

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Department Maschinenbau und Produktion

Studiengänge Energie- und Anlagensysteme und Produktionstechnik



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

Studienarbeit zum Thema:

Vergleichende Darstellung von Verkehrsmitteln im urbanen Bereich

Labor für Elektrische Mobilität

Betreuer: Prof. Dr. Tankred Müller

Vorgelegt von:	Matrikelnr.:
Franziska Guder	2390509
Samuel Eckmann	2413433
Thorben Melson	2506816

Abgabe: 16.05.2022

Vorwort

Die folgende Studienarbeit „Quartett zur Mobilitätslösung“ entstand im Rahmen unseres Maschinenbaustudiums am Labor für elektrische Mobilität an der Hochschule für Angewandte Wissenschaft Hamburg. Ziel war es ein Quartett für die ITS 2021 zu entwickeln.

In Zusammenarbeit mit unserem Betreuer, Prof. Dr. Tankred Müller, und der ITS Hamburg 2021 GmbH entwickelten wir ein Quartett, das neue mobile Anreize schaffen soll. Durch deren Erfahrung und fachliche Kompetenz lieferten sie uns wertvolle Informationen und konnten alle unsere Fragen beantworten. Durch die Unterstützung unseres Grafikdesigners, Lars-Christoph Pfeiler, konnten wir das Quartett erfolgreich umsetzen.

Daher möchten wir uns bei unseren Begleitern, Prof. Dr. Tankred Müller sowie der ITS 2021 GmbH für ihre Unterstützung zur Erstellung des Quartetts danken. Zusätzlich wollen wir Lars-Christoph Pfeiler für das gelungene Design ein Dank aussprechen.

Wir wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen der Studienarbeit und beim Spielen mit dem „Intelligent Mobility Quartett“.

Samuel Eckmann, Franziska Guder, Thorben Melson

Hamburg, 15. Mai 2022

Hinweis

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Abbildungsverzeichnis.....	iv
Tabellenverzeichnis	v
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik und Literaturübersicht	2
3 Aufgabenstellung	3
4 Grundlagen.....	4
4.1 Spielregeln.....	4
4.2 Berechnungsgrundlagen.....	6
4.2.1 Berechnung der Kosten pro Kilometer	6
4.2.2 Berechnung des CO ₂ -Ausstoßes.....	13
4.3 Vorstellung Entwickeltes Modell	15
5 Spielkarten	17
5.1 Elektrofahrzeuge	17
5.1.1 Tesla Model X 100D	17
5.1.2 BMW i3 120Ah.....	18
5.1.3 VW ID.3 Pro S.....	19
5.1.4 VW e-up! Style	20
5.1.5 Microlino	21
5.2 Hybridfahrzeuge.....	23
5.2.1 Toyota Yaris 1.5 Hybrid Comfort.....	23
5.2.2 KIA Niro 1.6 GDI Hybrid Spirit	24
5.3 Motorisierte Zweiräder	26
5.3.1 Zero SR ZF 14.4	26
5.3.2 Piaggio Vespa Elettrica 70.....	27
5.3.3 Vespa Primavera 125	28
5.3.4 Kawasaki Z800	29
5.4 Kleinstwagen	31
5.4.1 Smart fortwo coupé 1.0 passion	31
5.4.2 Fiat 500 1.2 8V Pop	32
5.4.3 VW up! 1.0 take up!.....	33
5.5 Elektrische Kleinfahrzeuge.....	35
5.5.1 E-Scooter Erget Pro.....	35
5.5.2 E-Bike VanMoof S3	36
5.6 Öffentliche Verkehrsmittel	38

5.6.1	S-Bahn.....	38
5.6.2	U-Bahn.....	39
5.6.3	Bus.....	40
5.6.4	E-Bus.....	42
5.7	SUVs	43
5.7.1	Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD	43
5.7.2	Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line.....	44
5.7.3	Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC	45
5.8	Personalisierter Kleinsttransport	47
5.8.1	Tretroller.....	47
5.8.2	Fahrrad	48
5.8.3	Longboard.....	49
5.8.4	Zu Fuß.....	50
5.9	Gelegenheitsverkehr	52
5.9.1	Taxi	52
5.9.2	MOIA	53
5.9.3	Carsharing (VW iD3)	54
5.10	ITS-Karten	56
5.10.1	Joker Reichweite - Digitale S-Bahn.....	56
5.10.2	Joker Geschwindigkeit – TAVF	56
5.10.3	Joker Personenzahl – BiDiMoVe	57
5.10.4	Joker CO ₂ -Ausstoß - PrioBike-HH	57
5.10.5	Joker Gebrauchskosten – HVV Switch	57
5.10.6	Joker Anschaffungskosten – ioki.....	58
6	Umsetzung, Vorgehen, Einschränkungen, Herausforderung.....	58
7	Darstellung der Ergebnisse.....	59
8	Zusammenfassung und Fazit	60
9	Reflexion.....	61
	Literaturverzeichnis.....	62
	Anhang	69
	Projektplan	69

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Räumliche Unterteilung der Metropolregion Hamburg (infas, 2019)	2
Abbildung 2 Vergleich einer Kategorie	15
Abbildung 3 Ranking.....	16
Abbildung 4 Tesla Model X 100D.....	17
Abbildung 5 BMW i3 120Ah	18
Abbildung 6 VW ID.3 Pro S	19
Abbildung 7 VW E-Up! Style	20
Abbildung 8 Microlino.....	22
Abbildung 9 Toyota Yaris Hybrid Comfort	23
Abbildung 10 KIA Niro 1.6 GDI Hybrid Spirit.....	24
Abbildung 11 Zero SR ZF 14.4.....	26
Abbildung 12 Piaggio Vespa Elettrica 70	27
Abbildung 13 Vespa Primavera 125.....	28
Abbildung 14 Kawasaki Z800.....	29
Abbildung 15: Smart fortwo coupé 1.0 passion	31
Abbildung 16: Fiat 500 1.2 8V Pop	32
Abbildung 17: VW up! 1.0 take up!	33
Abbildung 18: E-Scooter Erget Pro	35
Abbildung 19: E-Bike VanMoof S3.....	37
Abbildung 20 S-Bahn Hamburg	38
Abbildung 21 U-Bahn Hamburg.....	40
Abbildung 22 Diesel-Bus.....	41
Abbildung 23 Elektro-Bus.....	42
Abbildung 24: Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD	43
Abbildung 25: Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line	44
Abbildung 26: Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC.....	45
Abbildung 27 Tretroller	47
Abbildung 28 Fahrrad.....	48
Abbildung 29 Longboard	49
Abbildung 30 Zu Fuß.....	50
Abbildung 31 Taxi.....	52
Abbildung 32: MOIA.....	53
Abbildung 33: Carsharing (VW iD3)	54
Abbildung 34 Aufgabenliste mit Fälligkeitsdatum	69

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Monatliche Kosten	7
Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge.....	8
Tabelle 3 Verbrauch, Pflege und sonstige Kosten Zweiräder	9
Tabelle 4 Betriebskosten, Werkstattkosten, Fixkosten, Wertverlust Zweiräder	10
Tabelle 5 Kosten pro Kilometer Zweiräder	11
Tabelle 6 Kosten pro Kilometer Öffentliche Verkehrsmittel.....	12
Tabelle 7 Kosten pro Kilometer personalisierter Kleintransport	12
Tabelle 8 Kosten pro Kilometer Gelegenheitsverkehr	12
Tabelle 9 Verbrauch der Elektrofahrzeuge	13
Tabelle 10 CO ₂ -Ausstoß der Elektrofahrzeuge	13
Tabelle 11 CO ₂ -Ausstoß je Fahrzeug in Pkm	14
Tabelle 12 Daten Tesla Model X 100D.....	18
Tabelle 13 Daten BMW i3 120Ah	19
Tabelle 14 Daten VW ID.3 Pro S	20
Tabelle 15 Daten VW E-Up! Style	21
Tabelle 16 Daten Microlino	22
Tabelle 17 Daten Toyota Yaris Hybrid Comfort	24
Tabelle 18 Daten KIA Niro 1.6 GDI Hybrid Spirit.....	24
Tabelle 19 Daten Zero SR ZF 14.4	27
Tabelle 20 Daten Piaggio Vespa Elettrica 70	28
Tabelle 21 Daten Vespa Primavera 125.....	29
Tabelle 22 Daten Kawasaki Z800	30
Tabelle 23: Daten Smart fortwo coupé 1.0 passion.....	32
Tabelle 24: Daten Fiat 500 1.2 8V Pop.....	33
Tabelle 25 Daten VW up! 1.0 take up!	34
Tabelle 26 Daten Erget Pro.....	36
Tabelle 27 Daten VanMoof S3 (VanMoof, 2020).....	37
Tabelle 28 Daten S-Bahn	39
Tabelle 29 Daten U-Bahn.....	40
Tabelle 30 Daten Diesel-Bus.....	41
Tabelle 31 Daten E-Bus (Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung, 2014)	42
Tabelle 32 Daten Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD.....	44
Tabelle 33 Daten Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line	45
Tabelle 34 Daten Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC	46
Tabelle 35 Daten Tretroller	48
Tabelle 36 Daten Fahrrad	49
Tabelle 37 Daten Longboard	50
Tabelle 38 Daten Zu Fuß.....	51
Tabelle 39 Daten Taxi	53
Tabelle 40 Daten Moia	54
Tabelle 41 Daten Carsharing (VW iD3)	55

1 Einleitung

Seit einigen Jahren wird das Thema Klimawandel immer mehr diskutiert, sodass mittlerweile von einer Klimakrise die Rede ist, welche die menschengemachte globale Erwärmung meint.

Hierbei spielen CO₂-Emissionen eine tragende Rolle. Diese werden nämlich vor allem von Verkehrsmitteln erzeugt. Daher ist das Ziel der Verkehrspolitik, umweltfreundlichere Fortbewegungsmittel zu schaffen und somit Emissionen zu senken. In diesem Zuge wird auch immer wieder die E-Mobilität als nachhaltigere Alternative zu Verbrennungsmotoren genannt.

In der nachfolgenden Arbeit werden momentan zur Verfügung stehende Verkehrsmittel dargestellt, welche in Form eines Quartetts anhand von sechs Kategorien verglichen werden. Damit wird das Ziel verfolgt, den Nutzen und den Verbrauch der Fortbewegungsmittel spielerisch zu vermitteln.

Das Hauptaugenmerk lag auf Verkehrsmitteln des urbanen Bereichs, wie sie vergleichsweise in der Stadt Hamburg vorkommen. Um die Diversität der Verkehrsmittel darzustellen, wurden Fahrzeuge aus verschiedenen Bereichen gewählt, wie z.B. der Elektro- und Hybridmobilität, Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren und emissionsfreie Fortbewegungsmöglichkeiten.

Ergänzt wurde die Arbeit um sechs weitere Spielkarten, welche im Quartett als Joker fungieren. Diese wurden vom ITS-Team beigesteuert und zeigen neue Entwicklungen in der Mobilität auf.

Die Arbeit gliedert sich in fünf Teile. Zunächst wird der Leser in das Thema eingeführt, indem das aktuelle Verhalten von Bürgern aus der Metropolregion Hamburg in Bezug auf Verkehrsmitteln vorgestellt wird. Danach wird die Aufgabenstellung, die durch das ITS-Team und dem betreuenden Professor Dr. Müller vorgegeben wurde, erläutert. Anschließend werden jegliche Grundlagen, die für das Erstellen des Quartetts Voraussetzung sind, aufgezeigt. Dazu zählen zum einen die Spielregeln und zum anderen die Berechnungsgrundlagen, die benötigt werden, um Werte für bestimmte Kategorien zu ermitteln. Nachfolgend werden die Spielkarten dargestellt. Dabei werden die einzelnen Verkehrsmittel, ergänzend zu den bereits vorhandenen Spielkarten, ausführlicher erläutert. Abschließend wird das Arbeitsergebnis bewertet und kritisch betrachtet, um ein Fazit aus der Studienarbeit ziehen zu können.

2 Stand der Technik und Literaturübersicht

Um eine Fahrzeugauswahl für die Spielkarten treffen zu können, wurde vorab recherchiert, welche Verkehrsmittel in Hamburg besonders häufig genutzt werden. Zur Informationsbeschaffung wurde der Regionalbericht der Metropolregion Hamburg und der Hamburger Verkehrsbund GmbH hinzugezogen.¹ Dieser basiert auf einer Studie des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur zum Thema Mobilität in Deutschland.

Die Studie dient der Feststellung der Alltagsmobilität von Bürgern, die in der Metropolregion Hamburg leben. Die Metropolregion meint hierbei nicht nur die Stadt Hamburg, sondern auch die umliegenden Landkreise, die in das HVV Gesamtgebiet zählen sowie weiteres Umland, welches in **Abb. 1** zu sehen ist.

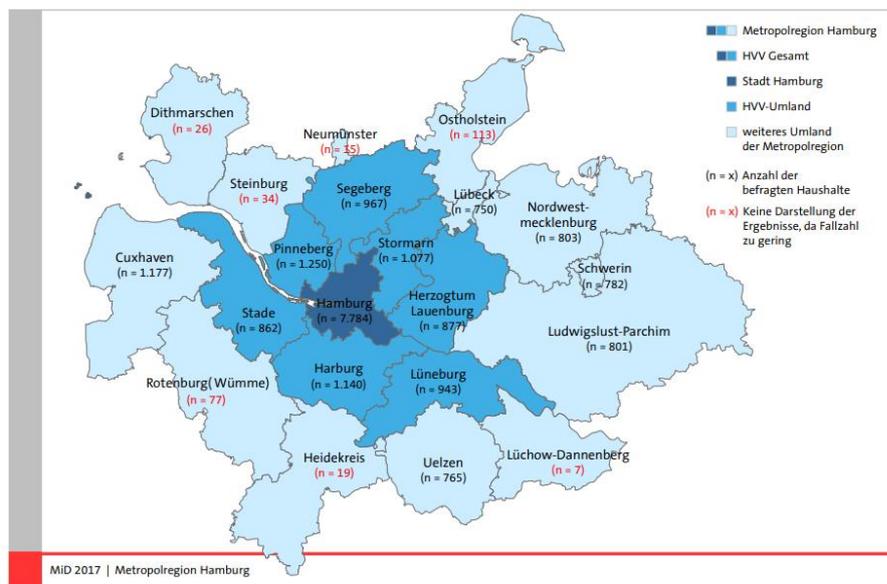


Abbildung 1 Räumliche Unterteilung der Metropolregion Hamburg (infas, 2019)

In der Studie wurde zum einen das Mobilitätsverhalten der Bürger aufgenommen, zum anderen wurde ermittelt, welche Verkehrsmittel dabei am häufigsten zum Einsatz kamen.

Bei der Betrachtung des Mobilitätsverhaltens wird vor allem die Mobilitätsquote aufgezeichnet. Diese bezieht sich auf den Anteil der mobilen Personen an einem Stichtag. Dabei gilt jede Person als mobil, die sich in irgendeiner Weise außerhalb ihres Wohnsitzes fortbewegt. Das kann zu Fuß, mit den öffentlichen Verkehrsmitteln, dem Fahrrad oder dem Auto sein. In der Metropolregion Hamburg waren an besagtem Stichtag 86% der Bürger mobil.

Des Weiteren wurden die durchschnittlichen Unterwegszeiten sowie die durchschnittlichen Tagesstrecken festgehalten. In diesem Fall sind Wege jegliche Strecken zum Arbeitsplatz, zur Ausbildungsstätte oder zur Schule. Ebenfalls zählen Wege dazu, die für private Erledigungen, Einkäufe oder für Freizeitaktivitäten zurückgelegt werden. Die durchschnittliche Tagesstrecke wurde für das HVV Gesamtgebiet mit 39 km pro Tag verzeichnet.² Am längsten unterwegs waren Bürger der Stadt Hamburg mit 93 min pro Tag.³

¹ (infas, 2019)

² (infas, DLR, IVT und infas 360, 2019)

³ (infas, DLR, IVT und infas 360, 2019)

Die Häufigkeit der Nutzung eines Verkehrsmittels wurde anhand der zurückgelegten Personenkilometer ermittelt. So konnte festgestellt werden, dass das Auto am häufigsten, entweder als Fahrer oder als Mitfahrer, genutzt wird. An zweiter Stelle steht die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel, wie z.B. dem Bus oder der U- und S-Bahn. Hierbei lässt sich aber in der Stadt Hamburg ein Trend der zunehmenden Nutzung verzeichnen. Am wenigsten Personenkilometer werden zu Fuß oder auf dem Fahrrad zurückgelegt.

Etwa 74% der Bürger der Metropolregion Hamburg gaben an ein Auto zu besitzen.⁴ Weitere Befragungen ergaben, dass im Durchschnitt jeder Haushalt der Stadt Hamburg mindestens über ein Auto verfügt. Somit gibt es einen Hauptnutzer des Autos, während weitere Haushaltsmitglieder auf andere Verkehrsmöglichkeiten zurückgreifen.

Außerdem ergaben die Befragungen der Studie, dass 80% der Bürger ein Fahrrad besitzen.⁵ Der Anteil der Elektrofahrräder ist hierbei im Umland Hamburgs im Vergleich zur Stadt Hamburg deutlich höher. Ebenfalls fiel auf, dass diese Fahrräder vorrangig von Personen höheren Alters genutzt werden.

Ferner wurde die Multimodalität in der Metropolregion Hamburg analysiert. Diese meint die Kombination aus zwei oder mehr Verkehrsmitteln. Das am meisten genutzte Verkehrsmittel macht das Auto in Kombination mit dem Fahrrad aus.

3 Aufgabenstellung

Für den Einsatz als Werbemittel soll ein Kartenspiel erstellt werden, welches einen Vergleich von Verkehrsmitteln ermöglicht. Durch Nutzung der bei Quartett-Spielen üblichen Regeln und einer zeitgemäßen Auswahl von Eigenschaften entsteht auf spielerischer Weise eine Bewertung von Nutzen und Verbrauch der Verkehrsmittel.

Es soll eine Liste mit 30 Verkehrsmitteln (vom Elektroroller bis zum SUV) erstellt werden. Für diese Verkehrsmittel sollen alle wichtigen Kenngrößen wie zum Beispiel der CO₂-Ausstoß, die Reichweite, die maximale Geschwindigkeit, etc. herausgesucht werden. Für diese Verkehrsmittel sind frei verwendbare fotografische Abbildungen zu besorgen, um daraus ein Kartenspiel zu generieren. Dieses ist bis zur ITS 2021 fertig zu stellen.

Zum Druck der Karten sollen von Druckereien verschiedene Angebote eingeholt werden.

Für das Fazit der Studienarbeit soll eine Matrix zum Vergleich der Karten erstellt werden.

⁴ (infas, DLR, IVT und infas 360, 2019)

⁵ (infas, DLR, IVT und infas 360, 2019)

4 Grundlagen

Für das Kartenspiel müssen Grundlagen erstellt werden, die sich in grob zwei Kategorien einteilen lassen. Zunächst muss das Spiel an sich festgelegt werden, also wie gespielt wird, auf welcher Grundlage die verschiedenen Verkehrsmittel verglichen werden und wie es damit zur Umsetzung der Ziele des Kartenspiels kommt.

Außerdem muss es eine vergleichbare Datengrundlage geben, die entweder aus gleichen bzw. vergleichbaren Quellen kommen oder die eine einheitliche Berechnungsgrundlage haben.

4.1 Spielregeln

Für die Spielregeln des Quartetts wurden die Standardregeln für ein „Supertrumpf“ Quartett Spiel genutzt.⁶ Diese wurden noch auf die Umgebungssituationen angepasst.

Generell ist die Idee bei dieser Art von Quartett, dass zwei Karten gegeneinander in verschiedenen Kategorien antreten und eine der Karten besser ist als die andere. Für das fertige Spiel ergeben sich daraus folgende Regeln:

Am Spiel können zwei oder mehr Personen teilnehmen. Die Karten werden gemischt und gleichmäßig unter den Spielern verteilt. Jeder Spieler hält seine Karten zu einem Päckchen gestapelt so in der Hand, dass nur das oberste Blatt – und zwar nur für ihn – zu sehen ist. Wenn der Spieler nur noch drei Karten übrig hat, darf zwischen den drei verbliebenden Karten frei gewählt werden. Der Spieler links vom Geber nennt nun eine beliebige Kenngröße seiner Karte. Die Mitspieler nennen nun die entsprechenden Daten auf ihrer obersten Karte, und der Spieler, dessen Karte den besten Wert hat, gewinnt die obersten Karten aller Mitspieler und legt diese zuunterst zu seinem Päckchen.

Der beste Wert definiert sich, je nach Kategorie, nach dem größeren oder kleineren Zahlenwert:

Co2-Ausstoß	kleiner
Max. Geschwindigkeit	größer
Anzahl Personen	größer
Anschaffungskosten	kleiner
Gebrauchskosten	kleiner
Reichweite	größer

Besitzen zwei oder mehr Spieler Karten mit demselben besten Wert, so legen alle Spieler ihre obersten Karten in die Mitte, und die Spieler mit dem besten Wert spielen eine Entscheidungsrunde. Der Spieler, der zuvor angesagt hat, nennt wiederum eine Kennzahl; der Sieger dieser Runde gewinnt zusätzlich zu den Karten aus der Stichrunde die Karten aus der unentschiedenen Runde.

⁶ (Wikipedia, 2021)

Hat ein Spieler alle Karten verloren, so scheidet er aus, und das Spiel wird von den verbleibenden Teilnehmern fortgesetzt. Sieger ist, wer zuletzt alle Karten gewonnen hat.

Die Karten der Hamburger ITS-Ankerprojekte fungieren als Joker und gewinnen in der auf den Karten genannten Kategorie immer, verlieren aber in allen anderen.

Entschieden wurde sich für die genannten sechs Kategorien, die im Folgenden entweder aus Daten oder aus Berechnungen aus jenen Daten erfolgten. Diese Kategorien versprechen die beste Umsetzung der Ziele als auch die Chancen der umweltfreundlichen und urbanen Mobilität darzustellen.

Zugleich soll durch diese Spielregeln ein möglichst flüssiger Spielverlauf gewährleistet werden. Während des Spiels sollen außerdem keine regeltechnischen Fragen auftreten.

Zudem wurden, auf Wunsch des ITS-Teams, Karten eingeführt, die Ankerprojekte des ITS aufzeigen. Für diese mussten gesondert Regeln entworfen werden. Um diesen Karten eine besondere Stellung geltend zu machen, wurde sich für "Joker"-Karten entschieden, die spieltechnisch eine starke Rolle vertreten und somit den spielenden Personen diese Projekte gesondert aufzeigen.

4.2 Berechnungsgrundlagen

Für das Quartett war die Grundidee so viele Testdaten wie möglich aus den vorhandene ADAC Autotestberichten zu beziehen. Dadurch entsteht eine bessere Vergleichbarkeit der verschiedenen Transportmittel.

Für spezielle Fahrzeuge oder Transportmittel gibt es keine ADAC Testberichte und es mussten die Werte anderweitig berechnet werden. Um diese besser verständlich zu machen, werden die Berechnungen in den folgenden Kapiteln aufgeführt.

4.2.1 Berechnung der Kosten pro Kilometer

In diesem Kapitel werden die Kosten pro Kilometer genau aufgezeigt. Es wird in den Kapiteln mit Hilfe der ADAC Autotestdaten, Motorisierte Zweiräder und Microlino, Elektrische Kleinfahrzeuge, Personalisierter Kleinsttransport sowie Gelegenheitsverkehr unterschieden.

4.2.1.1 Berechnung der Kosten von den Fahrzeugen mit Hilfe der ADAC Autotestdaten

Für einen guten Vergleich der Kosten pro Fahrzeug wurden die gesamten Kosten durch die monatliche Fahrleistung geteilt. Damit erhalten wir folgende Formel:

$$\text{Kosten pro Kilometer} = \frac{\text{Monatliche Gesamtkosten}}{\text{Fahrleistung}} \quad (1)$$

Die monatlichen Kosten wurden aus den jeweiligen ADAC Autotest entnommen und ergeben sich aus Betriebskosten, Werkstattkosten, Wertverlust sowie Fixkosten und sind in nachfolgender Tabelle zu finden.

Tabelle 1 Monatliche Kosten

Fahrzeug	Monatliche Kosten [€]
Tesla Model X 100D	1568,00 ⁷
BMW i3 120Ah	609,00 ⁸
VW ID.3 Pro S	618,00 ⁹
VW E-Up! Style	358,00 ¹⁰
Toyota Yaris 1.5 Hybrid Comfort	422,00 ¹¹
KIA Niro 1.6 GDI Hybrid Spirit	619,00 ¹²
Smart fortwo coupé 1.0 passion	258,00 ¹³
Fiat 500 1.2 8V Pop	309,00 ¹⁴
VW up! 1.0 take up!	279,00 ¹⁵
Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD	527,00 ¹⁶
Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line	632,00 ¹⁷
Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC	393,00 ¹⁸

Ein Berechnungsbeispiel anhand des Tesla Model X 100D ergeben folgende Kosten pro km:

$$\text{Kosten pro Kilometer} = \frac{\text{Monatliche Gesamtkosten}}{\text{Fahrleistung}} = \frac{1568\text{€}}{1250\text{km}} = 1,255 \frac{\text{€}}{\text{km}} \quad (2)$$

In der folgenden Tabelle werden die restlichen Kosten pro Kilometer je Fahrzeuge, die mittels des ADAC Autotest ermittelt wurden, aufgeführt:

⁷ (Ruhdorfer, adac.de, 2018)

⁸ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

⁹ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

¹⁰ (Pauly, adac.de, 2020)

¹¹ (Brand, adac.de, 2018)

¹² (Pauly, ADAC, 2017)

¹³ (Brand, Autotest smart fortwo coupé 1.0, 2015) (Brand, Autotest smart fortwo coupé 1.0, 2015)

¹⁴ (ADAC, kein Datum)

¹⁵ (ADAC, kein Datum)

¹⁶ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

¹⁷ (Pfeffer, 2021)

¹⁸ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge

Fahrzeug	Kosten pro Kilometer [ct/km]
Tesla Model X 100D	125
BMW i3 120Ah	49
VW ID.3 Pro S	49
VW E-Up! Style	29
KIA Niro 1.6 GDI Hybrid Spirit	50
Toyota Yaris 1.5 Hybrid Comfort	34
Smart fortwo coupé 1.0 passion	29
Fiat 500 1.2 8V Pop	26
VW up! 1.0 take up!	24
Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD	38
Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line	48
Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC	62

4.2.1.2 Motorisierte Zweiräder und Microlino

Zur Berechnung der Kosten pro Kilometer wurde in dieser Kategorie nach Möglichkeit die Daten aus den ADAC Motorradtests verwenden. Es waren für zwei Zweiräder Tests vorhanden, die als Vorlage zur Berechnung der Kosten gedient hatten.

Für die Piaggio Vespa Elettrica 70 und die Vespa Primavera 125 gab es keine Testberichte. Für diese Fahrzeuge mussten viele Annahmen getroffen werden und gesonderte Rechnungen gemacht werden. Zum Verständnis werden diese in diesem Kapitel deutlich gemacht. Nicht extra aufgeführte Werte wurden aus den Testdaten des ADAC entnommen.

Berechnung der Betriebskosten von der Piaggio Vespa Elettrica 70 und der Vespa Primavera 125

Zur Berechnung der Betriebskosten wurden zwei Punkte berücksichtigt. Zum einem die Sprit-/Stromkosten und zum anderen die Pflege bzw. sonstige Kosten des Fahrzeugs. Pflege und sonstige Kosten wurden aus vergleichbaren Modellen aus den ADAC-Motorradtest entnommen. Die Strom- und Spritpreise wurden beide mit einem durchschnittlichen Preis von 2020 angenommen. Der

durchschnittliche Strompreis für eine kWh belief sich 2020 auf 0,3137 ct/kWh¹⁹ und der durchschnittliche Benzinpreis auf 1,293 €/Liter²⁰. Daraus ergibt sich bei einer Fahrleistung von 15.000km pro Jahr. folgende Rechnung:

Tabelle 3 Verbrauch, Pflege und sonstige Kosten Zweiräder

Zweirad	Verbrauch	Pflege und sonstige Kosten
Piaggio Vespa Elettrica 70	4,2 kWh/100km ²¹	18,97 ²² (von Zero SR ZF 14.4)
Vespa Primavera 125	2,5 l/100km ²³	8,03 ²⁴ (von Kawasaki Z800)

$$\text{Betriebskosten} = \frac{\text{Verbrauch} * \text{Energiepreis} * \text{Fahrleistung pro Monat}}{12 \text{ Monate}} + \text{Pflege u. sonstige Kosten} \quad (3)$$

Beispielrechnung anhand der Piaggio Vespa Elettrica 70:

$$\begin{aligned} \text{Betriebskosten pro Monat} &= \frac{4,2 \text{ kWh}/100 \text{ km} * 0,3137 \text{ €/kWh} * 15.000 \text{ km}}{12} + 18,97 \text{ €} \\ &= 35,44 \text{ €/Monat} \end{aligned} \quad (4)$$

Berechnung der Werkstattkosten und Fixkosten

Hier wurde angenommen, dass die Werkstattkosten und Fixkosten sich von elektrisch betriebenen Motorrädern und Benzin betriebene Motorräder nicht unterscheiden. Für die Vespa Primavera 125 wurden die gleichen Werkstattkosten und Fixkosten wie für die Kawasaki Z800 angenommen. Ebenso wurde für die Piaggio Vespa Elettrica 70 die gleichen Werkstatt- und Fixkosten wie für die Zero SR ZF 14.4 angenommen.

Berechnung des Wertverlustes der Zweiräder

Für eine gute Vergleichbarkeit mit anderen PKWs wurde in dieser Kategorie der Wertverlust mit einkalkuliert. Da nur der Wertverlust von der Kawasaki Z800 im ADAC-Bericht vorlag, mussten zu den anderen drei Motorrädern annahmen getroffen werden. Bei der Vespa Primavera 125 wurde angenommen, dass sie einen ähnlichen Wertverlust wie die Kawasaki hat und somit wurde 48% Wertverlust vom Anschaffungspreis nach 5 Jahren angenommen. Für die Piaggio Vespa Elettrica 70 und Zero SR ZF 14.4 wurde der Wertverlust eines ähnlich preisklassigen PKWs (VW e-up!)

¹⁹ (<https://www.energie.web.de/>, 2021)

²⁰ (<https://de.statista.com/>, 2021)

²¹ (Vespa.com, kein Datum)

²² (Ruhdorfer, adac.de, 2018)

²³ (Vespa.com, kein Datum)

²⁴ (ADAC, 2015)

angenommen und hat somit einen Wertverlust von 45%²⁵ Wertverlust vom Anschaffungspreis nach 5 Jahren.

Damit ergeben sich für alle Zweiräder über eine Fahrleistung von 15.000km folgende Kosten pro Monat:

Tabelle 4 Betriebskosten, Werkstattkosten, Fixkosten, Wertverlust Zweiräder

Zweirad	Betriebskosten pro Monat €	Werkstattkosten pro Monat €	Fixkosten pro Monat €	Wertverlust pro Monat €
Zero SR ZF 14.4	42,50	31,67	66,67	140,93 €
Piaggio Vespa Elettrica 70	35,44	31,67	66,67	50,18 €
Vespa Primavera 125	48,44	47,50	88,39	38,79 €
Kawasaki Z800	42,50	47,50	88,39	70,83 €

Aus diesen Werten können nun die Kosten pro Kilometer ermittelt werden:

$$\text{Kosten/km} = \frac{\text{Betriebskosten} + \text{Werkstattkosten} + \text{Fixkosten} + \text{Wertverlust}}{\text{Fahrleistung pro Monat}} \quad (5)$$

Eine Beispielrechnung anhand der Piaggio Vespa Elettrica 70:

$$\begin{aligned} \text{Kosten/km} &= \frac{\text{Betriebskosten} + \text{Werkstattkosten} + \text{Fixkosten} + \text{Wertverlust}}{\text{Fahrleistung pro Monat}} \quad (6) \\ &= \frac{35,44\text{€} + 31,67\text{€} + 66,67\text{€} + 50,18\text{€}}{1250\text{km}} = 0,16\text{€/km} \end{aligned}$$

²⁵ (Pauly, adac.de, 2020)

Tabelle 5 Kosten pro Kilometer Zweiräder

Zweirad	Kosten pro Kilometer [ct/km]
Zero SR ZF 14.4	23
Piaggio Vespa Elettrica 70	16
Vespa Primavera 125	18
Kawasaki Z800	25

4.2.1.3 Berechnung der Betriebskosten des E-Scooters

Die Daten für die Berechnung der Betriebskosten pro gefahrenen Kilometer wurde einer Internetquelle entnommen.²⁶ Dort wurden bereits Berechnungen durchgeführt, welche die Anschaffungskosten, die Versicherung, und Stromkosten für das Aufladen des E-Scooters beinhalten. Des Weiteren wurde angenommen, dass der Verbraucher Vielfahrer ist und einen Scooter der preislichen Mittelklasse kauft. Zudem wird von einer Haltbarkeit des E-Scooters von fünf Jahren ausgegangen.

Damit ergeben sich Gebrauchskosten in Höhe von 15,07 € pro 100 km. Wobei diese sich wie folgt zusammensetzen:

Anschaffungskosten pro 100 km = 10 €

Versicherung pro 100 km = 5 €

Stromkosten pro 100 km = 0,07 €

Um eine Vergleichbarkeit zu den restlichen Fahrzeugen herzustellen wurde dieser Wert auf einen Personenkilometer gerechnet:

$$\text{Kosten pro Kilometer} = \frac{\text{Kosten pro 100 km}}{100} = \frac{15,07 \text{ €/km}}{100} = 0,15 \text{ €/km} \quad (7)$$

4.2.1.4 Öffentliche Verkehrsmittel

Die Berechnung der durchschnittlichen Kosten pro gefahrenen Kilometer basieren auf einer Umfrage der Hamburger Verkehrsbund GmbH. Dabei wurde festgestellt, dass die durchschnittliche Wegelänge, die ein Fahrgast pro Tag zurücklegt, 21,7 km beträgt.²⁷ Betrachtet wurde hierbei das gesamte HVV Gebiet.

Der Fahrschein, der am meisten genutzt wird, ist die Tageskarte für 6,23€.²⁸ Damit ergeben sich folgende Kosten:

$$\text{Kosten/km} = \frac{\text{Preis einer Tageskarte}}{\text{Ø Wegelänge pro Tag}} = \frac{6,23 \text{ €}}{21,7 \text{ km}} = 0,29 \text{ €/km} \quad (8)$$

²⁶ (Martin, kein Datum)

²⁷ (infas, DLR, IVT und infas 360, 2019)

²⁸ (infas, DLR, IVT und infas 360, 2019)

Tabelle 6 Kosten pro Kilometer Öffentliche Verkehrsmittel

Öffentliche Verkehrsmittel	Kosten pro Kilometer [ct/km]
S-Bahn	29
U-Bahn	29
Bus	29
E-Bus	29

4.2.1.5 Personalisierter Kleinsttransport

Die Kosten für den Personalisierten Kleinsttransport wurden berechnet aus dem Wertverlust der Fahrzeuge bzw. der angeschafften Schuhe sowie kleineren Ersatzteilen wie neuen Rollen für den Tretrroller oder das Longboard, die als Fixkosten hier aufgeführt werden. Es wurde angenommen, dass neue Rollen einmal im Jahr nötig sind. Somit werden für den Roller und das Longboard 50€ für einen neuen Satz Rollen angenommen, was ein durchschnittlicher mittlerer Preis ist.²⁹³⁰ Als Fahrleistung wurden hier nur 500 km angenommen, was eine realistische Strecke für den täglichen Arbeitsweg auf das Jahr gerechnet ist.

Daraus ergibt sich, angelehnt an Formel (5):

$$\text{Kosten/km} = \frac{\text{Fixkosten} + \text{Wertverlust}}{\text{Fahrleistung pro Monat}} \quad (9)$$

Tabelle 7 Kosten pro Kilometer personalisierter Kleinsttransport

Personalisierter Kleinsttransport	Kosten pro Kilometer [ct/km]
Tretrroller	14
Fahrrad	15
Longboard	16
Zu Fuß	11

4.2.1.6 Gelegenheitsverkehr

Beim Gelegenheitsverkehr fallen für die Person, die transportiert wird, Kosten an, die diese Person an die Person, die das Fahrzeug fährt, oder das Unternehmen zahlt, die diesen Verkehr betreiben. Da das Quartett aus Sicht des Konsumenten erstellt wurde sind dies die Kosten, die pro Kilometer anfallen.

Tabelle 8 Kosten pro Kilometer Gelegenheitsverkehr

Gelegenheitsverkehr	Kosten pro Kilometer [ct/km]
Taxi	235
MOIA	100
Carsharing (VW iD3)	89

²⁹ (skateshop24, 2022)

³⁰ (Fantic26 Funsport GmbH, 2022)

4.2.2 Berechnung des CO₂-Ausstoßes

In diesem Kapitel soll die Berechnung der CO₂-Ausstoße veranschaulicht werden. Hierbei wurde zwischen Elektrofahrzeugen und den restlichen Fahrzeugen unterschieden.

Elektrofahrzeuge

Für die Berechnung des CO₂ Ausstoß der Elektrofahrzeuge werden als erstes der Verbrauch des jeweiligen Fahrzeugs benötigt. Diese sind in Tabelle 2 zu finden ist.

Tabelle 9 Verbrauch der Elektrofahrzeuge

Fahrzeug	Verbrauch [kWh/100km]
Tesla Model X 100D	24,0 ³¹
BMW i3 120Ah	17,90 ³²
VW ID.3 Pro S	16,70 ³³
VW E-Up! Style	20,00 ³⁴
Microlino	7,80 ³⁵
Zero SR ZF 14.4	6,00 ³⁶
Piaggio Vespa Elettrica 70	4,20 ³⁷
Erget Pro	1,05 ³⁸

Zur Berechnung des CO₂-Ausstoßes des jeweiligen Verkehrsmittels wurde der aktuelle Strommix von 2020 verwendet. Dieser beträgt 500,04 g/kWh³⁹. Mit Hilfe des Verbrauchs des jeweiligen Verkehrsmittels kann wie folgt der CO₂-Ausstoß berechnet werden:

$$CO_2 - \text{Ausstoß je Auto} = \frac{\text{Verbrauch}}{100} \cdot CO_2 - \text{Ausstoß pro kWh} \quad (107)$$

Eine Beispielberechnung anhand des Tesla Model X 100D:

$$\begin{aligned} CO_2 - \text{Ausstoß je Auto} &= \text{Verbrauch} \cdot CO_2 - \text{Ausstoß pro kWh} \\ &= 24 \frac{\text{kWh}}{100\text{km}} * \frac{1}{100} * 500,04 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} = 120,01 \frac{\text{g}}{\text{km}} \end{aligned} \quad (118)$$

Tabelle 10 CO₂-Ausstoß der Elektrofahrzeuge

Fahrzeug	CO ₂ -Ausstoß [g/km]
Tesla Model X 100D	120,01
BMW i3 120Ah	89,51
VW ID.3 Pro S	100,01
VW E-Up! Style	83,51

³¹ (Ruhdorfer, adac.de, 2018)

³² (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

³³ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

³⁴ (Pauly, adac.de, 2020)

³⁵ (microlino-car.com/de/microlino, kein Datum)

³⁶ (Müller R. , 2018)

³⁷ (Vespa.com, kein Datum)

³⁸ (Walberg Urban Electrics, 2022)

³⁹ (WTT-Report Version 5, 2020)

Microlino	39,00
Zero SR ZF 14.4	30,00
Piaggio Vespa Elettrica 70	21,00
Erget Pro	5,25

Restliche Fahrzeuge sowie Beförderungsmittel

Für den CO₂-Ausstoß der Hybridfahrzeuge, Kleinwagen, SUVs und der motorisierten Zweiräder wurden Werte aus dem „ADAC Autotest“ entnommen. Die Ausstoßwerte für die öffentlichen Verkehrsmittel wurden bei den Betreibern angefragt.

4.2.2.1 Berechnung des CO₂-Ausstoßes je Personenkilometer

Um eine bessere Vergleichbarkeit des CO₂-Ausstoßes zwischen den einzelnen Fahrzeugen zu haben, werden die Ausstoße auf Personenkilometer bezogen. Berechnet werden diese mit folgender Formel:

$$CO_2 - \text{Ausstoß pro Personenkilometer} = \frac{CO_2 - \text{Ausstoß je Auto}}{\text{Transportierte Personen}} \quad (12)$$

Dabei wurden für die Pkws die durchschnittliche Anzahl an transportierten Personen pro Pkw angenommen. Laut des deutschen Bundestages liegt diese bei 1,46 Personen pro PKW⁴⁰. Dieser wurde für eine Vereinfachung auf 1,5 aufgerundet. Für elektrisch betriebene Zweiräder sowie E-Scooter wurde von einer transportierten Person pro Fahrzeug ausgegangen.

Daraus ergibt sich am Beispiel des Tesla Model X 100D folgende Berechnung:

$$CO_2 - \text{Ausstoß pro Personenkilometer} = \frac{CO_2 - \text{Ausstoß je Auto}}{\text{Transportierte Personen}} = \frac{120,01 \frac{g}{km}}{1,5 \text{ Personen}} = 80 \frac{g}{Pkm} \quad (13)$$

Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

Fahrzeug	CO ₂ -Ausstoß pro Personenkilometer [g/Pkm]
Tesla Model X 100D	80
BMW i3 120Ah	60
VW ID.3 Pro S	67
VW E-Up! Style	56
Microlino	39
Zero SR ZF 14.4	30
Piaggio Vespa Elettrica 70	35
Erget Pro	5
Toyota Yaris 1.5 Hybrid	88

⁴⁰ (heute im Bundestag, 2018)

Kawasaki Z800	143
Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD	136
Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line	124
Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC	130
Mercedes E 200 CDI Blue EFFICIENCY T-Modell Elegance (DPF)	103
MOIA	59

4.3 Vorstellung Entwickeltes Modell

Um im laufenden Entwicklungsprozess des Spiels überprüfen zu können, ob die gewünschten Ziele erreicht werden, wurde in einem Tabellenkalkulationsprogramm eine Matrix entworfen, die die Werte der Karten miteinander vergleicht und in eine Reihenfolge bringt, die nach den in den Spielregeln für die Kategorien genannten Bewertungskriterien (ob eine höhere oder kleinere Zahl gewinnt) die Karten von bester bis schlechtester aufzeigt.

Die Matrix war ursprünglich für 32 Karten ausgelegt, weswegen noch zwei unbeschriftete Zeilen auftauchen. Diese werden in der Bewertung mit „0“ gekennzeichnet.

Dabei wird jede Karte in jeder Kategorie mit jeder anderen Karte verglichen und es wird ihr dabei in der jeweiligen Kategorie entweder der Wert „1“ zugeordnet, wenn sie besser ist, „-1“, wenn sie schlechter ist und „0“, wenn sie gleich gut ist, wie man in Abbildung 2 sehen kann. Somit bekommt jede Karte für jede Kategorie einen Wert aus der Summe dieser verglichenen Werte und kann über diesen mit allen anderen Karten verglichen werden und in eine Reihenfolge gebracht werden.

	Tesla Model X 100D	BMW i3 120Ah	VW ID.3 Pro S	VW e-up! Style	Toyota Yaris 1.5 Hy	KIA Niro 1.6 GDI Hy	Vespa Primavera 1	Kawasaki Z800	Piaggio Vespa Elet	Zero SR ZF 14.4	Microlino	S-Bahn	U-Bahn	Bus	E-Bus	Smart fortwo coup	Fiat 500 1.2 8V Poi	Taxi	VW up! 1.0 take up	Erget Pro	E-Bike VanMoof S3	Dacia Duster TCe 1	Opel Crossland 1.2	Renault Kadjar TCe	Tretroller	Fahrrad	Longboard	Zu Fuß	VW ID3 (Carsharing)	Moia	0	0	
Tesla Model X 100D	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	1	1	15
BMW i3 120Ah	-1	0	0	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	3
VW ID.3 Pro S	-1	0	0	0	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0	1	0	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	3
VW e-up! Style	-1	0	0	0	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0	1	0	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	3
Toyota Yaris 1.5	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	1	1	15
KIA Niro 1.6 GDI	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	1	1	15
Vespa Primavera	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-10
Kawasaki Z800	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-10
Piaggio Vespa Elet	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-10
Zero SR ZF 14.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-10
Microlino	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-10
S-Bahn	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31
U-Bahn	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
Bus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
E-Bus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
Smart fortwo coup	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-10
Fiat 500 1.2 8V Poi	-1	0	0	0	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Taxi	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-3
VW up! 1.0 take up	-1	0	0	0	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	3
Erget Pro	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	1	-22
E-Bike VanMoof S3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	1	-22
Dacia Duster TCe	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	-1	1	1	15
Opel Crossland	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	1	1	15
Renault Kadjar T	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	1	1	15
Tretroller	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	1	-22
Fahrrad	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	1	-22
Longboard	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	1	-22
Zu Fuß	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	1	-22
VW ID3 (Carshar)	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Moia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-30
	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-30

Abbildung 2 Vergleich einer Kategorie

Um einen generellen Gewinner aus allen Kategorien zu ermitteln, werden die Werte aller Kategorien einer Karte addiert und über diesen Gesamtwert eine Karte ermittelt, die nach diesen Vergleichskriterien die meisten Spielrunden gewinnen wird und somit ein Ranking wie in Abbildung 3 zu sehen ist.

	max. Person	CO2-Ausstoß	max. Geschw	Anschaffung	Gebrauchskosten	max. Reichweite		Reihenfolge Gesamt	max. Personen	CO2-Ausstoß	max. Geschw	Anschaffung	Gebrauchskosten	
Tesla Model	15	-13	31	-31	-29	9	-18	S-Bahn	S-Bahn	Tretroller	Tesla Model	S-Bahn	0	
BMW i3 120Ah	3	0	3	-27	-18	-5	-44	Bus	U-Bahn	Fahrrad	Kawasaki Z8	U-Bahn	0	
VW ID.3 Pro	3	-4	9	-29	-18	4	-35	VW up! 1.0 take up!	Bus	Longboard	Renault Kadj	Bus	E-Bike VanMoof S3	
VW e-up! Style	3	5	1	-19	-4	-7	-21	U-Bahn	E-Bus	Zu Fuß	Taxi	E-Bus	Zu Fuß	
Toyota Yaris	15	-15	19	-17	-11	21	12	Fiat 500 1.2 8V Pop	Moia		0 Dacia Duster	Taxi	Tretroller	
KIA Niro 1.6 GDI Hybrid	15	-17	14	-23	-21	25	-7	VW ID3 (Carsharing)	Tesla Model X 100D		0 Opel Crossla	VW ID3 (Carsharing)	Erget Pro	
Vespa Prima	-10	0	-7	1	13	-1	-4	Taxi	Toyota Yaris 1.5 Hybrid	Erget Pro	Toyota Yaris	Moia	Fahrrad	
Kawasaki Z800	-10	-27	29	-3	5	1	-5	E-Bus	KIA Niro 1.6 GDI Hybrid	Hy E-Bike VanMoof	Zero SR ZF 14		0 Piaggio Vespa Elettrica 70	
Piaggio Vespa Elettrica 70	-10	13	-15	-1	16	-16	-13	Toyota Yaris 1.5 Hybrid	Dacia Duster Tce 1.2	Zero SR ZF 14	KIA Niro 1.6 GDI		0 Longboard	
Zero SR ZF 14.4	-10	15	17	-15	9	-9	7	Moia	Opel Crossland 1.2	Piaggio Vespa Elettrica 70	VW up! 1.0 take up!	Tretroller	Vespa Primavera 125	
Microlino	-10	11	-10	-9	11	-19	-26	Zero SR ZF 14.4	Renault Kadjar Tce	Microlino	VW ID.3 Pro	Longboard	Microlino	
S-Bahn	31	-31	-3	23	-6	30	44	Dacia Duster Tce 130 GPF	VW ID3 (Carsharing)	Fiat 500 1.2 8V Pop	Fiat 500 1.2 8V	Zu Fuß	Zero SR ZF 14.4	
U-Bahn	29	-29	-13	23	-4	30	36	Vespa Primavera 125	BMW i3 120Ah	VW up! 1.0 take up!	VW ID3 (Carsharing)	Fahrrad	VW up! 1.0 take up!	
Bus	26	-11	-3	23	-4	7	38	E-Bike VanMoof S3	VW ID.3 Pro S	VW e-up! Style	Smart fortwo	Erget Pro	Kawasaki Z800	
E-Bus	26	-9	-3	23	-4	-12	21	Kawasaki Z800	VW e-up! Style	Moia	BMW i3 120Ah	E-Bike VanMoof	Fiat 500 1.2 8V Pop	
Smart fortwo coupé 1.0	-10	-7	5	-7	-4	17	-6	Smart fortwo coupé 1.0	Fiat 500 1.2 8V Pop	BMW i3 120Ah	VW e-up! Style	Vespa Prima	VW e-up! Style	
Fiat 500 1.2 8V Pop	3	9	9	-11	3	19	32	Opel Crossland 1.2 Di Tur	VW up! 1.0 take up!	Vespa Prima	S-Bahn	Piaggio Vespa	U-Bahn	
Taxi	-3	-19	25	23	-31	27	22	Renault Kadjar Tce 160 GPF	VW ID.3 Pro	Bus	Kawasaki Z800	Bus		
VW up! 1.0 take up!	3	7	14	-5	7	11	37	KIA Niro 1.6 GDI Hybrid	Sj Vespa Primavera 125	VW ID3 (Carsharing)	E-Bus	VW up! 1.0 take up!	E-Bus	
Erget Pro	-22	19	-19	5	20	-21	-18	0 Kawasaki Z800	Smart fortwo coupé 1.0	Vespa Prima	Smart fortwo	Smart fortwo coupé 1.0	pa	
E-Bike VanMoof S3	-22	17	-17	3	27	-12	-4	0 Piaggio Vespa Elettrica 70	E-Bus	Microlino	Microlino	S-Bahn		
Dacia Duster	15	-25	23	-13	-13	13	0	Tretroller	Zero SR ZF 14.4	Bus	Moia	Fiat 500 1.2 8V	Toyota Yaris 1.5 Hybrid	
Opel Crossla	15	-21	21	-21	-15	15	-6	Fahrrad	Microlino	Tesla Model X 100D	U-Bahn	Dacia Duster	Dacia Duster Tce 130 GPF	
Renault Kadjar	15	-23	27	-25	-23	23	-6	Piaggio Vespa Elettrica 70	Smart fortwo coupé	Toyota Yaris	Piaggio Vespa	Zero SR ZF 14	Opel Crossland 1.2 Di Tur	
Tretroller	-22	26	-26	13	23	-24	-10	Zu Fuß	Erget Pro	KIA Niro 1.6 GDI	E-Bike VanMoof	Toyota Yaris	BMW i3 120Ah	
Fahrrad	-22	26	-26	7	20	-16	-11	Tesla Model X 100D	E-Bike VanMoof S3	Taxi	Erget Pro	VW e-up! Style	VW ID.3 Pro S	
Longboard	-22	26	-26	11	16	-24	-19	Erget Pro	Tretroller	Opel Crossla	Tretroller	Opel Crossla	KIA Niro 1.6 GDI Hybrid	
Zu Fuß	-22	26	-26	9	25	-27	-15	Longboard	Fahrrad	Renault Kadj	Fahrrad	KIA Niro 1.6 GDI	Renault Kadjar Tce 160 GPF	
VW ID3 (Carsharing)	15	-4	9	23	-23	4	24	VW e-up! Style	Longboard	Dacia Duster	Longboard	Renault Kadj	VW ID3 (Carsharing)	
Moia	23	3	-10	23	-27	-3	9	Microlino	Zu Fuß	Kawasaki Z800	Zu Fuß	BMW i3 120Ah	Moia	
	0	-30	26	-26	23	30	-30	-7	VW ID.3 Pro S		0 U-Bahn	0 VW ID.3 Pro	Tesla Model X 100D	
	0	-30	26	-26	23	30	-7	BMW i3 120Ah		0 S-Bahn		0 Tesla Model	Taxi	

Abbildung 3 Ranking

Mit Hilfe dieser Ergebnisse kann festgestellt werden, ob das Ziel des Quartetts, dass sich im urbanen Sektor Transportmittel wie SUVs nicht lohnen, erfüllt werden und es könnten dementsprechend Anpassungen durchgeführt werden.

5 Spielkarten

5.1 Elektrofahrzeuge

In dieser Kategorie sind nur Autos zu finden, die mit elektrischer Energie angetrieben werden. Betrachtet werden Autos von Kleinstwagen bis zur Oberklasse.

Wichtige Merkmale in dieser Gruppe ist die eingeschränkte Reichweite und der CO₂-Ausstoß. Meistens sind diese geringer als bei konventionellen Fahrzeugen, die in späteren Kategorien aufgelistet werden.

5.1.1 Tesla Model X 100D

Der Tesla Model X ist ein reines Elektrofahrzeug, das eine Mischung aus Limousine und SUV ist und ist mit einem Preis von 111.780€ das teuerste Auto des Quartetts und gehört damit zur Oberklasse. Durch den hohen Preis ergeben sich automatisch hohe Gebrauchskosten die mit 125ct/km zugute schlagen.

Mit einer Reichweite von 450 km und einer maximalen Geschwindigkeit von 250km/h kann der Tesla Model X gegen sein Kontrahänden aus der gleichen Kategorie überzeugen.

Durch die SUV-artige Bauform fällt das Fahrzeug groß aus und es können problemlos bis zu 5 Personen transportiert werden. Für einen Aufpreis können Sitze für bis zu sieben Personen installiert werden. Dadurch ist das Auto schwer und der Verbrauch gegenüber anderen Elektrofahrzeugen hoch. Damit ist der Tesla das Elektrofahrzeug mit dem höchsten CO₂-Ausstoß: 80g/Pkm.

Ein besonderes Merkmal des Teslas sind die sogenannten „falcon wings“. Dadurch lassen sich die beide hinteren Türen nach oben hin öffnen.



Abbildung 4 Tesla Model X 100D⁴¹

⁴¹ (Ruhdorfer, adac.de, 2018)

Tabelle 12 Daten Tesla Model X 100D

Max. Personen	5 ⁴²
CO ₂ -Ausstoß	80g/Pkm ⁴³
Max. Geschwindigkeit	250km/h ⁴⁴
Anschaffungskosten	111.780€ ⁴⁵
Gebrauchskosten	125ct/km ⁴⁶
Max. Reichweite	450km ⁴⁷

5.1.2 BMW i3 120Ah

Der BMW i3 120Ah ist, wie der Tesla X 100D, ein reines Elektrofahrzeug und ist damit ein direkter Konkurrent.

Durch die kompakte Bauweise sind nur 4 Sitzmöglichkeiten vorhanden und gehört damit zu der Kleinwagenklassen und ist daher sehr gut für die Stadt geeignet.

Mit einer Reichweite von 270km und einer maximalen Geschwindigkeit von 150km/h ist der BMW i3 120Ah im Mittelfeld der rein elektrisch betriebenen Fahrzeuge.

Mit einem Preis von 38.000 € und Gebrauchskosten von 49ct/km liegt es ebenso im Mittelfeld.



Abbildung 5 BMW i3 120Ah⁴⁸

⁴² (Ruhdorfer, adac.de, 2018)

⁴³ Nach Tabelle 10 CO₂-Ausstoß der Elektrofahrzeuge

⁴⁴ (Ruhdorfer, adac.de, 2018)

⁴⁵ (Ruhdorfer, adac.de, 2018)

⁴⁶ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge

⁴⁷ (Ruhdorfer, adac.de, 2018)

⁴⁸ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

Tabelle 13 Daten BMW i3 120Ah

Max. Personen	4 ⁴⁹
CO ₂ -Ausstoß	60g/Pkm ⁵⁰
Max. Geschwindigkeit	150km/h ⁵¹
Anschaffungskosten	38.000€ ⁵²
Gebrauchskosten	49ct/km ⁵³
Max. Reichweite	270km ⁵⁴

5.1.3 VW ID.3 Pro S

Der VW ID.3 ist das erste, von Volkswagen rein konzipierte Elektrofahrzeug. Es gehört mit dem Baudesign zu der Kompaktklasse und bietet damit vier Sitzplätze.

Der VW ID.3 Pro S ist nicht nur für das tägliche Pendeln im Stadtverkehr im Einsatz - eine Mittellange Strecke bis zu 383km ist mit dem Fahrzeug ebenso möglich. Dabei wird eine Geschwindigkeit von bis zu 160km/h erreicht.

Durch die hohen Anschaffungskosten von 42.655€ und der höheren Gebrauchskosten von 49ct/km ist der ID.3, wie sein direkter Konkurrent, der BMW i3, nur im Mittelfeld der Elektrofahrzeuge.



Abbildung 6 VW ID.3 Pro S⁵⁵

⁴⁹ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

⁵⁰ Nach Tabelle 10 CO₂-Ausstoß der Elektrofahrzeuge

⁵¹ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

⁵² (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

⁵³ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge

⁵⁴ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

⁵⁵ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

Tabelle 14 Daten VW ID.3 Pro S

Max. Personen	4 ⁵⁶
CO ₂ -Ausstoß	67g/Pkm ⁵⁷
Max. Geschwindigkeit	160km/h ⁵⁸
Anschaffungskosten	42.655€ ⁵⁹
Gebrauchskosten	49ct/km ⁶⁰
Max. Reichweite	383km** ⁶¹

5.1.4 VW e-up! Style

Der VW e-up! ist eine strombetriebene Variante des Modells VW-up! und gehört damit zur Kleinstwagenklasse. Trotz der kleinen Bauweise des VW e-up! stehen weiterhin noch vier Sitzplätze zur Verfügung.

Bezogen auf die Anschaffungskosten von 22.420€ und Gebrauchskosten von 29ct/km ist es nach dem Microlino das günstigste Elektrofahrzeug.

Mit einer maximalen Reichweite von 220 km und einer Höchstgeschwindigkeit von 130km/h sind längere Strecken möglich, trotzdem hat das Fahrzeug seine Stärken in der Stadt.



Abbildung 7 VW E-Up! Style⁶²

⁵⁶ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

⁵⁷ Nach Tabelle 10 CO₂-Ausstoß der Elektrofahrzeuge

⁵⁸ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

⁵⁹ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

⁶⁰ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge

⁶¹ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

⁶² (Pauly, adac.de, 2020)

Tabelle 15 Daten VW E-Up! Style

Max. Personen	4 ⁶³
CO ₂ -Ausstoß	56g/Pkm ⁶⁴
Max. Geschwindigkeit	130km/h ⁶⁵
Anschaffungskosten	22.420€ ⁶⁶
Gebrauchskosten	29ct/km ⁶⁷
Max. Reichweite	220km ⁶⁸

5.1.5 Microlino

Der Microlino ist ein Elektrofahrzeug, das von dem Unternehmen Micro Mobility Systems AG entwickelt und hergestellt wird und in den nächsten Jahren in Serie gehen soll. Es soll eine Kombination aus Auto und Motorrad verkörpern.

Das Fahrzeug ist, mit nur zwei Sitzplätzen, das kleinste Elektrofahrzeug in dieser Kategorie. Damit ist es gleichzeitig das sparsamste und das Fahrzeug mit dem niedrigsten CO₂-Ausstoß der Kategorie.

Der Microlino kann leider nicht mit der Reichweite von 95km sowie mit der Höchstgeschwindigkeit von 90km/h überzeugen und ist daher für das tägliche Pendeln im urbanen Verkehr eher geeignet

Jedoch kann er mit geringem Anschaffungspreispreis sowie den geringen Gebrauchskosten mit nur 20ct/km punkten. Dies macht es zum kosteneffizientesten Elektrofahrzeug.

Ein besonderes Merkmal des Microlinos ist die Tür, die sich nach vorne öffnen lassen kann und somit ein komfortables Einsteigen ermöglicht.

⁶³ (Pauly, adac.de, 2020)

⁶⁴ Nach Tabelle 10 CO₂-Ausstoß der Elektrofahrzeuge

⁶⁵ (Pauly, adac.de, 2020)

⁶⁶ (Pauly, adac.de, 2020)

⁶⁷ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge

⁶⁸ (Pauly, adac.de, 2020)



Abbildung 8 Microlino⁶⁹

Tabelle 16 Daten Microlino

Max. Personen	2 ⁷⁰
CO ₂ -Ausstoß	39g/Pkm ⁷¹
Max. Geschwindigkeit	90km/h ⁷²
Anschaffungskosten	12.500€ ⁷³
Gebrauchskosten	20ct/km ⁷⁴
Max. Reichweite	95km ⁷⁵

⁶⁹ (ADAC, kein Datum)

⁷⁰ (microlino-car.com/de/microlino, kein Datum)

⁷¹ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

⁷² (microlino-car.com/de/microlino, kein Datum)

⁷³ (microlino-car.com/de/microlino, kein Datum)

⁷⁴ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge

⁷⁵

5.2 Hybridfahrzeuge

Ein Hybridfahrzeug hat die Eigenschaft, dass es von einem Elektromotor und einem weiteren Energiewandler angetrieben wird. Die Energie bezieht es aus einem mitgeführten Akkumulator und einem integrierten Kraftstofftank.

Die betrachteten Hybridfahrzeuge sind autark- eine Aufladung per Stromnetz, wie bei den Plug-in-Hybriden, ist nicht möglich. Der Akku wird über den Verbrennungsmotor oder über die Rekuperation geladen und ist somit im Stadtverkehr, durch das viele Abbremsen und wieder Anfahren, deutlich effizienter.

5.2.1 Toyota Yaris 1.5 Hybrid Comfort

Bei dem Toyota Yaris 1.5 Hybrid Comfort handelt es sich um ein Vollhybrid. Dies bedeutet, dass das Fahrzeug nur mit rein elektrischem Antrieb fahren kann. Die elektrische Energie wird mittels Generators, bzw. durch die Rekuperation gewonnen. Dies macht den Yaris sparsam, was wiederum zu einem geringen CO₂-Ausstoß von 88g/Pkm führt.

Obwohl das Fahrzeug zu der Klasse der Kleinwagen gehört, bietet das Transportmittel mit fünf Sitzplätzen viel Platz für Mitfahrer. Durch den integrierten Treibstofftank sind Strecken von bis zu 750km kein Problem.

Preislich überzeugt der Toyota gegenüber seinem Konkurrenten. Mit 19.590€ und Gebrauchskosten von 34ct/km ist es das billigste Hybridmodell in dem Kartenquartett.



Abbildung 9 Toyota Yaris Hybrid Comfort⁷⁶

⁷⁶ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

Tabelle 17 Daten Toyota Yaris Hybrid Comfort

Max. Personen	5 ⁷⁷
CO ₂ -Ausstoß	88g/Pkm ⁷⁸
Max. Geschwindigkeit	165km/h ⁷⁹
Anschaffungskosten	19.590€ ⁸⁰
Gebrauchskosten	34ct/km ⁸¹
Max. Reichweite	750km ⁸²

5.2.2 KIA Niro 1.6 GDI Hybrid Spirit

Der KIA Niro gehört zu den SUVs der unteren Mittelklasse. Das Fahrzeug gehört ebenso, wie der Toyota Yaris, zu den Vollhybriden und kann deshalb gegenüber den SUVs mit Verbrennungsmotoren mit geringerem CO₂-Ausstoß von 102g/Pkm überzeugen.

Dies macht sich im Preis bemerkbar. Von Anschaffungskosten in Höhe von 30.690€ ist es das zweit teuerste SUV-Modell in diesem Quartett. Dementsprechend fallen die Gebrauchskosten mit 50ct/km etwas höher aus.

Mit der Kombination aus Verbrennungsmotor und Elektroantrieb sind Reichweiten von bis zu 1065 km möglich. Damit ist es das Fahrzeug mit der höchsten Reichweite in diesem Quartett



Abbildung 10 KIA Niro 1.6 GDI Hybrid Spirit⁸³

Tabelle 18 Daten KIA Niro 1.6 GDI Hybrid Spirit

Max. Personen	5 ⁸⁴
---------------	-----------------

⁷⁷ (Brand, adac.de, 2018)

⁷⁸ (Brand, adac.de, 2018)

⁷⁹ (Brand, adac.de, 2018)

⁸⁰ (Brand, adac.de, 2018)

⁸¹ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge

⁸² (Brand, adac.de, 2018)

⁸³ (Pauly, ADAC, 2017)

⁸⁴ (Pauly, ADAC, 2017)

CO ₂ -Ausstoß	102g/Pkm ⁸⁵
Max. Geschwindigkeit	162km/h ⁸⁶
Anschaffungskosten	30.690€ ⁸⁷
Gebrauchskosten	50ct/km ⁸⁸
Max. Reichweite	1065km ⁸⁹

⁸⁵ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

⁸⁶ (Pauly, ADAC, 2017)

⁸⁷ (Pauly, ADAC, 2017)

⁸⁸ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer Fahrzeuge

⁸⁹ (Pauly, ADAC, 2017)

5.3 Motorisierte Zweiräder

Die motorisierten Zweiräder sind üblicherweise einspurige Kraftfahrzeuge und können meist Platz für ein bis zwei Personen bieten. Ein großer Vorteil gegenüber Pkw ist meist das geringe Gewicht, wodurch ein niedriger Verbrauch und somit auch eine bessere CO₂-Bilanz zu erwarten ist. In dieser Kategorie sollen strom- und treibstoffbetriebene Zweiräder miteinander verglichen werden.

5.3.1 Zero SR ZF 14.4

Das Unternehmen Zero Motorcycles aus den USA fokussiert sich auf elektrisch betriebene Zweiräder und brachte 2018 die Zero SR ZF 14.4 auf den Markt.

Bei der Zero SR ZF ist Fahrspaß vorprogrammiert. Durch den starken elektrischen Motor, der bis zu 146 Nm⁹⁰ und einer maximalen Geschwindigkeit von 164km/h leisten kann, sind Fahrten in der Stadt sowie in kurvigen Landstraßen immer ereignisreich.

Durch die geringe Reichweite von 167km bietet sich das Motorrad eher für kurze Strecken an, wie zum Beispiel zum täglichen Pendeln zur Arbeit.

Ein negativer Punkt an dem voll elektrischen Zweirad sind die hohen Anschaffungskosten von 18.790€. Für diesen Preis könnte man sich schon fast ein kleines Elektrofahrzeug anschaffen.



Abbildung 11 Zero SR ZF 14.4

⁹⁰ (Müller R. , 2018)

Tabelle 19 Daten Zero SR ZF 14.4⁹¹

Max. Personen	2 ⁹²
CO ₂ -Ausstoß	30g/Pkm ⁹³
Max. Geschwindigkeit	164km/h ⁹⁴
Anschaffungskosten	18.790€ ⁹⁵
Gebrauchskosten	23ct/km ⁹⁶
Max. Reichweite	167km ⁹⁷

5.3.2 Piaggio Vespa Elettrica 70

Die Vespa ist der bekannteste Roller von Piaggio. Nun wird dieser mit einem reinen Elektromotor angeboten. Dadurch überzeugt die Vespa mit einem geringen CO₂-Ausstoß von 35g/Pkm und mit den niedrigsten Gebrauchskosten in dieser Klasse, kann aber mit der Reichweite von nur 100km pro Akkuladung gegenüber den anderen betriebenen Zweirädern nicht mithalten.

Zusätzlich ist die Vespa mit einer maximalen Geschwindigkeit von 67km/h ein bisschen langsamer und daher eher für kurze städtische Strecken geeignet.

Die elektrische Version der Vespa ist in den Anschaffungskosten mit 6.690€ teurer als die Benzin betriebene Variante. Dafür kann die elektrische Variante mit billigeren Gebrauchskosten pro Kilometer überzeugen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Energiequelle Strom billiger als Benzin ist.



Abbildung 12 Piaggio Vespa Elettrica 70⁹⁸

⁹¹ (Müller R. , 2018)

⁹² (Müller R. , 2018)

⁹³ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

⁹⁴ (Müller R. , 2018)

⁹⁵ (Müller R. , 2018)

⁹⁶ Nach Tabelle 5 Kosten pro Kilometer Zweiräder

⁹⁷ (Müller R. , 2018)

⁹⁸ (Vespa.com, kein Datum)

Tabelle 20 Daten Piaggio Vespa Elettrica 70

Max. Personen	2 ⁹⁹
CO ₂ -Ausstoß	35g/Pkm ¹⁰⁰
Max. Geschwindigkeit	67km/h ¹⁰¹
Anschaffungskosten	6.690€ ¹⁰²
Gebrauchskosten	16ct/km ¹⁰³
Max. Reichweite	100km ¹⁰⁴

5.3.3 Vespa Primavera 125

Der Klassiker in der Kategorie Motorräder ist die berühmte Vespa. Diese eignet durch die Leichtbauweise optimal für den urbanen Verkehr. Durch einen elf PS starken Verbrennungsmotor sind bis zu 91km/h möglich und macht längere Strecken von bis zu 320km möglich.

Mit 60g/Pkm CO₂ stößt die mit Benzin angetriebene Vespa fast doppelt so viel CO₂ aus wie die elektrisch angetriebene Vespa und kann somit in dieser Kategorie nicht vollends überzeugen

Mit einem Preis von 4.849€ ist es das billigste Zweirad im Quartett und kann somit auch mit den Gebrauchskosten von 18ct/km überzeugen.



Abbildung 13 Vespa Primavera 125¹⁰⁵

⁹⁹ (Vespa.com, kein Datum)

¹⁰⁰ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

¹⁰¹ (Vespa.com, kein Datum)

¹⁰² (Vespa.com, kein Datum)

¹⁰³ Nach Tabelle 5 Kosten pro Kilometer Zweiräder

¹⁰⁴ (Vespa.com, kein Datum)

¹⁰⁵ (Vespa.com, kein Datum)

Tabelle 21 Daten Vespa Primavera 125

Max. Personen	2 ¹⁰⁶
CO ₂ -Ausstoß	60g/Pkm ¹⁰⁷
Max. Geschwindigkeit	91km/h ¹⁰⁸
Anschaffungskosten	4.849€ ¹⁰⁹
Gebrauchskosten	18ct/km ¹¹⁰
Max. Reichweite	320km ¹¹¹

5.3.4 Kawasaki Z800

Eine richtiges Sportmotorrad ist die Z 800 von Kawasaki. Es ist ein Naked-Bike, das so viel bedeutet wie nicht vollständig verkleidetet Fahrzeug und damit optisch ein richtiger Blickfang ist

Die Z800 wurde nicht als spritsparendes Fortbewegungsmittel konzipiert, sondern eines das mit viel Fahrspaß verbunden werden soll. Mit einem leistungsstarken 113 PS Motor sind Geschwindigkeiten von bis zu 230km/h kein Problem.

Dadurch hat die Kawasaki zwangsläufig einen hohen Verbrauch was sich wiederum auf die Verbrauchskosten sowie auf die CO₂-Bilanz widerspiegelt. Mit 143g/Pkm ist es das am wenigsten ökologischen Motorrad und auf einem Niveau eines SUVs. Es ist nicht für den Klimafreundlichen täglichen pendeln im Stadtverkehr geeignet.



Abbildung 14 Kawasaki Z800¹¹²

¹⁰⁶ (Vespa.com, kein Datum)

¹⁰⁷ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

¹⁰⁸ (Vespa.com, kein Datum)

¹⁰⁹ (Vespa.com, kein Datum)

¹¹⁰ Nach Tabelle 5 Kosten pro Kilometer Zweiräder

¹¹¹ (Vespa.com, kein Datum)

¹¹² (Müller R. , 2015)

Tabelle 22 Daten Kawasaki Z800

Max. Personen	2 ¹¹³
CO ₂ -Ausstoß	143g/Pkm ¹¹⁴
Max. Geschwindigkeit	230km/h ¹¹⁵
Anschaffungskosten	8.895€ ¹¹⁶
Gebrauchskosten	25ct/km ¹¹⁷
Max. Reichweite	326km ¹¹⁸

¹¹³ (Müller R. , 2015)

¹¹⁴ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

¹¹⁵ (Müller R. , 2015)

¹¹⁶ (Müller R. , 2015)

¹¹⁷ Nach Tabelle 5 Kosten pro Kilometer Zweiräder

¹¹⁸ (Müller R. , 2015)

5.4 Kleinstwagen

Bei den folgenden Kleinstwagen handelt es sich um Modelle mit Verbrennungsmotoren. Hauptmerkmale dieser Fahrzeuge sind zum einen die verringerte Größe, wodurch sie lediglich über zwei bis vier Sitzplätze verfügen. Zum anderen sind die Anschaffungs- und Gebrauchskosten deutlich geringer als bei Fahrzeugen der Mittelklasse. Ebenfalls sticht der geringe CO₂-Ausstoß dieser Fahrzeugklasse hervor.

5.4.1 Smart fortwo coupé 1.0 passion

Der Smart fortwo zählt zu den bekanntesten Kleinstwagen. Konzipiert wurde er einst als Elektro- bzw. Hybridfahrzeug¹¹⁹, jedoch wurden diese Pläne von der Mercedes-Benz AG verworfen, da man in den 90er Jahren noch keine Zukunft in der Elektromobilität sah. Somit war der Smart zunächst nur mit einem Verbrennungsmotor erhältlich. 2018 passierte dann doch der Umstieg auf die Elektromobilität, sodass seither lediglich rein elektrische Neuwagen hergestellt werden.

Der Smart fortwo gilt als Stadtauto und wurde mit dem Ziel entwickelt, Platz für zwei Personen und zwei Kästen Wasser¹²⁰ zu bieten. Die geringe Länge von 2,5 m bietet außerdem den Vorteil, dass zwei Smart fortwo in einer Parklücke Platz finden.

Für die Spielkarte wurde das Fahrzeug mit dem Verbrennungsmotor gewählt, da dieses bislang noch weitaus häufiger vertreten ist als die elektrische Variante.



Abbildung 15: Smart fortwo coupé 1.0 passion¹²¹

¹¹⁹ (Der Spiegel, 1994)

¹²⁰ (AutoScout24, kein Datum)

¹²¹ (ADAC, 2015)

Tabelle 23: Daten Smart fortwo coupé 1.0 passion

Max. Personen	2 ¹²²
CO ₂ -Ausstoß	70 g/Pkm ¹²³
Max. Geschwindigkeit	151 km/h ¹²⁴
Anschaffungskosten	12.285 € ¹²⁵
Gebrauchskosten	29 ct/km ¹²⁶
Max. Reichweite	683 km ¹²⁷

5.4.2 Fiat 500 1.2 8V Pop

Das erste Modell des Fiat 500 ging 1957 in den Verkauf. Es war das Nachfolgermodell des Topolino 500 und wurde deshalb auch als Nuovo – der Neue – 500 betitelt. Bis heute wurde das Retro-Design mit den runden Scheinwerfern des Oldtimers beibehalten.

Der Fiat 500 ist außerdem für seine Sondermodelle bekannt, welche für besondere Anlässe wie Fashion Shows oder dem 60. Geburtstag der Automarke konzipiert wurden¹²⁸. So gab es bisher Kooperationen mit Modemarken wie Gucci, Riva oder Diesel. Hierbei erhielt der Fiat 500 eine Lackierung in den charakteristischen Farben der Modemarken.



Abbildung 16: Fiat 500 1.2 8V Pop¹²⁹

¹²² (Brand, Autotest smart fortwo coupé 1.0, 2015)

¹²³ 4.2.2.1

¹²⁴ (Brand, Autotest smart fortwo coupé 1.0, 2015)

¹²⁵ (Brand, Autotest smart fortwo coupé 1.0, 2015)

¹²⁶ 4.2.1.1

¹²⁷ (Brand, Autotest smart fortwo coupé 1.0, 2015)

¹²⁸ (Fiat, 2017)

¹²⁹ (ADAC, 2017)

Tabelle 24: Daten Fiat 500 1.2 8V Pop

Max. Personen	4 ¹³⁰
CO ₂ -Ausstoß	43 g/Pkm ¹³¹
Max. Geschwindigkeit	160 km/h ¹³²
Anschaffungskosten	12.590 € ¹³³
Gebrauchskosten	26 ct/km ¹³⁴
Max. Reichweite	714 km ¹³⁵

5.4.3 VW up! 1.0 take up!

Da Toyota als der führende Automobilhersteller von Kleinwagen gilt, wurde das Projekt „New Small Family“ von der Volkswagen AG ins Leben gerufen.¹³⁶ Dabei wird das Ziel verfolgt, den führenden Hersteller von seiner Position zu verdrängen. Um dieses Ziel zu erreichen, stellt Volkswagen nicht nur seinen eigenen Kleinwagen, den VW up! her, sondern auch Modelle für die Automarken Skoda und Seat.



Abbildung 17: VW up! 1.0 take up!¹³⁷

¹³⁰ (ADAC, kein Datum)

¹³¹ 4.2.2.1

¹³² (ADAC, kein Datum)

¹³³ (ADAC, kein Datum)

¹³⁴ 4.2.1.1

¹³⁵ (ADAC, kein Datum)

¹³⁶ (Autohaus, 2009)

¹³⁷ (ADAC, kein Datum)

Tabelle 25 Daten VW up! 1.0 take up!

Max. Personen	4 ¹³⁸
CO ₂ -Ausstoß	46 g/Pkm ¹³⁹
Max. Geschwindigkeit	162 km/h ¹⁴⁰
Anschaffungskosten	10.750 € ¹⁴¹
Gebrauchskosten	24 ct/km ¹⁴²
Max. Reichweite	648 km ¹⁴³

¹³⁸ (ADAC, kein Datum)

¹³⁹ 4.2.2.1

¹⁴⁰ (ADAC, kein Datum)

¹⁴¹ (ADAC, kein Datum)

¹⁴² 4.2.1.1

¹⁴³ (ADAC, kein Datum)

5.5 Elektrische Kleinfahrzeuge

Diese Art von Kleinfahrzeugen ist das elektrische Pendant zum herkömmlichen Fahrrad oder Tretroller. Für die Darstellung der beiden elektrischen Fahrzeuge wurde der Besitz jener angenommen. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, E-Scooter oder E-Bikes als Sharing-Angebot zu nutzen.

5.5.1 E-Scooter Erget Pro

Der Grundgedanke des E-Scooters ist derselbe, wie beim E-Bike. Es soll hauptsächlich Pendlern aus Randbezirken dienen, um die erste bzw. letzte Meile zum Arbeitsplatz zu fahren. Das Auto soll dann auf Park-and-Ride Parkplätzen stehen bleiben.

Ein E-Scooter wird in Deutschland dem Fahrrad gleichgestellt. Somit ist das Fahren auf Fahrradwegen ab 14 Jahren erlaubt.¹⁴⁴ Dabei darf der Scooter eine Geschwindigkeit zwischen 6 und 20 km/h haben. Im Weiteren besteht beim Fahren eines E-Scooters keine Helmpflicht.

Der E-Scooter Erget Pro des Herstellers Urban Electrics wird per Hand bzw. Daumen angesteuert.¹⁴⁵ Der Akku ist im Trittbrett verbaut. Für den leichteren und kompakteren Transport kann der Rahmen gefaltet werden. Wie auch das E-Bike besitzt der E-Scooter ein integriertes Schloss.

Des Weiteren bietet Urban Electrics zusätzlich eine App, mit der es möglich ist, die Reichweite des Scooters zu überwachen. Ebenfalls wird die Verriegelung des Schlosses mittels dieser App aktiviert. Auch die Kontaktaufnahme zum Kundenservice passiert hierüber.



Abbildung 18: E-Scooter Erget Pro¹⁴⁶

¹⁴⁴ (hamburg.de)

¹⁴⁵ (Walberg Urban Electrics, 2022)

¹⁴⁶ (Walberg Urban Electrics, 2022)

Tabelle 26 Daten Erget Pro

Max. Personen	1 ¹⁴⁷
CO ₂ -Ausstoß	5 g/Pkm ¹⁴⁸
Max. Geschwindigkeit	20 km/h ¹⁴⁹
Anschaffungskosten	1.799 € ¹⁵⁰
Gebrauchskosten	15 ct/km ¹⁵¹
Max. Reichweite	80 km ¹⁵²

5.5.2 E-Bike VanMoof S3

Gedacht war das E-Bike zunächst für Pendler, da es fast so schnell wie ein Auto ist und man durch die körperliche Aktivität einen Ausgleich zum Arbeitsalltag im Büro schafft. Mittlerweile kaufen sich aber auch viele Menschen ein E-Bike für das Fahren in der Freizeit.

Dank des Elektromotors fällt das Fahren mit dem E-Bike im Gegensatz zum herkömmlichen Fahrrad deutlich leichter. Das E-Bike des Herstellers VanMoof besitzt außerdem eine elektrische Schaltung, welche, ähnlich wie beim Auto, automatisch in den passenden Gang schaltet¹⁵³. Falls zusätzliche Hilfe z.B. beim Hochfahren von Hügeln benötigt wird, kann bei diesem Modell der Turbo-Boost ausgelöst werden, wodurch eine schnellere Beschleunigung erzeugt wird.

Das E-Bike wird mit einem integrierten Abschließsystem und einem GPS-Tracker speziell gegen einen Diebstahl gesichert. Weiterhin besteht die Möglichkeit eine Powerbank anzuschließen, um die Reichweite des Bikes zu erhöhen.

¹⁴⁷ (Walberg Urban Electrics, 2022)

¹⁴⁸ (ePowers, kein Datum)

¹⁴⁹ (Walberg Urban Electrics, 2022)

¹⁵⁰ (Walberg Urban Electrics, 2022)

¹⁵¹ (Martin, kein Datum)

¹⁵² (Walberg Urban Electrics, 2022)

¹⁵³ (VanMoof, 2020)



Abbildung 19: E-Bike VanMoof S3¹⁵⁴

Tabelle 27 Daten VanMoof S3 (VanMoof, 2020)

Max. Personen	1 ¹⁵⁵
CO ₂ -Ausstoß	8 g/Pkm ¹⁵⁶
Max. Geschwindigkeit	25 km/h ¹⁵⁷
Anschaffungskosten	2.198 € ¹⁵⁸
Gebrauchskosten	10 ct/km ¹⁵⁹
Max. Reichweite	150 km ¹⁶⁰

¹⁵⁴ (Beard)

¹⁵⁵ (VanMoof, 2020)

¹⁵⁶ (Velomotion, 2021)

¹⁵⁷ (VanMoof, 2020)

¹⁵⁸ (VanMoof, 2020)

¹⁵⁹ (Elektrobike, 2018)

¹⁶⁰ (VanMoof, 2020)

5.6 Öffentliche Verkehrsmittel

Der öffentliche Personennahverkehr definiert sich als Verkehr mithilfe von Fahrzeugen, die sich auf Straßen, Schienen oder dem Wasser fortbewegen. Dabei steht die Beförderung von Personen zum Erreichen von Arbeits- und Ausbildungsplätzen sowie Freizeitaktivitäten im Vordergrund.¹⁶¹

Im Folgenden werden die Hauptverkehrsmittel des öffentlichen Nahverkehrs der Stadt Hamburg aufgezeigt.

5.6.1 S-Bahn

Die Schnellbahn, geläufiger als S-Bahn betitelt, gehört zu dem schienengebundenen Personennahverkehr. In Hamburg wird die S-Bahn entweder mit Strom über Stromschienen oder über Oberleitungen versorgt.¹⁶² Da die Bahn so lange fahren kann, wie sie in Kontakt mit diesen Stromleitungen ist, wurde entschieden, die Reichweite als unendlich anzunehmen.

Die S-Bahn ist eines der wichtigsten Verkehrsmittel im städtischen Nahverkehr. Das Streckennetz ist innerhalb des Stadtgebiets als auch darüber hinaus gut abgesteckt und bietet dank einer hohen Taktfrequenz die Möglichkeit sich schnell fortzubewegen. Um die Erschließung des Stadtgebietes noch weiter zu verbessern, liegen für die kommenden Jahre Ausbauprojekte für das Streckennetz vor.

Im Vergleich zu allen anderen Fahrzeugen dieses Quartetts kann die S-Bahn zudem noch mit der maximalen Personenanzahl punkten, die mit ihr transportiert werden kann.



Abbildung 20 S-Bahn Hamburg¹⁶³

¹⁶¹ (Dr. Malina, 2018)

¹⁶² (Wikipedia, 2022)

¹⁶³ (S-Bahn Hamburg, kein Datum)

Tabelle 28 Daten S-Bahn

Max. Personen	490 ¹⁶⁴
CO ₂ -Ausstoß	81 g/Pkm ¹⁶⁵
Max. Geschwindigkeit	100 km/h ¹⁶⁶
Anschaffungskosten	0 € ¹⁶⁷
Gebrauchskosten	29 ct/km ¹⁶⁸
Max. Reichweite	∞ km ¹⁶⁹

5.6.2 U-Bahn

Auch wenn die Abkürzung U-Bahn für Untergrundbahn steht, fährt sie in Hamburg größtenteils überirdisch auf Viadukten.¹⁷⁰ Daher wird sie auch, wie das gleichnamige Unternehmen, als Hochbahn bezeichnet. Genau wie die S-Bahn wird die U-Bahn ebenfalls über Schienen mit Strom versorgt.

Das Streckennetz konzentriert sich bislang vor allem auf den innerstädtischen Bereich sowie auf nördliche und östliche Bezirke Hamburgs. In den kommenden Jahren soll das Streckennetz der U-Bahn ebenfalls ausgeweitet werden, jedoch steht zur Zeit der Ausbau der Barrierefreiheit an den einzelnen Bahnstationen im Vordergrund.

Da die U-Bahn, im Gegensatz zur S-Bahn, weniger Passagiere befördern kann, wurde die Taktzeit von zehn auf fünf Minuten verdichtet¹⁷¹. Dies soll für eine Entzerrung besonders in den Hauptverkehrszeiten sorgen.

¹⁶⁴ (Wikipedia, 2022)

¹⁶⁵ (VVS, kein Datum)

¹⁶⁶ (Wikipedia, 2022)

¹⁶⁷ Annahme, da Fahrgast nicht direkt an den Anschaffungskosten beteiligt ist

¹⁶⁸ 4.2.1.4

¹⁶⁹ Annahme, da Bahn auf Stromschienen fährt

¹⁷⁰ (Wikipedia, 2022)

¹⁷¹ (hamburg.de, 2017)



Abbildung 21 U-Bahn Hamburg¹⁷²

Tabelle 29 Daten U-Bahn

Max. Personen	336 ¹⁷³
CO ₂ -Ausstoß	64 g/Pkm ¹⁷⁴
Max. Geschwindigkeit	80 km/h ¹⁷⁵
Anschaffungskosten	0 € ¹⁷⁶
Gebrauchskosten	29 ct/km ¹⁷⁷
Max. Reichweite	∞ km ¹⁷⁸

5.6.3 Bus

Bei diesem Bus handelt es sich um die Variante mit Verbrennungsmotor. Hierbei kommt ausschließlich der Kraftstoff Diesel zum Einsatz. Da der CO₂-Ausstoß bei diesem Fahrzeug höher ist als bei dem elektrisch betriebenen, wird es seit einigen Jahren nach und nach ersetzt.

Die Vorteile des Dieselmotors liegen klar in der hohen Reichweite, da er einen niedrigen Spritverbrauch aufweist. Außerdem ist er für den HVV deutlich wirtschaftlicher. So ist z.B. der Spritpreis im Gegensatz zum Strompreis als auch der Anschaffungspreis niedriger als für einen Elektrobus.¹⁷⁹

¹⁷² (Hochbahn)

¹⁷³ (Wikipedia, 2022)

¹⁷⁴ (Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, 2019)

¹⁷⁵ (Wikipedia, 2022)

¹⁷⁶ Annahme, da Fahrgast nicht direkt an den Anschaffungskosten beteiligt ist

¹⁷⁷ 4.2.1.4

¹⁷⁸ Annahme, da Bahn auf Stromschienen fährt

¹⁷⁹ (Wolff, 2015)



Abbildung 22 Diesel-Bus¹⁸⁰

Tabelle 30 Daten Diesel-Bus

Max. Personen	140 ¹⁸¹
CO ₂ -Ausstoß	73 g/Pkm ¹⁸²
Max. Geschwindigkeit	100 km/h ¹⁸³
Anschaffungskosten	0 € ¹⁸⁴
Gebrauchskosten	29 ct/km ¹⁸⁵
Max. Reichweite	400 km ¹⁸⁶

¹⁸⁰ (Hochbahn, kein Datum)

¹⁸¹ (Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung, 2014)

¹⁸² (Emcel, 2020)

¹⁸³ (Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung, 2014)

¹⁸⁴ Annahme, da Fahrgast nicht direkt an den Anschaffungskosten beteiligt ist

¹⁸⁵ 4.2.1.4

¹⁸⁶ (Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung, 2014)

5.6.4 E-Bus

Seit 2018 erfolgt in Hamburg die Umstellung vom Dieselmotor auf Elektro- bzw. Hybridbusse. Das heißt, alte Dieselmotoren werden vereinzelt weiter genutzt, aber nicht mehr neu beschafft. Ziel dieser Umstellung ist es, die Luft in der Stadt zu verbessern und CO₂-Emissionen zu senken.

Im Vergleich zum dieselmotorisierten Bus spart der Elektrobus ca. 80 Tonnen CO₂ pro Jahr ein.¹⁸⁷ Dem HVV ist weiterhin wichtig, dass Menschenrechte, Arbeitsnormen sowie der Umweltschutz während der Batterieherstellung eingehalten werden. Daher fordert das Unternehmen Transparenz von den Herstellungsbetrieben.



Abbildung 23 Elektro-Bus¹⁸⁸

Tabelle 31 Daten E-Bus (Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung, 2014)

Max. Personen	140 ¹⁸⁹
CO ₂ -Ausstoß	71 g/Pkm ¹⁹⁰
Max. Geschwindigkeit	100 km/h ¹⁹¹
Anschaffungskosten	0 € ¹⁹²
Gebrauchskosten	29 ct/km ¹⁹³
Max. Reichweite	150 km ¹⁹⁴

¹⁸⁷ (Hochbahn)

¹⁸⁸ (Hochbahn, kein Datum)

¹⁸⁹ (Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung, 2014)

¹⁹⁰ (Emcel, 2020)

¹⁹¹ (Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung, 2014)

¹⁹² Annahme, da Fahrgast nicht direkt an den Anschaffungskosten beteiligt ist

¹⁹³ 4.2.1.4

¹⁹⁴ (Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung, 2014)

5.7 SUVs

Sport Utility Vehicles, kurz SUV, sind Personenkraftwagen mit erhöhtem Freiraum im Personenraum und einer optischen Angleichung an Geländewagen. Geländetauglich sind nicht alle in diese Kategorie fallenden Fahrzeuge da sie Großteils im normalen Straßenverkehr genutzt werden. Angetrieben werden die hier aufgeführten Modelle ausschließlich mit einem Kraftstoff betriebenen Motor. Im Gegensatz zu anderen kraftstoffbetriebenen Personenfahrzeugen sind SUVs groß gebaut, was im städtischen Verkehr zu Problemen führen kann.

Aufzeichnen tut sich diese Kategorie durch einen erhöhten Kraftstoffverbrauch, also auch einem erhöhten Treibstoffverbrauch, sowie hohen Anschaffungskosten. Allerdings bieten SUVs auch komfortablen Innenraum für mehrere Personen, auch auf der Rückbank, höhere erreichbare Geschwindigkeiten und ein großes Kraftstofftankvolumen.

Ziel hierbei ist klarzustellen, dass viele Strecken innerstädtisch keinen SUV benötigen und sie, bis auf den komfortablen Innenraum und den großen Stauraum, nicht lohnend sind.

5.7.1 Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD

Der Dacia Duster ist ein SUV, der seit 2010 von der Firma Dacia auf dem Markt ist, eine Automarke, die zu Renault gehört, Außerhalb der EU werden die Fahrzeuge als Renault Duster vermarktet. Das Fahrzeug verfügt über einen verlängerten Radabstand, erhöhte Bodenfreiheit in bei allen Sitzplätzen und serienmäßig Allradantrieb.



Abbildung 24: Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD¹⁹⁵

¹⁹⁵ (Renault Deutschland AG, 2022)

Tabelle 32 Daten Dacia Duster TCe 130 GPF Prestige 2WD

Max. Personen	5 ¹⁹⁶
CO ₂ -Ausstoß	136 g/Pkm ¹⁹⁷
Max. Geschwindigkeit	191 km/h ¹⁹⁸
Anschaffungskosten	16.850 € ¹⁹⁹
Gebrauchskosten	38 ct/km ²⁰⁰
Max. Reichweite	675 km ²⁰¹

5.7.2 Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line

Der Opel Crossland ist hinter dem Opel Corsa und dem Opel Astra das erfolgreichste Opelmodell aus dem Jahr 2020²⁰². Es ist als Familienfahrzeug konzipiert, nicht nur um die Kinder überall hinzuchauffieren, sondern um auch die Wochenendaktivitäten erfolgreich vollziehen zu können. Er verfügt über die neue Opel "Vizor" Frontmontour.



Abbildung 25: Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line²⁰³

¹⁹⁶ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

¹⁹⁷ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

¹⁹⁸ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

¹⁹⁹ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

²⁰⁰ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer

²⁰¹ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

²⁰² (Kroher, 2022)

²⁰³ (FCA Germany AG, 2021)

Tabelle 33 Daten Opel Crossland 1.2 DI Turbo GS Line

Max. Personen	5 ²⁰⁴
CO ₂ -Ausstoß	124 g/Pkm ²⁰⁵
Max. Geschwindigkeit	187 km/h ²⁰⁶
Anschaffungskosten	25.485 € ²⁰⁷
Gebrauchskosten	48 ct/km ²⁰⁸
Max. Reichweite	681 km ²⁰⁹

5.7.3 Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC

Der Renault Kadjar ein französischer Kompakt-SUV mit bequemen Sitzen für optimalen Langstrecken-Komfort. Zudem ist er Teil einer Renault-Nissan-Allianz, der sogenannten "Common Module Family", zusammen mit dem Nissan Qashqai.



Abbildung 26: Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC²¹⁰

²⁰⁴ (Pfeffer, 2021)

²⁰⁵ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

²⁰⁶ (Pfeffer, 2021)

²⁰⁷ (Pfeffer, 2021)

²⁰⁸ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer

²⁰⁹ (Pfeffer, 2021)

²¹⁰ (Renault Deutschland AG, 2021)

Tabelle 34 Daten Renault Kadjar TCe 160 GPF Bose Edition EDC

Max. Personen	5 ²¹¹
CO ₂ -Ausstoß	130 g/Pkm ²¹²
Max. Geschwindigkeit	210 km/h ²¹³
Anschaffungskosten	38.890 € ²¹⁴
Gebrauchskosten	62 ct/km ²¹⁵
Max. Reichweite	797 km ²¹⁶

²¹¹ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

²¹² Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

²¹³ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

²¹⁴ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

²¹⁵ Nach Tabelle 2: Kosten pro Kilometer

²¹⁶ (Ruhdorfer, adac.de, 2019)

5.8 Personalisierter Kleintransport

Als personalisierten Kleintransport werden hier Fortbewegungsmittel aufgelistet, die ausschließlich über die Muskelkraft der zu befördernden Personen angetrieben werden. Dabei sind alle Fahrzeuge zwar auf eine kleine Personenzahl begrenzt, haben allerdings keinerlei CO₂-Ausstoß, wenn man von der Atemluft der Personen absieht. Auch hohe Geschwindigkeiten oder Reichweiten werden meist nicht mit diesen Fortbewegungsmitteln erreicht, wobei es hier Einzelleistungen gibt, die stark von den aufgeführten Werten abweichen. Auch bei den Anschaffungskosten, und somit auch Gebrauchskosten, kann es zu starken Abweichungen kommen, je nach Modell oder Ausführung.

Ziel dieser Kategorie ist es aufzuzeigen, dass es sich bei kleinen Strecken, die zurückgelegt werden können, wie der innerstädtische Einkauf von Lebensmitteln oder Arbeitsweg, problemlos klimaneutral und günstig begangen werden kann.

5.8.1 Tretroller

Oft eher bei Kindern als Erwachsenen vertreten ist hier der Tretroller. Ein zweirädriges Fahrzeug, auf dem eine Person steht, und sich fortbewegt, indem sie sich immer wieder vom Boden mit dem Fuß abstößt. Dabei können höhere Geschwindigkeiten als beim Laufen erzielt werden und man benötigt keinen Antrieb, der CO₂ ausstößt. Zur maximalen Reichweite wurde ein ungefäh-

Wert an das Longboard angelehnt.



Abbildung 27 Tretroller

Tabelle 35 Daten Tretroller

Max. Personen	1
CO ₂ -Ausstoß	0 g/Pkm
Max. Geschwindigkeit	25 km/h ²¹⁷
Anschaffungskosten	100 € ²¹⁸
Gebrauchskosten	14 ct/km ²¹⁹
Max. Reichweite	40 km ²²⁰

5.8.2 Fahrrad

Das Fahrrad ist ein zweirädriges Fortbewegungsmittel, auf dem meist eine Person sitzen kann und das Hinterrad über Pedalen und eine gespannte Kette antreiben werden kann. Über eine Gangschaltung kann bei gegebener Leistung des Radfahrers die Trittfrequenz und das aufzubringende Drehmoment variiert werden und somit können leicht höhere Geschwindigkeiten erreicht werden. Für die Anschaffungskosten wurde ein Mittelwert aus einer Preisspanne genommen.



Abbildung 28 Fahrrad

²¹⁷ (Stender, 2019)

²¹⁸ (globetrotter, 2021)

²¹⁹ Nach 4.2.1

²²⁰ (Herberger, 2020)

Tabelle 36 Daten Fahrrad

Max. Personen	1
CO ₂ -Ausstoß	0 g/Pkm
Max. Geschwindigkeit	25 km/h ²²¹
Anschaffungskosten	800 € ²²²
Gebrauchskosten	15 ct/km ²²³
Max. Reichweite	100 km ²²⁴

5.8.3 Longboard

In den letzten Jahren ist das Longboard als alternatives personenbetriebenes Fortbewegungsmittel aufgetreten. Dabei wird sich, wie beim Tretroller, mit einem Bein vom Boden abgestoßen, um zu beschleunigen. Das Longboard besitzt allerdings über vier Räder und keine Lenkstange zum Festhalten und Lenken, gesteuert wird ausschließlich über die Verlagerung des Körpergewichts. Im Gegensatz zum Skateboard eignet sich das Longboard durch seine Bauweise eher, um längere Strecken zu fahren.



Abbildung 29 Longboard

²²¹ (Wikipedia, 2021)

²²² (Fahrrad XXL Group GmbH, kein Datum)

²²³ (Burger, 2021)

²²⁴ (Vogt, 2019)

Tabelle 37 Daten Longboard

Max. Personen	1
CO ₂ -Ausstoß	0 g/Pkm
Max. Geschwindigkeit	20 km/h ²²⁵
Anschaffungskosten	130 € ²²⁶
Gebrauchskosten	16 ct/km ²²⁷
Max. Reichweite	40 km ²²⁸

5.8.4 Zu Fuß

Wenn man es dazu zählen möchte, ist zu Fuß zu gehen die älteste aller Fortbewegungsmittel. Dabei hat es auch den großen Vorteil, dass jeder Mensch es im Laufe seines Lebens lernt und somit nutzen kann, ohne große Kosten zu tragen. Gleichzeitig ist es aber auch mit die langsamste Fortbewegungsform.

Um vergleichbare Daten zu haben, wurde sich dazu entschieden, passende Schuhe zu nutzen, die auch abnutzen können und angeschafft werden müssen, was aber keineswegs eine Voraussetzung ist, seine innerstädtischen Wege mit solchen machen zu müssen.



Abbildung 30 Zu Fuß

²²⁵ (Hekmati, 2020)

²²⁶ (sk8terguy, gutefrage.net, 2016)

²²⁷ Nach 4.2.1

²²⁸ (sk8terguy, gutefrage.net, 2017)

Tabelle 38 Daten Zu Fuß

Max. Personen	1
CO ₂ -Ausstoß	0 g/Pkm
Max. Geschwindigkeit	5 km/h ²²⁹
Anschaffungskosten	200 € ²³⁰
Gebrauchskosten	11 ct/km ²³¹
Max. Reichweite	15 km ²³²

²²⁹ (Seifert, 2018)

²³⁰ (Globetrotter, 2021)

²³¹ Nach 4.2.1

²³² (Vogel, 2018)

5.9 Gelegenheitsverkehr

Unter Gelegenheitsverkehr versteht sich Personenbeförderung in Fahrzeugen, die nicht der beförderten Person gehören und nicht, wie Busse oder Bahnen, an vorgeschriebene Routen gebunden sind. Dadurch können individuelle Ziele problemlos erreicht werden, ohne selbst ein passendes Fahrzeug zu besitzen.

Bei diesen Fahrzeugen handelt es sich um Fahrzeuge mit verschiedenen Antrieben, mit verschiedenen Beförderungsmodellen und dementsprechend verschiedenen Daten. Das Einzige, wo alle Beförderungsmodelle übereinstimmen, ist, dass sie keine Anschaffungskosten haben, da die Person das Fahrzeug selbst nicht besitzt.

Bei der Personenzahl ist die Person, die die Passagiere chauffiert, nicht mit eingerechnet.

5.9.1 Taxi

Der klassischste Gelegenheitsverkehr ist das Taxi. Dabei wird die zu befördernde Person von einem Taxifahrer zum gewünschten Ziel transportiert. Das Taxi kann telefonisch oder über das Internet gerufen werden, aus dem Verkehr heran gewunken werden oder an einen Taxistand genutzt werden.

Dabei werden klassisch meist Fahrzeuge mit Kraftstoffmotoren genutzt, die einen möglichst großen Komfort für den Fahrgast bieten. Hinzu kommt ein geschulter Fahrer, der einen sogenannten „Taxischein“ besitzen muss.

Bei den hier aufgeführten Daten wurde ein Mercedes E 200 CDI Blue EFFICIENCY T-Modell Elegance (DPF) genutzt, eins der als Taxi meist genutzten Fahrzeuge in Deutschland.²³³ Je nach Fahrzeug können diese Werte abweichen, beispielsweise können in Großraumtaxi mehr Passagiere mitfahren.



Abbildung 31 Taxi

²³³ (Hildebrandt, 2022)

Tabelle 39 Daten Taxi²³⁴

Max. Personen	3
CO ₂ -Ausstoß	103 g/Pkm ²³⁵
Max. Geschwindigkeit	205 km/h ²³⁶
Anschaffungskosten	0 €
Gebrauchskosten	235 ct/km ²³⁷
Max. Reichweite	1000 km ²³⁸

5.9.2 MOIA

Ein MOIA ist ein in Hamburg und Hannover von VW bereit gestellter Transportdienst, der, ähnlich wie beim Taxi, von einer Person gefahren wird und Passagiere zum gewünschten Ziel fährt. Hierbei wird über das Internet eine gewünschte Route gebucht, die dann an ein jeweiliges Fahrzeug weitergeleitet wird und die Passagiere einsammelt. Dabei befahren MOIAs nur bestimmte Bereiche ihrer Stadt.



Abbildung 32: MOIA²³⁹

²³⁴ (Klimmer, 2020)

²³⁵ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

²³⁶ (Silvestro, 2009)

²³⁷ (Maguthová, 2017)

²³⁸ (Silvestro, 2009)

²³⁹ (MOIA GmbH, 2021)

Tabelle 40 Daten Moia

Max. Personen	6 ²⁴⁰
CO ₂ -Ausstoß	59 g/Pkm ²⁴¹
Max. Geschwindigkeit	90 km/h ²⁴²
Anschaffungskosten	0 €
Gebrauchskosten	100 ct/km ²⁴³
Max. Reichweite	300 km ²⁴⁴

5.9.3 Carsharing (VW iD3)

Als Carsharing wird die Möglichkeit verstanden, spontan ein Fahrzeug zu mieten und selbst mit diesem zu fahren. Vorausgesetzt ist hier ein Führerschein für das entsprechende Fahrzeug und die Verfügbarkeit eines Fahrzeuges, welches in der näheren Umgebung steht. Gebucht und abgerechnet wird das Fahrzeug dann meist über eine App, als Bezahlmodell zahlt man meist für die gefahrene Strecke oder die Ausleihzeit. Abgestellt werden muss das Fahrzeug auch in einem vorgeschriebenen Bereich.

Für das Quartett wurde sich für ein Fahrzeug mit elektrischem Antrieb der Firma „Miles“ entschieden, dem VW iD3, da dies die Vorzüge beim CO₂-Ausstoß eines E-Autos hat und sich das gleiche Fahrzeug auch in diesem Quartett befinden, allerdings als Selbstanschaffung.



Abbildung 33: Carsharing (VW iD3)²⁴⁵

²⁴⁰ (moia, 2021)

²⁴¹ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

²⁴² (moia, 2021)

²⁴³ (RSS, 2019)

²⁴⁴ (moia, 2021)

²⁴⁵ (MILES Mobility GmbH, 2021)

Tabelle 41 Daten Carsharing (VW iD3)

Max. Personen	5
CO ₂ -Ausstoß	67 g/Pkm ²⁴⁶
Max. Geschwindigkeit	160 km/h ²⁴⁷
Anschaffungskosten	0 €
Gebrauchskosten	89 ct/km ²⁴⁸
Max. Reichweite	383 km ²⁴⁹

²⁴⁶ Nach Tabelle 11 CO₂-Ausstoß je Fahrzeug in Pkm

²⁴⁷ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

²⁴⁸ (MILES Mobility GmbH, 2021)

²⁴⁹ (Ruhdorfer, adac.de, 2020)

5.10 ITS-Karten

Bei den ITS-Karten handelt es sich um Joker Karten, die in der jeweils aufgelisteten Kategorie immer gewinnen, aber in allen anderen Kategorien verlieren. Die Joker thematisieren Ankerprojekte des Hamburger ITS und werden im Nachfolgenden vorgestellt.

5.10.1 Joker Reichweite - Digitale S-Bahn

Die digitale S-Bahn fährt zwischen den Haltestellen Berliner Tor und Aumühle hochautomatisiert.²⁵⁰ Das bedeutet, ein Zugführer befindet sich noch an Bord der S-Bahn, greift jedoch lediglich bei Störungen ein und erfüllt sonst eine prozessüberwachende Funktion. Das Anfahren, Beschleunigen und Bremsen führt die Bahn von selbst durch. Auch das Öffnen und Schließen der Türen geschieht automatisch. Ermöglicht wird dies durch eine Vielzahl von Sensoren. Bisläng wurden vier Fahrzeuge ausgestattet und sind seit diesem Jahr Teil des Regelverkehrs.

Die Rangierfahrt in Bergedorf wird vollautomatisiert, also ohne Zugführer, durchgeführt. Überwacht und gesteuert wird die Bahn hierbei von einem Fernbetriebfahrzeugführer, der den Prozess per Funksignal steuert.

Der Vorteil eines digitalen S-Bahnbetriebs ist die Möglichkeit einer engeren Taktung der Züge.²⁵¹ Ebenfalls wird der Energieverbrauch durch das automatisierte Bremsen und Beschleunigen des Zuges gesenkt. Daher ist in Zukunft ein Rollout der digitalen S-Bahn im gesamten S-Bahn-Netz Hamburg geplant.

5.10.2 Joker Geschwindigkeit – TAVF

TAVF steht für Teststrecke für automatisiertes und vernetztes Fahren.²⁵² Diese erstreckt sich über zwölf km im öffentlichen innerstädtischen Straßenverkehr. Mit diesem Projekt wurde das Ziel verfolgt, die Sicherheit und Effizienz für alle Verkehrsteilnehmer zu steigern, indem Fahrzeugführer vor Erreichen einer Ampel bereits über ihr Lichtsignal per Nachricht informiert werden.

Dazu wurden Ampelanlagen und eine Klappbrücke mit Kommunikationsanlagen ausgestattet, um den Datenaustausch zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur zu ermöglichen.²⁵³

²⁵⁰ (Digitale Schiene Deutschland, 2022)

²⁵¹ (ITS-Strategie Hamburg, 2021)

²⁵² (ITS-Strategie Hamburg, 2021)

²⁵³ (ITS mobility e.V., 2022)

5.10.3 Joker Personenzahl – BiDiMoVe

Auch bei diesem Projekt sorgen neue Kommunikationsanlagen für den Austausch zwischen Bussen und Ampeln. So erkennt die Ampel mithilfe von Funksignalen, wenn sich ein Linienbus nähert. Im Gegenzug wird der Linienbus priorisiert und erhält an der Ampel Vorfahrt.²⁵⁴

Im Weiteren erhält der Busfahrer Empfehlungen bezüglich der Fahrgeschwindigkeit. Auch Warnsignale beim Rechtsabbiegen werden dem Busfahrer ins Cockpit übermittelt, damit eine Kollision mit Radfahrern verhindert wird. Erkannt werden Radfahrer dank einer Wärmebildkamera.

Durch die Bus-optimierte Ampelschaltung und Geschwindigkeitsempfehlungen können Fahrzeiten verkürzt, Bremsvorgänge reduziert und die Fahrplanteue erhöht werden.²⁵⁵ Das Erkennen von Radfahren verbessert außerdem die Verkehrssicherheit.

5.10.4 Joker CO₂-Ausstoß - PrioBike-HH

Im Gegensatz zum Projekt BiDiMoVe werden bei PrioBike, wie der Name schon erahnen lässt, Radfahrer an Ampeln bevorzugt. Zusätzlich werden Autofahrer an Kreuzungen durch Signale vor Radfahrern gewarnt.²⁵⁶

In der zugehörigen App werden dem Fahrradfahrer unter anderem Geschwindigkeitsempfehlungen sowie die Restgrünzeit einer Ampel angezeigt.²⁵⁷ Durch diese Anwendung soll der Radverkehr beschleunigt und sicherer gemacht werden, da Wartezeit an Ampeln für Radfahrer reduziert werden.

5.10.5 Joker Gebrauchskosten – HVV Switch

Bei HVV Switch handelt es sich um eine App, die den Kauf von HVV Tickets mit dem Mieten von Sharing Angeboten verbindet. Zu den Sharing Anbietern, die in der App vertreten werden, gehören Sixt Share, Miles, TIER und MOIA.²⁵⁸ Die Fahrkarten für den ÖPNV, die in der App erworben werden können, sind zusätzlich günstiger als an einem Ticketautomaten. Bezahlt wird in der App einfach und schnell per Kreditkarte oder PayPal.

Bislang wurden an 17 U- und S-Bahn Haltestellen HVV switch Punkte mit Carsharing Stellplätzen eingerichtet.²⁵⁹

²⁵⁴ (Behörde für Verkehr und Mobilitätswende)

²⁵⁵ (ITS-Strategie Hamburg, 2021)

²⁵⁶ (ITS-Strategie, 2021)

²⁵⁷ (Behörde für Verkehr und Mobilitätswende)

²⁵⁸ (Hamburger Hochbahn AG, kein Datum)

²⁵⁹ (ITS-Strategie Hamburg, 2021)

5.10.6 Joker Anschaffungskosten – ioki

Seit 2018 existiert der On-Demand-Shuttle ioki. Dieser ermöglicht in den Stadtteilen Osdorf, Lurup und Billbrook sowie im Kreis Stormarn die Anbindung zu S-Bahn- und Bushaltestellen.²⁶⁰

Ioki kann mit einer HVV Fahrkarte und zu einem Aufpreis von einem Euro pro Fahrt genutzt werden. Gebucht wird die Fahrt per App. Gedacht ist der Shuttle als attraktive Alternative zum eigenen Auto.²⁶¹

6 Umsetzung, Vorgehen, Einschränkungen, Herausforderung

Das Ziel war es ein qualitativ hochwertiges und gut vergleichbares Kartenquartett zu konzipieren und auf der Messe für die ITS Hamburg GmbH zur Verfügung zu stellen. Über gemeinsames Brainstorming konnte jedes Teammitglied erste eigene Ideen einbringen.

Aus dem Ergebnis wurden 30 sinnvolle Fahrzeuge und Fortbewegungsmittel mit dem ITS-Hamburg GmbH ausgewählt. Es wurde darauf geachtet so viele Fahrzeuge wie möglich aus den ADAC-Testberichten zu entnehmen. Dies machte die Auswahl der Transportmittel schwieriger als man anfangs gedacht hatte. Zusätzlich musste überlegt werden, wie man mit Fahrzeugen umgeht, von denen keine Testberichte vorlagen. Hierfür mussten viele Annahmen und Berechnungen gemacht werden, die in Kapitel Berechnungsgrundlagen aufgezeigt werden. Dies hat teilweise zu Einschränkungen bei der Auswahl der Transportmittel sowie für die Vergleichbarkeit geführt.

Was sich als zusätzliche Herausforderung herausgestellt hat, waren die Abbildungserlaubnisse für die einzelnen Transportmittel zu erhalten und einsetzen zu dürfen. Teilweise mussten auf andere Transportmittel zurückgegriffen werden. Fahrzeuge, die nicht aus den Testberichten entnommen wurden, wie zum Beispiel das vanMoof Fahrrad oder der E-Scooter Erget Pro, mussten einzeln angefragt und auf die Erlaubnis gehofft werden. Für den normalen Diesel-Bus von der Hochbahn hat man z.B. keine Erlaubnis erhalten und es wurde das Bild von dem elektrischen Bus der Hochbahn abgebildet, da fast keine Unterschiede zu erkennen sind. Dank den guten Kontakten der ITS-Hamburg GmbH zur der DB AG war es möglich, von der Deutschen Bahn betrieben Verkehrsmittel alle Abbildungserlaubnisse erhalten.

Nach Absprache mit dem ITS-Hamburg GmbH wurde entschieden, weitere sechs Joker-Karten in das Quartett einzufügen. Die Joker-Karten wurden in dem Kapitel ITS-Karten aufgeführt und erklärt. Dieses stellte noch einmal die Herausforderung dar, weitere Spielregeln einzubringen bzw. vorhandene Spielregeln anzupassen

Mit Hilfe des Grafikdesigners wurde schnell und ohne Probleme ein geeignetes Layout für die Karten sowie für die Hülle gefunden.

Durch den kleinen zur Verfügung stehenden Zeitraum von Beginn der Studienarbeit bis zum ITS-Weltkongress war es eine große Herausforderung das Quartett pünktlich auszustellen. Bis das Quartett druckbereit war, ist viel Zeit vergangen. Es stellte sich als große Aufgabe heraus eine geeignete Druckerei zu finden, die das Quartett pünktlich zum Weltkongress drucken konnte. Es gab drei wichtige Anforderung: hohe Qualität, schnelle Lieferung und eine bedruckte Verpackung aus Papier. Die von

²⁶⁰ (Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH)

²⁶¹ (ITS-Strategie Hamburg, 2021)

den Studenten ermittelten Druckereien konnten leider nicht alle Anforderungen erfüllen. Dank der guten Kontakte des ITS-Hamburg GmbH konnte dennoch eine Druckerei ausfindig gemacht werden, die alle Kriterien erfüllen konnte.

Das Quartett konnte erfolgreich zum ITS-Weltkongress 2021 ausgelegt werden.

7 Darstellung der Ergebnisse

Unter der Prämisse, dass das Quartett die umweltfreundlicheren Alternativen der urbanen Mobilität darstellen soll, wurde eine Excel Tabelle erstellt, um alle Kategorien und Karten automatisch miteinander zu vergleichen. Diese wurde bereits im Kapitel „Vorstellung Entwickeltes Modell“ vorgestellt. Aus den Ergebnissen dieses Rankings²⁶² lässt sich, nach den gewählten Kategorien, die öffentlichen Verkehrsmittel als Gewinner definieren. Sie belegen in der gesamten Reihenfolge Platz eins (S-Bahn), Platz zwei (Bus), Platz vier (U-Bahn) und Platz acht (E-Bus). Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Verkehrsmittel in den Kategorien „Maximale Personen“ aufgrund der großen Kapazitäten im Gegensatz zu allen anderen Fahrzeugen, und der Anschaffungskosten, die hier aus Konsumentensicht nicht vorhanden sind, die mitfahrende Person muss nur ein Ticket besitzen, was als Gebrauchskosten gewertet wurde. Hier befinden sich die öffentlichen Verkehrsmittel im Mittelfeld, sie sind teurer als beispielsweise zu Fuß zu gehen aber immer noch günstiger als sich ein MOIA zu rufen oder mit dem SUV zu fahren. In der Bewertung wird allerdings nicht widerspiegelt, dass sich Busse an gewisse Linien und Fahrpläne halten müssen und auch die Bahn nur auf den vorhandenen Schienen in den vorgeschriebenen Zeitplänen fahren. Somit ist man freier in der Stadt unterwegs, wenn man das eigene Fahrzeug oder ein Taxi nutzt, da diese Fahrzeuge auf Abruf zur Verfügung stehen. Auch sind einige Routen durch die Stadt nicht so schnell fahrbar wie mit dem eigenen Auto, da die Strecken der öffentlichen Verkehrsmittel nicht so gut ausgebaut sind. Generell ist die Vergleichbarkeit dieser Daten auf andere Großstädte schwierig, da dieses Projekt an der Stadt Hamburg festgemacht wurde und es in anderen Regionen um die öffentlichen Verkehrsmittel nicht so gut gestellt ist. Zudem wird hier auch nur die maximale mögliche Anzahl an Personen betrachtet, die in den Verkehrsmitteln aufgenommen werden kann. Das ein Bus nur mit einem Passagier oder ohne Passagiere fährt ist hier nicht betrachtet. Dies ist, rein aus der Betrachtung für den „CO₂-Ausstoß“, äußerst problematisch, da sie hier im Ranking besser dargestellt werden als sie bei solchen Leerfahrten wären.

Überraschend an dem Vergleich sind die elektrisch betriebenen Autos. Wenn man von Transportmöglichkeiten, die Muskelkraft zur Fortbewegung benötigen absieht, dann sind die elektrisch betriebenen Autos trotzdem nicht oben mit dabei, wie eventuell zu erwarten sei. Auch die U-Bahn und die S-Bahn, die beide elektrisch betrieben werden, schneiden hier schlecht ab. Grund dafür ist, dass für die Werte auch der deutsche Strommix in Betracht bezogen wurde, also wie die genutzte elektrische Energie erzeugt wird. In Deutschland wird viel von dem genutzten Strom noch durch Kohle und ähnliche Stromerzeugungsmaßnahmen produziert²⁶³, was diese Fahrzeuge zwar für den Endverbraucher keinen CO₂-Ausstoß bedeutet, für die gesamte Nutzung aber hoch ist. Um dies zu verbessern, müsste in Deutschland der Strom vermehrt durch „grüne“ Stromerzeuger wie Windkraftträder produziert werden. Zudem wurden der CO₂-Ausstoß bei der Herstellung der Fahrzeuge nicht berücksichtigt, was das Ranking noch beeinflussen könnte. Dies spiegelt sich auch im gesamten

²⁶² Abbildung 3 Ranking

²⁶³ (strom-report, 2021)

Ranking wieder, hier belegt beispielsweise der „Tesla Model X“ den 24ten Platz und der „VW e-up! Style“ den 27ten von 30 Plätzen. Dazu stehen im Gegensatz kleine Autos, die mit Verbrennungsmotoren angetrieben werden, welche teilweise ähnliche Bewertungen in der „CO₂-Ausstoß“ Kategorie bekommen wie einige elektrisch betriebene Fahrzeuge. So ist der „Smart fortwo“ auf Platz 17 und der elektrisch betriebene „Tesla Model X“ auf Platz 19.

In der Kategorie „maximale Geschwindigkeit“ finden sich auf den oberen Plätzen primär Fahrzeuge, die die nutzende Person selbst besitzen muss, um diese zu fahren. Dabei durchmischen sich Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren und elektrisch betriebene Autos durch, wodurch diese Fahrzeuge auch für das gesamte Ranking Punkte sammeln. Problematisch ist hier allerdings, dass diese Fahrzeuge innerhalb der Stadt normalerweise nicht die 200 km/h fahren, die sie fahren könnten. Somit ist diese Kategorie eher für den Spielspaß an dem Quartett beteiligt als an dem Vergleich, welches Fortbewegungsmittel sich im urbanen Verkehr ökologisch am besten nutzen lässt.

In einigen Testspielen mit dem Quartett hat sich gezeigt, dass die Joker Karten des ITS den Spielfluss recht stark stören, da es davon relativ viele im Vergleich zu normalen Karten gibt. Allerdings auch ohne diese zeigten sich schnell, welche Karten insgesamt gut und stark im Spiel sind. Gerade bei der Personenanzahl war ein gewisses Ungleichgewicht wahrzunehmen, da die öffentlichen Verkehrsmittel unverhältnismäßig viele Personen transportieren können.

8 Zusammenfassung und Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Quartett sowohl beim Erarbeiten der Daten als auch während des Spiels zeigt, welche Transportmittel hinsichtlich der CO₂-Bilanz nachhaltiger sind. Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt wurde, wurde der CO₂-Ausstoß für Verkehrsmittel des öffentlichen Nahverkehrs mit der maximalen Personenanzahl, die befördert werden kann, berechnet. Da Busse und Bahnen aber gerade Tagsüber, abseits der Hauptverkehrszeiten, nicht voll besetzt sind, sind die Emissionen pro Personenkilometer an der Stelle höher.

Im Weiteren wurde festgestellt, dass Elektrofahrzeuge jeglicher Art überwiegend mit dem deutschen Strommix geladen werden. Dieser Strommix wird aus unterschiedlichen Energiequellen wie Kernenergie, Braunkohle, und erneuerbarer Energie generiert.²⁶⁴ Da gerade die Energieerzeugung durch Verbrennung fossiler Stoffe massiv zum Ausstoß von CO₂ beiträgt, haben diese Fahrzeuge infolgedessen auch einen hohen CO₂-Ausstoß. Würden Elektrofahrzeuge in Zukunft nur noch mit Ökostrom, welcher aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, aufgeladen werden, würde sich die CO₂-Bilanz dieser Fahrzeuge verbessern.

Während der Suche von Daten ist außerdem aufgefallen, dass verschiedene Quellen gerade bei für den CO₂-Ausstoß unterschiedliche Werte angaben. Besonders bei Transportmitteln des öffentlichen Nahverkehrs zeichneten sich deutliche Unterschiede ab. So gaben Unternehmen beispielsweise an, dass Ihre Fahrzeuge emissionsfrei seien, wobei andere Quellen dem widersprachen.

Ein weiteres Problem hinsichtlich der Elektrofahrzeuge stellt das Aufladen an sich dar. Gerade in innerstädtischen Wohngebieten, in denen ausschließlich Mehrfamilienhäuser vorzufinden sind, gestaltet sich die Errichtung von Ladestationen schwierig. An dieser Stelle muss die Infrastruktur in

²⁶⁴ (Strom-Report, 2021)

Zukunft verbessert werden, sodass Anwohnern die Möglichkeit geboten wird, sich beispielsweise ein Elektroauto zu kaufen und dieses auch laden zu können.

Bezogen auf die Wirtschaftlichkeit kann festgehalten werden, dass Transportmöglichkeiten wie das Fahrrad oder das E-Bike, weitaus besser abschneiden als ein Auto, da die Gebrauchskosten geringer sind. Auch öffentliche Verkehrsmittel schneiden in dieser Kategorie gut ab.

Sharing-Angebote, wie Moia, ioki aber auch das Taxi, können an dieser Stelle nicht überzeugen. Der Nachhaltigkeitsgedanke, dass Menschen dann eher auf ein eigenes Auto verzichten, ist zwar sinnvoll, jedoch sind diese Angebote teilweise sehr kostspielig. Ebenfalls dauert eine Fahrt mit Moia zum Teil lange, da weitere Personen abgeholt bzw. abgesetzt werden müssen und man nicht auf direktem Weg zu seinem Ziel gelangt. Daher ist es nachvollziehbar, dass einige Menschen nicht auf ein eigenes Fahrzeug verzichten wollen, wenn sie sich damit schneller fortbewegen können.

Rückblickend gestaltet sich die Vergleichbarkeit einzelner Kategorien bzw. Fahrzeuge schwierig, da z.B. nicht alle Daten von Kraftfahrzeugen aus ADAC Testberichten stammen. Auch wurden Autotest nicht immer im selben Jahr durchgeführt, wodurch auch hier die Vergleichbarkeit beeinträchtigt wurde, da sich die Testverfahren zunehmend verändert haben.

9 Reflexion

Vorab wurde ein Zeitplan erstellt (siehe Anhang), in dem festgehalten wurde, welche Aufgaben für die Erstellung des Quartetts erledigt werden müssen. Da die Fertigstellung zeitlich mit dem Termin des ITS-Weltkongresses festgelegt war, wurden anstehende Aufgaben zügig bearbeitet. Wöchentliche Meetings mit Prof. Müller haben ebenfalls dazu beigetragen, dass Absprachen bezüglich der Erledigung von Aufgaben eingehalten wurden.

Negativ ist die Zusammenarbeit mit dem Team des ITS-Weltkongresses aufgefallen, da sie nach unserer Ausarbeitung der Karten einige Änderungen und die Berücksichtigung von Ankerprojekten verlangt haben. Infolgedessen mussten Fahrzeuge von uns zurückgestellt, um Jokerkarten in das Quartett einzubringen. Durch die zusätzliche Ausarbeitung von neuen Karten und Absagen bezüglich der Bildrechte kamen wir zum Projektende hin in zeitliche Bedrängnis.

Rückblickend hätte der Austausch zwischen uns Studierenden und dem ITS-Team deutlich früher stattfinden müssen, da die Vorstellung des Endprodukts von beiden Seiten unterschiedlich war. So hätte das negative Empfinden unsererseits abgewendet werden können, da wir den Wünschen des ITS-Teams gezielt nachkommen hätten können.

Ein weiterer Aspekt, der Verbesserungspotenzial für die nächste studentische Arbeit hat, ist die zeitnahe Erledigung der Studienarbeit. Diese hätte während der Erarbeitung der Karten parallel geführt werden sollen. Dies haben wir nicht getan und somit fehlte uns die Zeit während des Semesters und der Klausurenphase die Studienarbeit fertigzustellen.

Durchweg positiv wurde die Zusammenarbeit mit Prof. Müller empfunden, da er sich viel Zeit für unsere Anliegen genommen hat und konstruktive Kritik sowie Verbesserungsvorschläge eingebracht hat.

Literaturverzeichnis

- ADAC. (2015). Abgerufen am 30. 11 2021 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/smart/fortwo/453/242477/>
- ADAC. (2017). Abgerufen am 30. 11 2021 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/fiat/500/312-facelift/249134/>
- ADAC. (kein Datum). ADAC. Von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/micro/microlino/1generation/309550/> abgerufen
- ADAC. (kein Datum). *Fiat 500 1.2 8V Pop*. Abgerufen am 15. 08 2021 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/fiat/500/312-facelift/249134/#technische-daten>
- ADAC. (kein Datum). *VW up! 1.0 take up!* Abgerufen am 15. 08 2021 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/vw/up/1generation-facelift/304522/#allgemeine-daten>
- Amt für Bildung, Referat Mobilitäts- und Verkehrserziehung. (2014). Wir fahren mit dem HVV. 23. Abgerufen am 17. 09 2021 von https://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2014/32666/pdf/hvv_schuelerbuch.pdf
- Autohaus. (2009). „New Small Family“: VW baut neue Kleinwagen-Familie in Bratislava. Abgerufen am 28. 04 2022 von <https://www.autohaus.de/index.php/nachrichten/gw-trends/new-small-family-vw-baut-neue-kleinwagen-familie-in-bratislava-2711661>
- AutoScout24*. (kein Datum). Abgerufen am 23. 03 2022 von <https://www.autoscout24.de/auto/smart/smart-eq-fortwo/>
- Beard, L. (kein Datum). *Bike Preview*. Atlanta.
- Behörde für Verkehr und Mobilitätswende. (kein Datum). *Intelligente Metro-Buslinie 26 in Rahlstedt*. Hamburg. Abgerufen am 10. 05 2022 von <https://www.hamburg.de/bvm/medien/15431362/2021-09-24-bvm-buslinie-26/>
- Behörde für Verkehr und Mobilitätswende. (kein Datum). *ITS -Projekt PrioBike-HH*. Hamburg. Abgerufen am 10. 05 2022 von <https://www.hamburg.de/bvm/priobike/>
- Brand, M. (2015). *Autotest smart fortwo coupé 1.0*. Abgerufen am 15. 08 2021 von https://assets.adac.de/image/upload/Autodatenbank/Autotest/AT5273_smart_fortwo_coup_1_0_passion/smart_fortwo_coup_1_0_passion.pdf
- Brand, M. (2018). *adac.de*. Von file:///C:/Users/Sanuel%20Eckmann/OneDrive%20-%20hamburg.de/Studium/Studienarbeit/Quellen/Toyota_Yaris_1_5_Hybrid_Comfort.pdf abgerufen
- Burger, M. (23. Juli 2021). *radfahren.de*. Von <https://www.radfahren.de/service/kosten-fahrrad-service-werkstatt-wartung-pflege/#:~:text=15%2C33%20Eurocent%20pro%20Kilometer,249%20Euro%20Kosten%20pro%20Jahr.> abgerufen
- Der Spiegel. (1994). Triumph eines Tüftlers.
- Digitale Schiene Deutschland. (2022). Abgerufen am 10. 05 2022 von <https://digitale-schiene-deutschland.de/Digitale-S-Bahn-Hamburg>

Dr. Malina, R. (2018). *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen am 13. 05 2022 von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/oeffentlicher-personennahverkehr-oepnv-46428>

Elektrobike. (2018). Abgerufen am 14. 08 2021 von <https://www.elektrobike-online.com/e-bike-pflege/wie-teuer-ist-e-biken/>

Emcel. (2020). Wie ist die Ökobilanz von Elektrobussen? Abgerufen am 18. 08 2021 von <https://emcel.com/de/oekobilanz-von-elektrobussen/>

ePowers. (kein Datum). Abgerufen am 14. 08 2021 von <https://www.epowers.org/elektroscooter/co2-bilanz/#:~:text=%E2%80%8BDemnach%20liegt%20der%20CO2,8%20g%20CO2%20pro%20Kilometer.>

Fahrrad XXL Group GmbH. (kein Datum). *fahrrad-xxl.de*. Von <https://www.fahrrad-xxl.de/beratung/fahrrad/teuer-oder-preiswert/#:~:text=In%20unserem%20Shop%20findest%20du,bereits%20ab%20budgetfreundlichen%201100%20€.> abgerufen

Fantic26 Funsport GmbH. (05 2022). *fantic26.de*. Von <https://www.fantic26.de/Scooter-wheels> abgerufen

FCA Germany AG. (2021). *de-media.opel.com/*. Von https://de-media.opel.com/de/psa_dam/noterm/AC/view_gallery_page/0/pag/0 abgerufen

Fiat. (2017). Abgerufen am 30. 11 2021 von <https://www.fiat.de/news/fiat-500-anniversario-60-geburtstag>

globetrotter. (2021). *globetrotter.com*. Abgerufen am 18. 04 2021 von <https://www.globber.com/de/scooters-for-adults/16-597-ONE-NL-205.html#/farbe-schwarz>

Globetrotter. (2021). *globetrotter.de*. Von <https://www.globetrotter.de/hanwag-hikingstiefel-maenner-torsby-gtx-asphaltyellow-h203700/> abgerufen

hamburg.de. (2017). 5-Minuten-Takt wird ausgeweitet. Abgerufen am 02. 05 2022 von <https://www.hamburg.de/hvv/9806056/hvv-ausweitung-takt/>

hamburg.de. (kein Datum). E-Tretroller in Hamburg. Abgerufen am 29. 04 2022 von <https://www.hamburg.de/verkehr/12732854/e-tretroller/>

Hamburger Hochbahn AG. (kein Datum). *hvv switch App*. Abgerufen am 10. 05 2022 von <https://hvv-switch.de/de/inhalt/kategorie/app-kommunikation/>

Hekmati, B. (2020). *titus.de*. Von <https://www.titus.de/blog/wiki/longboard-guide/pumpen/#:~:text=Dabei%20lassen%20sich%20kurzfristig%20Spitzengeschwindigkeiten,ohne%20den%20Boden%20zu%20beruehren!> abgerufen

Herberger, J. (2020). *maxiroller.de*. Abgerufen am 18. 04 2021 von <https://www.maxiroller.de/tretroller-faq>

heute im Bundestag. (22. März 2018). [https://www.bundestag.de/webarchiv/presse/hib/2018_03/548536-548536#:~:text=Berlin%3A%20\(hib%20FHAU\),46%20Personen%20pro%20Fahrzeug%20besetzt](https://www.bundestag.de/webarchiv/presse/hib/2018_03/548536-548536#:~:text=Berlin%3A%20(hib%20FHAU),46%20Personen%20pro%20Fahrzeug%20besetzt)
Von https://www.bundestag.de/webarchiv/presse/hib/2018_03/548536-

548536#:~:text=Berlin%3A%20(hib%2FHUAU),46%20Personen%20pro%20Fahrzeug%20besetzt.: <https://www.bundestag.de> abgerufen

Hildebrandt, R. (03. 03 2022). *motor1.com*. Von <https://de.motor1.com/news/571212/mercedes-e-klasse-taxi-aus/> abgerufen

Hochbahn. (kein Datum). Abgerufen am 14. 08 2021 von https://www.hochbahn.de/resource/image/15452/landscape_ratio16x9/944/531/5593e68624be290f692398a85612bca3/A39D6B4A00B6B5818CB402922AA37F73/02-solaris.jpg

Hochbahn. (kein Datum). Der Fahrbetrieb der Hochbahn. Abgerufen am 16. 08 2021 von https://www.hochbahn.de/resource/image/3560/landscape_ratio4x3/768/576/7dc4d8b5693ea1bebb92832ab7d771c0/70AAD748C2EC00D269A1DE104C432FBB/u4-hafency-universitaet.jpg

Hochbahn. (kein Datum). Die große Emissionsfreiheit. Abgerufen am 28. 04 2022 von <https://www.hochbahn.de/de/projekte/e-busse-fuer-hamburg>

Hochbahn. (kein Datum). *Diesel-Bus*. Abgerufen am 14. 08 2021 von https://www.hochbahn.de/resource/image/15454/landscape_ratio16x9/944/531/eea6f131532511ceffe03d1090a1123c/BE508227A5E188A05AA2C9FF8D0181E4/03-e-busse-alsterdorf.jpg

<https://de.statista.com/>. (2021). Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/776/umfrage/durchschnittspreis-fuer-superbenzin-seit-dem-jahr-1972/> abgerufen

<https://www.energie.web.de/>. (2021). Von <https://www.energie.web.de/ratgeber/strom-faq/strompreis-entwicklung/> abgerufen

infas, D. I. (2019). *Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI)*. Abgerufen am 04. 09 2021 von <https://metropolregion.hamburg.de/contentblob/12993612/097d17d2ed340bca93128bf4ea8d0acb/data/mid-studie.pdf>

infas, DLR, IVT und infas 360 . (2019). *Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI)*. Abgerufen am 04. 09 2021 von <https://metropolregion.hamburg.de/contentblob/12993612/097d17d2ed340bca93128bf4ea8d0acb/data/mid-studie.pdf>

infas, DLR, IVT und infas 360. (2019). *Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI)*. Abgerufen am 04. 09 2021 von <https://metropolregion.hamburg.de/contentblob/12993612/097d17d2ed340bca93128bf4ea8d0acb/data/mid-studie.pdf>

infas, DLR, IVT und infas 360. (2019). *Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI)*. Abgerufen am 04. 09 2021 von <https://metropolregion.hamburg.de/contentblob/12993612/097d17d2ed340bca93128bf4ea8d0acb/data/mid-studie.pdf>

infas, DLR, IVT und infas 360. (2019). *Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI)*. Abgerufen am 04. 09 2021 von <https://metropolregion.hamburg.de/contentblob/12993612/097d17d2ed340bca93128bf4ea8d0acb/data/mid-studie.pdf>

infas, DLR, IVT und infas 360. (2019). *Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI)*. Abgerufen am 27. 04 2022 von <https://metropolregion.hamburg.de/contentblob/12993612/097d17d2ed340bca93128bf4ea8d0acb/data/mid-studie.pdf>

infas, DLR, IVT und infas 360. (2019). *Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI)*. Abgerufen am 27. 04 2022 von <https://metropolregion.hamburg.de/contentblob/12993612/097d17d2ed340bca93128bf4ea8d0acb/data/mid-studie.pdf>

ITS mobility e.V. (2022). *TAVF*. Abgerufen am 10. 05 2022 von <https://tavf.hamburg/>

ITS-Strategie. (2021). *Ziele, Akteure und Ankerprojekte*. Hamburg.

ITS-Strategie Hamburg. (04. 01 2021). *Ziele, Akteure und Ankerprojekte*. Hamburg.

ITS-Strategie Hamburg. (2021). *Ziele, Akteure und Ankerprojekte*. Hamburg.

Klimmer, S. (2020). *flickr.com*. Von https://www.holland.com/upload_mm/3/1/f/78304_fullimage_taxi%20bordje%20%C2%A9%20stefan%20klimmer%20via%20flickr.jpg abgerufen

Kroher, T. (2022). *www.adac.de*. Von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/markenmodelle/opel/opel-crossland-x/> abgerufen

Maguthová, S. (2017). *hamburg.de*. Von <https://www.hamburg.de/taxi/2936756/taxi-fahrpreise/> abgerufen

Martin. (kein Datum). *Scooter und Roller*. Abgerufen am 13. 08 2021 von <https://scooterundroller.de/escooter-was-kostet-ein-kilometer/>

microlino-car.com/de/microlino. (kein Datum). Von <https://microlino-car.com/de/microlino> abgerufen

MILES Mobility GmbH. (2021). *https://miles-mobility.com*. Von https://miles-mobility.com/_next/image?url=https%3A%2F%2Fa.storyblok.com%2Ff%2F121724%2F320x140%2F0a47445a7e%2Fvw-id3-diagonal-image-slider.png&w=1920&q=75 abgerufen

MILES Mobility GmbH. (2021). *miles-mobility.com*. Von <https://miles-mobility.com/preise> abgerufen

moia. (2021). *moia.io*. Von <https://help.moia.io/hc/de/articles/360000792045-Für-wie-viele-Personen-kann-ich-buchen-> abgerufen

moia. (2021). *moia.io*. Von https://www.moia.io/news-center/MOIA_Factsheet_Hamburg_DE.pdf abgerufen

MOIA GmbH. (2021). *moia.io*. Von <https://www.moia.io/de-DE/news-center> abgerufen

Müller, R. (2015). *adac.de*. Von file:///C:/Users/Sanuel%20Eckmann/OneDrive%20-%20hamburg.de/Studium/Studienarbeit/Quellen/Motorradtest%20Kawasaki%20Z%20800_249770.pdf abgerufen

- Müller, R. (November 2018). *adac.de*. Von [https://www.adac.de/_mmm/pdf/Motorradtest%20ZERO%20SR%20\(MJ%202018\)_328294.pdf](https://www.adac.de/_mmm/pdf/Motorradtest%20ZERO%20SR%20(MJ%202018)_328294.pdf) abgerufen
- Nationale Plattform Zukunft der Mobilität. (2019). *WEGE ZUR ERREICHUNG DER KLIMAZIELE*. Abgerufen am 03. 09 2021 von <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/03/NPM-AG-1-Wege-zur-Erreichung-der-Klimaziele-2030-im-Verkehrssektor.pdf>
- Pauly, C. (2017). *ADAC*. Von file:///C:/Users/Sanuel%20Eckmann/OneDrive%20-%20hamburg.de/Studium/Studienarbeit/Quellen/KIA_Niro_1.6_GDI_Hybrid_Spirit.pdf abgerufen
- Pauly, C. (Oktober 2020). *adac.de*. Von https://www.adac.de/_ext/itr/tests/Autotest/AT6033_VW_e_up!_Style/VW_e_up!_Style.pdf abgerufen
- Pfeffer, A. (März 2021). *adac.de*. Von https://assets.adac.de/image/upload/Autodatenbank/Autotest/AT6091_Opel_Crossland_1_2_DI_Turbo_GS_Line/Opel_Crossland_1_2_DI_Turbo_GS_Line.pdf abgerufen
- Renault Deutschland AG. (2021). *renault-presse.de*. Von <https://www.renault-presse.de/main> abgerufen
- Renault Deutschland AG. (2022). *dacia-presse.de*. Von <https://www.dacia-presse.de/main> abgerufen
- RSS. (09. 01 2019). *https://flotte.de*. Von <https://flotte.de/rss/1/328282/vw-tochter-startet-in-hamburg-so-teuer-ist-moia-im-vergleich-zu-taxi-bus-und-co-.html#:~:text=Moia%20ist%20ein%20Ride-Sharing,rund%20einen%20Euro%20pro%20Kilometer>. abgerufen
- Ruhdorfer, M. (Mai 2018). *adac.de*. Von https://www.adac.de/_ext/itr/tests/autotest/AT5619_Tesla_Model_X_100D/Tesla_Model_X_100D.pdf abgerufen
- Ruhdorfer, M. (August 2019). *adac.de*. Von https://www.adac.de/_ext/itr/tests/Autotest/AT5861_BMW_i3_120_Ah/BMW_i3_120_Ah.pdf abgerufen
- Ruhdorfer, M. (September 2019). *adac.de*. Von https://assets.adac.de/image/upload/Autodatenbank/Autotest/AT5922_Dacia_Duster_TCe_130_GPF_Prestige_2WD/Dacia_Duster_TCe_130_GPF_Prestige_2WD.pdf abgerufen
- Ruhdorfer, M. (Mai 2019). *adac.de*. Von https://assets.adac.de/image/upload/Autodatenbank/Autotest/AT5839_Renault_Kadjar_TCe_160_GPF_Bose_Edition_EDC/Renault_Kadjar_TCe_160_GPF_Bose_Edition_EDC.pdf abgerufen
- Ruhdorfer, M. (November 2020). *adac.de*. Von https://www.adac.de/_ext/itr/tests/Autotest/AT6056_VW_ID_3_Pro_Performance_58_kWh_1st_Max/VW_ID_3_Pro_Performance_58_kWh_1st_Max.pdf abgerufen
- Ruhdorfer, M. (November 2020). *adac.de*. Von https://assets.adac.de/image/upload/Autodatenbank/Autotest/AT6056_VW_ID_3_Pro_Performance_58_kWh_1st_Max/VW_ID_3_Pro_Performance_58_kWh_1st_Max.pdf abgerufen

S-Bahn Hamburg. (kein Datum). Von <https://assets.static-bahn.de/.imaging/focalpoint/710x355/dam/jcr:69129893-3109-4ff4-9fde-c5198bfe435b/213895-287464.jpg> abgerufen

Seifert, H.-U. (2018). *kruenitz1.uni-trier.de*. Von <http://www.kruenitz1.uni-trier.de/xxx/r/kr02565.htm> abgerufen

Silvestro, D. (2009). *adac.de*. Von https://assets.adac.de/image/upload/Autodatenbank/Autotest/AT4335_Mercedes_E_200_CDI_BlueEFFICIENCY_T_Modell_Elegance_DPF/Mercedes_E_200_CDI_BlueEFFICIENCY_T_Modell_Elegance_DPF.pdf abgerufen

sk8terguy. (2016). *gutefrage.net*. Von <https://www.gutefrage.net/frage/muss-ein-longboard-viel-kosten--> abgerufen

sk8terguy. (2017). *gutefrage.net*. Von <https://www.gutefrage.net/frage/wie-viele-km-schafft-man-mit-dem-longboard-an-einem-tag> abgerufen

skateshop24. (2022). *skateshop24.de*. Von <https://www.skateshop24.de/longboards/longboard-rollen/> abgerufen

Stender, D. (2019). *tretroller-magazin.de*. Von <https://tretroller-magazin.de/race-scooter-fitness/#:~:text=Wer%20mit%20einem%20normalen%20Tretroller,sind%20deutlich%20h%C3%B6here%20Geschwindigkeiten%20m%C3%B6glich.> abgerufen

Strom-Report. (2021). Abgerufen am 16. 05 2022 von <https://strom-report.de/strom/>

strom-report. (2021). *strom-report.de*. Von <https://strom-report.de/strom/#strommix-2021> abgerufen

VanMoof. (2020). Abgerufen am 25. 10 2021 von <https://www.vanmoof.com/de-DE/ebikes>

Velomotion. (2021). Abgerufen am 14. 08 2021 von <https://www.velomotion.de/magazin/2021/05/ebikes-sind-besser-als-bus-und-bahn/>

Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH. (kein Datum). *Ein neues On-Demand-Angebot als Teil des Nahverkehrs in Hamburg*. Abgerufen am 10. 05 2022 von <https://vhbus.de/ioki-hamburg/>

Vespa.com. (kein Datum). *Vespa.com*. Von https://www.vespa.com/de_DE/models/elektrica/elektrica-70-kmh-3-6-kw-electric-motorcycle/ abgerufen

vespa.com. (kein Datum). *www.vespa.com/at_DE/models/primavera/primavera-125-4s3v-2020/*. Von https://www.vespa.com/at_DE/models/primavera/primavera-125-4s3v-2020/ abgerufen

Vogel, U. (06. August 2018). *natours.de*. Von <https://natours.de/blog/2018/08/06/wandern-wieviele-km-pro-tag/> abgerufen

Vogt, M. E. (2019). *radtouren-checker.de*. Von <https://www.radtouren-checker.de/wie-viele-kilometer-kann-man-auf-einer-fahrradtour-pro-tag-schaffen/> abgerufen

VVS. (kein Datum). Abgerufen am 31. 08 2021 von https://www.vvs.de/service_preisvergl_co2.php

Walberg Urban Electrics. (2022). Abgerufen am 02. 05 2022 von <https://my-egret.com/de/Egret-Pro/>

Wikipedia. (13. 04 2021). <https://de.wikipedia.org/wiki/Supertrumpf>. Von wikipedia.org abgerufen

- Wikipedia. (2021). *wikipedia.de*. Von [https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrradfahren#:~:text=Die%20Durchschnittsgeschwindigkeit%20beim%20Fahrradfahren%20liegt,h%20\(S-Pedelec\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrradfahren#:~:text=Die%20Durchschnittsgeschwindigkeit%20beim%20Fahrradfahren%20liegt,h%20(S-Pedelec)). abgerufen
- Wikipedia. (15. 02 2022). Abgerufen am 28. 04 2022 von https://de.wikipedia.org/wiki/U-Bahn_Hamburg
- Wikipedia. (01. 05 2022). *S-Bahn Hamburg*. Abgerufen am 29. 04 2022 von https://de.wikipedia.org/wiki/S-Bahn_Hamburg
- Wikipedia. (24. 01 2022). *U-Bahn Hamburg*. Abgerufen am 03. 09 2021 von https://de.wikipedia.org/wiki/HHA_Typ_DT5
- Wolff, O. (2015). *Der Bus im ÖPNV*. Berlin/Köln. Abgerufen am 28. 04 2022 von <https://www.vdv.de/nahverkehr-10-2015-der-bus-im-oepnv.pdf>
- (2020). *WTT-Report Version 5*.

Anhang

Projektplan

Aufgabenliste

AUFGABE	PRIORITÄT	STATUS	ANFANGSDATUM	FÄLLIGKEITSDATUM	% ABGESCHLOSSEN	NOTIZEN
IST Ankerprojekte lesen	Standard	Abgeschlossen	25.05.2021	08.06.2021	100%	✓
Brainstorming Kategorien/Fahrzeuge	Standard	Abgeschlossen	25.05.2021	25.05.2021	100%	✓
Kontaktaufnahme mit urbanista	Standard	Abgeschlossen	10.06.2021	22.07.2021	100%	✓ leider keinerlei Kooperationsmöglichkeit
Projektstart und -ende	Hoch	In Bearbeitung	15.07.2021	30.09.2021	75%	
Aufgabenverteilung	Hoch	Abgeschlossen	15.07.2021	18.07.2021	100%	✓
Druck der Karten	Hoch	Abgeschlossen	01.09.2021	24.09.2021	100%	
Evaluation Kartenfertiger	Standard	Abgeschlossen	16.08.2021	24.08.2021	100%	✓ Friedmann
online-Tools für grafische Gestaltung	Standard	Abgeschlossen	16.08.2021	24.08.2021	100%	✓
Spielregeln aufstellen	Standard	Abgeschlossen	12.08.2021	17.08.2021	100%	✓ Jokerkarten einbinden
Ankerprojekte herausarbeiten für Jokerkarten	Standard	Abgeschlossen	26.08.2021	02.09.2021	100%	✓ wird vom ITS Team beigesteuert
Kartenrückseite mit Logo der HAW, IST und Young Mobility	Standard	Abgeschlossen	26.08.2021	02.09.2021	100%	✓
Dokumentation	Hoch	In Bearbeitung	04.10.2021	20.03.2022	25%	✓

Abbildung 34 Aufgabenliste mit Fälligkeitsdatum