur die Aufenthaltsdauern deutlich effizienter genutzt werden können. Die Aufenthaltsdauer an Einkaufsorten (> 60 min, Einkaufszentren, Innenstädte) und Freizeiteinrichtungen kann 7 % (Männer) bis 10 % (Frauen) der Ladeenergienachfrage im Szenario Bestand+ dienen. Dies reduziert sich in Zukunft auf 4 % (Männer) und 6 bis 7 % (Frauen). Der nichturbane Ladeenergiebedarf (lange Wege) wurde gesondert betrachtet (siehe Abbildung 3.4-9 bis Abbildung 3.4-14, grüne Rahmen). Hier wird angenommen, dass dieser Ladebedarf zum Teil über die Wallboxen der Stellplätze am Wohn- bzw. Arbeitsort und zum Teil an E-Ladeparks mit Schnellladestationen entlang der Routen abgedeckt wird.

Betrachtet man explizit die Unterschiede zwischen **Frauen und Männern** (Szenario Bestand+; Abbildung 3.4-9) zeigt sich, dass bei Frauen Ladestationen am Wohnort (+2 %) wichtiger sind, als an den Arbeitsorten (-5 %). Die Einkaufsorte (+2 bis 3 %) und Freizeitorde (+3 %) weisen bei Frauen eine höhere Wichtigkeit auf. Generell können Frauen ihren Ladeenergiebedarf schlechter in ihre Aktivitätsmuster integrieren als Männer. Bei den Frauen werden 14 % und bei den Männern 12 % auf mögliche Folgetage verlagert. Dies ergibt sich primär auch dadurch, dass Frauen am Arbeitsplatz deutlich weniger (-5 %) nachladen können. Beim nichturbanen Ladeenergiebedarf zeigt sich, dass dieser bei Männern deutlich höher ist als bei Frauen. Insbesondere bei den E-Ladeparks (entlang der Strecken) zeigt sich ein Unterschied von +4 %.

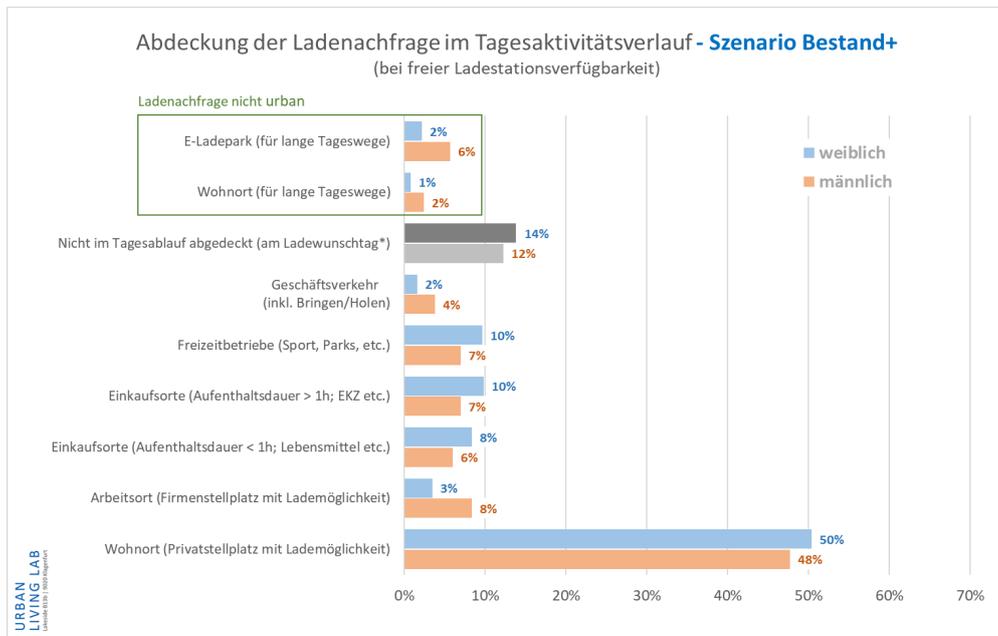


Abbildung 3.4-9: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Bestand+ nach Geschlecht

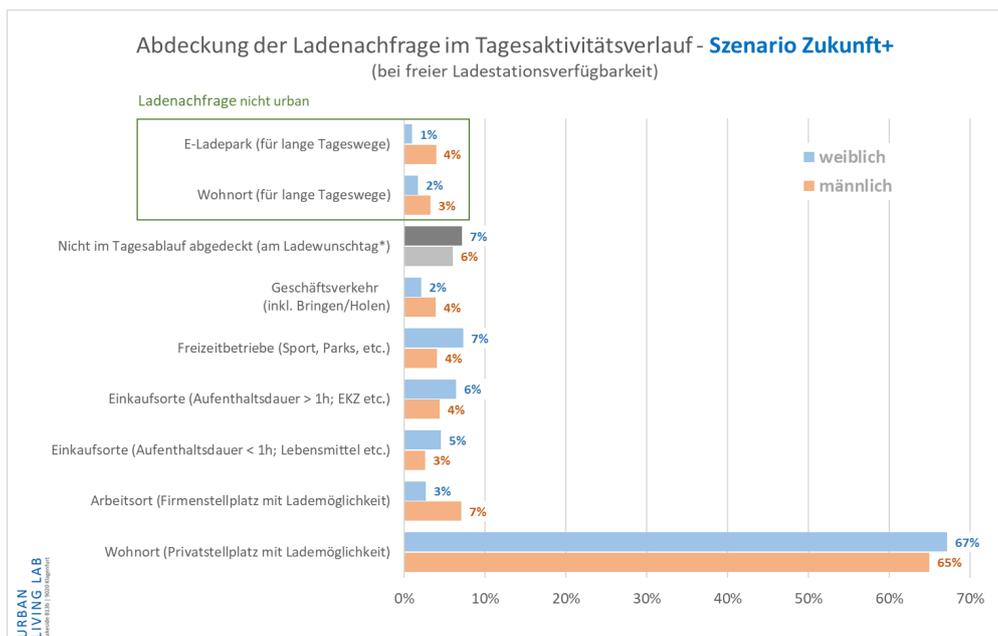


Abbildung 3.4-10: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Zukunft+ nach Geschlecht

Betrachtet man explizit die untere Einkommensgruppe (Szenario Bestand+; Abbildung 3.4-11) wird deutlich, dass die Abdeckung der Ladenachfrage am Wohnort mit -8 % deutlich geringer ist. Dies kann auf eine geringere Stellplatzverfügbarkeit, kürzere Arbeitszeiten etc. zurückgeführt werden. In Summe führen diese Faktoren dazu, dass in dieser Personengruppe ein externes E-Laden abseits des Wohn- oder Arbeitsorts einen höheren Stellenwert aufweist. Vor allem Freizeit- und Einkaufsorte (> 60 min Aufenthaltsdauer) sind mit ca. 12 % die wichtigsten Standorte für E-Ladestationen. In der unteren Einkommensgruppe kann jedoch der Ladeenergiebedarf deutlich besser in das bestehende Aktivitätsmuster eingebettet werden als bei den anderen Einkommensgruppen. Im Szenario Bestand+ müssen 11 % des Energiebedarfs an den Folgetagen nachgeladen werden, im Szenarien Zukunft+ sinkt dieser Wert auf 5 %.

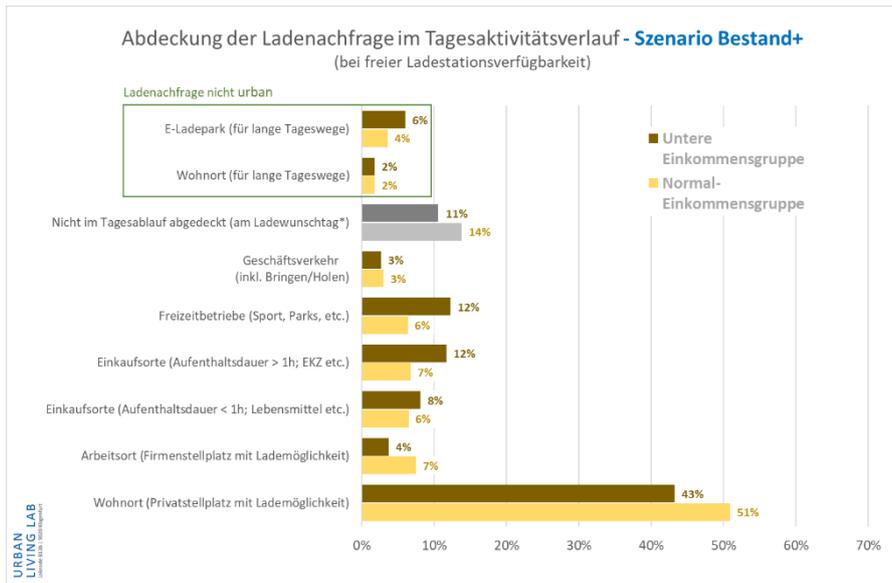


Abbildung 3.4-11: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Bestand+ nach Einkommensgruppe

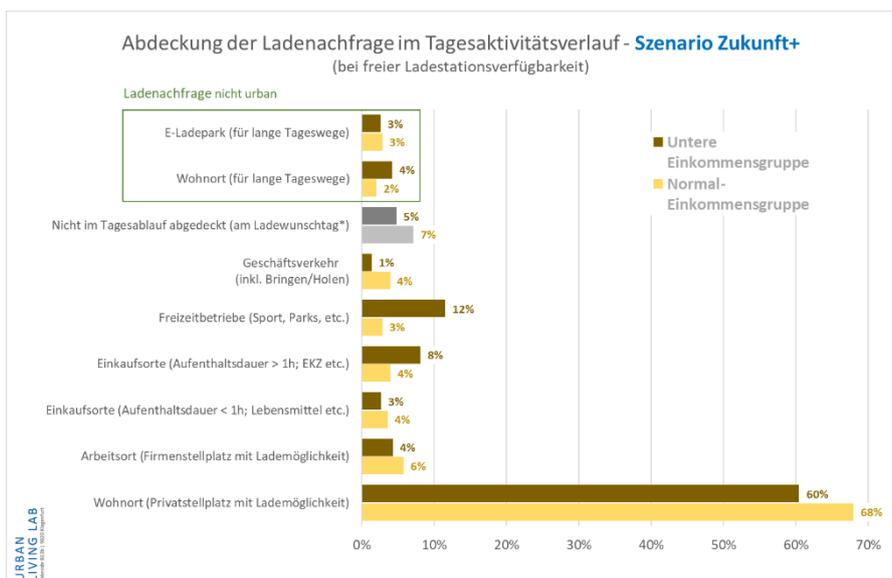


Abbildung 3.4-12: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Zukunft+ nach Einkommensgruppe

Bei der vulnerablen Altersgruppe der über 64-jährigen (Szenario Bestand+; Abbildung 3.4-13) fällt erwartungsgemäß das Potential des Ladens am Arbeitsplatz (Szenario Bestand+) mit ca. 1 % deutlich geringer aus als bei der Vergleichsaltersgruppe der Personen unter 65 Jahre (ca. 8 %). Interessant ist, dass dies nur bedingt durch ein verstärktes Laden am Wohnort (52 %) kompensiert werden kann. Daraus kann abgeleitet werden, dass für die vulnerable Altersgruppe der über 64-jährigen dem Laden an öffentlichen und semi-öffentlichen Ladestandorten eine höhere Bedeutung zufällt. Diese Nachfrage kann jedoch zu einem hohen Prozentsatz (ca. 14 %) nicht ausreichend mit dem bestehenden Aktivitätsmuster abgedeckt werden. Bei der vulnerablen Altersgruppe sind die Ladeanteile beim Einkaufen oder bei Freizeitbetrieben mit ca. 6 bis 7 % in Relation zu der jüngeren Altersgruppe (< 65 Jahre, mit ca. 10 bis 12 %) deutlich geringer. Diese Problematik der vulnerablen Altersgruppe kann intern durch stärkere Verhaltensanpassungen wie z.B. eine längere Aufenthaltsdauer bei Einkaufs- und Freizeiteinrichtungen, einer zukunftsorientierten Wohnort- bzw. Wohnausstattungswahl oder extern durch zusätzliche öffentliche und semi-öffentliche Schnellladestationen im urbanen Raum kompensiert werden.

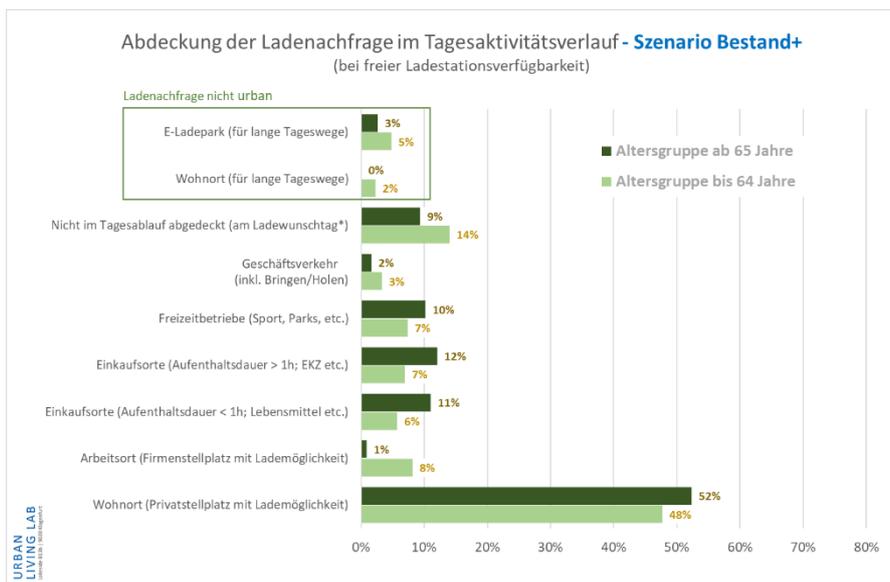


Abbildung 3.4-13: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Bestand+ nach Altersgruppe

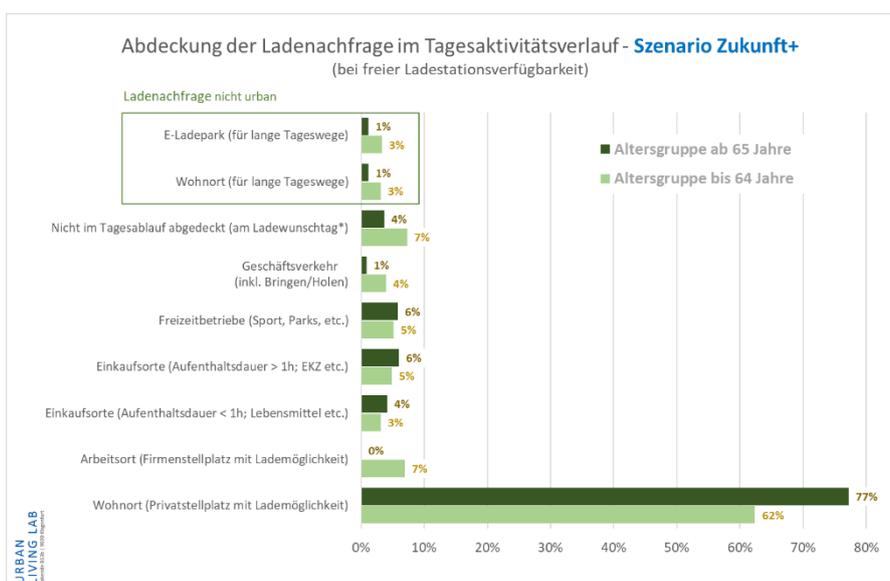


Abbildung 3.4-14: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Zukunft+ nach Altersgruppe

### 3.5 Fazit und Schlussfolgerungen

Aus den vorangegangenen Betrachtungen können folgende globale Kernaussagen getroffen werden, die für einen zukünftigen Ausbau auch in Hinblick der Aktivitätsmuster und der räumlichen Einflussgrößen wichtig sind. Diese wurden in das Bewertungsmodul implementiert und dienen in weiterer Folge auch zur Interpretation (Prioritätenreihung) der Ergebnisse.

- Laden im Wohnen und Arbeiten sind wichtige Elemente und definieren die generelle Ladenachfrage.
- Die vulnerablen Gruppen sind bei der Wohnsituation und somit in weiterer Folge bei der Parkplatzverfügbarkeit und der Möglichkeit, diesen Parkplatz mit einer privaten Ladestation (Wallbox) auszustatten, benachteiligt.
- Der Zugang zu Lademöglichkeiten am Arbeitsplatz ist bei den vulnerablen Gruppen (insbesondere bei älteren oder einkommensschwachen Personen) ebenfalls in einem geringeren Ausmaß vorhanden.
- Wegen der geringeren Lademöglichkeiten am Wohnort oder Arbeitsplatz haben Ladestationen im öffentlichen/semiöffentlichen Raum einen höheren Stellwert für die vulnerablen Gruppen.
- Für die vulnerablen Gruppen ist daher eine gute Abstimmung der durchschnittlichen Aktivitäten-Dauern mit den installierten Ladeleistungen erforderlich (z.B. kurzes Einkaufen mit min. 50 kW, Einkaufszentren, Freizeiteinrichtungen mit min. 11 bis 22 kWh).
- Eine Positionierung in der Umgebung einer Häufung von unterschiedlichen Aktivitäts- bzw. Infrastrukturangeboten (Einkaufen, Gastronomie etc.) ist anzustreben. Es zeigte sich, dass bei einer Verlängerung der Aufenthaltsdauer zusätzliche Infrastrukturangebote bevorzugt genutzt werden.
- Die Betrachtung der räumlichen Aspekte zeigt, dass in den städtischen Randzonen tendenziell der Anteil der benachteiligten Personen höher ausfällt. Zusätzlich ist in den Randzonen auch die Dichte möglicher POIs als bevorzugte Standorte für Ladestationen geringer. Eine nur auf POI-Dichte ausgerichtete Positionierung von Ladestationen könnte daher diese Stadtgebiete schlechter stellen und die Ladenachfrage vulnerabler Gruppen unterversorgen. Dem kann mit einer darauf abgestimmten Ausbauprioritätenreihung mit Fokus auf flächige Gleichbehandlung entgegengewirkt werden. Dies wäre über eine systemische Anwendung der Summenergebnisse des Bewertungstools zu berücksichtigen.

### 3.6 Definition der signifikanten Entscheidungsgrößen/Hauptkriterien für die Integration in das Bewertungstool

Folgende Hauptkriterien dieses Kapitels werden im Bewertungstool abgebildet.

- **Grundlagen Kriterium: Siedlungs- und Standortstruktur und soziale Segregation:** Implementieren von räumlichen Bewertungs-Indikatoren, um benachteiligte räumliche und soziale Zusammenhänge (soziale Segregation) zusammen mit der allgemeinen Siedlungsdichte zu identifizieren. Hier sollen neben den bestehenden Mobilitätsangeboten zusätzlich auch die subjektiv wahrgenommene Qualität an Mobilitätsangeboten (Index Verkehr), die subjektiven Lebenserhaltungskosten (Index Kosten) sowie die verfügbaren Aktivitätsangebote (Index POIs) einzeln oder summiert als Index Soziale Segregation einbezogen werden (siehe Kapitel 4.2).
- **Grundlagen Kriterium: Ladeinfrastruktur:** Laden im Wohnen und Arbeiten sind wichtige Elemente und definiert die generelle Ladenachfrage. Die Potentiale im privaten Bereich (aber auch am Arbeitsplatz) sind ein wichtiges Kriterium, da sie den Bedarf von Ladeinfrastruktur im öffentlich zugänglichen Bereich entsprechend reduzieren. Privates Laden ist in vielen Bereichen aufgrund baulicher Gegebenheiten gut möglich (z.B. in Einfamilienhausbereichen, Garagen von neu errichteten Mehrparteienhäusern und Wohnsiedlungen). Dagegen ist das Laden im Mehrfamilienhaus- und Wohnanlagen-Bereich, insbesondere im Bestand und in Quartieren mit hoher Dichte (z.B. in Gründerzeitvierteln) schwieriger umzusetzen. Dies wird in den weiteren Betrachtungen (siehe Kapitel 4.1) berücksichtigt.
- **Grundlagen Kriterium: POI- Points of Interest:** Wichtig ist die Kombination der Aufenthaltsdauern bei den jeweiligen Aktivitätsangeboten (Point of Interests) mit den angebotenen Ladeleistungen. Dies zeigte sich auch bei den vulnerablen Gruppen, die ihre Aufenthaltszeit verstärkt für das Laden nutzen müssen/wollen. Dadurch ist eine Verknüpfung mit den POIs insbesondere auch für diese Gruppen anzustreben. Unter Point of Interest versteht man die Aufenthaltsmöglichkeiten, Einkaufen, Erledigungen (Café, Einkaufsmärkte, etc.); beheizte Aufenthaltsmöglichkeiten, wie Bahnhof, Rastplatz, Hotel, Ämter, Krankenhaus). Bei einer verlängerten Aufenthaltsdauer zum Laden verschieben sich die Aktivitäten verstärkt hin zur Aktivität „Freizeit“ (Kaffee trinken, ...) oder Sorgearbeit (Ärzt:innenzentren, ...). Aus Sicht der vulnerablen Gruppen (z.B. Personen mit geringem Einkommen) sollten auch Aufenthaltsorte ohne Konsumzwang in die Bewertung aufgenommen werden, die ohne die Notwendigkeit von Kleinausgaben (z.B. für eine Tasse Kaffee) dennoch eine hohe Aufenthaltsqualität bieten (Grünbereiche, Sitzgelegenheiten, Spielplatz, etc.).

## 4 ÖFFENTLICHER RAUM UND VERKEHRSNETZE

### 4.1 Vorgangsweise und Methode

#### 4.1.1 Einleitung

Auch zukünftig wird Personen-Autoverkehr ein Teil der urbanen Mobilität bleiben. Abhängig vom Fahrzweck, Fahrziel, Zeit und anderen Rahmenbedingungen kann motorisierter Individualverkehr das sinnvollste Verkehrsmittel sein. Autoverkehr sollte allerdings klimaneutral und ressourceneffizient abgewickelt werden. E-Mobilität ist derzeit und in naher Zukunft ein vielversprechendes Energiekonzept, um mittelfristig umwelt- und klimarelevante Wirkungen zu erzielen. Die Herausforderung besteht darin, die Infrastruktur an dieses Energiekonzept anzupassen. Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Untersuchung des Raumbedarfs bei Parkvorgängen vorgestellt. Zur Ermittlung des Raumbedarfs wurden über 970 Parkvorgänge beobachtet und nach unterschiedlichen Merkmalen ausgewertet, um den Flächenbedarf in Abhängigkeit des Fahrzwecks ermitteln zu können. Als Hinweis auf den Fahrzweck wird die Anzahl von Begleitpersonen und/oder die Anzahl und Größe von mitgeführten Gegenständen herangezogen. Abschließend werden die Häufigkeiten der Nutzung des Fahrzeugumfeldes ausgewertet und so der Raumbedarf abgeleitet, um daraus Grundlagen für die Ermittlung der erforderlichen Abmessungen eines Stellplatzes zu generieren.

Der Vorgang des Ladens eines E-Kfz unterscheidet sich grundsätzlich vom Tankvorgang eines fossil-betriebenen Kfz. Während das Tanken als "kurzzeitiges Event" im Rahmen einer Fahrt von A nach B abgewickelt werden kann, muss das Laden eines E-Kfz als "eigener Vorgang" zeitlich und örtlich geplant werden. Grund dafür ist, dass das Laden je nach Ladezustand des Akkus und je nach (nachfolgendem) Energiebedarf, aber auch je nach Ladeleistung der E-Ladesäule, unterschiedliche Zeitspannen in Anspruch nehmen kann. Insofern macht es Sinn, Ladeinfrastrukturen an Orten zu positionieren, an denen sich Personen und damit ihre Fahrzeuge über längere Zeiträume aufhalten. Längere Aufenthalte fallen am häufigsten mit den Aufenthaltszwecken Wohnen und Arbeiten zusammen. Überlegungen, bestehende Tankstellen in Zukunft zu Ladestandorte umzubauen, greifen deshalb zu kurz, da diese in der Regel außerhalb von Wohnbereichen, stadtrandnah, an stark frequentierten Straßen, fern von Arbeitsorten oder anderen Orten mit sinnvollen Aufenthaltsmöglichkeiten, situiert sind.

Die Sichtweise der öffentlichen Hand, dass die Bereitstellung von Tankinfrastruktur keine öffentliche Aufgabe war und ist und somit auch die zukünftige Organisation von E-Ladeinfrastruktur privat geregelt werden soll, ist nachvollziehbar. Allerdings sprechen u.a. das politische Ziel zur Erreichung von Klimazielen durch Anhebung des Anteils von E-Mobilität und die Tatsache, dass Laden anders gedacht werden muss als Tanken (wie oben beschrieben), dafür, dass im öffentlichen Raum (privatrechtlich betriebene) Ladeinfrastruktur zur Verfügung gestellt werden sollte und entsprechend Flächen von der öffentlichen Hand vorzuhalten sind. Dies ist insbesondere in Stadtquartieren erforderlich, die dicht bebaut sind und in denen keinerlei Möglichkeit besteht, im privaten Bereich Ladestationen zu errichten.

Im Rahmen des Projekts wird u.a. untersucht, welche Anforderungen an einen Stellplatz mit einer Ladestation in Bezug auf die umgebende Fläche und Infrastruktur zu erfüllen sind. Diese Ansprüche stellten einen Teil des im Projekt entwickelten Kriterienkatalogs und Entscheidungstools für die Standortanalyse dar, die es öffentlichen Verwaltungen ermöglichen soll, sinnvolle Standorte für die Positionierung von öffentlich zugänglichen Ladestationen ausfindig zu machen. Die Forschungsfrage in Bezug auf Flächenanspruch lautet: Unterscheiden sich bzw. inwiefern unterscheiden sich **gesellschaftliche Gruppen** in ihrem **Verhalten** bei der Benutzung von **Kfz-Stellplätzen bzw. E-Ladestationen** im öffentlichen Raum? Dahinter steht die Idee zu einer genderrelevanten Ausrichtung von E-Ladeinfrastruktur, um Benachteiligungen nicht auf lange Zeit zu zementieren. In dieser Arbeit werden vorläufige Ergebnisse zur Flächeninanspruchnahme von E-Ladestationen im öffentlichen Straßenraum dargestellt.

## 4.1.2 Untersuchungsansatz - Methoden

Ausgangspunkt der Überlegungen zum Projekt stellen die Analysen von technischen Vorgaben dar, die sich u.a. in Bauordnungen mit Mindestabmessungen finden. Allerdings ergeben sich daraus keine Hinweise auf räumliche Anforderungen für Ladestationen sowie auf Aspekte wie Ansprüche an die unmittelbare „Umgebung“ oder auf Kriterien, die den Blickwinkel von vulnerablen Gruppen einbeziehen. Deshalb wurde als Methode zur Ermittlung belastbarer Beurteilungskriterien die Beobachtung von realen Vorgängen gewählt. Zur Ermittlung der städtischen Bereiche, in denen die Beobachtungen stattfinden sollten, wurde die GIS-Analyse am Beispiel der Stadt Graz gewählt.

### 4.1.2.1 Methode 1: GIS-Analyse

Als Ergebnis der GIS-Analyse zur Evaluierung von Potentialen für E-Ladestationen steht ein Raster-Layer, welcher aus 100x100m Raster-Zellen besteht, zur Verfügung (siehe Abbildung 4.1-1). Darin enthält jede Zelle die Summe der sich mit der Zelle schneidenden Strukturdaten mit räumlichem Bezug. Die Strukturdaten stellen die oben genannten Indikatoren anhand von Geo-Daten dar.

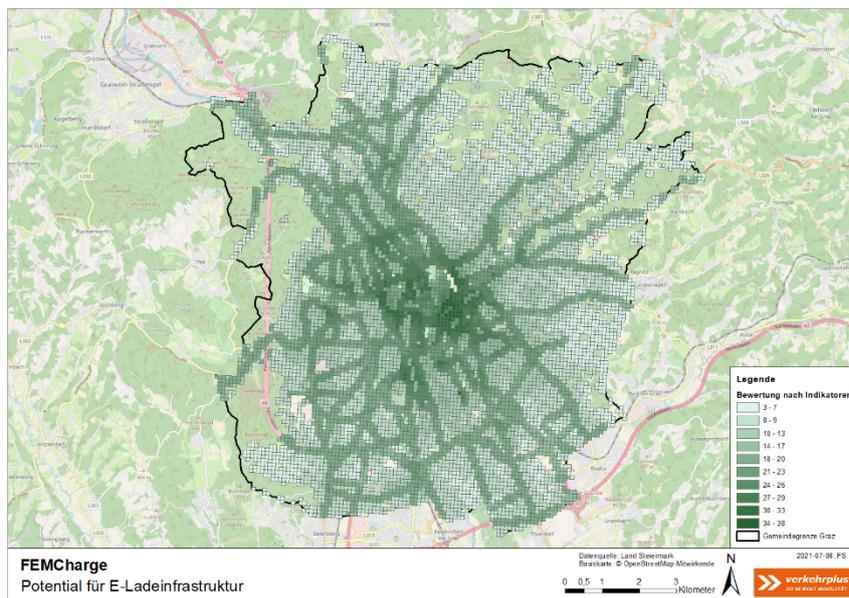


Abbildung 4.1-1: Potential für E-Ladeinfrastruktur in Graz (0 = minimales Potential, 40 = maximales Potential)

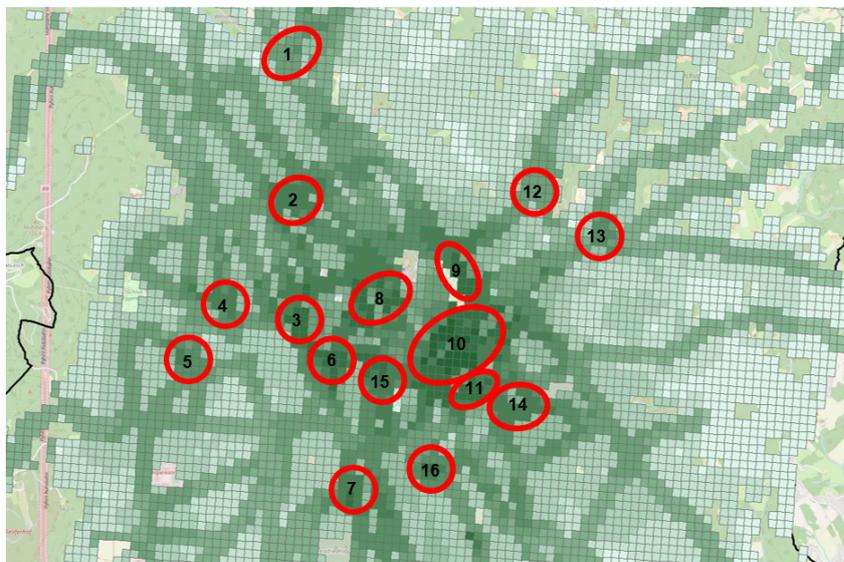


Abbildung 4.1-2: Ausschnitt – Identifikation von Gebieten mit überdurchschnittlich bewerteten Raster-Zellen (Legende siehe Tabelle 4.1-1)

Die Abbildung 4.1-2 zeigt einen Ausschnitt der Abbildung 4.1-1 welcher die Identifikation von Gebieten mit überdurchschnittlich bewerteten Rasterzellen darstellt. Die dargestellten Gebiete werden in Tabelle 4.1-1 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** erläutert. Die hervorgehobenen Einträge beschreiben dabei die Kategorisierung der Erhebungsräume.

**Tabelle 4.1-1: Kategorisierung von Gebieten in Graz mit überdurchschnittlich bewerteten Raster-Zellen**

NR	BEZEICHNUNG	VORRANGIGER WEGEZWECK IN DAS GEBIET	ZENTRALITÄT
1	<b>Andritz Zentrum</b>	<b>Arbeit/Ausbildung</b>	<b>Bezirks- und Stadtteilzentrum</b>
2	Fröbelpark	Wohnen	dezentral
3	<b>Bahnhof/Eggenberger Gürtel/ Prankergasse</b>	<b>Arbeit/Ausbildung</b>	<b>dezentral</b>
4	Alte Poststraße/ Georgigasse	Wohnen	dezentral
5	Karl-Morre-Schule	Wohnen (Ausbildung)	dezentral
6	<b>Josef-Huber-Gasse/ Lazarettgasse</b>	<b>Arbeit/Ausbildung</b>	<b>Bezirks- und Stadtteilzentrum</b>
7	Kapellenstraße/ Triesterstraße	Wohnen	dezentral
8	Annenstraße/ Mariahilferstraße / Lendplatz / Schloßbergplatz	Einkauf/Erledigungen	Zentrum der Stadt
9	Glacisstraße	Wohnen/Arbeit	Zentrum der Stadt
10	<b>Jakominiplatz/ Eisernes Tor/ Kaiser- Josef-Platz/Alte Technik</b>	<b>Einkauf/Erledigungen</b>	<b>Zentrum der Stadt</b>
11	<b>Steyrergasse / C. v. H.-Straße/ Münzgrabenstraße</b>	<b>Wohnen</b>	<b>dezentral</b>
12	Hilmteich	Wohnen	dezentral
13	LKH/ Med-Uni	Arbeit/Ausbildung	Bezirks- und Stadtteilzentrum
14	Moserhofgasse/ Petersgasse	Wohnen	Dezentral
15	<b>Griesplatz</b>	<b>Einkauf/Erledigungen</b>	<b>Zentrum der Stadt</b>
16	Schönaugasse/Fröhlichgasse	Wohnen	dezentral

Als Datengrundlagen für die GIS-Analyse wurden frei verfügbare Geo-Daten von OpenStreetMap über den Download-Service „geofabrik.de“ und das QGIS-Tool „QuickOSM“ genutzt. Als Basis für die Bevölkerungsstatistik wurden die in Österreich frei verfügbaren Bevölkerungsdaten mit der kleinsten geographischen Einheit (Bevölkerungszahlen je Zählsprengel) mit Stand 01.01.2019 herangezogen. Die notwendigen regionalstatistischen Rastereinheiten wurden von data.gv.at (2020) bezogen.

Im Zuge der GIS-Analyse wurden die folgenden Indikatoren berücksichtigt und die Daten entsprechend selektiert und verarbeitet:

- **Nutzbare Flächen**

- Als Ausgangspunkt der GIS-Analyse wurden die verfügbaren Flächen im Analysegebiet anhand der bestehenden Flächenwidmung und Bebauung identifiziert. Hierzu wurden die OSM-Datensätze „land use“, „water“ und „buildings“ angewandt und auf das Analysegebiet zugeschnitten.
- Die Übertragung auf das statistische Raster erfolgte mit Hilfe der regionalstatistischen Rastereinheiten. Dazu wurden jene Rasterzellen verwendet, welche sich mit der nutzbaren Fläche überschneiden.

- **Einwohnerdichte (Einwohner/Rasterzelle)**

- Die Einwohnerstatistik mit Stand 01.01.2019 auf Basis der Raumeinheiten der Zählspengel wurde herangezogen.
- Der Geodatensatz der Einwohner wurde verschnitten mit dem Raster-Datensatz der nutzbaren Fläche. Die Aufteilung der Einwohner je Zählspengel auf die darin liegenden Rasterzellen erfolgte über die Flächenanteile.

- **Aktivitätsmuster (Points of Interest)**

Zur Darstellung der Aktivitätsmuster (POIs) wurden die Daten zu den nachstehend angeführten berücksichtigten Points of Interest berücksichtigt. Puffer von 300m Radius um die Punkte der POIs definieren den durchschnittlichen fußläufigen Einzugsbereich von POIs. Die erzeugten Puffer wurden in der GIS-Analyse weiterverarbeitet. Folgende Points of Interest wurden kategorisiert berücksichtigt:

- Einkauf – Geschäfte, Dienstleistungen, Kioske
- Private Erledigungen – Ämter, Behörden, Banken, Versicherungen, Post, Ärzte und Gesundheitseinrichtungen
- Freizeit – Sportstätten, Kultureinrichtungen (Museen, Theater, Kinos), Grüngebiete und Outdooraktivitäten

Die jeweils erzeugten Puffer-Layer wurden mit dem Raster der nutzbaren Fläche verschnitten. Die Anzahl der überlagerten Puffer je Rasterzelle wurde summiert und das Ergebnis für die gesamten POIs dargestellt (siehe Abbildung 4.1-3)

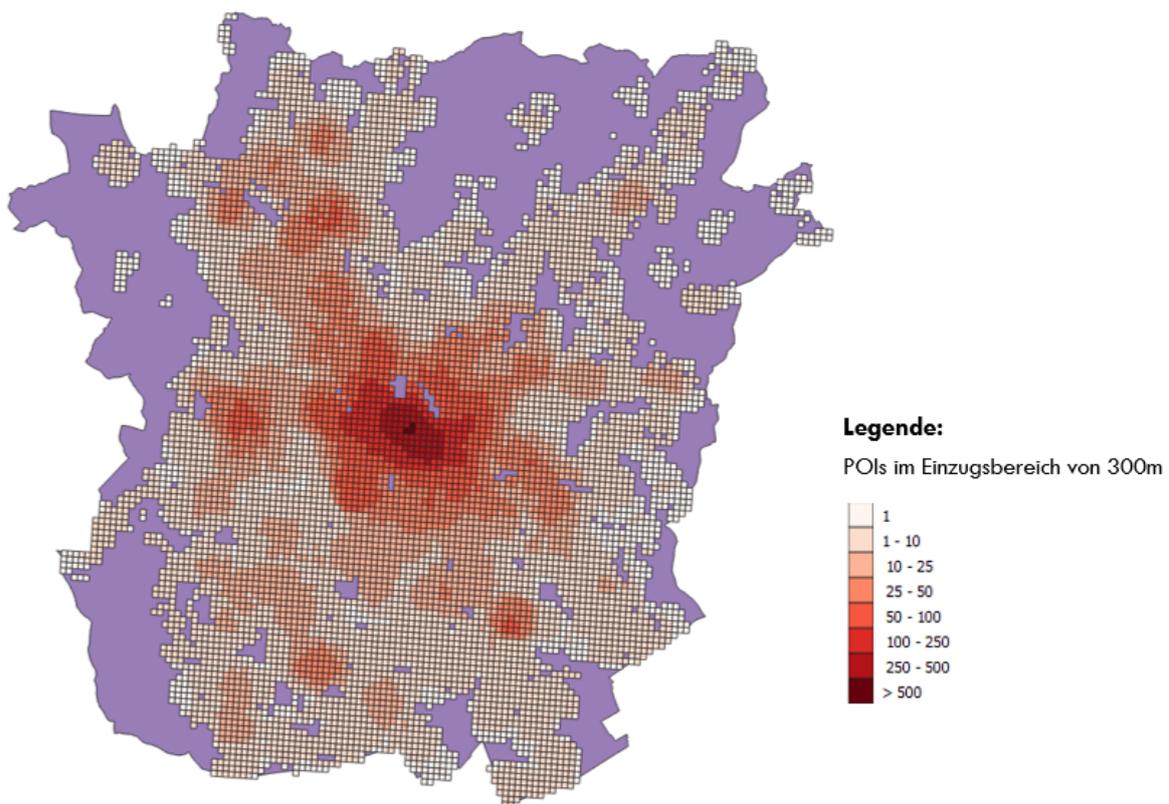


Abbildung 4.1-3: Anzahl der POI-Puffer von 300m je Raster-Zelle der nutzbaren Fläche

- **Aufenthalts- und Verweilmöglichkeiten**

Zur Darstellung der Aufenthalts- und Verweilmöglichkeiten wurden Orte in Betracht gezogen, welche zur Überbrückung der Wartezeit während des Ladevorgangs genutzt werden können. Diese sind:

- Aufenthaltsmöglichkeiten – Café, Restaurant und öffentliches WC
- Verweilmöglichkeiten – Plätze, Parks und Sitzgelegenheiten im Straßenraum

Die kategorisierten Points of Interest wurden von geofabrik.de heruntergeladen und selektiert (nach Datensätzen, welche sich nicht mit POIs aus der Kategorie Aktivitätsmuster überschneiden). Anschließend wurden wiederum Puffer von 300m für die GIS-Analyse erstellt.

- **Übergeordnetes Straßennetz**

Die Nähe von potenziellen Standorten zu Straßen des übergeordneten Straßennetzes ist bei der GIS-Analyse positiv zu bewerten, da

- somit eine Anbindung an relevante Verbindungen für den KFZ-Verkehr (zwischen Stadtgebieten und zu anderen (über-)regionalen Zentren) sichergestellt wird.
- somit neue Infrastruktur entlang von KFZ-geprägten Straßen errichtet wird und verkehrsberuhigte Straßen gemieden werden.

Im Zuge der GIS-Analyse wurden beidseitig der gewählten Straßen Puffer von 50m erstellt und das Ergebnis mit dem Layer der nutzbaren Fläche verschnitten.

- **Mobilitätsausstattung**

Zur Darstellung der Mobilitätsausstattung im Untersuchungsgebiet wurden folgende Kategorien definiert:

- ÖV-Haltestellen
- Fahrradabstellanlage
- Kfz-Stellplätze
- Taxistände
- Innovative Mobilitätslösungen

Die OSM-Datensätze „Transport“ und „Traffic“ wurden von geofabrik.de heruntergeladen und nach den relevanten Kategorien selektiert. Anschließend wurden wiederum Puffer von 300m für die GIS-Analyse erstellt.

- **Ladestationen Bestand**

Im Rahmen der GIS-Analyse wurde der Bestand an Kfz-Ladestationen dargestellt. Zu den bestehenden E-Ladestationen im Analyse-Gebiet wurden Informationen aus verschiedenen verfügbaren Quellen in einem Geo-Datensatz zusammengeführt. Dieser Datensatz dient als Grundlage zur Lokalisation von Lücken/Potentialflächen.

Für die Ermittlung des Investitionspotenzials in E-Ladeinfrastruktur wurde folgende Randbedingung definiert:

- Je höher die Anzahl der bestehenden E-Ladestationen, desto geringer ist der Investitionsbedarf für neue Infrastruktur.

Der OSM-Datensatz „Ladestandorte“ wurde von geofabrik.de heruntergeladen und nach Zugänglichkeit selektiert (öffentlich und halböffentlich) dargestellt. Anschließend wurden Puffer von 300m für die GIS-Analyse erstellt. Die erzeugten Puffer-Layer wurden überlagert und mit dem Raster der nutzbaren Fläche verschnitten. Für jeden Puffer ergibt sich der Zählwert 1, bei Überlappen von Puffern wurde der Wert mehrfach gezählt. Die Anzahl der überlagerten Puffer je Raster-Zelle wurde summiert. In der Bewertung der Rasterzellen abhängig von der bestehenden erreichbaren E-Ladeinfrastruktur, ergibt sich ein negatives Ergebnis bis minus 10.

- **Soziale Segregation (auf Basis LQI)**

Die Integration der Sozialen Segregation erfolgt auf Basis des Kapitels 3.3. Dabei wurde auf Basis der LQI Befragung in Graz 2018, bei der eine Erhebung der Lebensqualität erfolgte themenrelevante Indizes abgeleitet, über die benachteiligte Gebiete in Hinblick auf vulnerable Gruppen einer Stadt identifiziert werden können. Aus den Indizes „Kosten“, „Verkehr“ und „POI“ wurde der Index „Soziale Segregation“ ermittelt der hier als ein aggregiertes Kriterium Anwendung findet. Dieser Index entspricht der ungewichteten Summe aller drei Teil-Indizes und soll einen Gesamtausblick vermitteln. Dieser Index wird in der Ausprägung 1 bis 5. -Der Wert 1 steht für eine geringe, der Wert 5 für eine hohe soziale Segregation.

Der Geo-Datensatz zur Sozialen Segregation wurde als Polygon-Layer übernommen und mit dem Raster der nutzbaren Fläche verschnitten und auf die jeweiligen Rasterzellen aufgeteilt. Zusätzlich erfolgte eine Skalierung Rasterzellenwerte auf die Skalenausprägung 1 bis 10 um diese mit den anderen Rasterkenngrößen direkt vergleichbar zu machen.

## Normierung

Die ermittelten Werte je Indikator und Rasterzelle der nutzbaren Fläche wurden danach normiert und für die Auswertung der Stadt Graz wie folgt definiert:

### min. 0 bis max. 10 Punkte für:

- Einwohnerdichte
- POIs
  - Einkauf, private Erledigungen, Freizeit
- Aufenthalts- und Verweilmöglichkeiten
- Mobilitätsausstattung
  - ÖV-Haltestellen, Fahrradabstellanlage, Kfz-Stellplätze (Umparken), Taxistände
- Soziale Segregation (Index, Basis LQI)

### min. minus 10 bis max. 0 Punkte für:

- E-Ladestationen Bestand

### entweder 0 oder 10 Punkte für:

- Übergeordnetes Straßennetz

### 4.1.2.2 Methode 2: Beobachtung

Dabei wurden bei über 970 beobachteten Parkvorgängen Merkmale der Umgebung (Raumtyp, Barrieren), der Personen (Geschlecht, Alter, Fahrzweck – soweit erkennbar – Begleitpersonen, mitgeführte Gegenstände) und des Vorgangs an sich (Raumbedarf, verwendete Fahrzeugseiten, verwendete Türen, verwendete Hilfsmittel, Einschränkungen durch Barrieren, Dauer, etc.) erhoben. Die Beobachtungen fanden in der Stadt Graz / Österreich, sowohl in Bereichen ohne Ladeinfrastruktur als auch bei bestehenden Ladestationen (Graz – tim-Ladestationen) im öffentlichen Raum, an insgesamt 10 verschiedenen Standorten, welche drei verschiedenen Raumtypen (siehe Tabelle 4.1-2) zugeordnet wurden, statt.

Tabelle 4.1-2: Definition der Raumtypen über Ausprägung der Merkmale

MERKMALE	RAUMTYP A "Zentrum"	RAUMTYP B "Vorstadt"	RAUMTYP C "Nebenzentrum"
Hauptwohnsitze	+	+++	+++
Arbeitsplätze	+++	+	++
Einkaufsmöglichkeiten	+++	++	+
Aufenthalts- und Verweilmöglichkeiten	+++	+	++
ÖV-Angebot - Haltestellen	+++	++	++
Fahrradabstellmöglichkeiten	+++	+	++
Soziale Segregation	+++	+	++
+++ ... hohe Ausprägung   ++ ... mittlere Ausprägung   + ... geringe Ausprägung			

#### 4.1.2.3 Methode 3: Auswertung und Analyse

In der vorliegenden Arbeit werden anhand der Analyse der Daten aus den durchgeführten Beobachtungen Personengruppen auf sechs verschiedenen Ebenen definiert und ausgewertet (siehe Tabelle 4.1-3). Ziel ist es, (räumliche) Ansprüche an E-Ladeinfrastruktur von unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen möglichst umfassend zu beschreiben.

Tabelle 4.1-3: Definition der Personengruppen

EBENE	PERSONENMERKMALE				
PG1 Begleitfunktion und Alter	Anzahl 0	Anzahl >0	Anzahl >0 Kind	Anzahl >0 Senior	Anzahl >0 Erwachsener
PG2 Gegenstände	nein	Ja – Ladung	Ja - Hilfsmittel	Ja – Ladung und Hilfsmittel	
PG3 Stellplatztyp	Kfz-Stellplatz: Standard		Kfz-Stellplatz: mobilitätseingeschränkte Personen	Kfz-Stellplatz: E-Ladestation	
PG4 Raumtyp	Raumtyp A		Raumtyp B	Raumtyp C	
PG5 Geschlecht	weiblich		männlich	divers	
PG6 Alter	< 20 Jahre	20 – 34 Jahre	35 – 64 Jahre	> 64 Jahre	

- Die Personengruppe PG1 wird nach der Begleitfunktion der Lenker:innen unterschieden. Es wird dabei nicht differenziert, ob die Lenker:innen begleiten oder ob diese selbst begleitet werden. Das Hauptunterscheidungsmerkmal stellt die Anzahl der Begleitpersonen dar (entweder „0“ oder „>0“). Bei den Personen mit Begleitung werden die Begleitperson(en) nach dem Alter in drei Gruppen – Kind, Erwachsener, Senior – unterschieden.
- Die Personengruppe PG2 wird nach mitgeführten Gegenständen unterschieden. Insgesamt ergeben sich vier Teilgruppen: Personengruppe ohne Gegenstände, Personengruppe mit Ladung (Tasche, Rucksack, Schachtel, ...), Personengruppe mit Hilfsmittel (Kinderwagen, Rollator, Rollstuhl, ...) und die Personengruppe, die sowohl Ladung als auch Hilfsmittel mitführt.
- Die Personengruppe PG3 wird nach drei Stellplatztypen unterschieden. Für die Untersuchung wird die Hypothese aufgestellt, dass das grundsätzliche Verhalten der beobachteten Personen beim Parkvorgang (Ein- und Aussteigen, Be- und Entladen) unabhängig von der Art des Stellplatzes bzw. Antriebstechnologie des Fahrzeuges ist. Ausgenommen davon sind die von Personen getätigten Manipulationen zur Vor-/Nachbereitung des Ladevorgangs und der damit differierenden Flächeninanspruchnahme, weshalb zwischen den Stellplatztypen unterschieden werden muss.
- Die Personengruppe PG4 wird nach den bereits oben beschriebenen Raumtypen unterschieden.
- Die Personengruppe PG5 wird nach dem Geschlecht unterschieden. Dabei wird zwischen den Teilgruppen „weiblich“, „männlich“ und „divers“ unterschieden.
- Die Personengruppe PG6 wird nach der zuordenbaren Altersgruppe der Lenker:innen unterschieden. Demnach wird zwischen den folgenden vier Teilgruppen unterschieden: Personengruppe < 20 Jahre, Personengruppe 20-34 Jahre, Personengruppe 35-64 Jahre, Personengruppe > 64 Jahre.

Die Auswertungen der Erhebungsergebnisse erfolgen sowohl für jede Gruppe an sich als auch kreuzweise verschränkt (insbesondere ausgehend vom Merkmal Raumtyp und Geschlecht).

## 4.2 Ergebnisse des Teilbereiches Öffentlicher Raum und Verkehrsnetze

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ergebnisse aus dem Teilbereich anhand der definierten Personengruppen dargestellt.

### 4.2.1 Personengruppe PG1: Merkmal Begleitpersonen

- Die Auswertung der PG1 zeigt, dass  $\frac{1}{4}$  der beobachteten Vorgänge mit Begleitpersonen absolviert werden. Am häufigsten können Erwachsene (20 bis 64 Jahre) als Begleitpersonen festgestellt werden. Bei 25% der Vorgänge mit Begleitpersonen werden Kinder beobachtet (siehe Abbildung 4.2-1).

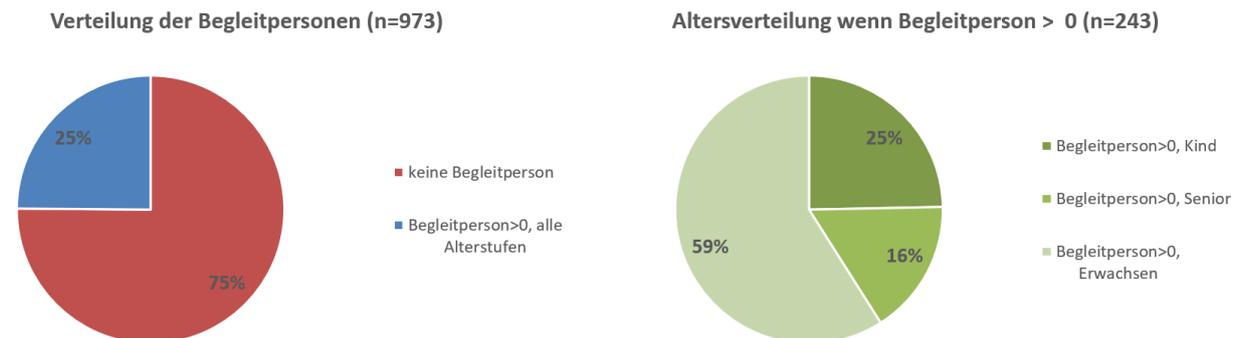


Abbildung 4.2-1: Ergebnis für PG1: Merkmal Begleitpersonen

### 4.2.2 Personengruppe PG2: Merkmal Gegenstände

- Bei 51% der beobachteten Vorgänge werden diverse Gegenstände mitgeführt, wobei bei 46% der Gesamtvorgänge der Gegenstand aus Ladung besteht. In Kombination kommen Hilfsmittel und Ladung bei vier Prozent der Beobachtungen vor. Lediglich bei 1% der Vorgänge wird als Gegenstand ausschließlich ein Hilfsmittel mitgeführt.
- Bei 49% der beobachteten Vorgänge werden keine Gegenstände mitgeführt (siehe Abbildung 4.2-2).

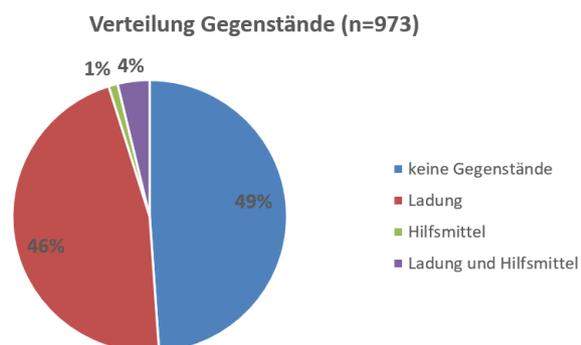


Abbildung 4.2-2: Ergebnis für PG2: Merkmal Gegenstände

### 4.2.3 Personengruppe PG3: Merkmal Stellplatztyp

- Da einerseits die Anzahl der Stellplätze mit Ladeinfrastruktur im Beobachtungsgebiet gering ist und andererseits die Manipulation vor und nach Ladevorgängen jeweils selten beobachtet

werden können, sind mit rund 1 % der Vorgänge wenige Beobachtungen mit E-Lade-Manipulationen zu verzeichnen (siehe Abbildung 4.2-3).

- Ebenso fällt der Anteil der beobachteten Kfz-Stellplätze für mobilitätseingeschränkte Personen mit 2% gering aus.
- Der Großteil der beobachteten Stellplätze entfällt somit mit 97% der beobachteten Vorgänge auf Standard-Kfz-Stellplätze.

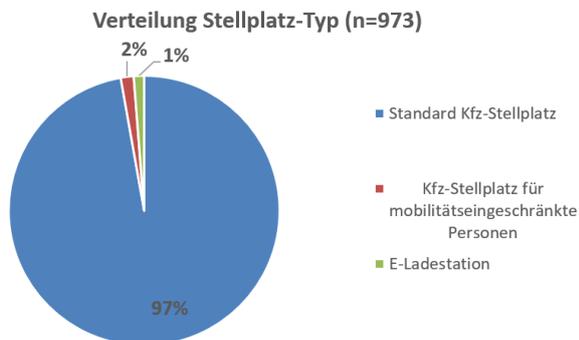


Abbildung 4.2-3: Ergebnis für PG3: Merkmal Stellplatztyp

#### 4.2.4 Personengruppe PG4: Merkmal Raumtyp

In Abbildung 4.2-4 werden die Erhebungsstandorte der durchgeführten Beobachtungen von Parkvorgängen im öffentlichen Raum der Stadt Graz sowie die Zuteilungen der Standorte zu den definierten Raumtypen dargestellt.

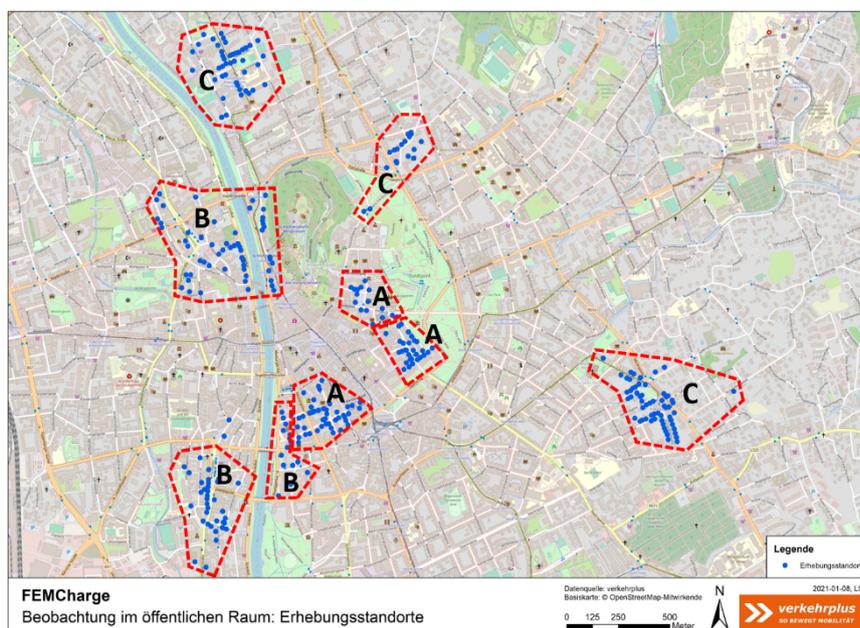
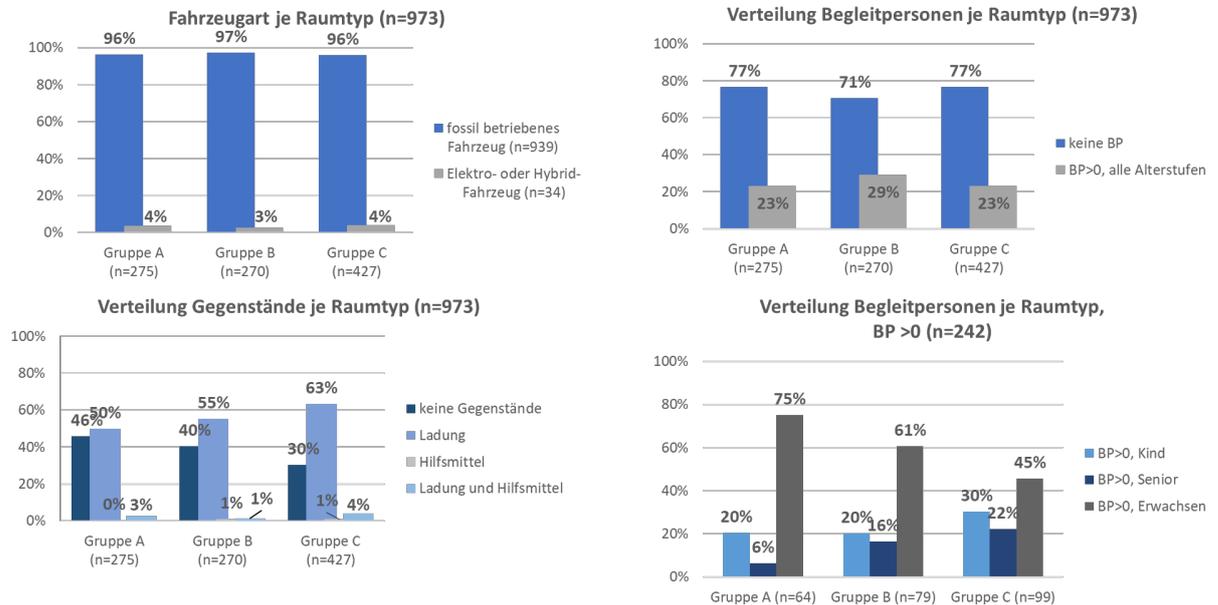


Abbildung 4.2-4: Erhebungsstandorte für Beobachtung im öffentlichen Raum - Kategorisierung nach Raumtypen aus PG4: Merkmal Raumtyp

Für die Personengruppe PG4 mit Unterscheidung des Merkmals Raumtyp erfolgt eine kreuzweis verschränkte Ergebnisbetrachtung. Hierzu wird in der Auswertung nach

- Fahrzeugart / Antriebstechnologie (fossil betriebenes Kfz / Elektro- oder Hybridfahrzeug),

- Begleitpersonen (keine Begleitperson, eine oder mehrere Begleitpersonen),
- Begleitpersonen nach Alter (Kind, Erwachsener, Senior) und
- Gegenstände (kein Gegenstand, Ladung, Hilfsmittel, Kombination Ladung und Hilfsmittel) unterschieden (siehe Abbildung 4.2-5).



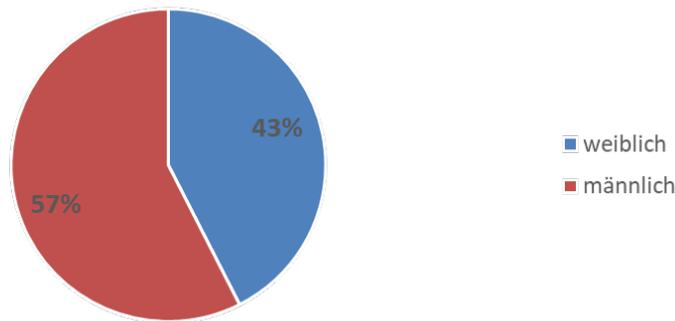
**Abbildung 4.2-5: Ergebnis für PG4: Merkmal Raumtyp (Standortgruppe)**

- Bei der Verteilung der beobachteten Fahrzeugarten zeigen sich bei der Betrachtung der unterschiedlichen Standortgruppen lediglich minimale Unterschiede. In den Gruppen A und C entfallen jeweils 96% der beobachteten Vorgänge auf die Kategorie der fossil betriebenen Fahrzeuge und 4% auf die Kategorie der Elektro- oder Hybridfahrzeuge. In der Gruppe B liegt der Anteil fossil betriebener Fahrzeuge bei 97%, jener der Elektro- oder Hybridfahrzeuge bei 3%.
- Geringe Unterschiede ergeben sich beim Anteil der Vorgänge mit Begleitpersonen: Am häufigsten (29%) werden Vorgänge mit Begleitpersonen im Raumtyp B „Vorstadt“ (Standortgruppe B) beobachtet, wohingegen 71% der Vorgänge ohne Begleitperson durchgeführt werden. In den Gruppen A und C sind die Anteile der Vorgänge wiederum ident bei 23% mit Begleitpersonen bzw. 77% ohne Begleitperson.
- Bei den mitgeführten Gegenständen zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den drei Raumtypen. Während beim Raumtyp A „Zentrum“ die Anteile „ohne Gegenstände“ und „mit Ladung“ in etwa gleich groß sind, zeigt sich beim Raumtyp C der Anteil der Vorgänge „mit Ladung“ mehr als doppelt so hoch wie der Anteil „ohne Gegenstände“.
- Stellt man dem die Verteilung der Altersgruppen von Begleitpersonen gegenüber zeigt sich, dass beim Raumtyp A „Zentrum“ der Anteil der Gruppe der „Erwachsenen“ mit  $\frac{3}{4}$  überwiegt. Dieser Anteil reduziert sich bis Raumtyp C „Nebenzentrum“ auf weniger als 50%. Demgegenüber wachsen jeweils die Summen aus anteiligen „Senioren“ und „Kindern“ bei den Begleitpersonen. Insofern kann ein Zusammenhang zwischen Art und Umfang der Gegenstände und Alter der Begleitpersonen interpretiert werden: Steigt die Anzahl der Begleitpersonen in den Altersgruppen  $<20$  und  $>64$ , ist mit einem Ansteigen des Anteils an mitgeführten Gegenständen zu rechnen. Auswirkungen zeigt dies gegebenenfalls bei der Dimensionierung der Stellplätze für Ladestationen.

### 4.2.5 Personengruppe PG5: Merkmal Geschlecht

Grundsätzlich wird bei der Betrachtung des Geschlechtes der Lenkerin bzw. des Lenkers zwischen den Geschlechtern „weiblich“, „männlich“ und „divers“ unterschieden. Aufgrund der Tatsache, dass während der Erhebungen ausschließlich „weibliche“ und „männliche“ Lenker:innen beobachtet werden konnten (siehe Abbildung 4.2-6), werden in den weiteren Betrachtungen nur die Ergebnisse der Gruppen „weiblich“ und „männlich“ angeführt.

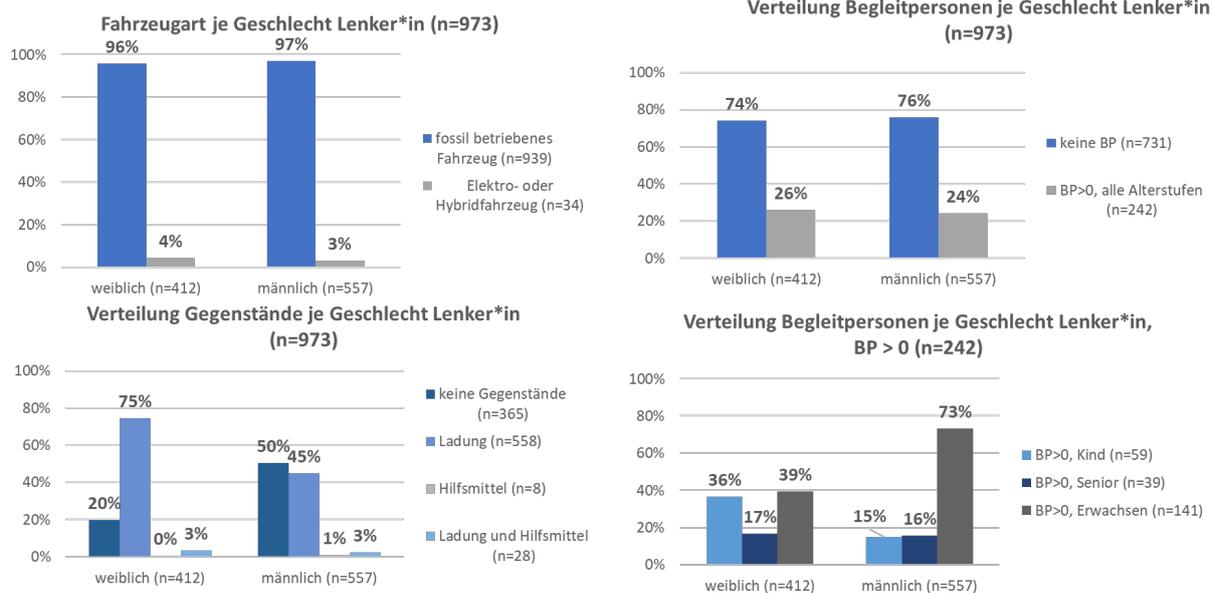
**Geschlechterverteilung Lenker\*innen (n=973)**



**Abbildung 4.2-6: Ergebnis der Geschlechterverteilung der Lenker:innen während der Erhebung**

Die Ergebnisbetrachtung für die Personengruppe PG5 mit Unterscheidung des Merkmals Geschlecht erfolgt wiederum kreuzweise verschränkt. Hierzu wird in der Auswertung nach

- Fahrzeugart / Antriebstechnologie (fossil betriebenes Kfz / Elektro- oder Hybridfahrzeug),
- Begleitpersonen (keine Begleitperson, eine oder mehrere Begleitpersonen),
- Begleitpersonen nach Alter (Kind, Erwachsener, Senior) und
- Gegenstände (kein Gegenstand, Ladung, Hilfsmittel, Kombination Ladung und Hilfsmittel) unterschieden (siehe Abbildung 4.2-7).



**Abbildung 4.2-7: Ergebnis für PG5: Merkmal Geschlecht**

- Bei der Verteilung der beobachteten Fahrzeugarten zeigen sich bei der Betrachtung der unterschiedlichen Geschlechter lediglich minimale Unterschiede. Bei weiblichen Lenkerinnen entfallen 96% der beobachteten Vorgänge auf die Kategorie der fossil betriebenen Fahrzeuge und 4% auf die Kategorie der Elektro- oder Hybridfahrzeuge. Bei männlichen Lenkern liegt der Anteil fossil betriebener Fahrzeuge bei 97%, jener der Elektro- oder Hybridfahrzeuge bei 3%.
- Ebenso geringe Unterschiede ergeben sich bei den Anteilen der Vorgänge mit Begleitpersonen: 74% (weibliche Lenkerin) bzw. 76% (männlicher Lenker) der beobachteten Vorgänge wurden ohne Begleitperson durchgeführt, wohingegen 26% (weibliche Lenkerin) bzw. 24% (männliche Lenker) der Vorgänge mit einer Begleitperson durchgeführt werden. Somit erfüllen sowohl weibliche Lenkerinnen als auch männliche Lenker die Begleitfunktion zu einem ausgeglichenen Anteil.
- Stellt man dem die Verteilung der Altersgruppen von Begleitpersonen gegenüber zeigt sich, dass weibliche Lenkerinnen in 36% der Beobachtungen Kinder begleiten, wohingegen der Anteil bei männlichen Lenkern nur bei 15% der Beobachtungen liegt. Dadurch kann generell auf eine gesellschaftlich erhöhte Begleittätigkeit von Kindern durch Frauen rückgeschlossen werden. Der Anteil von erwachsenen Begleitpersonen liegt bei männlichen Lenkern mit 73% nahezu doppelt so hoch wie jener von weiblichen Lenkerinnen. Die Anteile von Begleitpersonen der Altersgruppe Senior liegen bei weiblichen und männlichen Lenker:innen ausgeglichen bei 16% bzw. 17%.
- Ebenso zeigen sich bei der Verteilung der mitgeführten Gegenstände je Geschlecht große Unterschiede. Während bei weiblichen Lenkerinnen der Anteil „ohne Gegenstände“ bei 20% liegt, liegt jener der männlichen Lenker bei 50%. Der Anteil „mit Ladung“ liegt bei weiblichen Lenkerinnen bei 75%, bei männlichen Lenkern hingegen nur bei 45%. Gleich groß sind mit je 3% die Anteile der Kategorie „Ladung und Hilfsmittel“.

### 4.2.6 Personengruppe PG6: Merkmal Alter

In Abbildung 4.2-8 ist die Altersverteilung der Lenker:innen während der Erhebung dargestellt. Er ist ersichtlich, dass beinahe die Hälfte der Beobachteten als 35-64-Jährige eingestuft wurden. Mehr als 1/3 ist zwischen 20 und 34 Jahre alt. Der Anteil von unter 20-Jährigen ist mit 1% am Kleinsten.

Altersverteilung Lenker\*innen (n=973)

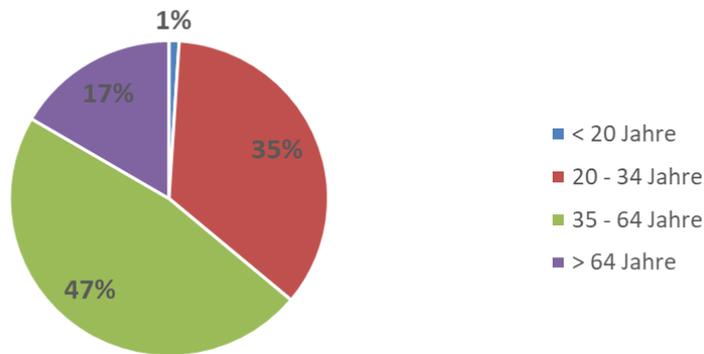


Abbildung 4.2-8: Ergebnis der Altersverteilung der Lenker:innen während der Erhebung

Die Ergebnisbetrachtung für die Personengruppe PG6 mit Unterscheidung des Merkmals Alter der Lenker:innen erfolgt abermals kreuzweise verschränkt. Hierzu wird in der Auswertung nach

- Fahrzeugart / Antriebstechnologie (fossil betriebenes Kfz / Elektro- oder Hybridfahrzeug),
- Begleitpersonen (keine Begleitperson, eine oder mehrere Begleitpersonen),
- Begleitpersonen nach Alter (Kind, Erwachsener, Senior) und
- Gegenstände (kein Gegenstand, Ladung, Hilfsmittel, Kombination Ladung und Hilfsmittel) unterschieden (siehe Abbildung 4.2-9).

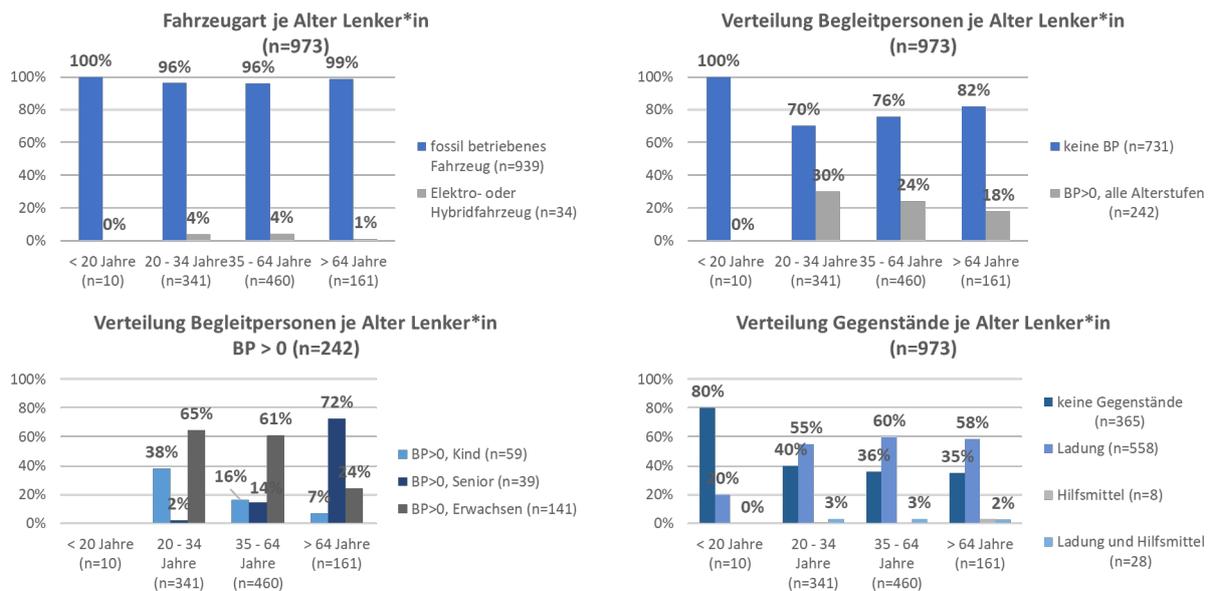


Abbildung 4.2-9: Ergebnis für PG6 - Merkmal Alter

- Bei der Verteilung der beobachteten Fahrzeugarten zeigen sich bei der Betrachtung nach den definierten Altersgruppen der Lenker:innen lediglich minimale Unterschiede. Der Anteil der Kategorie der Elektro- oder Hybridfahrzeuge liegt in den Altersgruppen 20-34 Jahre und 35-64 Jahre bei jeweils 4%, jener der Altersgruppe >64 Jahre bei 1% wohingegen der Anteil bei der Gruppe der unter 20-jährigen bei 0% liegt.
- Deutlicher fällt der Unterschied bei den Anteilen der Verteilung der Begleitpersonen aus. 100% der beobachteten Lenker:innen der Gruppe <20 Jahre waren während der Erhebung ohne Begleitperson im Fahrzeug. Bei der Gruppe >64 Jahre lag der Anteil der Lenker:innen ohne Begleitperson bei 82%, bei der Gruppe 35-64 Jahre bei 76% und bei der Gruppe 20-34 Jahre bei 70%. Der Anteil der Verteilung der Begleitpersonen lässt den Rückschluss zu, dass Lenker:innen der letztgenannten Altersgruppe häufig Betreuungspflichten von Kindern nachkommen muss.
- Dieser Rückschluss wird auch durch die Verteilung der Begleitpersonen nach deren Altersgruppe bestätigt. Demnach sind 38% der Begleitpersonen von Lenker:innen der Altersgruppe 20-34 Jahre der Gruppe Kind zuzuordnen. Der Anteil dieser Begleitpersonengruppe sinkt mit zunehmendem Alter der Lenker:innen. Hingegen steigt der Anteil der Begleitpersonen der Gruppe Senior bei Lenker:innen der Altersgruppe >64 Jahre auf 72%.
- Ein deutlicher Unterschied zeigt sich in der Verteilung der mitgeführten Gegenstände je Altersgruppe. 80% der Lenker:innen der Altersgruppe <20 Jahre konnten der „ohne Gegenstände“ zugeordnet werden, wohingegen dieser Anteil bei den restlichen Altersgruppen zwischen 35% und 40% liegt. Somit werden von Lenker:innen der Altersgruppe <20 Jahre bedeutend seltener Gegenstände mitgeführt, wodurch der Platzbedarf beim Manipulieren der Gegenstände in weniger häufig benötigt wird.

#### 4.2.7 Zielwert 1: Flächeninanspruchnahme

Als erster Zielwert der Auswertung wird die Flächeninanspruchnahme eines Parkvorganges inklusive der benötigten Manipulationsfläche ermittelt. Dazu werden die bei jedem Parkvorgang benutzten Seiten des Fahrzeuges nach der Häufigkeit der Nutzung und dem ebenfalls beobachteten Abstand von der Fahrzeugseite (in 0,5m Schritten mit Abstandsbreiten von 0m bis 1,5m senkrecht auf die Fahrzeugseite) herangezogen. Daraus wird zum Vergleich eine theoretische Manipulationsfläche (unter Annahme einer theoretischen Fahrzeuglänge von 5,0m und einer theoretischen Fahrzeugbreite von 2,0m) berechnet.

Abbildung 4.2-11 zeigt, dass die Manipulationsfläche beim Merkmal Begleitfunktion für die Altersgruppe Senior mit 13,5m<sup>2</sup> am höchsten ist, wohingegen der Platzbedarf ohne Begleitperson auf 7,3m<sup>2</sup> zurückgeht.

Beim Merkmal Gegenstände errechnen sich rund 13m<sup>2</sup> für Vorgänge mit einer Kombination aus mitgeführter Ladung und Hilfsmittel, wohingegen der Platzbedarf ohne mitgeführte Gegenstände auf 6,6m<sup>2</sup> absinkt.

Die höchste theoretische Manipulationsfläche errechnet sich allerdings mit 14,8m<sup>2</sup> für das Merkmal Stellplatz-Typ „E-Ladestationen“. Hier liegt die durchschnittlich genutzte Fläche um 6,5m<sup>2</sup> höher als bei einem Stellplatz des Typs Standard.

Plausibel lässt sich auch der höchste Flächenverbrauch (9,6m<sup>2</sup>) beim Merkmal Standortgruppe (Raumtyp) C erklären, da hier der Anteil der Vorgänge „mit Ladung“ als auch der Anteil „mit Senioren“ als Begleitpersonen jeweils sehr hoch liegt.

In Hinblick der durchschnittlich genutzten Fläche je Geschlecht der Lenker:in gibt es kaum feststellbare Unterschiede.

Wie schon im Balkendiagramm der Begleitpersonen (links oben) ersichtlich, zeigt nun auch die Verteilung der Flächeninanspruchnahme je Alter (unten rechts), dass Senior:innen am meisten Platz benötigen (9,1m<sup>2</sup>).

Menschen unter 20 brauchen mit 5,3m<sup>2</sup> am wenigsten Platz, was sich dadurch erklären lässt, dass diese Personengruppe zu 100% ohne Begleitperson unterwegs ist (siehe Abbildung 4.2-10 und Abbildung 4.2-11).

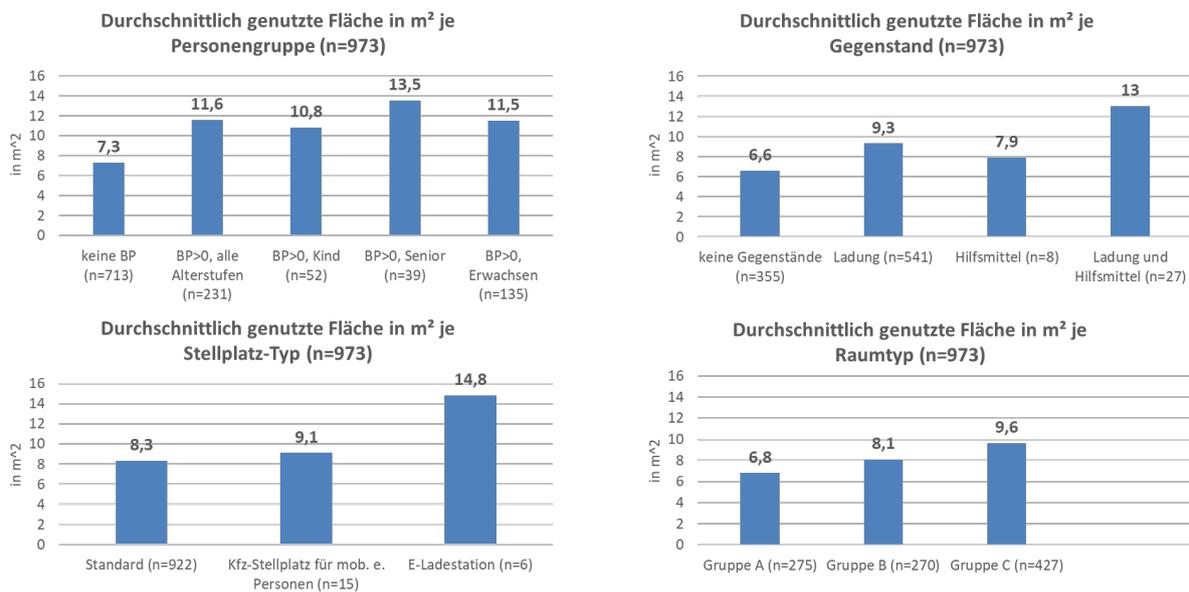


Abbildung 4.2-10: Ergebnisse für den Zielwert Flächeninanspruchnahme (Personengruppe, Gegenstand, Stellplatz-Typ und Raumtyp)

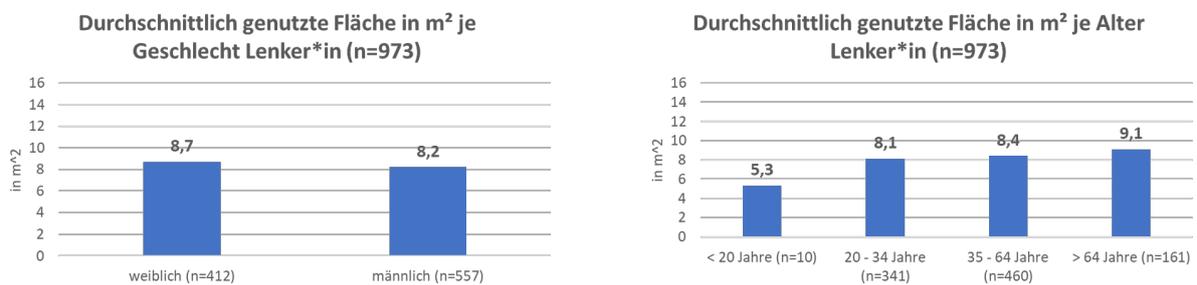


Abbildung 4.2-11: Ergebnisse für den Zielwert Flächeninanspruchnahme (Geschlecht und Alter)

#### 4.2.8 Zielwert 2: Barrieren

Der zweite Zielwert erfasst, welche Barrieren die Beobachteten erleben. Hierbei wird in die Barrieren Zaun, Mauer, Boller etc. und Kfz auf der angrenzenden Stellfläche unterschieden. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Abbildung 4.2-12 und Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

Auffallend ist, dass bei Menschen mit Kindern als Begleitpersonen am häufigsten Komforteinschränkungen beobachtet wurden. 86% dieser wurden durch einen Kfz auf der angrenzenden Stellfläche gestört. Dies lässt sich dadurch erklären, dass beim Reisen mit Kindern tendenziell mehr Türen geöffnet werden, wodurch Autos an angrenzenden Stellflächen zu Einschränkungen führen können. Überraschend ist allerdings, dass nur 10% der Senior:innen Barrieren erlebt haben, obwohl diese, im Vergleich zu anderen Personengruppen, am meisten Platz beanspruchen.

In Bezug zu Barrieren je Gegenstand ist erkennbar, dass mehr als ein Drittel jener, die Ladung und Hilfsmittel transportiert haben, durch Fahrzeuge auf angrenzenden Stellflächen eingeschränkt wurden. Dies lässt sich mit der erhöhten Flächeninanspruchnahme, sowie vermehrtem Öffnen von Türen erklären.

Bei der Darstellung von Barrieren je Stellplatz-Typ ist erkenntlich, dass 76% auf einem Standard-Parkplatz durch einen Kfz auf angrenzenden Stellflächen gestört wurden.

Bei den Einschränkungen in Abhängigkeit der Standortgruppen, sowie des Geschlechts und des Alters lassen sich keine nennenswerten Unterschiede feststellen.

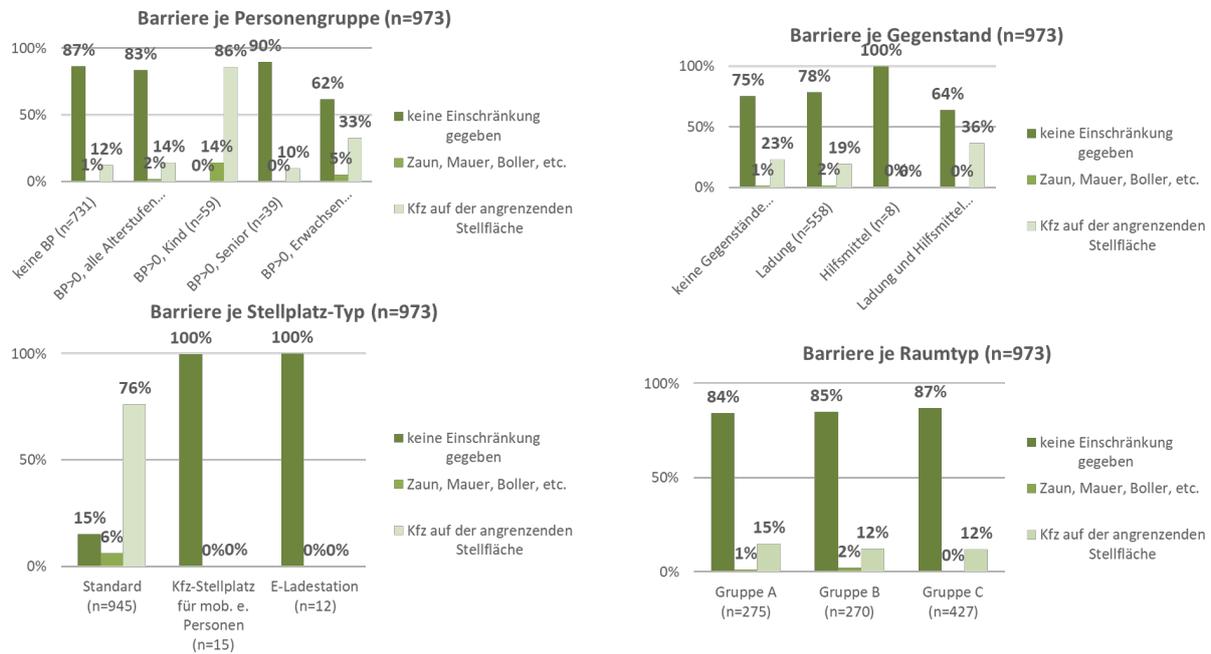


Abbildung 4.2-12: Ergebnisse für den Zielwert Barrieren (Personengruppe, Gegenstand, Stellplatz-Typ und Raumtyp)

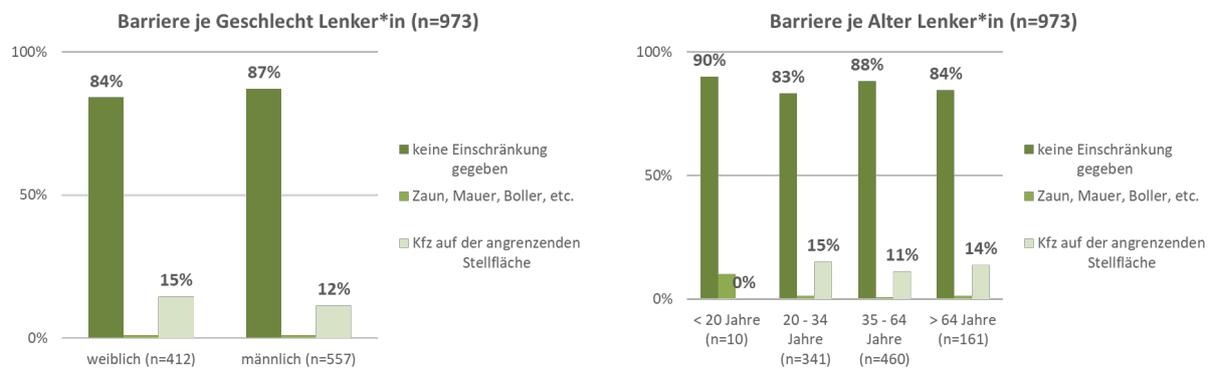


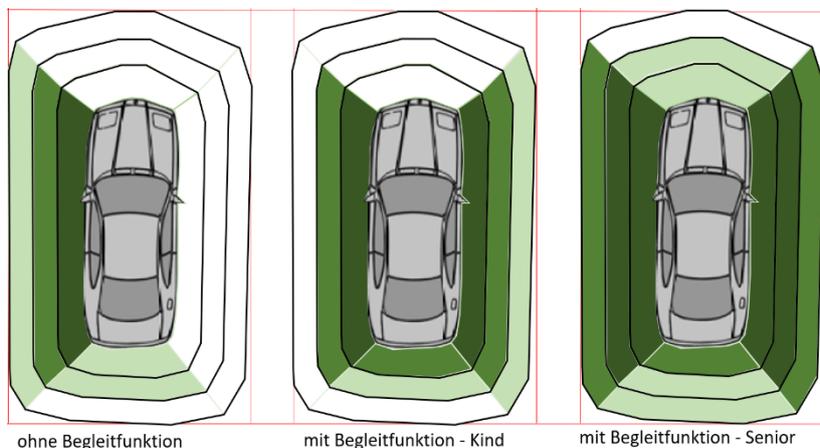
Abbildung 4.2-13: Ergebnisse für den Zielwert Barrieren (Geschlecht und Alter)

### 4.3 Ableitung von Ansprüchen an den öffentlichen Raum

#### 4.3.1 Flächenanspruch: Geometrie und Abmessungen

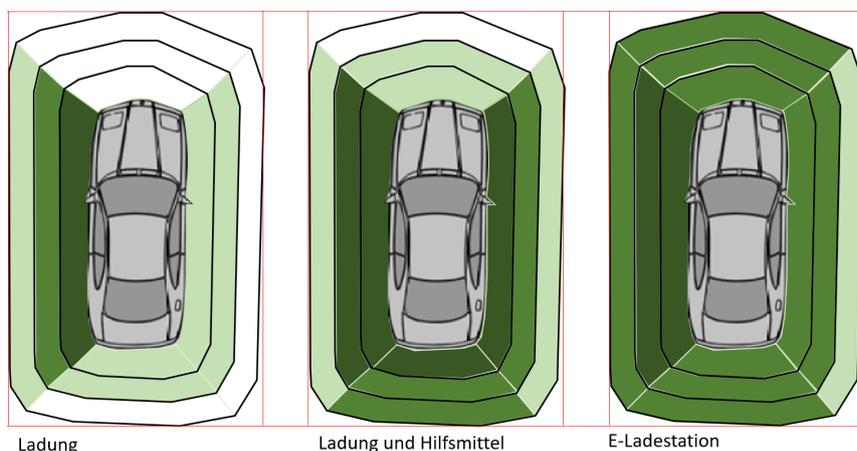
Zur Ermittlung der erforderlichen Abmessungen von E-Ladestationen werden im Folgenden für alle Personengruppen die Häufigkeit der Nutzung der Seiten je Fahrzeug ermittelt. Abbildung 4.3-1 und Abbildung 4.3-2 zeigen von links nach rechts die Draufsicht eines Kfz mit der Fahrzeugfront in Richtung Seitenanfang („nach oben“). Dargestellt sind im jeweiligen Abstand von 0,5m die (beobachteten) genutzten Seitenabstände vom Fahrzeug. Ein „weiß“ eingefärbter Bereich wird gar nicht bis sehr selten genutzt (<25%), während ein ganz „dunkelgrün“ gefärbter Bereich zwischen 75% und 100% genutzt wird. Dargestellt sind folgende ausgewählte (Teil-)Personengruppen:

- aus PG1: Personen ohne Begleitfunktion
- aus PG1: Personen mit Begleitfunktion – Altersgruppe Kind
- aus PG1: Personen mit Begleitfunktion – Altersgruppe Senior



**Abbildung 4.3-1: Häufigkeit der Nutzung von Fahrzeugseiten und Zonen mit unterschiedlichen Abständen zum Fahrzeug für ausgewählte Personengruppen der PG1**

- aus PG2: Personen mit mitgeführtem Gegenstand – Ladung
- aus PG2: Personen mit mitgeführtem Gegenstand – Ladung und Hilfsmittel
- aus PG3: Personen an E-Ladestationen



**Abbildung 4.3-2: Häufigkeit der Nutzung von Fahrzeugseiten und Zonen mit unterschiedlichen Abständen zum Fahrzeug für ausgewählte Personengruppen der PG2 und PG3**

Um exemplarisch ein detailliertes und aktuelles Bild über den tatsächlichen Flächenanspruch von E-Ladestationen zu erhalten, werden die aktuellen Zahlen der Kfz-Neuzulassungen für E-Fahrzeuge im Frühjahr 2021 für Österreich analysiert (Statistik Austria, 2021). In Abbildung 4.3-3 werden die zehn im Frühjahr 2021 am häufigsten neu zugelassenen E-Fahrzeuge dargestellt.

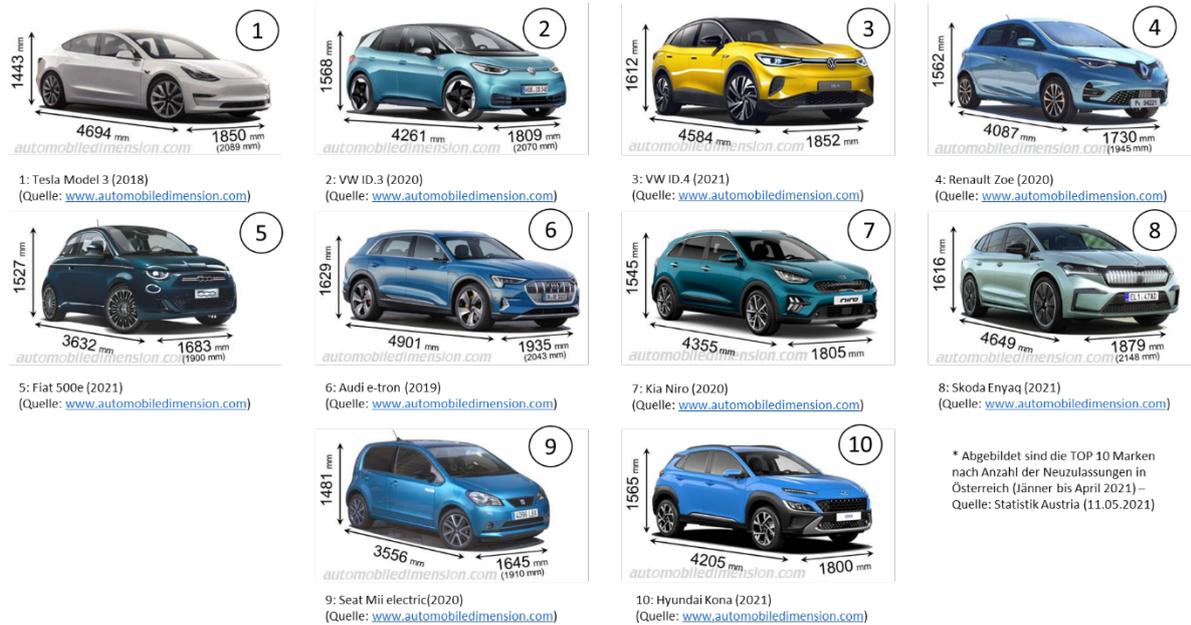


Abbildung 4.3-3: Häufigste Neuzulassungen von E-Fahrzeugen im Frühjahr 2021 (Datenquelle: Statistik Austria, 2021)

Aus dieser Analyse ergibt sich, dass 25% aller Neuzulassungen von E-Fahrzeugen auf das Model Tesla Model 3 fallen. Dieses Model repräsentiert gleichzeitig 92% aller neu zugelassenen E-Fahrzeug-Modelle bezogen auf die Länge (siehe Abbildung 4.3-4) und 87% aller neu zugelassenen E-Fahrzeug-Modelle bezogen auf die Breite des Kfz (siehe Abbildung 4.3-5).

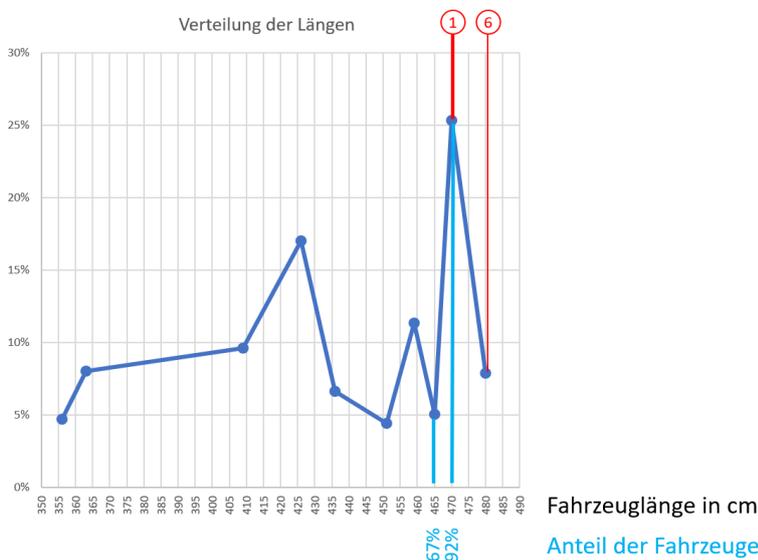


Abbildung 4.3-4: Häufigkeitsverteilung PKW-Längen von E-Fahrzeugen (Neuzulassungen Frühjahr 2021)

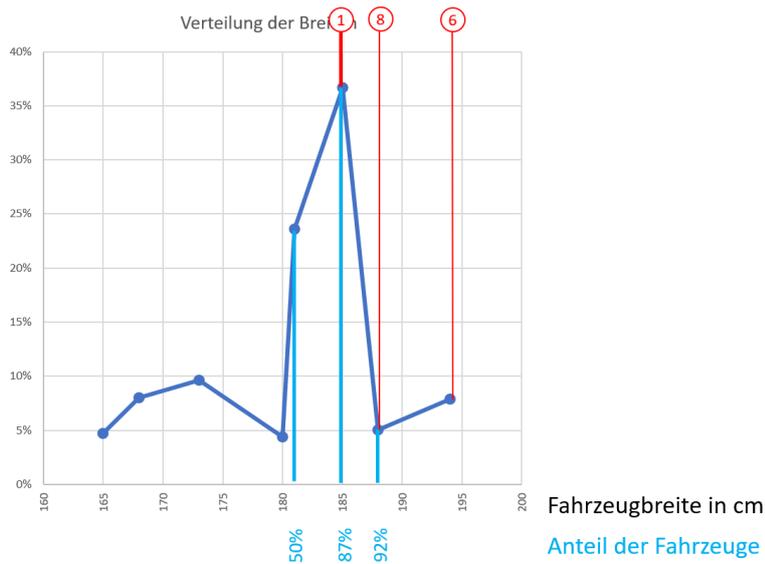


Abbildung 4.3-5: Häufigkeitsverteilung PKW-Breiten von E-Fahrzeugen (Neuzulassungen Frühjahr 2021)

Insgesamt ergibt sich für das am häufigsten neu zugelassene E-Fahrzeug der stattliche Flächenbedarf von 8,679 m<sup>2</sup> (4,70m mal 1,85m). Dieses Fahrzeug wird in weiterer Folge für die Konstruktion von E-Ladestationen als „Bemessungsfahrzeug“ herangezogen.

Wie dargestellt werden je Personengruppe unterschiedliche Seiten des Kfz und unterschiedliche Abstände zum Kfz genutzt. Die Häufigkeit der Nutzung von Abständen kann als Komfortmaß interpretiert werden. Insofern können aus Sicht der Verfasser dieser Arbeit zwei Qualitätsstufen unterschieden werden:

- Qualitätsstufe „Häufigkeitsstufe bis 100%“ – hier werden Bereiche (Fahrzeugseiten mit Abständen) um das Fahrzeug jeweils mit 75% bis zu 100% Häufigkeit genutzt.
- Qualitätsstufe „Häufigkeitsstufe bis 75%“ – hier werden Bereiche (Fahrzeugseiten mit Abständen) um das Fahrzeug jeweils mit bis zu 75% Häufigkeit genutzt.

Abbildung 4.3-6 und Abbildung 4.3-7 zeigen als Beispiele die unterschiedlichen erforderlichen Abmessungen für das ermittelte Bemessungsfahrzeug bei 45°-Aufstellung jeweils für die Qualitätsstufe 100% und Qualitätsstufe 75%. Besonders deutlich zeigen sich die unterschiedlichen Abmessungen dabei am Fahrzeugheck und bei den notwendigen Breiten der Stellflächen.

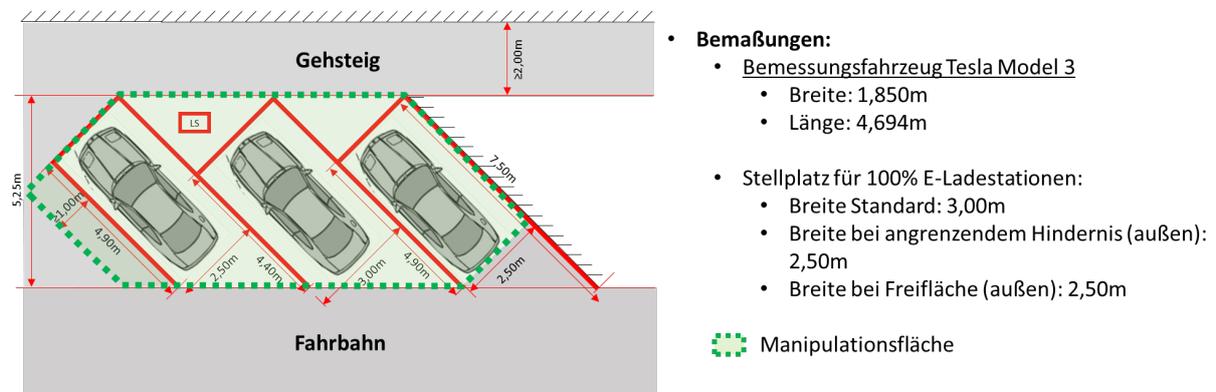


Abbildung 4.3-6: Bemessungsfahrzeug 45°-Aufstellung – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 100% – PG3: E-Ladestation

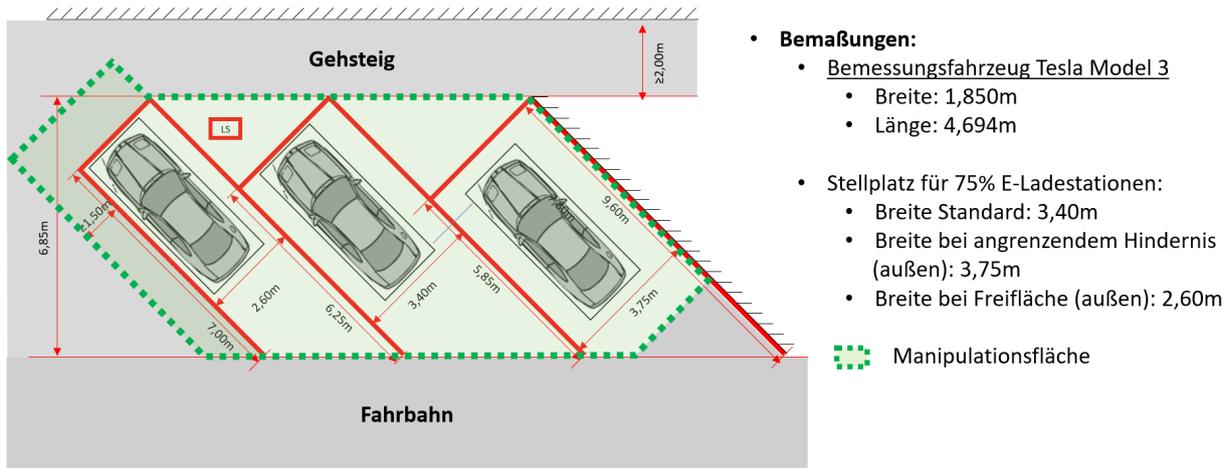


Abbildung 4.3-7: Bemessungsfahrzeug 45°-Aufstellung – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 75% – PG3: E-Ladestation

Abbildung 4.3-8 und Abbildung 4.3-9 zeigen als Beispiele die unterschiedlichen erforderlichen Abmessungen für das ermittelte Bemessungsfahrzeug bei 90°-Aufstellung jeweils für die Qualitätsstufe 100% und Qualitätsstufe 75%. Daraus ist ersichtlich, dass eine bedeutend kleinere Tiefe des Stellplatzes erforderlich ist, wodurch sich eine entsprechende Anordnung bei beengten Platzverhältnissen anbietet. Dabei ist zu beachten, dass bei Montage der Ladesäulen auf Gehsteigen eine lichte Durchgangsbreite von  $\geq 2,00\text{m}$  für Fußgänger:innen erhalten bleibt.

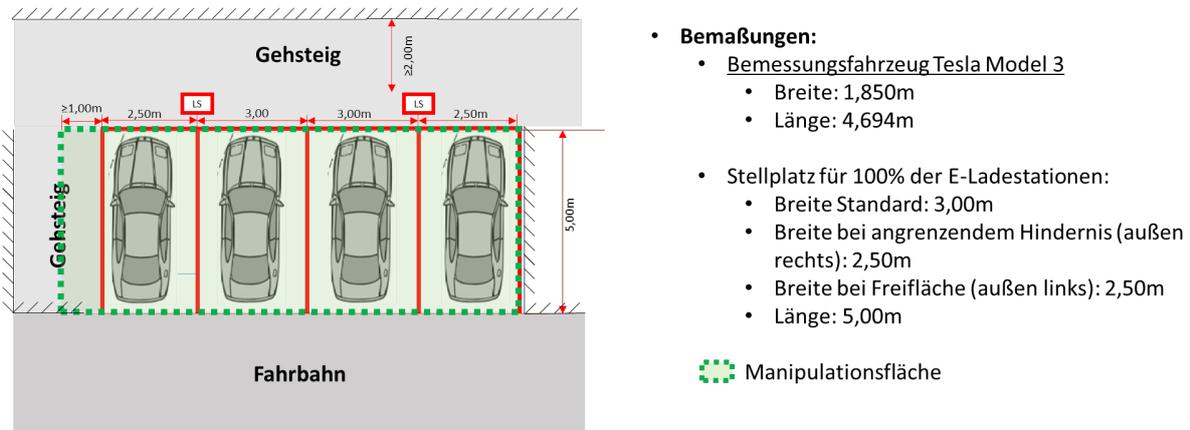


Abbildung 4.3-8: Bemessungsfahrzeug 90°-Aufstellung – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 100% – PG3: E-Ladestation

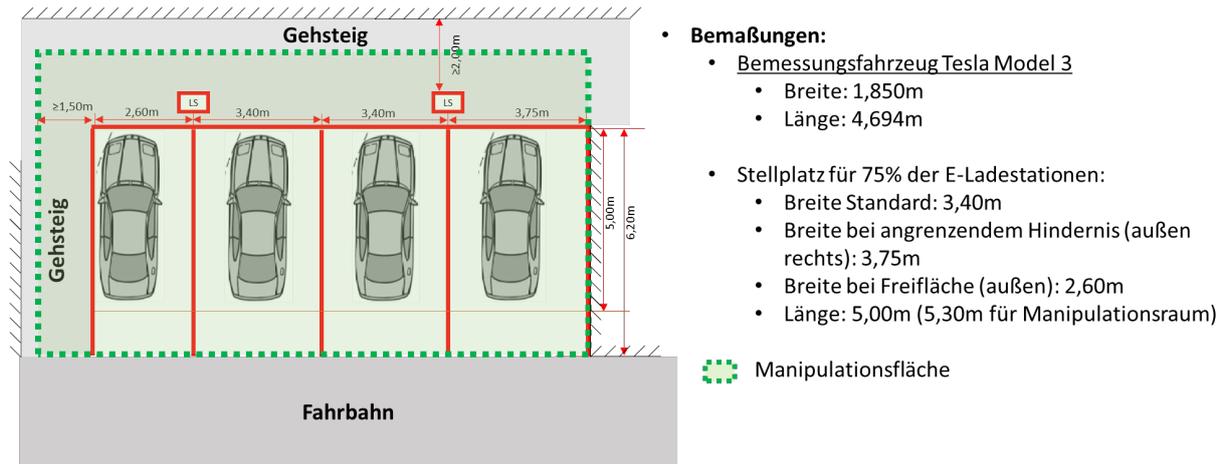


Abbildung 4.3-9: Bemessungsfahrzeug 90°-Aufstellung – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 75% – PG3: E-Ladestation

Abbildung 4.3-10 und Abbildung 4.3-11 zeigen als Beispiele die unterschiedlichen erforderlichen Abmessungen für das ermittelte Bemessungsfahrzeug bei Aufstellung parallel zur Fahrbahn jeweils für die Qualitätsstufe 100% und Qualitätsstufe 75%. Daraus ist ersichtlich, dass der erforderliche fahrerseitige Manipulationsraum eine direkte Auswirkung auf die Tiefe des Stellplatzes hat. Die Montage der Ladesäulen kann auf dem Gehweg erfolgen, wenn eine lichte Durchgangsbreite von  $\geq 2,00\text{m}$  für Fußgänger:innen gewährleistet werden kann. Optional können die Ladesäulen, wie in den Abbildungen dargestellt, auf Inseln zwischen den Stellplätzen angeordnet werden. Dabei ist auf eine jeweils erforderliche Mindestbreite der Ladestandorte zu achten. Eine Breite der Inseln von 50cm soll aus Gründen der Begehrbarkeit und der Montagemöglichkeiten nicht unterschritten werden.

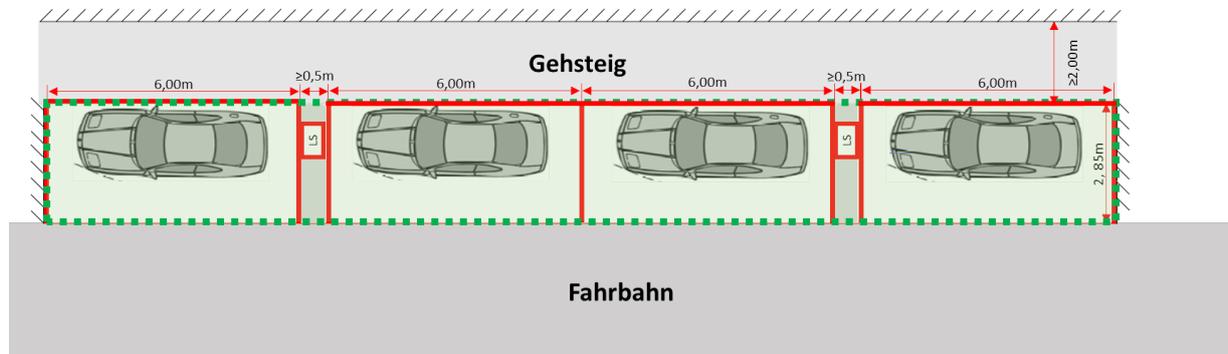


Abbildung 4.3-10: Bemessungsfahrzeug Aufstellung parallel zur Fahrbahn – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 100% – PG3: E-Ladestation

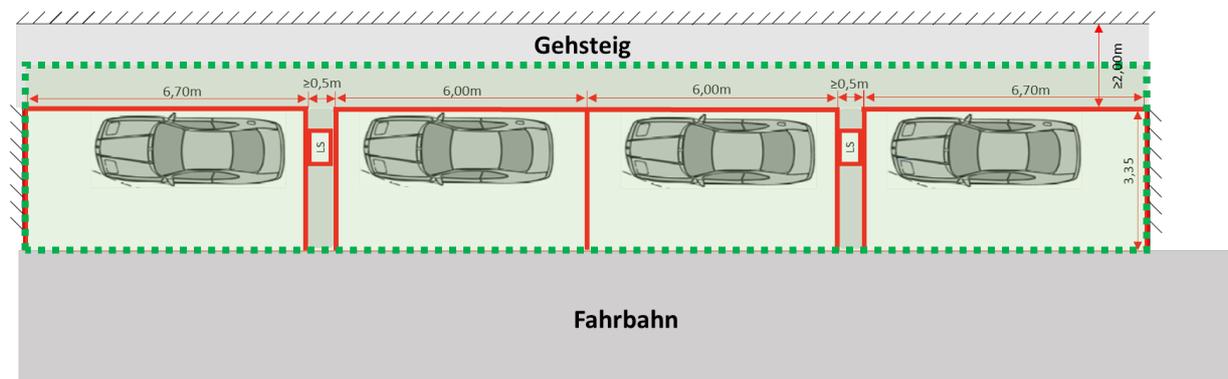


Abbildung 4.3-11: Bemessungsfahrzeug Aufstellung parallel zur Fahrbahn – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 75% – PG3: E-Ladestation

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass bei der Festlegung der Abmessungen auf Stellplätze für KFZ von mobilitätseingeschränkten Personen (in Österreich „Behindertenparkplätze“) Rücksicht genommen werden sollte. Hierzu gibt es in den verschiedenen Bundesländern unterschiedliche geometrische Vorgaben. Bei Auswahl der Qualitätsstufe 75% sollte zumindest ein Ladestellplatz behindertenkonform ausgeführt sein, bei Qualitätsstufe 100% wäre situationsabhängig festzulegen, ob die in den Abbildungen dargestellten Breiten nicht zusätzlich geweitert werden, um alle E-Ladestellplätze behindertenkonform auszuführen.

Weiter ist anzumerken, dass für den städtischen Raum (u.a. in Österreich) die angegebenen Abmessungen z.T. nicht unkritische Vorgaben darstellen, weil hier oft nur deutlich geringere Breiten im Straßenraum zur Verfügung stehen.

#### **4.3.2 Umfeld / Positionierung der E-Ladestation im Stadtgefüge**

Die Beispiele zeigen, dass im öffentlichen Raum das unmittelbare Umfeld zum Stellplatz mitbetrachtet werden muss. Der anstehende Gehsteig, anstehende Hindernisse und Barrieren sowie aufgehendes Mauerwerk müssen bei der Flächenermittlung berücksichtigt werden. Eine weitere Forderung für Ladeinfrastrukturen im Wohnumfeld ergibt sich aus der Logistik eines Ladevorgangs. So muss der E-Ladestellplatz nach Abschluss des Ladevorgangs verlassen werden, sodass dieser für weitere Ladevorgänge nutzbar wird. Dazu sollten insbesondere im Wohnumfeld „Wechselstellplätze“ vorhanden sein. Wie zu Beginn dieser Arbeit hergeleitet, macht es Sinn, Ladeinfrastruktur an Orten zu positionieren, an denen sich Personen und damit ihre Fahrzeuge über längere Zeiträume aufhalten. Längere Aufenthalte fallen am häufigsten mit den Aufenthaltszwecken Wohnen und Arbeiten zusammen. Ein weiterer Ansatz wäre es, für mittlere Aufenthaltsdauern (<1,5h) Ladeinfrastruktur im Umfeld von POIs wie Einkaufsmöglichkeiten, Gaststätten, Freizeiteinrichtungen etc. zu positionieren. Insofern sind in die Überlegung zur Positionierung von E-Ladeinfrastruktur das mittelbare Umfeld und die Nutzungen entlang eines Straßenzuges oder Quartiers ebenfalls mit einzubeziehen.

#### **4.4 Fazit und Schlussfolgerungen**

Auch zukünftig wird Personen-Autoverkehr ein Teil der urbanen Personenmobilität bleiben. Autoverkehr sollte allerdings klimaneutral und ressourceneffizient abgewickelt werden. E-Mobilität ist derzeit und in naher Zukunft das Energiekonzept, auf das gesetzt wird, um mittelfristig umwelt- und klimarelevante Wirkungen zu erzielen. Im Rahmen dieses Kapitels wurden die Ansprüche zum Flächenbedarf ermittelt. Ziel war es Abmessungen für Ladestationen für die unterschiedlichsten Nutzungszwecke (inkl. der damit verbundenen Begleit- und Transportfunktionen) der Fahrzeuglenker:innen abzuleiten. Dazu wurden über 970 beobachtete Parkvorgänge nach unterschiedlichsten Kriterien ausgewertet. Insgesamt zeigt der beobachtete Vorgang für die Manipulation eines E-Ladevorgangs den höchsten Flächenanspruch, da hier offensichtlich nahezu alle Fahrzeugseiten mit großer Häufigkeit begangen werden müssen. Für die schlussendlich ableitbaren Abmessungen sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Eine Ladestation besteht aus der Stellfläche (Fläche für das stehende Kfz) und einer darum erforderlichen Manipulationsfläche inkl. Ladesäule. Hierfür stellen die Kenntnis des Bemessungsfahrzeuges und – in Abhängigkeit von den Qualitätsansprüchen – die Kenntnis der erforderlichen Abstände rund um das Fahrzeug – die Grundlage dar.
- Die Manipulationsfläche ist abhängig u.a. von der Anzahl der Begleitpersonen und/oder mittransportierten Gegenstände und/oder für Vor- und Nachbereitung des Ladevorgangs. Es zeigt sich, dass – u.a. wegen der umfangreichen Manipulationen bei E-Kfz in Ladestationen - der höchste Flächenanspruch entsteht.
- Von den vulnerablen Gruppen waren es die älteren Personen, die größte Manipulationsfläche benötigten.

In der Diskussion zur Positionierung von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum sind folgende Aspekte im MCDA Tool und in weiterer Folge auch bei den Detailplanungen von Ladestandorten zu berücksichtigen:

- Ladeinfrastruktur ist an Orten zu positionieren, an denen sich Personen und damit ihre Fahrzeuge über längere Zeiträume aufhalten. Diese treten bei den Aufenthaltszwecken Wohnen und Arbeiten am häufigsten auf.
- In die Festlegung der Örtlichkeiten ist das unmittelbare Umfeld einzubeziehen: Gehsteig, Fahrbahn, weitere Stellflächen.
- Ebenfalls von Bedeutung ist das mittelbare Umfeld, da hier für mittellange Aufenthalte eine entsprechende Dichte an POIs, Einkaufs-, Freizeit- und Aufenthaltsmöglichkeiten erforderlich ist.

#### 4.5 Definition der signifikanten Entscheidungsgrößen/Hauptkriterien für die Integration in das Bewertungstool

Im Folgenden werden die Hauptkriterien dargestellt, die in weiterer Folge in der multikriteriellen Entscheidungsanalyse Verwendung finden sollen.

##### Hauptkriterium POI – Points of Interest:

Für die Bewertung der Points of Interest in der fußläufigen Umgebung eines potenziellen Standorts ist vorrangig ein Einzugsbereich von rund 300 Metern (urban) bis max. rund 500 Metern (rural) zu Fuß heranzuziehen (entsprechend Einzugsbereich von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs). Das entspricht einer Wegedauer von rund 5 – 7 Minuten. Points of Interest in diesem Einzugsbereich befinden sich für Nutzer:innen von Ladestationen in einer zumutbaren Entfernung.

Points of Interest im Einzugsbereich von potenziellen Standorten sind zu gliedern in 2 Gruppen, die jeweils mehrere Kategorien von POIs zusammenfassen:

- Gruppe 1: POIs als Ziele von alltäglichen Wegen
  - Kategorie 1.1: Ziele mit dem Wegezweck „Einkaufen“ (Supermarkt, Drogerie, etc.)
  - Kategorie 1.2: Ziele mit dem Wegezweck „Erledigungen“ (Amt, Post, etc.)
  - Kategorie 1.3: Ziele mit dem Wegezweck „Freizeit“ (Sportstätten, Museum, Kino, etc.)
- Gruppe 2: POIs als Aufenthaltsmöglichkeit während der Tätigkeit „Laden des E-Fahrzeugs“
  - Kategorie 2.1: Aufenthalt in Konsumzone (Cafe, Restaurant, etc.)
  - Kategorie 2.2: Aufenthalt in Zone ohne Konsumzwang (Sitzmöbel im öffentlichen Raum, Park, Platz, öffentliches WC, etc.)

Die Bewertung von potenziellen Standorten sieht vor, dass idealerweise von jeder der oben genannten Kategorien mindestens 1 POI im Einzugsbereich gegeben ist. Eine geringere Anzahl an POIs wirkt sich auf die zu vergebende Punktezahl aus. (siehe Tabelle 4.5-1)

Tabelle 4.5-1: Hauptkriterium POI – Vorschlag für eine Bewertung

PUNKTE	0	1	2	3
	Keine Angaben			
<b>Einkaufen</b> <b>Erledigungen</b> <b>Freizeit</b>	Keine POIs	min. 1 POI einer Kategorie	min. 1 POI einer Kategorie	min. 1 POI jeder Kategorie
<b>Aufenthalt mit Konsum</b> <b>Aufenthalt ohne Konsum</b>			min. 1 POI einer Kategorie	min. 1 POI jeder Kategorie

### Hauptkriterium Platzangebot

Im Hauptkriterium „Platzangebot“ wird das vorhandene Platzangebot anhand der Erfordernisse für PKW-Stellplätze bewertet. Dabei wird auf die Möglichkeiten der Aufstellvarianten ebenso Rücksicht genommen wie auf die Qualität des Stellplatzes (bewertet über die Häufigkeit der Nutzung des Platzangebotes durch die PKW-Insassen).

#### Mögliche Aufstellvarianten:

- 90°-Aufstellung
- 45°-Aufstellung (Schrägaufstellung)
- Parallelaufstellung

#### Mögliche Qualitäten der Stellplätze:

- *Qualitätsstufe* 100%  
Die Bereiche um das Fahrzeug werden mit einer Häufigkeit von 75% bis zu 100% ausgenutzt und werden daher als erforderliche Mindestflächen angesehen.
- *Qualitätsstufe* 75%  
Die Bereiche um das Fahrzeug werden mit einer Häufigkeit bis zu 75% ausgenutzt. Somit steht für bis zu 25% der Stellplatznutzer:innen mehr Platz zur Verfügung als tatsächlich benötigt wird.

Vereinfacht kann festgehalten werden, dass zur Erreichung der Qualitätsstufe 75% mehr Fläche als bei der Qualitätsstufe 100% zur Verfügung stehen muss.

Zur optimalen Ausnutzung des Platzangebotes wird empfohlen, jedenfalls zwei Stellplätze zu realisieren und mit einer Ladesäule mit zwei Ladepunkten auszustatten.

**Tabelle 4.5-2: Hauptkriterium Platzangebot – Vorschlag für eine Bewertung**

PUNKTE	0	1	2	3
	Keine Angaben			
<b>Platzangebot</b>	Kein Platzangebot	geringes Platzangebot	ausreichendes Platzangebot	übermäßiges Platzangebot
<b>Qualitätsstufe</b>		mindest	mittel	mittel
<b>Aufstellungsart 1 - 45° Aufstellung</b>	<19,35m <sup>2</sup>	19,35m <sup>2</sup>	-	29,41m <sup>2</sup>
<b>Aufstellungsart 2 - 90° Aufstellung</b>	<15,00m <sup>2</sup>	15,00m <sup>2</sup>	21,08	-
<b>Aufstellungsart 3 - parallel zur Straße</b>	<17,10m <sup>2</sup>	17,10m <sup>2</sup>	20,10	-

### Hauptkriterium Erreichbarkeit der Ladestation

Ein guter Verkehrsanschluss ist notwendig, um eine die Erreichbarkeit für die Nutzer:innen zu gewährleisten. Einerseits gilt dies für die Anreise mit dem E-Kfz, andererseits gilt dies für den Fall, dass von der Ladestation aus andere Aufenthaltsorte erreicht werden sollen, d.h. die Ladestation stellt demgemäß nur ein Etappenziel dar, nicht aber das eigentliche Ziel. Das Kriterium Erreichbarkeit wird umso bedeutender, je geringer die Anzahl der POIs im unmittelbaren Umfeld und gleichzeitig je unattraktiver die Ausstattung des Umfelds des Standortes sind. Dabei sollten verschiedene Punkte berücksichtigt werden:

- Pkw-Erreichbarkeit der Station von übergeordnetem Straßennetz
- ÖV-Angebot
- Radverleihangebot
- Taxi-Angebot
- Angebots eines „Multimodalen Knotens“

Quantitative Angaben je Beurteilungsgröße sind als Orientierungsgröße zu verstehen, die entsprechend angepasst werden können. Die einzelnen Beurteilungsgrößen ergänzen sich und schließen sich gegenseitig nicht aus. Im Fokus der Beurteilung sollte das Zusammenwirken der einzelnen Angebote stehen. Grundsätzlich sind gut erreichbare Standorte (Anfahrt), die mit Angeboten ausgestattet sind, von denen eine Weiterfahrt gut möglich ist, mit einer höheren Punkteanzahl zu bewerten als Standorte, die schlecht erreichbar sind und an denen keine Angebote zur Weiterfahrt vorhanden sind.

**Tabelle 4.5-3: Hauptkriterium Erreichbarkeit der Ladestation– Vorschlag für eine Bewertung**

PUNKTE	0	1	2	3	4
	Keine Angaben				
Pkw-Erreichbarkeit vom übergeordnetem Straßennetz - Anfahrtszeit	Reisezeit > 30min	20min < Reisezeit < 30min	10min < Reisezeit < 20min	5min < Reisezeit < 10min	Reisezeit < 5min
ÖV-Angebot	Kein Haltestellen-Angebot innerhalb 300m	geringes (<2) Linien-Angebot oder Fahrplan-Angebot (<3/h) innerhalb 300m	mittleres (2 bis 3) Linien-Angebot oder Fahrplan-Angebot (<6/h) innerhalb 300m	hohes (>3) Linien-Angebot oder Fahrplan-Angebot (<12/h) innerhalb 300m	Sehr hohes (>4) Linien-Angebot oder Fahrplan-Angebot (<18/h) innerhalb 300m
Radverleihangebot	kein Angebot	Angebot innerhalb 500m	Angebot innerhalb 300m	Angebot innerhalb 100m	Angebot direkt neben Standort
Taxi	kein Angebot	Angebot innerhalb 500m	Angebot innerhalb 300m	Angebot innerhalb 100m	Angebot direkt neben Standort
multimodaler Knoten	-	-	-	in mittelbarer Nähe (<300m) vorhanden	in unmittelbarer Nähe (<150m) vorhanden

### Hauptkriterium Befahrbarkeit der Ladestation

Einfache Zu- und Abfahrt sind wichtig, um keine Hemmnisse und Barrieren aufzubauen. Sind Zu- und Abfahrten schwierig zu bewältigen, wird der Standortpotential herabgesetzt. Zu Berücksichtigung sind Punkte wie:

- Straßentyp (Hauptverkehrsstraße, Sammel- und Erschließungsstraßen)
- Verkehrsaufkommen
- zulässige Höchstgeschwindigkeit
- Erschließung der Ladestation (einseitig, mehrseitig)

Quantitative Angaben je Beurteilungsgröße sind als Orientierungsgröße zu verstehen, die entsprechend angepasst werden können. Die einzelnen Beurteilungsgrößen ergänzen sich und schließen sich gegenseitig nicht aus. Im Fokus der Beurteilung sollte die einschränkenden Hemmnisse stehen.

**Tabelle 4.5-4: Hauptkriterium Befahrbarkeit der Ladestation– Vorschlag für eine Bewertung**

PUNKTE	0	1	2	3	4
	Keine Angaben				
Straßentyp	Hauptverkehrsstraße mit mehrstreifiger Richtungsfahrbahn	Hauptverkehrsstraße mit zweistreifiger Fahrbahn im Gegenverkehr oder einstreifig	Sammelstraße mit zweistreifiger Fahrbahn	Sammelstraße mit zweistreifiger Fahrbahn	Erschließungsstraße
Verkehrsaufkommen	>15.000Kfz/24h	15.000Kfz/24h > bzw. >7.500	7.500Kfz/24h > bzw. >3.750	3.750Kfz/24 > bzw. >1.750	<1.750Kfz/24
zulässige Höchstgeschwindigkeit	= oder >60km/h	60 bis 50km/h	50km/h	50km/h bis 30km/h	< 30km/h
Erschließung der Ladestation	einseitig	einseitig	einseitig	mehrseitig	mehrseitig

## 5 WIRTSCHAFTLICHKEIT UND ELEKTRIZITÄTSNETZE

### 5.1 Vorgangsweise und Methode

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde anhand der Erfahrungen in der Umsetzung von öffentlicher Ladeinfrastruktur der Energie Graz erarbeitet. Es wurde eine Kosten- und Erlösstruktur dargestellt und drei unterschiedliche Szenarien für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Betreibung einer Ladestation an 3 unterschiedlichen Standorten (A, B, C) mittels Deckungsbeitragsberechnung dargestellt. Die Standorte wurden aufgrund ihrer zentralen innerstädtischen Lage ausgewählt. Aufgrund von Datenschutzbestimmungen wurden die Standorte anonymisiert. Als Grundlage wurden die Ladedaten an den zwei Ladestationen B und C ausgewertet. Die Ladestation A wurde aufgrund der zusätzlichen Nutzung durch Carsharing nicht in die Auswertung mitaufgenommen, da eine nachträgliche Differenzierung des öffentlichen Ladeanteils nicht möglich war. Aufgrund der Corona Situation im Jahr 2020 wurden die Daten aus dem Jahr 2019 herangezogen. Die Aufbereitung der Ladedaten und deren Bereinigung erwies sich technisch bedingt als deutlich komplexer als gedacht. Insbesondere das Überspielen der Daten, das Aufbereiten in eine maschinenlesbare Form, die Bereinigung durch die Nutzung von Carsharing am öffentlichen Ladepunkt, die Situation der „Ladeparker“, sowie die oft nicht eindeutige Zuordnung der Ladekarten (Energie Graz Nutzer:innen) hat eine Darstellung der tatsächlichen Auslastung und Anzahl der tatsächlichen Ladevorgänge auf Basis des Datensatzes 2019 deutlich erschwert. Die Erfahrungen aus diesem Prozess bilden jedoch die Grundlage für zukünftig mögliche Adaptierung der Datenschnittstelle bzw. für Vorgaben an die Hersteller. Für die beiden Standorte B und C konnten die Daten soweit aufbereitet werden, dass eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nachvollziehbar durchgeführt werden konnte.

#### 5.1.1 Kosten der einer Ladestandort für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Kosten eines Ladestandorts lassen sich im Wesentlichen in vier Teile gliedern:

- Hardware Ladestation inkl. Installation
- Netzgebühren
- Bauliche Maßnahmen & Grabungsarbeiten
- Laufende Kosten & Betrieb

##### 5.1.1.1 Hardware Ladestation inkl. Installation falls erforderlich

Grundsätzlich wird in der Praxis zwischen beschleunigten Ladestationen mit einer Abgabeleistung von bis zu max. 22 kW (Wechselstrom, AC) pro Ladepunkt (häufig 2 Ladepunkte/Ladestation) und Schnellladestationen mit einer Abgabeleistung ab 50 kW (Gleichstrom, DC), unterschieden. Die Schnellladestationen sind aufgrund der höheren Leistung, der aufwändigeren Technik und Ausführung, der höheren Installationsanforderungen und zusätzlichen Sicherheitserfordernissen signifikant teurer, als Ladestationen mit einer Abgabeleistung bis max. 22 kW. Zusätzlich wird für Schnellladestationen ein größeres Gehäuse und Fundament benötigt, als im Vergleich zu den Ladestationen bis 22 kW. Bei Schnellladestationen sind in der Regel die für das Laden benötigte Ladekabel bereits an der Ladestation angebracht bzw. montiert. Schnellladestationen haben einen höheren Platzbedarf, als Ladestationen bis max. 22 kW. In Summe sind die Hardware-Kosten von Ladestationen bis max. 22kW um zwei Drittel bis zu drei Viertel, geringer sind, als die Kosten für Schnellladestationen.

Für die öffentliche Ladeinfrastruktur erscheint gegenwärtig sowie den kommenden Jahren eine maximale Ladeleistung bis zu 22 kW als ausreichend. Zumal diese Ladeleistung grundsätzlich allgemein leicht zu ermöglichen ist und der Großteil der derzeit sich im Umlauf befindlichen E-PKW diese Ladeleistung auch beziehen können. Schnelles Laden (>22 kW) wird in den kommenden Jahren nur in sehr kleinen Bereichen notwendig sein und für die breite Masse gegenwärtig nicht unbedingt benötigt. Schnellladestationen

werden im städtischen Bereich für bestimmte Nutzer:innengruppen mit hohen Fahrleistungen erforderlich, aber nur bedingt öffentlich zugänglich sein. Außerorts wird Schnellladen zur Erweiterung der Reichweiten von Elektromobilität am ehesten im Umfeld von Schnellstraßen und Autobahnen an Tankstellen gesehen.



Abbildung 5.1-1: Öffentliche Ladestation 22 kW (Quelle: Energie Graz)



Abbildung 5.1-2: Öffentliche Ladestation 50 kW – „Schnelllader“ (Quelle: Energie Graz)



Abbildung 5.1-3: Öffentlicher Ladestandort Graz (Quelle: Energie Graz)

#### 5.1.1.2 Netzgebühren

Einmalig fallen Netzzutrittsentgelt und Netzbereitstellungsentgelt bei der Errichtung an. Darüber hinaus fallen im Zuge der Energielieferung laufende Netzgebühren an.

#### 5.1.1.3 Bauliche Maßnahmen & Grabungsarbeiten

Sämtliche bauliche Maßnahmen zur Errichtung der Ladestation, inkl. ggf. erforderlicher Leitungslegung sowie Grabungs- und Öffnungsarbeiten. Wesentlicher Kostenbestandteil ist die Entfernung zwischen der Ladestation und der nächstgelegenen Trafostation bzw. des möglichen Zählpunkts. Je größer die Entfernung ist, desto mehr Grabungsarbeiten sind notwendig. Insbesondere im städtischen Bereich sind Flächen häufig versiegelt, dadurch erhöhen sich die Grabungskosten noch weiter. Die Höhe der Kosten für die Grabungen belaufen sich häufig auf ein Drittel der Gesamtinvestitionskosten. Daher sind Grabungsarbeiten >100 m im Regelfall häufig wirtschaftlich nicht mehr vertretbar. Daher wird bei der Auswahl von Standorten ganz besonderes Augenmerk auf die nächstgelegene Trafostation gelegt.

#### 5.1.1.4 Laufende Kosten & Betrieb

Im Mittelpunkt der Betriebskosten stehen die Kosten zur Energiebelieferung (Energie, Abgaben, Netz, etc.) und die Abschreibung der Investitionskosten, sowie die Wartung, Instandhaltung, aliquote Kosten für das Ladestationsmanagementsystem, das Abrechnungssystem (Direktbezahlungsmöglichkeit, Roamingverrechnung/-system, etc.), und häufig gesonderte Gebühren für die Nutzung des öffentlichen Guts gegenüber der öffentlichen Hand (Quelle: Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge: Bedarf, Kosten und Auswirkungen auf die Energieversorgung in Österreich bis 2030).

#### 5.1.2 Erlöse

Aus rechtlichen Gründen ist in Österreich an öffentlich-zugänglichen Ladestationen für Konsument:innen die Abrechnung nach (Ansteck-)Zeit, die am häufigsten verwendete Verrechnungsvariante (Stand: August 2020). Hierbei beginnt die Verrechnung mit dem Anstecken des Elektrofahrzeugs und der Freischaltung des Ladepunkts an der Ladesäule. Im Vergleich zu den letzten Jahren haben sich die Verrechnungsintervalle der verschiedenen Anbieter weiter harmonisiert und die Abrechnung findet nun größtenteils im Minutentakt statt. Größtenteils sind die Produkt- und Tarifmodelle von den Anbietern sehr

differenziert und z.T. unübersichtlich. Eine gesonderte Untersuchung wird dazu periodisch von der der Arbeiterkammer Wien, durchgeführt (M. Soder, 2019).

Vorausgesetzt es werden die dazu erforderlichen rechtlichen Voraussetzungen geschaffen, sind Formen der Abrechnung nach Stromverbrauch - oder Kombinationsmodelle möglich. Nach Einschätzung von Experten wird in Österreich mit Kombinationsmodellen (Menge und Zeit) frühestens ab Mitte 2021, gerechnet. Die zukünftigen Kombinationsmodelle können auch eine Park-/Ansteckgebühr nach einer Zeitüberschreitung enthalten. Damit soll erreicht werden, dass im Falle einer mengenorientierten Verrechnung (z.B. nach kWh) die Ladestationen nicht „zugeparkt“ werden.

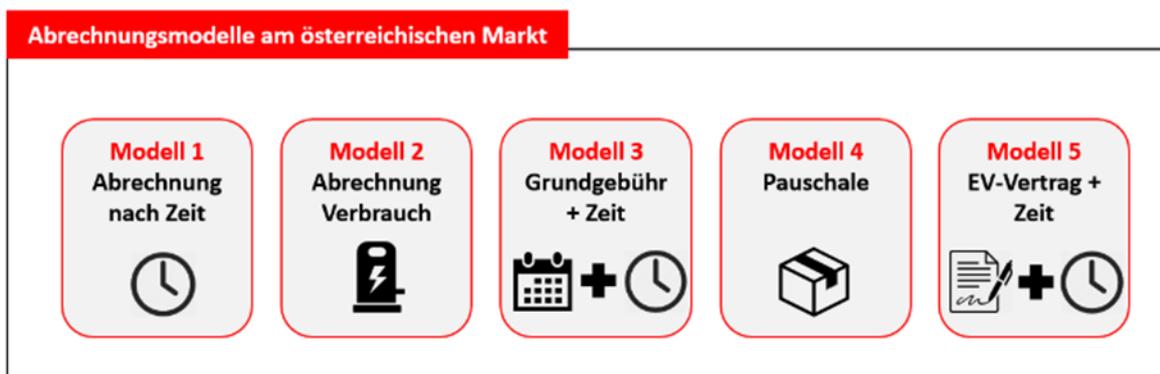


Abbildung 5.1-4: Übersicht: Abrechnungsmodelle (M. Soder, 2019)

### 5.1.2.1 Übersicht & Bewertung der aktuellen Tarife in Österreich

Grundsätzlich wird derzeit zwischen Tarifen mit Grundgebühr (vgl. Flat-Tarife bzw. sog. Pauschaltarife ähnlich dem Mobilfunk) und jenen Tarifen ohne Grundgebühr, unterschieden. Bei letzteren Tarifen sind die transaktionsbedingten Kosten höher. Darüber hinaus gibt es auch Mischformen (Grundgebühr und Kosten pro Ladeprozess).

Im Falle des Ladens bei Elektrotankstellen zum Pauschalpreis gilt häufig eine sogenannte „Fair-Use Policy“, dabei soll eine deutlich überdurchschnittliche Nutzung der Ladestation eingeschränkt werden (M. Soder, 2019).

Um die unterschiedlichen Tarife der Angebote vergleichbar zu machen, bedarf es einiger Annahmen über den durchschnittlichen Verbrauch und die durchschnittliche monatliche Fahrleistung.

Grundsätzlich kann von einem durchschnittlichen Verbrauch von 15 bis 20 kW für eine Fahrleistung von 100 Kilometern ausgegangen werden. Für die Berechnung wurden ein Wert von 15kW<sup>3</sup> angenommen um einnahmenseitig auf der sicheren Seite zu sein. Des Weiteren wird von einer durchschnittlichen monatlichen Fahrleistung anhand der durchschnittlichen Tagstrecke von 34 Kilometern ausgegangen. Etwaige monatliche Grundgebühren oder Ladezuschläge werden ebenso in die Berechnung der Vergleichswerte einbezogen und auf die Kosten pro 100 gefahrene Kilometer heruntergebrochen. Es ist darauf hinzuweisen, dass dies Durchschnittswerte sind, die im Einzelfall von den tatsächlichen Werten – je nach Fahrweise, Fahrzeugtyp, geographischen Rahmenbedingungen und Witterungsverhältnissen – abweichen können (M. Soder, 2019).

<sup>3</sup> Die Ladung der letzten 20%–30% bis zur Vollladung benötigen mehr Ladezeit als die ersten 70%–80% und erhöhen die Ladedauer im Durchschnitt um 30 Minuten bis zu 90 Minuten.

### **5.1.2.2 Vertragstarife**

Vertragstarife stellen derzeit die häufigste Form der Abrechnung dar. Im direkten Vergleich der Durchschnittskosten pro 100 Kilometer liegen sie im Mittelfeld zwischen den günstigeren Pauschal- und den teureren Direct-Payment-Modellen. Der Vergleich der Tarifmodelle anhand der reinen Durchschnittspreise greift allerdings zu kurz. Ein genauerer Blick zeigt deutlich, dass zwischen den einzelnen Angeboten erhebliche Preisunterschiede bestehen. Diese Unterschiede ergeben sich aufgrund einer Variation der Preise zwischen den Anschlussstärken (3, kW; 11kW; 22kW; 50kW) und Differenzen in den Verrechnungskonditionen (zB bei Taktung der Verrechnung). Die Preisspanne (unter Einbeziehung aller Anschlussstärken) der Vertragstarife, die für eine Wegstrecke von 100 Kilometern bezahlt werden müssen, liegen zwischen € 2,97 und € 8,51. Der Preisunterschied zwischen den Angeboten der Vertragstarife und für eine Strecke von 100 Kilometer kann bis zu maximal € 5,53 betragen kann (M. Soder, 2019).

### **5.1.2.3 Pauschaltarife**

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den Pauschaltarifen. Auch hier treten innerhalb Österreichs teilweise große Preisunterschiede auf. Die Preisdifferenz zwischen dem günstigsten und dem teuersten Pauschalmodell ist jedoch etwas geringer. Die großen Unterschiede liegen hier neben den Preisen auch bei den in der Pauschale enthaltenen Beschränkungen. Einige Anbieter inkludieren jährliche Ladestundenkontingente in die Pauschalleistungen, andere verwenden Zeitbegrenzungen für das Laden. Dies bedeutet: Wenn die in der Pauschale inbegriffenen Ladezeiten pro Ladevorgang überschritten werden, kommt ein Tarifmodell zur Anwendung. Bleibt die Ladezeit hingegen unter der in der Pauschale enthaltenen Ladezeit, so gilt die Pauschalgebühr.

### **5.1.2.4 Direct-Payment-Tarife**

Die Direct-Payment-Tarife dienen vorrangig dem - unkomplizierten und für alle zugänglichen - Laden ohne Vertragsbindung. Diese Verrechnungsform zeichnet sich daher durch größtmögliche Flexibilität aus. Es kann mittels Kreditkarte oder PayPal direkt an der Ladestation - mittels einer App durch das Einscannen des QR-Codes am Ladepunkt - bezahlt werden. Aufgrund der fehlenden Vertragsbindung an einen der Tarifpartner stellt diese Form im Vergleich zu den Vertrags- und Pauschaltarifen jedoch die durchschnittlich teuerste Variante dar. Zusätzlich bestehen beachtliche Preisunterschiede zwischen den einzelnen Direct-Payment-Anbietern, die sich im Vergleich zum Vorjahr noch weiter vergrößert haben. So zeigt sich, dass es hier Preisdifferenzen von durchschnittlich bis zu € 6,23 für eine 100-Kilometer-Fahrtstrecke gibt (M. Soder, 2019).

## **5.1.3 Fördermöglichkeiten**

Unternehmen und sonstige unternehmerisch tätige Organisationen, öffentliche Gebietskörperschaften, Vereine und konfessionelle Einrichtungen werden bei der Anschaffung von Elektrofahrzeugen in den verschiedensten Fahrzeugkategorien und beim Auf- und Ausbau betrieblicher bzw. öffentlich zugänglicher E-Ladeinfrastruktur, bei E-Mobilitätsmanagement und Umstellung von Fuhrparks finanziell unterstützt. Beispielsweise kann die Errichtung von öffentlich zugänglichen Schnellladestationen mit bis zu 30.000 Euro pro Ladestation gefördert werden.

Mögliche Förderungen für die Infrastrukturerstellung sollten geprüft werden. Es kann sein, dass die Fördermöglichkeit standortabhängig ist (z.B. überregionale Anknüpfung des Standorts, Multimodale Knoten etc.). Gibt es Möglichkeiten für bestimmte Standorte Förderungen zu lukrieren, kann die Wirtschaftlichkeit stark erhöht werden.

### Beispiel: Bundesförderung für die Errichtung öffentlicher E-Ladestationen

Förderhöhe: Pauschalbetrag, max. 30%

Gefördert werden: öffentlich zugängliche und nicht öffentlich zugängliche E-Ladestandorte

- E-Ladestation(en)
- Installationskosten (Material und Montagekosten für bspw. Elektriker und Grabungsarbeiten), die die E-Ladestation unmittelbar betreffen
- Kosten der baulichen Basisinfrastruktur
- Planungskosten (bis max. 10% der förderfähigen Investitionskosten)

Förderhöhe: Die Berechnung der Förderung erfolgt in Form einer Pauschale in Abhängigkeit der zur Verfügung gestellten Ladeleistung und beträgt maximal 30% der umweltrelevanten Investitionskosten.

Öffentlich zugänglich

- 2.500 Euro je AC-Normalladepunkt 11-22 kW
- 15.000 Euro je DC-Schnellladepunkt < 100 kW
- 30.000 Euro je DC-Schnellladepunkt ab 100 kW

Für alle öffentlich zugänglichen Ladestandorte gilt: Es ist jeder Ladepunkt verpflichtend in das E-Control Register einzutragen und an der Ladeeinrichtung oder im Web der ad-hoc Preis auszuweisen. Um eine nachvollziehbare und transparente Abrechnung des Ladestroms an der geförderten Infrastruktur zu ermöglichen, ist diese derart auszuführen, dass zukünftig die Abrechnung nach der Maßeinheit Kilowattstunde (kWh) erfolgen kann. Weiters ist eine nichtdiskriminierende Roamingfähigkeit sowie eine faire und nichtdiskriminierende Gestaltung der Roaming-Gebühren sicherzustellen.

Der Fördergeber behält sich das Recht vor, den gegenständlichen Leitfaden im Rahmen der Laufzeit anzupassen und zusätzliche Bedingungen für die Verrechnung nach Kilowattstunde (kWh) zu definieren. Dabei bleibt es den anbietenden Unternehmen unbenommen, neben der Abgabe von Strom nach kWh andere verbrauchsabhängige Preisbestandteile, wie ein Einmalentgelt je Ladevorgang oder eine Abgeltung des „Besetzhaltens“ der Ladesäule in Form einer Parkgebühr oder ähnliches, zu erheben.

Nicht förderfähig sind E-Ladestationen, für die ein gesetzlicher oder behördlicher Auftrag zur Errichtung besteht (siehe auch Leitfaden E-Mobilität für Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine, Jahresprogramm 2021, Klima und Energiefonds).

## **5.2 Fallbeispiel Graz**

### **5.2.1 Ladestandortauswertungen**

In der Stadt Graz gibt es aktuell ca. 60 öffentlich zugängliche Ladestationen (Stand April 2020). Eine Erfassung aller öffentlich zugänglichen Ladestationen ist schwierig, da es keine gesetzliche Meldepflicht für Ladeinfrastruktur gibt. Zur Auswertung der Ladedaten wurden die zwei am besten ausgelasteten Ladestation B und C ausgewertet. Das Überspielen der Daten, das Aufbereiten in einem Excel Tool, die Bereinigung durch die Nutzung von Carsharing am öffentlichen Ladepunkt, die Situation der „Ladeparker“ (parken ohne zu laden), die Ausfälle der Ladepunkte (Laden funktioniert nicht), sowie die oft nicht eindeutige Zuordnung der Ladekarten zu Nutzer:innen erschwert eine Darstellung der tatsächlichen Auslastung, sowie die Anzahl der tatsächlichen Ladevorgänge. Für die beiden Standorte B und C konnten die Daten jedoch bereinigt werden. Sie dienen als Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.

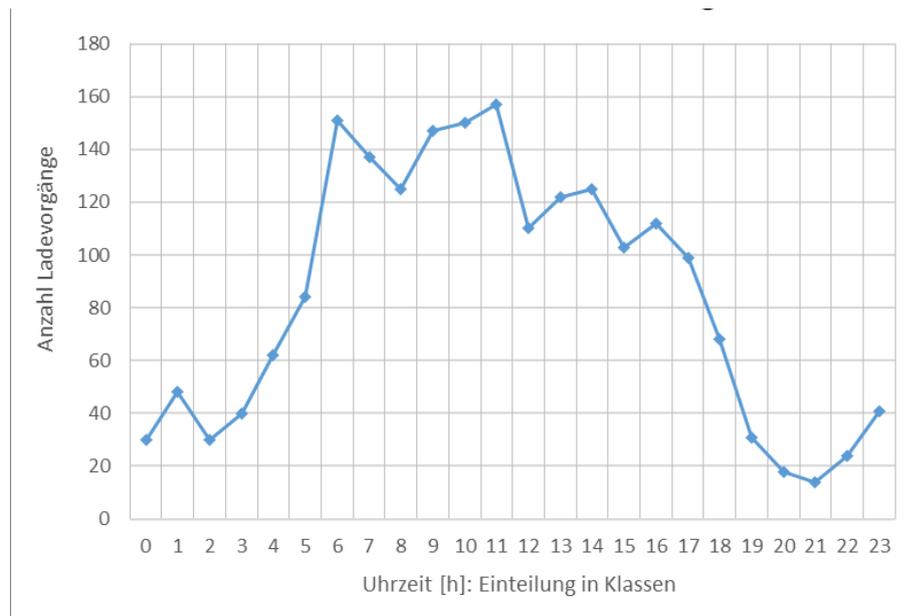


Abbildung 5.2-1: Anzahl der Ladevorgänge 2019 im Tagesverlauf Standort C (Quelle: Grazer Energieagentur)

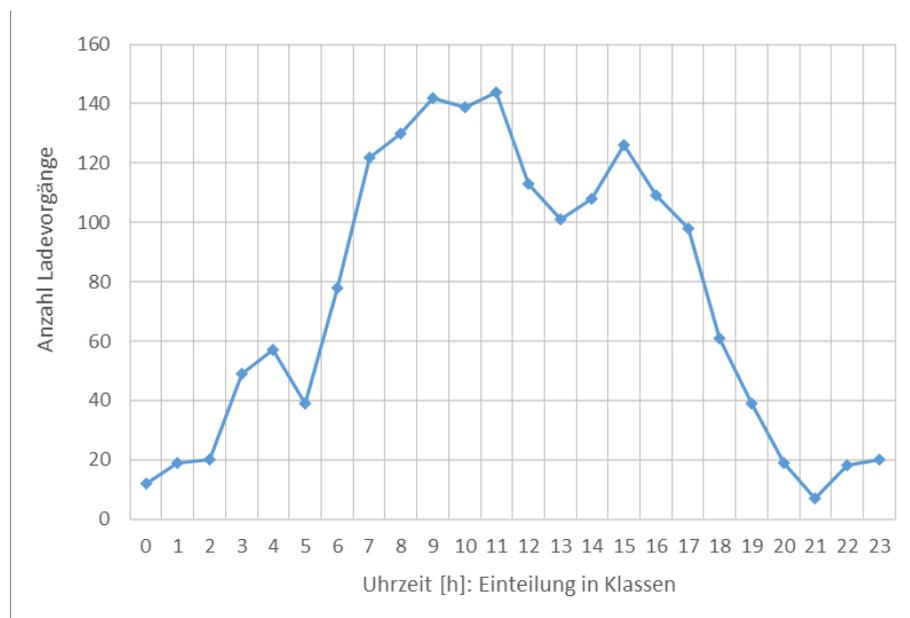


Abbildung 5.2-2: Anzahl der Ladevorgänge 2019 im Tagesverlauf Standort B (Quelle: Grazer Energieagentur)

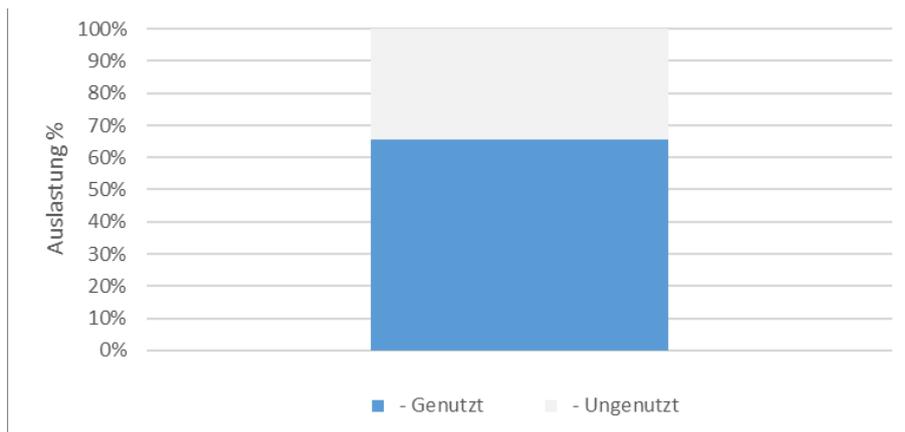


Abbildung 5.2-3: Auslastung der Ladestationen Standort C im Jahr 2019 (Quelle: Grazer Energieagentur)

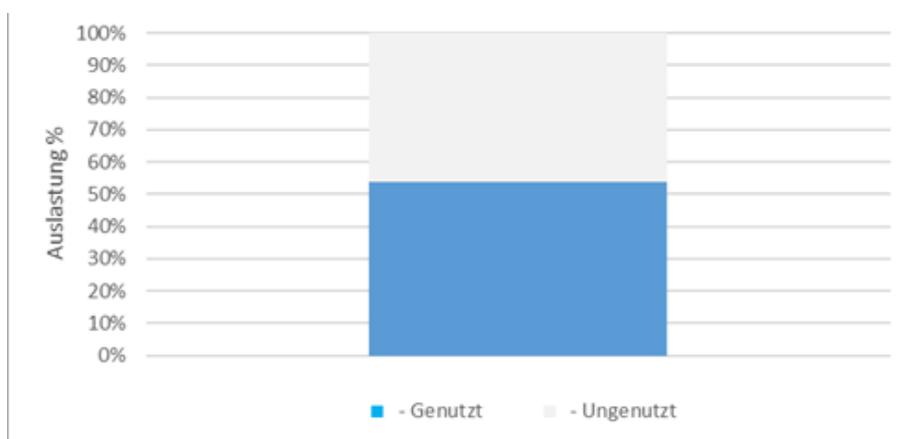


Abbildung 5.2-4: Auslastung der Ladestationen Standort B im Jahr 2019 (Quelle: Grazer Energieagentur)

Es zeigt sich, dass die öffentlich sehr gut zugängliche Ladeinfrastruktur, die laut Datenauswertung der Energie Graz Daten am besten ausgelastet ist, trotzdem nur eine Auslastung von maximal 65% erreicht. Es wird an dieser Stelle auch angemerkt, dass die Analyse der bestehenden Ladeinfrastruktur gezeigt hat, dass die Auslastung der Ladepunkte auch von der Parkraumauslastung in der direkten Umgebung beeinflusst wird. Das bedeutet, dass eine hohe Auslastung des Parkraumes zu einer verstärkten Nutzung der Ladeinfrastruktur auch durch „Falschparker“ führt. Gezielte Maßnahmen gegen „Falschparker“ oder „Dauerlader“, bei denen kein Ladevorgang mehr erfolgt, könnte zu einer höheren Nutzungsauslastung der Ladestationen führen.

### 5.2.2 Tarifgestaltung

Die Energie Graz bietet für Privatpersonen, die mehrheitlich zuhause laden und nur gelegentlich an öffentlich-zugänglichen Ladestationen laden, einen Tarif ohne monatliche Grundgebühr an. Für „Vielfahrer“ wird ein Tarif mit einer Grundgebühr von 50 EUR/Monat (Energie Graz Kunden: 45 EUR/Monat) angeboten. Im Sinne des Fair-Use-Prinzips ist bei diesem Tarif eine Ladeenergiemenge von max. 3.500 kWh pro Jahr inkludiert. Der Tarif ohne Grundgebühr wird auf Basis von Zeit verrechnet. Bei beiden Tarifen ist die max. Ladedauer pro Ladevorgang mit drei Stunden an Normalladestationen und mit einer Stunde an Schnellladestationen, eingeschränkt. Das Tarifsysteem zeichnet sich durch die Übersichtlichkeit und österreichweite, einheitliche Preiszonen (keine Unterscheidung zwischen eigenen Ladestationen oder jenen von anderen Anbietern), aus (Datenquelle: [https://www.energie-graz.at/media/wysiwyg/Ladetarife\\_Elektromobilitaet.pdf](https://www.energie-graz.at/media/wysiwyg/Ladetarife_Elektromobilitaet.pdf), Juli 2020).

### 5.2.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Ladestandorten

Es wurden 3 unterschiedliche Szenarien für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Betreibung einer Ladestation an 3 unterschiedlichen Standorten (A, B, C) mittels Deckungsbeitragsberechnung betrachtet. Für die jeweiligen Berechnungen wurde die Abschreibung der Ladestationen (inkl. Infrastruktur) auf eine Nutzungsdauer von 5 Jahren ausgelegt. Der gesamte Betrachtungszeitraum beträgt indes 10 Jahre. Aufgrund der wirtschaftlich schwierigen Rahmenbedingungen für den Betrieb von Ladestationen und den regional unterschiedlichen Gebühren für die Nutzung von öffentlichem Gut im urbanen Umfeld wurden diese nicht berücksichtigt. Damit ist auch eine übergeordnete Vergleichbarkeit sichergestellt.

Die Standorte wurden aufgrund ihrer zentralen innerstädtischen Lage gewählt. Die dort verfügbaren Ladestationen sind öffentlich zugänglich und unter den E-Auto-Fahrer:innen etabliert. Alle Ladepunkte haben grundsätzlich eine gute, ganzjährige und somit repräsentative Auslastung.

### 5.2.3.1 Szenario 1:

**Annahmen:** Hier wurde ein einheitlicher Tarif von 3,33 ct/min für Kunden von 0-24 Uhr angenommen. Die Auslastung der Ladestationen wurde dabei im Durchschnitt mit 40 % angenommen.

<b>Szenario 1</b> <i>(Most likely case   aktuelle Tarife 3,33 ct/min)</i>				
	Standort A	Standort B	Standort C	Summe/Jahr
<b>Erlöse</b>	EUR/Jahr	EUR/Jahr	EUR/Jahr	Summe/Jahr
aus Ladevorgängen	7.201	8.187	6.312	21.700
<b>Kosten</b>	EUR/Jahr	EUR/Jahr	EUR/Jahr	Summe/Jahr
beinhaltet: Energiekosten, Back-End, Betriebsführung	-5.401	-5.216	-5.071	-15.688
<b>DB 1a (exkl. Investitionen)</b>	<b>1.800</b>	<b>2.971</b>	<b>1.241</b>	<b>6.012</b>
<b>Investitionen</b>				
- Abschreibung	-4.656	-4.656	-8.400	-17.712
<b>DB 1b</b>	<b>-2.856</b>	<b>-1.685</b>	<b>-7.159</b>	<b>-11.700</b>
<b>Entwurf Vorschreibung Nutzungsentgelt</b>				
- Nutzung öffentl. Gut	0	0	0	0
<b>DB 1 (Jahre 1 - 5)</b>	<b>-58.500</b>			
<b>DB 2 (Jahre 6 - 10)</b>	<b>30.060</b>			
<b>DB 1 nach 10 Jahren</b>	<b>-28.440</b>			

#### Auslastung:

Tag/Nacht (0-24 Uhr): 40 %

#### Endkunden Tarife (exkl. Ust.)

Tag/Nacht (0-24 Uhr): 3,33 ct/min

**Schlussfolgerung:** Nach den ersten 5 Jahren ergibt sich ein negativer Deckungsbeitrag. Erst nach den zweiten 5 Jahren wird dieser positiv. In Summe jedoch bleibt der Deckungsbeitrag über 10 Jahre betrachtet negativ.

**Szenario 2:**

**Annahmen:** Auch hier wurde ein einheitlicher Tarif von 3,33 ct/min für von 0-24 Uhr angenommen. Die Auslastung der Ladestationen beträgt dabei 100 %. Dieses Szenario markiert somit den Best Case der Auslastung.

<b>Szenario 2</b> (Best case   aktuelle Tarife 3,33 ct/min)				
	Standort A	Standort B	Standort C	Summe/Jahr
<b>Erlöse</b> aus Ladevorgängen	EUR/Jahr 17.520	EUR/Jahr 17.520	EUR/Jahr 17.520	Summe/Jahr 52.560
<b>Kosten</b> beinhaltet: Energiekosten, Back-End, Betriebsführung	EUR/Jahr -11.233	EUR/Jahr -11.233	EUR/Jahr -11.233	Summe/Jahr -33.699
<b>DB 1a (exkl. Investitionen)</b>	<b>6.287</b>	<b>6.287</b>	<b>6.287</b>	<b>18.861</b>
<b>Investitionen</b>				
- Abschreibung	-4.656	-4.656	-8.400	-17.712
<b>DB 1b</b>	<b>1.631</b>	<b>1.631</b>	<b>-2.113</b>	<b>1.149</b>
<b>Entwurf Vorschreibung Nutzungsentgelt</b>				
- Nutzung öffentl. Gut	0	0	0	0
<b>DB 1 (Jahre 1 - 5)</b>	<b>5.747</b>			
<b>DB 2 (Jahre 6 - 10)</b>	<b>94.307</b>			
<b>DB 1 nach 10 Jahren</b>	<b>100.054</b>			

**Auslastung:**

Tag/Nacht (0-24 Uhr): 100 %

**Endkunden Tarife (exkl. Ust.)**

Tag/Nacht (0-24 Uhr): 3,33 ct/min

**Schlussfolgerung:** Mit einer Vollauslastung lässt sich im Unterschied zu Szenario 1 & 3 auch in den ersten 5 Jahren bereits ein positiver Deckungsbeitrag erreichen. Dieses Szenario markiert demnach eindeutig den Best Case.

**Szenario 3:**

**Annahmen:** Hier wurde ein eigener Nachttarif von 20 Uhr bis 9 Uhr, aufgrund der Gebührenbefreiung (blaue und grüne Zone) im öffentlichen Parkraum, angenommen. Da es sich um einen zeitabhängigen Tarif handelt und die nächtliche Verweildauer an der Ladestation die Ladedauer übersteigt, ist hier eine tarifliche Differenzierung mittels einem günstigeren Nachttarif (0,92 ct/min) abgebildet worden. Tagsüber (9 – 20 Uhr) erhöht sich der Tarif, geringfügig zu den anderen beiden Szenarien, auf 3,75 ct/min. Da es in der Nacht die Möglichkeit gibt, ohne Gebühr in der Innenstadt zu parken, wurde die Auslastung in dieser Zeit mit 70 % angenommen, tagsüber mit 50 %.

<b>Szenario 3</b> (Most likely case   Szenario 2021)				
	Standort A	Standort B	Standort C	Summe/Jahr
<b>Erlöse</b>	EUR/Jahr	EUR/Jahr	EUR/Jahr	Summe/Jahr
aus Ladevorgängen				
Tagtarif	4.517	4.517	4.517	13.551
Nachttarif	2.008	2.008	2.008	6.024
	<b>6.525</b>	<b>6.525</b>	<b>6.525</b>	<b>19.575</b>
<b>Kosten</b>	EUR/Jahr	EUR/Jahr	EUR/Jahr	Summe/Jahr
beinhaltet: Energiekosten, Back-End, Betriebsführung				
	<b>-4.807</b>	<b>-4.807</b>	<b>-4.807</b>	<b>-14.421</b>
<b>DB 1a (exkl. Investitionen)</b>	<b>1.718</b>	<b>1.718</b>	<b>1.718</b>	<b>5.154</b>

**Investitionen**

- Abschreibung	-4.656	-4.656	-8.400	-17.712
<b>DB 1b</b>	<b>-2.938</b>	<b>-2.938</b>	<b>-6.682</b>	<b>-12.558</b>

**Entwurf Vorschreibung Nutzungsentgelt**

- Nutzung öffentl. Gut	0	0	0	0
<b>DB 1 (Jahre 1 - 5)</b>	<b>-62.797</b>			
<b>DB 2 (Jahre 6 - 10)</b>	<b>25.763</b>			

<b>DB 1 nach 10 Jahren</b>	<b>-37.034</b>			
----------------------------	----------------	--	--	--

**Auslastung:**

Tag (9-20 Uhr): 50 %

Nacht (20-9 Uhr): 70 %

**Endkunden Tarife (exkl. Ust.):**

Tag (9-20 Uhr): 3,75 ct/min

Nacht (20-9 Uhr): 0,92 ct/min

**Schlussfolgerung:** Nach den ersten 5 Jahren ergibt sich ein negativer Deckungsbeitrag. Erst nach den zweiten 5 Jahren wird dieser positiv. In Summe jedoch bleibt der Deckungsbeitrag über 10 Jahre betrachtet negativ.

Grundsätzlich zeigte sich, dass nur das Szenario 2 bei einer Vollauslastung innerhalb von 5 Jahren einen positiven Deckungsbetrag liefert. Auch bei einer Durchrechnungsdauer von 10 Jahren ergibt sich für die Szenarien 1 und 3 ein negativer Deckungsbetrag. Daras kann abgeleitet werden, dass die Tarifstrukturen adaptiert werden müssen, oder die öffentliche Hand hier korrektiv eingreifen muss, um eine zukünftige ausgewogene Versorgungssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer garantieren zu können.

## 5.3 Elektrizitätsnetze

### 5.3.1 Grundlegendes zur Prüfung von Netzkapazitäten

Aufgrund der gesetzlich vorgeschriebenen Strommarktliberalisierung („Unbundling“) in Österreich, die die Trennung von Stromnetzbetreiber (Übertragungs- und Verteilernetze) und Stromversorger (Erzeugung, Vertrieb, Handel von Strom) vorschreibt, wird gewährleistet, dass jeder Kunde seinen Energielieferanten frei wählen kann. Aus diesem Grund besitzt der Vertrieb der Energie Graz keinen Zugang zu Informationen über verfügbare Netzkapazitäten. Um Auskunft über die verfügbaren Netzleistungen an bestimmten Standorten zu erhalten, muss jeweils direkt beim Netzversorger angefragt werden.

### 5.3.2 Allgemeine Vorgehensweise zur Errichtung von Standorten

Sobald ein neuer Standort gefunden wurde, werden seitens der Energie Graz die technischen (Prüfung der Anschlussleistung, Position des Einspeisepunkts), organisatorischen (Konzeption, Standortdesign) und wirtschaftlichen (DB-Berechnung, Kalkulation, Budgetprüfung) Rahmenbedingungen sowie die Eigentumsverhältnisse des vorliegenden Standorts abgeklärt. Nachdem allfällig notwendige behördliche Genehmigungen (z.B. beim Bauamt) eingeholt wurden, wird der Netzzugang im jeweiligen Verteilnetz beantragt. Mittels diesen Antrags prüft anschließend der Netzbetreiber die verfügbaren Leistungen am angegebenen Standort. Sofern diese positiv beurteilt werden können, wird die Anlage umgesetzt.

### 5.3.3 Netzausbau aufgrund E-Mobilität

Neu geplante Ladeinfrastruktur mit einer größeren Zahl an Ladepunkten an einem Standort sind derzeit nicht so zahlreich, sodass individuell eine Netzberechnung für den betroffenen Netzabschnitt durchgeführt werden muss. Aktuell wird an einer Simulation des gesamten Niederspannungsnetzes gearbeitet. Ziel ist es in der Simulation verschiedene Szenarien der steigenden Durchdringung mit E-Mobilität zu betrachten und so bereits vorab Engpässe im Netz und den Ausbaubedarf zu ermitteln.

In einem Vorprojekt zur Simulationsstudie wurde bereits eine Näherungsrechnung durchgeführt, die den Investitionsaufwand bei einer steigenden Durchdringung mit E-Mobilität abschätzt. Dabei wurde jeweils von einer Durchdringung von 10 % und 30 % an E-Fahrzeugen bei einer maximalen Ladeleistung von 11 kW ausgegangen. Ergebnis dieser Betrachtung war, dass bereits bei 10 % mit Investitionskosten im Verteilnetz zu rechnen ist, welche die Regelinvestitionen überschreiten. Verschiedene Maßnahmen können gesetzt werden, um die Kosten für den Netzausbau infolge von E-Mobilität zu senken. Eine dauerhafte oder tageszeitabhängige Leistungsbegrenzung von privaten Ladestationen, intelligentes Lademanagement von mehreren Ladepunkten, aber auch integrierte netzdienliche Regelstrategien (Q(U)-/P(U)-Regelung) wären hier vorstellbar.

## 5.4 Definition der signifikanten Entscheidungsgrößen/Hauptkriterien - Wirtschaftlichkeit und Elektrizitätsnetze

Folgende Kriterien sollen in das Bewertungstool eingebunden werden:

- **Kriterium: Fördermöglichkeiten**  
Mögliche Förderungen für die Infrastrukturerstellung sollten geprüft werden. Gibt es Möglichkeiten für bestimmte Standorte Förderungen zu lukrieren, kann die Wirtschaftlichkeit stark erhöht werden, z.B. durch die Bundesförderung für die Errichtung öffentlicher E-Ladestationen.
- **Kriterium: Bauliche Maßnahmen**  
Sämtliche bauliche Maßnahmen zur Errichtung der Ladestation, inkl. ggf. erforderlicher Leitungslegung sowie Grabungs- und Öffnungsarbeiten. Wesentlicher Kostenbestandteil ist die Entfernung zwischen der Ladestation und der nächstgelegenen Trafostation bzw. des möglichen Zählpunkts. Je größer die Entfernung ist, desto mehr Grabungsarbeiten sind notwendig. Insbesondere im städtischen Bereich sind Flächen häufig versiegelt, dadurch erhöhen sich die Grabungskosten noch weiter. Die Höhe der Kosten für die Grabungen belaufen sich häufig auf ein Drittel der Gesamtinvestitionskosten. Daher sind Grabungsarbeiten über 100 m (Entfernung Trafo) im Regelfall sehr aufwendig und wirtschaftlich schwer vertretbar.
- **Kriterium: Stromnetz**  
Der Netzbetreiber prüft den Netzanschluss am möglichen Standort. Muss der Netzanschluss verstärkt werden kommt es zu zusätzlichen Kosten oder eventuell sogar zur Nicht-Durchführbarkeit. Die Netzprüfung ist daher wichtig für die Standortentscheidung. Einmalig fallen Netzzutrittsentgelt und Netzbereitstellungsentgelt bei der Errichtung an. Darüber hinaus fallen im Zuge der Energielieferung laufende Netzgebühren an.
- **Kriterium: Wirtschaftlichkeit**  
Für die Standortentscheidung kann als Wirtschaftlichkeitsindikator der Deckungsbeitrag im Zeitverlauf bei 100% Auslastung herangezogen werden. Der Deckungsbeitrag wird in der Kostenrechnung berechnet, indem von den Erlösen (Tarifgestaltung/Abrechnungsmodelle) die variablen Kosten (Wartung, Instandhaltung, Betrieb) abgezogen werden.

## 6 MULTIKRITERIELLE ENTSCHEIDUNGSANALYSE (MCDA)

### 6.1 Vorgangsweise und Methode

Die Multi Criteria Decision Analysis (MCDA), in Deutsch multikriterielle Entscheidungsanalyse, ist ein Verfahren zur Analyse von Entscheidungs- oder Handlungsmöglichkeiten im Rahmen der Standortentscheidung. Die unterschiedlichen Verfahren der MCDA zeichnen sich dadurch aus, dass sie kein einzelnes übergeordnetes Kriterium, sondern eine Vielzahl unterschiedlicher Kriterien nutzen, um Optionen oder Alternativen für die Entscheidungsfindung aufzubereiten.

Die Errichtung von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum bringt viele planerische und technische Anforderungen mit sich. In den Arbeitspaketen wurden die Indikatoren für die MCDA-Analyse erarbeitet. Es wurde eine Kategorisierung für die Standortentscheidung erstellt und die den Kategorien zugeordneten Indikatoren wurden aufbereitet.

Es wurde ein Excel-Tool erarbeitet, um die MCDA-Analyse durchzuführen. Die Kriterien und Indikatoren, sowie die Gewichtung und Priorisierung für die Entscheidungsanalyse mussten so erarbeitet werden, dass das Tool für größere und kleinere Kommunen anwendbar ist. Im Zuge der Toolerstellung hat sich die Problematik ergeben, das Tool leicht anwendbar zu machen, eine nachvollziehbare Bewertung der Standorte zu ermöglichen, aber auch nicht zu viel „subjektive Bewertung“ durch die Kommunen zuzulassen, da Anwender:innen bei direkten Vorgaben und Bewertungsgrenzen für einzelne Indikatoren alle Varianten genau darstellen und definieren müssten.

Werden die Indikatoren mit sehr vielen direkten Vorgaben und Bewertungsgrenzen dargestellt z.B. gesicherte lokale Zu- und Abfahrt bedeutet: Lage an Sammelstraße mit zweistreifigen Fahrbahn im Gegenverkehr und einem DTV zwischen 1.750 und 3.750 Kfz/24h; zulässige Geschwindigkeit zw. 30 und 50km/h), dann wird zwar die Gefahr der „subjektiven Bewertung“ verringert, das Tool wird aber sehr kompliziert und in seiner Anwendbarkeit für die Kommune eingeschränkt, da alle Varianten genau dargestellt und definiert werden müssen. Falls die Kombination der Bewertungsfaktoren nicht zutrifft, kann die Kommune keine Bewertung vornehmen (z.B. DTV höher oder keine Zählung vorhanden).

Das MCDA-Tool wurde an drei Standorten der Stadt Graz getestet. Die Standorte sollten dabei eine große Bandbreite hinsichtlich des Kriterienkataloges aufweisen und in unterschiedlichen Stadtquartieren liegen. Dadurch konnte überprüft werden, ob das entwickelte Tool die einzelnen Gegebenheiten berücksichtigt und eine Priorisierung der Standorte richtig vornimmt. Um die Aussagekraft der Ergebnisse zu validieren, wurden drei Standorte aus dem bestehenden tim (<https://www.tim-oesterreich.at/graz/>) Netzwerkes der Holding Graz ausgewählt. Dadurch bestand die Möglichkeit, die Bewertung anhand von Nutzungsdaten dieser Standorte zu überprüfen. In der Auswahl wurde darauf geachtet, dass sich die Standorte hinsichtlich ihrer Lage bestmöglich differenzieren.

### 6.2 Entwicklung des MCDA-Tools

Die Ergebnisse aus den Erarbeitungen in den Arbeitspaketen des Projekts wurden in das MCDA-Tool eingebaut.

#### 6.2.1 Kategorien für die Standortbewertung

Es wurden verschiedene Kategorien für die Standortbewertung definiert:

- **Aktivitätsmuster**

Aktivitätsmuster von Verkehrsteilnehmer:innen sind ein wichtiges Merkmal zur Bestimmung des Potenzials von Orten für Ladevorgänge. Alltagsroutinen entlang bestimmter Wegstrecken und Tageszeiten fließen hier ein. Insbesondere Frauen weisen komplexe Wegeketten und eine straffe Zeitplanung auf; je kürzer, räumlich enger begrenzt und variabel die Aufenthalte an öffentlichen Orten sind, desto stärker sind die möglichen Intervalle für Ladevorgänge eingeschränkt.

- **Öffentlicher Raum**

Flächenangebot/-erfordernis hinsichtlich der technischen Eigenschaften (Stellplatz) und Nutzer:innen-Bedürfnisse (Zusatzflächen); Eigenschaften des öffentlichen Raums in der unmittelbaren Umgebung (Ausstattung, Verkehrssicherheit, Sicherheit vor Kriminalität)

- **Verkehrsnetze**

Verkehrsnetze: Anbindung an intermodale Umsteigeoptionen (Entfernung, Direktheit, Vernetzung, Barrierefreiheit, Komfort). Dichte an umliegenden privaten Ladestationen

- **Wirtschaftlichkeit**

Höhe der zu erwartenden Errichtungskosten (Anlage, Netzgebühren, Grabungskosten) je nach Ladestation. Erwartete Auslastung/Attraktivität bzw. Repräsentativität der Lage, Wahrnehmbarkeit für potenzielle Nutzer:innen

- **Stromnetze**

Verfügbare Kapazitäten und Verteilerpunkte

## **6.2.2 Erarbeitung und Definition der Kriterien**

Nach einer Analyse aller Einflussfaktoren in den Arbeitspaketen wurden die relevanten Kriterien für die gendergerechte Standortentscheidung in den Kategorien ausgearbeitet. Es wird zwischen Ausschlusskriterien, Hauptkriterien und Zusatzkriterien unterschieden.

### **6.2.2.1 Definition der Ausschlusskriterien**

Ausschlusskriterien wurden definiert, um die Kommunen auf wichtige Hindernisse bei der Standortauswahl hinzuweisen. Nach Beantwortung der untenstehenden Fragestellungen zu den Ausschlusskriterien, muss eine Abwägung erfolgen, ob die Umsetzung der Ladepunkte sinnvoll und möglich ist. Sollte einer der Ausschlusskriterien mit einem „Nein“ beantwortet werden, muss geklärt werden, ob es sinnvoll ist diesen Standort in die Standortanalyse miteinzubeziehen.

- **Straßenbehördliche/Städtebauliche Vorgaben**

Die Kommune muss sich darüber klar sein, dass alle rechtlichen Vorgaben für den Standort erfüllt sind. Die prinzipielle Standorteignung muss in Abstimmung mit den städtischen Planungsabteilungen und der Straßenbehörde, dem Straßenamt, als Verwalterin des öffentlichen Gutes, erfolgen

- **Bauliche und Technische Eignung**

Es muss mit dem Netzbetreiber geklärt werden, ob es überhaupt die technische Voraussetzung für die Errichtung eines Standortes in diesem Bereich gibt. Reicht die Netzkapazität aus, um die gewünschte Anzahl an Ladepunkten zu errichten? Ist eine Aufschließung notwendig und sinnvoll (Entfernung zum Trafo)? Sind Umgestaltungsmaßnahmen (z.B. Gehsteigverbreiterung) notwendig, um Baugenehmigung zu erhalten?

- **Spezielle Schutznormen (z.B. Denkmalschutz)**

Gibt es Schutznormen, die die relevante Fläche betreffen und eine gesonderte Abstimmung/Verlängerung der Planungsphase mit sich ziehen? Müssen spezielle Ausführungscharakteristika aufgrund von speziellen Schutznormen beachtet werden?

Neben Vorgaben der Behörde und spezielle Schutznormen (Grünflächen, Denkmalschutz etc.) spielt auch das Problem des verfügbaren Platzes bei der Errichtung der Ladeinfrastruktur eine Rolle. Der öffentliche Raum bietet nur bedingt Platz für die Errichtung von Ladeinfrastruktur. So ist es in den Gründerzeitvierteln nur bedingt möglich Ladeinfrastruktur im benötigten Ausmaß zu schaffen.

### 6.2.2.2 Hauptkriterien

Ladeinfrastruktur soll gut erkennbar, attraktiv gestaltet und benutzer:innenfreundlich ausgestattet sein. Dabei ist auf die Verträglichkeit mit dem Stadtbild und auf die Funktionalität des öffentlichen Raumes Rücksicht zu nehmen. Durch die erarbeiteten Inhalte in den verschiedenen Arbeitspaketen konnten folgenden Hauptkriterien für die Standortanalyse in den Kategorien festgelegt werden:

#### **Hauptkriterien: Aktivitätsmuster und soziale Segregation**

- **Siedlungs- und Standortstruktur**

Die Siedlungs- und Standortstruktur ist wichtig für die zukünftige Entscheidung von Ladeinfrastruktur. Die Siedlungsdichte spielt eine entscheidende Rolle auch bezüglich der zukünftigen Auslastung der Ladestation (Wirtschaftlichkeit). Es sollte bei der Gewichtung zusätzlich auf die Entwicklungspotentiale geachtet werden, also eine eventuelle Erhöhung der Siedlungsdichte in Zukunft.

- **Vorhandene Ladeinfrastruktur**

Die Abklärung der bereits bestehenden Ladeinfrastruktur ist notwendig, um den Bedarf an Ladeinfrastruktur in der Analyse zu berücksichtigen. Wobei bei der Berücksichtigung der privaten Ladeinfrastruktur die Datenerhebung schwierig ist. Die Potentiale im privaten Bereich sind aber mitzudenken, da sie den Bedarf von Ladeinfrastruktur im öffentlich zugänglichen Bereich entsprechend reduzieren. Privates Laden ist in vielen Bereichen aufgrund baulicher Gegebenheiten gut möglich (z.B. in Einfamilienhausbereichen, Garagen von neu errichteten Mehrparteienhäusern und Wohnsiedlungen). Dagegen sind Ladeanschlüsse im Mehrfamilienhaus- und Wohnanlagen-Bereich, insbesondere im Bestand und in Quartieren mit hoher Dichte (z.B. in Gründerzeitvierteln) schwieriger umzusetzen.

- **POI- Points of Interest**

Unter Points of Interest versteht man die Aufenthaltsmöglichkeiten, Einkaufen, Erledigungen (Café, Tankstellenshop, Fast Food Restaurants, Supermärkte, etc.) und beheizte Aufenthaltsmöglichkeiten, wie Bahnhof, Rastplatz, Hotel, Ämter, Krankenhaus. Aus den Ergebnissen in Kap. 3 zeigt sich, dass Frauen, sowie einkommensschwächere Personen eine geringere Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer zum Laden als Männer und einkommensstärkere Personen zeigen. In Kap. 2 wurde deutlich, dass E-Fahrer:innen das Laden gerne mit ihren alltäglichen Mobilitätsrouten und -aktivitäten verbinden. Hierbei ist deshalb auf eine diverse Auswahl von POIs zu achten, damit alle Bedürfnisse gedeckt werden. Während des verlängerten Ladens wird es wichtig, dass sich die Aktivitäten verstärkt hin zur Aktivität „Freizeit“ (Kaffee trinken, einkaufen, bummeln, ...) oder Sorgearbeit (Pflegeheim-Besuch, Ärzt:innenzentren) verschieben. Deshalb ist es wichtig die Points of Interest als Hauptkriterium in die Standortanalyse miteinzubeziehen.

## Hauptkriterien: Öffentlicher Raum und Verkehrsnetze

### • Erreichbarkeit des Standorts

Ein guter Verkehrsanschluss ist notwendig, um die Erreichbarkeit für die Nutzer:innen zu gewährleisten. Einerseits gilt dies für die Anreise mit dem E-Kfz, andererseits gilt dies für den Fall, dass von der Ladestation aus andere Aufenthaltsorte erreicht werden sollen - d.h. die Ladestation stellt demgemäß nur ein Etappenziel dar, nicht aber das eigentliche Ziel. Das Kriterium Erreichbarkeit wird umso bedeutender, je geringer die Anzahl der POIs im unmittelbaren Umfeld und gleichzeitig je unattraktiver die Ausstattung des Umfelds des Standortes sind.

### • Befahrbarkeit der Ladestation

Einfache Zu- und Abfahrten zur Ladestation sind wichtig, um keine Hemmnisse und Barrieren aufzubauen. Sind Zu- und Abfahrten schwierig zu bewältigen, wird der Standortpotential herabgesetzt. Zu Berücksichtigung sind Punkte wie:

- Straßentyp (Hauptverkehrsstraße, Sammel- und Erschließungsstraßen)
- Verkehrsaufkommen
- zulässige Höchstgeschwindigkeit
- Erschließung der Ladestation (einseitig, mehrseitig)

### • Erkennbarkeit

Die Erkennbarkeit, also die Sichtbarkeit des Standortes ist wichtig, um die Nutzer:innen auf die Ladeinfrastruktur aufmerksam zu machen. Folgende Punkte sollten bei der Beurteilung der Erkennbarkeit berücksichtigt werden:

- Erkennbarkeit vom Straßennetz aus
- Möglichkeiten der Markierung/Hinweistafeln
- Wegweisesystem möglich
- E-Ladestation-Umgebungsplan (leicht auffindbar und verständlich)

### • Platzangebot

Beim Platzangebot geht es um den Platz rund um die Ladestation, desto größer das Platzangebot desto besser ist die Gestaltbarkeit der Ladeinfrastruktur. Folgende Punkte sollten beachtet werden:

- Mögliche Gestaltung/Anordnung Stellfläche
  - Längsparken
  - Schrägparken
  - Senkrechtparken
- Aktionsraum (Platzangebot um die Ladestation)
- Positionierung Ladesäule (gut zugänglich für alle Ladetypen)

## Hauptkriterien: Wirtschaftlichkeit und Elektrizitätsnetze

- **Fördermöglichkeiten**

Mögliche Förderungen für die Infrastrukturerstellung sollten geprüft werden. Es kann sein, dass die Fördermöglichkeit standortabhängig ist (z.B. überregionale Anknüpfung des Standorts, Multimodale Knoten etc.). Gibt es Möglichkeiten für bestimmte Standorte Förderungen zu lukrieren, kann die Wirtschaftlichkeit stark erhöht werden.

- **Bauliche Maßnahmen**

Sämtliche bauliche Maßnahmen zur Errichtung der Ladestation, inkl. ggf. erforderlicher Leitungslegung sowie Grabungs- und Öffnungsarbeiten. Wesentlicher Kostenbestandteil ist die Entfernung zwischen der Ladestation und der nächstgelegenen Trafostation bzw. des möglichen Zählpunkts.

- **Stromnetz**

Um Auskunft über die verfügbaren Netzleistungen an bestimmten Standorten zu erhalten, muss jeweils direkt beim Netzversorger angefragt werden. Hier ist darauf zu achten, ob ein zukünftiger Ausbau der Ladeinfrastruktur (zusätzliche Ladesäulen) angedacht ist.

- **Wirtschaftlichkeit**

Für die Standortentscheidung kann als Wirtschaftlichkeitsindikator der Deckungsbeitrag (DB) im Zeitverlauf bei 100% Auslastung herangezogen werden. Der DB wird in der Kostenrechnung berechnet, indem von den Erlösen die variablen Kosten abgezogen werden. Um die Investitions- und Anschlusskosten in die Berechnung miteinzubeziehen, wird die Amortisationsdauer als Indikator für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung herangezogen.

## Zusatzkriterien: Attraktivität

Neben den Hauptkriterien wurden aus der Erarbeitung der Inhalte in den APs Zusatzkriterien definiert. Diese sind zwar nicht Standortentscheidend, können aber die Attraktivität des Standorts steigern.

- Überdachung
- Winterdienst
- Beleuchtung (Sicherheitsaspekt)
- Synergien mit bestehenden Bestrebungen
- Multimodale Anknüpfungspunkte
- Verweilmöglichkeit (Parkbank)

### 6.2.3 Bewertung/Gewichtung der Indikatoren

Um die Indikatoren in der Analyse bewerten zu können wurden verschiedene Gewichtungssysteme herangezogen um eine Priorisierung der Standorte vornehmen zu können. Um die Bewertung einfach und übersichtlich zu gestalten wurden die wichtigsten Faktoren in die Bewertungsmatrix aufgenommen. Es musste darauf geachtet werden, dass alle Faktoren für unterschiedliche Kommunen (Größe, Siedlungsdichte etc.) bewertet werden können.

#### 6.2.3.1 Bewertung: Ausschlusskriterien

Die Ausschlusskriterien wurden in die Bewertung mit einer einfachen „Ja/Nein Variante“ aufgenommen. Dies soll der Kommune sofort zeigen, welche Ausschlusskriterien bestehen, um eine Entscheidung treffen zu können, ob der Standort überhaupt in die Bewertung mit aufgenommen werden soll.

Tabelle 6.2-1: Ausprägung (Bewertung) der Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien	Ja/Nein Variante
Straßenbehördliche/Städtebauliche Vorgaben Die Kommune muss sich darüber klar sein, dass alle rechtlichen Vorgaben für den Standort erfüllt sind. Die prinzipielle Standorteignung muss in Abstimmung mit den städtischen Planungsabteilungen und der Straßenbehörde, dem Straßenamt, als VerwalterIn des öffentlichen Gutes, erfolgen.	Sind erfüllt
	Sind nicht erfüllt
Bauliche und Technische Eignung Es muss mit dem Netzbetreiber geklärt werden, ob es überhaupt die technische Voraussetzung für die Errichtung eines Standortes in diesem Bereich gibt. Reicht die Netzkapazität aus, um die gewünschte Anzahl an Ladepunkten zu errichten? Ist eine Aufschließung notwendig und sinnvoll (Entfernung zum Trafo)? Sind Umgestaltungsmaßnahmen (z.B. Gehsteigverbreiterung) notwendig, um Baugenehmigung zu erhalten?	Flächen sind geeignet
	Flächen sind nicht geeignet
Spezielle Schutznormen (z.B. Denkmalschutz) Gibt es Schutznormen, die die relevante Fläche betreffen und eine gesonderte Abstimmung/Verlängerung der Planungsphase mit sich ziehen? Müssen spezielle Ausführungscharakteristika aufgrund von speziellen Schutznormen beachtet werden? Vorgaben der Behörde und spezielle Schutznormen (Grünflächen, Denkmalschutz etc.). Auch das Problem des verfügbaren Platzes spielt bei der Errichtung der Ladeinfrastruktur eine Rolle. Der öffentliche Raum bietet nur bedingt Platz für die Errichtung von Ladeinfrastruktur. So ist es in den Gründerzeitvierteln nur bedingt möglich Ladeinfrastruktur im benötigten Ausmaß zu schaffen.	Sind eingehalten
	Sind nicht eingehalten

### 6.2.3.2 Bewertung: Hauptkriterien

Bei den Hauptkriterien wurde im Bewertungsschema Punkte vergeben, um eine Priorisierung vorzunehmen und die Standorte vergleichbar zu machen. Die Hauptkriterien wurden in drei Kategorien zusammengefasst, um eine zusätzliche Gewichtung der Kriterien für die Kommunen so flexibel wie möglich zu gestalten, damit allen Kommunen die Möglichkeit gegeben wird, auf ihre individuelle Situation Rücksicht zu nehmen. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Kap. 5 zeigt, dass öffentliche Ladeinfrastruktur zurzeit nicht wirtschaftlich errichtet werden kann. Um die Wirtschaftlichkeit in der zukünftigen Standortentscheidung extra betrachten zu können, wurde diese Kategorie im Tool separat angeführt. Denn der Ausbau der Ladeinfrastruktur kann nicht nur von rein wirtschaftlichen Faktoren aus betrachtet werden, sondern liegt auch im Verantwortungsbereich der Kommune zur Erfüllung von klimapolitischen Zielen oder Bereitstellung eines fairen Mobilitätszugangs für alle.

1. **Hauptkategorie:** Aktivitätsmuster/soziale Segregation/Öffentlicher Raum/Verkehrsnetze
2. **Hauptkategorie:** Wirtschaftlichkeit/Netze
3. **Kategorie:** Zusatzkriterien

**Tabelle 6.2-2: Hauptkriterien und deren Ausprägung (Bewertung)**

Hauptkriterien	Punktevergabe
<b>Siedlungs- und Standortstruktur-</b> Die Siedlungs- und Standortstruktur ist wichtig für die zukünftige Entscheidung von Ladeinfrastruktur. Die Siedlungsdichte spielt eine entscheidende Rolle auch bezüglich der zukünftigen Auslastung der Ladestation (Wirtschaftlichkeit). Es sollte bei der Gewichtung zusätzlich auf die Entwicklungspotentiale geachtet werden, also eine eventuelle Erhöhung der Siedlungsdichte in Zukunft. Um auf die unterschiedlichen Strukturen und Größen der Kommunen eingehen zu können, werden keine Kennzahlen für die Siedlungsdichte zur Punktevergabe hinterlegt, da die Siedlungsdichte regional sehr unterschiedlich ist.	1 Punkt - geringe Siedlungsdichte
	2 Punkte - mittlere Siedlungsdichte
	3 Punkte - hohe Siedlungsdichte
	4 Punkte - sehr hohe Siedlungsdichte
	0 Punkte - keine Angabe
<b>Vorhandene Ladeinfrastruktur</b> Die Abklärung der bereits bestehenden Ladeinfrastruktur ist notwendig um dem Bedarf an Ladeinfrastruktur in der Analyse zu berücksichtigen. Wobei bei der Berücksichtigung der privaten Ladeinfrastruktur die Datenerhebung schwierig ist, die Potentiale im privaten Bereich sind aber mitzudenken, da sie den Bedarf von Ladeinfrastruktur im öffentlich zugänglichen Bereich entsprechend reduzieren. Privates Laden ist in vielen Bereichen aufgrund baulicher Gegebenheiten gut möglich (z.B. in Einfamilienhausbereichen, Garagen von neu errichteten Mehrparteienhäusern und Wohnsiedlungen). Dagegen ist das Laden im Mehrfamilienhaus- und Wohnanlagen-Bereich, insbesondere im Bestand und in	1 Punkte - ausreichende öffentliche Ladeinfrastruktur vorhanden
	2 Punkte - geringe private und öffentliche Ladeinfrastruktur vorhanden
	3 Punkte - geringe private Ladeinfrastruktur vorhanden
	4 Punkt - keine Ladeinfrastruktur vorhanden
	0 Punkte - keine Angabe

Hauptkriterien	Punktevergabe
<p>Quartieren mit hoher Dichte (z.B. in Gründerzeitvierteln) schwieriger umzusetzen.</p>	
<p><b>POI- Points of Interest</b></p> <p>Für die Bewertung der Points of Interest in der fußläufigen Umgebung eines potenziellen Standortes ist der Einzugsbereich von max. rund 500 Metern zu Fuß heranzuziehen (entsprechend Einzugsbereich von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs). Das entspricht einer Wegedauer von rund 5 – 7 Minuten. Points of Interest in diesem Einzugsbereich, befinden sind für Nutzer:innen von Ladestationen in einer zumutbaren Entfernung.</p> <p>Points of Interest im Einzugsbereich von potenziellen Standorten sind zu gliedern in 2 Gruppen, die jeweils mehrere Kategorien von POIs zusammenfassen:</p> <p>Gruppe 1: POIs als Ziele von alltäglichen Wegen</p> <p>Kategorie 1.1: Ziele mit dem Wegezweck „Einkaufen“ (Supermarkt, Drogerie, etc.)</p> <p>Kategorie 1.2: Ziele mit dem Wegezweck „Erledigungen“ (Amt, Post, etc.)</p> <p>Kategorie 1.3: Ziele mit dem Wegezweck „Freizeit“ (Sportstätten, Museum, Kino, etc.)</p> <p>Gruppe 2: POIs als Aufenthaltsmöglichkeit während der Tätigkeit „Laden des E-Fahrzeugs“</p> <p>Kategorie 2.1: Aufenthalt in Konsumzone (Cafe, Restaurant, etc.)</p> <p>Kategorie 2.2: Aufenthalt in Zone ohne Konsumzwang (Sitzmöbel im öffentlichen Raum, Park, Platz, öffentliches WC, etc.)</p> <p>Die Bewertung von potenziellen Standorten sieht vor, dass idealerweise von jeder der oben genannten Kategorien mindestens 1 POI im Einzugsbereich gegeben ist. Eine geringere Anzahl an POIs wirkt sich auf die zu vergebende Punktezahl aus.</p>	<p>1 Punkt - min. 1 POI aus einer Kategorie (n=1)</p> <p>2 Punkte - jeweils min. 1 POI jeder Gruppe (n=2)</p> <p>3 Punkte - jeweils min. 1 POI jeder Kategorie (n=5)</p> <p>0 Punkte - keine Angabe, keine POIs vorhanden</p>
<p><b>Erreichbarkeit</b></p> <p>Das Kriterium Erreichbarkeit wird umso bedeutender, je geringer die Anzahl der POIs im unmittelbaren Umfeld und gleichzeitig je unattraktiver die Ausstattung des Umfelds des Standortes sind. Dabei sollten verschiedenen Punkte berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pkw-Erreichbarkeit der Station von übergeordnetem Straßennetz</li> <li>• ÖV-Angebot</li> <li>• Radverleihangebot</li> </ul>	<p>1 Punkt – schwierige Erreichbarkeit: Anreisezeit zw. 20 und 30min bzw. geringes Angebot für Weiterfahrt (ÖV, Rad, Taxi)</p> <p>2 Punkte – mittlere Erreichbarkeit: Anreisezeit zw. 10 und 20min. bzw. ausreichendes Angebot für Weiterfahrt (ÖV, Rad, Taxi)</p> <p>3 Punkte – gute Erreichbarkeit: Anreisezeit zw. 5 und 10min bzw. gutes Angebot für Weiterfahrt (ÖV, Rad, Taxi)</p>

Hauptkriterien	Punktevergabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxi-Angebot, etc.</li> </ul> <p>Quantitative Angaben je Beurteilungsgröße sind als Orientierungsgröße zu verstehen, die entsprechend angepasst werden können. Die einzelnen Beurteilungsgrößen ergänzen sich und schließen sich gegenseitig nicht aus. Im Fokus der Beurteilung sollte das Zusammenwirken der einzelnen Angebote stehen. Grundsätzlich sind gut erreichbare Standorte (Anfahrt), die mit Angeboten ausgestattet sind, von denen eine Weiterfahrt gut möglich ist, mit einer höheren Punktzahl zu bewerten als Standorte, die schlecht erreichbar sind und an denen keine Angebote zur Weiterfahrt vorhanden sind. Vorrangig ist die Erreichbarkeit über das Straßennetz.</p>	<p>4 Punkte – sehr gute Erreichbarkeit: Anreisezeit unter 5min bzw. sehr gutes Angebot für Weiterfahrt (ÖV, Rad, Taxi)</p> <p>0 Punkte – keine Angabe</p>
<p><b>Befahrbarkeit</b></p> <p>Einfache Zu- und Abfahrt sind wichtig, um keine Hemmnisse und Barrieren aufzubauen. Sind Zu- und Abfahrten schwierig zu bewältigen, wird der Standortpotential herabgesetzt. Zu berücksichtigen sind Punkte wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßentyp (Hauptverkehrsstraße, Sammel- und Erschließungsstraßen)</li> <li>• Verkehrsaufkommen)</li> <li>• zulässige Höchstgeschwindigkeit</li> </ul> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schwierige lokale Zu- und Abfahrt: Lage an Hauptverkehrsstraße mit zweistreifiger Fahrbahn im Gegenverkehr, zulässige Geschwindigkeit zw. 50 und 60 km/h</li> <li>• gesicherte lokale Zu- und Abfahrt: Lage an Sammelstraße mit zweistreifigen Fahrbahn im Gegenverkehr; zulässige Geschwindigkeit 50 km/h</li> <li>• einfache/leichte lokale Zu- und Abfahrt ist vorhanden: Lage an Sammelstraße mit zweistreifigen Fahrbahn im Gegenverkehr; zulässige Geschwindigkeit zw. 30 und 50 km/h</li> <li>• sehr einfache/leichte lokale Zu - und Abfahrt von mehreren Seiten vorhanden: Lage an Erschließungsstraße mit bis zu zweistreifigen Fahrbahn im Gegenverkehr; zulässige Geschwindigkeit gleich oder kleiner 30 km/h</li> </ul> <p>Quantitative Angaben je Beurteilungsgröße sind als Orientierungsgröße zu verstehen, die entsprechend angepasst werden können. Die einzelnen Beurteilungsgrößen ergänzen sich und schließen sich gegenseitig nicht aus. Im Fokus der Beurteilung sollte die einschränkenden Hemmnisse stehen.</p>	<p>1 Punkt – schwierige lokale Zu- und Abfahrt</p> <p>2 Punkte – gesicherte lokale Zu- und Abfahrt</p> <p>3 Punkte – leichte/einfache lokale Zu- und Abfahrt</p> <p>4 Punkte – sehr leichte/einfache lokale Zu - und Abfahrt</p> <p>0 Punkte – keine Angabe</p>

Hauptkriterien	Punktevergabe
<b>Erkennbarkeit</b> Die Erkennbarkeit, also die Sichtbarkeit des Standortes ist wichtig um die Nutzer:innen auf die Ladeinfrastruktur aufmerksam zu machen. Folgende Punkte sollten bei der Beurteilung der Erkennbarkeit berücksichtigt werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennbarkeit vom Straßennetz aus</li> <li>• Möglichkeiten der Markierung/Hinweistafeln/Fahnen</li> <li>• Wegweisesystem möglich</li> <li>• E-Ladestation-Umgebungsplan (leicht auffindbar und verständlich)</li> </ul>	1 Punkt - Standort ist schlecht erkennbar
	2 Punkte - Standort ist erkennbar
	3 Punkte - Standort ist sehr gut erkennbar
	0 Punkte - keine Angabe
<b>Platzangebot</b> Hier wird das vorhandene Platzangebot anhand der Erfordernisse für PKW-Stellplätze bewertet. Dabei wird auf die Möglichkeiten der Aufstellvarianten ebenso Rücksicht genommen wie auf die Qualität des Stellplatzes (Bewertet über die Häufigkeit der Nutzung des Platzangebotes durch die PKW-Insassen). <u>Mögliche Aufstellvarianten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• V1: 45°-Aufstellung (Schrägaufstellung) (Mindestfläche: 19,35 m<sup>2</sup> pro PKW)</li> <li>• V2: 90°-Aufstellung (Mindestfläche: 15 m<sup>2</sup> pro PKW)</li> <li>• V3: Parallelaufstellung (Mindestfläche: 17 m<sup>2</sup> pro PKW)</li> </ul> Zur optimalen Ausnutzung des Platzangebotes wird empfohlen, jedenfalls zwei Stellplätze zu realisieren und mit einer Ladesäule zwei Ladepunkte auszustatten	1 Punkt - kein Platzangebot vorhanden
	2 Punkte – geringes Platzangebot
	3 Punkte - ausreichend Platzangebot
	4 Punkte - übermäßig Platzangebot
	0 Punkte - keine Angabe
<b>1. Hauptkategorie: Wirtschaftlichkeit</b>	
<b>Fördermöglichkeiten</b> Mögliche Förderungen für die Infrastrukturerstellung sollten geprüft werden. Gibt es Möglichkeiten für bestimmte Standorte Förderungen zu lukrieren, kann die Wirtschaftlichkeit stark erhöht werden.	1 Punkt - keine Fördermittel möglich
	2 Punkte - Förderungen möglich
	3 Punkte - Förderungen beantragt
	4 Punkte – Förderungen genehmigt
	0 Punkte - keine Angabe
<b>Bauliche Maßnahmen</b> Sämtliche bauliche Maßnahmen zur Errichtung der Ladestation, inkl. ggf. erforderlicher Leitungslegung sowie Grabungs- und Öffnungsarbeiten. Wesentlicher Kostenbestandteil ist die Entfernung zwischen der	1 Punkte - Umsetzung aufwendig Entfernung Trafo $\geq 100$ m
	2 Punkte - Umsetzung einfach Entfernung Trafo 100 m bis 50 m

Hauptkriterien	Punktevergabe
Ladestation und der nächstgelegenen Trafostation bzw. des möglichen Zählpunkts.	3 Punkte - Umsetzung sehr einfach Entfernung Trafoleicht < 50 m
	0 Punkte - keine Angabe
<b>Stromnetz</b> Der Netzbetreiber prüft den Netzanschluss am möglichen Standort. Muss der Netzanschluss verstärkt werden kommt es zu zusätzlichen Kosten oder eventuell sogar zur nicht Durchführbarkeit. Die Netzprüfung ist also wichtig für die Standortentscheidung. Einmalig fallen Netzzutrittsentgelt und Netzbereitstellungsentgelt bei der Errichtung an. Darüber hinaus fallen im Zuge der Energielieferung laufende Netzgebühren an.	1 Punkte - Netzanschluss muss verstärkt werden
	2 Punkte - Netzanschluss ausreichend
	3 Punkte - Netzanschluss für zusätzliche Ladesäulen geeignet
	0 Punkte - keine Angabe
<b>Wirtschaftlichkeit</b> Für die Standortentscheidung kann als Wirtschaftlichkeitsindikatoren der DB im Zeitverlauf bei 100% Auslastung herangezogen werden. Der Deckungsbeitrag wird in der Kostenrechnung berechnet, indem von den Erlösen (Tarifgestaltung/Abrechnungsmodelle) die variablen Kosten (Wartung, Instandhaltung, Betrieb) abgezogen werden.	1 Punkte – positiver DB ≤ 10 Jahre
	2 Punkte – positiver DB ≤ 6 Jahre
	3 Punkte - positiver DB ≤ 4 Jahre
	0 Punkte - keine Angabe/kein positiver DB

### 6.2.3.3 Bewertung: Zusatzkriterien

Bei den Zusatzkriterien wurde die Methode der individuellen Priorisierung gewählt, um den Kommunen die Möglichkeit zu bieten, eine eigene Gewichtung vorzunehmen. Bei den Zusatzkriterien kann die individuelle Situation des Standortes berücksichtigt werden, da sie lediglich ergänzende Kriterien, aber keine Hauptkriterien für die Standortauswahl darstellen. Die Gewichtung wird in prozentueller Verteilung vorgenommen.

**Tabelle 6.2-3: Zusatzkriterien und deren Ausprägung (Bewertung)**

Gewichtung	Zusatzkriterien	Ausprägung
...%	Überdachung	Ja/Nein/keine Angabe
...%	Winterdienst	Ja/Nein/keine Angabe
...%	Beleuchtung (Sicherheit)	Ja/Nein/keine Angabe
...%	Synergien mit bestehenden Bestrebungen	Ja/Nein/keine Angabe
...%	Erweiterungsmöglichkeiten	Ja/Nein/keine Angabe
...%	Multimodale Anknüpfungspunkte	Ja/Nein/keine Angabe
...%	Verweilmöglichkeit	Ja/Nein/keine Angabe
	<b>Gewichtetes Ergebnis</b>	<b>0,00</b>

### 6.2.4 Standortbewertung

Um den Standort bewerten zu können wird in einem Tabellenblatt pro Standort die Punktevergabe mit einem Drop Down Menü pro Kriterium durchgeführt. Nachfolgende Abbildung zeigt das Standortbewertungstool: gelb hinterlegte Zellen können beschrieben werden bzw. sind mittels Drop Down Menü zu bearbeiten:

Tabelle 6.2-4: Tabelle der Standortbewertung

Lagebeschreibung			
Name:		Standort Nummer:	4
Straße:		Gesamtnote:	0,00
Netzbetreiber am Areal:			

Ausschlusskriterien	
Straßenbehördliche Vorgaben	Sind erfüllt
Bauliche und Technische Eignung	Flächen sind geeignet
Spezielle Schutznormen (z.B. Denkmalschutz)	Sind eingehalten

1. Hauptkategorie: Aktivitätsmuster/Soziale Segregation/Öffentlicher Raum/Verkehrsnetze		Punktevergabe
Siedlungs- und Standortstruktur	0 Punkte - keine Angabe	0
Vorhandene POI- Points of Interest	0 Punkte - keine Angabe	0
Erreichbarkeit	0 Punkte - keine Angabe, keine POIs vorhanden	0
Befahrbarkeit	0 Punkte - keine Angabe	0
Erkennbarkeit	0 Punkte - keine Angabe	0
Platzangebot	0 Punkte - keine Angabe	0
	<b>Bewertungsergebnis</b>	<b>0,00</b>

2. Hauptkategorie: Wirtschaftlichkeit		Punktevergabe
Fördermöglichkeiten	0 Punkte - keine Angabe	0
Bauliche Maßnahmen	0 Punkte - keine Angabe	0
Stromnetz	0 Punkte - keine Angabe	0
Wirtschaftlichkeit	0 Punkte - keine Angabe/kein positiver DB	0
	<b>Bewertungsergebnis</b>	<b>0,00</b>

Gewichtung der Zusatzkriterien		
G <sub>i</sub>	Bewertungskriterien	
20%	Überdachung	keine Angabe
20%	Winterdienst	keine Angabe
20%	Beleuchtung (Sicherheitsaspekt)	keine Angabe
10%	Synergien mit bestehenden Bestrebungen	keine Angabe
10%	Erweiterungsmöglichkeiten	keine Angabe
10%	Multimodale Anknüpfungspunkte	keine Angabe
10%	Verweilmöglichkeit (Parkbank)	keine Angabe
	<b>Gewichtetes Bewertungsergebnis</b>	<b>0,00</b>

Bildmaterial

### 6.2.4.1 Übersicht der Standortbewertung

Um die gut erfüllten Kriterien für die verschiedenen zu vergleichenden Standorte übersichtlich darzustellen, werden dies nach Kriterien und Punkte bewertet in einer Hauptübersicht dargestellt. Aus der Summe der Punkte wird der Mittelwert berechnet, um die Vergleichbarkeit der einzelnen Standorte zu ermöglichen. Kriterien, die mit „Keine Angabe“ angegeben werden, werden nicht in der Mittelwertberechnung berücksichtigt.

Tabelle 6.2-5: Tabelle der Ausschlusskriterien

AUSSCHLUSSKRITERIEN	Standort 1	Standort 2	Standort 3
Straßenbehördliche/Städtebauliche Vorgaben	nicht erfüllt/erfüllt	nicht erfüllt/erfüllt	nicht erfüllt/erfüllt
Bauliche und Technische Eignung	nicht erfüllt/erfüllt	nicht erfüllt/erfüllt	nicht erfüllt/erfüllt
Spezielle Schutznormen (z.B. Denkmalschutz)	nicht erfüllt/erfüllt	nicht erfüllt/erfüllt	nicht erfüllt/erfüllt
<b>1.Hauptkriterien</b> (Aktivitätsmuster und soziale Segregation/Öffentlicher Raum und Verkehrsnetze)	<b>Punkte</b>	<b>Punkte</b>	<b>Punkte</b>
Siedlungs- und Standortstruktur	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
Vorhandene Ladeinfrastruktur	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
POI- Points of Interest	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
Anschluss Straßennetz	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
Gesicherte Zu- und Abfahrt	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
Erkennbarkeit	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
Platzangebot	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
<b>Gesamter Mittelwert</b> (keine Angabe wird nicht in die Berechnung aufgenommen):	<b>Mittelwert</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Mittelwert</b>
<b>2.Hauptkriterien</b> (Wirtschaftlichkeit/Netze)	<b>Punkte</b>	<b>Punkte</b>	<b>Punkte</b>
Fördermöglichkeiten	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
Bauliche Maßnahmen	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
Stromnetz	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
Wirtschaftlichkeit	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe	Punkte/keine Angabe
<b>Mittelwert</b> (keine Angabe wird nicht in die Berechnung aufgenommen):	<b>Mittelwert</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Mittelwert</b>

### 6.2.5 Kategoriengewichtung

Die verschiedenen Kategorien haben für die Kommunen oft unterschiedliche Prioritäten, vor allem bezüglich der Wirtschaftlichkeit der Standorte. Deshalb wurde eine zusätzliche Kategorienbewertung in die MCDA eingefügt. Diese bietet den Kommunen die Möglichkeit die drei Hauptkategorien für die Standortbewertung unterschiedlich zu gewichten.

**Tabelle 6.2-6: Gewichtung der Kategorien**

Kategorien	Gewichtung in %
<b>1. Hauptkategorien</b> (Aktivitätsmuster/soziale Segregation, öffentlicher Raum/Verkehrsnetze)	<b>Prozent %</b>
<b>2. Hauptkategorie</b> (Wirtschaftlichkeit/Netze)	<b>Prozent %</b>
<b>3. Zusatzkriterien</b>	<b>Prozent %</b>
	<b>100%</b>

### 6.2.6 Bewertung und Priorisierung der einzelnen Standorte

Die Priorisierung der einzelnen Standorte wird nach Kategorien und nach Umsetzungspriorität angegeben. Die Umsetzungspriorität reiht die am besten geeigneten Standorte. Die Reihung ergibt sich aus der höchsten, gewichteten Punkteanzahl (Mittelwert) für den Standort. Werden Kriterien nicht bewertet, also keine Angabe dazu gemacht, dann werden diese Kriterien aus der Bewertung genommen.

#### 6.2.6.1 Bewertungsübersicht

In einer Bewertungsübersicht werden die Mittelwerte der Kategorien pro Standort aufgelistet. Zusätzlich wird die gewichtete Gesamtpunktezahl (siehe Kategoriengewichtung) angegeben. Ausschlusskriterien werden gesondert angeführt, um kritische Standorte zu identifizieren.

**Tabelle 6.2-7: Bewertung pro Kategorie**

Blatt-Nr.	Standort	1.Hauptkategorie	2.Hauptkategorie	3.Zusatzkriterien	Gesamtergebnis (gewichtet)	Ausschlusskriterien
1	1	Mittelwert Punktevergabe	Mittelwert Punktevergabe	Mittelwert Punktevergabe	Summe gewichtete Mittelwerte	Erfüllt/ nicht erfüllt
2	2	Mittelwert Punktevergabe	Mittelwert Punktevergabe	Mittelwert Punktevergabe	Summe gewichtete Mittelwerte	Erfüllt/ nicht erfüllt
3	3	Mittelwert Punktevergabe	Mittelwert Punktevergabe	Mittelwert Punktevergabe	Summe gewichtete Mittelwerte	Erfüllt/ nicht erfüllt

### 6.2.6.2 Umsetzungspriorität

Die Umsetzungspriorität reiht die am besten geeigneten Standorte. Die Reihung ergibt sich aus dem gewichteten Gesamtergebnis für die einzelnen Standorte.

**Tabelle 6.2-8: Gereichte Bewertung nach Umsetzungspriorität**

Reihenfolge	Nr.	Standort	Gesamtpunkte
1	5	Standort 5	gewichtete Gesamtpunkte
2	2	Standort 2	gewichtete Gesamtpunkte
3	4	Standort 4	gewichtete Gesamtpunkte
4	6	Standort 6	gewichtete Gesamtpunkte

## 6.3 Anwendung des MCDA-Tools bei drei Musterstandorten

Die Platzierung einer E-Ladesäule ist entscheidend dafür, welche Gruppen von Nutzer:innen dadurch Zugang zu Lademöglichkeiten erhalten. Durch die Berücksichtigung der Kriterien des Kataloges aus dem Bewertungstool soll die Auslastung der Ladesäulen sowie die Akzeptanz unter den Nutzer:innen dieser Anlagen maximiert werden.

Das MCDA-Tool wurde an drei Standorten der Stadt Graz getestet. Die Standorte sollten dabei eine große Bandbreite hinsichtlich des Kriterienkataloges aufweisen und in unterschiedlichen Stadtquartieren liegen. Dadurch konnte überprüft werden, ob das entwickelte Tool die einzelnen Gegebenheiten berücksichtigt und eine Priorisierung der Standorte richtig vornimmt. Um die Aussagekraft der Ergebnisse validieren zu können, wurden drei Standorte aus dem bestehenden *tim* Netzwerk der Holding Graz ausgewählt. Dadurch bestand die Möglichkeit, die Bewertung anhand von Nutzungsdaten dieser Standorte zu überprüfen. Zur Auswahl standen elf *tim* Standorte im Grazer Stadtgebiet. Jeder dieser Standorte ist als multimodaler Knoten konzipiert und bietet unter anderem die Möglichkeit des öffentlichen Ladens, des Carsharings und eine Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz. Die Eigenschaften der einzelnen Positionen variieren jedoch hinsichtlich der Infrastruktureinrichtungen, der POIs in der unmittelbaren Umgebung oder der Demographie.

### 6.3.1 Bewertung der Standorte

Unter den Standorten von *tim* Graz wurden drei Standorte ausgewählt, die hinsichtlich ihrer Lage bestmöglich differenzieren. So liegt die Ladesäule des Standortes B (Innere Stadt) direkt in der Innenstadt. Der Standort A (Lend) befindet sich in der Nähe zum Hauptbahnhof und am Standort C (Eggenberg) befindet man sich bereits im Übergangsbereich zwischen Reihenbebauung und Einfamilienhäusern.

Die zuvor beschriebene Gewichtung (Kap. 6.2.5) der einzelnen Kategorien findet nach nachfolgendem Schlüssel statt.

**Tabelle 6.3-1: Kategoriengewichtung in der Standortbewertung**

Kategoriengewichtung	Gewichtung in %
Gewichtung 1. Hauptkategorie	60%
Gewichtung 2. Hauptkategorie	30%
Gewichtung Zusatzkriterien	10%
	100%

### 6.3.1.1 Standort A

In Abbildung 6.3-1 wird die Umgebung des Standortes A dargestellt. Aufgrund von Datenschutzgründen darf der Standort nicht genau eingezeichnet werden. Der Standort befindet sich in der Nähe zum Hauptbahnhof Graz, wodurch eine Anbindung an das überregionale sowie städtische Verkehrsnetz gegeben ist. Unter anderem befinden sich auch Ärzt:innen, Gastronomie, Lebensmittelhandel oder ein Möbelhaus im Umkreis, wodurch die Attraktivität des Ladepunktstandortes deutlich steigt. Es muss an dieser Stelle jedoch angemerkt werden, dass sich der Standort in einer Nebenstraße befindet. Die Sichtbarkeit des Standortes ist gut, jedoch muss man die Lademöglichkeit als Bewohner:in des Quartiers kennen, um darauf aufmerksam zu werden.

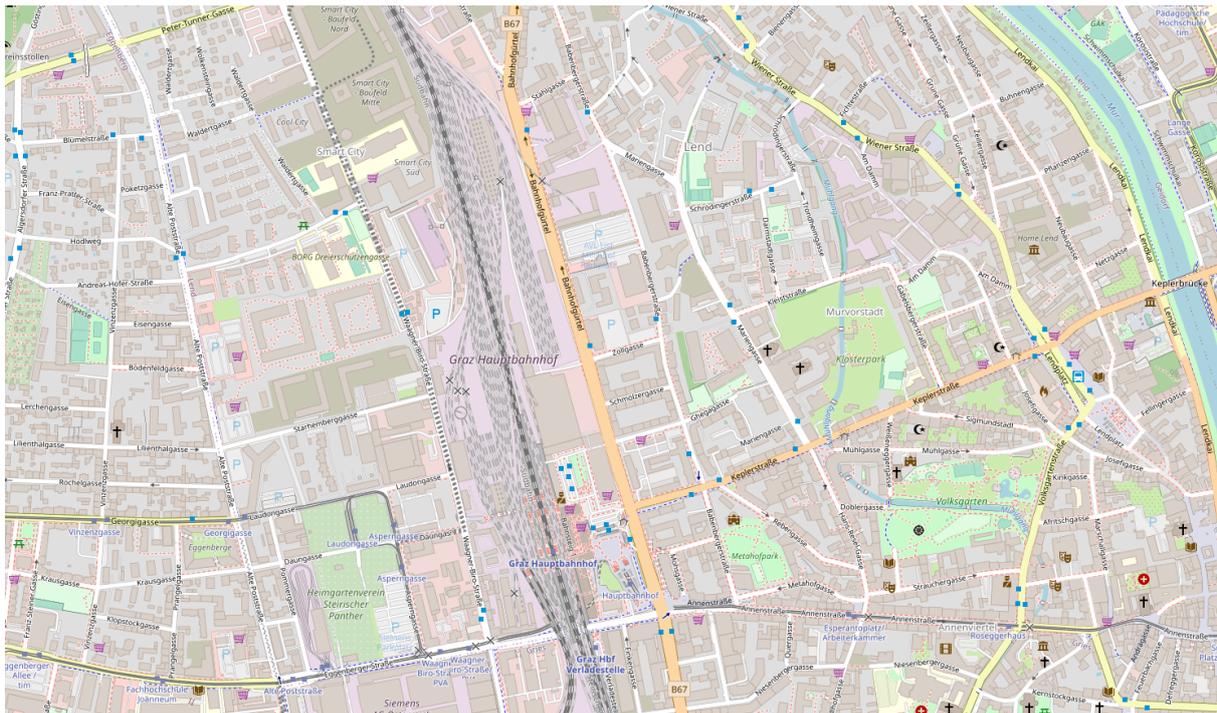


Abbildung 6.3-1: Umgebung des Standortes A (Quelle: OpenStreetMap & Mitwirkende 2021)

Wie in der nachfolgenden Tabelle 6.3-2 ersichtlich ist, werden sämtliche Ausschlusskriterien am Standort A erfüllt. Die Bewertung in der ersten Hauptkategorie fällt mit einem Durchschnittswert von 3,43 hoch aus. Dieser Umstand ist vor allem auf die städtische Infrastruktur zurückzuführen, wodurch die Attraktivität des Standortes A deutlich steigt. In der zweiten Hauptkategorie beträgt der durchschnittliche Wert 1,75 von möglichen 3,25 Punkten. Die Aspekte der Wirtschaftlichkeit könnten daher deutlich besser ausgeprägt sein.

Die Gesamtnote des Standortes A beträgt nach Auswertung anhand der vorhin aufgezeigten Kategoriengewichtung 2,75 Punkte.

**Tabelle 6.3-2: Bewertungsergebnis Standort A**

Lagebeschreibung			
Name:	Standort A	Standort Nummer:	1
Straße:	Straße 1	Gesamtnote:	2,75
Netzbetreiber am Areal:	EGG		

Ausschlusskriterien	
Straßenbehördliche Vorgaben	Sind erfüllt
Bauliche und Technische Eignung	Flächen sind geeignet
Spezielle Schutznormen (z.B. Denkmalschutz)	Sind eingehalten

1. Hauptkategorie: Aktivitätsmuster/Soziale Segregation/Öffentlicher Raum/Verkehrsnetze		Punktevergabe
Siedlungs- und Standortstruktur	4 Punkte - sehr hohe Siedlungsdichte	4
Vorhandene POI-Points of Interest	4 Punkte - keine Ladeinfrastruktur vorhanden 3 Punkte - jeweils min. 1 POI jeder Kategorie (n=5)	4 3
Erreichbarkeit	3 Punkte - gute Erreichbarkeit: Anreisezeit zw. 5 und 10 min bzw. gutes Angebot für Weiterfahrt (ÖV, Rad, Taxi)	3
Befahrbarkeit	4 Punkte - sehr einfache/leichte lokale Zu- und Abfahrt	4
Erkennbarkeit	3 Punkte - Standort ist sehr gut erkennbar	3
Platzangebot	3 Punkte - ausreichend Platzangebot	3
<b>Bewertungsergebnis</b>		<b>3,13</b>

2. Hauptkategorie: Wirtschaftlichkeit		Punktevergabe
Fördermöglichkeiten	2 Punkte - Förderungen möglich	2
Bauliche Maßnahmen	2 Punkte - Umsetzung einfach, Entfernung Trafo 100 m bis 50 m	2
Stromnetz	2 Punkte - Netzanschluss ausreichend	2
Wirtschaftlichkeit	1 Punkt - positiver DB < 10 Jahre	1
<b>Bewertungsergebnis</b>		<b>1,75</b>

Gewichtung der Zusatzkriterien		
G <sub>i</sub>	Bewertungskriterien	
20%	Überdachung	Nein
20%	Winterdienst	Ja
20%	Beleuchtung (Sicherheitsaspekt)	Nein
10%	Synergien mit bestehenden Bestrebungen	Nein
10%	Erweiterungsmöglichkeiten	Ja
10%	Multimodale Anknüpfungspunkte	Ja
10%	Verweilmöglichkeit (Parkbank)	keine Angabe
<b>Gewichtetes Bewertungsergebnis</b>		<b>2,17</b>

### 6.3.1.2 Standort B

Der Standort B wurde erst im Jahr 2020 in Betrieb genommen. Aufgrund von Datenschutzgründen darf der Standort nicht genau eingezeichnet werden. Die Lage dieses multimodalen Knotens ist sehr zentral und bietet dadurch Anschluss in die Innenstadt. Diese kann fußläufig erreicht werden, wodurch die Attraktivität dieses Standortes für Ladeprozesse von E-Fahrzeugen steigt. Des Weiteren befinden sich mit dem Andreas-Hofer-Platz und dem Jakominiplatz auch zentrale ÖV-Umsteigepunkte der Stadt Graz in der Nähe. Die Anzahl der POIs in der Umgebung ist sehr hoch und weist eine hohe Bandbreite auf (vgl. Abbildung 6.3-2).



Abbildung 6.3-2: Umgebung des Standortes B (Quelle: OpenStreetMap & Mitwirkende 2021)

Auch der Standort B erfüllt sämtliche Ausschlusskriterien. Wie in Tabelle 6.3-3 dargestellt, beträgt die durchschnittliche Punkteanzahl in der ersten Hauptkategorie 3,00 Punkte. Vor allem die Anzahl an öffentlichen Ladepunkten in der unmittelbaren Umgebung sowie die Bewertung der Befahrbarkeit mit der Note 2 aufgrund des stark befahrenen Rings, wirken sich minimierend auf die Bewertung aus. In der zweiten Hauptkategorie besteht die selbe Ausgangssituation wie an Standort 1. Sämtliche Zusatzkriterien können mit ‚Ja‘ beantwortet werden, lediglich eine Überdachung des Standortes würde die Bewertung noch erhöhen.

Die Gesamtnote des Standortes B beträgt nach Auswertung anhand der vorhin aufgezeigten Kategoriengewichtung 2,53 Punkte.

**Tabelle 6.3-3: Bewertungsergebnis Standort B**

Lagebeschreibung			
Name:	Standort B	Standort Nummer:	2
Straße:	Straße 2	Gesamtnote:	2,53
Netzbetreiber am Areal:	EGG		

Ausschlusskriterien	
Straßenbehördliche Vorgaben	Sind erfüllt
Bauliche und Technische Eignung	Flächen sind geeignet
Spezielle Schutznormen (z.B. Denkmalschutz)	Sind eingehalten

1. Hauptkategorie: Aktivitätsmuster/Soziale Segregation/Öffentlicher Raum/Verkehrsnetze		Punktevergabe
Siedlungs- und Standortstruktur	4 Punkte - sehr hohe Siedlungsdichte	4
Vorhandene Ladeinfrastruktur	2 Punkte - geringe private und öffentliche Ladeinfrastruktur vorhanden	2
POI- Points of Interest	3 Punkte - jeweils min. 1 POI jeder Kategorie (n=5)	3
Erreichbarkeit	4 Punkte - sehr gute Erreichbarkeit: Anreisezeit unter 5 min bzw. sehr gutes Angebot für Weiterfahrt (ÖV, Rad, Taxi)	4
Befahrbarkeit	2 Punkte - gesicherte lokale Zu- und Abfahrt	2
Erkennbarkeit	3 Punkte - Standort ist sehr gut erkennbar	3
Platzangebot	3 Punkte - ausreichend Platzangebot	3
<b>Bewertungsergebnis</b>		<b>3,00</b>

2. Hauptkategorie: Wirtschaftlichkeit		Punktevergabe
Fördermöglichkeiten	2 Punkte - Förderungen möglich	2
Bauliche Maßnahmen	2 Punkte - Umsetzung einfach, Entfernung Trafo 100 m bis 50 m	2
Stromnetz	2 Punkte - Netzanschluss ausreichend	2
Wirtschaftlichkeit	1 Punkt - positiver DB < 10 Jahre	1
<b>Bewertungsergebnis</b>		<b>1,75</b>

Gewichtung der Zusatzkriterien		
G <sub>i</sub>	Bewertungskriterien	
20%	Überdachung	Nein
20%	Winterdienst	Ja
20%	Beleuchtung (Sicherheitsaspekt)	Ja
10%	Synergien mit bestehenden Bestrebungen	Ja
10%	Erweiterungsmöglichkeiten	Ja
10%	Multimodale Anknüpfungspunkte	Ja
10%	Verweilmöglichkeit (Parkbank)	Ja
<b>Gewichtetes Bewertungsergebnis</b>		<b>2,57</b>

### 6.3.1.3 Standort C

Der Standort C wurde als dritter Standort ausgewählt. Dieser befindet sich bereits außerhalb des Stadtzentrums im Übergangsbereich zwischen einer Reihenbebauung und dem Einfamilienhausbau. Aufgrund von Datenschutzgründen darf der Standort nicht genau eingezeichnet werden. Neben den infrastrukturellen Einrichtungen punktet dieser Standort vor allem durch seine Nähe zum Sport und Wellnessbad Auster sowie zum Schloss Eggenberg. Dadurch können vor allem längere Wartezeiten überbrückt werden. Des Weiteren besteht auch ein Anschluss zur Straßenbahnlinie 7, wodurch man in 15 min das Stadtzentrum erreichen kann. Weiters wirkt sich die grüne Parkzone in diesem Bereich positiv auf die zeitliche Inanspruchnahme aus.



Abbildung 6.3-3: Umgebung des Standortes C (Quelle: OpenStreetMap & Mitwirkende 2021)

Auch am Standort C werden - wie in Tabelle 6.3-4 ersichtlich - alle Ausschlusskriterien erfüllt. In der ersten Hauptkategorie wird ein Durchschnittswert von 3,29 Punkten erreicht. Im Vergleich zum vorhergehenden Standort B besteht hier die einfache Befahrbarkeit der Anlage. Des Weiteren ist in der unmittelbaren Umgebung keine öffentliche Ladeinfrastruktur vorhanden. In der zweiten Hauptkategorie ergibt sich ein durchschnittlicher Wert von 2 Punkten, welcher unter den betrachteten Standorten am höchsten ist. Ausschlaggebend hierfür ist die sehr einfache Umsetzung des Standortes, da sich der Trafo in unmittelbarer Nähe befindet. Wie bei allen Standorten wirkt sich vor allem die Amortisierung nach über 10 Jahren schlecht auf die Beurteilung aus. Bei den Zusatzkriterien wird lediglich die Überdachung nicht erfüllt.

Die Gesamtnote des Standortes C beträgt 2,73.

**Tabelle 6.3-4: Bewertungsergebnis Standort C**

Lagebeschreibung			
Name:	Standort C	Standort Nummer:	3
Straße:	Straße 3	Gesamtnote:	2,73
Netzbetreiber am Areal:	EGG		

Ausschlusskriterien	
Straßenbehördliche Vorgaben	Sind erfüllt
Bauliche und Technische Eignung	Flächen sind geeignet
Spezielle Schutznormen (z.B. Denkmalschutz)	Sind eingehalten

1. Hauptkategorie: Aktivitätsmuster/Soziale Segregation/Öffentlicher Raum/Verkehrsnetze		Punktevergabe
Siedlungs- und Standortstruktur	3 Punkte - hohe Siedlungsdichte	3
Vorhandene Ladeinfrastruktur	4 Punkte - keine Ladeinfrastruktur vorhanden	4
POI- Points of Interest	3 Punkte - jeweils min. 1 POI jeder Kategorie (n=5)	3
Erreichbarkeit	3 Punkte - gute Erreichbarkeit: Anreisezeit zw. 5 und 10 min bzw. gutes Angebot für Weiterfahrt (ÖV, Rad, Taxi)	3
Befahrbarkeit	4 Punkte - sehr einfache/leichte lokale Zu - und Abfahrt	4
Erkennbarkeit	3 Punkte - Standort ist sehr gut erkennbar	3
Platzangebot	3 Punkte - ausreichend Platzangebot	3
<b>Bewertungsergebnis</b>		<b>3,29</b>

2. Hauptkategorie: Wirtschaftlichkeit		Punktevergabe
Fördermöglichkeiten	2 Punkte - Förderungen möglich	2
Bauliche Maßnahmen	3 Punkte - Umsetzung sehr einfach, Entfernung Trafo < 50 m	3
Stromnetz	2 Punkte - Netzanschluss ausreichend	2
Wirtschaftlichkeit	1 Punkt - positiver DB < 10 Jahre	1
<b>Bewertungsergebnis</b>		<b>2,00</b>

Gewichtung der Zusatzkriterien		
G <sub>i</sub>	Bewertungskriterien	
20%	Überdachung	Nein
20%	Winterdienst	Ja
20%	Beleuchtung (Sicherheitsaspekt)	Ja
10%	Synergien mit bestehenden Bestrebungen	Ja
10%	Erweiterungsmöglichkeiten	Ja
10%	Multimodale Anknüpfungspunkte	Ja
10%	Verweilmöglichkeit (Parkbank)	Ja
<b>Gewichtetes Bewertungsergebnis</b>		<b>2,57</b>

### 6.3.2 Ergebnis und Priorisierung der Standorte

In der nachfolgenden Tabelle 6.3-5 werden die Bewertungen je Kategorie und pro Standort aufgelistet, um das Potential der möglichen Positionierung der Ladeinfrastruktur genauer analysieren zu können. Aufgrund des urbanen Raumes und der damit einhergehenden hohen Anzahl an Infrastruktureinrichtungen, ergeben sich für die einzelnen Standorte hohe Bewertungen:

**Tabelle 6.3-5: Bewertung pro Kategorie und Gesamtbewertung je Standort**

Blatt-Nr.	Standort	1. Hauptkategorie	2. Hauptkategorie	Zusatzkriterien	Gewichtetes Gesamtergebnis	Ausschlusskriterium
1	Standort A	3,43	1,58	2,17	2,75	
2	Standort B	3,00	1,58	2,57	2,53	
3	Standort C	3,29	1,67	2,57	2,73	
4						
5						
6						

Um nun eine Priorisierung der Standorte vornehmen zu können, werden die drei betrachteten Standorte in Tabelle 6.3-6 nach dem gewichteten Gesamtergebnis gereiht. Es wird ersichtlich, dass die beiden Standorte A (2,75 Punkte) und C (2,73 Punkte) sehr nahe beieinanderliegen. Lediglich der Standort B weist mit 2,53 Punkten eine größere Differenz auf.

**Tabelle 6.3-6: Gereichte Bewertung nach Umsetzungspriorität aller Standorte**

Reihenfolge	Nr.	Standort	Gewichtetes Gesamtergebnis
1	1	Standort A	2,75
2	3	Standort C	2,73
3	2	Standort B	2,53

Um die Ergebnisse der MCDA nun validieren zu können, wurden diese mit den Auswertungen der drei bestehenden Standorte verglichen. Hinsichtlich der Reihung nach Umsetzungspriorität der Stadt Graz, kann gesagt werden, dass diese nur sehr gering abgewichen ist. Das heißt, der Standort C wurde vor dem Standort A in Graz umgesetzt. Schaut man sich in weiterer Folge auch die Auslastungszahlen der öffentlichen Ladestandorte an, stimmt das Ergebnis des im Rahmen des Forschungsprojektes konzipierten Bewertungstools mit den IST-Zahlen der Standorte überein. Die Auslastung ist hiermit am Standort A (21%) am höchsten. Deutlich dahinter liegt der Standort C (12%). Mit einer nahezu gleichen Differenz reiht sich die Ladeinfrastruktur Standort B (2%) an 3. Stelle ein. Es wird jedoch angemerkt, dass der Standort B erst im Laufe des Jahres 2020 umgesetzt wurde, wodurch die Auslastung aufgrund der COVID-19 Pandemie beeinträchtigt sein könnte.

## 7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Zusammenfassend können folgende übergreifende Schlussfolgerungen für einen gender- und diversitätsgerechten Ausbau von Ladeinfrastruktur abgeleitet werden:

### **Ladestationen bei vielfältigen Points-of-Interest errichten**

Ausreichend lange Zeitfenster für Ladevorgänge sind an Aktivitäten mit entsprechender Aufenthaltsdauer gebunden. Ladestationen sollen daher an Standorten mit vielen und diversen Points-of-Interest wie Einkaufsmöglichkeiten und Freizeitstandorten errichtet werden, um während vieler Aktivitäten attraktiv zu sein und unterschiedliche Bedürfnisse möglichst diverser Nutzer:innengruppen abzudecken. Bereits jetzt werden Ladestationen bevorzugt, die umliegende Aktivitäten ermöglichen. In Hinblick auf einkommensschwache Personen sollten auch Aktivitäten mitgedacht werden, die in konsumfreien Räumen mit hoher Aufenthaltsqualität ausgeübt werden können (Grünbereiche, Sitzgelegenheiten, Spielplätze, etc., ohne die Notwendigkeit, Kleinbeträge z.B. für eine Tasse Kaffee auszugeben).

### **Inklusiven Mobilitätszugang durch Ladestationen gewährleisten**

Der Ladebedarf kann am besten durch Laden am privaten Stellplatz am Wohnort oder am Stellplatz beim Arbeitsplatz abgedeckt werden. Solche Stellplätze stehen aber nicht allen Bevölkerungsgruppen gleichermaßen zur Verfügung bzw. können Stellplätze in Mehrfamilienhäusern oder bei Mietverhältnissen nur eingeschränkt für elektrisches Laden nachgerüstet werden. Insbesondere die benachteiligten Bevölkerungsgruppen von älteren oder einkommensschwachen Personen sind daher auf öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen, um E-Autos als eine von mehreren Mobilitätsoptionen gleichwertig nutzen zu können. Auch auf Frauen trifft dies vermehrt zu.

Die Errichtung von Ladestationen ist derzeit nur bei einer nahezu 100%-Auslastungsrate binnen 10 Jahren kostendeckend und benötigt bis auf weiteres öffentliche Förderungen. Eine höhere erwartete Auslastung, günstigerer Anschluss an das Stromnetz und die höhere Dichte an Points-of-Interest legen nahe, Ladestationen vor allem in zentralen städtischen Lagen zu errichten. Dies würde aber am Stadtrand und in ländlichen Lagen die Verkehrserschließung und den fairen Zugang aller zu allen Mobilitätsoptionen verschlechtern. Soziale Segregation sollte daher stets als Hauptkriterium einbezogen werden. In manchen Gebieten wie städtischen Randzonen kann es sinnvoll sein, auch in unwirtschaftlichen Ungunstlagen aus sozialen Gründen Ladestationen zu errichten und eine geringere Auslastung in Kauf zu nehmen oder durch höhere Förderungen auszugleichen.

### **Flächenbedarf, Ausstattung und unmittelbares Umfeld von Ladestationen berücksichtigen**

Als Manipulationsfläche können bei Ladestationen 15-19 m<sup>2</sup> erforderlich sein; Personen mit Begleitperson oder Ladung haben 40-60% mehr Platzbedarf. Auch ältere Personen haben einen höheren Flächenbedarf bei Ladestellplätzen als jüngere Personen. Diese spezifischen Bedürfnisse sollten über eine situationsabhängige Planung (z.B. Stellplatz- oder Randbereichsbreiten) adressiert werden.

In der Ausstattung von Ladestationen sind Ausleuchtung, Überdachung und die Bereitstellung von Staubsaugern und Reifendruckgeräten in Erwägung zu ziehen. Bei Ladestationen für mehrere Fahrzeuge ist ausreichend Stellfläche vorzusehen, damit sich die Autos weder bei Zu-/Abfahrt noch beim Anstecken der Ladekabel blockieren. Bei der Auswahl von Flächen im öffentlichen Raum ist das unmittelbare Umfeld mitzubetrachten (anstehender Gehsteig, anstehende Hindernisse und Barrieren sowie aufgehendes Mauerwerk). Von der öffentlichen Hand sollten bereits jetzt entsprechende Flächen für zukünftige Ladestationen freigehalten werden. Eine solche vorausschauende Flächenplanung ist insbesondere in dicht bebauten Stadtquartieren erforderlich, in denen kaum Möglichkeiten bestehen, Ladestationen auf privaten Flächen zu errichten.

### **Frauen, einkommensschwächere Personen und ältere Personen als potenziell benachteiligte Gruppen berücksichtigen**

Frauen haben seltener einen Stellplatz am Arbeitsplatz zur Verfügung, an dem sie laden könnten, und sind daher stärker auf öffentliche Ladestationen angewiesen. Frauen können ihren Ladeenergiebedarf schlechter in ihre Aktivitätsmuster integrieren als Männer und zeigen eine geringere Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer. Frauen sind häufiger mit Begleitperson (vor allem Kindern) oder Ladung bzw. sperrigen Gegenständen unterwegs und haben daher höheren Flächenbedarf bei Ladestationen.

Für einkommensschwächere Personen hat Laden abseits des Wohn- oder Arbeitsorts einen höheren Stellenwert; sie können jedoch den Ladeenergiebedarf deutlich besser in ihre bestehenden Aktivitätsmuster einbetten als andere Einkommensgruppen.

Ältere Personen ab 65 Jahren können den Wegfall von Lademöglichkeiten am Arbeitsplatz nur bedingt durch ein verstärktes Laden am Wohnort ausgleichen. Ihre Aktivitätsmuster enthalten aber zu wenige Zeitfenster für Laden an öffentlichen Stationen. Um ihre Ladenachfrage abzudecken, müsste diese Gruppe entweder ihre Aktivitäten durch längere Aufenthaltsdauern an Points-of-Interest oder durch eigene Ladefahrten anpassen, oder müsste ihre Wohnortwahl stärker auf die private Stellplatzverfügbarkeit ausrichten. Ein Fokus auf das Laden am Arbeitsplatz schließt nicht nur Pensionist:innen, sondern auch andere nicht-erwerbstätige Personen, Personen in Karenz oder in informellen Pflegeverhältnissen aus.

### **Ladestationen bereits jetzt auf das zukünftige Mobilitätssystem ausrichten**

Mit Erhöhung der Batteriekapazitäten der Fahrzeuge und Verkürzung von Ladedauern durch bessere Ladetechnik wird sich die Problematik von verfügbaren Ladefenstern und Ladestationen entschärfen. Diese zukünftige technische Entwicklung wird die potenzielle Benachteiligung von Frauen, einkommensschwächeren Personen und älteren Personen zwar verringern, aber nicht erübrigen.

Neu errichtete Ladestationen sollten bereits für Schnellladen mit höheren Ladeleistungen ausgelegt werden, um spätere Kosten für Nachrüstung zu ersparen. An diesen Stationen soll aber auch langsames Laden möglich sein, damit ältere E-Auto-Modelle weitergenutzt werden können und Nutzer:innen nicht gedrängt werden, vorzeitig ein moderneres E-Auto anzuschaffen. Außerdem kann so eine Benachteiligung von einkommensschwachen Personen und Frauen, die häufiger Autos mit geringerer Ladeleistung besitzen, vermieden werden. Eine Verrechnung von Ladekosten nach Zeit statt Verbrauch benachteiligt Personen mit Autos mit geringerer Ladekapazität/Reichweite und eingeschränkter Eignung für Schnellladen (die auch in ihrer Anschaffung günstiger sind). Dies betrifft bereits jetzt häufiger Frauen und Einkommensschwächere. Wenn sich Batterie- und Ladetechnik weiterentwickeln und eine Verrechnung nach Zeit beibehalten wird, könnte das Personen mit älteren E-Auto-Modellen weiter benachteiligen.

Die Ergebnisse dieses Berichts beruhen auf der vereinfachenden Annahme, dass jetzige automobiler Aktivitätsmuster in die Zukunft projiziert und nach der gruppenspezifischen Bereitschaft zur Verlängerung von Aufenthaltsdauern angepasst wurden. Technologisch wird eine Verschiebung vom fossilen zum elektrischen Antriebsstrang abgebildet. Je stärker sich alternative Mobilitätsformen abseits des motorisierten Individualverkehrs mit Fahrzeugen im Privateigentum durchsetzen, desto geringer wird die private Ladenachfrage insgesamt und desto geringer werden der Bedarf nach und die potenzielle Benachteiligung durch öffentliche Ladestationen. Dementsprechend ist zu empfehlen, neu errichtete Ladestationen bereits jetzt für eine Nutzung mit Sharing-Fahrzeugen auszulegen. Längerfristig dürfte die geteilte Nutzung von Fahrzeugen im Individualverkehr als Element eines multimodalen Verkehrssystems unabdingbar sein, um klimapolitische Zielsetzungen zu erreichen.

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

- APA-OTS (2021): Presseaussendung OTS0107. E-VO eMobility GmbH: Sieben Energieversorger bündeln ihre Kräfte im Bereich E-Mobilität. [https://www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20210407\\_OT0107/e-vo-emobility-gmbh-sieben-energieversorger-buendeln-ihre-kräfte-im-bereich-e-mobilität-bild](https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20210407_OT0107/e-vo-emobility-gmbh-sieben-energieversorger-buendeln-ihre-kräfte-im-bereich-e-mobilität-bild) (abgerufen am 30.08.2021)
- Bauer, M. (2013): Forest Gardens in der Stadt. Implementierung von Waldgärten in urbanen Räumen am Beispiel von Wien (Masterarbeit, Institut für Landschaftsarchitektur). Universität für Bodenkultur, Wien.
- Beyel, S., Wilhelm, J., Mueller, C, Zeile, P., Klein, U. (2016): Stresstest städtischer Infrastrukturen – ein Experiment zur Wahrnehmung des Alters im öffentlichen Raum. REAL CORP 2016, Bochum.
- BMVIT (2016): Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“. [https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:fbe20298-a4cf-46d9-bbee-01ad771a7fda/oeu\\_2013-2014\\_Ergebnisbericht.pdf](https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:fbe20298-a4cf-46d9-bbee-01ad771a7fda/oeu_2013-2014_Ergebnisbericht.pdf) (abgerufen am 30.08.2021)
- BMVIT (2012): Ve3. Planungshandbuch für Verkehrsverknüpfungen an Verkehrsstationen. Verkehrsinfrastrukturforschung (VIF), Wien.
- BMVIT (2018): Elektromobilität in Österreich Zahlen & Daten – 2017
- Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK (2016): Mobilität von Personen mit Betreuungsaufgaben. Qualitative Studie (GenderModul) zur österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“. Wien.
- Cerbe, T., Machledt-Michael, S. (2017): Die Elektromobilität ist WEIBLICH. Schlussbericht. Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Braunschweig/Wolfenbüttel.
- CIVITAS: Gender equality and mobility: mind the gap! Smart choices for cities. Policy Note for 2020.
- Costa, E., Paiva, A., Seixas, J., Costa, G., Baptista, P., & Gallachóir, B. Ó. (2018): Spatial Planning of Electric Vehicle Infrastructure for Belo Horizonte, Brazil. Journal of Advanced Transportation.
- Dörrzapf, L., Berger, M., Dorner, F., Dumke, H., Reinhart, L., Watzinger, G., Leichtfried, S. (2016): Fühl die Stadt – Methoden zur Erfassung subjektiver Wahrnehmung. REAL CORP 2016, Wien.
- Efthymiou, D., Antoniou, C., Tyrinopoylos, Y, Mitsakis, E. (2012): Spatial exploration of Effective electric vehicle infrastructure location. Transport Research Arena. Elsevier, Athens.
- E-Tankstellen-Finder (2021): E-Tankstellen in Graz. <https://e-tankstellen-finder.com/at/de/catalog/index/at/Steiermark/Graz>. Abgerufen am: 09.07.2021, 16:00.
- Fasthuber, D., Litzlbauer, M. (2017): Erkenntnisse zur Begleitforschung im Projekt „E-Mob 2.0 in der Modellregion Salzburg“. Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe, Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, Wien.
- Frade, I., Ribeiro, A, Goncalves, G., Antunes, A. (2011): Optimal Location of Charging Stations for Electric Vehicles in a Neighborhood in Lisbon, Portugal. Transportation Research Record 2252, Lisbon.
- Gkatzoflias, D., Drossinos, Y., Zubaryeva, A., Zambelli, P., Dilara, P., Thiel, C. (2016): Optimal allocation of electric vehicle charging infrastructure in cities and regions. Joint Research Centre, Ispra.
- Gspurning, J., Kügele, J (2016): Altern im urbanen Umfeld dargestellt an ausgewählten Beispielgebieten von Graz. REAL CORP 2016, Graz.
- Hausner, B. et al. (2016): Chancengleichheit von Frauen und Männern in der Energiebranche, Wien
- Jia, J., Liu, C., & Wan, T. (2019): Planning of the charging station for electric vehicles utilizing cellular signaling data. Sustainability, 11(3), 643, Jinan.

- Kawgan-Kagan, I. (2015): Early adopters of carsharing with and without BEVs with respect to gender preferences. Institute of Land and Sea Transport, Technical University Berlin, Berlin.
- Klima und Energiefonds (2021): Leitfaden E-Mobilität für Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine, Jahresprogramm 2021, [https://www.energie-graz.at/media/wysiwyg/Ladetarife\\_Elektromobilitaet.pdf](https://www.energie-graz.at/media/wysiwyg/Ladetarife_Elektromobilitaet.pdf), Juli 2020
- Knoll B. et al. (2013): Auswertung der Tiroler Mobilitätserhebung nach gender- und gesellschaftsrelevanten Fragestellungen, [http://www.b-nk.at/wp-content/uploads/2015/07/B-NK-2013-Bericht\\_Mobilitaet\\_in\\_Tirol\\_B-NK\\_finale\\_gesamt.pdf](http://www.b-nk.at/wp-content/uploads/2015/07/B-NK-2013-Bericht_Mobilitaet_in_Tirol_B-NK_finale_gesamt.pdf), zuletzt geprüft am 05.12.2017.
- Lenz, B., Frenzel, I., Jarass, J., & Trommler, S. (2015). Erstnutzer von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Berlin: Eigenverlag. [https://elib.dlr.de/96491/1/Ergebnisbericht\\_E-Nutzer\\_2015.pdf](https://elib.dlr.de/96491/1/Ergebnisbericht_E-Nutzer_2015.pdf) (abgerufen am 30.08.2021)
- Lindner, C., Horn, D., Louen, C. (2016): Identifikation geschlechterspezifischer Mobilitätsbarrieren anhand einer drittvariablen gestützten Mobilitätsverhaltensanalyse. REAL CORP 2016, Aachen.
- Martens, S., Pauls, K. (2001): Gendergerechte Verkehrsplanung. Slogan, Mode, Utopie oder praxistaugliche Planungshilfe? Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Namdeo, A., Tiwary, A., & Dziurla, R. (2014): Spatial planning of public charging points using multi-dimensional analysis of early adopters of electric vehicles for a city region. *Technological Forecasting and Social Change*, 89, 188-200.
- Netzwerk Frauen- und Geschlechterforschung NRW (2013): Journal des Netzwerks Frauen- und Geschlechterforschung. NRW Nr. 33/2013, Essen.
- ÖNORM (2003): Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen, ÖNORM B 1600. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- Österreichs Energie Agentur (2012): SOL Studie für die Organisation der zukünftigen Ladeninfrastruktur für E-Fahrzeuge in Österreich. Notwendige Anzahl und wirtschaftliche Standorte. Wien.
- Österreichisches Institut für Bautechnik (2015): Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit. OIB-Richtlinie 4. OIB-330.4-020/15.
- Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (2019): Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge: Bedarf, Kosten und Auswirkungen auf die Energieversorgung in Österreich bis 2030
- Pagany, R., Marquardt, A., & Zink, R. (2019): Electric charging demand location model—A user-and destination-based locating approach for electric vehicle charging stations. *Sustainability*, 11(8), 2301, Freyung.
- Pagany, R., Ramirez Camargo, L., Dorner, W. (2019): A review of spatial localization methodologies for the electric vehicle charging infrastructure. *International Journal of Sustainable Transportation*, 13:6, 433-449.
- Pech, A. (2008): Parkhäuser – Garagen. Grundlagen, Planung, Betrieb. Vorlesungsunterlagen Bauingenieurswesen Hochbau. Technische Universität Wien, Wien.
- Pilz, C., Jauk, D. (2005): Gendersensitive Governance im Bereich Verkehr und Mobilität. UBZ-Steiermark, Institut für Soziologie, Universität Graz, Graz.
- puls Marktforschung. (21. 11 2017). puls Publikationen. Elektromobilität braucht motivierte Händler, plus Studie zu den Erfolgsfaktoren des Verkaufs von Elektroautos. <https://www.puls-marktforschung.de/medien/pressemitteilungen/elektromobilitaet-braucht-motivierte-haendler.html>
- Reidl, S.; Streicher, J.; Hock, M.; Hausner, B.; Waibel, G.; Gürtl, F. (2020). Digitale Ungleichheit: Wie sie entsteht, was sie bewirkt ... und was dagegen hilft, Joanneum Research & Ögut.

- Schäfer P. et al. (2016): Elektromobilität als Motor für Verhaltensänderung und neue Mobilität. Abschlussbericht des Gesamtvorhabens „Sozialwissenschaftliche und ökologische Begleitforschung in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main“ (Arbeitspapiere zur Mobilitätsforschung, 8).
- Schneebaum, A.; Rehm, M.; Mader, K.; Hollan, K. (2018). The Gender Wealth Gap Across European Countries. *Review of Income and Wealth*, 64 (2). pp. 295-331. ISSN 1475-4991
- Soder M. (2020): E-Mobilität 2019: Update zur Markt- und Preisanalyse für öffentliches Laden, Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien,
- Sovacoola, B., Kester, J., Noel, L., Zarazua de Rubens, G. (2018): The demographics of decarbonizing transport: The influence of gender, education, occupation, age, and household size on electric mobility
- Stadtbaudirektion Graz (2006): Barrierefreies Bauen für ALLE Menschen – Planungsgrundlagen. Medienfabrik Graz, Graz.
- Statista (2010): Einfluss von Kindern auf den Autokauf nach Geschlecht und Alter der Eltern im Jahr 2010. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/165528/umfrage/einfluss-von-kindern-auf-den-autokauf-nach-geschlecht-und-alter-der-eltern/>
- Statistik Austria (2020). Armuts- oder Ausgrenzungsgefährdung. [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/soziales/gender-statistik/armutsgefaehrung/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/gender-statistik/armutsgefaehrung/index.html)
- Statistik Austria (2021). Einkommen. [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/soziales/gender-statistik/einkommen/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/gender-statistik/einkommen/index.html)
- Statistik Austria (2021): Kfz-Statistik. Tabelle 14 “Pkw-Neuzulassungen nach TOP10 Marken und Typen mit Elektroantrieb Jänner bis April 2021 absolut, Anteile und Veränderung gegenüber Vorjahr”; Seite 31; Wien.
- Stiewe M., Krause, J. (2012): Geschlechterverhältnisse und Mobilität. Welchen Beitrag leisten Mobilitätserhebungen? In: REAL CORP 2012 Tagungsband, 321-330.
- Umweltbundesamt DE (2017): Gendergerechtigkeit als Beitrag zu einer erfolgreichen Klimapolitik: Forschungsreview, Analyse internationaler Vereinbarungen, Portfolioanalyse. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- VCÖ (2009): Gender Gap im Verkehrs- und Mobilitätsbereich. Hintergrundbericht zum VCÖ-Projekt „Gender und Verkehr“ 35, Wien.
- Wirges, J. (2016): Planning the Charging Infrastructure for Electric Vehicles in Cities and Regions (Dissertation, Bauingenieurwissenschaften). Karlsruher Institut für Technologie Scientific Publishing, Karlsruhe.
- Tenschert I., Faltin U. (2009): Was ist Gender Budgeting [http://www.femtech.at/sites/default/files/Was\\_ist\\_Gender\\_Budgeting.pdf](http://www.femtech.at/sites/default/files/Was_ist_Gender_Budgeting.pdf), zuletzt geprüft am 13.12.2017.
- Thielmann, A. et al.: Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf. Karlsruhe, 2020.

## 9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 3.2-1: Aufenthaltsdauer nach Wegzweck und Geschlecht in Großstädten (ohne Wien) .....	25
Abbildung 3.2-2: Aufenthaltsdauer am Befragungsort nach Geschlecht .....	26
Abbildung 3.2-3: Tätigkeit während des Aufenthalts nach Befragungsort.....	26
Abbildung 3.2-4: Tätigkeit vor dem Aufenthalt nach Geschlecht .....	27
Abbildung 3.2-5: c.....	27
Abbildung 3.2-6: Tätigkeit vor dem Aufenthalt nach Alter .....	27
Abbildung 3.2-7: Tätigkeit während des Aufenthalts nach Geschlecht .....	28
Abbildung 3.2-8: Tätigkeit während des Aufenthalts nach Einkommen.....	28
Abbildung 3.2-9: Tätigkeit während des Aufenthalts nach Alter.....	28
Abbildung 3.2-10: Tätigkeit nach dem Aufenthalt nach Geschlecht .....	29
Abbildung 3.2-11: Tätigkeit nach dem Aufenthalt nach Einkommen.....	29
Abbildung 3.2-12: Tätigkeit nach dem Aufenthalt nach Alter.....	29
Abbildung 3.2-13: Tätigkeitsverlauf der Frauen vor, während und nach dem Aufenthalt.....	30
Abbildung 3.2-14: Tätigkeitsverlauf der Männer vor, während und nach dem Aufenthalt .....	30
Abbildung 3.2-15: Parkplatzverfügbarkeit nach Raumtyp und Geschlecht.....	31
Abbildung 3.2-16: Parkplatzverfügbarkeit am Wohn- und Arbeitsort aus der Aktivitätenbefragung Graz 2020.....	32
Abbildung 3.2-17: Nachrüstmöglichkeit einer Ladestation (Wallbox) nach Geschlecht .....	33
Abbildung 3.2-18: Nachrüstmöglichkeit einer Ladestation (Wallbox) bei Mehrparteienhäusern .....	33
Abbildung 3.2-19: Gemittelte Ja-Antworten in Bezug auf die Vertrautheit mit E-Mobilität nach Wohnort .....	34
Abbildung 3.2-20: Gemittelte Ja-Antworten in Bezug auf die Vertrautheit mit E-Mobilität nach Geschlecht, Einkommen und Alter.....	34
Abbildung 3.2-21: Ladebereitschaft während des Aufenthalts nach Geschlecht.....	35
Abbildung 3.2-22: Ladebereitschaft während des Aufenthalts nach Einkommen .....	35
Abbildung 3.2-23: Ladebereitschaft während des Aufenthalts nach Alter .....	35
Abbildung 3.2-24: Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer nach Befragungsort.....	36
Abbildung 3.2-25: Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer nach Geschlecht .....	37
Abbildung 3.2-26: Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer nach Einkommen.....	37
Abbildung 3.2-27: Bereitschaft zur Verlängerung der Aufenthaltsdauer nach Alter .....	37
Abbildung 3.2-28: Tätigkeit bei einer Aufenthaltsverlängerung während des Ladens nach Geschlecht	38
Abbildung 3.2-29: Tätigkeit bei einer Aufenthaltsverlängerung während des Ladens nach Einkommen	38
Abbildung 3.2-30: Tätigkeit bei einer Aufenthaltsverlängerung während des Ladens nach Alter .....	38
Abbildung 3.2-31: Tätigkeitsänderung bei zusätzlichem Laden - Frauen .....	39
Abbildung 3.2-32: Tätigkeitsänderung bei zusätzlichem Laden – Männer .....	39
Abbildung 3.3-1: Räumliche Darstellung des "Index: Kosten" in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidiabteilung, LQI 2018.....	42
Abbildung 3.3-2: Räumliche Darstellung des "Index: Verkehr" in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidiabteilung, LQI 2018.....	42
Abbildung 3.3-3: Räumliche Darstellung des "Index: POI" in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidiabteilung, LQI 2018.....	43

Abbildung 3.3-4: Räumliche Darstellung der sozialen Segregation in Graz, Datenquelle: Stadt Graz – Präsidiabteilung, LQI 2018.....	43
Abbildung 3.4-1: Parkplatzverfügbarkeit nach Geschlecht am Wohnort in Graz und Graz Umgebung .....	46
Abbildung 3.4-2: Parkplatzverfügbarkeit nach Geschlecht am Arbeitsort in Graz und Graz Umgebung .....	46
Abbildung 3.4-3: Nachrüstmöglichkeit einer E-Ladeinfrastruktur (Wallbox) am Wohnort nach den untersuchten vulnerablen Gruppen (Geschlecht, Einkommen und Alter).....	47
Abbildung 3.4-4: Wochenweglängenklassen für Personen mit Kfz-Wegen, getrennt nach Geschlecht (n=311.043 Personen, hochgerechnet) .....	48
Abbildung 3.4-5: Minimale Anzahl an potentiellen Ladevorgängen bei den Szenarien Bestand+ und Zukunft+ in den österreichischen Großstädten (n=311.043 Personen, hochgerechnet).....	49
Abbildung 3.4-6: Minimale Anzahl an potentiellen Ladevorgängen unterteilt nach Geschlecht in den österreichischen Großstädten (n=311.043 Personen, hochgerechnet), Szenario Bestand+.....	50
Abbildung 3.4-7: Minimale Anzahl an potentiellen Ladevorgängen unterteilt nach Einkommensgruppen in den österreichischen Großstädten (n=311.043 Personen, hochgerechnet), Szenario Bestand+ .....	50
Abbildung 3.4-8: Minimale Anzahl an potentiellen Ladevorgängen unterteilt nach Altersgruppen in den österreichischen Großstädten (n=311.043 Personen, hochgerechnet), Szenario Bestand+.....	50
Abbildung 3.4-9: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Bestand+ nach Geschlecht .....	52
Abbildung 3.4-10: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Zukunft+ nach Geschlecht.....	52
Abbildung 3.4-11: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Bestand+ nach Einkommensgruppe .....	53
Abbildung 3.4-12: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Zukunft+ nach Einkommensgruppe .....	53
Abbildung 3.4-13: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Bestand+ nach Altersgruppe .....	54
Abbildung 3.4-14: Abdeckung des Ladeenergiebedarfs im Tagesaktivitätenverlauf des Szenarios Zukunft+ nach Altersgruppe .....	54
Abbildung 4.1-1: Potential für E-Ladeinfrastruktur in Graz (0 = minimales Potential, 40 = maximales Potential).....	58
Abbildung 4.1-2: Ausschnitt – Identifikation von Gebieten mit überdurchschnittlich bewerteten Rasterzellen (Legende siehe Tabelle 4.1-1).....	58
Abbildung 4.1-3: Anzahl der POI-Puffer von 300m je Raster-Zelle der nutzbaren Fläche.....	61
Abbildung 4.2-1: Ergebnis für PG1: Merkmal Begleitpersonen .....	65
Abbildung 4.2-2: Ergebnis für PG2: Merkmal Gegenstände.....	65
Abbildung 4.2-3: Ergebnis für PG3: Merkmal Stellplatztyp .....	66
Abbildung 4.2-4: Erhebungsstandorte für Beobachtung im öffentlichen Raum - Kategorisierung nach Raumtypen aus PG4: Merkmal Raumtyp .....	66
Abbildung 4.2-5: Ergebnis für PG4: Merkmal Raumtyp (Standortgruppe).....	67
Abbildung 4.2-6: Ergebnis der Geschlechterverteilung der Lenker:innen während der Erhebung.....	68
Abbildung 4.2-7: Ergebnis für PG5: Merkmal Geschlecht .....	68
Abbildung 4.2-8: Ergebnis der Altersverteilung der Lenker:innen während der Erhebung.....	70
Abbildung 4.2-9: Ergebnis für PG6 - Merkmal Alter .....	70

Abbildung 4.2-10: Ergebnisse für den Zielwert Flächeninanspruchnahme (Personengruppe, Gegenstand, Stellplatz-Typ und Raumtyp) .....	72
Abbildung 4.2-11: Ergebnisse für den Zielwert Flächeninanspruchnahme (Geschlecht und Alter) .....	72
Abbildung 4.2-12: Ergebnisse für den Zielwert Barrieren (Personengruppe, Gegenstand, Stellplatz-Typ und Raumtyp) .....	73
Abbildung 4.2-13: Ergebnisse für den Zielwert Barrieren (Geschlecht und Alter) .....	73
Abbildung 4.3-1: Häufigkeit der Nutzung von Fahrzeugseiten und Zonen mit unterschiedlichen Abständen zum Fahrzeug für ausgewählte Personengruppen der PG1 .....	74
Abbildung 4.3-2: Häufigkeit der Nutzung von Fahrzeugseiten und Zonen mit unterschiedlichen Abständen zum Fahrzeug für ausgewählte Personengruppen der PG2 und PG3 .....	74
Abbildung 4.3-3: Häufigste Neuzulassungen von E-Fahrzeugen im Frühjahr 2021 (Datenquelle: Statistik Austria, 2021) .....	75
Abbildung 4.3-4: Häufigkeitsverteilung PKW-Längen von E-Fahrzeugen (Neuzulassungen Frühjahr 2021) .....	75
Abbildung 4.3-5: Häufigkeitsverteilung PKW-Breiten von E-Fahrzeugen (Neuzulassungen Frühjahr 2021) .....	76
Abbildung 4.3-6: Bemessungsfahrzeug 45°-Aufstellung – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 100% – PG3: E-Ladestation .....	76
Abbildung 4.3-7: Bemessungsfahrzeug 45°-Aufstellung – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 75% – PG3: E-Ladestation .....	77
Abbildung 4.3-8: Bemessungsfahrzeug 90°-Aufstellung – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 100% – PG3: E-Ladestation .....	77
Abbildung 4.3-9: Bemessungsfahrzeug 90°-Aufstellung – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 75% – PG3: E-Ladestation .....	78
Abbildung 4.3-10: Bemessungsfahrzeug Aufstellung parallel zur Fahrbahn – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 100% – PG3: E-Ladestation .....	78
Abbildung 4.3-11: Bemessungsfahrzeug Aufstellung parallel zur Fahrbahn – Tesla Model 3 – Qualitätsstufe 75% – PG3: E-Ladestation .....	78
Abbildung 5.1-1: Öffentliche Ladestation 22 kW (Quelle: Energie Graz) .....	86
Abbildung 5.1-2: Öffentliche Ladestation 50 kW – „Schnelllader“ (Quelle: Energie Graz) .....	86
Abbildung 5.1-3: Öffentlicher Ladestandort Graz (Quelle: Energie Graz) .....	87
Abbildung 5.1-4: Übersicht: Abrechnungsmodelle (M. Soder, 2019) .....	88
Abbildung 5.2-1: Anzahl der Ladevorgänge 2019 im Tagesverlauf Standort C (Quelle: Grazer Energieagentur) .....	91
Abbildung 5.2-2: Anzahl der Ladevorgänge 2019 im Tagesverlauf Standort B (Quelle: Grazer Energieagentur) .....	91
Abbildung 5.2-3: Auslastung der Ladestationen Standort C im Jahr 2019 (Quelle: Grazer Energieagentur) .....	92
Abbildung 5.2-4: Auslastung der Ladestationen Standort B im Jahr 2019 (Quelle: Grazer Energieagentur) .....	92
Abbildung 6.3-1: Umgebung des Standortes A (Quelle: OpenStreetMap & Mitwirkende 2021) .....	114
Abbildung 6.3-2: Umgebung des Standortes B (Quelle: OpenStreetMap & Mitwirkende 2021) .....	116
Abbildung 6.3-3: Umgebung des Standortes C (Quelle: OpenStreetMap & Mitwirkende 2021) .....	118