

Mikro – ÖV zur Erschließung dünn besiedelter Gemeinden

Charakteristika am Beispiel des
Elektromobils Pressbaum-Tullnerbach

Verfasser:

Thomas Wiesmann
BSc.

Masterarbeit für das Fachgebiet
VERKEHRSWESSEN

Betreuung:

Juliane Stark

Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn.

Michael Meschik

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn.



Institut für Verkehrswesen
Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur
Universität für Bodenkultur Wien



Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne Zuhilfenahme anderer Hilfsmittel als der angegebenen verfasst habe. Die gegenständliche Arbeit wurde an keiner anderen Stelle zuvor veröffentlicht und wurde auch keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt.

Thomas Wiesmann, BSc.

Gender Hinweis

Zur Gewährleistung des Leseflusses wurde im Text auf die Verwendung geschlechtsneutraler Formulierungen verzichtet. Die weibliche Form steht stellvertretend für alle Personen.

Wird zum Beispiel von „Nutzerinnen“ gesprochen, sind die männlichen Nutzer miteinbezogen.

Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie meinen Eltern, die mir von Anfang an ein sorgenfreies Studieren ermöglicht haben und meinen Werdegang stets mit großem Interesse verfolgt haben.

Außerdem möchte ich mich bei meinem Betreuungsteam, bestehend aus Dr. Stark Juliane und Dr. Meschik Michael für die Betreuung der Arbeit bedanken.

Ebenfalls gedankt sei dem Obmann des Vereins „Elektromobil Pressbaum Tullnerbach“, Dr. Grosskopf Peter, für die Hilfe bei der Datensammlung und die Gespräche vor Ort.

Zuletzt möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, die mich während meines Studiums begleitet und unterstützt haben, bei jenen, die den Abschluss mit mir feiern dürfen und jenen, die dies nicht mehr können.

Zusammenfassung

Seit Anfang 2017 betreibt der Verein „E-Mobil“ in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach einen nach dem Prinzip eines Anrufsammeltaxis funktionierenden Fahrtendienst. Dieser ermöglicht es den Einwohnerinnen der beiden Gemeinden gegen Entrichtung eines Vereinsbeitrages, dessen Höhe vom Alter und der Funktion des jeweiligen Mitglieds im Verein abhängt, eines der beiden von ehrenamtlichen Fahrerinnen gelenkten Fahrzeugen telefonisch für Fahrten zu buchen. Die Organisation des Vereins selbst wurde kürzlich digitalisiert. Seither steht den Betreiberinnen eine vereinseigene Applikation für ihre Mobiltelefone und die den Fahrzeugen zugeordneten Tablets zur Verfügung.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden die Charakteristika der Nutzerinnen des Elektromobils, dessen Eigenschaften im Betrieb und dessen mögliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt untersucht.

Als Datengrundlage hierfür dienten einerseits das digitale Fahrtenbuch des Jahres 2019 mit über 10700 dokumentierten Fahrten und andererseits rund 190 Fragebögen, die an den Verein ausgegeben und, nachdem sie nach Abschluss einer Fahrt vom Obmann des Vereins, Peter Großkopf, ausgefüllt wurden, wieder eingesammelt wurden.

Deren Auswertung lässt die Interpretation zu, dass das Elektromobil vorrangig von älteren Frauen zur Bewältigung alltäglicher Wege, wie jenen zum Einkauf oder zum Arzt genutzt wird. Eine weitere relevante Nutzergruppe bilden Schülerinnen, da der Wegzweck „Ausbildung“ an zweiter Stelle liegt. Für Freizeitaktivitäten oder Arbeitswege werden die Fahrzeuge des Vereins nur untergeordnet beansprucht.

Aufgrund der Tatsache, dass die Fahrzeuge von ehrenamtlich tätigen Personen betrieben werden und es sich um Elektrofahrzeuge handelt, können die Fahrten den Mitgliedern zu einem niedrigen Preis angeboten werden. Darüber hinaus verursachen die mit Ökostrom betriebenen Fahrzeuge im täglichen Gebrauch nahezu keine Emissionen.

Somit stellt der Verein „E-Mobil“ seinen Mitgliedern eine als nachhaltig zu bezeichnende Mobilitätsalternative zur Verfügung, die, betrachtet man die Anzahl der absolvierten Fahrten, auch gerne von den Gemeindebürgerinnen Pressbaums und Tullnerbachs genutzt wird.

Abstract

Since the beginning of 2017 the association “E-Mobil” provides a demand responsive transport option in the municipalities of Pressbaum and Tullnerbach. This service allows the inhabitants of named municipalities, as long as they pay a monthly or yearly fee to the association, to order one of the association’s cars, including a driver, to take them from a location inside of Pressbaum or Tullnerbach to a destination in said municipalities. The organisation recently received a digital upgrade, from which on the previous travel books got replaced by an app which is available on the drivers’ phones and tablets.

This master’s thesis aims at characterizing the properties of said association as well as the habits of its users. It also takes on evaluating the social, ecological and economic impact of this alternative method of mobility.

The digital travel book of 2019 and some questionnaires have been used to collect the necessary data.

It is possible to say, that the associations’ cars are mostly used by elderly women in order to make their ways to the grocery stores or to the doctor. Another major group of users are pupils on their way to school. Middle aged people going to work rarely use the E-Mobil. It is also not a very popular means of transportation when it comes to reaching spare time activities.

Nevertheless the cars do prove to be a fairly cheap and ecological means of transportation, since they run on certified green energy and cause nearly no greenhouse gas emissions.

Therefor it can be said that the “E-Mobil” appears to be a sustainable alternative means of transport that allows its users to comfortably reach their desired destination without the flaw of harming the environment.

Inhalt

1	Aufgabenstellung	3
2	Das E-Mobil Pressbaum-Tullnerbach	3
2.1	Betriebsablauf	4
2.1.1	Anmeldung für Fahrten	4
2.1.2	Aufgaben der Vereinsmitarbeiterinnen	4
2.2	Finanzierung	5
2.3	Das Einsatzgebiet des Elektromobils im Überblick	6
2.3.1	Pressbaum	6
2.3.2	Tullnerbach	6
2.4	Öffentlicher Verkehr in Pressbaum und Tullnerbach	7
3	Methode	10
3.1	Analyse der Fahrtenbücher	10
3.2	Nutzerinnen - Befragung	12
3.3	Ermittlung der Nachhaltigkeit des Elektromobils	15
4	Ergebnisse	16
4.1	Demographie der Nutzerinnen des Vereinsfahrtendienstes	16
4.1.1	Geschlecht und Alter	16
4.1.2	Wegzweck	17
4.1.3	Alternative Verkehrsmittel und induzierter Verkehr	20
4.1.4	Besitz privater Mobilitätswerkzeuge	22
4.2	Zeitliche Verteilung der Fahrten	22
4.2.1	Über ein Jahr	22
4.2.2	Über eine Woche	23
4.2.3	Über den Tag	24
4.2.4	Pro Betriebstag	25
4.2.5	Fahrtdauer	25
4.3	Quell-Ziel-Analyse	29
4.3.1	Analyse basierend auf dem Fahrtenbuch 2019	29
4.3.2	Analyse basierend auf Befragungsergebnissen	32
4.4	Auslastung des Vereinsfahrtendienstes	36
4.5	Besetzungsgrad	39
4.6	Fahrleistung des Elektromobils	40
4.7	Energieverbrauch des Elektromobils	44

4.7.1	Eingangsdaten	44
4.7.2	Treibhausgasäquivalente des Elektromobils	44
4.7.3	Zu erwartende Emissionen bei theoretischem Einsatz von Vereinsfahrzeugen mit Verbrennungsmotor	46
4.7.4	Alternative EU-Strommix	47
4.7.5	Überschlagsmäßiges LCA (Lifecycle Assessment)	49
4.8	Alternative Szenarien zum Vereinsmobil	50
4.8.1	Szenario 1: Alternative Verkehrsmittel	50
4.8.2	Szenario 2: Wie Modal Split „Österreich unterwegs 2013/14“	54
4.8.3	Szenario 3: Zukunftsausblick 2050 Umweltbundesamt	56
4.8.4	Szenarienvergleich	57
5	Vergleich mit dem „Dorfmobil“ der Gemeinde Klaus an der Pyhrnbahn	58
5.1	Fahrgäste	59
5.2	Fahrbetrieb	61
5.2.1	Anzahl absolvierte Fahrten	61
5.2.2	Zurückgelegte Kilometer	63
5.2.3	Zeitliche Verteilung der Fahrten	64
6	Bewertung gemäß Säulen der Nachhaltigkeit	66
6.1	Ökologische Säule	66
6.2	Ökonomische Säule - Nutzerinnen	67
6.2.1	Vergleich Elektromobil – zu Fuß Gehen	67
6.2.2	Vergleich Elektromobil – Radfahren	68
6.2.3	Vergleich Elektromobil – Taxi	69
6.2.4	Vergleich Elektromobil – Autobus	69
6.2.5	Vergleich Elektromobil – Privater PKW	69
6.3	Ökonomische Säule – Betreiberinnen	70
6.4	Soziale Säule	71
7	Verbesserungsvorschläge	72
8	Diskussion – Grundlagen für einen erfolgreichen Vereinsfahrtendienst	73
9	Literaturverzeichnis	76
10	Abbildungsverzeichnis	78
11	Tabellenverzeichnis	80
12	Anhang	81

1 Aufgabenstellung

Der „Verein zur Förderung energieeffizienter Mobilität in der Stadtgemeinde Pressbaum“ - kurz „E-Mobil“ - betreibt nach einer anfänglichen Testphase im Herbst 2016 seit Jänner 2017 einen nach dem Prinzip eines Anrufsammeltaxis funktionierenden Fahrtendienst. Nach nunmehr dreijähriger Betriebszeit sollen:

- Die Charakteristika dieses Modells des Vereinsfahrtendienstes erhoben und hinsichtlich des Betriebsablaufes sowie der Eigenschaften der Nutzerinnen betrachtet und evaluiert werden.
- Stärken und Schwächen im Vergleich zu alternativen Mobilitätsformen festgestellt werden und anhand der ihrer Nachhaltigkeit bewertet werden.
- Muster im Betrieb des E-Mobils sowie eines vergleichbaren Fahrtendienstes erkannt werden, die eine Beurteilung erlauben, um rasch über die Umsetzungswürdigkeit eines ähnlichen Vereinsmodells in anderen Regionen entscheiden zu können.

2 Das E-Mobil Pressbaum-Tullnerbach

Das Elektromobil Pressbaum-Tullnerbach ist als ehrenamtlicher Verein konzipiert, dessen Ziel die Ermöglichung von möglichst flexibler Mobilität in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach ist. Um dies sicherzustellen, verfügt der Verein über zwei Elektroautos vom Typ Nissan Leaf, die von Montag bis Samstag zwischen 08:15 Uhr und 21:00 unter den Namen „Robert“ und „Ingrid“ Fahrgäste (Vereinsmitglieder) auf telefonischen Wunsch von einem beliebigen Ort innerhalb der Gemeindegebiete zu einem Ziel, das ebenfalls innerhalb einer der beiden Gemeinden liegen muss, transportieren. Die Fahrzeuge verkehren bedarfsorientiert einzeln, gestaffelt oder parallel, wobei das Fahrgastaufkommen und die notwendigen Ladezyklen der Fahrzeugakkus die hierfür entscheidenden Kriterien sind.

2.1 Betriebsablauf

2.1.1 Anmeldung für Fahrten

Um eine Fahrt im E-Mobil durchzuführen, muss diese vorab beim Telefondienst unter Angabe der gewünschten Fahrtzeit, des Ausgangspunktes sowie des Ziels der Fahrt gebucht werden. Es liegt keine Beschränkung vor, wie lange vor Fahrtantritt dieser Anruf zu erfolgen hat. Dieses Vorgehen erscheint vor allem insofern sinnvoll, da zum Beispiel eine Fahrt vom Einkauf zurück zum Wohnsitz wesentlich schwieriger auf einen bestimmten Zeitpunkt festzulegen ist, als zum Beispiel die Fahrt von Kindern in die Schule oder ein Arztbesuch.

Sobald die Buchung durch den Telefondienst bestätigt wurde, kann die Fahrt wie gewünscht angetreten werden.

2.1.2 Aufgaben der Vereinsmitarbeiterinnen

Seit der Digitalisierungsoffensive des Vereins in den Jahren 2018/2019 mit Hilfe von „Tullnerbacher IT-Solutions“ wurden viele der Vorgänge bei der Buchung der Fahrten automatisiert. Während davor Fahrtbücher handschriftlich geführt wurden, erfolgt die Fahrtbuchung nun über eine Schnittstelle zwischen Telefondienst und den Fahrerinnen, die als App für Mobiltelefone und Tablets konzipiert ist.

Jene Mitglieder, die die Funktion des Telefondienstes oder einer Fahrerin im Verein innehaben, können sich via App für eine noch nicht besetzte Arbeitsschicht eintragen. Ein festgelegtes Schichtenrad gibt es nicht. Trotz der absoluten Freiwilligkeit kommt es bei der Besetzung der Schichten laut Obmann zu keinen Lücken.

Ruft ein Vereinsmitglied beim Telefondienst an, werden die gewünschte Abfahrtszeit und die gewünschte Strecke abgefragt und in das System eingegeben. Sehr viele Ziele und Adressen sind in diesem bereits hinterlegt, sodass die benötigten Fahrtzeiten, gegliedert in Anfahrtszeit zum Startpunkt, den Personentransport und die Abfahrt zum Stellplatz des Fahrzeugs automatisch ausgegeben werden. Die fertige Buchung wird anschließend direkt auf das Mobiltelefon der diensthabenden Fahrerin übermittelt, sodass diese zeitgerecht von einem der Standplätze der Fahrzeuge (Rathaus Pressbaum und Gemeindezentrum Tullnerbach) zur Fahrt aufbrechen kann.

Zur besseren Übersicht sind die Fahrzeuge selbst auch mit jeweils einem Tablet ausgestattet, das das Fahrtprogramm des jeweiligen Fahrzeugs am aktuellen Tag anzeigt.

2.2 Finanzierung

Der Verein finanziert sich vorrangig über die Mitgliedsbeiträge der jeweiligen Vereinsmitglieder. Hierfür wurde eine gestaffelte Bepreisung nach der Funktion des Mitgliedes im Verein und des Alters vorgenommen – hierzu ein kurzer Überblick:

- | | |
|---|----------------------------------|
| • Erwachsenes Mitglied ohne Funktion | € 200,- / Jahr
€ 20,- / Monat |
| • Kind (6 - <18 Jahre) | € 100,- / Jahr
€ 10,- / Monat |
| • Erwachsenes Mitglied im Telefondienst | € 100,- / Jahr |
| • Erwachsenes Mitglied im Fahrdienst | € 25,- / Jahr |
| • Kinder unter 6 Jahren | gratis |

Für alle Mitglieder besteht die Möglichkeit der Buchung einer Fahrt gleichermaßen. Für den Fahrdienst gemeldete Personen dürfen die Fahrzeuge des Vereins darüber hinaus an Sonntagen und Feiertagen als carsharing-Fahrzeuge verwenden.

Zum Zeitpunkt des ersten Gesprächs mit dem Obmann des Vereins am 06. Februar 2020, Herrn Peter Grosskopf, besaß der Verein 177 Mitglieder (Ende 2019 waren es 205 Mitglieder). Im Zuge der Masterarbeit wurden Fragebögen ausgegeben, mit welchem unter anderen das Geburtsjahr der Nutzerinnen erfragt wurde. Die Auswertung der Fragebögen weist einen Anteil an volljährigen Nutzerinnen von 83 % aus. Hierbei ist allerdings nicht bekannt, ob es sich dabei teilweise um Vereinsfahrerinnen oder Mitarbeiterinnen im Telefondienst handelt. Überschlagsmäßig dürfte das jährliche Budget des Vereins damit im Bereich von 25.000 € liegen und dient aufgrund der ehrenamtlichen Tätigkeit der Mitglieder der Deckung der Betriebskosten.

Zusätzlich zu den Mitgliedsbeiträgen wurde 2017 ein Antrag an den „klima+ energie fonds“ (klima+energie fonds; Stand 22.04.2020) zur Förderung als „Mikro-ÖV im ländlichen Raum“ gestellt, welcher für beide Fahrzeuge bis 2019 beziehungsweise 2020 – jeweils auf 3 Jahre – bewilligt wurde.

2.3 Das Einsatzgebiet des Elektromobils im Überblick

2.3.1 Pressbaum

Pressbaum liegt in den Wienerwald eingebettet, weshalb beinahe 80 % der Fläche bewaldet sind [Wikipedia, Stand 06.01.2020]. Lediglich entlang der Verkehrsachsen Landesstraße B44, der Westautobahn beziehungsweise der ehemaligen ÖBB-Hauptwesteinfahrt nach Wien ist die Gemeinde dichter besiedelt. Seit der Auflösung des politischen Bezirkes Wien Umgebung mit 01. Jänner 2017 gehört die Gemeinde Pressbaum dem Bezirk St. Pölten Land an (Abb. 2-1). Die Einwohnerzahl der 58,87 km² großen Gemeinde betrug mit 01.01.2019 7770, die Einwohnerdichte beträgt damit rund 132 EW/km² [Statistik Austria, Stand 29.03.2020]. Im Nahgebiet Wiens liegend und mit Anbindungen nach Wien ausgestattet, weist die Gemeinde in den letzten 10 Jahren kontinuierliche Bevölkerungszuwächse auf – von 2018 auf 2019 zuletzt 2,8% [ÖROK, Stand 06.01.2020].

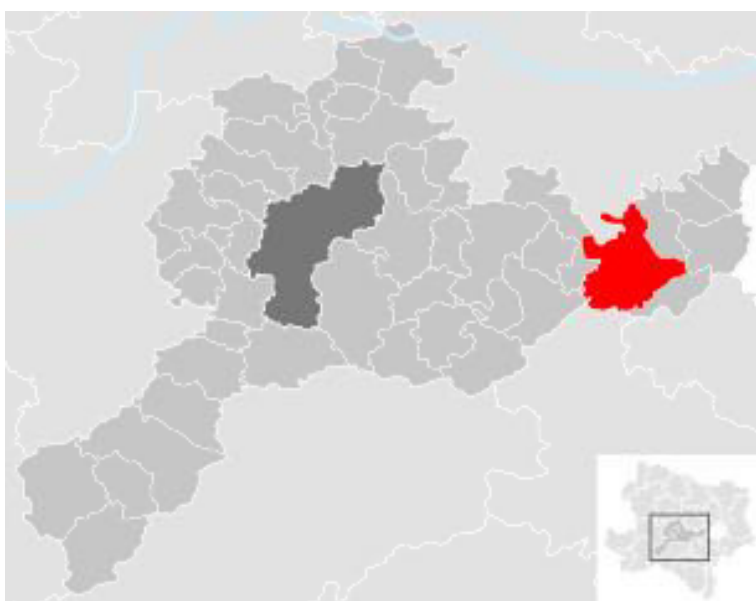


Abbildung 2-1: Lage der Gemeinde Pressbaum (rot) im Bezirk St. Pölten in Niederösterreich (Dunkelgrau: namensgebende Gemeinde des Bezirks)

2.3.2 Tullnerbach

Tullnerbach liegt als Nachbargemeinde Pressbaums ebenfalls im Wienerwald (Abb. 2-2). Die Gemeinde gliedert sich in die Ortsteile Tullnerbach-Lawies, Untertullnerbach und Irenental. Die beiden erstgenannten Ortsteile liegen an der Landesstraße B44 beziehungsweise der ÖBB-Westeinfahrt nach Wien, das Irenental ist mit der L2129

erschlossen. In der 20,24 km² großen Gemeinde wohnten mit 01.01.2019 2808 Personen, womit die Einwohnerdichte mit 139 EW/km² sehr nahe an jener von Pressbaum liegt [Statistik Austria, 29.03.2020]. Der jährliche Bevölkerungszuwachs beträgt rund 1 % und bleibt damit etwas hinter dem von Pressbaum zurück [ÖROK, 06.01.2020].

Topografisch gilt für beide Gemeinden gleichermaßen, dass sie in ihrer Siedlungsstruktur von ihrer jeweiligen Tallage geprägt sind. Der Großteil der täglich benötigten Infrastruktur, damit sind Einkaufsmöglichkeiten, Ausbildungsstätten, Ärzte und andere öffentliche Einrichtungen wie Banken oder Gemeindeämter gemeint, liegt entlang der LB 44 in der Talsohle des Wienflusses. Die Talflanken sind abschnittsweise entweder bewaldet oder von Wohnsiedlungen in offener Bauweise geprägt.

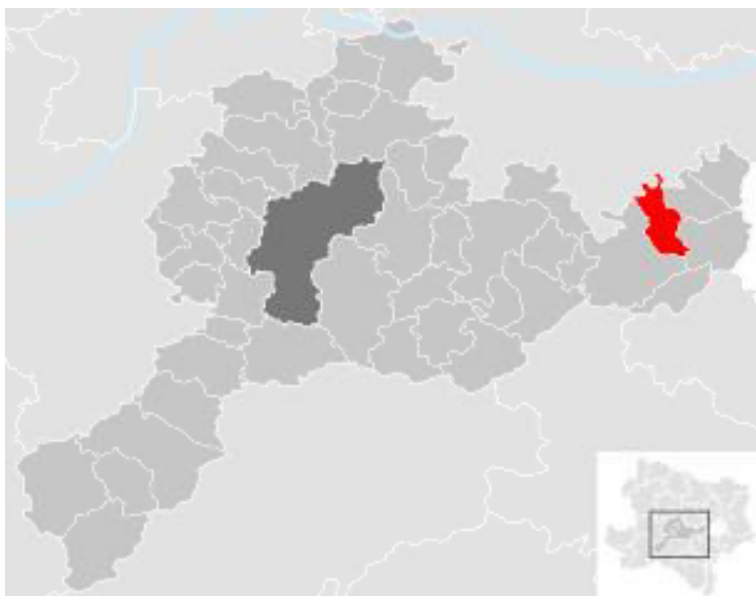


Abbildung 2-2: Lage der Gemeinde Tullnerbach (rot) im Bezirk St. Pölten in Niederösterreich (Dunkelgrau: namensgebende Gemeinde des Bezirks)

2.4 Öffentlicher Verkehr in Pressbaum und Tullnerbach

Im Untersuchungsgebiet liegen vier Bahnhöfe der ÖBB, über die der Regionalverkehr zwischen Wien und St. Pölten abgewickelt wird, wobei halbstündlich Züge nach St. Pölten und viertelstündlich Züge in Richtung Wien abfahren.

Außerdem verkehren in den Gemeinden sechs verschiedene Buslinien (408, 454, 458, 453, 253, 254). Insbesondere entlang der Landesstraße B 44 stehen Bushaltestellen in dichten Abständen zur Verfügung (Abb. 2-3). Auch die Seitentäler Pfalzau und Irenental

sind durch die Buslinien erschlossen. Obwohl einerseits ein ausreichend dichtes Netz an Buslinien sowie Haltestellen zur Verfügung steht, gestaltet sich das Zurücklegen von Wegen mit dem Autobus andererseits dennoch als anspruchsvoll. Das ist dadurch begründet, dass für jede Linie zahlreiche Kursnummern beziehungsweise Wagennummern existieren, von denen nicht jede die gleichen Haltestellen entlang einer bedient. Dadurch ist es für all jene Nutzerinnen des öffentlichen Verkehrs, welche nicht täglich den Bus derselben Kursnummer nutzen, nicht einfach einen geplanten Weg zurückzulegen, ohne sich vorab im Internetz oder aber an der Bushaltestelle direkt informiert zu haben.

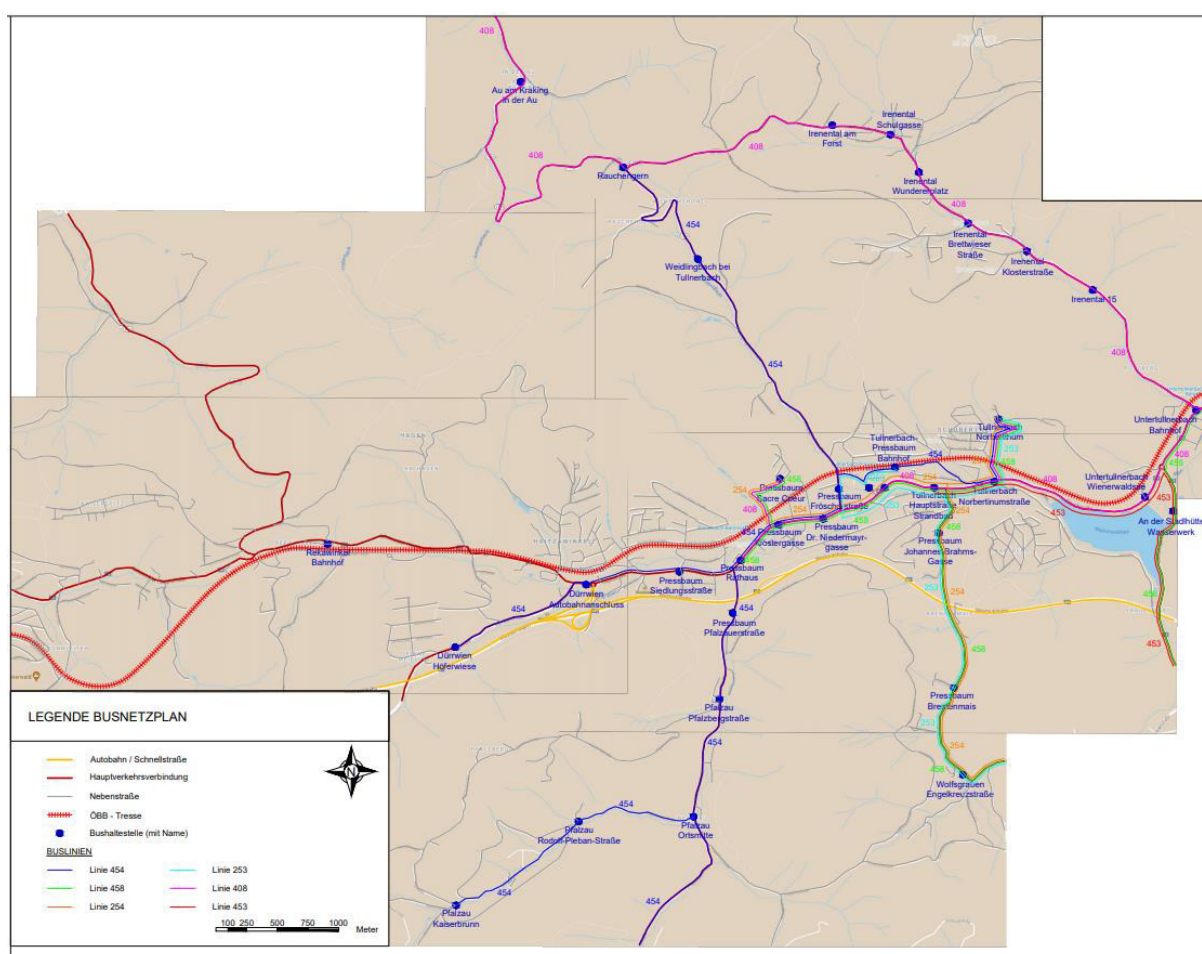


Abbildung 2-3: Buslinienplan inklusive Trasse der ÖBB in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach (Schienenersatzverkehr nicht berücksichtigt)

Um das Angebot des öffentlichen Verkehrs grafisch festzuhalten, sind die Abb. 2-3 sowie Abb. 2-4 im Anhang auch im Planformat beigefügt. Der erste gewährt Aufschluss über den Verlauf der eingangs erwähnten Buslinien, der zweite über die Lage der Haltestellen des öffentlichen Verkehrs und deren fußläufiger Erreichbarkeit unter der Annahme, dass ein

Bahnhof aus einer Distanz von 500 m fußläufig erreicht wird und eine Bushaltestelle aus 300 m (Abb. 2-4).

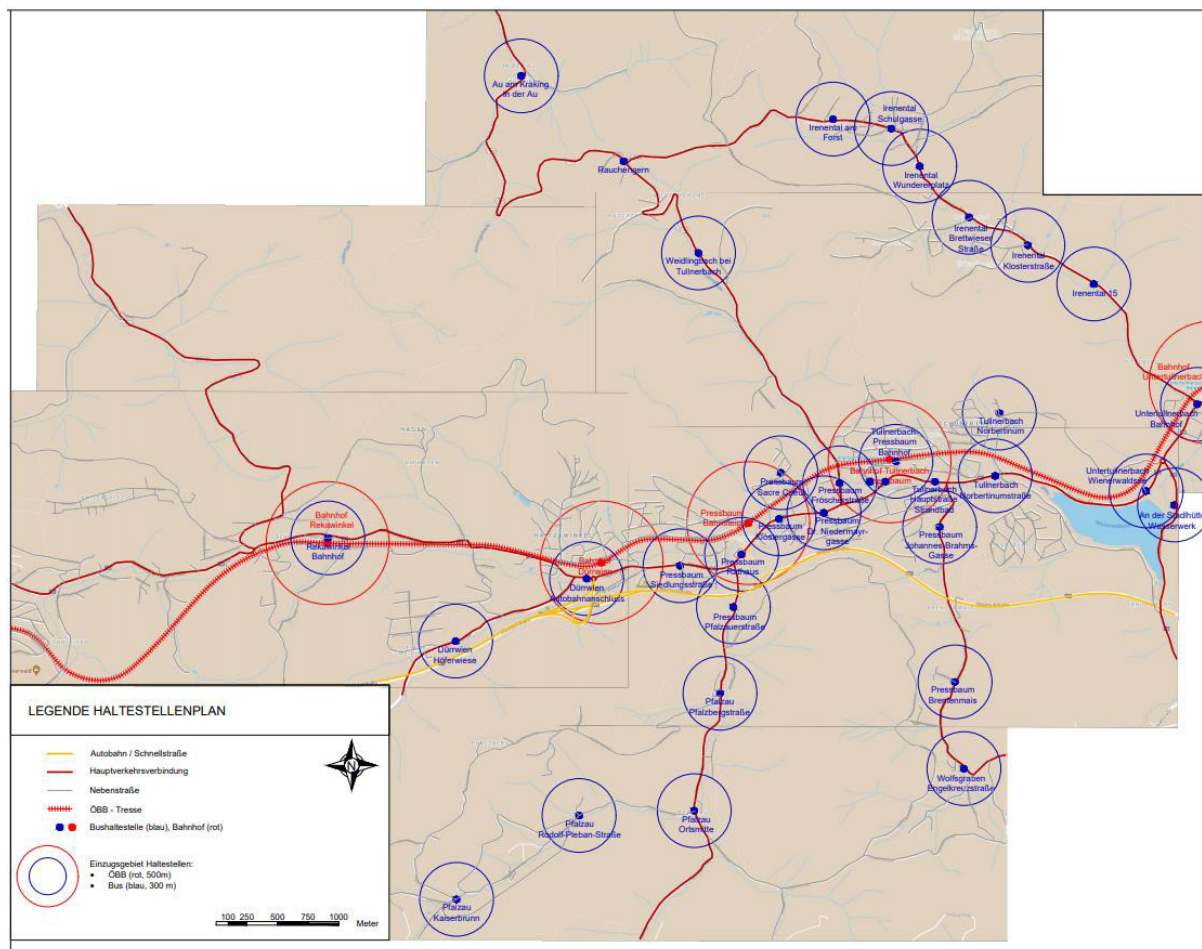


Abbildung 2-4: Bushaltestellen (blau) und Haltestellen der ÖBB (rot) in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach; Kreise definieren Einzugsgebiete der Haltestellen

Am Busnetzplan ist auffällig, dass der Bahnhof Rekawinkel durch keine Linie erschlossen ist. Der Grund hierfür liegt darin, dass für diese Haltestelle lediglich Fahrpläne für einen Schienenersatzverkehr ermittelt werden konnten, welcher nicht als dauerhaft eingerichtete Buslinie gewertet wurde und dementsprechend nicht beachtet wurde.

3 Methode

3.1 Analyse der Fahrtenbücher

Auf Anfrage wurde für diese Masterarbeit das elektronische Fahrtenbuch des Jahres 2019 zur Verfügung gestellt. Dieses umfasst in der Originalfassung folgende Informationen:

- Fahrgast
- PKW
- Fahrtbeginn und -ende (inklusive Aufgliederung in Anfahrtszeit, Fahrzeit und Abfahrtszeit)
- Quelle und Ziel der Fahrt (Point of Interest oder Adresse)
- Anzahl der Fahrgäste

Zur Wahrung des Datenschutzes wurden bei der Übermittlung der Daten alle Informationen ausgespart, die einen direkten Rückschluss auf Einzelpersonen zugelassen hätten – das sind konkret Wohnadressen und Namen der Vereinsmitglieder. Die Daten des Fahrtenbuches wurden vorrangig zur Ermittlung der zeitlichen Auslastung des Vereinsfahrtendienstes und zur Ermittlung des Besetzungsgrades herangezogen. Auf reiner Basis des Fahrtenbuches lassen sich keine Aussagen über die zurückgelegten Distanzen treffen, da zumeist eine private Adresse Ausgangspunkt oder Endpunkt einer Fahrt darstellen.

Datenqualität

Insgesamt umfasst das elektronische Fahrtenbuch 2019 10726 Datensätze (= Fahrten) von 02.01.2019 bis 31.12.2019. Innerhalb dieses Zeitraumes ist, vor allem in den ersten Monaten nach dem Umstieg auf das elektronische Buchungssystem eine kontinuierliche Verbesserung des Datenumfanges hinsichtlich der im Buchungssystem eingetragenen Zeiten und der vordefinierten Points of Interest gegeben. Ab 22.01.2019 ist die unter 4.1 angeführte Aufgliederung in Anfahrtszeit, Fahrzeit und Abfahrtszeit gegeben. Ab 24.01. funktioniert diese Unterteilung einwandfrei, an den beiden Tagen dazwischen treten in den erhaltenen Buchungsdaten noch regelmäßig Inkonsistenzen auf. Darüber hinaus nimmt über das Jahr gesehen die Menge der im Buchungssystem vorgegebenen Ziele (z.B. Arzt, Lebensmittelläden, Schulen) stets zu, während zu Beginn des Betriebsjahres stets die Adressen eingetragen wurden, welche im Rahmen dieser Arbeit aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht zur Verfügung stehen. In der Datenaufbereitung

zeigte sich, dass Ladevorgänge der Fahrzeuge teilweise als Fahrten gebucht wurden. Diese wurden allerdings anhand ihrer langen Dauer identifiziert und in den weiteren Auswertungen (Fahrzeiten, Auslastung) nicht berücksichtigt.

Darüber hinaus wurde im Zuge der Datenaufbereitung über das gesamte Betriebsjahr eine Kontrolle der Fahrtenabfolge vorgenommen, das heißt, es wurde überprüft, ob der gebuchte Startzeitpunkt einer Fahrt auch tatsächlich nach dem gebuchten Endzeitpunkt der vorangegangenen Fahrt liegt. Das trifft in 11 % der Fälle (1178 Buchungen) nicht zu. Teilweise handelt es sich hierbei um Fahrten mit mehreren Fahrgästen, die zu unterschiedlichen Zeiten ein- oder aussteigen, weshalb es bei aufeinanderfolgenden Buchungen zu Überschneidungen kommen kann. Das Buchungssystem akzeptiert nämlich lediglich solche Fahrten als „Kombifahrten“ (Fahrten mit mehreren Personen), wenn diese am gleichen Ort einsteigen und aussteigen. Bei dem Rest kann vermutet werden, dass es sich hierbei entweder um Buchungsfehler oder aber kurzfristige Änderungen im Betriebsablauf handelt, die nicht rückwirkend umgebucht wurden.

Die untenstehende Grafik gibt einen kurzen Überblick über die Auftrittshäufigkeit der zeitlichen Inkonsistenzen (Abb. 3-1). Die Zeitskala wurde auf 20 Minuten begrenzt, da hier bereits 97 % der Fälle erfasst werden (1146 Buchungen) und die restlichen Fälle für eine grafische Darstellung zu stark streuen.

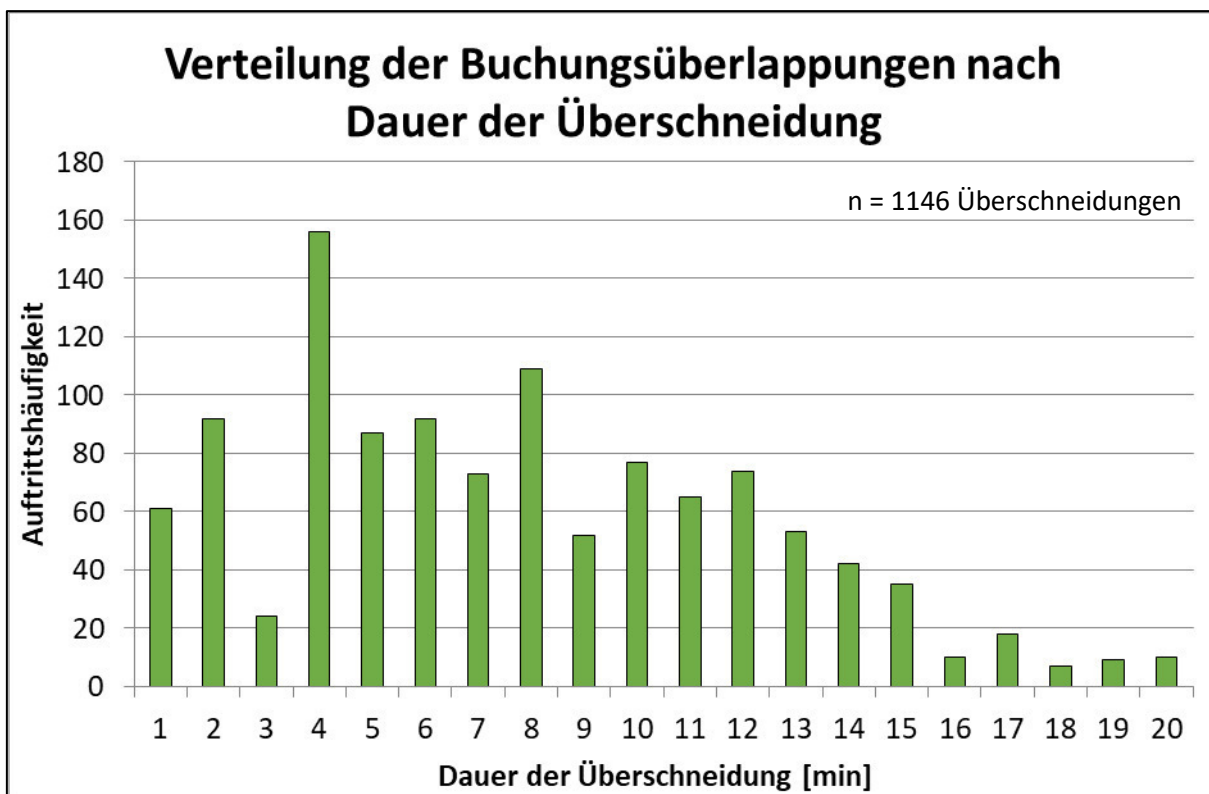


Abbildung 3-1: Dauer der Überschneidung zweier Buchungen in Minuten bei zeitlicher Überlagerung von Buchungen

3.2 Nutzerinnen - Befragung

Zur Ergänzung der Daten aus dem Fahrtenbuch sowie der Ermittlung zurückgelegter Distanzen wurden an den Verein 192 Fragebögen (Abb. 3-2) übergeben, von denen 191 ausgefüllt wurden und 189 hinsichtlich der Vollständigkeit einer weiteren Auswertung zugeführt werden konnten. Um das Ausfüllen der Fragebögen zeitsparend zu ermöglichen, wurde darauf geachtet, dass bei dem Großteil der Fragen die Antworten lediglich anzukreuzen sind. Ausgenommen hiervon sind der Ausgangspunkt und das Ziel der Fahrt, die Zeit bei der Abfahrt und die Zeit bei Ankunft am Ziel sowie das Geburtsjahr. Die Fragebögen wurden, um den Fahrgästen Unannehmlichkeiten zu ersparen und fehlerhafte Eintragungen zu minimieren, vom Fahrer (Vereinsobmann) ausgefüllt.




Geschätzte Mitfahrerinnen und Mitfahrer des E-Mobils,
im Rahmen meiner Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien (Institut für Verkehrswesen) führe ich gemeinsam mit dem Verein E-Mobil Pressbaum-Tullnerbach eine Erhebung zur Weiterentwicklung des Vereinsfahrtendienstes durch. Dazu möchten wir mit Ihrer Hilfe Details zur Nutzung erheben. Wir bitten Sie deshalb, die folgenden 11 Fragen zu beantworten und uns damit bei unserer Arbeit zu unterstützen. Herzlichen Dank!

1	Beginn der Fahrt (Datum und Uhrzeit):
2	Ausgangspunkt der Fahrt (z.B. Straße, "Billa", "Bahnhof Rekawinkel"):
3	Zweck der Fahrt (wenn Sie "nach Hause" ankreuzen, kreuzen Sie bitte zusätzlich an, was Sie am Ausgangspunkt der Fahrt erledigt haben) ☐ Erledigung (z.B. Einkaufen, Arzt) ☐ Ausbildung (z.B. Schule, Lehre) ☐ Freizeit (z.B. Besuch, Café) ☐ Arbeit (Pendeln) ☐ nach Hause ☐ Sonstiges und zwar: _____
4	Ziel der Fahrt (z.B. Straße, "Billa", "Bahnhof Rekawinkel"):
5	Ende der Fahrt (Uhrzeit):
6	Wenn es das E-Mobil nicht geben würde, wie hätten Sie den Weg sonst zurückgelegt? ☐ gar nicht ☐ mit dem eigenen Auto ☐ mit einem Taxi ☐ mit dem Bus ☐ zu Fuß ☐ mit dem Rad ☐ als Beifahrer/in ☐ Sonstiges und zwar: _____
7	Besitzen Sie einen Führerschein? ☐ ja ☐ nein
8	Steht Ihnen ein PKW zur Verfügung? ☐ ja ☐ ja, teilweise ☐ nein
9	Verfügen Sie über ein funktionsfähiges Fahrrad? ☐ ja ☐ nein
10	Geburtsjahr:
11	Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich ☐ divers

Bei Rückfragen können Sie mich gerne unter thomaswiesmann1@gmail.com erreichen. Ich garantiere Ihnen, die erhaltenen Daten ausschließlich zur Verfassung der Masterarbeit zu nutzen und zu keinem Zeitpunkt an Personen oder Institutionen weiterzugeben, die nicht zur Erstellung der Arbeit beitragen.

Abbildung 3-2: Fragebogen für die Nutzerinnenbefragung; Originalformat ist A5

Diese wurden an einzelnen Tagen des Februar beziehungsweise des März 2020 ausgefüllt, bevor am 13. März 2020 der Betrieb des Vereinsfahrtendienstes wegen des Coronavirus vorübergehend eingestellt werden musste.

Mit dem Fragebogen wurden folgende Informationen abgefragt:

- Datum und Uhrzeit bei Beginn und Ende der Fahrt
- Ausgangs- und Endpunkt der Fahrt (Adresse, Point of Interest)
- Der Fahrtzweck (Erledigung [Einkauf, Arzt], Arbeiten, Ausbildung, Freizeit [Besuche, Restaurant], Fahrten nach Hause, Sonstige)
- Welches Verkehrsmittel bei Nichtbestehen des Vereinsfahrtendienstes für den Weg gewählt worden wäre (Privates KFZ, Fahrrad, Bus, Taxi, zu Fuß, Beifahrerin, kein Zurücklegen des Weges)
- Führerscheinbesitz
- Verfügbarkeit eines privaten KFZ (jederzeit, teilweise, gar nicht)
- Fahrradbesitz
- Geburtsjahr
- Geschlecht (weiblich, männlich, divers)

Wurde bei der Angabe des Fahrtzwecks „nach Hause“ gewählt, war die Angabe des Quellzwecks (Tätigkeit am Ausgangspunkt der Fahrt) ebenfalls gefordert. Die Tatsache, dass 191 Fragebögen ausgefüllt wurden und der Verein 177 Mitglieder umfasst (Stand Februar 2020), garantiert zumindest einige Doppelerfassungen mancher Fahrgäste. Werden das Alter und das Geschlecht der Fahrgäste als einzige Identifikationsmerkmale festgelegt, kann mit Sicherheit gesagt werden, dass durch die Fragebögen 60 verschiedene Personen erfasst wurden.

Die Fragebögen lassen damit nicht nur Rückschlüsse auf die Demografie der Nutzerinnen zu, sondern erlauben auch das Herstellen einer Verbindung zwischen aufgewendeter Zeit und zurückgelegter Distanzen. Damit war es möglich, von den aus dem Fahrtenbuch bekannten Fahrtzeiten die gesamte im Jahr 2019 zurückgelegte Distanz zu schätzen und darauf aufbauend Überlegungen zu Emissionen beziehungsweise Einsparungen derselben anzustellen.

Das Diagramm gibt Auskunft darüber, an welchen Tagen wie viele Fahrten des Elektromobils durch den Fragebogen erhoben wurden (Abb. 3-3).

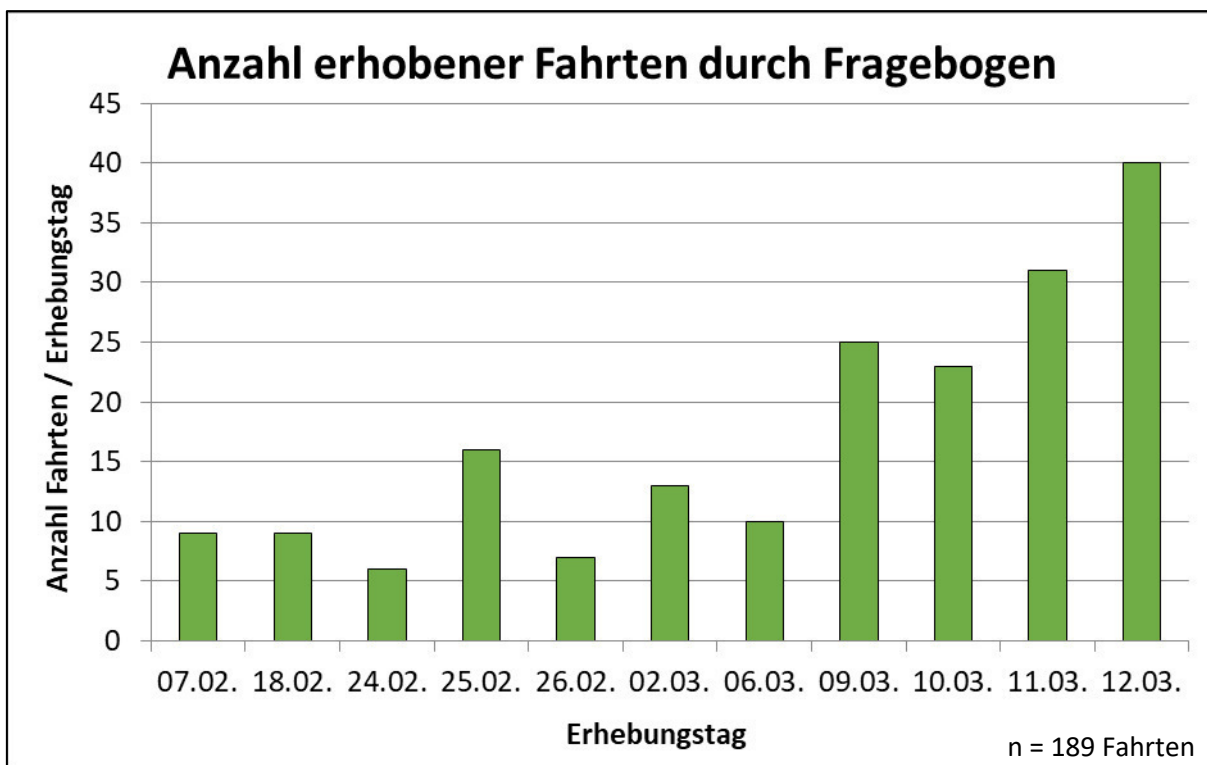


Abbildung 3-3: Tage, an welchen Fragebögen ausgefüllt wurden und Anzahl der ausgefüllten Fragebögen

3.3 Ermittlung der Nachhaltigkeit des Elektromobils

Um die Nachhaltigkeit des Elektromobils zu bewerten, werden in weiterer Folge die

- ökologische Nachhaltigkeit
- ökonomische Nachhaltigkeit
- soziale Nachhaltigkeit

gesondert bewertet. Zur Bewertung der **ökologischen Nachhaltigkeit** werden in einem ersten Schritt alternative Betriebsszenarien für den Fahrtendienst analysiert. Dies geschieht einmal für die Nullvariante (Betrieb mit Elektrofahrzeugen und Ökostrom), einmal für die Variante, dass der Verein Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor betreiben würde und einmal für die Variante, dass anstelle des Ökostroms Strom aus einem Energiemix mit hohem Anteil aus fossilen Energieträgern getankt würde. In einem weiteren Schritt wird die Annahme getroffen, dass es den Verein in keiner Form gibt, die Fahrgäste die exakt gleichen Wege dennoch mit alternativen Verkehrsmitteln zurücklegen. Hierbei werden einmal die in der Nutzerinnenbefragung erhobenen alternativen Verkehrsmittel herangezogen, einmal der österreichische Modal Split der Jahre 2013/14 und einmal ein auf Studien des Umweltbundesamtes basierender Ausblick für das Jahr 2050.

Die **ökonomische Säule** wird anhand von Vergleichen des Elektromobils mit alternativen Verkehrsmitteln analysiert. Es fließen dabei Anschaffungs- sowie Betriebskosten und Reisezeiterparnisse ein. Weitere Bewertungen, wie zum Beispiel jene des Reisekomforts, werden aufgrund ihrer starken subjektiven Komponente nicht kalkuliert. Außerdem wird ermittelt, welche Kosten durch den Betrieb des Vereins mit Angestellten anstelle von Freiwilligen entstehen würden und inwieweit sich dies auf den Fahrpreis auswirken könnte.

Die **soziale Säule** wird anhand einiger Aspekte verbal beschrieben.

4 Ergebnisse

4.1 Demographie der Nutzerinnen des Vereinsfahrtendienstes

4.1.1 Geschlecht und Alter

Die Auswertung des Geschlechtes ergibt, dass 78 % der Fahrgäste weiblich und 22 % männlich sind. Verglichen mit der tatsächlichen Geschlechterverteilung in der Bevölkerung der beiden Gemeinden (48 % Männer, 52 % Frauen; Statistik Austria, Stand 01.01.2019) ist ein klarer Überhang seitens der weiblichen Nutzerinnen zu erkennen (Tab. 4-1).

Das mittlere Alter der Stichprobe liegt bei 58,3 Jahren, der Median bei 69 Jahren. Die Standardabweichung ist mit 27,5 Jahren hoch, da besonders die Gruppe der Schülerinnen beziehungsweise die der Seniorinnen den Vereinsfahrtendienst nutzt. Um eine Vergleichbarkeit mit den Daten der Statistik Austria zu ermöglichen, wurden die erhobenen Altersdaten in die gleichen Altersklassen eingeteilt. Demnach sind 18 % (34 Fahrten) der Nutzerinnen jünger als 20 Jahre, 28 % (53 Fahrten) sind zwischen 20 und 64 Jahren alt und der Anteil der Personen, die 65 Jahre oder älter sind liegt bei 54 % (102 Fahrten).

Tabelle 4-1: Erhobene Altersklassen und deren Anteil an der Stichprobe sowie der Gesamtbevölkerung der Gemeinden

Altersklasse	Anteil an Stichprobe n = 189	Anteil an Bevölkerung
<20 Jahre	18,0 %	22 %
20 – 64 Jahre	28,0 %	58 %
65 Jahre und älter	54,0 %	20 %

Die Zahlen zeigen eine deutliche Überrepräsentation der Gruppe, die 65 Jahre oder älter ist. Die Gruppe der 20-64-Jährigen dagegen ist stark unterrepräsentiert.

Durch den Vergleich der Stichprobe mit der Gesamtbevölkerung lässt sich bestimmen, welcher Anteil der Bevölkerung das Angebot des Vereinsfahrtendienstes nutzt, wenn man die Mitgliederanzahl von 177 zu Grunde legt. Demnach sind 2 % aller Einwohner der Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach Mitglied im Verein sowie 5 % aller Personen, die älter als 65 Jahre sind.

4.1.2 Wegzweck

Mit den Fragebögen wurde ermittelt, aus welchen Gründen die Fahrten mit dem Elektromobil durchgeführt werden. Wurde als Wegzweck nach Hause angekreuzt, war die Angabe der zuvor durchgeführten Tätigkeit (= Quellzweck) ebenso gefordert.

Das Ergebnis zeigt, dass der Vereinsfahrtendienst zu 50,3 % für Erledigungen genutzt wird. Die zweite Hälfte teilt sich in 22,2 % Fahrten zur und von einer Ausbildungsstätte, 14,6 % Freizeitfahrten und 13,0 % Fahrten zur und von der Arbeitsstätte auf (Abb. 4-1).

Der Wegzweck „Sonstige“ wurde als solcher nie angekreuzt und lediglich in manchen Fällen zur Spezifizierung des Wegzweckes genutzt (z.B. „mit Kindern in den Kindergarten“).

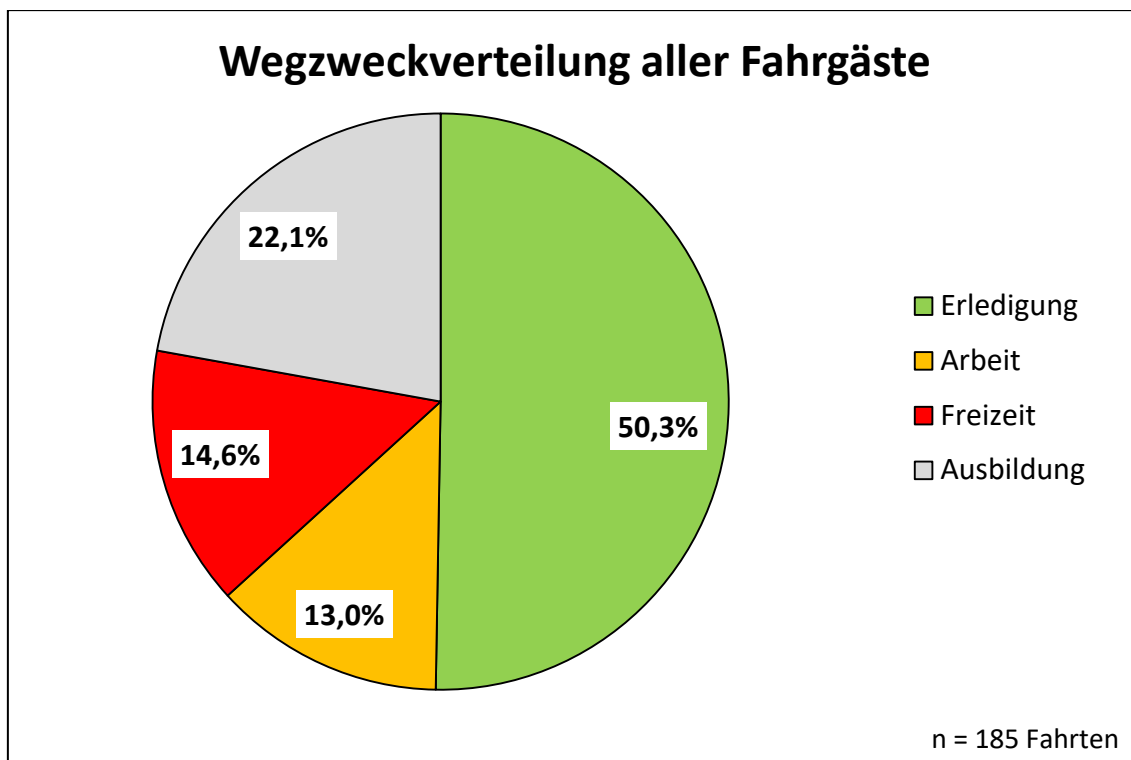


Abbildung 4-1: Verteilung der Wegzwecke aller Fahrgäste

Nach Betrachtung der Wegzwecke der gesamten Stichprobe soll nun in den Abbildungen 4-2 bis 4-4 unterschieden werden, wie sich das Nutzerinnenverhalten in den Altersklassen ≤ 18 Jahre, $18 - \leq 65$ Jahre und älter als 65 Jahre ändert.

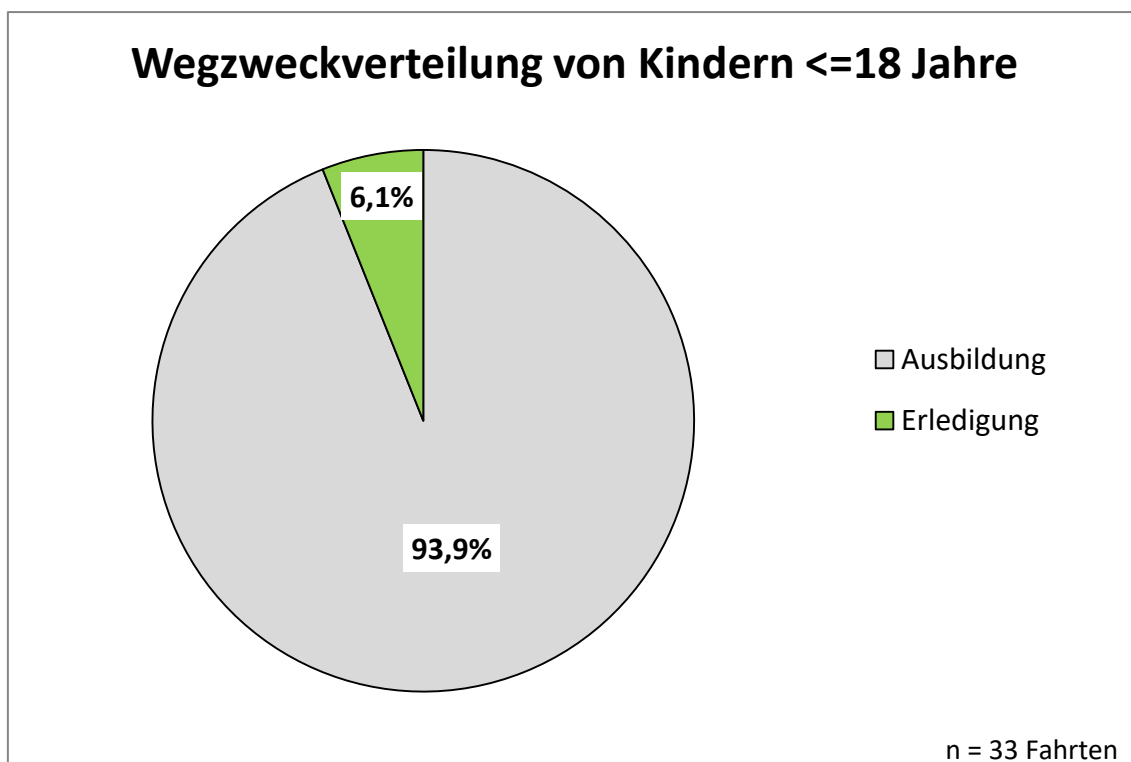


Abbildung 4-2: Verteilung der Wegzwecke von Kindern ≤ 18 Jahre

Bei der Gruppe der Jugendlichen ist auffällig, dass das E-Mobil fast ausschließlich für Ausbildungswege genutzt wird. Freizeitwege, welche in dieser Gruppe vermutet werden könnten, treten in der Stichprobe gar nicht auf.

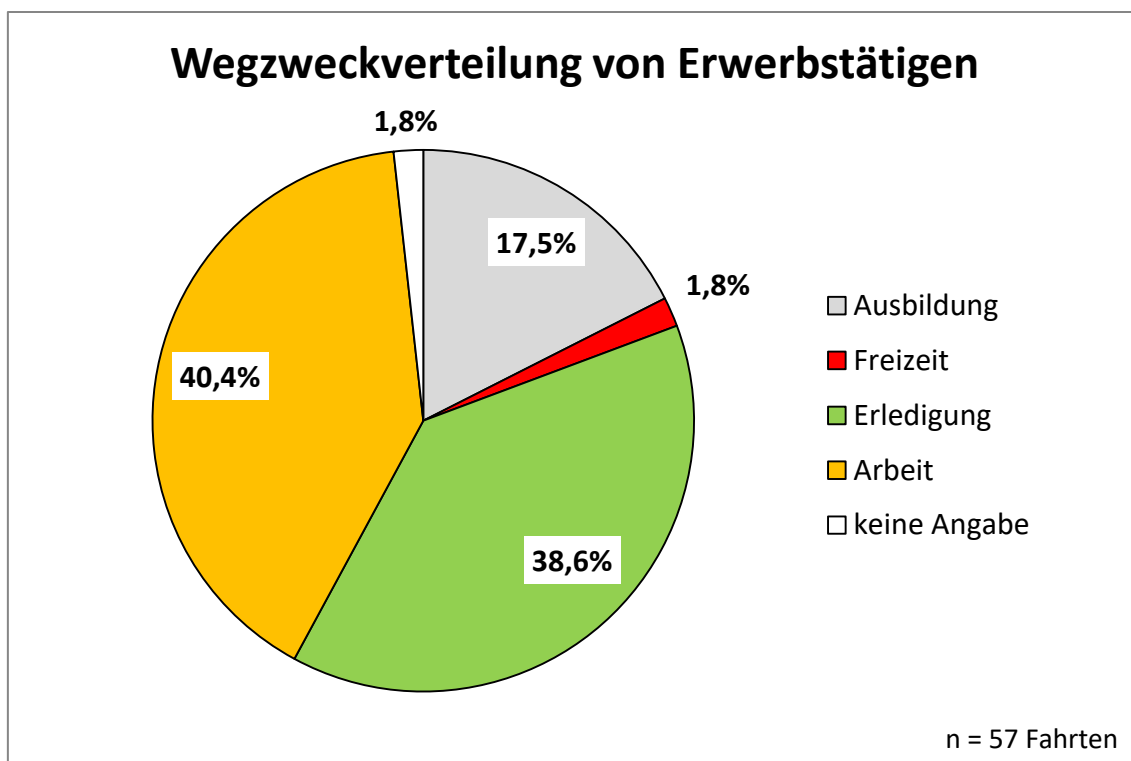


Abbildung 4-3: Verteilung der Wegzwecke von Erwerbstätigen im Alter von 18 bis 65 Jahren

In der Gruppe jener im Alter von 18 bis 65 Jahren, im Diagramm als „Erwerbstätige“ geführt), zeichnet sich ab, dass Arbeitswege zu nahezu gleichen Teilen mit dem Vereinsmobil bestritten werden wie Erledigungen. Ausbildungswege stehen an dritter Stelle. Freizeitwege spielen in dieser Gruppe eine sehr untergeordnete Rolle.

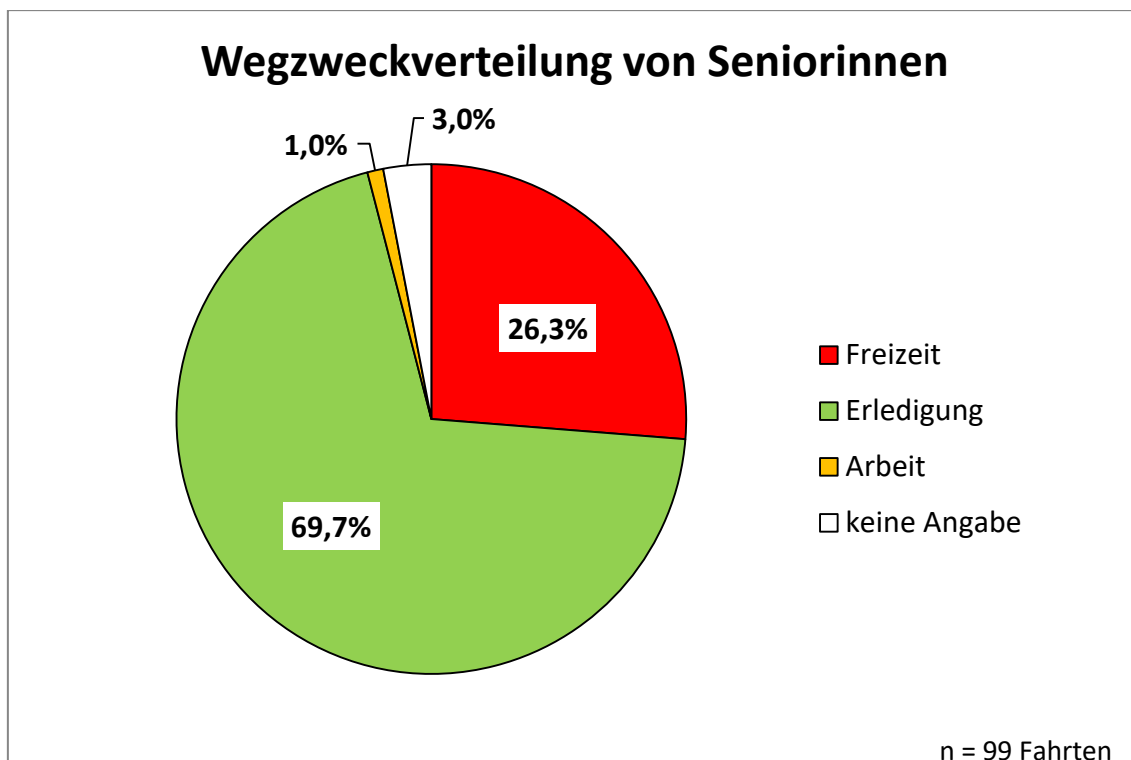


Abbildung 4-4: Verteilung der Wegzwecke von Seniorinnen

Fahrgäste, die älter als 65 Jahr sind, nutzen den Vereinsfahrtendienst zu rund 70 % für Erledigungen. Ein weiteres Viertel aller Fahrten dient dem Freizeitverkehr. Ein Arbeitsweg wurde nur von einer einzigen Person dieser Altersgruppe bestritten und Ausbildungswege fallen vollständig weg.

4.1.3 Alternative Verkehrsmittel und induzierter Verkehr

Ebenso wurde abgefragt, mit welchem alternativen Verkehrsmittel die Vereinsmitglieder ihre Wege zurückgelegt hätten, wenn es das Vereinsmobil nicht gäbe. Hier ist in erster Linie festzuhalten, dass 85,1 % aller Wege auch bei Nicht-Bestehen des Fahrtendienstes durchgeführt würden (Abb. 4-5). Dementsprechend gaben 14,9 % der Befragten an, dass sie den Weg ohne das Elektromobil „gar nicht“ zurückgelegt hätten. Hiervon waren 46,4 % Freizeitwege, 46,4 % Erledigungen, 3,6 % ohne Angabe des Wegzwecks und 3,6 % Ausbildungswege, wobei letztere Zahl anzuzweifeln ist.

Von den 85,1 % entfällt der gewichtigste Anteil auf jene, die „zu Fuß“ als alternatives Verkehrsmittel angeben (35,6 %). Die mittlere Distanz der Wege, die alternativ zu Fuß zurückgelegt werden würden, liegt bei 2,0 km. Das mittlere Alter der Personen, die dieses Verkehrsmittel als Alternative angeben beträgt 59,3 Jahre, der Median 68,0 Jahre.

gefolgt von jenen, die ihre Wege als „Beifahrer“ zurücklegen würden (31,4 %). Relativ unbedeutende Rollen als alternative Verkehrsmittel spielen in der Stichprobe das Fahrrad (7,4 %), das eigene Kfz (5,9 %), der Autobus (4,3 %) und das Taxi (0,5 %).

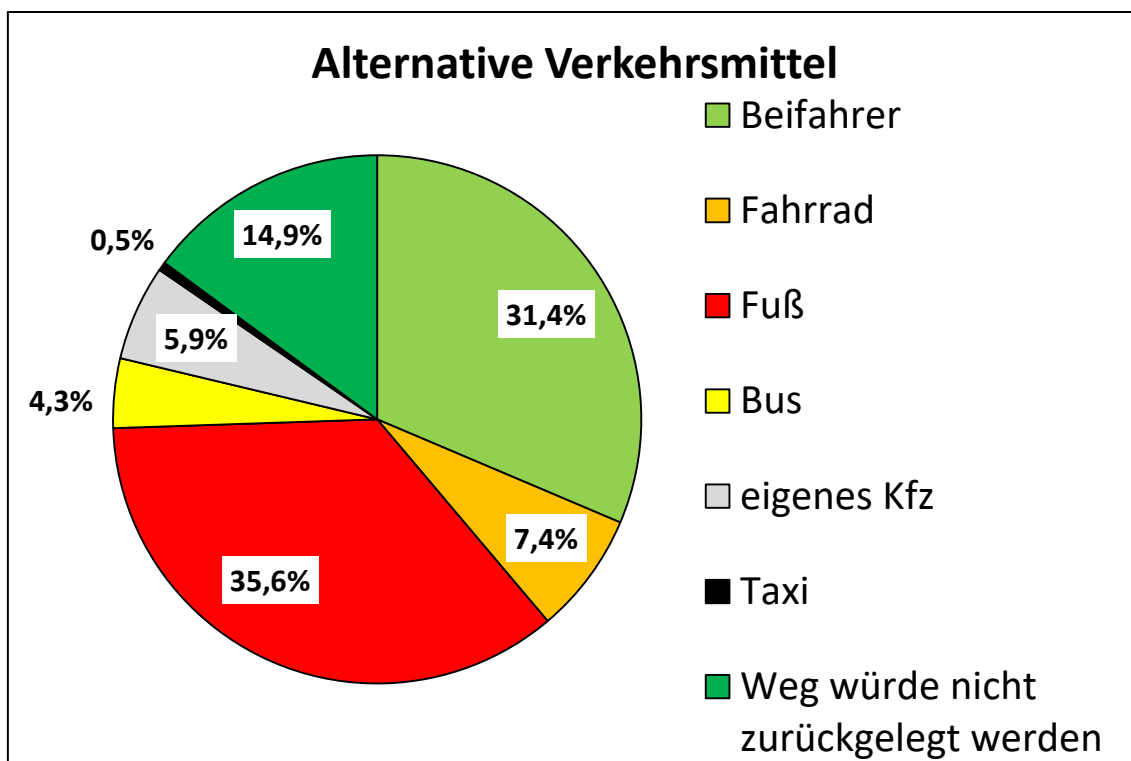


Abbildung 4-5: Alternative Verkehrsmittel der Nutzerinnen für die Fahrten im E-Mobil

n = 188 Fahrten

An dieser Stelle soll festgehalten sein, wie viel zusätzlichen Verkehr der Vereinsfahrtendienst hervorruft. Dazu wird im Folgenden zwischen zwei Arten des induzierten Verkehrs unterschieden – einerseits dem absoluten induzierten Verkehr und andererseits dem motorisierten induzierten Verkehr.

Absoluter induzierter Verkehr:

Als absoluter induzierter Verkehr soll jener Anteil gelten, welcher bei der Befragung angegeben hat, den Weg ohne das Elektromobil alternativlos zu streichen. Damit liegt der Anteil bei den oben erwähnten 14,9 %.

Motorisierter induzierter Verkehr:

Als motorisierter induzierter Verkehr wird zusätzlich zum absoluten induzierten jeder Weg gerechnet, der alternativ durch eine aktive Form der Mobilität zurückgelegt würde, also zu Fuß oder mit dem Fahrrad. Dieser Prozentsatz errechnet sich dann zu 58 %.

4.1.4 Besitz privater Mobilitätswerkzeuge

Zuletzt wurde durch die Fragebögen die Verfügbarkeit von Fahrrädern und privaten Kfz unter den Vereinsmitgliedern erhoben, wobei sich ein sehr deutliches Bild abzeichnet.

89,4 % der Befragten haben kein privates Kfz zur Verfügung. Lediglich 6,3 % steht jederzeit ein Kfz zur Verfügung und weiteren 4,2 % teilweise. Werden auch jene Personen berücksichtigt, denen ein Fahrzeug „teilweise“ zur Verfügung steht, liegt der Motorisierungsgrad der Stichprobe bei 106 Fahrzeugen je 1000 Personen (bei Nichtberücksichtigung der Antwort „teilweise“ nur bei 63). Beide Werte liegen weit unter dem österreichischen Durchschnitt von 566 (Statistik Austria, Pressemitteilung 12.189-029/20, Stand 19.02.2020). Die ermittelten Werte liegen auch unter dem österreichweit niedrigsten Wert für den Motorisierungsgrad. Dieser wurde 2019 für den Wiener Bezirk Rudolfsheim-Fünfhaus mit 275 angegeben (VCÖ, Presseaussendung 02.2020)

62 % der Befragten besaßen eine Lenkberechtigung (es wurde nicht speziell nach der Führerscheinklasse B gefragt, es kann aber davon ausgegangen werden, dass der Großteil der Lenkberechtigungen der Stichprobe dieser Klasse angehört).

Zuletzt wurde noch die Verfügbarkeit eines fahrtauglichen Fahrrades abgefragt. Hier gaben 17,5 % an, über ein solches zu verfügen. Auffällig ist die altersbezogene Verteilung des Fahrradbesitzes, denn während die unter 18-jährigen nur 17,5 % der Stichprobe ausmachen, besitzen 58 % von ihnen ein Fahrrad.

4.2 Zeitliche Verteilung der Fahrten

Zur Beurteilung der zeitlichen Verteilung der Fahrten wurden die Daten vom Betriebsjahr 2019 herangezogen, da die Ergebnisse der Fragebögen nur von einzelnen, nicht aufeinander folgenden Tagen stammen und deshalb keine Rückschlüsse in Bezug auf diese Fragestellung zulassen (Abb. 3-3).

4.2.1 Über ein Jahr

Werden die einzelnen Fahrten des Jahres 2019 dem jeweiligen Monat zugeordnet, in dem sie durchgeführt wurden, zeichnet sich der im folgenden Diagramm abgebildete Jahresverlauf ab (Abb. 4-6). Anhand der erhobenen Daten lässt sich für das Betriebsjahr 2019 eine durchschnittliche Fahrtenanzahl von 894 Fahrten pro Monat ausweisen. Das Minimum fällt dabei dem Februar mit 748 Fahrten zu, das Maximum dem Oktober mit 1125 Fahrten. Auffallend ist, dass sich die Bewältigung von Wegen mit dem Elektromobil vor allem in den Herbstmonaten größerer Beliebtheit erfreut. Für diese Beobachtung

können zwei Gründe angenommen werden. Einerseits könnte die kühlere und feuchtere Witterung im Herbst und im Winter die Vereinsmitglieder vermehrt zur Nutzung des Elektromobils bewegen, anstelle die Wege zu Fuß zurückzulegen, andererseits könnte auch ein Zuwachs an Vereinsmitgliedern in diesem Zeitraum die beobachtete Entwicklung abbilden.

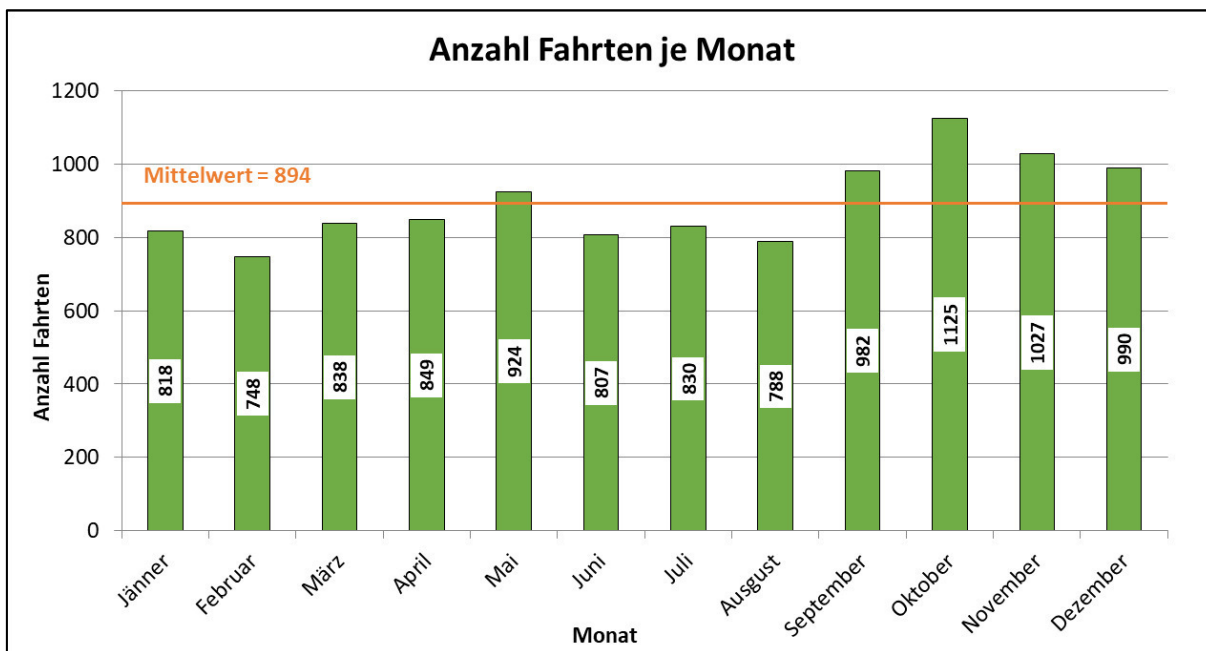


Abbildung 4-6: Jahresverlauf der Fahrten des E-Mobils 2019 nach Monaten

4.2.2 Über eine Woche

Betrachtet man die durchschnittliche Anzahl der Fahrten, die pro Wochentag absolviert werden, lässt sich von Montag bis Mittwoch ein sehr konstanter Verlauf mit etwa 38 Fahrten pro Tag erkennen. Der Donnerstag ist für Fahrten mit dem E-Mobil 2019 der beliebteste Tag mit fast 43 Fahrten pro Tag. Freitags liegt die Fahrtanzahl leicht unter dem Durchschnitt, samstags werden noch rund 22 Fahrten pro Tag absolviert (Abb. 4-7). Die niedrige Fahrtanzahl am Samstag lässt sich durch die kürzeren Öffnungszeiten der Geschäfte beziehungsweise durch den Wegfall der Fahrten zu Ausbildungsstätten beziehungsweise Arbeitsplätzen erklären. Die überdurchschnittliche Beliebtheit des Donnerstags dürfte auf persönliche Präferenzen der Nutzerinnen zurückzuführen sein und lässt sich mit Überlegungen zu Öffnungszeiten, Betriebszeiten und Erfordernissen der Ausbildung oder Arbeit nicht begründen.

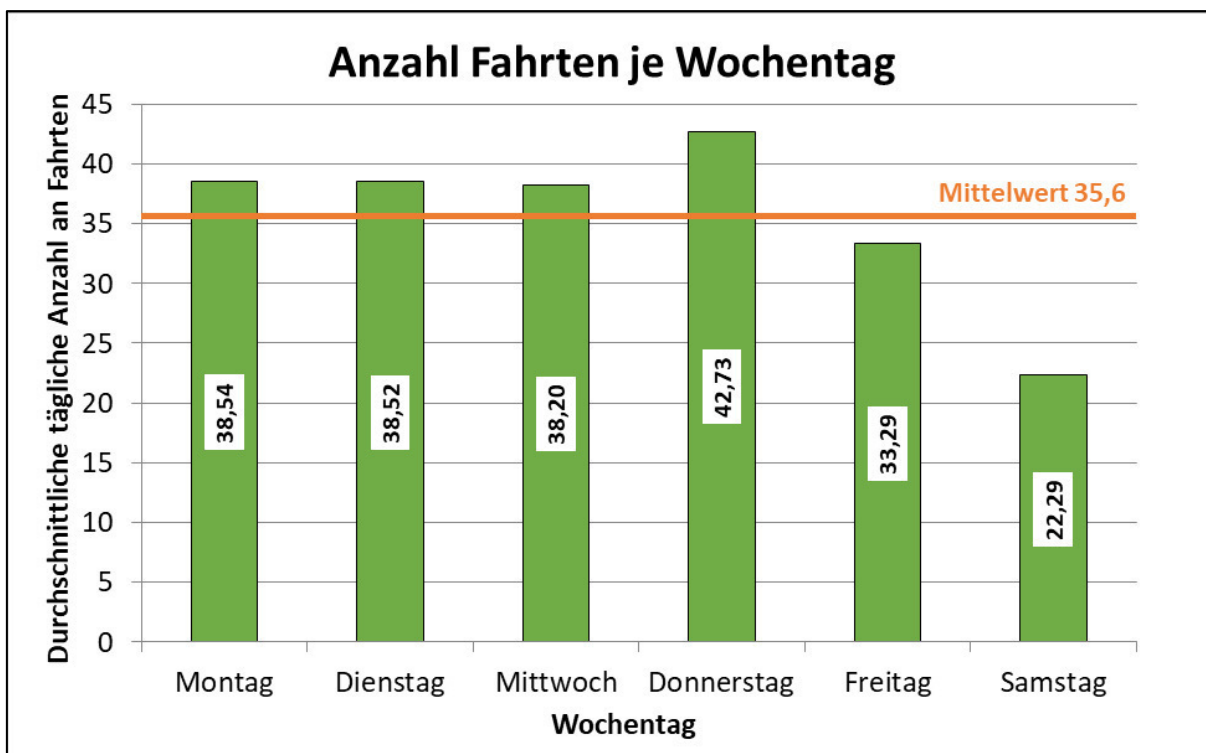


Abbildung 4-7: Anzahl der Fahrten pro Wochentag, Datengrundlage Fahrtenbuch 2019

4.2.3 Über den Tag

Zur Analyse der Startzeitpunkte der Fahrten des Betriebsjahres 2019 wurde der Betriebstag in Stundenintervalle unterteilt. Das erste Intervall beginnt entsprechend den Betriebszeiten des Elektromobils um 08:15 und endet um 09:00 Uhr.

Anhand des Diagramms (Abb. 4-8) lässt sich erkennen, dass die meisten Fahrten am Vormittag sowie zwischen 14 Uhr und 15 Uhr beziehungsweise 17 Uhr und 18 Uhr durchgeführt werden. Am frühen Nachmittag ist die Anzahl der durchgeführten Fahrten etwas geringer und ab 18 Uhr reduziert sich die Nachfrage bis Betriebsende kontinuierlich. Eine diesbezügliche Betrachtung wurde auch für alle Monate einzeln durchgeführt, allerdings ohne große Unterschiede im Verlauf der Startzeitpunkte, weshalb hier die Jahresdurchschnittswerte repräsentativ angeführt sind.

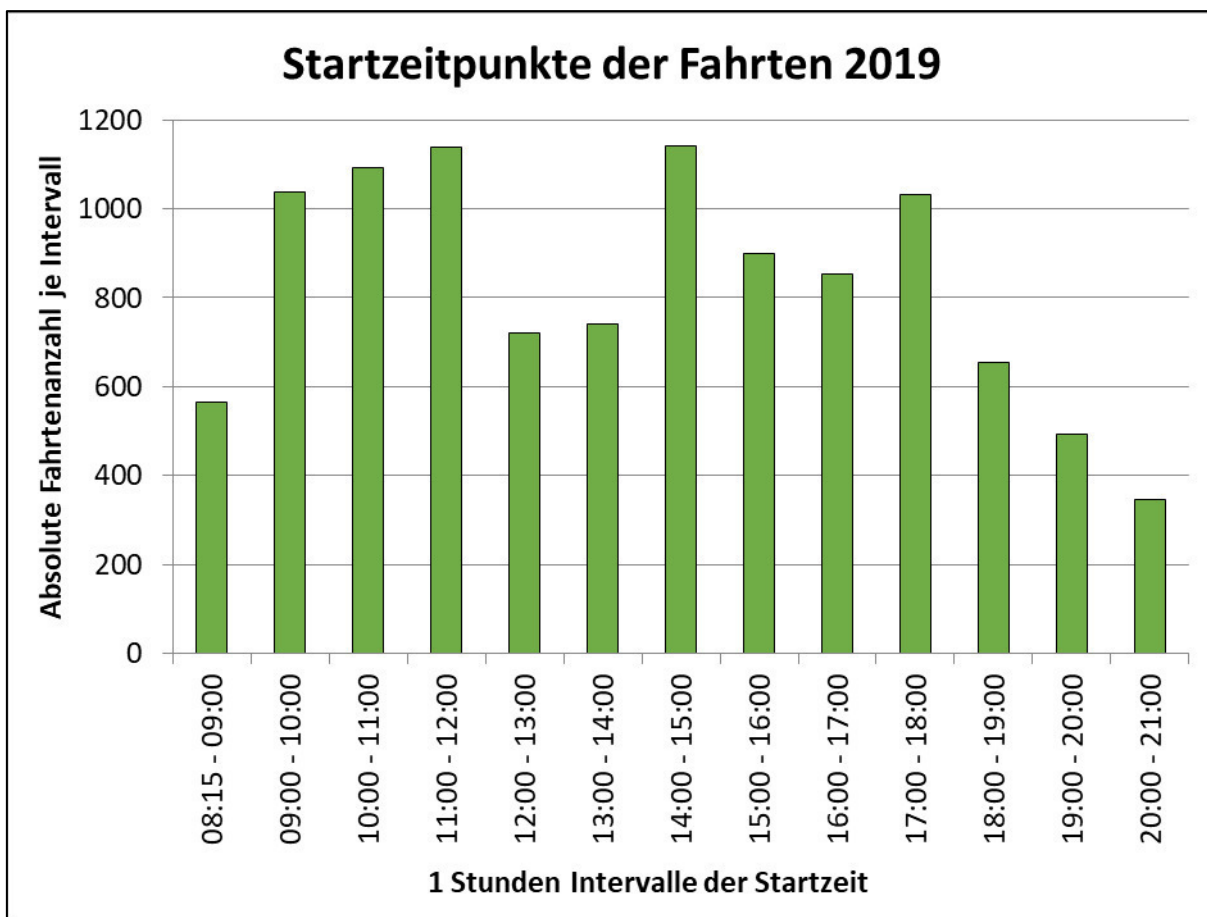


Abbildung 4-8: Startzeitpunkt der Fahrten 2019, Stundenintervall

4.2.4 Pro Betriebstag

In Bezug auf die Verteilung der Fahrten wurde auch analysiert, wie viele Fahrten das Elektromobil, unabhängig vom aktuellen Monat oder Wochentag absolviert. Dabei ergibt sich, dass im Betriebsjahr 2019 an jedem Betriebstag mindestens 11 Fahrten durchgeführt wurden (die betreffenden Tage waren der 24.12. und der 23.02.), maximal jedoch 65 Fahrten, und zwar am 12.12.. Am häufigsten werden zwischen 29 und 43 Fahrten pro Betriebstag durchgeführt. Der Mittelwert für die pro Tag vom Verein durchgeführten Fahrten liegt bei 35,5.

4.2.5 Fahrtdauer

Bei der Betrachtung der Fahrtdauer wird im Folgenden zwischen drei unterschiedlichen Zeitdauern unterschieden.

- **Buchungszeitpunkt:** Diese beinhaltet ebenso die Nettofahrzeit, jedoch wird bei ihr nur die Abfahrtszeit miteinberechnet. Die Buchungszeit ergibt sich auch aus der Differenz zwischen gebuchtem Fahrtbeginn und gebuchtem Fahrtende.

- **Bruttofahrzeit**: Sie umfasst zusätzlich zur Nettofahrzeit noch die Anfahrtszeit zum Ausgangspunkt der Fahrt sowie die Abfahrtszeit vom Ziel der Fahrt zurück zum Standort des Fahrzeuges.
- **Nettofahrzeit**: Jene Zeit, während der das Elektromobil ein oder mehrere Vereinsmitglieder transportiert.

In den folgenden Unterkapiteln wird auf die jeweiligen Eigenschaften der eben genannten Zeiten genauer eingegangen.

Buchungszeit

Die Buchungszeit setzt sich aus folgenden Zeiten zusammen:

- Nettofahrzeit (Zeit vom Abholort bis zum Ziel)
- Abfahrtszeit (Zeit vom Zielort bis zum Standort des Fahrzeuges)

Von diesen Zeiten kann die Abfahrtszeit entfallen, wenn zwei aufeinanderfolgende Fahrten verknüpft werden und keine Stehzeit anfällt.

Der Mittelwert der Buchungszeit liegt für das Betriebsjahr 2019 bei 9,16 Minuten, der Median bei 9 Minuten. Die Standardabweichung beträgt 4,16 Minuten. Wie auch in unten Abb. 4-9 zu erkennen ist, treten deutliche Maxima bei der Buchungszeit bei 5 und 10 Minuten auf, da Fahrten häufig in 5-Minuten Intervallen im System gebucht werden.

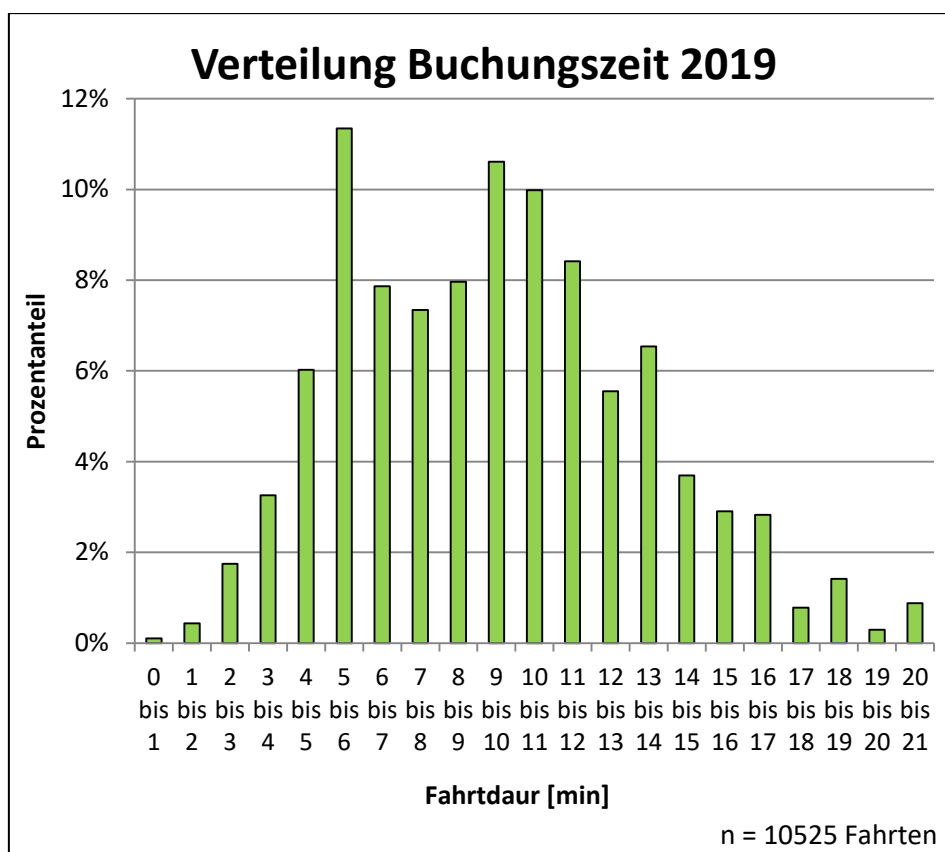


Abbildung 4-9: relative Verteilung der Buchungszeiten im Jahr 2019

Dieser Trend ist noch stärker bei der Auswertung der Stichprobe aus den Fragebögen zu beobachten, wo 80 % aller Fahrten mit 5 oder 10 Minuten Buchungszeit ausgewiesen sind. Auch wenn aufgrund des geringen Stichprobenumfanges ($n = 183$) die Genauigkeit geringer sein dürfte, seien der Vollständigkeit halber und zu Vergleichszwecken auch hier der Mittelwert der Buchungszeit (8,78 Minuten), der Median (10 Minuten) und die Standardabweichung (3,57 Minuten) angeführt.

Bruttofahrzeit

Die Bruttofahrzeit enthält zusätzlich zur Buchungszeit noch die Anfahrtzeit zum Fahrgast. Der Mittelwert für die Bruttofahrzeit liegt bei 12,74 Minuten, der Median bei 13 Minuten und die Standardabweichung bei 5 Minuten.

Nettofahrzeit

Als Nettofahrzeit wird jene Zeit bezeichnet, die das Fahrzeug zum Transport eines Fahrgastes benötigt. Die Auswertung der auch für die vorherigen Zeiten angegebenen

grundlegenden statistischen Kennzahlen ergibt einen Mittelwert von 5,42 Minuten, einen Median von 5 Minuten und eine Standardabweichung von 2,45 Minuten.

Zur Veranschaulichung der unterschiedlichen Zeiten werden diese in Tabelle 4-2 anhand von drei zufällig ausgewählten Fahrten dargestellt.

Tabelle 4-2: Gegenüberstellung von Buchungszeit, Nettofahrzeit und Bruttofahrzeit am Beispiel von drei zufällig gewählten Fahrten (TAN = Anfahrtszeit, TF = Fahrzeit, TAB = Abfahrtszeit)

Datum	Buchung Start	TAN	TF	TAB	Buchung Ende	Buchungs- zeit [min]	Nettofahr- zeit [min]	Brutto- fahrzeit [min]
18.02.2019	12:45	5	8	1	12:54	9	8	14
22.06.2019	08:55	4	6	3	09:04	9	6	13
10.10.2019	11:50	1	4	3	11:57	7	4	8

Bis 22.01.2019 wurde lediglich die Buchungszeit erfasst, ab dann wurde die Aufteilung in Anfahrtszeit, Nettofahrzeit und Abfahrtszeit eingeführt. Sämtliche vorgenommenen Analysen, welche diese Zeiten zueinander in Relation setzen, beginnen mit diesem Stichtag. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass Buchungszeiten, die länger als 30 Minuten dauern, als Batterieladezeiten interpretiert wurden und deshalb nicht in die Statistik einfließen.

Das folgende Histogramm bietet einen Überblick über die Zeitdauer der drei verschiedenen Zeiten. Im Diagramm sind alle Daten dem 24.01.2019 enthalten, da davor die Brutto- und die Nettofahrzeit noch nicht erfasst wurden. Die Zeitachse wurde auf 25 Minuten begrenzt, da die Daten darüber zu stark streuen, als dass eine Darstellung sinnvoll wäre. Das Diagramm erfasst 94 % aller Nettofahrzeiten und Buchungszeiten sowie 92 % aller Bruttofahrzeiten des Jahres 2019. Der Großteil der fehlenden Zeiten entfällt auf die Zeit vor dem 24.01., während der nur die Buchungszeit bekannt war.

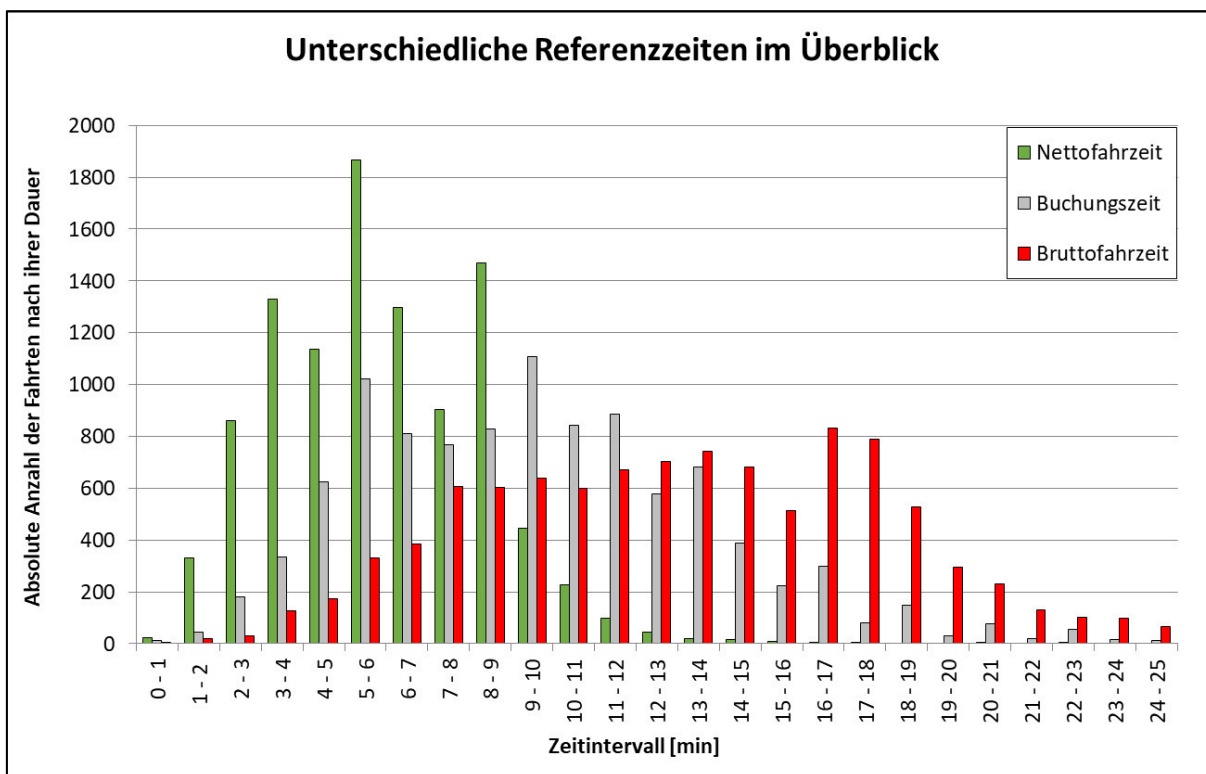


Abbildung 4-10: Grafische Gegenüberstellung der Längen von Nettofahrtzeit, Buchungszeit und Bruttofahrtzeit (n-Nettofahrtzeit = 10084, n-Buchungszeit = 10063, n-Bruttofahrtzeit = 9897)

4.3 Quell-Ziel-Analyse

4.3.1 Analyse basierend auf dem Fahrtenbuch 2019

Zur Analyse der Quellen und Ziele der Fahrten während des Jahres 2019 wurde von allen Datensätzen der Start- und Endpunkt der Fahrt herangezogen. Die Einschränkung, welche für das Kapitel 6 eingeführt wurde, nämlich die Auswertung der Daten erst ab dem 24.01.2019, gilt für diese Analyse nicht.

Zu Beginn wurden sowohl für die Ausgangspunkte der Fahrten als auch die Fahrtziele alle Datensätze herausgefiltert, welche aufgrund einer eindeutig zuordenbaren Adresse vom Verein nicht weitergegeben wurden konnten und dementsprechend als „NULL“ aufscheinen. Nach diesem Schritt stand fest, dass 35,0 % der Startpunkte und 28,8 % der Fahrtziele für eine Auswertung zur Verfügung standen. Während des Betriebsjahres 2019 scheinen 107 unterschiedliche benannte Orte auf, die sowohl Ausgangspunkt als auch Endpunkt einer Fahrt darstellen können. Diesen 107 Orten wurde die jeweilige Anzahl an Fahrten zugeordnet, welche dort ihren Anfang oder ihr Ziel hatten. Die folgenden beiden Diagramme bilden die am stärksten frequentierten Startpunkte und Ziele bis zu einem Anteil von 2,5 % am Quell- beziehungsweise Zielverkehrsaufkommen ab (Abb. 4-11 und 4-

12). Alle Orte, welche die 2,5 %-Marke nicht erreichen, wurden unter „Sonstige“ zusammengefasst.

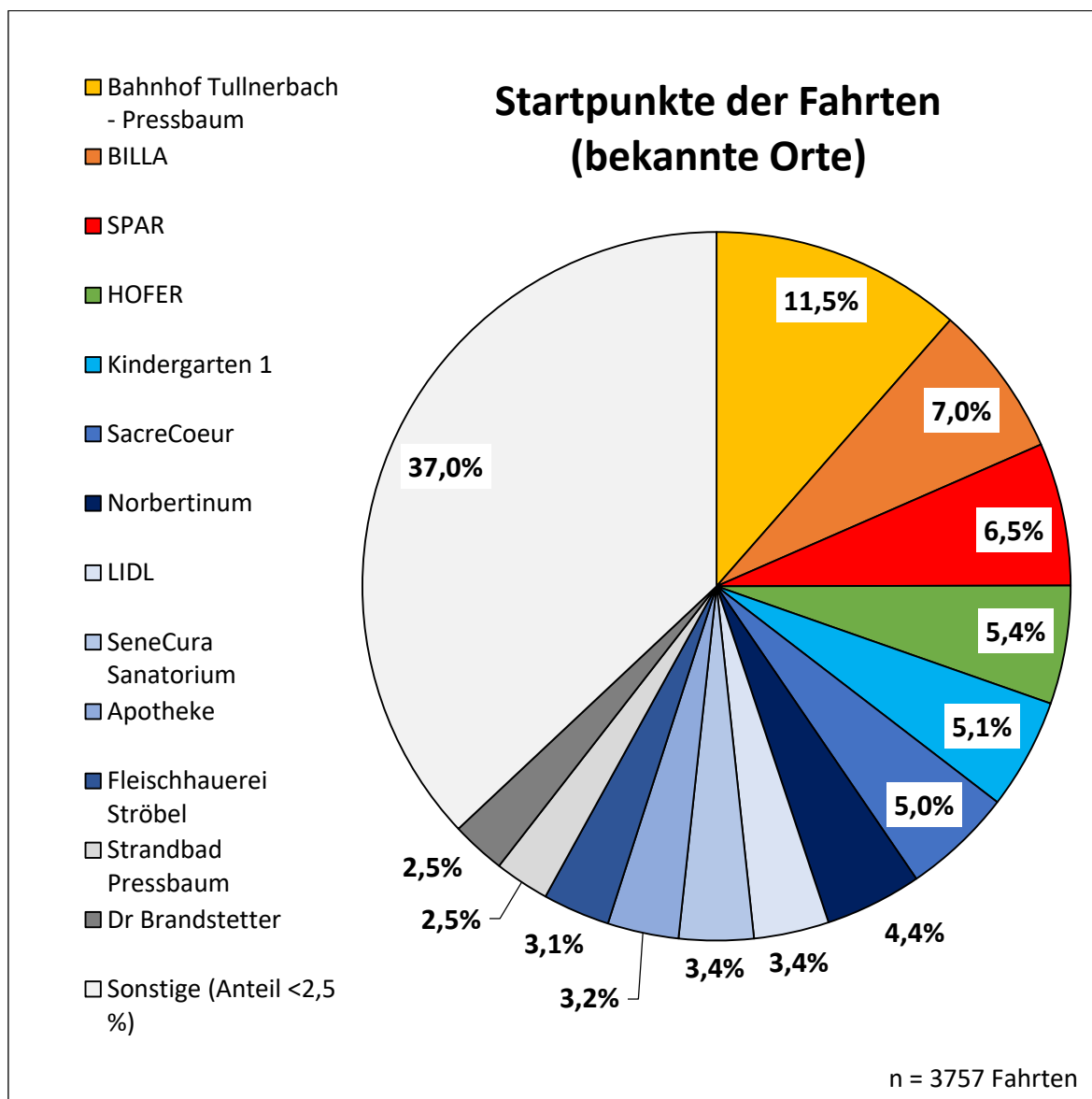


Abbildung 4-11: Quellen der vom Verein durchgeführten Fahrten, Fahrtenbuch 2019

Es ist festzuhalten, dass der mit Abstand häufigste Ausgangspunkt einer Fahrt der Bahnhof Tullnerbach-Pressbaum war, und das trotz der Tatsache, dass eine Fahrt vom Bahnhof Tullnerbach-Pressbaum als solche zum ersten Mal am 08.10.2019 ausgewiesen ist. Für die Monate Oktober bis Dezember bedeutet das also, dass das Elektromobil in erster Linie als Zubringer zum hochrangigen öffentlichen Netz fungiert und damit intermodale Wege begünstigt. Weitere populäre Ausgangspunkte der Fahrten sind Geschäfte des täglichen Bedarfs wie zum Beispiel Billa oder Spar, oder Ausbildungsstätten wie Kindergärten und Schulen.

Die Liste der am meisten frequentierten Fahrtziele führt ebenfalls der Bahnhof Tullnerbach-Pressbaum an, auch wenn der weniger als halb so oft Ziel einer Fahrt als Ausgangspunkt ist. Die übrigen Ziele variieren etwas in Bezug auf ihren Rang verglichen mit dem Quellverkehrsaufkommen, lediglich die Fleischhauerei Ströbel wird in dieser Darstellung von der Raiffeisenbank verdrängt.

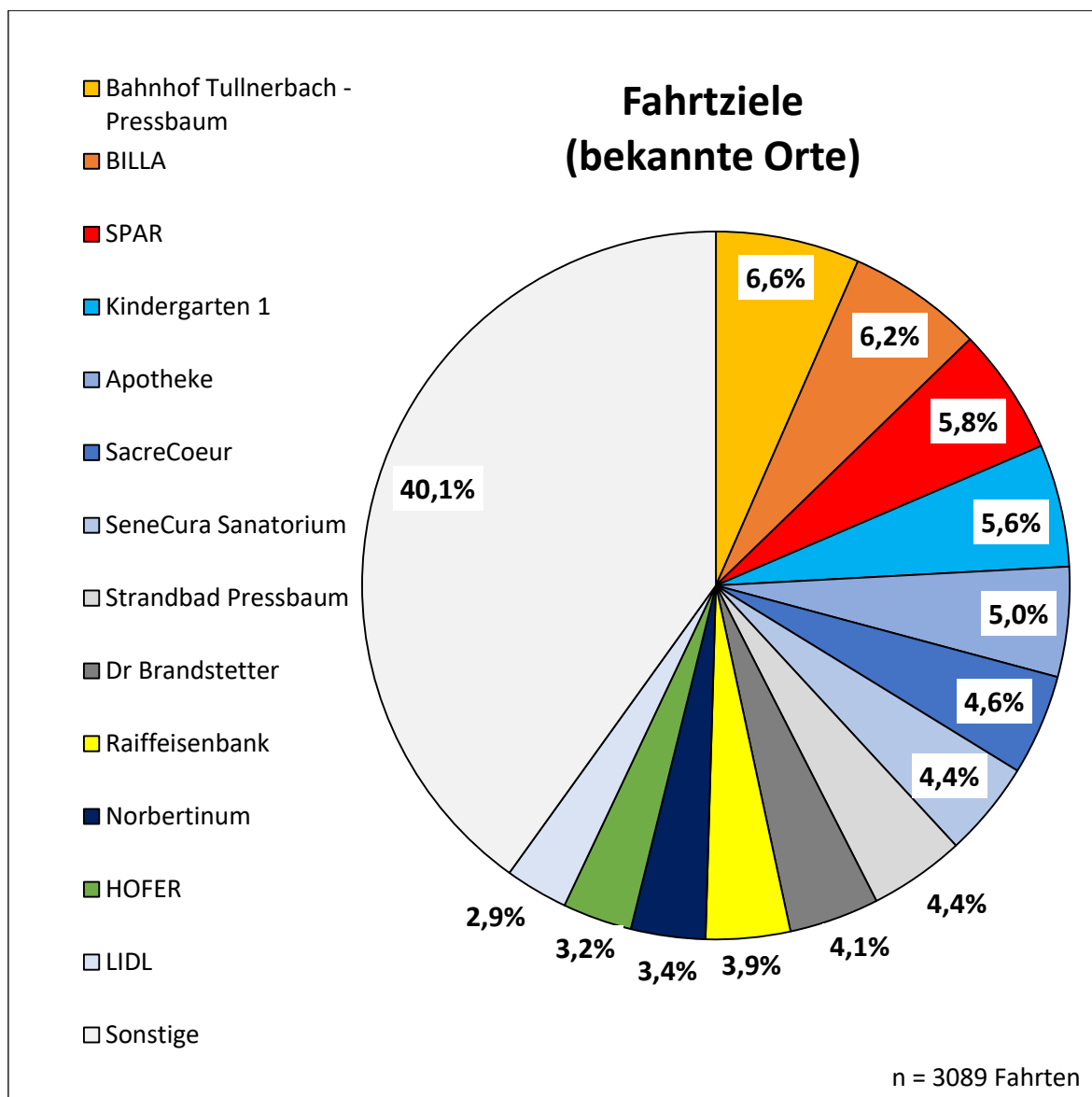


Abbildung 4-12: Ziele der vom Verein durchgeführten Fahrten; Fahrtenbuch 2019

Teilweise lassen sich anhand der Orte die Wegzwecke ablesen. So kann zum Beispiel davon ausgegangen werden, dass ein Weg zu oder von einer Supermarktkette einer Erledigung gedient hat oder ein Weg in die landwirtschaftliche Fachschule „Norbertinum“ der Ausbildung und ein Weg ins Strandbad Pressbaum als Freizeitaktivität gewertet werden kann. Eine solche Zuordnung wurde zum Vergleich mit den durch die Fragebögen erhobenen Wegzwecke vorgenommen. Ortsangaben, die keine Zuordnung zu einem

bestimmten Wegzweck erlauben, wie zum Beispiel ein Weg zum Bahnhof, werden gemäß der Verteilung der Stichprobe den Wegzwecken Erledigung, Ausbildung, Arbeit und Freizeit zugerechnet.

Tabelle 4-3 vergleicht die Wegzwecke der Stichprobe mit den geschätzten Wegzwecken des Betriebsjahres 2019. Es ist erkennbar, dass die Wegzwecke Ausbildung und Freizeit einander gut entsprechen, bei der Abschätzung für das Jahr 2019 verschiebt sich allerdings die Häufigkeit der Arbeitswege in Richtung der Erledigungen. Eine Begründung hierfür könnte sein, dass wahrscheinlich mehr Menschen, die den Bahnhof zum Ziel haben, nach Wien pendeln um zu arbeiten anstatt ihre Erledigungen durchzuführen, andererseits dürften manche Personen auch an Orten arbeiten, die von der Mehrheit für Erledigungen aufgesucht werden (z.B.: Ärztinnen, Supermarktangestellte).

Tabelle 4-3: Vergleich der aus den Fragebögen erhobenen Verkehrszwecke mit den anhand der Quellen und Ziele abgeschätzten Verkehrszwecke des Fahrtenbuches 2019

Wegzweck	Stichprobe (Fragebögen)	Abschätzung 2019
Erledigung	50,3 %	64,6 %
Arbeit	13,0 %	0,7 %
Freizeit	14,6 %	12,8 %
Ausbildung	22,2 %	21,9 %

4.3.2 Analyse basierend auf Befragungsergebnissen

Wie es basierend auf dem Betriebsjahr 2019 durchgeführt wurde, soll nun auch für die anhand der Fragebögen erhobenen Quellen und Ziele eine Häufigkeitsanalyse durchgeführt werden. Da in diesem Fall allerdings alle Adressen und nicht nur gewisse „Points of Interest“ zur Auswertung bereitstehen, werden die Gemeindegebiete in diesem Fall in einzelne Verkehrszellen aufgeteilt, sodass sich das Verkehrsaufkommen anhand einer Verkehrsmatrix darstellen lässt.

Das Untersuchungsgebiet wurde in 17 Verkehrszellen aufgeteilt, wobei in 14 davon Fahrten aus der Stichprobe beginnen oder enden. Die Verkehrszellen Breitenmais, Au am Kraking und Untertullnerbach weisen bei der betrachteten Stichprobe als einzige keine Quell- oder Zielverkehre auf.

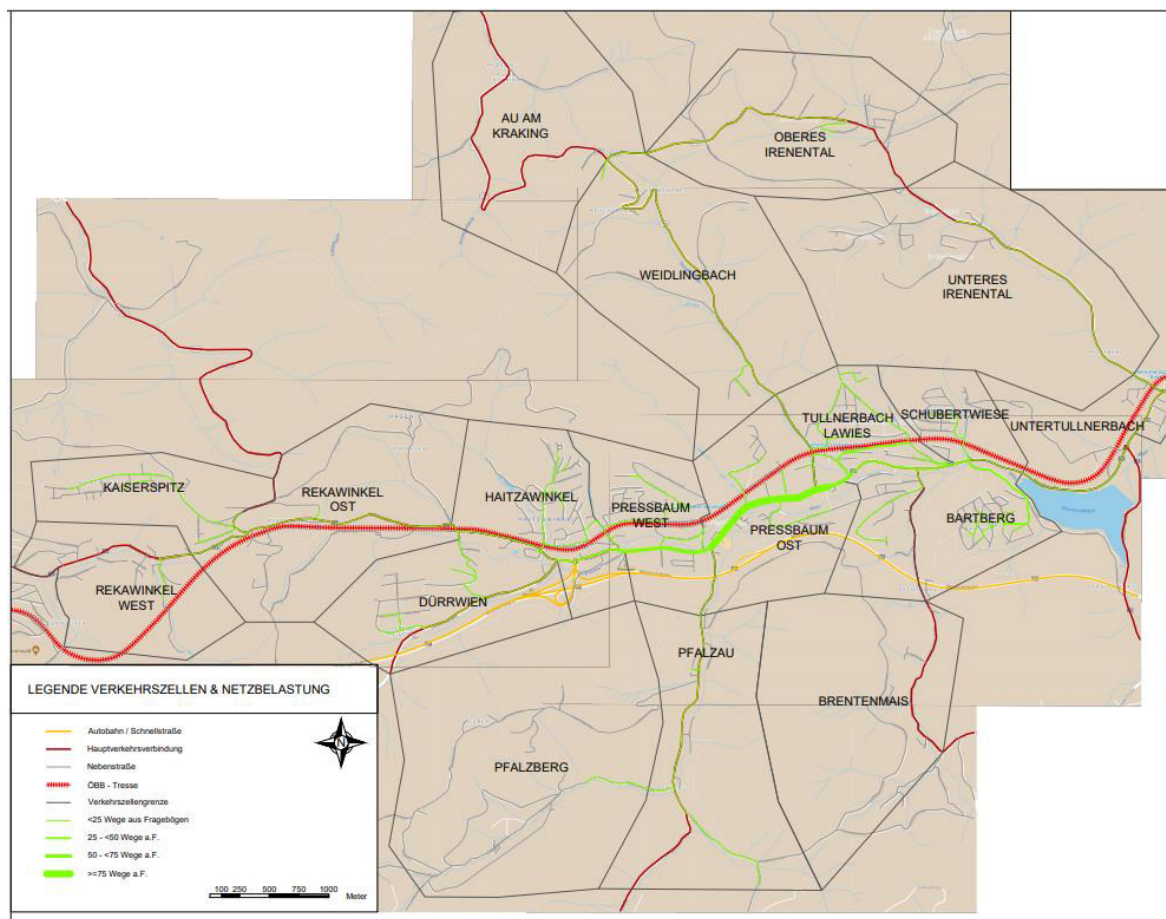


Abbildung 4-13: Verkehrszellen des Untersuchungsgebiets; Abbildung in Plangröße im Anhang

Den stärksten Quellverkehr und den stärksten Zielverkehr weist der Ortsteil Tullnerbach-Lawies auf, wobei der Bahnhof, das Lebensmittelgeschäft Billa und der Gebäudekomplex, welcher das Gemeindeamt und das Ärztezentrum beinhaltet starke Verkehrserreger sind. Die am zweithäufigsten bediente Verkehrszelle ist Pressbaum Ost. In ihr finden sich das Rathaus von Pressbaum, das Lebensmittelgeschäft Hofer, die Raiffeisenbank sowie verschiedene Bildungseinrichtungen.

An dritter Stelle kommt Bartberg zu liegen. Die jeweils rund 20 Fahrten im Quell- und Zielverkehr dürften durch eine höhere Anzahl von Wohnorten der Vereinsmitglieder in dieser Verkehrszelle, die den Fahrtendienst regelmäßig in Anspruch nehmen, zustande kommen.

Die Gebiete Haitzawinkel, Dürrwien und Pressbaum West weisen jeweils noch Quellbeziehungsweise Zielverkehrssummen von mehr als 10 Fahrten auf.

Aufgrund der geringen gewählten Größe der Verkehrszellen tritt Binnenverkehr eher nur in Ausnahmefällen auf.

Die Verkehrszellenmatrix ist in Abb. 4-14 abgebildet.

Um darzulegen, wo die Grenzen der jeweiligen Verkehrszellen verlaufen, ist im Anhang eine Karte beigefügt, die in Abb. 4-13 verkleinert dargestellt ist. Zusätzlich wurden auf dieser Karte alle anhand der Fragebögen ermittelten Wege eingetragen und die dadurch resultierende Belastung des Verkehrsnetzes durch unterschiedliche Strichstärken dargestellt. Die verwendeten Kategorien sind:

- < 25 Wege durch Fragebögen
- ≥ 25 Wege bis < 50 Wege durch Fragebögen
- ≥ 50 Wege bis < 75 Wege durch Fragebögen
- ≥ 75 Wege durch Fragebögen.

Auch wenn durch das Vereinsmobil sehr entlegene Gemeindegebiete erschlossen werden, wie zum Beispiel das Obere Irenental, oder der Pfalzberg, ist sehr deutlich zu erkennen, dass die größten Verkehrsstärken durch das Vereinsmobil in den Verkehrszellen Pressbaum Ost und West sowie Tullnerbach Lawies auftreten. Eine Erklärung hierfür ist die hohe Anzahl an Verkehrserregern in diesen Verkehrszellen, die es bedingen, dass hier viele Wege beginnen oder enden. Ein weiterer Grund könnte sein, dass wegen der höheren Bebauungsdichte einfach die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass ein Vereinsmitglied in diesen Verkehrszellen wohnhaft ist.

VERKEHRZELLENMATRIX UNTERSUCHUNGSGEBIET		NACH													Quell verkehrs- summen					
		Kaiser- spitz	Rekawin- kel Ost	Rekawin- kel West	Haltza- winkel	Dürr- wien	Press- baum W	Press- baum O	Tullner- bach	Schubert- wiese	Bartberg	Untertul- Inerbach	Pfalz- berg	Pfalzau		Brenten- mais	Weidlin- gbach	Au am Kraking	Unteres Irenen- tal	Oberes Irenen- tal
Kaiserspitz					3	3		1											7	
Rekawinkel Ost														1					1	
Rekawinkel West								3											3	
Haltzawinkel					1			3	1		2								7	
Dürrwien		2	2					5	3										12	
Pressbaum W					2			1	5	10									18	
Pressbaum O		1		3	4	4	2	8	15		8			1				1	47	
Tullnerbach - Lawies		1			2	3	8	6	5	1	11		2	2		5		6	54	
Schubertwiese									3										3	
Bartberg					2		1	2	15										20	
Untertullnerbach																			0	
Pfalzberg								1	3										4	
Pfalzau								1	5										6	
Brentenmais																			0	
Weidlingbach						3			3										6	
Au am Kraking																			0	
Unteres Irenental																			0	
Oberes Irenental																			0	
Zielverkehrssummen		4	2	3	14	13	12	35	63	1	21	0	2	4	0	5	0	2	7	188

Abbildung 4-14: Verkehrszellenmatrix des Untersuchungsgebietes; Eingangsdaten aus Fragebögen

4.4 Auslastung des Vereinsfahrtendienstes

Die in Kapitel 2 angeführten Betriebszeiten ergeben eine potentielle Einsatzdauer von 765 Minuten pro Betriebstag. Zur Berechnung der Auslastung wurden die Bruttofahrzeiten aller Fahrten an einem Tag aufsummiert und im Verhältnis zur potentiellen Betriebsdauer gestellt. Die im Folgenden ausgewiesenen Zahlen beziehen sich auf die Annahme, dass nur ein Fahrzeug im Einsatz ist und nicht beide zeitgleich. Bei einem theoretischen durchgehenden Einsatz beider Fahrzeuge wären die ausgewiesenen Auslastungen jeweils zu halbieren. Eine detailliertere Betrachtung der Auslastung ist aufgrund der variablen Einsatzzeiten der Fahrzeuge nicht sinnvoll. Wie in Kapitel 3.1. erwähnt, wurden teilweise Ladevorgänge als Fahrten gebucht, da diese lange dauernden „Fahrten“ die Statistik verfälschen würden, wurden alle Buchungen, die die Dauer von einer halben Stunde überschreiten, nicht berücksichtigt.

Bei der Analyse der Auslastung des Elektromobils wurden die Daten des Betriebsjahres 2019 (ab 24.01.) verwendet. Eine erste Auswertung ergibt über die Betriebswoche gemittelt (Montag-Samstag) eine durchschnittliche Auslastung pro Woche von 59 %. Wird der Samstag als Wochenendtag und weniger nachfrageintensiver Tag aus dieser Analyse ausgenommen, steigt die durchschnittliche Auslastung auf 64 % der potentiellen Einsatzdauer eines Fahrzeuges. Die maximale Auslastung tritt am Donnerstag mit 71 % auf, die geringste am Samstag mit 38 % beziehungsweise am Freitag mit 55 %, wenn das Wochenende nicht berücksichtigt wird (Abb. 4-15).

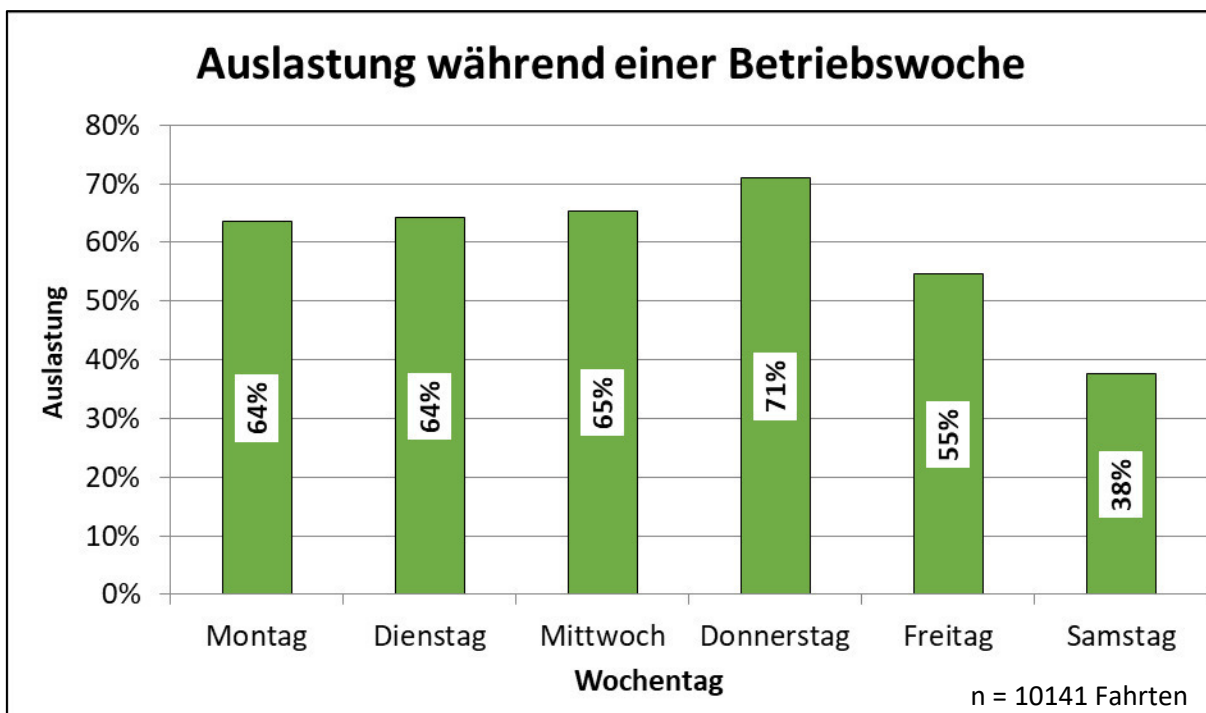


Abbildung 4-15: Prozentuelle Auslastung der Vereinsfahrzeuge während einer Betriebswoche; Grundlage ist die Bruttofahrzeit

Tabelle 4-4 bietet einen Vergleich der Auslastung, wenn einmal die Buchungszeit als Grundlage und einmal die Bruttofahrzeit als Grundlage herangezogen wird.

Tabelle 4-4: Auslastung der Vereinsfahrzeuge während einer Betriebswoche mit unterschiedlichen Referenzzeiten

AUSLASTUNG am	Referenz: Bruttofahrzeit	Referenz: Buchungszeit
Montag	64 %	46 %
Dienstag	64 %	47 %
Mittwoch	65 %	47 %
Donnerstag	71 %	52 %
Freitag	55 %	39 %
Samstag	38 %	26 %

Aufgrund der im vorangegangenen Kapitel aufgezeigten Unterschiede im Startzeitpunkt der Fahrten kann vermutet werden, dass die Auslastung auch während eines Tages Schwankungen unterworfen ist. Zu diesem Zweck wurden die jeweiligen Auslastungen bezogen auf die zeitgleichen Intervalle der Fahrtenverteilung betrachtet und in dem folgenden Diagramm grafisch dargestellt.

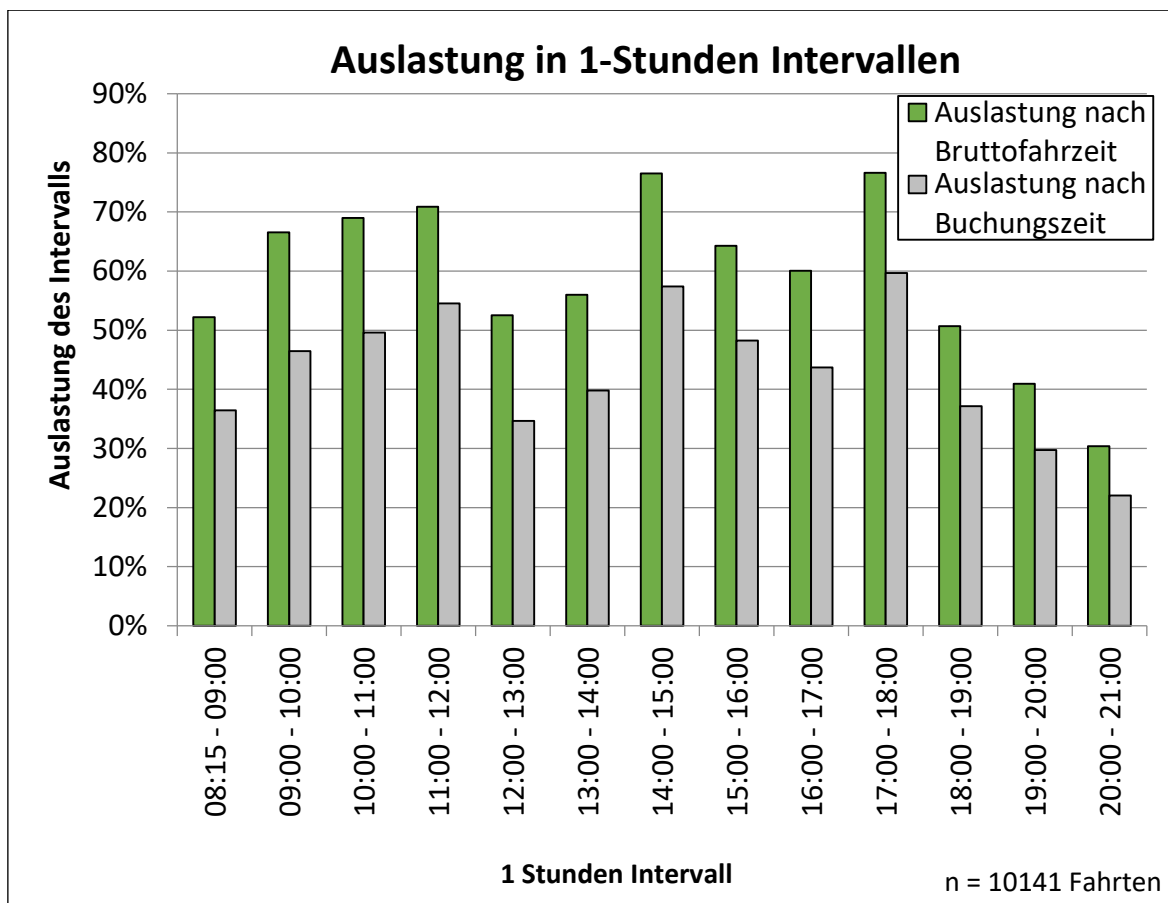


Abbildung 4-16: Auslastung der Vereinsfahrzeuge im Verlauf eines Betriebstages

Wie bereits bei der zeitlichen Verteilung der Fahrten über den Tag in Kapitel 4.2.3 gezeigt wurde, sind die Intervalle am Vormittag und von 14:00 – 15:00 Uhr sowie von 17:00 – 18:00 Uhr die beliebtesten und somit auch jene mit der höchsten Auslastung, wobei der Wert zu diesen Zeiten 75 % überschreitet. Interessant ist es zu erwähnen, dass bei der Auswertung einzelne Intervalle mit Auslastungen über 100 % festgestellt wurden. Dies lässt sich mit dem parallelen Betrieb beider Fahrzeuge begründen. Die Beobachtung wirft allerdings die Frage auf, wie realistisch Auslastungen von über dem beobachteten Maximalwert im alltäglichen Betrieb sind, da anzunehmen ist, dass Vereinsmitglieder manche Buchungen für Zeitpunkte vornehmen würden, zu dem bereits eine Fahrt durchgeführt wird und diese eventuell zu einem späteren Zeitpunkt durchführen müssen oder ausfallen lassen. Wirklich hohe Auslastungen können vermutlich nur mit langer Zeit vor Fahrtantritt erfolgten Buchungen erzielt werden.

4.5 Besetzungsgrad

Der Besetzungsgrad eines Fahrzeuges gibt an, wie viele Personen sich während einer Fahrt oder eines bestimmten Zeitraumes in einem Fahrzeug aufhalten. Da bei einem Fahrtendienst stets eine Fahrerin Einfluss auf den Besetzungsgrad hat, wird an dieser Stelle der Begriff „Fahrgastbesetzungsgrad“ (*Das „Dorfmobil“ in Klaus an der Pyhrnbahn – eine mehrjährige Erfolgsgeschichte?*, Hofer, Michaela, DI, 2014) für die durchschnittliche Anzahl an Fahrgästen eingeführt.

Grundsätzlich wird besagter Fahrgastbesetzungsgrad vom Buchungssystem des Vereins miterhoben, jedoch mit der Einschränkung, dass alle Personen gemeinsam zur selben Zeit, am selben Ort einsteigen und das Fahrzeug auch gemeinsam verlassen müssen. Steigen nun zwei oder mehrere Personen zwar an derselben Stelle ein, verlassen das Elektromobil aber zu unterschiedlichen Zeiten, beziehungsweise steigen zu unterschiedlichen Zeiten zu und verlassen es gemeinsam, kann das Buchungssystem das nicht erfassen. So kann es vorkommen, dass zum Beispiel zwei Fahrten mit einer Passagierin gebucht werden, obwohl beide Personen die meiste Zeit der Fahrt gemeinsam im Fahrzeug saßen.

Um diese nicht erfassten Kombifahrten dennoch in die Erhebung des Besetzungsgrades mit einfließen lassen zu können, wurde auf die unter 3.1 behandelten Buchungsüberlappungen zurückgegriffen, da vermutet werden kann, dass sich unter diesen so genannte „Kombifahrten“ (Fahrten mit mehreren Fahrgästen) befinden. Die besagten 1178 Buchungen, auf die eine solche Überlappung zutrifft, wurden daraufhin einzeln gesichtet und es wurde im Einzelfall – auf Basis der Dauer der Überlappung sowie des Start- und Endzeitpunktes – definiert, ob die jeweiligen Fahrten als Kombifahrten zu werten sind oder nicht. Zum Teil traten bei der Analyse Datensätze auf, welche anhand ihrer Beschaffenheit eigentlich auch vom System als Kombifahrt erkannt hätten werden müssen. Dabei stellt sich die Frage, ob hier eine Fahrt für eine Person unabsichtlich zweimal gebucht wurde oder ob tatsächlich eine unerkannte Kombifahrt vorliegt. Bei der Analyse wurden diese Datensätze als Kombifahrten gewertet, da die rein vom System erfassten Kombifahrten den unteren Grenzwert des Fahrgastbesetzungsgrades darstellen sollen und die zusätzlich händisch erfassten den oberen Grenzwert. Somit liegt die Schätzung bei Erfassung der ungewissen Fälle auf der sicheren Seite.

Der Fahrgastbesetzungsgrad aus den Buchungsdaten beträgt 1,15, jener mit den händisch zusätzlich erfassten Kombifahrten 1,24 (Tab. 4-5). Auch wenn davon ausgegangen werden kann, dass der um die per Hand erfassten Kombifahrten erweiterte Fahrgastbesetzungsgrad den tatsächlichen Besetzungsgrad besser abbildet, darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die obere Grenze dadurch überschätzt wird, dass nicht alle Personen die gesamte Fahrt gemeinsam bestreiten. In weiterer Folge wird als tatsächlicher Fahrgastbesetzungsgrad das arithmetische Mittel aus der unteren und der oberen Grenze herangezogen, welches gerundet 1,2 ist.

Tabelle 4-5: Gegenüberstellung des Fahrgastbesetzungsgrades nach Buchungssystem und des Besetzungsgrades nach händischer Auswertung

	vom System erfasste Kombifahrten	Vom System erfasste + händisch erfasste Kombifahrten
1 Fahrgast	9397	8098
2 Fahrgäste	1007	1390
3 Fahrgäste	305	420
4 Fahrgäste	14	61
Fahrgastbesetzungsgrad	1,15	1,24

4.6 Fahrleistung des Elektromobils

Bei der Ermittlung der zurückgelegten Distanzen konnte nicht auf den Datensatz des elektronischen Fahrtenbuches zurückgegriffen werden, da zumindest der Ausgangspunkt der Fahrt oder das Ziel eine Privatadresse darstellen. Aus diesem Grund wurde hier auf die Fragebögen zurückgegriffen, bei welchen sowohl Start als auch Ziel genau bekannt sind.

Zur Ermittlung der Distanz wurde der Routenplaner von Google Maps herangezogen. Die Strecken wurden mit der Option „PKW als Verkehrsmittel“ ermittelt. Wurden mehrere mögliche Routen ermittelt, wurde stets die kürzeste herangezogen. Diese Vorgehensweise wurde bei allen 189 Fragebögen angewendet.

Der längste erfasste Weg beträgt 9,3 km, der kürzeste 450 m. Die mittlere durch die Fragebögen erfasste Weglänge beträgt 3,06 km, der Median 2,7 km. Die

Standardabweichung liegt bei 1,69 km. Insgesamt beläuft sich die durch die Fragebögen erfasste Distanz auf rund 575 km. Da durch die Fragebögen auch die Buchungszeit bekannt ist, während der die jeweiligen Wege zurückgelegt wurden, kann mittels einer Korrelationsanalyse auf die Jahresfahrleistung der Vereinsmobile im Betriebsjahr 2019 geschlossen werden.

Zur Bestimmung des Zusammenhangs wurden die Distanzen und die Buchungszeiten in einem Diagramm gegeneinander aufgetragen. Die dadurch entstehende Trendlinie in Microsoft Excel wurde als Funktion zur Ermittlung sämtlicher Distanzen verwendet, für die die Buchungszeit bekannt ist. Zur Feststellung der Stärke des Zusammenhangs wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson ermittelt, welcher sowohl bei händischer Auswertung als auch bei Anwendung der in Excel implementierten Formel einen Koeffizient von 0,66 ausweist.

Korrelationskoeffizient nach Pearson		
Mittelwert X		8,78
Mittelwert Y		3,06
$\sum X_i \cdot Y_i$		5670,45
$\sum X_i^2$		16505,00
$\sum Y_i^2$		2241,52
n		184
Koeffizient nach Pearson		0,66
Excel Korrel-Funktion		0,66

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2}}$$

Abbildung 4-17: ermittelter Korrelationskoeffizient nach Pearson für die Beziehung Distanz zu Fahrdauer

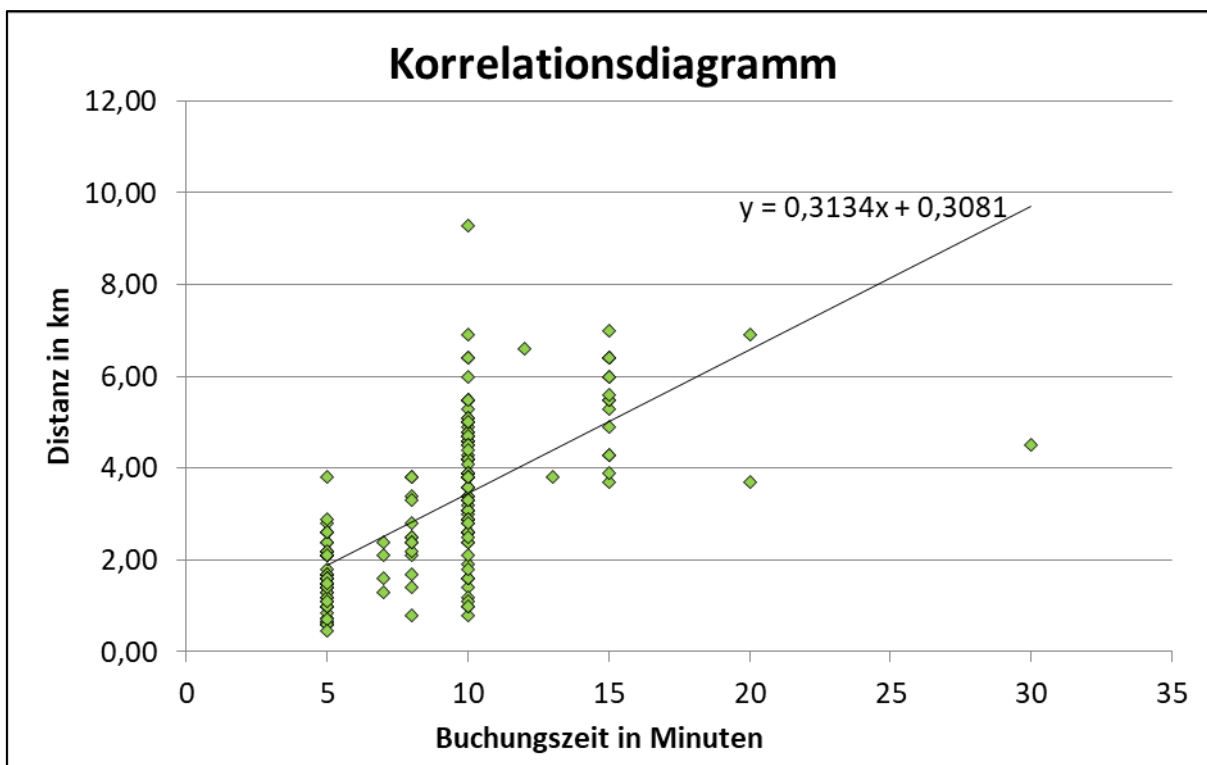


Abbildung 4-18: Korrelationsdiagramm für die Zeit-Weg Beziehung der Fahrten des E-Mobils

Intuitiv würde man bei einer linearen Zeit-Weg Beziehung eine stärkere Korrelation erwarten, wie allerdings im Diagramm zu erkennen ist, führt die Buchung in 5 Minuten Intervallen zu einer nicht vernachlässigbaren Streuung der Werte.

Ableitung der Distanzen des Fahrtenbuches aus den Fragebögen

Zur Veranschaulichung der verfügbaren Daten (grün) sowie der benötigten Daten (rot) zur Ermittlung der Fahrleistung wird auf Abb. 4-19 verwiesen. Nachfolgend werden die einzelnen Schritte zur Ermittlung der Fahrleistung des Elektromobils behandelt.

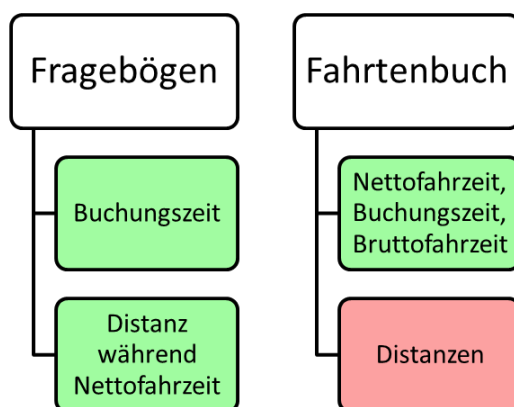


Abbildung 4-19: Vorhandene Daten (grün) und abzuleitende Daten (rot) zur Erfassung der Fahrleistung

a) Ermittlung des Anteils der Nettofahrzeit an der Buchungszeit

Zuerst gilt es, den Anteil der Nettofahrzeit an der Buchungszeit zu ermitteln, da die durch die Fragebögen ermittelten Strecken nur während der Nettofahrzeit stattfinden, jedoch die Buchungszeit eingetragen wurde. Der aus den Daten des Betriebsjahres 2019 ermittelte Anteil der Nettofahrzeit an der Buchungszeit beträgt 61 %. Es kann daher angenommen werden, dass die ermittelten Distanzen in dieser Zeit zurückgelegt werden.

b) Ermittlung des Anteils der Nettofahrzeit an der Bruttofahrzeit

Um nun die gesamte für eine Fahrt erforderliche Strecke (Anfahrt, Fahrt und Abfahrt) zu ermitteln, ist eine Hochrechnung der zurückgelegten Distanz auf die Bruttofahrzeit notwendig. Dieser beträgt 2019 47 %. Das bedeutet, dass die in den Fragebögen ermittelte Distanz während 47 % der gesamten Fahrzeit zurückgelegt wird. Unter der Annahme, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge während des Passagiertransportes und der An- und Abfahrt gleich ist, kann somit auf die gesamte für die Durchführung einer Fahrt erforderliche Strecke geschlossen werden.

Die auf diese Weise errechnete Fahrleistung der zwei Vereinsmobile beträgt für das Jahr 2019 somit

- 33.840 km an Passagierfahrten,
- 44.860 km an An- und Abfahrten
- sowie **78.700 km Gesamtfahrleistung.**

Für die Passagierfahrten können anhand des unter Kapitel 9 errechneten Fahrgastbesetzungsgrades auch die zurückgelegten Personenkilometer ausgewiesen werden. Diese belaufen sich auf 40.608 km, wenn der mittlere Fahrgastbesetzungsgrad von 1,2 als Multiplikator herangezogen wird.

Die errechneten Werte werden in weiterer Folge die Grundlage aller Emissionsberechnungen darstellen.

4.7 Energieverbrauch des Elektromobils

4.7.1 Eingangsdaten

Um den Energieverbrauch der Vereinsmobile zu ermitteln, wurden Fahrzeugdaten von der Homepage des Herstellers, Nissan, bezogen (Nissan 2020, Stand 28.03.2020). Auch wenn die im Einsatz stehenden Modelle vor ein paar Jahren produziert wurden und die Elektromobilität seither möglicherweise effizienter geworden ist, sollen die Verbrauchswerte des aktuellen Modells als Anhaltspunkt dienen.

Der Hersteller gibt für den Nissan Leaf einen Energieverbrauch von 20,6 kWh/100km an. Hochgerechnet auf die für das Betriebsjahr 2019 ermittelte Fahrleistung von 78700 km ergibt das einen Jahresenergieverbrauch von 16212 kWh.

Die weiteren Unterkapitel legen dar, welche Emissionen durch den Betrieb des Elektromobils in seiner derzeitigen Form entstehen und welche Emissionen entstehen würden, wenn der Verein anstelle der Elektrofahrzeuge Modelle mit Verbrennungsmotor betreiben würde. Dadurch soll festgestellt werden, in wie weit das Vereinsmodell den Ansprüchen einer ökologisch nachhaltigen Mobilität gerecht wird.

4.7.2 Treibhausgasäquivalente des Elektromobils

Emissionen, die beim Betrieb eines Fahrzeuges entstehen, werden als „Tank-To-Wheel“-Emissionen (kurz TTW) bezeichnet, jene, die vom Erzeuger bis zur Einspeisung in das Fahrzeug anfallen, als „Well-To-Tank“-Emissionen (kurz WTT). Zusammengefasst ergeben sich die „Well-To-Wheel“-Emissionen (WTW). Als Elektroautos verursachen die Vereinsmobile keine direkten CO₂-Emissionen, also keine TTW-Emissionen, doch bei einem Ansatz zur Betrachtung der Emissionen sind auch jene Treibhausgase zu berücksichtigen, die bei der Stromerzeugung selbst entstehen.

Wie aus einem Gespräch mit dem Obmann des Vereins hervorging, werden die Fahrzeuge zu 100 % mit Ökostrom betrieben, was durch die Verleihung der 100 % Ökostrom Plakette an die Gemeinde Pressbaum durch das Klimabündnis Österreich im Jahr 2013 bestätigt wird (Klimabündnis Österreich, 2013) . So kann zur Ermittlung der WTT-Emissionen ein Ökostrommix herangezogen werden.

Der betrachtete Strommix ist jener der Ökostrom AG, einem Anbieter aus Österreich, der den Strom zu 100 % aus österreichischen erneuerbaren Energiequellen bezieht. Laut den Angaben auf der Homepage des Anbieters setzt sich der Strommix zu 70,75 % aus Wasserkraft zusammen, 23,07 % aus Windenergie, 2,70 % Solarstrom und 3,48 % aus

sonstigen Energieträgern, wobei das den „Sonstigen“ zugeordnete Logo auf Biomasseheizwerke schließen lässt.

Zur Ermittlung der WTT-Emissionen für die jeweiligen Energieträger wurde auf den Leitfaden „Berechnung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen des ÖPNV - Leitfaden zur Anwendung der europäischen Norm EN 16258“ [Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014] zurückgegriffen (Abb. 4-20). Der Leitfaden weist für die einzelnen Energieträger sowohl die TTW- als auch die WTW-Emissionen aus, die WTT-Emissionen können sinngemäß daraus errechnet werden.

	Mittelspannung ¹⁾				Niederspannung ²⁾			
	Energiefaktor		THG-Emissionsfaktor		Energiefaktor		THG-Emissionsfaktor	
	TTW	WTW	TTW	WTW	TTW	WTW	TTW	WTW
	MJ/ kWh	MJ/ kWh	gCO ₂ e/ kWh	gCO ₂ e/ kWh	MJ/ kWh	MJ/ kWh	gCO ₂ e/ kWh	gCO ₂ e/ kWh
Kernenergie	3,6	11,5	0	28	3,6	11,7	0	28
Steinkohle	3,6	10,2	0	1.029	3,6	10,4	0	1.042
Braunkohle	3,6	9,4	0	1.085	3,6	9,5	0	1.098
Erdgas	3,6	7,7	0	449	3,6	7,8	0	454
Öl	3,6	9,9	0	793	3,6	10,0	0	802
Sonstige Fossile	3,6	10,8	0	1.138	3,6	10,9	0	1.151
Hausmüll	3,6	27,8	0	130	3,6	28,1	0	132
Wasserkraft	3,6	3,7	0	0	3,6	3,7	0	0
Windenergie	3,6	3,7	0	0	3,6	3,7	0	0
Photovoltaik	3,6	3,7	0	0	3,6	3,7	0	0
Geothermie	3,6	4,9	0	84	3,6	4,9	0	85
Biomasse	3,6	15,3	0	167	3,6	15,5	0	169
Sonst. Erneuerbare	3,6	8,1	0	3	3,6	8,2	0	3

¹⁾Netzverluste: 1,8 %. – ²⁾Netzverluste: 2,9%.
Quellen: GEMIS 4.8; eigene Berechnungen.

Abbildung 4-20: Tabelle zur Ermittlung von THG Emissionen unterschiedlicher Kraftstoffe aus dem Leitfaden zur Anwendung der EN 16258; bmvi, 2014, Seite 31

Die Tabelle gibt für Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik jeweils 0 gCO₂/kWh an, lediglich für Biomasse betragen die WTT-Emissionen 167 gCO₂/kWh.

Die Berechnung der Gesamtemission der Fahrzeuge bei Betrieb mit Ökostrom lässt sich folgendermaßen durchführen:

- 70,75 % Wasserkraft 0 gCO₂/kWh
- 23,07 % Windenergie 0 gCO₂/kWh
- 2,70 % Solarenergie 0 gCO₂/kWh
- 3,48 % Sonstige (Biomasse) 167 gCO₂/kWh

$$0,7075 * 0 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,2307 * 0 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,0270 * 0 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,0348 * 167 \text{ gCO}_2/\text{kWh} =$$

5,8 gCO₂/kWh

Hochgerechnet auf den zu Beginn des Kapitels erwähnten Jahresenergieverbrauch ergibt das jährliche Emissionen von 94 kg CO₂ für beide vom Verein betriebenen Fahrzeuge zusammen.

4.7.3 Zu erwartende Emissionen bei theoretischem Einsatz von Vereinsfahrzeugen mit Verbrennungsmotor

Zum direkten Vergleich werden auch die Gesamtemissionen für den Nissan Qashqai errechnet. Das Modell wurde aufgrund der großen Ähnlichkeit des Leergewichtes und des Antriebsverbrauches zum Vergleich herangezogen. Als Antriebsverbrauch wird jener Verbrauch bezeichnet, welcher nach Abzug des Motorwirkungsgrades zur tatsächlichen Fortbewegung benötigt wird. Als Wirkungsgrad für den Elektromotor wurden 95 % angesetzt, für den Benzinmotor 32 %, wobei bei letzterem die Angaben in der Literatur variieren. Tabelle 4-6 stellt die Leergewichte und die Antriebsenergieverbräuche beider Modelle in Relation. Der in Litern angegebene Verbrauch des Modells Qashqai wurde anhand des Faktors 8,67 in Kilowattstunden umgerechnet (Energie-Gedanken, Feisthammel, 2017).

Tabelle 4-6: Gegenüberstellung der Fahrzeugmodelle Qashqai und Leaf von Nissan

	LEAF	QASHQAI
Leergewicht	1594 kg	1510 kg
Antriebsverbrauch	19,57 kWh/100km	19,42 kWh/100km

In erster Linie werden die TTW-Emissionen berechnet. Für Benzin kann angenommen werden, dass je verbranntem Liter rund 2,4 kg CO₂ freigesetzt werden. Der Nissan

Qashqai verbraucht 7 l/100km. Bei bekannter Jahresfahrleistung sind das 5509 Liter Benzin und in weiterer Folge 13221 kg CO₂, oder 13,22 Tonnen CO₂.

Hierzu sind noch die WTT-Emissionen zu zählen, welche für Benzin einer Tabelle des Forschungsinformationssystems (FIS) entnommen wurden (FIS 2010 (Stand des Wissens 2019), Wietschel). Diese weisen für Benzin Emissionen von 24 gCO₂/km aus (Abb. 4-21). Damit errechnen sich die WTT-Emissionen zu 1889 kgCO₂ für das Betriebsjahr 2019.

Die Gesamtemissionen für das Vergleichsmodell Qashqai betragen somit 15,11 Tonnen CO₂ im Jahr 2019 im Vergleich zu den 94 kg der elektrischen Fahrzeuge. Die jährlichen Emissionseinsparungen durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen anstelle von ähnlich stark motorisierten und schweren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor betragen 15016 kgCO₂.

Antriebsart	Kraftstoff	Produktionsweise	Energiequelle	g CO ₂ -Äquivalent pro km		
				WtT	TtW	WtW
Ottomotor	Benzin	Raffination	Rohöl	24	140	164
	Autogas	Konditionierung	Erdgas	15	126	141
Dieselmotor	Diesel	Raffination	Rohöl	24	128	152
	Biodiesel	Veresterung	Raps	-50	133	83
Hybridantrieb (Ottomotor)	Benzin	Raffination	Rohöl	20	120	140
Brennstoffzelle (Elektromotor)	Wasserstoff	Elektrolyse	Europäischer Strommix	196	0	196
			Windstrom	5	0	5
Li-Ion-Batterie (Elektromotor)	Elektrizität	Kraftwerkspark	Europäischer Strommix	87	0	87
			Windstrom	2	0	2

Abbildung 4-21: Emissionen durch Herstellung und Verbrauch unterschiedlicher Kraftstoffe, Forschungsinformationssystem (FIS, 2010, Wietschel)

4.7.4 Alternative EU-Strommix

Um zu ermitteln, welche Rolle der Einsatz eines ökologischen Strommixes spielt, wird ein weiterer Vergleich durchgeführt, bei dem die Elektromobile rechnerisch mit dem EU-Strommix betrieben werden. Dieser setzt sich zu 32,9 % aus Öl, 23,9 % aus Gas, 14,9 % aus Kohle, 13,7 % aus Kernenergie, 9,7 % aus Biomasse, 2,9 % aus Sonnen und Windstrom und 1,9 % aus Wasserkraft zusammen (Bundeszentrale für Politische Bildung, 2019, Hartmann). Es werden auch für diesen Strommix die CO₂-Emissionen pro Kilowattstunde anhand derselben Tabelle errechnet.

- 32,9 % Öl 793 gCO₂/kWh
- 23,9 % Gas 449 gCO₂/kWh
- 14,9 % Kohle 1050 gCO₂/kWh
- 13,7 % Kernenergie 28 gCO₂/kWh
- 9,7 % Biomasse 167 gCO₂/kWh
- 2,9 % Sonne und Wind 0 gCO₂/kWh
- 1,9 % Wasserkraft 0 gCO₂/kWh

$$0,329 * 793 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,239 * 449 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,149 * 1050 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,137 * 28 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,097 * 167 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,029 * 0 \text{ gCO}_2/\text{kWh} + 0,019 * 0 \text{ gCO}_2/\text{kWh} =$$

544,7 gCO₂/kWh

Hochgerechnet auf das Jahr 2019 ergeben sich dadurch Emissionen von 8.830 kg CO₂ für die Jahresfahrleistung des Vereins.

Für den europäischen Strommix weist auch Abbildung 6-2 einen Wert für die WTT-Emissionen aus, nämlich 87 gCO₂/km. Mit diesem Ansatz würden sich die jährlichen Emissionen zu 6.847 kg errechnen. Da die Tabelle, welche diesen Wert ergibt, aktueller ist, werden die 6.847 kg Jahresemission zum Vergleich herangezogen.

Tabelle 4-7 gibt Übersicht über die drei ermittelten Antriebsalternativen.

Tabelle 4-7: Überblick über die THG Emissionen der 3 Antriebsalternativen, ausgedrückt in CO₂ Äquivalenten basierend auf der Jahresfahrleistung von 78700 km

Emissionen 2019	E-Mobil (LEAF) mit Ökomix	Nissan LEAF mit EU-Mix	Nissan Qashqai (Benzin)
WTT	94 kg	6.847 kg (8.830 kg)	1.889 kg
TTW	0 kg	0 kg	13.221 kg
WTW	94 kg	6.847 kg (8.830 kg)	15.110 kg
Faktor	1	72,84	160,74

Hier zeigt sich die Stärke der Elektrofahrzeuge in Kombination mit einem ökologischen Strommix. Werden sowohl Elektrofahrzeuge als auch ein Ökomix verwendet, werden nur rund 0,6 % der Emissionen eines Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor verursacht. Würde

man das Elektroauto mit dem EU-Strommix betanken, werden bereits 45,3 % der Emissionen des Vergleichsmodells verursacht.

4.7.5 Überschlagsmäßiges LCA (Lifecycle Assessment)

Nach der Betrachtung möglicher unterschiedlicher Betriebszustände von Vereinsfahrzeugen wird nun auf das Lifecycle Assessment der Fahrzeuge eingegangen, welches zusätzlich zu den Betriebsemissionen den Herstellungsaufwand der Fahrzeuge mitberücksichtigt. Als Eingangsdaten für die Abschätzung dienen die im Rahmen der Masterarbeit erhobenen Daten sowie Erkenntnisse aus dem Bericht „Klimabilanz von Elektroautos – Einflussfaktoren und Verbesserungspotential“ (ifeu, 2019, Helm et al.).

In den Ausführungen des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) werden die Treibhausgasemissionen aller Fahrzeuge (Verbrennungs- und Elektromotoren) bis zu einer Fahrleistung von 200000 km verglichen. In besagter Studie wird der Verbrauch eines Elektroautos in der Stadt mit 12 kWh/100km angegeben und auf der Autobahn mit 24 kWh/100km, der zu Grunde gelegte Strommix ist jener Deutschlands. Die Vereinsmobile benötigen laut Herstellerangaben 20,6 kWh/100km, weshalb als Referenzlinie in Abb. 4-22 der „Basisfall“ gewählt wird. Bei den Treibhausgasemissionen bei der Herstellung wird einmal von einer Akkukapazität von 25 kWh (11,5 to THG Emissionen bei Herstellung des Fahrzeugs) und einmal von einer Kapazität von 60 kWh (17,4 to THG Emissionen bei Herstellung des Fahrzeugs) ausgegangen. Die Kapazität der Akkus der Fahrzeugmodelle, die der Verein einsetzt, beträgt laut Angaben des Herstellers (Nissan, 2020) 40 kWh (14,0 to THG Emissionen bei Herstellung des Fahrzeugs). Laut der Studie des ifeu summieren sich die THG Emissionen eines Dieselfahrzeugs nach 200000 km zu 44,7 Tonnen CO₂ Äquivalenten, jene eines Benzinfahrzeugs zu 43,1 Tonnen. Für die vom Verein verwendeten Nissan Leaf ergeben sich nach 200000 km Emissionen von 30,8 Tonnen CO₂ Äquivalenten. Somit beträgt das Einsparungspotential nach dieser Fahrleistung bei Mittelung von Diesel und Benziner rund 13,1 Tonnen CO₂. Die durch die Herstellung entstehende Mehrbelastung der Elektrofahrzeuge wird nach rund 65000 km wettgemacht, was bei der aktuellen Fahrleistung des Vereins von 78700 km/Jahr (beide Fahrzeuge) nach rund 1,7 Jahren Betrieb der Fall ist.

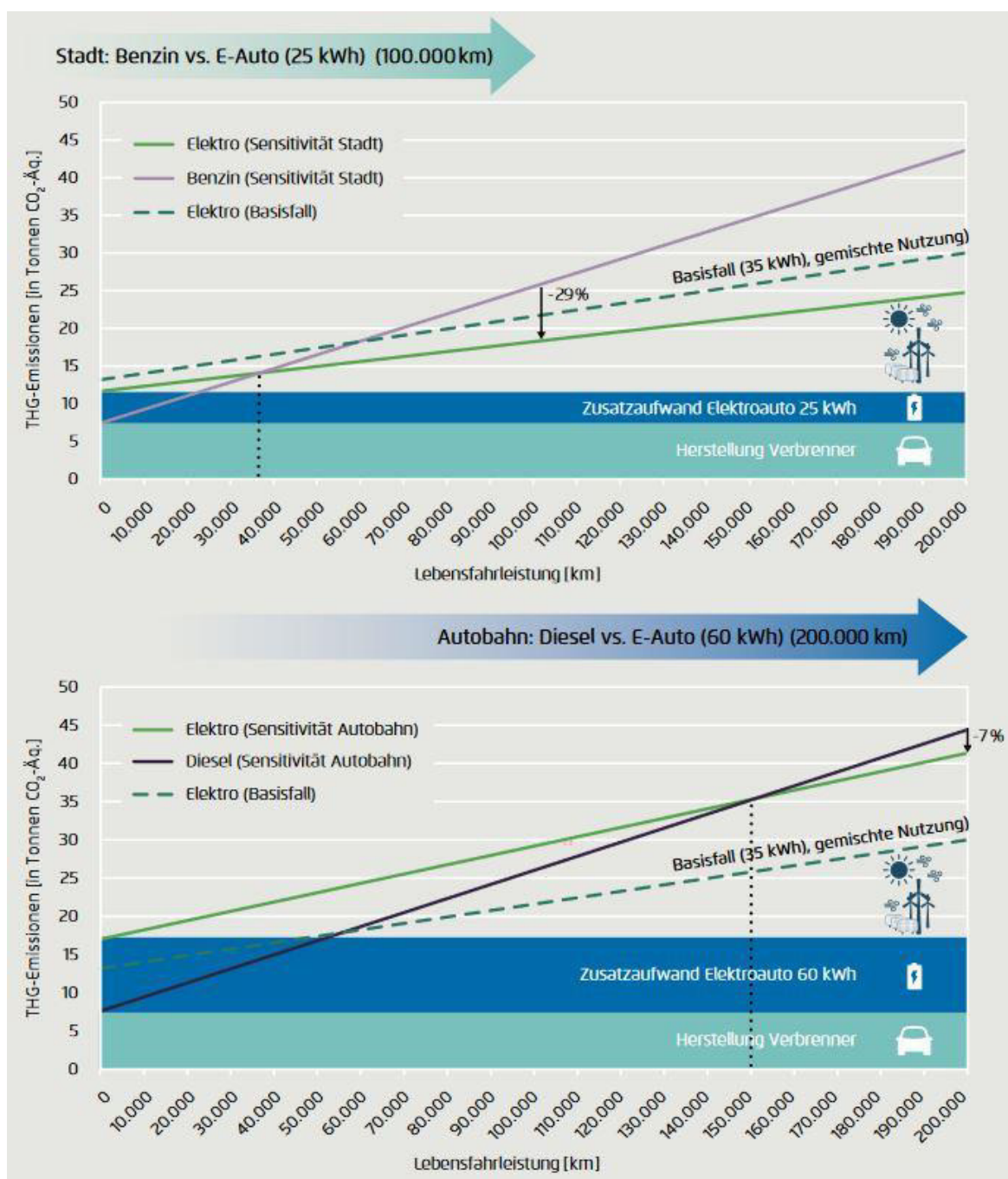


Abbildung 4-22: Treibhausgasemissionen durch Herstellung und Betrieb von Elektroautos und Autos mit Verbrennungsmotor, ifeu, 2019

4.8 Alternative Szenarien zum Vereinsmobil

4.8.1 Szenario 1: Alternative Verkehrsmittel

Das erste Szenario geht davon aus, dass es das Elektromobil Pressbaum-Tullnerbach nicht gibt und alle befragten Personen das von ihnen angegebene alternative Verkehrsmittel (Abb. 4-5) für die Wege zu benutzen. Das würde bedeuten, dass 35,6 % zu Fuß gehen würden, 31,4 % als Beifahrerin unterwegs wären, 7,4 % das Fahrrad nutzen würden, 5,9 %

das eigene KFZ, 4,3 % den Bus und 0,5 % ein Taxi. 14,9 % aller Fahrgäste würden ihre Wege gar nicht zurücklegen.

Zur Kalkulation der Emissionen in diesem Szenario werden folgende Annahmen getroffen:

- Fußwege, Fahrradwege und nicht zurückgelegte Wege verursachen gar keine Emissionen
- Der Anteil an Elektroautos im Privatbesitz liegt im österreichischen Mittel bei 0,6 % (Bundesverband Elektromobilität Österreich, Mai 2020, Sitte) der Anteil der benzinbetriebenen Fahrzeuge bei 43,2 %, jener der dieselbetriebenen bei 54,8 % (Statistik Austria, 2020). Bei den übrigen 1,4 % handelt es sich um verschiedene Hybridmodelle sowie wasserstoffbetriebene Fahrzeuge. Diese werden zu jeweils 50 % den Benzinern und Dieselmotoren zugerechnet. Diese Aufteilung wird für die Fahrten mit dem eigenen KFZ und jenen als Beifahrer angewendet.
- Elektrofahrzeuge sind vom Modell Nissan Leaf und verbrauchen 20,6 kWh/100km
- Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor sind vom Modell Nissan Qashqai und verbrauchen 7 l Benzin bzw. 6 l Diesel auf 100 km
- Bei Fahrten mit dem eigenen KFZ fallen keine Zu- und Abfahrtswege an.
- Bei Fahrten als Beifahrerin und Fahrten mit dem Taxi fallen Zu- und Abfahrtswege an.
- Taxis fahren mit Benzin.
- Busse emittieren 80 gCO₂/Personenkilometer (als CO₂ Äquivalent) (Emissionsdaten Umweltbundesamt, März 2020).
- Die nächste Bushaltestelle liegt in vernachlässigbarer Distanz zum Start und zum Ziel des Weges.
- Die Vereinsmitglieder erreichen durch Bildung von Fahrgemeinschaften den gleichen Besetzungsgrad wie das Vereinsmobil.
- Alle Fahrten werden mit gleicher Distanz durch die alternativen Verkehrsmittel zurückgelegt (d.h. es wird auch mit dem privaten Kfz zu einer P&R Anlage am Bahnhof gefahren und nicht der ganze Weg mit dem Auto)

Emissionen durch eigene Kfz-Lenkerinnen:

5,9 % würden das eigene KFZ nutzen, folglich wird für diese Kategorie der Anteil an den 33.840 km an Passagierfahrten des Jahres 2019 schlagend. Das sind 1.997 km. Davon

werden gemäß den Angaben der Statistik Austria zur österreichischen PKW-Flotte 0,6 % mit **Elektrofahrzeugen** zurückgelegt, für welche aufgrund der 100% Ökostrom-Plakette Pressbaums ein Ökostrommix angenommen werden kann.

$$1.997 \text{ km} * 0,6 \% = 12 \text{ km}$$

$$20,6 \text{ kWh}/100\text{km} * 12 \text{ km} = 2,47 \text{ kWh}$$

$$2,47 \text{ kWh} * 5,8 \text{ gCO}_2/\text{kWh} = \mathbf{14,3 \text{ gCO}_2/\text{Jahr}}$$

Mit **Benzinfahrzeugen** werden gemäß der getroffenen Annahmen 43,9 % der Wege zurückgelegt.

$$1.997 \text{ km} * 43,9 \% = 876,7 \text{ km}$$

$$876,7 \text{ km} * 7 \text{ l}/100\text{km} = 61,4 \text{ l Benzin}$$

$$\text{TTW} = 61,4 \text{ l Benzin} * 2,4 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 147,3 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 876,7 \text{ km} = 21,0 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 147,3 \text{ kg} + 21 \text{ kg} = \mathbf{168,3 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

Mit **Dieselfahrzeugen** werden gemäß der getroffenen Annahmen 55,5 % der Wege zurückgelegt. Diesel verursacht bei der Verbrennung 2,6 kg CO₂/l.

$$1997 \text{ km} * 55,5 \% = 1108,3 \text{ km}$$

$$1108,3 \text{ km} * 6 \text{ l}/100\text{km} = 66,5 \text{ l Diesel}$$

$$\text{TTW} = 66,5 \text{ l Diesel} * 2,6 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 172,9 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 1108,3 \text{ km} = 26,6 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 172,9 \text{ kg} + 26,6 \text{ kg} = \mathbf{199,5 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

In Summe würden durch Kfz-Lenkerinnen demnach **367,8 kgCO₂/Jahr** ausgestoßen.

Emissionen durch Beifahrerinnen:

31,4 % aller Fahrten würden als Beifahrerinnen durchgeführt. Das sind 10.626 km an Passagierfahrten und 14.067 km an An- und Abfahrten – insgesamt 24.693 km. Hierfür sind für Elektroautos folgende Emissionen anzusetzen:

$$24693 \text{ km} * 0,6 \% = 148 \text{ km}$$

$$20,6 \text{ kWh}/100\text{km} * 148 \text{ km} = 30,5 \text{ kWh}$$

$$30,5 \text{ kWh} * 5,8 \text{ gCO}_2/\text{kWh} = \mathbf{176,9 \text{ gCO}_2/\text{Jahr}}$$

Für Benzinfahrzeuge ergeben sich folgende Emissionen:

$$24.693 \text{ km} * 43,9 \% = 10840 \text{ km}$$

$$10.840 * 7 \text{ l/100km} = 758,8 \text{ l Benzin}$$

$$\text{TTW} = 758,8 \text{ l Benzin} * 2,4 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 1821,2 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 10840 \text{ km} = 260 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 1821,2 \text{ kg} + 260 \text{ kg} = \mathbf{2081,4 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

Für Dieselfahrzeuge ergeben sich folgende Emissionen:

$$24693 \text{ km} * 55,5 \% = 13.705 \text{ km}$$

$$13705 * 6 \text{ l/100km} = 822,3 \text{ l Diesel}$$

$$\text{TTW} = 822,3 \text{ l Diesel} * 2,6 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 2137,9 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 13.705 \text{ km} = 328,9 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 2.137,9 \text{ kg} + 328,9 \text{ kg} = \mathbf{2466,8 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

In Summe würden durch Kfz-Beifahrerinnen demnach **4548,4 kgCO₂/Jahr** ausgestoßen.

Emissionen durch Fahrten mit dem Autobus:

4,3 % der Fahrten würden mit dem Bus zurückgelegt werden. Der Basiswert hier sind die während der Passagierfahrten zurückgelegten Personenkilometer (gefahrte Kilometer mal Fahrgastbesetzungsgrad). Diese Umrechnung ist notwendig, da Emissionen im Öffentlichen Verkehr auch auf Personenkilometer bezogen sind.

Damit gestaltet sich die Emissionsermittlung wie folgt:

$$40.608 \text{ Pkm} * 4,3 \% = 1746 \text{ Pkm}$$

$$1746 \text{ Pkm} * 80 \text{ gCO}_2/\text{Pkm} = \mathbf{139 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

Emissionen durch Taxifahrten:

Mit dem Taxi würden 0,5 % aller Wege zurückgelegt werden. Das sind 169,2 km an Passagierfahrten und 224 km an An- und Abfahrten (vorausgesetzt die Taxis haben ähnlich lange Zu- und Abfahrtswege wie die Vereinsfahrzeuge) – insgesamt also 393,2 km pro Jahr.

$$393,2 \text{ km} * 7 \text{ l/100km} = 14,1 \text{ l Benzin}$$

$$\text{TTW} = 14,1 \text{ l Benzin} * 2,4 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 33,8 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 14,1 \text{ km} = 0,3 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 33,8 \text{ kg} + 0,3 \text{ kg} = \mathbf{34,1 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

Der gesamte Ausstoß an Treibhausgasen, gemessen am CO₂-Äquivalent, würde für dieses Szenario **5089,3 kg** ausmachen (Tab. 4-8).

Tabelle 4-8: Emissionsübersicht Szenario 1, alle Angaben in kg CO₂-Äquivalenten/Jahr

Emissionen Lenkerinnen	Emissionen Beifahrerinnen	Emissionen Bus	Emissionen Taxi	SUMME
367,8 kg	4548,4 kg	139,0 kg	34,1 kg	5089,3 kg

4.8.2 Szenario 2: Wie Modal Split „Österreich unterwegs 2013/14“

Szenario 2 soll die Treibhausgasemissionen für den Fall ermitteln, dass die alternativen Verkehrsmittel der Vereinsmitglieder genau dem durch die Studie „Österreich unterwegs“ erhobenen Modal Split entsprechen (bmvit, 2016, Tomschy et al.). Dieser gibt für das gesamte Bundesgebiet an, dass 46,8 % den eigenen PKW nutzen, 17,5 % zu Fuß gehen, 16,8 % den öffentlichen Verkehr nutzen, 11,8 % als Beifahrer ihre Wege bewältigen und 6,6 % mit dem Fahrrad fahren. 0,7 % nutzen sonstige Verkehrsmittel. Alle emissionsbezogenen Annahmen sind ident mit jenen aus Szenario 1. Der Anteil des öffentlichen Verkehrs wird vollständig den Autobussen zugeschrieben.

Emissionen durch eigene KFZ:

47 % würden das eigene KFZ nutzen; folglich wird für diese Kategorie der Anteil an den 33.840 km an Passagierfahrten des Jahres 2019 schlagend. Das sind 15905 km.

Mit Benzinfahrzeugen werden gemäß der getroffenen Annahmen 0,6 % der Wege zurückgelegt.

$$15905 \text{ km} * 0,6 \% = 95 \text{ km}$$

$$20,6 \text{ kWh}/100\text{km} * 95 \text{ km} = 19,7 \text{ kWh}$$

$$19,7 \text{ kWh} * 5,8 \text{ gCO}_2/\text{kWh} = \mathbf{114 \text{ gCO}_2/\text{Jahr}}$$

Mit Benzinfahrzeugen werden gemäß der getroffenen Annahmen 43,9 % der Wege zurückgelegt.

$$15905 \text{ km} * 43,9 \% = 6982 \text{ km}$$

$$6982 \text{ km} * 7 \text{ l}/100\text{km} = 488,8 \text{ l Benzin}$$

$$\text{TTW} = 488,8 \text{ l Benzin} * 2,4 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 1173,1 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 6982 \text{ km} = 167,6 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 1173,1 \text{ kg} + 167,6 \text{ kg} = \mathbf{1340,7 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

Mit Dieselfahrzeugen werden gemäß der getroffenen Annahmen 55,5 % der Wege zurückgelegt. Diesel verursacht bei der Verbrennung 2,6 kg CO₂/l.

$$15905 \text{ km} * 55,5 \% = 8827 \text{ km}$$

$$8827 \text{ km} * 6 \text{ l}/100\text{km} = 529,6 \text{ l Diesel}$$

$$\text{TTW} = 529,6 \text{ l Diesel} * 2,6 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 1377,1 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 8827 \text{ km} = 211,8 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 1377,1 \text{ kg} + 211,8 \text{ kg} = \mathbf{1588,9 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

In Summe würden durch Kfz-Lenkerinnen demnach **2929,7 kgCO₂/Jahr** ausgestoßen.

Emissionen durch Beifahrerinnen:

12 % aller Fahrten würden von Beifahrerinnen durchgeführt. Für Passagier- zuzüglich An- und Abfahrten ergibt das pro Jahr eine Strecke von 9456 km.

Hierfür sind für Elektroautos folgende Emissionen anzusetzen:

$$9456 \text{ km} * 0,6 \% = 57 \text{ km}$$

$$20,6 \text{ kWh}/100\text{km} * 57 \text{ km} = 11,7 \text{ kWh}$$

$$11,7 \text{ kWh} * 5,8 \text{ gCO}_2/\text{kWh} = \mathbf{67,8 \text{ gCO}_2/\text{Jahr}}$$

Für Benzinfahrzeuge ergeben sich folgende Emissionen:

$$9456 \text{ km} * 43,9 \% = 4151 \text{ km}$$

$$4151 \text{ km} * 7 \text{ l}/100\text{km} = 290,6 \text{ l Benzin}$$

$$\text{TTW} = 290,6 \text{ l Benzin} * 2,4 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 697,4 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 4.151 \text{ km} = 99,6 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 697,4 \text{ kg} + 99,6 \text{ kg} = \mathbf{797 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

Für Dieselfahrzeuge ergeben sich folgende Emissionen:

$$9456 \text{ km} * 55,5 \% = 5248 \text{ km}$$

$$5248 * 6 \text{ l}/100\text{km} = 314,9 \text{ l Diesel}$$

$$\text{TTW} = 314,9 \text{ l Diesel} * 2,6 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 818,7 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 5248 \text{ km} = 126 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 818,7 \text{ kg} + 126 \text{ kg} = \mathbf{944,7 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

In Summe würden durch Kfz-Beifahrerinnen demnach **1741,8 kgCO₂/Jahr** ausgestoßen.

Emissionen durch Fahrten mit dem Autobus:

17 % der Fahrten würden mit dem Bus zurückgelegt werden. Die Betrachtung erfolgt wiederum auf Basis der Personenkilometer.

Damit gestaltet sich die Emissionsermittlung wie folgt:

$$40608 \text{ Pkm} * 17 \% = 6903 \text{ Pkm}$$

$$6903 \text{ Pkm} * 80 \text{ gCO}_2/\text{Pkm} = \mathbf{552,2 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

Der Ausstoß an Treibhausgasen beläuft sich für Szenario 2 damit auf **5223,7 kg CO₂/Jahr**.

Tabelle 4-9: Emissionsübersicht Szenario 2, alle Angaben in kg CO₂-Äquivalenten/Jahr

Emissionen Lenkerinnen	Emissionen Beifahrerinnen	Emissionen Bus	SUMME
2929,7 kg	1714,8 kg	552,2 kg	5223,7 kg

4.8.3 Szenario 3: Zukunftsausblick 2050 Umweltbundesamt

Szenario 3 werden zwei vom Umweltbundesamt erstellte Szenarien zu Grunde gelegt. Diese sind einerseits das „SZENARIO ERNEUERBARE ENERGIE 2030 UND 2050“ (Umweltbundesamt, 2016, Krutzler et al.) und andererseits das Szenario „ELEKTROMOBILITÄT IN ÖSTERREICH SZENARIO 2020 UND 2050“ (Umweltbundesamt, 2010, Lichtblau et al.). Die für die im Folgenden angestellten Berechnungen relevanten Inhalte sind, dass im Jahr 2050 74 % der österreichischen PKW-Flotte rein elektrisch angetrieben werden soll und 90,9 % des verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energiequellen stammt.

Folgende Annahmen werden zur Vereinfachung getroffen:

- Die Szenarien des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, 2016, Krutzer et al.) und (Umweltbundesamt, 2010, Lichtblau et al.) treten exakt wie prognostiziert ein.
- Elektrofahrzeuge, für die kein Ökostrom zur Verfügung steht, werden mit dem EU Mix betankt.
- Die Altersstruktur der Vereinsmitglieder bleibt gleich.
- Die Nachfrage und damit die jährlich zurückgelegten Kilometer bleiben gleich.
- Alle Fahrzeuge, die keinen reinen Elektroantrieb besitzen, werden mit Benzin angetrieben.
- Alle Volljährigen besitzen und nutzen ein privates Kfz.

- Minderjährige nutzen Fahrräder oder gehen zu Fuß.

Da Fahrten mit dem eigenen KFZ keine An- und Abfahrten benötigen, entfällt deren Anteil an der Jahresfahrleistung. 82,5 % der Vereinsmitglieder sind volljährig, weshalb die zurückgelegten Kilometer durch private PKW mit 27.918 km angesetzt werden.

Emissionen durch eigene KFZ:

Für den Anteil der Elektroautos sind folgende Emissionen anzusetzen:

$$27918 \text{ km} * 74 \% = 20659 \text{ km}$$

$$20,6 \text{ kWh}/100\text{km} * 20659 \text{ km} = 4255,8 \text{ kWh}$$

Elektrofahrzeuge mit Ökomix:

$$4255,8 \text{ kWh} * 90,9 \% * 5,8 \text{ gCO}_2/\text{kWh} = \mathbf{22,3 \text{ kgCO}_2/\text{Jahr}}$$

Elektrofahrzeuge ohne Ökomix:

$$4255,8 \text{ kWh} * 9,1 \% * 544,7 \text{ gCO}_2/\text{kWh} = \mathbf{211,0 \text{ kgCO}_2/\text{Jahr}}$$

Durch Benzinfahrzeuge wird folgende Menge CO₂ emittiert:

$$27918 \text{ km} * 26 \% = 7259 \text{ km}$$

$$7259 \text{ km} * 7 \text{ l}/100\text{km} = 508,1 \text{ l Benzin}$$

$$\text{TTW} = 508,1 \text{ l Benzin} * 2,4 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 1219,5 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTT} = 24 \text{ gCO}_2/\text{km} * 7259 \text{ km} = 174,2 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}$$

$$\text{WTW} = 1219,5 \text{ kg} + 174,2 \text{ kg} = \mathbf{1.393,7 \text{ kg CO}_2/\text{Jahr}}$$

Der gesamte Ausstoß an Treibhausgasen, gemessen am CO₂-Äquivalent, würde für dieses Szenario **1626,9 kg/Jahr** ausmachen.

4.8.4 Szenarienvergleich

Der Vergleich der untersuchten Szenarien macht deutlich, dass der Einsatz der Elektrofahrzeuge in Kombination mit dem Ökostromtarif (Nullvariante = Ist-Zustand) bei Betrachtung der Treibhausgasemissionen - von der Herstellung des Treibstoffes bis zum Verbrauch durch die jeweils untersuchten Verkehrsmittel – am besten abschneidet. Auch Szenario 3, welches eine starke Umstellung der Fahrzeugflotte, über 90 % erneuerbare Energie und keine Notwendigkeit von Zu- und Abfahrtswegen als Voraussetzungen annimmt, würde rund 15-Mal so viele Emissionen verursachen wie das aktuelle Vereinsmobil.

Es ist auch erwähnenswert, wie nahe Szenario 1 und 2, bezogen auf die Jahresemissionen, beisammen liegen, obwohl der jeweils zu Grunde gelegte Modal Split vollkommen unterschiedlich ist. In beiden Fällen werden knapp über 5 Tonnen CO₂/Jahr emittiert.

Tabelle 4-8 bietet einen Überblick über die 3 Szenarien inklusive dem aktuellen Vereinsmodell als Nullvariante.

Tabelle 4-10: Überblick über die Eingangsgrößen der verschiedenen Szenarien (Modal Split) und resultierende jährliche THG Emissionen auf Basis der Jahresfahrleistung

	NULLVARIANTE	SZENARIO 1	SZENARIO 2	SZENARIO 3
Charakteristika	Wege werden zurückgelegt mit Vereinsmobil	Wege werden zurückgelegt mit den angegebenen alternativen Verkehrsmitteln	Wege werden zurückgelegt mit den durch den Modal Split Österreichs angegebenen Verkehrsmitteln	Wege werden zurückgelegt mit privaten Fahrzeugen nach Szenarien 2050 oder mittels aktiver Mobilität
Anteil MIV Verkehr	0,0 %	5,9 %	46,8 %	82,5 %
Anteil MIV Beifahrerinnen	0,0 %	31,4 %	11,8 %	0,0 %
Anteil Radverkehr	0,0 %	7,4 %	6,6 %	Bis 17,5 %
Anteil Fußgängerinnen	0,0 %	35,6 %	17,5 %	Bis 17,5 %
Anteil Öff. Verkehr	0,0 %	4,3 %	16,8 %	0,0 %
Anteil Sonstige	0,0 %	15,4 %	0,7 %	0,0 %
Emissionen pro Jahr [CO₂äqu.]	94 kg	5089,3 kg	5223,7 kg	1626,9 kg

5 Vergleich mit dem „Dorfmobil“ der Gemeinde Klaus an der Pyhrnbahn

Um feststellen zu können, ob von unterschiedlichen Vereinen betriebene Mobilitätsmodelle an unterschiedlichen Standorten in Österreich ähnliche Eigenschaften hinsichtlich der Nutzerinnen und des Betriebes aufweisen, werden die im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Kennzahlen mit jenen des „Dorfmobils“ der Gemeinde Klaus an der Pyhrnbahn (Hofer, 2013, Das „Dorfmobil“ in Klaus an der Pyhrnbahn – eine mehrjährige Erfolgsgeschichte?) verglichen.

5.1 Fahrgäste

In beiden Untersuchungsgebieten war zu beobachten, dass die überwiegende Anzahl der Nutzerinnen weiblich ist (Abb. 5-1).

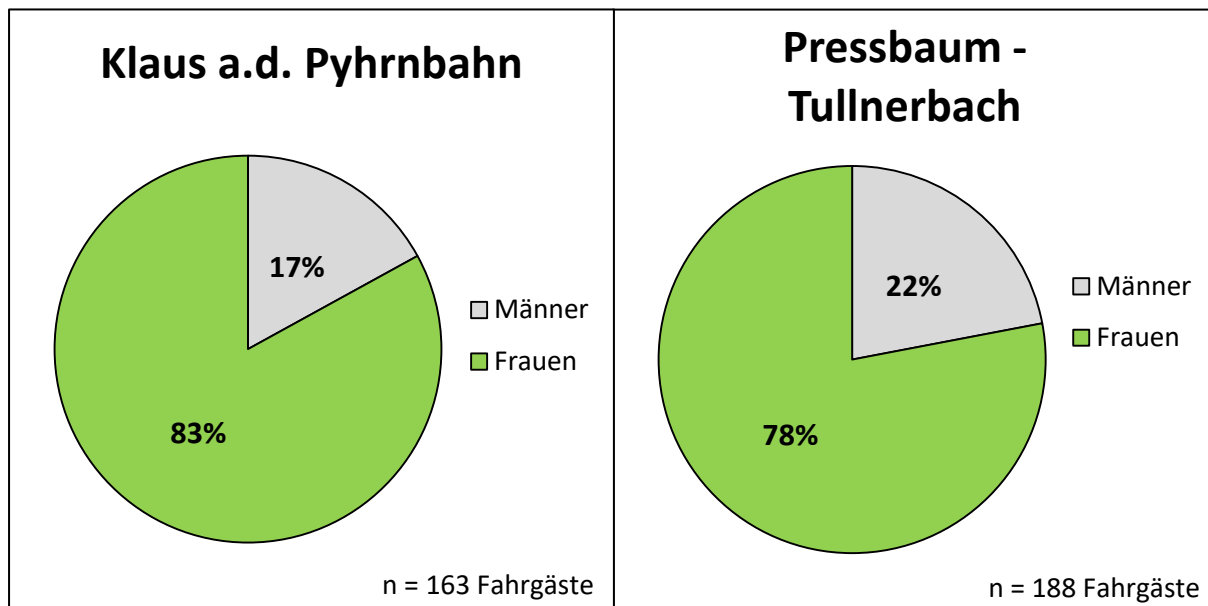


Abbildung 5-1: Gegenüberstellung des Geschlechteranteils der Nutzerinnen beider Vereine

Eine weitere Ähnlichkeit ist beim Anteil des PKW-Führerscheinbesitzes zu beobachten, auch wenn hier die Zahlen etwas weiter auseinander liegen (Abb. 5-2).

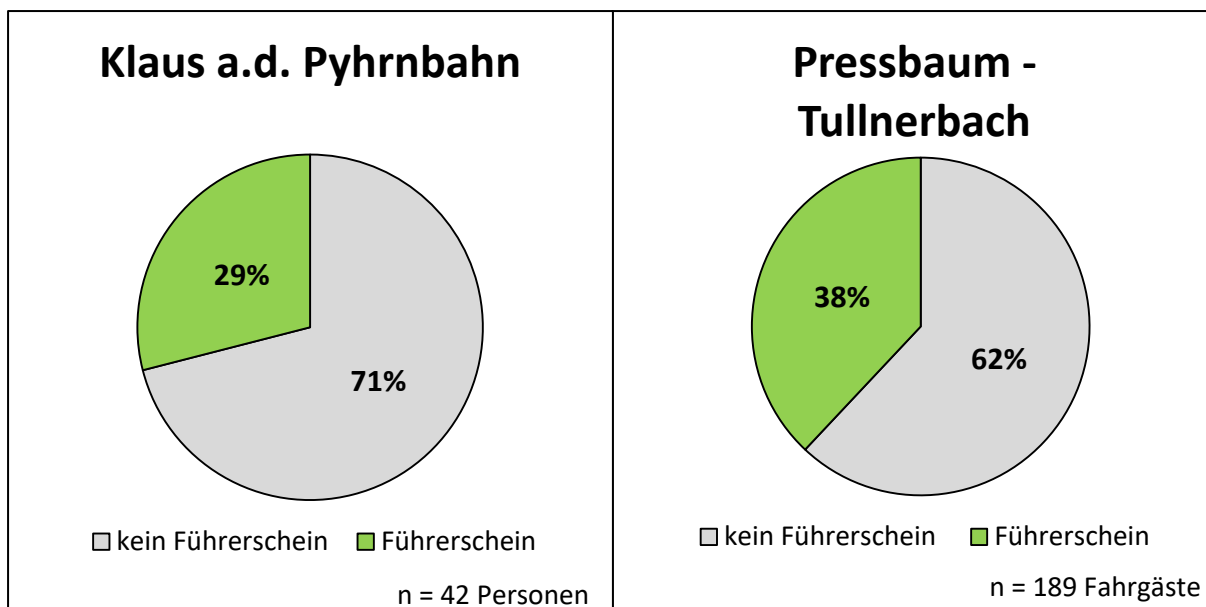


Abbildung 5-2: Gegenüberstellung des Führerscheinbesitzes der Nutzerinnen beider Vereine

Bei der Altersverteilung der Nutzerinnen lässt sich zwar ein ähnlicher Trend erkennen, obwohl hier klar festzustellen ist, dass der Anteil junger und alter Fahrgäste beim Elektromobil Pressbaum-Tullnerbach noch stärker überwiegt als bei jenem der Gemeinde Klaus. Der Anteil über 65-Jähriger liegt in den beiden Wienerwaldgemeinden bei rund 54 %, der Anteil der über 64-Jährigen in der Gemeinde Klaus bei 44 %. Auch wenn sich die Grenzen der festgelegten Altersklassen geringfügig unterscheiden, sei auch hier ein grafischer Vergleich angeführt (Abb. 5-3).

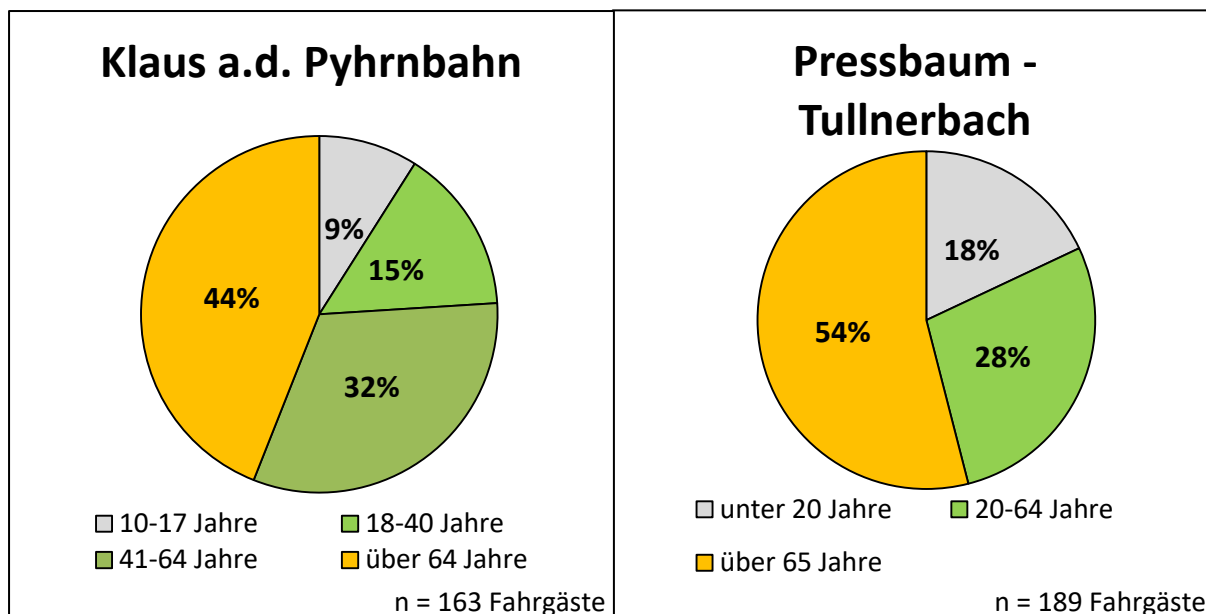


Abbildung 5-3: Gegenüberstellung der Altersverteilung der Nutzerinnen beider Vereine

Ein interessanter Aspekt ist, wie unterschiedlich gut die Vereinsfahrtendienste von der Bevölkerung angenommen werden: Während des Untersuchungszeitraumes von 2010 bis 2012 nutzten 398 unterschiedliche Personen den Vereinsfahrtendienst in Klaus an der Pyhrnbahn. Bei einer Einwohnerzahl von damals 1106 bedeutet das, dass 36 % aller Gemeindebürgerinnen zumindest eine Fahrt mit dem Fahrzeug des Vereins unternommen haben. Dem stehen 177 aktive Mitglieder des Vereins in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach gegenüber. Beide Gemeinden zusammen haben 10578 Einwohnerinnen, womit im Jahr 2020 vermutlich rund 2 % der Gesamtbevölkerung der Gemeinden eine Fahrt mit dem Vereinsmobil unternehmen dürften. Auch wenn hier ein Zeitraum von 30 Monaten (Jänner 2010 bis Juni 2012) mit einem Zeitraum von 12 Monaten verglichen wurde (Betriebsjahr 2020), dürfte das Vereinsmodell in Klaus an der Pyhrnbahn bei einem größeren Teil der Einwohnerinnen Anklang finden. Vermutlich ist der vorrangige Grund hierfür, dass das Modell der Gemeinde Klaus einzelne Fahrten

anstelle von Monats- oder Jahresbeiträgen einhebt, was einmalige Fahrten begünstigt und auch Personen in der Statistik aufscheinen lässt, die nur eine einzige Fahrt absolviert haben und den Fahrtendienst im Extremfall danach nie wieder benutzt haben.

Bei der Verteilung der Fahrtzwecke ist auffällig, dass das Dorfmobil in Klaus an der Pyhrnbahn vorrangig für Schulwege genutzt wird, während beim Elektromobil Wege des täglichen Bedarfs im Vordergrund stehen. Die jeweils zweitwichtigste Nutzungsart ist in beiden Fällen die wichtigste des anderen Vereins. Arbeitswege und Freizeitwege spielen bei den Nutzerinnen beider Vereine nur eine untergeordnete Rolle (Abb. 5-4). Bei der Analyse der Wegzwecke in Klaus wurden ursprünglich Schulwege, Einkaufswege, Arztwege, Wege zu Bahnhof, Freizeitwege, Arbeitswege und Sonstige Wege unterschieden. Zum Zwecke der Vergleichbarkeit wurden Arztwege und Einkaufswege dem Wegzweck „Erledigung“ zugeordnet. Wege zum Bahnhof sowie sonstige wurden proportional auf die übrigen Kategorien aufgeteilt.

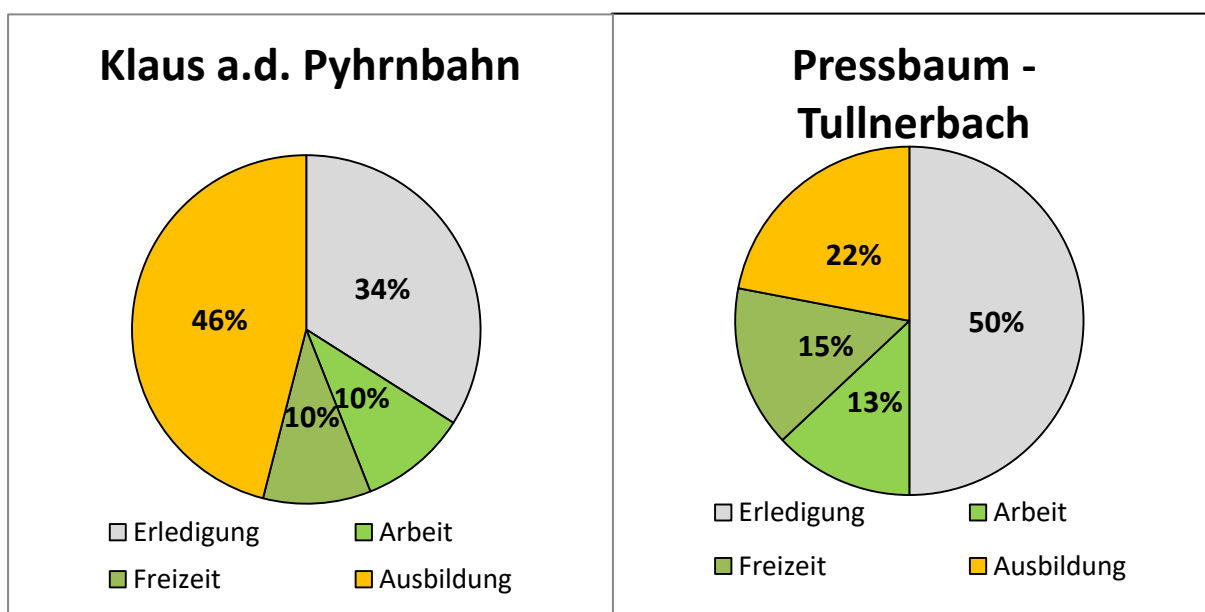


Abbildung 5-4: Gegenüberstellung der Wegzweckhäufigkeiten beider Vereine

5.2 Fahrbetrieb

5.2.1 Anzahl absolvierte Fahrten

Als erstes sollen die Unterschiede in der Häufigkeit der Fahrten der beiden Vereinsmodelle ermittelt werden. Hierfür ist zu erwähnen, dass bei der Analyse des Dorfmobils 622 Betriebstage der Jahre 2010 bis einschließlich Juni 2012 in die Betrachtung einfließen, beim Elektromobil Pressbaum Tullnerbach 302 Betriebstage

(2019). Darüber hinaus verfügte der Verein in Klaus an der Pyhrnbahn zum Zeitpunkt der Betrachtung über ein Fahrzeug, wohingegen das Vereinsmobil der gegenständlichen Arbeit über zwei Fahrzeuge verfügt. In weiterer Folge werden die ermittelten Zahlen zur besseren Vergleichbarkeit auf einen Referenzwert von 100 Betriebstagen bezogen, allerdings seien eingangs die vorhandenen Rohdaten angeführt (Tab. 5-1).

Tabelle 5-1: Überblick über die Betriebstage und die Anzahl der erfassten Fahrten beider Vereine

	Betriebstage	Anz. Fahrten	Fahrten/Jahr	Fahrten/Monat	Fahrten/Tag
Dorfmobil	622	9878	3711	309	14,9
Elektromobil	302	10726	10726	894	35,6

Geht man nun davon aus, dass der Verein in Pressbaum und Tullnerbach ebenfalls nur über ein Fahrzeug verfügt und zieht zusätzlich die unterschiedlichen Betriebszeiten in Betracht – das Dorfmobil bietet den Dienst regulär werktags von 7 Uhr bis 19 Uhr an, das Elektromobil von 08:15 Uhr bis 21:00 Uhr – gestaltet sich die Gegenüberstellung folgendermaßen (Tab. 5-2).

Tabelle 5-2: Gegenüberstellung der Fahrten pro Fahrzeug und Zeiteinheit beider Vereine

	Betriebstage	Anz. Fahrten	Fahrten/Jahr	Fahrten/Monat	Fahrten/Tag
Dorfmobil	100	1585	3943	328	16,0
Elektromobil	100	1776	5363	447	17,8
Abweichung		+12,0%	+36,0%	+36,2%	+12,4%

Es ist klar erkennbar, dass die Elektromobile des Vereins in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach bei reiner Betrachtung der Anzahl der Fahrten den Vergleich für sich entscheidet. Dies kann mehrere Gründe haben. Gesichert ist, dass der deutliche Vorsprung bei den Fahrten/Jahr und den Fahrten/Monat teilweise dem Betrieb des Elektromobils an Samstagen geschuldet ist. Darüber hinaus wäre es möglich, dass die Auslastung des Elektromobils höher ist als jene des Dorfmobils – hierfür können jedoch aufgrund fehlender Daten zur Auslastung des Dorfmobils keine fundierten Aussagen getroffen werden. Ebenso wäre es möglich, dass die erkennbaren Unterschiede in der

Länge der jeweiligen Fahrten begründet sind, wobei hier vermutet wird, dass beim Dorfmobil pro Fahrt mehr Kilometer zurückgelegt werden. Um diese Hypothese zu überprüfen, wurden die gewonnenen Daten zu den Fahrtstrecken des Elektromobils mit jenen des Dorfmobils verglichen.

5.2.2 Zurückgelegte Kilometer

Als Referenzzeitraum für das Dorfmobil gelten wie im vorangegangenen Kapitel abermals die 622 Betriebstage. Während dieser Zeit legte das Fahrzeug des Vereins 93.315 km zurück, was einer täglichen gefahrenen Distanz von rund 150 km entspricht. In den ebenfalls vorhin erwähnten 302 Tagen legte der Verein der Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach mit seinen beiden Fahrzeugen 78.697 km zurück, was einer täglichen gefahrenen Distanz von rund 130 km pro Fahrzeug entspricht.

Des Weiteren wurde untersucht, wie sich die pro Passagierfahrt zurückgelegten Distanzen zwischen den beiden Vereinen unterscheiden. Hierbei wurde deutlich, dass beim Elektromobil Fahrten ab einer Distanz von einem Kilometer bereits mit einer Häufigkeit von rund 12 % auftreten und nur selten länger als 4 Kilometer sind. Beim Dorfmobil hingegen liegt ein signifikanter Peak in der Kategorie 3 km bis 3,5 km vor und ein weiterer kleinerer Peak in der Kategorie 6,5 km bis 7 km (Abb. 5-5). Die mittlere zurückgelegte Distanz errechnet sich beim Dorfmobil dadurch zu 3,73 km, bei Elektromobil zu 3,06 km. Die Vermutung des vorigen Kapitels, dass das Dorfmobil pro Fahrt längere Strecken zurücklegt, kann damit bestätigt werden. Die Hauptursache dafür dürfte einerseits das um 29 km² größere Einsatzgebiet des Dorfmobils sein und andererseits die Tatsache, dass die Gemeinde Klaus an der Pyhrnbahn aus drei Ortsteilen besteht (Klaus, Kniewas, Steyrling), die voneinander alle rund 6 km entfernt liegen während dazwischen nahezu kein Siedlungsraum besteht und die Gemeinden Tullnerbach und Pressbaum entlang der Talsohlen eher kontinuierlich besiedelt sind.

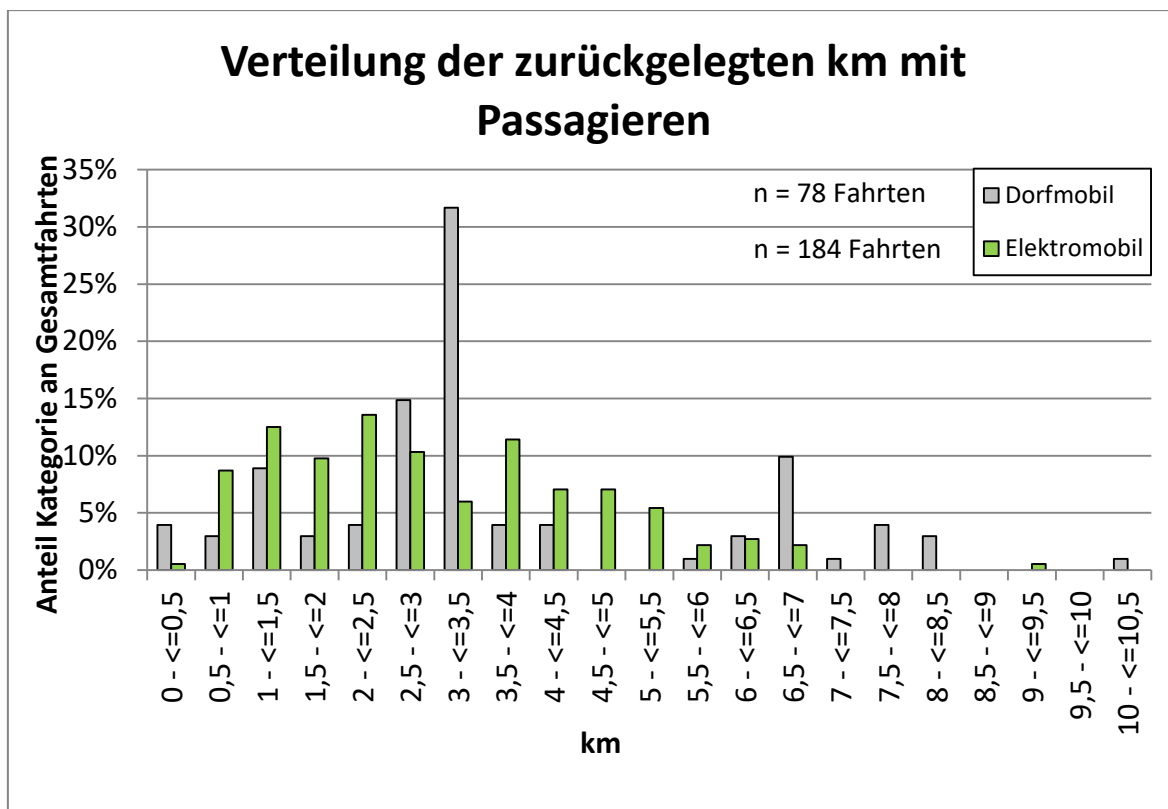


Abbildung 5-5: Von den Vereinsfahrzeugen zurückgelegte Entfernung bei einer Fahrt

Für das Dorfmobil wurde an zwei Tagen außerdem erhoben, wie viele km der Gesamtfahrleistung auf Leerfahrten und wie viele auf Passagierfahrten zurückzuführen sind. Das Ergebnis weist für einen Tag einen Anteil der Leerfahrten von 59 % aus, für den anderen beträgt der Anteil 68 %. Auch wenn besagte Anteile für das Elektromobil nicht direkt, sondern über Rückrechnung aus den Fahrzeiten erhoben wurden, liegt der Anteil der Leerfahrten bei dem Verein aus Pressbaum bei 57 %. Dies verleiht einerseits der aus den Fahrzeiten rückgerechneten Zeit Plausibilität und zeigt durch das knappe Beisammenliegen der Werte andererseits auf, dass es sich hierbei möglicherweise um eine derartige Vereinsmodelle betreffende Größenordnung handelt, die ohne organisatorisches Eingreifen einen Grenzwert für den Anteil der Leerfahrten darstellen könnte.

5.2.3 Zeitliche Verteilung der Fahrten

Als nächstes wurde verglichen, wie sich die zeitliche Verteilung der Fahrten bei den beiden Vereinen gestaltet. Weder bei Betrachtung des Verlaufs der Fahrtanzahl im Verlauf eines Jahres oder auch einer Woche lassen sich irgendwelche Zusammenhänge erkennen, die eine Systematik beim Nutzerinnenverhalten erkennen ließen. Während beim Dorfmobil der März der betriebsintensivste Monat ist und der August der am

wenigsten intensive, liegt beim Elektromobil das Maximum im Oktober und das Minimum im Februar. Bei den Wochentagen ist beim Dorfmoobil der Freitag am populärsten und der Mittwoch am wenigsten ausgelastet, wohingegen beim Elektromobil der Donnerstag der beliebteste Tag ist und der Freitag der am wenigsten beliebte.

Im Folgenden wird die zeitliche Verteilung der Fahrten über den Tag analysiert. Im ersten Diagramm wurden die Betriebsstunden und deren Anteil an den Tagesfahrten entlang der tatsächlichen Zeitskala aufgetragen. Es fällt auf, dass das Dorfmoobil den Betrieb früher aufnimmt, dafür jedoch auch um 19 Uhr wieder einstellt, während das Elektromobil den Betrieb am Abend zwei Stunden später einstellt. Auch diese beiden Ganglinien scheinen nicht zu korrelieren (Abb. 5-6). Entkoppelt man die Werte jedoch von der Uhrzeit und betrachtet nur die vergangenen Stunden ab Betriebsbeginn, gleichen sich die Ganglinien in ihrer Form mit Ausnahme der fünften und achten Betriebsstunde (Abb. 5-7).

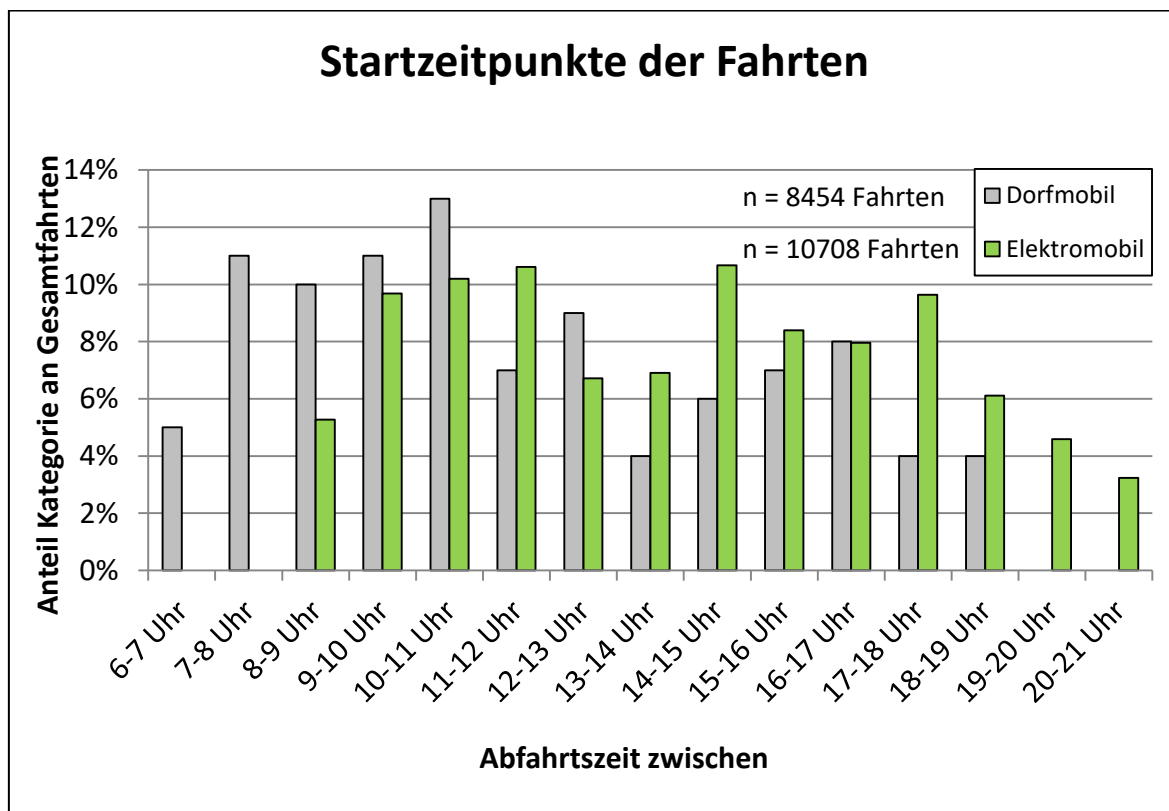


Abbildung 5-6: Relative Häufigkeit der Abfahrtsstunden auf tatsächlicher Zeitachse

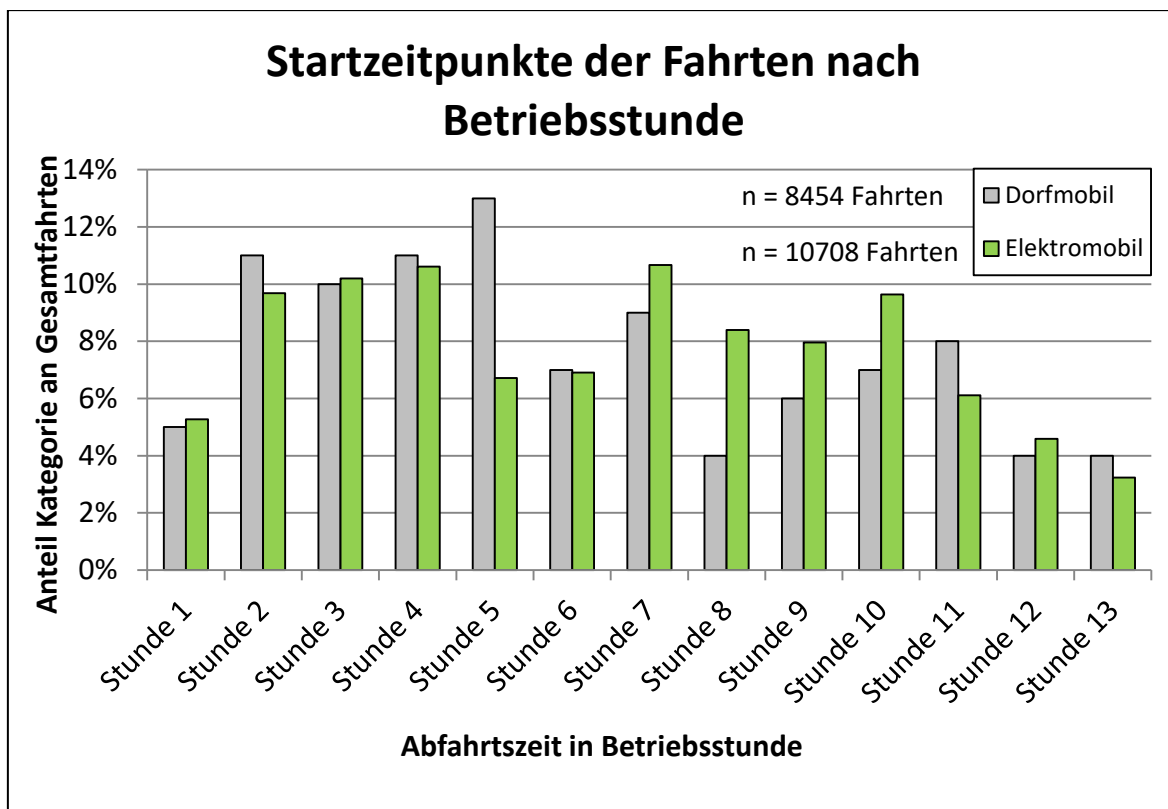


Abbildung 5-7: Relative Häufigkeit der Abfahrtsstunden mit Referenzzeit Betriebsbeginn

Auch wenn der Verlauf der Ganglinie des Dorfmobils unstetiger verläuft als jene des Elektromobils, lässt sich bei beiden erkennen, dass die meisten Fahrten stets am Vormittag unternommen werden. Außerdem weisen beide Ganglinien in ihrer Mitte, im Groben also am frühen Nachmittag, ein Maximum auf. Auch das kleinere Maximum am späten Nachmittag beziehungsweise frühen Abend haben beide gemeinsam, bevor die Nachfrage gegen Betriebsende abnimmt.

6 Bewertung gemäß Säulen der Nachhaltigkeit

6.1 Ökologische Säule

Obwohl durch das Vereinsmodell eine große Menge an Leerfahrten zu Stande kommt und der Fahrgastbesetzungsgrad nur geringfügig über jenem des durchschnittlichen Besetzungsgrades Österreichs liegt (VCÖ, 2018), schneidet es ausschließlich dank des gewählten Strommixes im Vergleich zu allen anderen Szenarien am besten ab. Würde man, wie unter Kapitel 6.4 behandelt, den europäischen Strommix tanken, würden die Elektrofahrzeuge des Vereins nicht nur schlechter abschneiden als das optimistische Szenario für 2050, sondern auch hinter den aktuellen österreichischen Modal Split und den Modal Split der von den Vereinsmitgliedern gewählten alternativen Verkehrsmittel

zurückfallen. Aufgrund der Tatsache, dass Österreich im Vergleich zu anderen EU-Ländern durch den hohen Anteil an erneuerbaren Energien am Strommix – je nach Zurechnung von Biomasseheizwerken bereits zwischen 70 % und 75 % aufweist, (E-Control Austria, 2019), ist das Elektromobil Pressbaum Tullnerbach derzeit nur durch einen nahezu vollständigen Umstieg auf aktive Mobilitätsformen wie Radfahren oder zu Fuß gehen oder aber durch weitgehende Verkehrsvermeidung in Bezug auf die Emissionen zu schlagen.

6.2 Ökonomische Säule - Nutzerinnen

Bei der Bewertung der ökonomischen Säule wird das Elektromobil mit unterschiedlichen alternativen Verkehrsmitteln verglichen. Wie bereits errechnet wurde, legte das Elektromobil im Jahr 2019 33.840 km (40.608 Personenkilometer) mit Passagieren zurück. Auch wenn es mit großer Wahrscheinlichkeit Unterschiede bei der Nutzungshäufigkeit gibt, legt damit jedes Vereinsmitglied pro Jahr rund 230 km zurück.

Die monetäre Bewertung des Komforts der einzelnen Fortbewegungsmittel wurde ebenso wie die monetäre Bewertung der Verfügbarkeit aufgrund der stark subjektiven Komponente vernachlässigt.

6.2.1 Vergleich Elektromobil – zu Fuß Gehen

Vergleicht man den direkten monetären Aufwand der Fortbewegungsarten, schneidet das zu Fuß gehen als kostenfreie Methode ungleich besser ab. Es kann allerdings argumentiert werden, dass der durch die Bewältigung der Wege mit dem Vereinsmobil ersparte Zeit ein Geldwert zugeordnet werden kann. Die Kosten für Reisezeitersparnisse werden üblicherweise anhand der Zahlungsbereitschaft an Mautstrecken ermittelt. Zu diesem Zweck wurden die aktuellen Mautkosten für die Tauernpassage der A10 (12,5 €) (ASFINAG, 2020) der anhand von Google Maps ermittelten eingesparten Reisezeit (für die Tauernpassage = 47 Minuten) gegenübergestellt.

Bei einer mittleren Geschwindigkeit von 21,2 km/h des Elektromobils (ermittelt aus der Summe der Strecken und der Summe der Buchungszeiten aus den Fragebögen) und einer angenommenen Gehgeschwindigkeit von 4 km/h erhält man eine jährliche Zeitersparnis von 46 Stunden und 39 Minuten pro Person. Unter Verwendung des Mauttarifs der A10 Tauernautobahn ergeben sich jährliche Kosten von rund 745 €. Da die monetäre Bewertung der Kosten von Zeit allerdings eine sehr subjektive Angelegenheit ist, ist der ermittelte Wert eher als Größenordnung denn als fixe Größe zu betrachten. Je nach persönlicher Einschätzung kann bei diesem Vergleich entweder das Elektromobil (bei

hoher Bewertung der Zeit) oder das zu Fuß gehen (bei niedriger Bewertung der Zeit) als bessere Alternative betrachtet werden.

6.2.2 Vergleich Elektromobil – Radfahren

Bei dem Vergleich mit dem Fahrrad sind in erster Linie die Anschaffungskosten des Rades zu berücksichtigen. In diesem Beispiel wird der Vergleich mit einem Mittelklasserad mit herkömmlichem Antrieb und einmal mit einem Elektrofahrrad geführt. Bei beiden Fahrrädern wird von einer vom Prüfinstitut Velotech angegebenen Lebensdauer von 10 Jahren ausgegangen (Spiegel, 2011, Dambeck), wobei angenommen wird, dass der Akku des Elektrofahrrades nicht stark beansprucht wird und ebenfalls 10 Jahre hält.

Als Anschaffungskosten für das Mittelklasserad werden 1000 Euro angenommen (Statista, 2020, Kords), was bei Vernachlässigung der Diskontierung jährliche Kosten von 100 Euro zur Folge hat. Für das jährliche Service sowie etwaig anfallende Verschleißteile können weitere 50 bis 100 Euro pro Jahr veranschlagt werden. Beachtet man nun, wie auch zuvor beim zu Fuß gehen den Faktor der Zeitersparnis unter der Annahme, dass sich das Rad mit durchschnittlich 15 km/h fortbewegt, ergeben sich Zeitersparniskosten von rund 72 €. Insgesamt verursacht das Mittelklasserad damit jährliche Kosten von mindestens 172 € (bei Vernachlässigung des Service und keinem Anfall von Verschleißteilen) und 272 € bei Einberechnung von Service und Verschleißteilen. Je nach Handhabung des Fahrrades kann also entweder das Elektromobil oder aber das Fahrrad die knapp günstigere Variante sein. Als Anschaffungskosten für das Elektrofahrrad werden 3000 € angenommen, was in jährlichen Kosten von 300 € resultiert. Für Service und Verschleißteile (unter der Voraussetzung, dass keine kostenintensiven elektronischen Bauteile zu ersetzen sind) werden wieder 50 bis 100 Euro kalkuliert. Die Stromkosten für die Ladevorgänge (bei einer Laufleistung von 100 km pro Ladung handelt es sich um 2 bis 3 Ladevorgänge pro Jahr) (Bosch, Reichweitenrechner für E-Bikes, Stand 01.10.2020) liegen im Cent-Bereich und können vernachlässigt werden. Die Zeitersparniskosten fallen mit 31 € geringer aus, da als durchschnittliche Geschwindigkeit wegen des Elektroantriebes 18 km/h angesetzt wurden. In Summe liegen die jährlichen Kosten für das Elektrofahrrad damit zumindest bei 331 €, wodurch es bereits um rund 65 % teurer ist als die Jahresmitgliedschaft des Vereins.

6.2.3 Vergleich Elektromobil – Taxi

Die Kosten für Taxifahrten wurden dem Taxirechner für Wien entnommen (Taxirechner, Mai 2020). Dieser gibt als Grundgebühr 3,80 € und als Kilometergebühr zwischen 1,05 € und 1,42 € an. Zur Ermittlung der Kosten wird die mittlere Weglänge aus den Fragebögen, welche 3,06 km beträgt, herangezogen. Damit würden pro Jahr rund 75 Fahrten durchgeführt werden, was in Abhängigkeit vom Kilometertarif Gesamtkosten von 526,50 € bis 611,60 € ergibt. In diesem Vergleich schneidet das Vereinsmodell besser ab.

6.2.4 Vergleich Elektromobil – Autobus

Zur Feststellung der Kosten für Fahrten mit den Buslinien in Pressbaum und Tullnerbach dient das Tarifsystem des Verkehrsverbundes Ost Region (VOR). Wird die Länge einer Fahrt wieder wie vorhin angenommen, ergeben sich wieder 75 Fahrten pro Jahr. Nun gilt es zu differenzieren, da eine Einzelfahrt für Kinder 0,90 € kostet, für Erwachsene 1,80 € und für Senioren 1,10 €. Dadurch ergeben sich für die unterschiedlichen Nutzerinnengruppen jährliche Kosten zwischen 67,50 € und 135 €. Auf Basis dieser Betrachtung würde das Elektromobil schlechter abschneiden als der öffentliche Verkehr, allerdings müssten auch hier die Zeitersparniskosten berechnet werden, was aber aufgrund der unterschiedlichsten Distanzen zu den Haltestellen und Wartezeiten an den Haltestellen kaum möglich ist.

6.2.5 Vergleich Elektromobil – Privater PKW

Die jährlichen Kosten für den Unterhalt eines privaten PKW wurden zum größten Teil der „Auto-Info“ des ÖAMTC entnommen (ÖAMTC, 2020). Die entnommenen Daten beziehen sich auf die in einem Betrachtungszeitraum von fünf Jahren 25 meistverkauften Fahrzeugmodelle bei einer jährlichen Fahrleistung von 12000 km. Die Auto-Info des ÖAMTC gibt dafür jährliche Kosten von 1476 € für Steuern und Versicherungen an, 552 € für Service und Reparatur sowie 2376 € für Wertverlust. Die angegebenen Kosten für Treibstoff wurden verworfen, da diese speziell bezogen auf die personenbezogene Fahrleistung des Vereins berechnet wurden. Bei einer jährlich zurückgelegten Distanz von 230 km und einem angenommenen Verbrauch von 6 l auf 100 km sowie angenommenen Spritkosten von 1,10 €/l belaufen sich die jährlichen Kosten für Treibstoff auf rund 15 €. Die jährlichen Gesamtkosten für den Unterhalt eines eigenen PKW errechnen sich somit zu insgesamt rund 4.420 €, was das 22-fache des Jahresmitgliedsbeitrages für den Verein darstellt.

Die Gesamtbetrachtung der ökonomische Säule legt die Vermutung nahe, dass bei subjektiv niedrigen Bewertungen von Reisezeiterparnissen und Reisekomfort sowie bei hoher Bewertung von zeitlicher Verfügbarkeit des Verkehrsmittels die aktiven Formen der Mobilität, also das zu Fuß gehen und das Radfahren besser abschneiden können als das Elektromobil. Auch der Öffentliche Verkehr kann hier gerade bei Kindern und Senioren günstiger ausfallen als die Jahresmitgliedschaft beim Verein. Die jährlichen Kosten für Bustickets hängen natürlich stark vom individuellen Nutzerverhalten ab und werden in den seltensten Fällen genau dem ermittelten Mittelwert entsprechen.

Es ist allerdings gesichert, dass das Vereinsmodell jene Verkehrsmittel, die einen ähnlichen Komfort bieten – wie zum Beispiel ein Taxi oder ein privater PKW – um ein Vielfaches teurer sind als die Mitgliedschaft beim Verein Elektromobil Pressbaum-Tullnerbach.

6.3 Ökonomische Säule – Betreiberinnen

Betrachtet man die Seite der Betreiberinnen des Elektromobils streng nach monetär bewerteten Kriterien, ist die ökonomische Nachhaltigkeit auf den ersten Blick nicht gegeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass durch die Vereinsbeiträge und die gewährte Förderung für die Fahrzeuge die Kosten für die Anschaffung der Autos und deren Betrieb gedeckt ist. Die Mitarbeiterinnen aber stehen unentgeltlich im Dienst des Vereins, weshalb ihnen persönlich keine direkten Kosten entstehen, jedoch wenden sie ihre Freizeit für die Tätigkeit der Fahrerin oder im Telefondienst auf. Es kann argumentiert werden, dass die aktiven Vereinsmitglieder die Fahrdienste entweder als Hobby betrachten, weshalb für sie eine ökonomische Betrachtung persönlich nicht sinnvoll erscheint, oder sie bewerten den durch sie verrichteten Dienst an der Allgemeinheit subjektiv so stark, dass die ökonomische Betrachtung des Dienstes indifferent oder sogar positiv ausfällt.

Um zu ermitteln, wie viel der Vereinsbeitrag ausmachen würde, wenn die ehrenamtlichen Mitarbeiterinnen durch bezahlte Arbeitskräfte ersetzt würden, wird im Folgenden vereinfacht angenommen, dass für die Aufrechterhaltung eines ähnlichen Betriebszustandes wie aktuell zumindest zwei Vollzeit beschäftigte Fahrerinnen sowie eine Teilzeitfahrerin und eine Vollzeit beschäftigte Kanzleikraft für den Telefondienst

notwendig wären. Die tatsächlichen Betriebszeiten des Elektromobils übersteigen zwar die Besetzung mit nur drei Personen geringfügig, es wird jedoch die Annahme getroffen, dass die Betriebszeiten gegebenenfalls zur Optimierung der Kosten angepasst werden.

Von der österreichischen Jobbörse „stepstone“ wird 2020 für Chauffeurinnen ein Jahresbruttogehalt von 30500 € angegeben, für Sekretärinnen von 28400 €. Laut Handelsverband sind die Bruttolöhne /-gehälter zur Ermittlung der Arbeitgeberkosten um rund 30 % zu erhöhen. Damit würden sich für den Verein jährliche Personalkosten von rund 136000 € ergeben.

Wenn davon ausgegangen wird, dass durch den Vereinsbeitrag von 200 € jährlich die derzeitigen Kosten gedeckt sind, und sich an der Anzahl der Mitglieder (177) nichts ändert, wären von jedem Mitglied jährlich rund 770 € zusätzlich, also insgesamt 970 € für die Nutzung des Vereinsmobils zu bezahlen. Anders ausgedrückt müsste der Verein rund 860 Mitglieder zählen, um den Jahresmitgliedsbeitrag bei 200 € zu halten. Außer Acht gelassen ist bei diesem Gedankengang, dass bei so vielen Mitgliedern die Angebotsqualität sehr wahrscheinlich stark leiden würde.

Bei einem Jahresmitgliedsbeitrag von 970 € wären mit Ausnahme des privaten PKW alle anderen Verkehrsmittel für die Nutzerinnen günstiger im Betrieb.

6.4 Soziale Säule

Die Bewertung der Sozialen Säule erfolgte auf Basis einer Mindmap, da die einfließenden Komponenten kaum oder gar nicht anhand von Skalen oder Werten erfassbar sind.

Als positiver Einfluss auf die soziale Säule wurden gewertet:

- Ermöglichung unabhängiger Mobilität für nicht voll mobilitätsfähige Nutzerinnen, insbesondere Kinder, die ihre Wege nicht ohne Begleitung zurücklegen dürfen, Personen ohne Führerschein und körperlich mobilitätseingeschränkte Personen (Verletzungen, Alter).
- Aufeinandertreffen und Möglichkeit des (generationenübergreifenden) Austausches von unterschiedlichen Nutzerinnengruppen im Rahmen von Kombifahrten mit mehreren Personen beziehungsweise Austausch mit den Fahrerinnen.

- Zusammengehörigkeitsgefühl durch das Vereinswesen (gleiches Interesse an (umweltschonender) Mobilität; Gefühl, etwas zu bewegen bei ehrenamtlichen Mitarbeiterinnen).
- Versorgungsfahrten ohne Passagiere während der Zeit des Ausbruchs des Coronavirus.

7 Verbesserungsvorschläge

Im Zuge der Arbeit wurde die Funktionsweise des Vereinsfahrtendienstes anhand unterschiedlicher Aspekte betrachtet und analysiert. Darauf aufbauend sind im Folgenden einige Punkte aufgelistet, die potentiell einen optimierten Betrieb ermöglichen können:

- **Kostenlose Mitgliedschaften, welche zum Kauf von Fahrkontingenten berechtigen:** Wenn das Finanzierungsmodell dahingehend erweitert werden würde, dass eine Mitgliedschaft nicht nur durch Entrichtung eines Monats- oder Jahresbeitrages erlangt werden kann, sondern auch eine kostenlose Mitgliedschaft ermöglicht werden würde, die die Mitglieder zum Erwerb von Einzelfahrscheinen oder Blockkarten (z.B. 10 Fahrten) berechtigt, könnte man eventuell verbleibende Kapazitäten mit Personen füllen, die sich selbst nicht als regelmäßige Nutzerinnen sehen würden, aber gerne einzelne Bedarfsfahrten mit dem Elektromobil zurücklegen würden (z.B. Kinder, die üblicherweise von einem Elternteil von der Schule abgeholt werden, welches aber in Ausnahmefällen verhindert ist). Vom das „Dorfmobil“ in Klaus an der Pyhrnbahn betreibenden Verein ist bekannt, dass in den Jahren 2010 bis 2012 40 % aller Fahrgäste Bezieherinnen einer Monatskarte waren. Unterstellt man der Bevölkerung der Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach ein ähnliches Nutzerverhalten, könnte das Elektromobil, ausgehend von den derzeit 177 Mitgliedern, rund 440 Personen erreichen.
- **Sammelfahrten durch fix vorgegebene Fahrzeiten forcieren:** Da ein erheblicher Teil der zurückgelegten Fahrten zum Einkauf in Lebensmittelgeschäften durchgeführt wird, könnten zu bestimmten Zeiten fixe Einkaufsfahrten geplant werden, zu denen sich die Vereinsmitglieder anmelden können. Dadurch könnte erzielt werden, dass ansonsten über den Tag verteilte Fahrten zu einer bestimmten Zeit mit hohem Besetzungsgrad durchgeführt werden. Auf der einen

Seite würde diese Maßnahme, sofern sie angenommen wird, zur Effizienzsteigerung durch einen höheren Besetzungsgrad betragen, auf der anderen Seite würden am Rest des Tages Kapazitäten frei, welche nun für andere Fahrten genutzt werden können. Falls diese Maßnahme von den Nutzerinnen nicht angenommen wird, und weiterhin sporadisch auftretende Buchungen zu den Lebensmittelgeschäften erfolgen, könnte man besagte Versorgungsfahrten entweder häufiger anbieten oder die bestehenden verpflichtend machen. Hierbei ist allerdings damit zu rechnen, dass die verloren gehende Entscheidungsfreiheit über den Fahrtzeitpunkt von den Vereinsmitgliedern nicht positiv aufgenommen wird.

- **Sammelfahrten durch Einführung einer Buchungsfrist forcieren:** Eine weitere Möglichkeit, Sammelfahrten durchführen zu können und damit den Fahrgastbesetzungsgrad zu erhöhen, wäre die Einführung einer Buchungsfrist. Diese könnte vorsehen, dass Fahrten zumindest eine Stunde vor Fahrtantritt gebucht werden müssen. Die wäre für wiederkehrende Fahrten wie Schulwege, Fahrten zum Bahnhof, länger feststehende Termine oder Wege ohne Dringlichkeit (Einkäufe, Freizeitwege) leicht zu realisieren. Ausnahmen von dieser Regelung wären gegebenenfalls für Heimwege von Erledigungen ohne vorab bekanntes Ende vorzusehen.

8 Diskussion – Grundlagen für einen erfolgreichen Vereinsfahrtendienst

Die Analyse des Elektromobils in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach sowie dessen Vergleich mit dem Dorfmobil der Gemeinde Klaus an der Pyhrnbahn gestattet es, einige grundlegende Aussagen abzuleiten, welche Voraussetzungen für den erfolgreichen Betrieb eines Vereinsfahrtendienstes erfüllt sein sollten.

In erster Linie ist das Vorhandensein einer ausreichenden Einwohnerzahl im Einsatzgebiet erforderlich. Ebenso wichtig ist das Vorhandensein von relevanten Zielen wie Schulen, Einkaufsmöglichkeiten oder überregionalen Verkehrsknotenpunkten, um den Vereinsmitgliedern Ziele zu bieten, die sie mit dem Fahrtendienst erreichen können. Je näher Nutzerinnen und Ziele beisammen liegen, desto höher kann die Frequenz der Fahrten ausfallen und desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit von langen Leerfahrten.

Im Grunde lässt sich also sagen, dass dichte Siedlungsstrukturen den Einsatz des Fahrtendienstes hinsichtlich dessen Effizienz begünstigen. Die zerstreute Siedlungslage des Einsatzgebietes des Dorfmobils macht aber deutlich, dass es sich dabei keineswegs um ein K.O.-Kriterium handelt. In Anbetracht dessen, dass aktuell 2 % der Bevölkerung der Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach eine Vereinsmitgliedschaft besitzen und von 2010 bis 2012 insgesamt rund 36 % der Bevölkerung von Klaus an der Pyhrnbahn zumindest einmal den Fahrtendienst nutzten, ist es schwierig einen exakten Anteil potentieller Nutzerinnen in der Bevölkerung zu nennen. Vermutlich ist es von zentraler Bedeutung, wie etabliert der Vereinsfahrtendienst in seinem Einsatzgebiet bereits ist, welches Finanzierungsmodell gewählt wurde und ob alternative Verkehrsmittel zur Verfügung stehen. Konservativ geschätzt kann man damit rechnen, dass rund 5 % der Bevölkerung die Nutzung eines derartigen Vereinsfahrtendienstes in Betracht ziehen werden. Kalkuliert man mit den derzeitigen Nutzerinnen des Elektromobils und dessen durchschnittlicher Auslastung an Werktagen, kann davon ausgegangen werden, dass ein Fahrzeug die Mobilitätsbedürfnisse von rund 110 Personen befriedigen kann (ausgehend von einer theoretischen maximal möglichen Auslastung von 80 %). Dadurch würde sich eine Einwohnerzahl von 2.200 Personen im Einsatzgebiet ergeben, die einen gut ausgelasteten Betrieb eines Fahrzeuges ermöglichen würden.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Bevölkerungspyramide begünstigen schulpflichtige Kinder und alte Personen ohne Führerschein, vor allem Frauen, den Einsatz eines Vereinsfahrtendienstes, da vor allem arbeitende Personen vermutlich vorrangig auf den motorisierten Individualverkehr setzen.

Ein weiterer Punkt, der über Gelingen oder Scheitern eines Vereinsfahrtendienstes entscheiden kann, ist dessen Organisations- und Finanzierungsmodell. Bei dem betrachteten Elektromobil und bei dem vergleichsweise herangezogenen Dorfmobil handelt es sich in beiden Fällen um ehrenamtlich tätige Vereine, deren Finanzierungsmodelle lediglich die Betriebskosten der Fahrzeuge decken müssen. Wie oben bereits errechnet wurde, würde der Einsatz bezahlter Arbeitskräfte entweder den Preis einer Fahrt derart anheben, dass die Fahrzeuge des Vereins an Attraktivität einbüßen würden, oder aber müssten sehr viele Personen ein Fahrzeug teilen, worunter die Angebotsqualität leiden würde.

Abschließend lässt sich sagen, dass ehrenamtlich tätige Vereine auch im Mobilitätssektor das Leben von Menschen sowohl bereichern können, indem sie zum Beispiel alten Menschen ein womöglich verloren gegangenes Grundmaß an Mobilität zurückgeben können, als auch erleichtern können, wenn Kinder, denen kein Schulbus zur Verfügung steht, nicht von den Eltern in die Schule gebracht werden müssen. Betrieben mit Ökostrom vermögen sie zusätzlich, die Auswirkungen des potentiell induzierten Verkehrs so gering wie möglich zu halten und gestatten auch umweltbewussten Nutzerinnen eine komfortable Fahrt ohne Gewissensbisse.

9 Literaturverzeichnis

ASFINAG (2020): Streckenmaut, Internet:

www.asfinag.at/maut-vignette/streckenmaut/tarife/ (05.06.2020)

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (2014): Leitfaden zur Anwendung der europäischen Norm EN 16258

www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/energieverbrauch-treibhausgasemission-oepnv.pdf?__blob=publicationFile (27.06.2020)

FIS (2019): Well to Wheel Betrachtung der Antriebstechnologien, Internet:

www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/332825/ (04.04.2020)

HANDELSVERBAND (2020): Brutto und Lohnnebenkosten, Internet:

www.handelsverband.at/presse/presseaussendungen/brutto-vom-brutto-gehalt/ (12.08.2020)

IFEU (2019): Klimabilanz von Elektroautos – Einflussfaktoren und Verbesserungspotential

KLIMABÜNDNIS (2013): Verleihung Ökostromplakette, Internet:

www.klimabuendnis.at/100-umweltzeichen-oekostrom-in-pessbaum (06.01.2020)

NISSAN (2020): Fahrzeugmodelle, Internet:

www.nissan.at/fahrzeuge/neuwagen (05.06.2020)

ÖROK (2020): Bevölkerungsentwicklung, Internet:

www.oerok-atlas.at/#indicator/8 (06.01.2020)

ÖKOSTROM AG (2020): Kennzeichnung Strommix, Internet:

oekostrom.at/stromkennzeichnung (20.07.2020)

STATISTIK AUSTRIA (2020): Gemeindedaten, Internet:

www.statistik.at/blickgem/pr2/g31951.pdf (29.03.2020)

www.statistik.at/blickgem/pr2/g31953.pdf (29.03.2020)

UMWELTBUNDESAMT (2010): ELEKTROMOBILITÄT IN ÖSTERREICH SZENARIO 2020 UND 2050, Internet:

www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/Elektromobilitaet-in-Oesterreich.pdf (10.05.2020)

UMWELTBUNDESAMT (2016): SZENARIO ERNEUERBARE ENERGIE 2030 UND 2050, Internet:

www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0576.pdf (10.05.2020)

VCÖ (2020): Pressemitteilungen, Internet:

www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/nur-in-der-stadt-salzburg-und-in-15-bezirken-wiens-sank-im-vorjahr-der-pkw-motorisierungsgrad (10.05.2020)

VEREIN ZUR FÖRDERUNG ENERGIEEFFIZIENTER MOBILITÄT IN DER STADTGEMEINDE PRESSBAUM (2020), Internet:

www.elektromobil-pressbaum.at/cms/contact/ (18.03.2020)

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Lage der Gemeinde Pressbaum (rot) im Bezirk St. Pölten in Niederösterreich (Dunkelgrau: namensgebende Gemeinde des Bezirks)	6
Abbildung 2-2: Lage der Gemeinde Tullnerbach (rot) im Bezirk St. Pölten in Niederösterreich (Dunkelgrau: namensgebende Gemeinde des Bezirks)	7
Abbildung 2-3: Buslinienplan inklusive Trasse der ÖBB in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach (Schienenersatzverkehr nicht berücksichtigt)	8
Abbildung 2-4: Bushaltestellen (blau) und Haltestellen der ÖBB (rot) in den Gemeinden Pressbaum und Tullnerbach; Kreise definieren Einzugsgebiete der Haltestellen	9
Abbildung 3-1: Dauer der Überschneidung zweier Buchungen in Minuten bei zeitlicher Überlagerung von Buchungen	12
Abbildung 3-2: Fragebogen für die Nutzerinnenbefragung; Originalformat ist A5	13
Abbildung 3-3: Tage, an welchen Fragebögen ausgefüllt wurden und Anzahl der ausgefüllten Fragebögen	15
Abbildung 4-1: Verteilung der Wegzwecke aller Fahrgäste	18
Abbildung 4-2: Verteilung der Wegzwecke von Kindern <= 18 Jahre	18
Abbildung 4-3: Verteilung der Wegzwecke von Erwerbstätigen im Alter von 18 bis 65 Jahren	19
Abbildung 4-4: Verteilung der Wegzwecke von Seniorinnen	20
Abbildung 4-5: Alternative Verkehrsmittel der Nutzerinnen für die Fahrten im E-Mobil	21
Abbildung 4-6: Jahresverlauf der Fahrten des E-Mobils 2019 nach Monaten	23
Abbildung 4-7: Anzahl der Fahrten pro Wochentag, Datengrundlage Fahrtenbuch 2019	24
Abbildung 4-8: Startzeitpunkt der Fahrten 2019, Stundenintervall	25
Abbildung 4-9: relative Verteilung der Buchungszeiten im Jahr 2019	27
Abbildung 4-10: Grafische Gegenüberstellung der Längen von Nettofahrzeit, Buchungszeit und Bruttofahrzeit (n-Nettofahrzeit = 10084, n-Buchungszeit = 10063, n-Bruttofahrzeit = 9897)	29
Abbildung 4-11: Quellen der vom Verein durchgeführten Fahrten, Fahrtenbuch 2019; n = 3757	30
Abbildung 4-12: Ziele der vom Verein durchgeführten Fahrten; Fahrtenbuch 2019; n = 3089	31
Abbildung 4-13: Verkehrszellen des Untersuchungsgebiets; Abbildung in Plangröße im Anhang	33
Abbildung 4-14: Verkehrszellenmatrix des Untersuchungsgebietes; Eingangsdaten aus Fragebögen	35
Abbildung 4-15: Prozentuelle Auslastung der Vereinsfahrzeuge während einer Betriebswoche; Grundlage ist die Bruttofahrzeit	37
Abbildung 4-16: Auslastung der Vereinsfahrzeuge im Verlauf eines Betriebstages	38
Abbildung 4-17: ermittelter Korrelationskoeffizient nach Pearson für die Beziehung Distanz zu Fahrtdauer	41
Abbildung 4-18: Korrelationsdiagramm für die Zeit-Weg Beziehung der Fahrten des E-Mobils	42
Abbildung 4-19: Vorhandene Daten (grün) und abzuleitende Daten (rot) zur Erfassung der Fahrleistung	42
Abbildung 4-20: Tabelle zur Ermittlung von THG Emissionen unterschiedlicher Kraftstoffe aus dem Leitfaden zur Anwendung der EN 16258; bmvi, 2014, Seite 31	45
Abbildung 4-21: Emissionen durch Herstellung und Verbrauch unterschiedlicher Kraftstoffe, Forschungsinformationssystem (FIS, 2010, Wietschel)	47

Abbildung 4-22: Treibhausgasemissionen durch Herstellung und Betrieb von Elektroautos und Autos mit Verbrennungsmotor, ifeu, 2019	50
Abbildung 5-1: Gegenüberstellung des Geschlechteranteils der Nutzerinnen beider Vereine.....	59
Abbildung 5-2: Gegenüberstellung des Führerscheinbesitzes der Nutzerinnen beider Vereine.....	59
Abbildung 5-3: Gegenüberstellung der Altersverteilung der Nutzerinnen beider Vereine.....	60
Abbildung 5-4: Gegenüberstellung der Wegzweckhäufigkeiten beider Vereine.....	61
Abbildung 5-5: Von den Vereinsfahrzeugen zurückgelegte Entfernung bei einer Fahrt	64
Abbildung 5-6: Relative Häufigkeit der Abfahrtsstunden auf tatsächlicher Zeitachse	65
Abbildung 5-7: Relative Häufigkeit der Abfahrtsstunden mit Referenzzeit Betriebsbeginn	66

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Erhobene Altersklassen und deren Anteil an der Stichprobe sowie der Gesamtbevölkerung der Gemeinden	17
Tabelle 4-2: Gegenüberstellung von Buchungszeit, Nettofahrzeit und Bruttofahrzeit am Beispiel von drei zufällig gewählten Fahrten (TAN = Anfahrtszeit, TF = Fahrzeit, TAB = Abfahrtszeit).....	28
Tabelle 4-3: Vergleich der aus den Fragebögen erhobenen Verkehrszwecke mit den anhand der Quellen und Ziele abgeschätzten Verkehrszwecke des Fahrtenbuches 2019	32
Tabelle 4-4: Auslastung der Vereinsfahrzeuge während einer Betriebswoche mit unterschiedlichen Referenzzeiten	37
Tabelle 4-5: Gegenüberstellung des Fahrgastbesetzungsgrades nach Buchungssystem und des Besetzungsgrades nach händischer Auswertung.....	40
Tabelle 4-6: Gegenüberstellung der Fahrzeugmodelle Qashqai und Leaf von Nissan	46
Tabelle 4-7: Überblick über die THG Emissionen der 3 Antriebsalternativen, ausgedrückt in CO2 Äquivalenten basierend auf der Jahresfahrleistung von 78700 km	48
Tabelle 4-8: Überblick über die Eingangsgrößen der verschiedenen Szenarien (Modal Split) und resultierende jährliche THG Emissionen auf Basis der Jahresfahrleistung	58
Tabelle 5-1: Überblick über die Betriebstage und die Anzahl der erfassten Fahrten beider Vereine	62
Tabelle 5-2: Gegenüberstellung der Fahrten pro Fahrzeug und Zeiteinheit beider Vereine.....	62

12 Anhang

- Fragebogen
- Buslinienplan
- Haltestellenplan
- Verkehrszellen und Netzbelastungsplan



Geschätzte Mitfahrerinnen und Mitfahrer des E-Mobils,

im Rahmen meiner Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien (Institut für Verkehrswesen) führe ich gemeinsam mit dem Verein E-Mobil Pressbaum-Tullnerbach eine Erhebung zur Weiterentwicklung des Vereinsfahrtendienstes durch. Dazu möchten wir mit Ihrer Hilfe Details zur Nutzung erheben. Wir bitten Sie deshalb, die folgenden 11 Fragen zu beantworten und uns damit bei unserer Arbeit zu unterstützen. Herzlichen Dank!

1	Beginn der Fahrt (Datum und Uhrzeit):
2	Ausgangspunkt der Fahrt (z.B. Straße, "Billa", "Bahnhof Rekawinkel"):
3	Zweck der Fahrt (wenn Sie "nach Hause" ankreuzen, kreuzen Sie bitte zusätzlich an, was Sie am Ausgangspunkt der Fahrt erledigt haben) ☐ Erledigung (z.B. Einkaufen, Arzt) ☐ Arbeit (Pendeln) ☐ Ausbildung (z.B. Schule, Lehre) ☐ nach Hause ☐ Freizeit (z.B. Besuch, Café) ☐ Sonstiges und zwar: _____
4	Ziel der Fahrt (z.B. Straße, "Billa", "Bahnhof Rekawinkel"):
5	Ende der Fahrt (Uhrzeit):
6	Wenn es das E-Mobil nicht geben würde, wie hätten Sie den Weg sonst zurückgelegt? ☐ gar nicht ☐ zu Fuß ☐ mit dem eigenen Auto ☐ mit dem Rad ☐ mit einem Taxi ☐ als Beifahrer/in ☐ mit dem Bus ☐ Sonstiges und zwar: _____
7	Besitzen Sie einen Führerschein? ☐ ja ☐ nein
8	Steht Ihnen ein PKW zur Verfügung? ☐ ja ☐ ja, teilweise ☐ nein
9	Verfügen Sie über ein funktionsfähiges Fahrrad? ☐ ja ☐ nein
10	Geburtsjahr:
11	Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich ☐ divers

Bei Rückfragen können Sie mich gerne unter thomaswiesmann1@gmail.com erreichen. Ich garantiere Ihnen, die erhaltenen Daten ausschließlich zur Verfassung der Masterarbeit zu nutzen und zu keinem Zeitpunkt an Personen oder Institutionen weiterzugeben, die nicht zur Erstellung der Arbeit beitragen.



Geschätzte Mitfahrerinnen und Mitfahrer des E-Mobils,

im Rahmen meiner Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien (Institut für Verkehrswesen) führe ich gemeinsam mit dem Verein E-Mobil Pressbaum-Tullnerbach eine Erhebung zur Weiterentwicklung des Vereinsfahrtendienstes durch. Dazu möchten wir mit Ihrer Hilfe Details zur Nutzung erheben. Wir bitten Sie deshalb, die folgenden 11 Fragen zu beantworten und uns damit bei unserer Arbeit zu unterstützen. Herzlichen Dank!

1	Beginn der Fahrt (Datum und Uhrzeit):
2	Ausgangspunkt der Fahrt (z.B. Straße, "Billa", "Bahnhof Rekawinkel"):
3	Zweck der Fahrt (wenn Sie "nach Hause" ankreuzen, kreuzen Sie bitte zusätzlich an, was Sie am Ausgangspunkt der Fahrt erledigt haben) ☐ Erledigung (z.B. Einkaufen, Arzt) ☐ Arbeit (Pendeln) ☐ Ausbildung (z.B. Schule, Lehre) ☐ nach Hause ☐ Freizeit (z.B. Besuch, Café) ☐ Sonstiges und zwar: _____
4	Ziel der Fahrt (z.B. Straße, "Billa", "Bahnhof Rekawinkel"):
5	Ende der Fahrt (Uhrzeit):
6	Wenn es das E-Mobil nicht geben würde, wie hätten Sie den Weg sonst zurückgelegt? ☐ gar nicht ☐ zu Fuß ☐ mit dem eigenen Auto ☐ mit dem Rad ☐ mit einem Taxi ☐ als Beifahrer/in ☐ mit dem Bus ☐ Sonstiges und zwar: _____
7	Besitzen Sie einen Führerschein? ☐ ja ☐ nein
8	Steht Ihnen ein PKW zur Verfügung? ☐ ja ☐ ja, teilweise ☐ nein
9	Verfügen Sie über ein funktionsfähiges Fahrrad? ☐ ja ☐ nein
10	Geburtsjahr:
11	Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich ☐ divers

Bei Rückfragen können Sie mich gerne unter thomaswiesmann1@gmail.com erreichen. Ich garantiere Ihnen, die erhaltenen Daten ausschließlich zur Verfassung der Masterarbeit zu nutzen und zu keinem Zeitpunkt an Personen oder Institutionen weiterzugeben, die nicht zur Erstellung der Arbeit beitragen.



