



Institut für Straßen- und Verkehrswesen

# Wirkungsabschätzung von Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements

## MASTERARBEIT

vorgelegt von

Lukas Stabauer, BSc.

bei

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf

Technische Universität Graz

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Externer Betreuer:

Dr.-Ing. Stefan Krampe

Trafficon – Traffic Consultants GmbH

Graz, 27. Mai 2021







Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008  
Genehmigung des Senats am 01.12.2008

### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen / Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtliche und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit/Diplomarbeit identisch.

Graz, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lukas Stabauer, BSc.

### **Statutory Declaration**

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources. This document is identical with the electronic version uploaded via TUGRAZonline.

Graz, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lukas Stabauer, BSc.

### **Anmerkung: Gender Disclaimer**

In der vorliegenden Masterarbeit wird auf eine Aufzählung beider Geschlechter oder die Verbindung beider Geschlechter in einem Wort zu Gunsten einer leichteren Lesbarkeit des Textes verzichtet. Es soll an dieser Stelle jedoch ausdrücklich festgehalten werden, dass allgemeine Personenbezeichnungen für beide Geschlechter gleichermaßen zu verstehen sind.

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich während meiner Studienzeit und bei der Erstellung meiner Masterarbeit unterstützt haben.

Für die Betreuung dieser Arbeit möchte ich mich bei Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf und Dr.-Ing. Stefan Krampe bedanken, die mir ermöglichten diese Arbeit zu verfassen und mich stets während der Erstellung unterstützten. Hierbei möchte ich mich auch beim gesamten TraffiCon – Team bedanken, die mir bei Fragen immer unterstützend zur Seite standen.

Ein besonderer Dank gilt auch allen Teilnehmern der Befragung.

Ebenso möchte ich mich bei allen neu gewonnenen Freunde bedanken, die mich meine gesamte Studienzeit begleiteten. Ganz besonders gilt dieser Dank den Freunden aus dem Geotechnik Zeichensaal.

Abschließend möchte ich mich bei meiner gesamten Familie und hierbei im Besonderen bei meinem Vater Hans-Jörg bedanken, der mich im Laufe meines bisherigen Lebens stets in allen Belangen unterstützt und motiviert hat.

## **Aufgabenstellung für die Masterarbeit**

**von Lukas Stabauer, BSc**

Graz, 23.07.2020

# **Wirkungsabschätzung von Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements**

## **Problemstellung**

Betriebe, egal ob öffentlich, halböffentlich oder privatwirtschaftlich organisiert, sind wesentliche Verkehrserzeuger. Sie sind sowohl Ziel als auch Quelle von Verkehrsströmen. Das Betriebliche Mobilitätsmanagement (kurz BMM) ist eine strategische Planungsmethode, um den erzeugten Verkehr aktiv zu gestalten. Das Ziel des BMM ist es, eine möglichst effiziente, sichere, sozial-, stadt- und umweltverträgliche Abwicklung aller vom Unternehmen ausgehenden Verkehrsströme zu erreichen. Es gibt eine Vielzahl von Maßnahmen im betrieblichen Mobilitätsmanagement. Hierzu gehören zum Beispiel Maßnahmen zur

- ÖPNV-Förderung
- Radverkehrsförderung
- Effizientere Pkw-Nutzung
- Elektromobilität
- Zufußgehen

Im Rahmen von Beratungen werden Analyseinstrumentarien und hier insbesondere die Wohnstandortanalyse eingesetzt. Sie zeigen u.a. über abgeleitete Erreichbarkeitsindikatoren für verschiedene Verkehrsmittelalternativen, wie Wegeentfernungen, Fahrzeiten, Umstiegshäufigkeiten im ÖPNV und Reisezeitverhältnisse zwischen PKW und ÖPNV, Potentiale für verschiedene Handlungsfelder auf. Für die Wohnstandortanalyse werden die Wohnorte und Betriebsstätten als Basis für eine personalisierte Routenberechnung herangezogen und für die Beratung dem Unternehmen aufbereitet zur Verfügung gestellt. In Verbindung mit einer Beschäftigtenbefragung zur Mobilität können so gezielt maßgeschneiderte Beratungsinhalte für das Unternehmen und Maßnahmenpakete mit der Geschäftsführung / Mobilitätsberater abgestimmt werden.

Als Ergebnis des Beratungsprozesses werden auf das Unternehmen bezogene Maßnahmen vorgeschlagen und zum Teil die Wirkungen abgeschätzt. Jedoch sind derzeit die Wirkungen von einzelnen Maßnahmen im BMM weitestgehend unbekannt. Die Wirkungen einzelner Maßnahmen können z.B. Verlagerungseffekte, Umweltwirkungen, finanzielle Einsparpotentiale oder Gesundheitswirkungen bei mehr aktiver Mobilität sein.

## Aufgabenstellung

In der Masterarbeit sollen Indikatoren entwickelt werden, die eine quantitative Ermittlung von Wirkungen des betrieblichen Mobilitätsmanagements (BMM) möglich machen. Die Arbeit soll eine Grundlage bilden, die Sinnhaftigkeit einzelner Maßnahmen und Maßnahmenbündel des BMM durch eine Wirkungsanalyse beurteilen zu können. Die folgende Liste enthält die wesentlichen Bearbeitungspunkte der Masterarbeit; Abweichungen mit fortschreitendem Erkenntnisstand während der Bearbeitung sind möglich:

- Literaturrecherche zum Themenkreis des BMM und der quantitativen Wirkungsanalyse
- Bestimmung mobilitätsrelevanter Merkmale einzelner Betriebsstätten zur Einführung zielgerichteter Maßnahmen des BMM
- Expertenbefragung bei Beratungsunternehmen sowie Firmen, bei denen Maßnahmen des BMM bereits eingeführt wurden
- Detailanalyse zur Verkehrsmittelwahl an zwei Betriebsstätten, die BMM bereits eingeführt haben
- Konzepterstellung zur verkehrlichen, wirtschaftlichen, umweltrelevanten und gesundheitlichen Wirkungsanalyse von BMM

Die Masterarbeit erfolgt in enger Abstimmung mit der Firma Trafficon – Traffic Consultants GmbH, Salzburg. Der Diplomand verpflichtet sich, alle bereitgestellten Daten ausschließlich zur Anfertigung der Masterarbeit zu nutzen und bei der Datenaufbereitung und Datenanalyse der zur Verwendung gestellten Daten Datenschutzrichtlinien einzuhalten.

Die Arbeit ist zweifach mit allen Anlagen in DIN A4 gebunden einzureichen. Ein Datenträger mit dem Masterarbeitstext, Präsentationen sowie allen Modelldaten ist beizulegen.

Univ-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf  
Tel. 0316 873 - 6220  
martin.fellendorf@tugraz.at  
Institut für Straßen- und Verkehrswesen  
TU Graz  
Betreuer

# Kurzfassung

## **Wirkungsabschätzung von Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements**

98 Seiten, 40 Abbildungen, 22 Tabellen

Die Verkehrsbelastung auf den Straßen nimmt von Jahr zu Jahr immer weiter zu. Auch Betriebe tragen dazu bei und gelten, durch das Wirken als Ziel und Quelle von Verkehrsströmen, als einer der großen Verkehrserzeuger. Das betriebliche Mobilitätsmanagement (kurz BMM) beschäftigt sich genau mit diesen Verkehrsströmen und versucht diese durch Erstellung von BMM-Konzepten und Setzen von Maßnahmen zu lenken.

In dieser Masterarbeit wurde im Zuge einer Literaturrecherche versucht den Begriff BMM zu erklären. Schwerpunkt der Arbeit sind der Anlass, die Planung und die Einführung eines BMM Konzepts in einem Betrieb. In weiterer Folge wurden im Rahmen der Recherche die zur Verfügung stehenden Maßnahmen und die daraus zu erwartenden Wirkungen erörtert. Ein Hauptaugenmerk wurde dabei auf die gesundheitsbezogenen Wirkungen gelegt. Diese gelten häufig als Einführungsgrund und einer der größten Vorteile des BMM. Im Laufe der Arbeit hat sich jedoch die quantitative Erfassung diese Wirkungen als schwierig herausgestellt.

Um Einblick in die Praxis und den Prozess des BMM zu bekommen, wurden zum einen Interviews mit sechs Institutionen, welche BMM-Beratungen und BMM-Konzeptionierungen anbieten und zum anderen mit neun Betrieben, die bereits ein BMM-Konzept eingeführt haben, durchgeführt. Bei der Befragung der Beratungsunternehmen, wurde hauptsächlich auf den detaillierten Ablauf der Konzepterstellung, die spezifischen Ziele, welche damit verfolgt werden, häufig umgesetzte Maßnahmen und die mobilitätsrelevanten betrieblichen Merkmale mit besonderem Einfluss auf die Maßnahmenwahl, eingegangen. Die Befragung jener Betriebe, die Maßnahmen des BMM bereits eingeführt haben, zielte hauptsächlich auf die Form des ausgearbeiteten Konzepts und die Motivationsgründe dafür ab. In weiterer Folge wurde genauer auf die umgesetzten Maßnahmen eingegangen.

Um die Maßnahmen möglichst effizient und wirkungsvoll zu konzipieren, können Potenzialanalysen zum theoretisch möglichen Verkehrsmittelwahlverhalten der Mitarbeiter durchgeführt werden. Im Zuge dieser Arbeit wurde ein Konzept solch einer Potenzialanalyse, auf Basis eines Wegerechners der Firma „Trafficon - Traffic Consultants GmbH“, erstellt.

Um die Wirkungen nach der Umsetzung eines BMM-Konzepts auch quantifizieren und analysieren zu können, wurde ein Konzept zur Wirkungsanalyse der verkehrlichen, gesundheitlichen, umweltbezogenen und der monetären Wirkungen des BMM erstellt. Dabei wurde genauer auf die dafür benötigten Daten und deren Erfassung eingegangen.

Am Ende der Arbeit wurde eine Fallstudie zur Verkehrsmittelwahl an drei fiktiven Unternehmen in der Stadt Offenbach am Main durchgeführt. Diese Analyse wurde auf Basis der zuvor konzeptionierten Potenzialanalyse erstellt und diente zur Überprüfung der Sensitivität des Berechnungsablaufs auf die mobilitätsrelevanten betrieblichen Merkmale, Qualität der ÖV Anbindung, Lage des Betriebs und Art des Arbeitszeitmodells. Dabei konnte bestätigt werden, dass dieses Konzept auf alle drei dieser Parameter gut reagiert.

# Abstract

## **Assessment of the impact of corporate mobility management measures**

98 pages, 40 figures, 22 tables

The traffic load on the roads increases from year to year. Companies also contribute to this, by acting as the destination and source of traffic flows. They are considered to be one of the major traffic generators. Corporate mobility management (CMM for short) deals with these traffic flows and it tries to control them by creating CMM concepts and taking measures.

In this master's thesis, an attempt was made to explain the term CMM during literature research. The focus of the work is the occasion, the planning, and the introduction of a CMM concept in a company. Subsequently, the available measures and the effects to be expected from them were discussed as part of the research. A major focus was placed on the health-related effects. These are often considered as the reason for introduction and one of the greatest benefits of CMM. In the course of the work, however, it turned out that these effects cannot be quantified easily.

To get an insight into the practice and the process of CMM, interviews were carried out on the one hand with six institutions that offer CMM consulting and CMM concepts and on the other hand with nine companies that have already introduced a CMM concept. In the survey of the consulting companies, the detailed process of creating a concept, the specific goals that are pursued, the measures that are often implemented, and the mobility-relevant operational characteristics that have a particular influence on the choice of measures were discussed. The survey of the companies that had already introduced CMM measures aimed mainly at the form of the developed concept and the reasons for motivation. Subsequently, the implemented measures were discussed in more detail.

To design the measures as efficiently and effectively as possible, potential analysis can be carried out on the theoretically possible mode of transport choices of employees. In the course of this work, a concept of such a potential analysis was created based on a route calculator from the company "Trafficon - Traffic Consultants GmbH".

To be able to quantify and analyse the effects after the implementation of a CMM concept, a concept for the impact analysis of the traffic, health, environmental and monetary effects of the CMM was created. The data required for this and its collection were discussed in more detail.

At the end of this master's thesis, a case study on the choice of transportation mode was carried out at three fictitious companies in the city of Offenbach am Main. This analysis was created based on the potential analysis and was used to check whether the calculation process reacts to the mobility-relevant operational characteristics, the quality of the public transport connection, the location of the company, and the type of working time model. It was possible to confirm that this concept is sensitive to all three of these parameters.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>iv</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>v</b>
<b>Abkürzungen.....</b>	<b>vi</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation.....	1
1.2 Aufgaben und Problemstellung.....	1
1.3 Ziel der Arbeit und Vorgehensweise.....	1
1.4 Methodik.....	2
<b>2 Grundlagen des BMM.....</b>	<b>4</b>
2.1 Betriebliches Mobilitätsmanagement.....	4
2.2 Anlässe für die Einführung eines BMM.....	5
2.3 Einführen des betrieblichen Mobilitätsmanagements im Betrieb.....	5
2.4 Instrumente und Maßnahmen.....	6
2.4.1 Maßnahmenbereich - Effizienter Fuhrpark.....	7
2.4.2 Maßnahmenbereich - Pkw-Verkehr.....	7
2.4.3 Maßnahmenbereich - Öffentlicher Verkehr.....	8
2.4.4 Maßnahmenbereich - Radverkehr.....	8
2.4.5 Maßnahmenbereich - zu Fuß gehen.....	8
2.4.6 Maßnahmenbereich - Information.....	8
2.4.7 Maßnahmenbereich - Organisation.....	9
2.4.8 Maßnahmenbereich - Elektromobilität.....	9
2.4.9 JobTicket.....	9
2.4.10EcoPoints.....	9
2.5 Wirkungen.....	10
2.5.1 Verkehrliche.....	10
2.5.2 Gesundheit.....	10
2.5.3 Umweltwirkung.....	14
2.5.4 Monetäre Wirkung.....	16
2.5.5 Weitere Wirkungen.....	17
2.6 Greenwashing.....	18
2.7 Theoretische Potenziale.....	18
2.8 Derzeitige Wirkungsabschätzungen.....	18
2.8.1 EPA COMMUTER Model.....	19

2.8.2	CURT_AVR – Worksite Trip Reduction Model.....	19
2.8.3	UK Workplace Travel Plan Evaluation Tool .....	19
2.8.4	TDM Effectiveness Evaluation Model (TEEM).....	19
2.8.5	Worksite Trip Reduction Model (WTRM).....	19
2.8.6	Trip Reduction Impacts of Mobility Management Strategies Model (TRIMMS).....	20
2.8.7	Maximize.....	20
2.8.8	Simulationsmodell Mobilitätsmanagement (Schweiz) .....	20
2.8.9	Wirkungsmodell nach Louen.....	21
2.8.10	Zusammenfassung der Modelle zur Wirkungsabschätzung .....	21
2.9	Wirkungsanalyse.....	22
2.10	Resümee .....	22
<b>3</b>	<b>Befragung.....</b>	<b>23</b>
3.1	Befragung bei Unternehmen, die BMM Beratungen anbieten.....	23
3.1.1	Ablauf der BMM Beratungen .....	23
3.1.2	Ziele der BMM Beratungen.....	26
3.1.3	Mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale .....	27
3.1.4	Häufige Maßnahmen.....	27
3.1.5	Methoden oder Modelle zur Wirkungsabschätzung .....	28
3.1.6	Gesundheitsbezogene Maßnahmen .....	28
3.1.7	Greenwashing .....	28
3.2	Befragung bei Betrieben, die BMM Maßnahmen gesetzt haben.....	29
3.2.1	Mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale .....	29
3.2.2	Erstellung des Maßnahmenkonzepts.....	30
3.2.3	BMM Abteilung, BMM Teams in den Firmen.....	31
3.2.4	Motivation für das BMM.....	32
3.2.5	Corona & BMM .....	32
3.2.6	Gesundheitsförderung .....	33
3.2.7	Greenwashing .....	33
3.2.8	Maßnahmen.....	33
3.2.9	Maßnahmenbündel.....	35
3.2.10	Wirkung.....	35
<b>4</b>	<b>Konzepterstellung Potenzialanalyse .....</b>	<b>37</b>
4.1	Berechnung von Indikatoren mittels Wegerechner .....	37
4.1.1	Zusammenfassung der Wegeberechnung .....	42
4.2	Schema des Konzepts .....	43
4.2.1	Auswahl der attraktivsten Verbindungen je Verkehrsmodus und Mitarbeiter .....	43
4.2.2	Auswahl der Erreichbarkeitsindikatoren zum Vergleich der Verkehrsmodi.....	46

---

4.2.3	Qualitätsstufen und Reisezeitverhältnisse für PT, P&R und B&R .....	47
4.2.4	Auswahl der abzuschätzenden Potenziale .....	47
4.3	Potenziale .....	48
4.3.1	Darstellung der Fahrradentfernungen der Mitarbeiter .....	48
4.3.2	Beschreibung der Qualitätsstufen der Reisezeitverhältnisse .....	48
4.3.3	Potenzieller Modal Split .....	50
<b>5</b>	<b>Konzepterstellung der Wirkungsanalyse .....</b>	<b>56</b>
5.1	Wirkungen .....	56
5.2	Zusammenhänge und Einflüsse auf Indikatoren .....	58
5.3	Benötigte Daten für die Wirkungsanalyse und deren mögliche Erfassung .....	59
5.4	Datenerfassung der Erhebaren Daten .....	61
5.4.1	Datenerfassung mittels Fragebogen .....	61
5.4.2	Datenerfassung durch kontinuierliche Eingabe .....	66
5.4.3	Datenerfassung durch Zählung .....	67
5.5	Empfohlener Vorgang bei der Wirkungsanalyse .....	67
<b>6</b>	<b>Fallstudie – Verkehrsmittelwahl durch Potenzialanalyse .....</b>	<b>68</b>
6.1	Betriebe .....	68
6.1.1	Betriebsstandorte .....	68
6.1.2	Mitarbeiter Wohnorte .....	70
6.2	Analyse zur potenziellen Verkehrsmittelwahl .....	72
6.2.1	Analyse des 1. Betriebs .....	72
6.2.2	Analyse des 2. Betriebs .....	75
6.2.3	Analyse des 3. Betriebs .....	79
6.3	Sensitivität in Bezug auf mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale .....	82
6.3.1	Einfluss der Lage .....	82
6.3.2	Einfluss der ÖPNV Anbindung .....	83
6.3.3	Einfluss des Arbeitszeitmodells .....	83
6.4	Resümee .....	85
<b>7</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>86</b>
7.1	Zusammenfassung .....	86
7.2	Schlussfolgerung .....	88
7.3	Ausblick .....	89
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>90</b>
<b>Anhang</b>	<b>.....</b>	<b>95</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Vorgehensweise der Arbeit .....	2
Abbildung 2:	Betrieblicher Verkehr (eigene Grafik) (De Tommasi, Oetterli, & Caduff, 2008).....	4
Abbildung 3:	Einteilung der Maßnahmen des BMM (eigene Grafik) (Hansen, Petri, Vasiliadis, & Kohlwes, o. D.).....	6
Abbildung 4:	Maßnahmen-Bereiche (eigene Grafik) (Mühlhans & Bruns, 2013).....	7
Abbildung 5:	Wirkungsbereiche (eigene Grafik).....	10
Abbildung 6:	Parkplatzfläche .....	14
Abbildung 7:	BMM Prozess (eigene Grafik) .....	24
Abbildung 8:	Arten der Konzepterstellung .....	31
Abbildung 9:	Betrachtungsbereich der P+R Anlagen .....	40
Abbildung 10:	Systemskizze der Wegeberechnung .....	42
Abbildung 11:	Ausgabe des Adressrechners.....	42
Abbildung 12:	Schema des Konzepts .....	43
Abbildung 13:	Auswahl der geeignetsten Verbindung je Verkehrsmittel .....	44
Abbildung 14:	Auswahl der geeignetsten Verbindungen .....	45
Abbildung 15:	Beispiel der Zusammengeführten Werte der Modi je Person .....	45
Abbildung 16:	Fahrraddistanzen der Mitarbeiter .....	48
Abbildung 17:	Qualitätsstufen der RZV der Mitarbeiter des ÖPNV.....	49
Abbildung 18:	RZV der Mitarbeiter je Öffentliches Verkehrsmittel.....	50
Abbildung 19:	logischer Ablauf der Abschätzung des potenziellen Modal Splits .....	52
Abbildung 20:	logischer Ablauf der Abschätzung des potenziellen Modal Splits mit E-Bike Anteil ....	53
Abbildung 21:	Modal Split Abschätzung .....	54
Abbildung 22:	potenzielle Modal Splits .....	55
Abbildung 23:	Wirkungsbereiche (eigene Grafik) (Louen, 2013).....	57
Abbildung 24:	Daten der Wirkungsanalyse (eigene Grafik).....	61
Abbildung 25:	ÖPNV-Stadtplan 2021 Frankfurt am Main (NiO, 2020) .....	69
Abbildung 26:	Fahrradentfernungen der Mitarbeiter des 1. Betriebs.....	72
Abbildung 27:	Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter des 1. Betriebs mit Gleitzeit.....	73
Abbildung 28:	RZV in Bezug auf die Reisedistanz der Mitarbeiter des 1. Betriebs.....	74
Abbildung 29:	potenzieller Modal Split ohne E-Bike Anteil .....	75
Abbildung 30:	potenzieller Modal Split mit E-Bike Anteil.....	75
Abbildung 31:	Fahrradentfernungen der Mitarbeiter des 1. Betriebs.....	76
Abbildung 32:	Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter des 1. Betriebs mit Gleitzeit.....	77
Abbildung 33:	RZV in Bezug auf die Reisedistanz der Mitarbeiter des 1. Betriebs.....	77
Abbildung 34:	potenzieller Modal Split ohne E-Bike Anteil .....	78
Abbildung 35:	potenzieller Modal Split mit E-Bike Anteil.....	79
Abbildung 36:	Fahrradentfernungen der Mitarbeiter des 1. Betriebs.....	79
Abbildung 37:	Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter des 1. Betriebs mit Gleitzeit.....	80
Abbildung 38:	RZV in Bezug auf die Reisedistanz der Mitarbeiter des 1. Betriebs.....	81
Abbildung 39:	potenzieller Modal Split ohne E-Bike Anteil .....	82
Abbildung 40:	potenzieller Modal Split mit E-Bike Anteil.....	82

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wirkungen zu gesundheitsbezogenen Maßnahmen (eigene Tabelle) .....	13
Tabelle 2:	Emissionen im Vergleich (eigene Tabelle, übernommen) (Umweltbundesamt b., 2020).	15
Tabelle 3:	Modelle zur Wirkungsabschätzungen .....	21
Tabelle 4:	Mobilitätsrelevante Merkmale .....	30
Tabelle 5:	BMM Abteilung oder BMM Team.....	31
Tabelle 6:	Hauptgründe der Betriebe für die Einführung des BMM .....	32
Tabelle 7:	Umgesetzte Maßnahmen der Betriebe .....	36
Tabelle 8:	Eingabe in den Adressrechners.....	37
Tabelle 9:	MIV Wege - Adressrechner .....	38
Tabelle 10:	PT Wege - Adressrechner .....	38
Tabelle 11:	Bike Wege - Adressrechner.....	39
Tabelle 12:	P&R Wege - Adressrechner.....	40
Tabelle 13:	P&R Wege - Adressrechner.....	41
Tabelle 14:	Zusammengefügte Werte bezogen auf die ID .....	46
Tabelle 15:	Reisezeitverhältnis (FGSV, 2010) .....	46
Tabelle 16:	Verkehrsmodi und RZV der Mitarbeiter .....	47
Tabelle 17:	Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte in Offenbach am Main (Büsch, Witzel, & Saary, 2017; Trippen, et al., 2018) .....	70
Tabelle 18:	Wohnorte der fiktiven Mitarbeiter .....	71
Tabelle 19:	Gegenüberstellung der potenziellen Modal Splits der Betriebe .....	83
Tabelle 20:	Gegenüberstellung der ÖPNV Qualitätsstufen der Beschäftigten der Betriebe .....	83
Tabelle 21:	Gegenüberstellung RZV-QS Gleitzeit/fixe Arbeitszeiten .....	84
Tabelle 22:	Gegenüberstellung Modal Split Gleitzeit/fixe Arbeitszeiten .....	84

## Abkürzungen

ÖPNV	öffentliche Personennahverkehr
BMM	betriebliches Mobilitätsmanagement
NMIV	nicht motorisierter Individualverkehr
ÖV	öffentlicher Verkehr
VOC	flüchtige organische Verbindungen
NO	Stickstoffmonoxid
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CSR	Corporate Social Responsibility

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Die Verkehrsbelastung auf den Straßen wird von Jahr zu Jahr immer höher. Der Kraftfahrzeugbestand in Österreich erhöhte sich im Jahr 2019 sogar um 100.626 KFZ und wuchs vom 31.12.2019 bis zum 31.05.2020 abermals von 6.996.222 auf 7.028.077 Fahrzeuge an (STATISTIK AUSTRIA a., 2020). Die Folgen dieser hohen Verkehrsbelastung sind Stau, Lärmbelästigung, Belastung der Umwelt, Unfälle und vieles mehr. Wenn bedacht wird, dass die Hälfte der unter der Woche zurückgelegten Autokilometer in Österreich, die Fahrten zur und von der Arbeit sowie dienstliche Fahrten ausmachen, lässt sich in der betrieblichen Mobilität ein enormes reduktionspotenzial der Verkehrsbelastung erkennen (VCÖ, 2020).

Die Idee zum Thema dieser Masterarbeit entstand im Zuge eines Praktikums bei der Firma „Trafficon - Traffic Consultants GmbH“ durch Dr.-Ing. Stefan Krampe. Diese Masterarbeit ist eine unternehmensbezogene Arbeit und wird von der Firma „Trafficon - Traffic Consultants GmbH“ durch Dr. Ing. Stefan Krampe mitbetreut.

## 1.2 Aufgaben und Problemstellung

Jeder Betrieb, egal ob privatwirtschaftlich, öffentlich oder halböffentlich organisiert, stellt verkehrstechnisch gesehen eine Verkehrsquelle und ein Verkehrsziel dar (Stiewe & Reutter, 2012). Das bedeutet, jedes Unternehmen erzeugt beziehungsweise zieht Verkehr an (Müller, et al., 2007). Hierbei kann es sich um den Verkehr handeln, der durch das hin und zurück Pendeln zwischen Wohnort und Arbeitsplatz, durch Dienstreisen oder durch Transport von Gütern erzeugt wird. Betriebliches Mobilitätsmanagement (kurz BMM) ist ein Instrument, um die Mobilität und das Verkehrsverhalten innerhalb eines Betriebes zu ändern, beziehungsweise zu lenken (Stiewe & Reutter, 2012). Im Zuge des BMM – Prozess werden auf das Unternehmen bezogene Maßnahmen vorgeschlagen und zum Teil die Wirkungen dieser abgeschätzt. Die Wirkungen von einzelnen Maßnahmen im BMM sind derzeit jedoch weitestgehend unbekannt. Wirkungen einzelner Maßnahmen können z.B. Verlagerungseffekte, Umweltwirkungen, finanzielle Einsparpotenziale oder Gesundheitswirkungen bei mehr aktiver Mobilität sein.

## 1.3 Ziel der Arbeit und Vorgehensweise

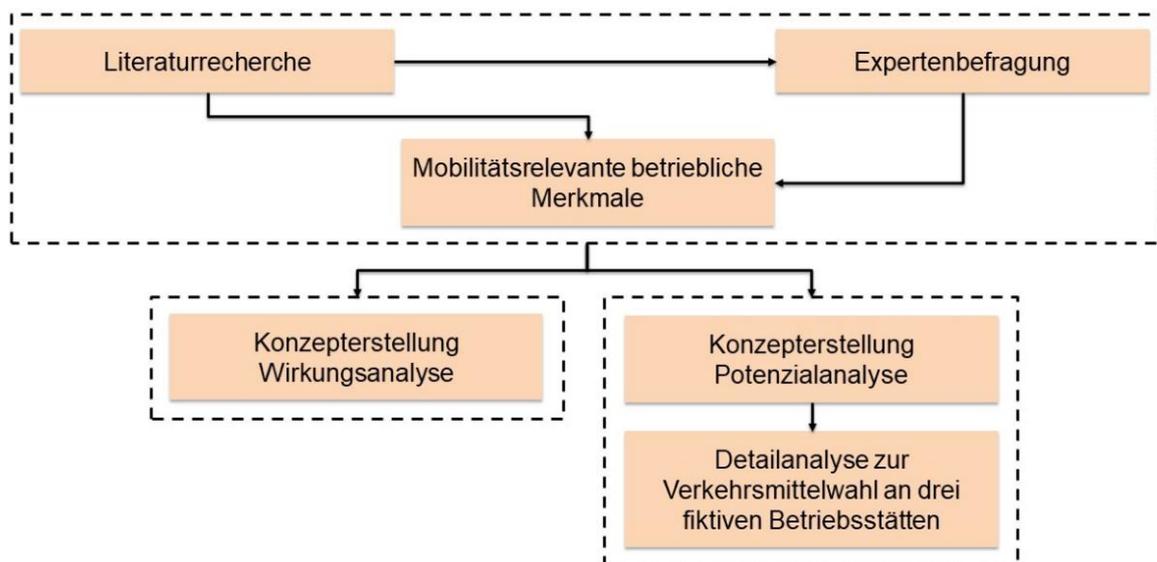
Ziel der Masterarbeit ist, ein Konzept zur Analyse der verkehrlichen, wirtschaftlichen, umweltrelevanten und gesundheitlichen Wirkungen von Maßnahmen des BMM zu erstellen. Dabei sollen Indikatoren entwickelt werden, die eine quantitative Ermittlung von Wirkungen des BMM ermöglichen. Zusätzlich sollen in dieser Arbeit auch die Wirkungen der Maßnahmen des BMM und besonders sinnvolle Maßnahmen erörtert werden.

Vorgehensweise der Arbeit ist es, eine Literaturrecherche zum betrieblichen Mobilitätsmanagement durchzuführen, um einen guten Gesamtüberblick über diesen Prozess zu bekommen und den Ablauf zu verstehen. Zusätzlich sollen dabei die erwarteten Wirkungen durch das BMM, der Ablauf der derzeitigen Wirkungsabschätzung, die dabei abzuschätzenden Wirkungen und etwaige Verbesserungspotenziale recherchiert werden. Ein weiterer Schwerpunkt der Literaturrecherche wird auf die gesundheitsbezogenen Wirkungen des BMM gelegt. In weiterer Folge sollen Expertenbefragungen mit Unternehmen, die BMM Beratungen anbieten und mit Betrieben, die

bereits Maßnahmen des BMM eingeführt haben, durchgeführt werden. Um Expertenbefragungen durchführen zu können, soll ein Befragungsleitfaden angefertigt werden. Im Anschluss dazu werden Experten aus den beiden zuvor erwähnten Bereichen gesucht und zur Teilnahme an einer Befragung gebeten. Danach werden die ausgewählten Personen mit Hilfe des Leitfadens zum Thema BMM befragt. Anhand der Ergebnisse der Literaturrecherche und der Expertenbefragung sollen wichtige mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale ausgearbeitet werden. In weiterer Folge soll aufbauend auf den gesammelten Informationen ein Konzept zur Wirkungsanalyse erstellt werden. Zum Abschluss der Arbeit wird noch eine Detailanalyse zur Verkehrsmittelwahl an zwei Betriebsstätten durchgeführt.

Mit fortschreitendem Erkenntnisstand wurden beschlossen zusätzlich ein Konzept zur Potenzialanalyse zu erstellen und auf Basis dieses Konzepts die Detailanalyse zur Verkehrsmittelwahl durchzuführen. Da es leider nicht möglich war reale Daten von Betrieben zu bekommen, wurde die Detailanalyse zur Verkehrsmittelwahl an drei fiktiven Unternehmen, mit fiktiven Daten durchgeführt.

Der Ablauf der Arbeit ist in Abbildung 1 noch einmal übersichtlich dargestellt.



**Abbildung 1: Vorgehensweise der Arbeit**

## 1.4 Methodik

In diesem Kapitel werden die wissenschaftlichen Methoden, welche zur Erstellung dieser Arbeit beitragen, vorgestellt.

### Literaturrecherche

Die Literaturrecherche ist ein wichtiges Element wissenschaftlicher Arbeiten. Sie soll zur Aneignung eines umfangreichen Wissens über das Thema dienen und bei der Beantwortung der Fragestellung helfen. Um den aktuellen Wissenstand der Thematik in der Arbeit darzulegen und zu eigenen Thesen auf Grundlage des analysierten Materials zu gelangen, ist es wichtig, eine breite Menge an Literatur zu recherchieren und auf die Relevanz der Literatur zu achten (Universität Bielefeld, 2011; Universität zu Köln, 2020).

**Befragung**

Die Befragung ist eine Methode der Sozialwissenschaften. Diese hat die Kommunikation als Grundlage und wird zur Gewinnung von Informationen eines Forschungsobjekts angewendet (Scholl, 2015).

**Experteninterview**

Das Experteninterview ist eine häufig angewante Form in der Wissenschaft, die dabei hilft, Hypotesen zu überprüfen oder Forschungsfragen zu beantworten. Ein Experteninterview wird auch oftmals zur Gewinnung von Informationen zu gewissen Themen, welche noch wenig Literatur aufweisen, herangezogen (Pfeiffer, 2020). Dabei werden Expertinnen und Experten, die in einem gewissen Themenbereich fachlich qualifiziert und meist auch wissenschaftlich ausgebildet sind, interviewt (ZSL, o. D.).

## 2 Grundlagen des BMM

Dieses Kapitel dient zur Erläuterung des betrieblichen Mobilitätsmanagement und dessen Ablauf als Prozess.

### 2.1 Betriebliches Mobilitätsmanagement

Seit den 1990er Jahren hat sich der Begriff „Mobilitätsmanagement“ entwickelt. Das Mobilitätsmanagement ist ein Instrument, um Probleme im Bereich der Mobilität und Verkehr zu lösen und fördert die Nutzung nachhaltiger Verkehrsmittel durch die Beeinflussung der persönlichen Einstellung und des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer. Das Mobilitätsmanagement setzt schon dort an, bevor überhaupt die Entscheidung für einen Weg bzw. für ein Verkehrsmittel getroffen wird (VMBW, 2018). Es zielt also darauf ab, die Probleme im Bereich des Mobilitätsverhalten bzw. der Verursachung des Verkehrs zu beheben. Es erweitert somit die klassische Perspektive der Verkehrsplanung, bei welcher vermehrt die Faktoren Kosten und Reisezeit im Mittelpunkt stehen. Das betriebliche Mobilitätsmanagement (BMM) gilt als ein Teilbereich des Mobilitätsmanagement und wird auch als die „Urform“ des Mobilitätsmanagements angesehen (FGSV, 2018; De Tommasi & Rye, 2009).

Der Begriff des Mobilitätsmanagement wird von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) folgendermaßen definiert:

*„Mobilitätsmanagement ist die zielorientierte und zielgruppenspezifische Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens mit koordinierenden, informatorischen, organisatorischen und beratenden Maßnahmen, in der Regel unter Einbeziehen weiterer Akteure über die Verkehrsplanung hinaus“* (FGSV, 2018).

Das BMM bezeichnet die Organisation aller Verkehrswege mit dem Ziel der ökologischen und ökonomischen Optimierung aller Mobilitätsabläufe in einem Betrieb. Bei den Mobilitätsabläufen innerhalb eines Betriebs handelt es sich um Arbeitswege und Dienstwege der Beschäftigten, die Wege der Kunden und Geschäftspartner zur Erreichung des Betriebs, aber auch um den Versand- und Lieferverkehr. Dabei sollen die Kosten, die durch den Verkehr entstehen gesenkt, die Umwelt und die Straßen entlastet, die Gesundheit der Beschäftigten gefördert und das Image des Betriebes verbessert werden (Kroißenbrunner & Hörzer, 2014). Das Schema der Zusammensetzung des betrieblichen Verkehrs ist in Abbildung 2 erkennbar.

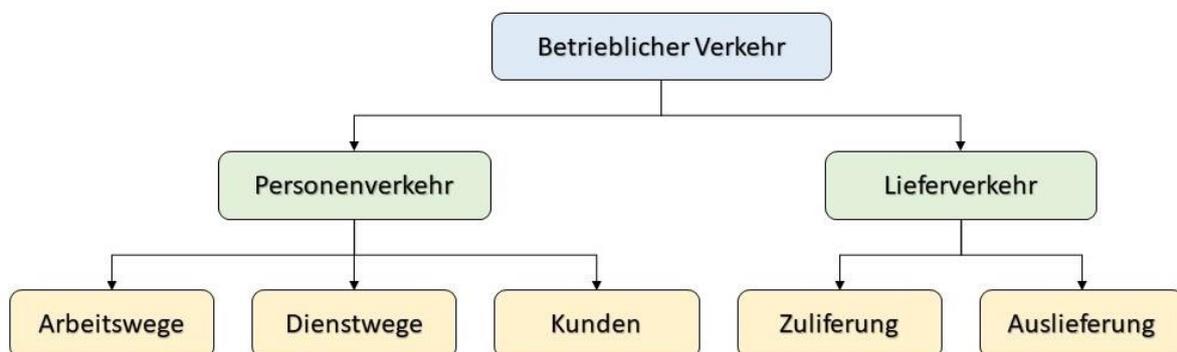


Abbildung 2: Betrieblicher Verkehr (eigene Grafik) (De Tommasi, Oetterli, & Caduff, 2008)

## 2.2 Anlässe für die Einführung eines BMM

Grundsätzlich lassen sich die Anlässe zur Einführung des BMM in innerbetriebliche und übergeordnete Anlässe unterteilen. Die innerbetrieblichen Anlässe haben einen direkten Bezug zu betrieblichen Zielen und Strategien. Übergeordnete Anlässe ergeben sich hingegen aus äußeren Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Problemlagen. Die typischen Motivationen für einen Betrieb ein betriebliches Mobilitätsmanagement durchzuführen bzw. einzuführen, sind Verkehrsprobleme am Unternehmenstandort (z.B. Parkraummangel), ein Wechsel oder Ausbau des Standortes, Auflagen in der Baubewilligung, Erreichbarkeitsprobleme des Standorts, Kosteneinsparungen, Erhöhung der Mitarbeitermotivation, Imagesteigerung, Einführung eines Umweltmanagements, Gesundheitsförderung und Förderungen zur Erstellung eines BMM-Konzepts. Zudem profitieren auch die Arbeitnehmer durch die Einführung des BMM. Sie können sich durch diverse Maßnahmen Kosten am Arbeitsweg sparen, können durch Bewegung am Arbeitsweg ihre Gesundheit fördern und profitieren von besseren Dienstleistungen, wie z.B. ÖPNV Kostenzuschüsse und CarSharing Angebote (De Tommasi, Oetterli, & Caduff, 2008).

Der Bereich des BMM, auf den sich diese Arbeit konzentriert, ist jener, der sich auf den Arbeitsweg der Mitarbeiter bezieht. Sprich, jene Wege zwischen dem Wohnstandort und dem Arbeitsstandort der Beschäftigten eines Unternehmens. In diesem Bereich des BMM wird versucht, durch unterschiedliche Maßnahmen den Verkehr auf den Umweltverbund umzulagern oder gar zu vermeiden. Als Umweltverbund wird die Kooperation der umweltfreundlichen Verkehrsmittel verstanden. Dazu zählen der ÖPNV, das Fahrrad und zu Fuß gehen (BMVI, 2020). Es ist also das Ziel, die Mitarbeiter, wenn es diesen möglich ist, dazu zu bringen, am Arbeitsweg auf den PKW zu verzichten und stattdessen auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel umzusteigen oder gar zu Fuß zu gehen. Bei denen dies nicht möglich ist, sollen Anreize geschaffen werden, Fahrgemeinschaften zu bilden, sodass auch auf diesen Wegen Pkw Fahrleistung eingespart wird.

## 2.3 Einführen des betrieblichen Mobilitätsmanagements im Betrieb

Wie in Kapitel 2.1 bereits beschrieben, gibt es vielerlei Gründe das BMM im Betrieb einzuführen. Ausgangspunkt dabei ist immer eine Zielvorstellung bzw. eine Problemstellung (De Tommasi, Oetterli, & Caduff, 2008). Da jeder Betrieb unterschiedliche Anforderungen an das betriebliche Mobilitätsmanagement stellt und auch jeder Betrieb individuell ist, bildet die Analyse dieser spezifischen Rahmenbedingungen und die Ableitung dementsprechender Ziele, die Grundlage des betrieblichen Mobilitätsmanagements (IVM, o. D.). Aus diesem Grund gibt es keine exakt standardisierte Vorgehensweise für die Entwicklung und Umsetzung des BMM. Grundsätzlich kann die Einführung des BMM grob in eine Analysephase, Planungsphase, Umsetzungsphase und Evaluierungsphase unterteilt werden (Reis, 2020).

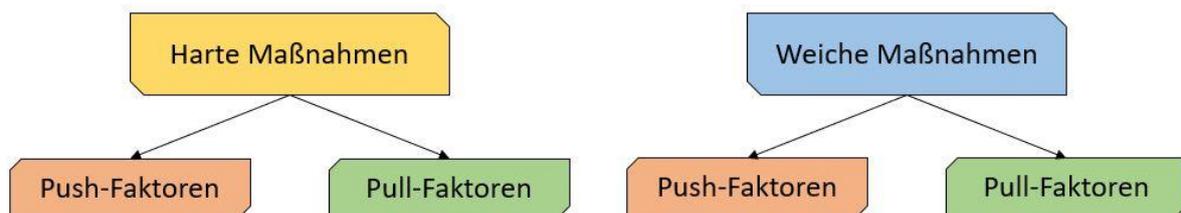
Im Laufe der Zeit wurde das Potenzial des BMM erkannt und es kam zur Bildung von Unternehmen und Institutionen, die sich auf das betriebliche Mobilitätsmanagement spezialisiert haben und Betriebe bei der Planung und Einführung von Maßnahmen unterstützen. Mittlerweile gibt es viele Unternehmen und Institutionen, die Beratungen zum BMM anbieten. Jedes dieser Beratungsunternehmen führt den Prozess des BMM etwas unterschiedlich durch, jedoch wird das Schema und der Ablauf meist ähnlich gehandhabt. Je nachdem wie viel Zeit und Engagement die Betriebe, welche eine Beratung in Anspruch nehmen, mitbringen, wird der Prozess intensiver oder weniger intensiv und kürzer durchgeführt. Bedient sich ein Betrieb bei keinem speziellen

Beratungsunternehmen, sondern betreibt das BMM selbst oder mit Hilfe eines Verkehrsexperten, würde das Vorgehensschema trotzdem in einer ähnlichen Art und Weise durchgeführt werden.

## 2.4 Instrumente und Maßnahmen

Im Groben lassen sich die Maßnahmen in harte sowie in weiche Maßnahmen einteilen. Harte Maßnahmen sind infrastrukturelle oder rechtlich bindende Maßnahmen, während weiche Maßnahmen sich auf informelle und kommunikative Elemente beziehen. Eine harte Maßnahme kann zum Beispiel der Bau einer Fahrradabstellanlage sein. Eine weiche Maßnahme im Bereich des Fahrradverkehrs wäre beispielweise eine Informationsveranstaltung über mögliche Fahrradwege, die am besten zum Betrieb führen. Die harten und die weichen Maßnahmen lassen sich anschließend in Maßnahmen mit Push- und Pull-Faktoren unterteilen. Eine Maßnahme mit Pull-Faktor bewirkt, dass ein gewisser Verkehrsmodus attraktiver wird und somit die Verkehrsteilnehmer auf dieses Fahrzeug umsteigen. Der Push-Faktor soll genau das Gegenteil bewirkt und einen bestimmten Verkehrsmodus unattraktiver werden lassen. Das bedeutet, die Errichtung einer Fahrradabstellanlage attraktiviert das Fahren mit dem Fahrrad, wobei eine Parkraumbewirtschaftung das Fahren mit dem PKW unattraktiver macht (Scharnweber, 2004).

In Abbildung 3 ist dies schematisch dargestellt.



**Abbildung 3: Einteilung der Maßnahmen des BMM (eigene Grafik) (Hansen, Petri, Vasiliadis, & Kohlwes, o. D.)**

Weiters werden die Maßnahmen des BMM aus den verkehrsplanerischen Handlungsfeldern abgeleitet und auf Basis der Analyseergebnisse gesetzt. Im Bereich des BMM haben sich bewehrte Maßnahmen herauskristallisiert, welche hilfreich sind und typischerweise zum Einsatz kommen. Sie lassen sich laut der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) den folgenden sieben Maßnahmenbereichen zuordnen, die in Abbildung 4 dargestellt und in den Kapiteln 2.4.1 bis 2.4.8 beschrieben sind (FGSV, 2018).

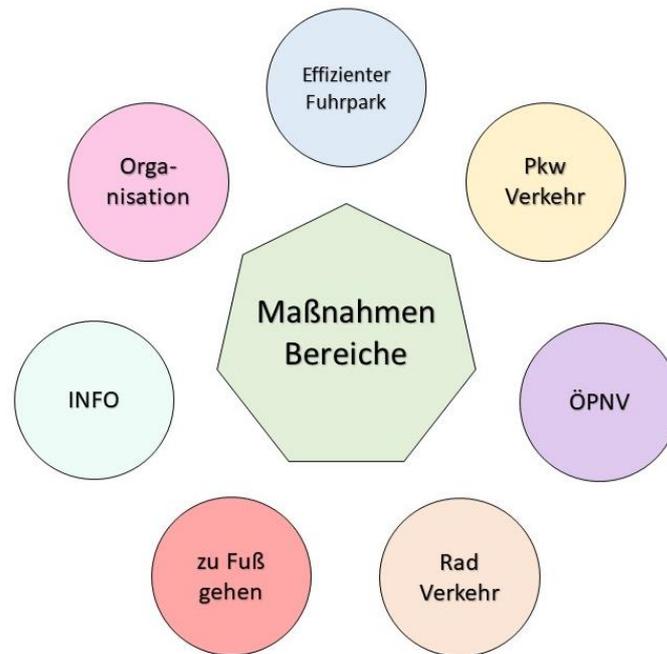


Abbildung 4: Maßnahmen-Bereiche (eigene Grafik) (Mühlhans & Bruns, 2013)

#### 2.4.1 Maßnahmenbereich - Effizienter Fuhrpark

Maßnahmen des Bereichs „Effizienter Fuhrpark“ sollen die Effizienz des Firmenfuhrparks steigern und so die Kosten der betrieblichen Mobilität senken.

- Umweltstandards für Dienstfahrzeuge
- Schulungen zu effizienter Kfz-Nutzung
- Anreize für effiziente Kfz-Nutzung
- Carpooling/Carsharing

#### 2.4.2 Maßnahmenbereich - Pkw-Verkehr

Bei den Maßnahmen im Bereich „Pkw Verkehr“, handelt es sich meist um Push-Maßnahmen, die restriktiv wirken. Hierbei wird hauptsächlich versucht, die Arbeitnehmer dazu zu bringen, vom Pkw auf alternative Verkehrsmittel umzusteigen.

- Abbau von Vergünstigungen beim Parken (angemessene Kosten, längere Wege zu Arbeitsplätzen)
- Reduzierung des Parkplatzangebotes
- Förderung von Fahrgemeinschaften

### **2.4.3 Maßnahmenbereich - Öffentlicher Verkehr**

Die Maßnahmen im Bereich „öffentlicher Verkehr“ sind hauptsächlich Pull-Maßnahmen. Mit diesen wird versucht Anreize zu schaffen, um die Mitarbeiter des Betriebes dazu zu bewegen den Arbeitsweg öfter mit dem ÖPNV zurückzulegen.

- JobTicket/günstige ÖPNV-Fahrscheine
- Verbesserung des ÖPNV-Angebots
- Innerbetriebliche Informationen zum ÖV-Angebot
- Anreiseinformationen für Besucher
- Dienstreisen mit Öffentlichen Verkehrsmitteln

### **2.4.4 Maßnahmenbereich - Radverkehr**

Auch die Maßnahmen im Bereich „Radverkehr“ stellen hauptsächlich Pull-Maßnahmen dar, die dazu führen sollen, dass öfter auf das Fahrrad am Arbeitsweg zurückgegriffen wird.

- qualitativ hochwertige Abstellanlagen
- Unterstützung bei Fahrradreparaturen
- Duschen/Umkleiden
- Verbesserung der Radverkehrsanlagen
- Verbesserung B+R im Nachlauf
- Dienstfahrräder
- Fahrradleasing
- Einbinden von öffentlichen Fahrradvermietssystemen
- interner Radfahrwettbewerb und Kampagnen oder Teilnahme an allgemeinen Kampagnen wie „Stadt-radeln“
- Information/Unterstützung zu Fahrradausstattung

### **2.4.5 Maßnahmenbereich - zu Fuß gehen**

Die Maßnahmen im Bereich „zu Fuß gehen“, können hauptsächlich den Pull-Maßnahmen zugeordnet werden und sollen bewirken, dass mehr Arbeitnehmer den Arbeitsweg zu Fuß beschreiten.

- Verbesserung der Fußwegsituation sowie des subjektiven Sicherheitsgefühls

### **2.4.6 Maßnahmenbereich - Information**

Bei den Maßnahmen im Bereich „Informationen“ handelt es sich sowohl um Push-Maßnahmen als auch um Pull-Maßnahmen. Dabei wird versucht, die Arbeitnehmer über verschiedenste Informationen dazu zu bringen, ihr Mobilitätsverhalten zu verändern.

- Individuelle Mobilitätsberatung aller Beschäftigten
- Informationen zu Verkehrsangeboten und -dienstleistungen im Intranet und Internet
- Informationsveranstaltungen für Beschäftigte zu nachhaltiger Mobilität

### **2.4.7 Maßnahmenbereich - Organisation**

Die Maßnahmen im Bereich „Organisation“ sind sowohl Pull- als auch Push Maßnahmen. Dieser Maßnahmenbereich beschäftigt sich aber auch mit Maßnahmen, die den Verkehr verringern bzw. zur Gänze vermeiden.

- Belohnungssystem (EcoPoints)
- Telearbeit
- Mobiles Arbeiten sowie Telefon- und Videokonferenz
- Ausrichtung der Dienstwege-Richtlinien an Nachhaltigkeitszielen
- Mobilitätskoordinator
- Verknüpfung mit anderen Aktivitäten im Betrieb (z.B. Gesundheitsmanagement)
- Mobilitätspartnerschaften mit benachbarten Unternehmen/Institutionen zur gemeinsamen Umsetzung von Maßnahmen, wie z.B. Mitfahrgemeinschaften

### **2.4.8 Maßnahmenbereich - Elektromobilität**

Die Maßnahmen im Bereich „Elektromobilität“ sind hauptsächlich Pull-Maßnahmen, die die Mitarbeiter dazu bewegen sollen auf ein elektrisch betriebenes Fahrzeug umzusteigen.

- Ladestationen am Betriebsgelände
- Bereitstellung von E-Fahrzeugen
- Auf elektrisch betriebene Firmenwagen umstellen

### **2.4.9 JobTicket**

Das „Jobticket“, welches im Einkommensteuergesetz als „Werkverkehr mit Massenbeförderungsmitteln“ bezeichnet wird, ermöglicht dem Arbeitgeber jedem seiner Arbeitnehmer steuerfrei eine Streckenkarte für die Strecke zwischen dem Wohnort und dem Arbeitsort zur Verfügung zu stellen. Diese Maßnahme des BMM ist dementsprechend eine Pull Maßnahme für den ÖPNV und soll somit diesen attraktiver machen. Es ist dabei jedoch zu beachten, dass jenen Mitarbeitern, die für die Strecke ein JobTicket bekommen, keine Pendlerpauschale zusteht (WKO, 2021).

### **2.4.10 EcoPoints**

Die „EcoPoints“ sind ein Belohnungssystem, mit dem die Mitarbeiter für deren umweltfreundliche Mobilität belohnt werden. Die Mitarbeiter geben via Webseite, App oder Zutrittssystem an, welchen Verkehrsmodus sie für den zurückgelegten Arbeitsweg gewählt haben, wie viele Kilometer dieser Weg betrug und ob ein Stellplatz dafür benötigt wurde. Anhand dieser Angaben werden vom Betrieb dafür festgelegte „EcoPoints“ vergeben. Diese Punkte können anschließend in einem integrierten Shop gegen Artikel, Gutscheine oder Vergünstigungen umgetauscht werden. Dieses Punktesystem soll einen Anreiz darstellen, um das Umweltbewusstsein zu überdenken und auf einen alternativen Verkehrsmodus umzusteigen (EcoPoints, 2018).

## 2.5 Wirkungen

Es gibt unterschiedliche Wirkungen im Bereich des BMM, die sich aus den Maßnahmen des BMM ergeben. Die übergeordnete Wirkung ist die Änderung des Mobilitätsverhalten der Beschäftigten, aus der die verkehrlichen, gesundheitlichen, umweltbezogenen und die monetären Wirkungen resultieren. Neben diesen Wirkungen ergeben sich zusätzlich noch weitere Wirkungen, die nicht im direkten Bezug mit der Änderung des Mobilitätsverhalten stehen. In der unten angeführten Abbildung 5 sind die fünf Wirkungsbereiche Verkehr, Gesundheit, Umwelt, Monetär und weitere Wirkungen mit deren Wirkungsteilbereichen abgebildet.

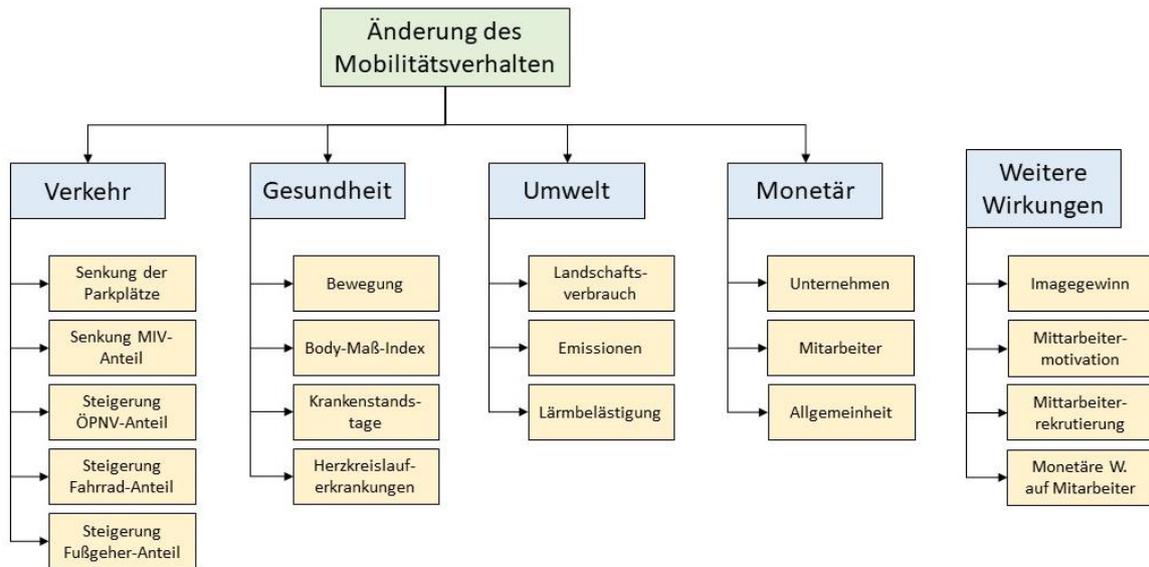


Abbildung 5: Wirkungsbereiche (eigene Grafik)

### 2.5.1 Verkehrliche

Verkehrliche Wirkungen sind Wirkungen, die einen direkten Einfluss auf die betriebliche Mobilität haben. Sie resultieren, wie zuvor erwähnt, durch eine Änderung in der Verkehrsmoduswahl bzw. einer Änderung des Mobilitätsverhaltens der Arbeitnehmer nach Durchführung des BMM. Es gibt viele Wirkungen, die dem Wirkungsbereich Verkehr zugeschrieben werden können. Die meisten Maßnahmen des BMM zielen jedoch auf die Reduktion des MIV-Anteils und somit einer geringeren Parkplatzauslastung am Unternehmensstandort, der Steigerung des Fahrrad- und Fußgängerverkehrs und der Steigerung des öffentlichen Verkehrs am Arbeitsweg ab.

### 2.5.2 Gesundheit

In vielen Regionen der Welt stellt Bewegungsmangel ein schwerwiegendes Gesundheitsproblem dar, das sich nur schwer lösen lässt. Körperliche Inaktivität verursacht nicht nur 6% der Todesfälle pro Jahr und ist damit die vierthäufigste Todesursache, sondern verursacht auch schätzungsweise 1,5% - 3% der gesamten Gesundheitskosten in den Industrieländern (Schmied, et al., 2020). Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt deshalb 150 Minuten Bewegung pro Woche, um gesund zu bleiben (Finger & Mensink, 2017). Laut Prof. Frobose von der Sporthochschule Köln wäre tägliche 15- bis 20-minütige aerobe Bewegung sehr empfehlenswert, da dabei Myokine im warmen Muskel erzeugt werden und diese für nahezu alle gesundheitlich relevanten Funktionen im Körper benötigt werden. Dies habe zufolge, dass das Sterberisiko sowie das Risiko an Herz-Kreislauf-erkrankungen oder Diabetes zu erkranken, gesenkt wird (EcoLibro, o. D.). Aerobe Bewegungen sind, jene Bewegungen, die eine Erhöhung der Atem- und Herzfrequenz erzeugen und ohne Unterbrechung

mindestens 10 Minuten ausgeübt werden. Radfahren, Joggen, Fußballspielen oder Schwimmen sind beispielsweise typische Sportarten für aerobe Bewegung (Finger & Mensink, 2017). Dabei sind Maßnahmen zur Förderung des Gehens bzw. Fahrradfahren am Arbeitsweg ein vielversprechender Ansatz zu mehr körperlicher Betätigung (WHO, 2017).

### **Body-Mass-Index**

Der Body-Mass-Index (Körpermassen-Index) ist eine Verhältniszahl zwischen dem Körpergewicht und der Körpergröße und trägt die Einheit Kilogramm pro Quadratmeter [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]. Diese Maßzahl ist international anerkannt und bewertet individuell das Körpergewicht (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Studien zufolge bewirkt der Wechsel auf den aktiven Modus am Arbeitsweg eine Gewichtsabnahme von  $0,75\text{kg}/\text{m}^2$  bei einer regelmäßigen Bewegungszeit am Arbeitsweg von über 10 min und  $2,25\text{kg}/\text{m}^2$  bei einer Bewegungszeit von über 30 min (Loidl, et al., 2018). Eine Studie der EcoLibro GmbH hat gezeigt, dass jene, die sich am Arbeitsweg moderat bewegen nicht nur einen niedrigeren BMI-Wert, sondern auch ein höheres Wohlbefinden und ein deutlich geringeres Risiko langfristig zu erkranken, aufweisen (Schramek & Kemen, 2015).

### **Krankenstandstage**

Aus einer Studie der EcoLibro GmbH, die in Kooperation mit *Juliane Kemen* durchgeführt wurde, geht hervor, dass Mitarbeiter, welche sich über das ganze Jahr hinweg am Arbeitsweg zu Fuß oder mit dem Fahrrad bewegen, ein Drittel weniger krank sind als die Nutzer aller anderen Verkehrsmittel. Die durchschnittlichen Krankenstandstage der Fahrradfahrer lagen bei 3,31 und der zu Fußgeher bei 3,41, wobei die MIV Nutzer im Gegensatz dazu einen Durchschnitt von 5,26 aufwiesen. Dies wären in absoluten Zahlen 1,85 Krankenstandstage weniger als die MIV Nutzer (Schramek & Kemen, 2015). In Österreich liegen derzeit die durchschnittlichen Krankenstandstage pro Person bei ca. 13 Tage (STATISTIK AUSTRIA b., 2020). Ein Drittel weniger Krankenstandstage würde hier eine Einsparung von 4,3 Tagen pro Jahr bedeuten. Eine ähnliche Studie des niederländischen Verkehrsministeriums hat ergeben, dass jene Mitarbeiter, welche mit dem Fahrrad zur Arbeit fahren, im Durchschnitt ca. einen Tag im Jahr weniger krank sind als ihre Kollegen die mit dem Pkw pendeln (TNO Forschungsinstitut, 2009). „*Das geht aus einer TNO-Untersuchung hervor, deren Ergebnisse durch Staatssekretärin Tineke Huizinga vom Verkehrsministerium während der FietsVak 2009 in Rosmalen vorgestellt wurden*“ (Fahrradportal, 2009). Ein Bericht des VCÖ zeigt zudem, dass das regelmäßige Radeln zur Arbeit eine Reduktion der Krankenstandstage um 1,3 Tage zufolge hat (VCÖ, 2015). Allen drei Studien bzw. Berichten zufolge, reduziert das tägliche aktive Pendeln die durchschnittlichen Krankenstandstage pro Person und Jahr um zumindest einen Tag. Diese Reduktion der Krankenstandstage hat natürlich auch wirtschaftliche Auswirkungen auf ein Unternehmen, denn jeder Tag Krankenstand bedeutet Kosten für das Unternehmen.

### **Herz-Kreislauf-Erkrankungen**

Regelmäßige tägliche Bewegung senkt das Risiko an Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu erkranken. Dies belegt eine Studie aus Großbritannien. Sie besagt, dass Personen, die zu Fuß zur Arbeit und zurück Pendeln, ein geringeres Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und eine geringere Sterblichkeit aufweisen. Sie ergab aber auch, dass dies erst erkennbar war, wenn die Personen mehr als sechs Meilen pro Woche bei einem typischen durchschnittlichen Tempo von drei Meilen pro Stunde zurücklegten. Sechs Meilen entsprechen in etwa zehn Kilometer. Eine weitere Erkenntnis dieser Studie ist, dass das Pendeln mit dem Fahrrad das Risiko an kardiovaskuläre Erkrankungen und auch das Risiko an Krebs zu erkranken verringert (Celis-Morales, et al., 2017).

In England und Wales wurde eine Kohortenstudie durchgeführt, bei der die Zusammenhänge zwischen Pendelverkehr und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs und Gesamtmortalität untersucht wurden. Diese Studie hat ergeben, dass Pendler, die mit dem Fahrrad anstatt mit dem Auto zur Arbeit fahren, eine um 20% verringerte Gesamtmortalitätsrate, eine um 24% verringerte Sterblichkeitsrate bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, eine 16% geringere Krebssterblichkeit und 11% weniger Krebsvorfälle aufwiesen. Pendler, die mit der Bahn fahren, wiesen im Gegensatz zu den Autofahrern eine um 10% niedrigere generelle Sterblichkeitsrate, eine um 21% verringerte Sterblichkeitsrate bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, 12% weniger Krebsvorfälle und einen um 0,3kg/m<sup>2</sup> geringeren Body-Mass-Index (BMI) auf. Bei den Pendlern, die den Arbeitsweg zu Fuß zurück legten, hat die Studie gezeigt, dass diese Gruppe im Gegensatz zu den Autofahrern um 7% weniger Krebsvorfälle hatten (Patterson, et al., 2020).

Im Zuge des Projekts GISMO wurde eine Literaturrecherche zu Gesundheitswirkungen beim aktiven Pendeln durchgeführt. Dabei wurden sechs Studie aus acht Artikel analysiert. Die gesamte Stichprobengröße aus allen Studien zusammen betrug 305 Teilnehmer. Diese Recherche zu „Aktives Pendeln und körperliche Aktivität bei gesunden Probanden mit normalem Gewicht“ hat folgende zusammengefasste Ergebnisse geliefert. Regelmäßiges Pendeln mit dem Fahrrad steigert den VO<sub>2</sub>max-Wert (maximale Sauerstoffaufnahme), die maximale Leistung bzw. die Dauer der Belastung steigerte sich, der Blutdruck der Probanden sank und der Cholesterinspiegel sowie das hochdichte Lipoproteincholesterin verbesserte sich (Schäfer, et al., 2020). Weiters wurde im Zuge des GISMO Projekts eine eigene Studie zu den gesundheitlichen Wirkungen des Pendelns am Arbeitsweg durchgeführt. Die Stichprobe bestand aus 73 Personen und die Probanden wurden in eine Kontrollgruppe (n=22) und eine Interventionsgruppe (n=51) aufgeteilt. Die Interventionsgruppe wurde wiederum in Interventionsgruppe - öffentliche Verkehrsmittel (IG-PT) (n=25) und Interventionsgruppe - Fahrrad (IG-C) (n=26) aufgeteilt. Die Studie hat ergeben, dass im Bezug auf die körperliche Fitness eine Dosis-Wirkungs-Beziehung besteht. Dadurch wurde bestätigt, dass mehr Aktivität am Arbeitsweg die Fitness verbessert (Sareban, et al., 2020). Zuasätzlich hat die Studie ergeben, dass aktives Pendeln einen positiven Einfluss auf die HRQoL (Health-Related Quality of Life), sprich die Lebensqualität, hat (Neumeier, et al., 2020).

Eine Dosis-Wirkungs-Metaanalyse aus 174 prospektiven Kohortenstudien zeigte auf, dass eine Dosis-Wirkung zwischen der Bewegungsdauer und der Reduktion von Brustkrebs, Darmkrebs, Diabetes, KHK (Koronare Herzkrankheit) und ischämischen Apoplexie Risiko gegenüber ungenügender Aktivität besteht (Kyu, et al., 2016).

## Resümee

Aus den angeführten Studien lässt sich erkennen, dass schon moderate, regelmäßige Bewegung in sehr vielen Bereichen eine hohe positive Wirkung auf die Gesundheit hat. Daher erscheint es nur sehr logisch das betriebliche Mobilitätsmanagement und die gesundheitlichen Vorteile der körperlichen Betätigung zu verbinden. Denn warum nicht einen Weg, der sowieso zurückgelegt werden muss, dazu nützen, um den Körper etwas Gutes zu tun? Wie *Winston Spencer Churchill (1874-1965)* einst einmal sagte: *"Keine Stunde im Leben, die man mit Sport verbringt, ist verloren."*

In der, auf der nächsten Seite Angeführten Tabelle 1, sind die Wirkungen, im Bezug auf die Gesundheit der unterschiedlichen Maßnahmen aus den zuvor beschriebenen Studien zur besseren Übersicht noch einmal aufgelistet.

Institution / Autor	Anzahl Probanden	Methode	Maßnahme	Wirkung	Quelle
EcoLibro GmbH	2351 Berufstätige	Umfrage	ganzjährige Bewegung am Arbeitsweg mit dem Fahrrad oder zu Fuß	1/3 weniger Krankenstandstage	Schramek & Kernen (2015)
Niederländisches Verkehrsministerium	k.A.	k.A.	Fahrradfahren am Arbeitsweg	ein Krankenstandstag weniger pro Jahr	TNO Forschungsinstitut (2009)
VCÖ	k.A.	k.A.	regelmäßiges Fahrradfahren am Arbeitsweg	1,3 Tage pro Jahr weniger im Krankenstand als nichtradelnde Kolleginnen und Kollegen	VCÖ (2015)
UK Biobank	263450 Teilnehmer an 22 Standorten in ganz Großbritannien	Coxsches Regressionsmodell	Arbeitsweg hin und zurück zu Fuß mit Tempo höher drei Meilen pro Stunde (ca. 5km/h) pendeln mit dem Fahrrad	geringeres Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und eine geringere Sterblichkeit verringert das Risiko an kardiovaskuläre Erkrankungen oder an Krebs zu erkranken	Celis-Morales, et al. (2017)
Patterson et al.	Daten von 394 746 Personen	Analyse von Daten des "Office for National Statistics Longitudinal Study of England and Wales" (ONS-LS)	pendeln mit Fahrrad anstatt Pkw pendeln mit Bahn anstatt Pkw	20% verringerte Gesamtmortalitätsrate 24% verringerte sterblichkeitsrate bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen 16% weniger Krebssterblichkeit 11% weniger Krebsvorfälle	Patterson et al. (2020)
Loidl et al.	k.A.	k.A.	pendeln zu Fuß anstatt Pkw Wechsel auf den aktiven Modus (täglich) Bewegungszeit über 10min Bewegungszeit über 30min	7% weniger Krebsvorfälle Gewichtsabnahme pro m <sup>2</sup> (BMI) 0,75 kg/m <sup>2</sup> Verringerung des BMI 2,25 kg/m <sup>2</sup> Verringerung des BMI	Loidl et al. (2018)
GISMO Studie	305 gesunde Teilnehmer mit normalem Gewicht	Literaturrecherche	tägliches aktives Pendeln	VO2 max Zunahme um 0,4% bis 13% Leistungszunahme 4,9% bis 11% Blutdrucksenkung um 5,9% bis 8,9% Ges. Cholesterin Verbesserung -8,84% bis +1,8% Verbesserung des hochdichten Lipoproteincholesterin um 0,7% bis 5,6%	Schäfer et al. (2020)
GISMO Studie	73 Probanden 21 Kontrollgruppe 52 Interventionsgr.	Dosis-Wirkungsanalyse	Aktivität am Arbeitsweg	Es besteht eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen körperliche Fitness und der körperlicher Aktivitätsdauer. Mehr Aktivität am Arbeitsweg verbessert die Fitness.	Sareban et al. (2020)
Kyu et al.	174 prospektive Kohortenstudien	Dosis-Wirkungs-Metaanalyse	wöchentlicher Bewegungsgrad in MET Minuten	Es besteht eine Dosis-Wirkung zwischen der Bewegungsdauer und der Reduktion des Brustkrebs, Darmkrebs, Diabetes, KHK und ischämischen Apoplexie Risikos gegenüber ungenügend Aktivität.	Kyu et al. (2016)

Tabelle 1: Wirkungen zu gesundheitsbezogenen Maßnahmen (eigene Tabelle)

### 2.5.3 Umweltwirkung

Natürlich haben die Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagement auch positive Wirkungen auf die Umwelt, denn wenn weniger Personen mit dem Pkw zur Arbeit fahren und mehr mit dem ÖPNV, mit dem Fahrrad oder gar zu Fuß anreisen, werden weniger umweltschädliche Substanzen freigesetzt. Grundsätzlich lassen sich die Schädigungskategorien, die durch den Straßenverkehr entstehen, in folgende Gruppen unterscheiden. Schädigung durch den Natur- und Landschaftsverbrauch, lokale Schäden durch Luftverschmutzung, globale Schäden durch Treibhausgase und die Beeinträchtigung durch Lärm (Lehnart, 2014).

#### Natur- und Landschaftsverbrauch

Auf die Schädigung durch den Natur- und Landschaftsverbrauch hat das BMM Unternehmen auf kurze Sicht gesehen nur eine geringe Wirkung. Es kann lediglich am Betriebsgelände Fläche durch weniger Kfz-Stellplätze eingespart werden. Diese Parkplätze können jedoch einen enormen Kostenfaktor für Betriebe darstellen. Wird nun von einem durchschnittlichen Parkplatz mit 2,5m Breite, 5m Länge und einer Fahrstreifenbreite von 3m ausgegangen, beträgt der Flächenverbrauch für einen Stellplatz 20 Quadratmeter. Eine schematische Darstellung dieser Situation ist in Abbildung 6 dargestellt.

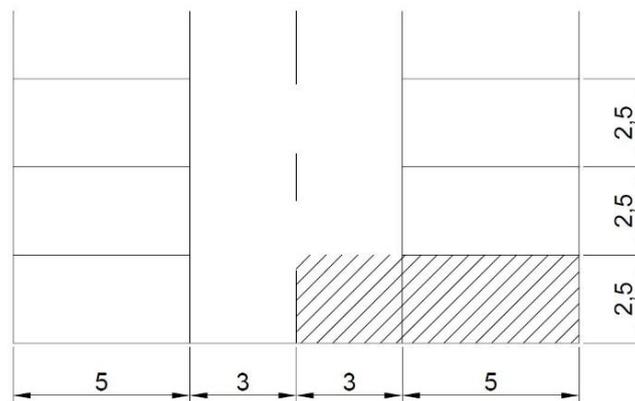


Abbildung 6: Parkplatzfläche

#### Schäden durch Luftverschmutzung

Die umweltschädlichen Substanzen, die durch den Verkehrssektor ausgestoßen werden, sind flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) (engl.: Non Methane Volatile Organic Compound), Stickoxide (NO), Kohlenmonoxid (CO) und die Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O). Zusätzlich wird durch Abgase, Reifenabrieb, Bodenerosion und Staubaufwirbelung, Feinstaub erzeugt (Umweltbundesamt a., 2020). In der auf der nächsten Seite angeführten Tabelle 2 sind von diversen Verkehrsmittel im Personenverkehr die durchschnittlichen Emissionen angeführt. Die Einsparung von umweltschädlichen Emissionen durch den Wechsel des Verkehrsmodus ist somit einfach durch das Delta der Emissionen des alten und des neuen Verkehrsmodus berechenbar. In der Formel nach der Abbildung wird beispielhaft die Treibhausgaseinsparung als Wirkung der Verkehrsmodusänderung gezeigt.

Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr - Bezugsjahr 2018											
Schadstoff	Einheit	Pkw (1,5Pers./Pkw)	Fern- linienbus	sonstige Reisebusse 6	Eisenbahn, Fernverkehr	Flugzeug, Inland	Linienbus	Eisenbahn, Nahverkehr	Straßen-, Stadt- und U-Bahn	Pkw (1Pers./Pkw)	Pkw (2Pers./Pkw)
Treibhausgase <sup>1</sup>	g/Pkm	147	29	29	32 <sup>2</sup>	230 <sup>3</sup>	80	57	58	220,5	110,25
Kohlenmonoxid	g/Pkm	1,00	0,02	0,02	0,02	0,48	0,006	0,04	0,04	1,5	0,75
Flüchtige Kohlenwasserstoffe	g/Pkm	0,14	0,00	0,01	0,00	0,13	0,03	0,01	0,00	0,21	0,105
Stickoxid	g/Pkm	0,53	0,06	0,06	0,004	1,01	0,32	0,20	0,05	0,795	0,3975
Partikel <sup>5</sup>	g/Pkm	0,007	0,001	0,001	0,001	0,014	0,005	0,004	0,002	0,0105	0,00525

g/Pkm = Gramm pro Personenkilometer, inkl. der Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin, Diesel und Kerosin

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O angegeben in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten

<sup>2</sup> Die in der Tabelle ausgewiesenen Emissionsfaktoren für die Bahn basieren auf Angaben zum durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland. Emissionsfaktoren, die auf unternehmens- oder sektorbezogene Strombezüge basieren (siehe z.B. "Umweltmobilcheck" der Deutschen Bahn AG), weichen daher von den in der Tabelle dargestellten Werten ab.

<sup>3</sup> inkl. Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte

<sup>4</sup> ohne Methan

<sup>5</sup> ohne Abrieb von Reifen, Straßenbelag, Bremsen, Oberleitungen

<sup>6</sup> Gruppenfahrten, Tagesfahrten (z.B. Busrundreisen, Klassenfahrten, "Kaffeefahrten")

Quelle:TREMODO 6.03

Umweltbundesamt, 01/2020

**Tabelle 2: Emissionen im Vergleich (eigene Tabelle, übernommen) (Umweltbundesamt b., 2020)**

$$Tr_{\text{Einsparung pro Zeiteinheit}} = (Tr_{\text{Alter Modus}} - Tr_{\text{Neuer Modus}}) * L_{\text{Arbeitsweg pro Zeiteinheit}} \quad (1)$$

*Tr: Treibhausgase*  
*L: Länge*

Bei einem Arbeitsweg von 20km (eine Richtung) und 225 Arbeitstagen im Jahr würden sich bei einem Umstieg vom Pkw auf den Linienbus alleine der Treibhausgasausstoß um 1264,5kg verringern.

$$Tr_{\text{Einsparung / Jahr}} = (220,5g/km - 80g/km) * 20km * 2/t * 225t/Jahr = 1264,5kg/Jahr$$

Diese Emissionseinsparungen lassen sich für alle Schadstoffklassen nach diesem Schema gleich berechnen.

Zur genauen Abschätzung der Luftschadstoffe gibt es Programme, wie z.B. die Software MOVES (MOtor Vehicle Emission Simulator) von EPA. MOVES ist ein hochmodernes Emissionsmodellierungssystem, das die Emissionen mobiler Quellen auf nationaler, regionaler und Projektebene anhand der Kriterien Luftschadstoffe, Treibhausgase und Lufttoxizität schätzt. Zur Modellierung gibt der Benutzer Fahrzeugtypen, Zeiträume, geografische Gebiete, Schadstoffe, Fahrzeugbetriebseigenschaften und zu modellierende Straßentypen an, wodurch das Modell anschließend Berechnungen durchführt und die Gesamtemissionen oder Emissionsraten pro Fahrzeug oder Aktivitätseinheit abschätzt (EPA, 2015).

## Lärm

Auch die Lärmbelastung wird durch erfolgreich gesetzte Maßnahmen geringer. Immerhin gilt der Straßenverkehr als die Geräuschquelle, von der sich der größte Teil der Bevölkerung belästigt oder gestört fühlt (Umweltbundesamt c., 2012). Da der Pendlerverkehr, wie in Kapitel 1.1 beschrieben, einen sehr hohen Anteil des Gesamtverkehrs ausmacht, lässt sich hier ein hohes Potenzial für Lärmreduktion erkennen. Immerhin bewirkt eine Halbierung der Verkehrsstärke in einer Straße eine Abnahme von 3dB (Dezibel) (BMK, 2016).

## 2.5.4 Monetäre Wirkung

Die monetären Wirkungen lassen sich in eine Wirkung für den Betrieb und eine Wirkung für die Beschäftigten einteilen. Prinzipiell sollen alle gesetzten Maßnahmen eine positive monetäre Wirkung aufweisen. Die Umsetzung von BMM Maßnahmen kostet einem Betrieb jedoch zunächst einmal Geld. Wie in Kapitel 2.1 bereits erwähnt, gibt es verschiedene Motivationen das BMM in einem Unternehmen durchzuführen und auf Basis dieser, ein BMM Konzept zu erstellen. Ein Unternehmen erhofft sich beispielweise eine Umsatzsteigerung durch ein besseres Image oder durch eine gesteigerte Produktivität aufgrund motivierterer Mitarbeiter. Da viele Wirkungen sehr oft subjektiv sind, lässt sich die eigentliche monetäre Wirkung für das Unternehmen oft nur sehr schwer bestimmen.

### Monetäre Wirkung auf das Unternehmen

Hauptsächlich lassen sich positive monetäre Wirkungen für das Unternehmen durch das BMM im Bereich des Parkraums, des Personalausfalls und der Produktivität erzielen.

#### Parkraum

Die Kosten für die Herstellung von ebenerdigen Parkplätzen und Tiefgaragenparkplätzen sind sehr hoch. Der durchschnittliche Tiefgaragenplatz kostet in der Errichtung ca. 15.000€. Zusätzlich zu den Errichtungskosten müssen die laufenden Kosten, wie Reinigung, Winterdienst, Beleuchtung, Versicherung etc. vom Betrieb übernommen werden. Außerdem muss zum Bau eines Parkplatzes auch der Platz dafür vorhanden sein. Dieser könnte gegebenenfalls anderwärtig genutzt werden. Es lässt sich erkennen, dass sich bei den Parkplätzen ein enormes Einsparungspotenzial verbirgt (Müller, 2001; VCÖ, 2017).

#### Personalausfall

Wie zuvor schon beschrieben hat das aktive Pendeln eine positive Auswirkung auf die Gesundheit. Lassen sich dadurch Krankenstandstage einsparen, hat dies wiederum eine positive monetäre Wirkung für das Unternehmen. Da auch Verkehrsunfälle zu Krankenstandstage führen, können durch die Wahl eines sicheren Verkehrsmittels, wie Bus oder Bahn, diese vermieden/reduziert werden (Müller, 2001).

#### Produktivität

Tatsächlich weisen entspannte Mitarbeiter eine höhere Motivation auf. Aus diesem Gesichtspunkt heraus wäre es für den Betrieb nur sinnvoll, wenn die Mitarbeiter eine angenehme und stressfreie Anreise zum Unternehmen haben würden. Vom deutschen Verkehrssicherheitsrat wurde durch eine Studie belegt, dass Pendler, die im Pkw den Arbeitsweg zurücklegen, häufiger unter Konzentrationsmängeln und Nervosität leiden als andere, wodurch wiederum die Leistungsmotivation leiden kann (Müller, 2001).

## Monetäre Wirkung auf die Mitarbeiter

Im Gegenzug zu den davor beschriebenen monetären Wirkungen, lassen sich diese für die Beschäftigten leichter bestimmen. Diese Wirkung lässt sich über die Differenz der Kosten des neuen und des alten Verkehrsmodus berechnen. So spart sich der Beschäftigte aus dem Beispiel in Kapitel 2.5.3, der zu seiner Jahreskarte 150 Euro Zuschuss bekommt, 3758 Euro pro Jahr. Es wird angenommen, dass die Jahreskarte 550 Euro pro Jahr und der gefahrene Auto Kilometer 46,2 Cent kostet (Oberweger, 2005).

$$K_{Einsparung} = K_{vor\ Maßnahme} - K_{nach\ Maßnahme} \quad (2)$$

$$K_{Einsparung} = 0,462\text{€/km} * 20\text{km} * 2/d * 225d/J - 550\text{€/J} + 150\text{€/J} = 3758\text{€/Jahr}$$

## Monetäre Wirkung auf die Allgemeinheit

Durch den Verkehr entstehen aber auch externe Kosten, die von der Volkswirtschaft getragen werden müssen. Zu diesen Kosten zählen zum Beispiel Kosten, die durch Umweltschutzmaßnahmen oder medizinische Behandlungen entstehen, Instandhaltungskosten der Straßeninfrastruktur, Unfallfolgekosten und viele mehr. Auch diese Kosten ändern sich, wenn sich das Mobilitätsverhalten der Arbeitnehmer ändert. Es ist jedoch sehr schwierig und aufwendig diese Kostenänderung zu berechnen, beziehungsweise den Maßnahmen zuzuordnen. Dagegen einfacher wäre es, eine monetäre Berechnung der externen Kosten auf Basis von Durchschnittswerten und der Fahrleistung mit dem jeweiligen Verkehrsmittel, durchzuführen. Laut der Statista GmbH beliefen sich 2017 in Deutschland die externen Kosten für einen gefahrenen Personenkilometer mit dem PKW auf 10,8 Cent und mit der Eisenbahn im Personennahverkehr auf 4 Cent (Statista, 2019). Wird nun die Differenz der externen Kosten des alten Verkehrsmittel und des neuen Verkehrsmittel berechnet und diese mit der Fahrtstrecke multipliziert, so ergibt dies die eingesparten externen Kosten durch den Verkehrsmoduswechsel.

### 2.5.5 Weitere Wirkungen

Zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Wirkungen gibt es noch weitere Wirkungen, die sich durch das BMM erzielen lassen. Zu diesen Wirkungen gehört der Imagegewinn, die Erhöhung der Mitarbeitermotivation und Vorteile bei der Mitarbeiterrekrutierung.

#### Imagegewinn

Durch die gesetzten Maßnahmen in den verschiedenen Bereichen und durch eine geschickte Vermarktung kann das Image des Unternehmens beträchtlich gesteigert werden (Müller, 2001).

#### Höhere Mitarbeitermotivation

Die Maßnahmen des BMM können bewirken, dass sich die Arbeitsmotivation der Mitarbeiter steigert. Durch die Verbesserung der Mobilität oder Zuwendungen wie ÖV-Zuschüsse wird den Mitarbeitern nicht nur der Arbeitsweg erleichtert, sondern auch das Gefühl vermittelt, dass sich das Unternehmen um sie kümmert (Müller, 2001).

#### Mitarbeiterrekrutierung

BMM verbessert die Erreichbarkeit von Unternehmen und führt zudem zur Senkung der Kosten und des Zeitaufwands des Pendelns. Ebenso werden dadurch andere Optionen, um den Arbeitsplatz zu erreichen, verbessert. Gerade in Ballungszentren wirkt sich dies positiv auf die Attraktivität des Betriebes aus und hat somit auch eine positive Auswirkung auf die Anziehungskraft des Unternehmens bei der Rekrutierung qualifizierter Mitarbeiter (Müller, 2001).

## 2.6 Greenwashing

Maßnahmen des BMM können unter anderem jedoch auch dafür gesetzt werden, um Greenwashing zu betreiben. Grundsätzlich werden als Greenwashing Kampagnen und PR-Aktionen bezeichnet, die darauf abzielen, einem Unternehmen ein grünes, umweltfreundliches, faires und ethisch korrektes Image einzubringen, ohne diesem in Wirklichkeit zu entsprechen. Dabei missbrauchen diese Firmen die Grundidee des Corporate Social Responsibility (CSR) - die gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen - um ein grünes Image zu erhalten (Jans, 2018).

Hat demnach ein Betrieb die Absicht mit Hilfe des betrieblichen Mobilitätsmanagements Greenwashing zu betreiben, werden mit einem möglichst geringen zeitlichen und finanziellen Aufwand Maßnahmen gesetzt, die auf eine nachhaltige und umweltfreundliche betriebliche Mobilität hindeuten. Die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahmen steht dabei nicht im Vordergrund. Im Anschluss der Umsetzung der Maßnahmen wird versucht diese geschickt der Öffentlichkeit zu präsentieren, um das Image des Betriebs in ein grünes Licht zu rücken. Typische Maßnahmen, um Greenwashing zu betreiben, sind beispielsweise der Bau von Ladestationen für Elektrofahrzeuge und E-Bikes, um dies anschließend in einem Zeitungsartikel groß als Investition in eine bessere Umwelt anzupreisen, ohne jemals die Nachfrage dafür evaluiert zu haben.

## 2.7 Theoretische Potenziale

Um das BMM Konzept möglichst effizient zu planen und für jedes individuelle Unternehmen die richtigen Maßnahmen zu setzen, hilft es, das Potenzial zur Mobilitätsverhaltensänderung in den jeweiligen Betrieben abzuschätzen. Das theoretische Potenzial im betrieblichen Mobilitätsmanagement gibt die Höhe des Potenzials, dass Mitarbeiter auf ein alternatives Verkehrsmittel umsteigen, an. Es wird damit also abgeschätzt, wie viele der Beschäftigten ihr Mobilitätsverhalten ändern könnten bzw. wie vielen dies zumutbar ist und welche potenziellen Verkehrsmodi diesen auf ihrem Arbeitsweg überhaupt zur Verfügung stehen. Denn nicht jeder hat auch die Möglichkeit auf das Auto am Arbeitsweg zu verzichten. Viele der Beschäftigten wohnen zudem nicht nahe genug am Arbeitsplatz, um zu Fuß zu gehen oder mit dem Fahrrad zu fahren. Diese Abschätzung des theoretischen Potenzials dient als Grundlage der Maßnahmenauswahl. Das Potenzial gibt den Unterschied zwischen dem derzeitigen Verkehrsmittelwahlverhalten und einem umweltfreundlichen und zumutbaren potenziellen Verkehrsmittelwahlverhalten der Mitarbeiter an.

Grundsätzlich sind die Hauptkriterien zur Bestimmung des theoretischen Potenzials die Arbeitswegdistanz, die Reisezeit bzw. die Reisezeitverhältnisse und die Verkehrsmittelverfügbarkeit.

## 2.8 Derzeitige Wirkungsabschätzungen

Es gibt bereits Ansätze zur Wirkungsabschätzung von Mobilitätsmanagement. Da die Datengrundlage des Mobilitätsmanagements nur sehr gering und das Maßnahmenpektrum sehr breit ist, gibt es jedoch leider nur wenige Ansätze dafür (Louen, 2013). Die Ansätze dieser Methoden der Wirkungsabschätzung basieren meist auf Tabellenkalkulationen, neuronalen Netzwerken und linearen Regressionen. Die Datengrundlage dafür beruht dabei oft auf empirischen Daten von bereits umgesetzten und evaluierten Konzepten oder auf Expertenurteilen.

Mit Hilfe dieser Ansätze wurden bereits Modellen zur Wirkungsabschätzung entwickelt. Die meisten davon in den USA. In Europa gibt es derzeit nur wenige Ansätze. In den folgenden Unterkapiteln wird auf die einzelnen Modelle genauer eingegangen.

### **2.8.1 EPA COMMUTER Model**

Das COMMUTER-Modell ist ein Computermodell, welches auf Tabellenkalkulationen basiert. Es dient zur Abschätzung von Verkehrs- und Emissionswirkungen von Pendlern und wurde entwickelt, um verschiedene Maßnahmen und deren Wirksamkeit zu bewerten. Das Modell unterscheidet Maßnahmen, die den Modal-Split durch Reisezeit- und/oder Kostenveränderung beeinflussen und Maßnahmen, die diesen anderweitig ändern. Für die Abschätzung der Modusänderung zufolge der reisezeit- und/oder kostenverändernden Maßnahmen kommt ein Logit-Ansatz zum Einsatz. Zur Abschätzung durch andere Maßnahmen werden die durchschnittlichen Modal-Split-Veränderungen aus Erhebungen, Literaturlauswertungen und Expertenurteilen der Modellentwickler unter Berücksichtigung der drei Faktoren Art und Umfang des Mobilitätsmanagementkonzepts, Branche des Betriebs und Beteiligung der Beschäftigten herangezogen (Winters, Hendricks, & Stutts, o. D.).

### **2.8.2 CURT\_AVR – Worksite Trip Reduction Model**

Das CURT\_AVR-Modell wurde entwickelt, um Änderungen des durchschnittlichen Fahrzeugbesetzungsgrad (AVR average vehicle ridership) und die damit einhergehende Reduzierung der Fahrten zu bestimmen. Anders als das COMMUTER-Modell wurde dieses Modell auf basierenden und validierten Maßnahmen aufgebaut. Es wurden dafür über 8000 Pläne zur Reduzierung der Pkw Fahrten aus Los Angeles, Tucson und Phoenix herangezogen. Das Modell verwendet Modal-Split-Informationen, um die Änderung des durchschnittlichen Fahrgastaufkommens vorherzusagen, wobei die Anzahl der Eingabevariablen auf einem überschaubaren Niveau gehalten wird. Zum Erstellen des Modells wird eine neuronale Netzwerksoftware mit einem genetischen Algorithmus verwendet (Winters, Hendricks, & Stutts, o. D.).

### **2.8.3 UK Workplace Travel Plan Evaluation Tool**

Das UK Workplace Travel Plan Evaluation Tool prognostiziert Pkw-Alleinfahrten für einen Betrieb, die durch betriebliche Mobilitätsmaßnahmen eingespart werden können. Es wird jeder Maßnahme eine Wirkung und eine Gewichtung zugeteilt. Die Wirkung des Mobilitätsplans ergibt sich anschließend aus der Summe der einzelnen gewichteten Maßnahmen. Die Gewichtungen der Maßnahmen wurden aus empirischen Daten aus den Niederlanden und Großbritannien ermittelt (Louen, 2013).

### **2.8.4 TDM Effectiveness Evaluation Model (TEEM)**

Das TDM Effectiveness Evaluation Model (TEEM) ist ein Modell, welches die Wirkungen der Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagement in Form von Änderung des Verkehrsaufkommens sowie dem Modal-Split für 20 Maßnahmen abschätzt. Das TEEM ist ein auf Elastizität basierendes Tabellenkalkulationsmodell, welches Preis- und Leistungs-Elastizitäten für die Nachfrageauswirkungen von Maßnahmen auf den Modal-Split berücksichtigt. Lokale und nationale Erfahrungswerte bilden die Datengrundlage des Modells. Elastizitätsbasierte Modelle schätzen die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen ab und summieren diese. Aus diesem Grund können Wechselwirkungen von Maßnahmenkombinationen nicht berücksichtigt werden (Louen, 2013; FHWA, 2020).

### **2.8.5 Worksite Trip Reduction Model (WTRM)**

Das Worksite Trip Reduction Model (WTRM) ist ein von der University of South Florida entwickeltes Modell, mit dem Vorhersagen über die verkehrlichen Wirkungen von betrieblichen Mobilitätsmanagementmaßnahmen getroffen werden können. Insgesamt enthält dieses webbasierte

Vorhersagemodell über 100 Einzelmaßnahmen mit zwölf logischen Gruppierungen. Das WTRM basiert auf einer sehr großen Datenbank mit Daten von Mobilitätspläne aus drei städtischen Gebieten (Südkalifornien, Tucson und Seattle) und drei Bezirken aus Washington. Das heißt, die Daten basieren auf Bedingungen mit geringen Anteilen an öffentlichen Verkehrsmitteln (0-10%), bescheidenen Fahrgemeinschaftsanteilen (10-20%) und hohen Anteilen an MIV (70 bis 90%). Für die Modellbildung wurden zwei verschiedenen Ansätze herangezogen. Zum einen ein neuronales Netzwerk und zum anderen eine lineare statistische Regression zur Validierung der neuronalen Netzwerksimulation und zur Festlegung der Simulationsvariablen (Louen, 2013; Winters, et al., 2004; Winters, Perez, Joshi, & Perone, 2005).

### **2.8.6 Trip Reduction Impacts of Mobility Management Strategies Model (TRIMMS)**

Das Trip Reduction Impacts of Mobility Management Strategies Model (TRIMMS) ist ein sogenanntes Hybridmodell aus den USA und enthält die Funktionen des TDM Effectiveness Evaluation Model (TEEM) und des Worksite Trip Reduction Model (WTRM). Um "harte" Maßnahmen abschätzen zu können, verwendet das TRIMMS die Elastizität der Nachfragefunktion von TEEM. Die „weichen“ Maßnahmen werden über die Bewertungsergebnisse des WTRM abgeschätzt. Das TRIMMS wurde für einzelne Bereiche oder Betriebe mit vordefinierten Mobilitätsverhalten entwickelt. TRIMMS bewertet dabei Maßnahmen, die sich einerseits auf die Kosten (wie z.B. Zuschüsse für ÖV, Parkgebühren und anders finanzielle Anreize) und andererseits auf die Reisezeit auswirken und prognostiziert die Wirkungen dieser Maßnahmen. Dabei wird die Modal-Split Veränderung, das Nutzen-Kosten Verhältnis und die Auswirkung auf externe Effekte prognostiziert (Louen, 2013; FHWA, 2020).

### **2.8.7 Maximize**

Maximize ist ein Tool zur Abschätzung der Wirkungen von Mobilitätsmanagementmaßnahmen, welches nicht auf einzelne Merkmale, wie Zielgruppe oder Standort, beschränkt, sondern zur Abschätzung im Allgemeinen verwendet werden soll. Ziel dabei ist es, die Wirkung von einzelnen Maßnahmen zu benennen. Bei der Durchführung der Abschätzung werden vom Anwender Randbedingungen, wie z.B. Lage des Standorts, ÖV Anbindung, fußläufige Anbindung usw., eingegeben. Das Ergebnis, welches vom Tool errechnet wird, ist der zu erwartende Modal-Split und die Verkehrsleistung. Das Tool basiert auf Expertenurteile zu Reduktions- und Gewichtungsfaktoren, die mittels einer Delphi-Befragung ermittelt wurden (Louen, 2013).

### **2.8.8 Simulationsmodell Mobilitätsmanagement (Schweiz)**

Das Simulationsmodell ist ein Bestandteil der Arbeit „Mobilitätsmanagement in Betrieben – Motive und Wirksamkeit“. Ausgangslage des Modells bildet die Aufbereitung und Analyse von 32 Firmen aus der Schweiz und dem Fürstentum Liechtenstein, die Maßnahmen zum betrieblichen Mobilitätsmanagement eingeführt haben. Im Simulationsmodell, welches auf einer statistischen Analyse mit multipler linearer Regression aufbaut, wurden die Verkehrlichen-, und Umweltwirkungen sowie die Kosten der gesetzten Maßnahmen analysiert. Obwohl die Anzahl der Beispiele sehr gering ist und eine Vielfalt an verschiedenen Maßnahmen vorliegt, weist das Simulationsmodell in einigen Bereichen eine gute Güte auf. Besonders im Bereich der Veränderung des Anteils des motorisierten Individualverkehrs. Es ist jedoch nicht möglich, repräsentative Aussagen in allen Bereichen zu machen, da die Aufteilung der Betriebe nicht der Wirklichkeit entspricht (De Tommasi, Oetterli, & Caduff, 2008).

## 2.8.9 Wirkungsmodell nach Louen

Das Modell von Louen konzentriert sich auf die verkehrlichen Wirkungen von Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagement. Die Methodik dient zur Abschätzung der Verkehrsmittelverlagerung bei den Mitarbeitern. Es werden standortbezogene und personenbezogene Einflussparameter berücksichtigt, welche auf eine Datenerhebung von 77 deutschen Betrieben basieren. Die Wirkungsabschätzung läuft in zwei Schritten ab. Im ersten Schritt wird ein theoretisches Potenzial der Maßnahmen abgeschätzt. Die Potenzialabschätzung läuft unter Berücksichtigung von Einflussfaktoren auf Grundlage der persönlichen Rahmenbedingungen der Mitarbeiter, sowie der Qualität des Standortes ab. Im zweiten Schritt erfolgt die Kalibrierung des abgeschätzten Verkehrsverlagerungspotenzials auf Basis von bestehenden Evaluierungen. Es ist jedoch nicht möglich, alle Kombinationen von Standortbedingungen und Maßnahmenpaketen anhand vorliegender Beispiele zu kalibrieren. Der Grund dafür ist, dass die Evaluierungsmethoden, die Umsetzungsqualität, die Standortbedingungen und der Prozess der Umsetzung der Maßnahmen der unterschiedlichen Projekte variieren und diese auch nur für einzelne Projekte vorliegen. Aus diesem Grund ist die Einteilung der Maßnahmenbündel nur grob und keine statistisch abgesicherte Aussage möglich (Louen, 2013).

## 2.8.10 Zusammenfassung der Modelle zur Wirkungsabschätzung

In der nachstehenden Tabelle 3 sind die Funktionen, das Land, in dem das Modell entwickelt wurde, die Methode und die Datengrundlage der einzelnen Modelle zur Wirkungsabschätzung zusammengefasst.

Modelle zur Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen des BMM				
Name	Funktion	Land	Methode	Daten
EPA COMMUTER Model	Abschätzung von Verkehrs- und Emissionswirkungen von Pendlern	USA	Tabellenkalkulation, Logit-Ansatz	empirische Daten (aus Erhebung und Literaturrecherche) Expertenurteil (Delphi-Befragung)
CURT_AVR – Worksite Trip Reduction Model	bestimmt die Änderungen des durchschnittlichen Fahrzeugbesetzungsgrad und die damit einhergehende Reduzierung der Fahrten	USA	neuronales Netzwerk	über 8000 Pläne aus Los Angeles, Tucson and Phoenix
UK Workplace Travel Plan Evaluation Tool	prognostiziert Pkw-Alleinfahrten für einen Betrieb, die durch betriebliche Mobilitätsmaßnahmen eingespart werden können	UK	-	Empirische Daten aus Großbritannien und den Niederlanden
TDM Effectiveness Evaluation Model (TEEM)	schätzt die Änderung des Verkehrsaufkommens sowie den Modal-Split für 20 Maßnahmen ab	USA	Tabellenkalkulationsmodell	Lokale und Nationale Erfahrungswerte
Worksite Trip Reduction Model (WTRM)	es werden Vorhersagen über die verkehrlichen Wirkungen von betrieblichen Mobilitätsmanagementmaßnahmen getroffen	USA	neuronales Netzwerk, lineare Regression	sehr großen Datenbank mit Daten von Mobilitätspläne aus Südkalifornien, Tucson und Seattle und drei Bezirken aus Washington
Trip Reduction Impacts of Mobility Management Strategies Model (TRIMMS)	schätzt die Wirkung von harten und weichen Maßnahmen des Betrieblichen Mobilitätsmanagement ab	USA	Hybridmodell aus TEEM & WTRM	-
Maximize	Tool zur Abschätzung der Wirkungen von Mobilitätsmanagementmaßnahmen	-	Expertenurteile zu Reduktions- und Gewichtungsfaktoren	Expertenurteile mittels Delphi-Befragung
Simulationsmodell Mobilitätsmanagement	Verkehrlichen-, und Umweltwirkungen sowie die Kosten der gesetzten Maßnahmen wurden analysiert	CH	multiple lineare Regression	32 Firmen aus der Schweiz und dem Fürstentum Liechtenstein
Wirkungsmodell nach Louen	Die Methodik dient zur Abschätzung der Verkehrsmittelverlagerung bei Mitarbeitern	D	Potentialabschätzung mit anschließender Kalibrierung auf Basis von bestehenden Evaluierungen	77 deutsche Betriebe

Tabelle 3: Modelle zur Wirkungsabschätzungen

## 2.9 Wirkungsanalyse

Die Wirkungsanalyse beschäftigt sich mit der Messung, Darstellung und Analyse von allen erwarteten und unerwarteten Wirkungen. Aufbauend auf diese Wirkungsanalyse kann anschließend eine Erfolgseinschätzung durchgeführt werden (Schober & Rauscher, 2021). Der Begriff Wirkungsanalyse kann in einem engeren und einem weiteren Sinn verstanden werden. Bei der Wirkungsanalyse im engeren Sinn werden ausschließlich die Wirkungen eines gesamten Projekts betrachtet. Das bedeutet im Bezug auf Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagement würden die Wirkungen eines Maßnahmenbündels analysiert werden. Diese engeren Wirkungen lassen sich abermals in Outcomes und Impact unterteilen. Outcomes sind jene Wirkungen, die eine direkte Wirkung auf die Zielgruppe haben. Im BMM wären diese der Betrieb und deren Mitarbeiter. Unter Impact werden jene Wirkungen verstanden, die einen Einfluss auf die gesamte Gesellschaft haben. Bei dieser Art der Wirkungsanalyse ist es jedoch nicht möglich, einzelne Wirkungen einzelnen Maßnahmen zuzuordnen, bzw. zu bestimmen, welche Maßnahmen einen besonderen Beitrag zur Wirkungserbringung beigetragen haben. Die Wirkungsanalyse im erweiterten Sinn beschäftigt sich hingegen neben den Outcomes und dem Impact zusätzlich noch mit den erbrachten Leistungen (Outputs) und deren Qualität (PHINEO, o. D.). Um eine Wirkungsanalyse durchführen zu können müssen messbare Indikatoren bestimmt werden, welche sich durch das Einführen von Maßnahmen ändern. Es ist einfacher die zu erwartenden Wirkungen zu bestimmen, da meist die Maßnahmen genau auf diese Wirkungen abzielen und die zu messenden Indikatoren ebenso meist bekannt sind.

## 2.10 Resümee

Wie in Kapitel 2.4 bereits beschrieben, gibt es im BMM sehr viele unterschiedliche Maßnahmenbereiche, welche sich wiederum in viele unterschiedliche Maßnahmen aufteilen lassen. Die Tatsache, dass all diese Maßnahmen im Grunde genommen, wie in Abbildung 5 erkennbar, auf dieselbe übergeordnete Wirkung abzielen, macht es vermutlich sehr schwierig, einzelne Wirkungen den einzelnen Maßnahmen eines BMM Konzepts zuzuschreiben. Einfacher dagegen ist es, die Wirkungen eines Maßnahmenbündels in Summe zu bestimmen. Dafür wird es in Kapitel 5 „Konzepterstellung der Wirkungsanalyse“ notwendig sein, messbare Indikatoren zu ermitteln, über welche die Wirkungen bestimmt werden können. Besonders herausfordernd ist dies für die gesundheitsbezogenen Wirkungen aus Kapitel 2.5.2 und für die weiteren Wirkungen aus Kapitel 2.5.5, da einige dieser beschriebenen Wirkungen nur sehr schwer messbar und quantifizierbar sind. Zusätzlich kommt hier noch dazu, dass der Gesundheitszustand der Mitarbeiter natürlich von sehr vielen unterschiedlichen Einflussgrößen zusätzlich abhängt und der Arbeitsweg nur einen kleinen Teil dazu beitragen kann. Trotzdem konnte aufgezeigt werden, dass die aktive Mobilität sehr viele Vorteile in Bezug auf die Gesundheit darstellen kann.

## 3 Befragung

Um Erkenntnisse aus der Praxis des betrieblichen Mobilitätsmanagement zu gewinnen, wurden im Zuge dieser Arbeit Befragungen durchgeführt. Diese wurden zum einen mit Unternehmen, die BMM Beratungen durchführen und Betriebe bei der Umsetzung von Maßnahmen unterstützen und zum anderen mit Betrieben, die bereits Maßnahmen des BMM eingeführt bzw. eine BMM Beratung durchlaufen haben, geführt.

### 3.1 Befragung bei Unternehmen, die BMM Beratungen anbieten

Bei der Auswahl der Interviewpartner wurde darauf geachtet, dass diese bereits Erfahrung im Bereich des BMM haben und die Unternehmen im deutschsprachigen Raum tätig sind. Dabei wurden drei Beratungsunternehmen aus Österreich, zwei aus Deutschland und eines aus Südtirol interviewt.

Um mehr Erfahrungen über den Ablauf der Erstellung der betrieblichen Mobilitätskonzepte aus der Praxis zu sammeln und die spezifischeren Ziele und übergeordneten Hauptziele, die sich die zu beratenden Firmen aus dieser Beratung erwarten, zu ergründen, wurde das Hauptaugenmerk der Befragungen auch dahingehend gesetzt. In weiterer Folge wurde auf betriebliche Merkmale eingegangen, um herauszufinden, welche dieser einen Einfluss auf die Maßnahmenwahl haben und welche Maßnahmen besonders oft zum Einsatz kommen. Es wurde ebenso die Frage gestellt, ob ihnen Methoden oder Modelle zur Wirkungsabschätzung im Vorhinein bekannt sind und welchen Stellenwert gesundheitsbezogene Maßnahmen und das Thema Greenwashing im BMM haben.

Aus Gründen des Datenschutzes werden in dieser Arbeit keine Aussagen einem Interviewpartner direkt zugeordnet, sondern die Ergebnisse der Befragungen zusammengefasst dargestellt.

Folgende Personen haben sich dankenswerterweise bereit erklärt an einem Interview teilzunehmen:

- Herr Dipl.-Ing. Markus Schuster (Herry Consult GmbH)
- Herr Dipl.-Ing. Martin Reis (Energieinstitut Vorarlberg)
- Herr Dipl.-Ing. Claus Köllinger (Forschungsgesellschaft Mobilität)
- Frau Dipl.-Ing. Christine Breser (ivm GmbH)
- Herr Dipl.-Kfm. Knut Petersen (EcoLibro GmbH)
- Frau Tanya Deporta (Terra Institute GmbH) & Frau Veronika von Stefenelli (Südtiroler Transportstrukturen AG – Green Mobilität)

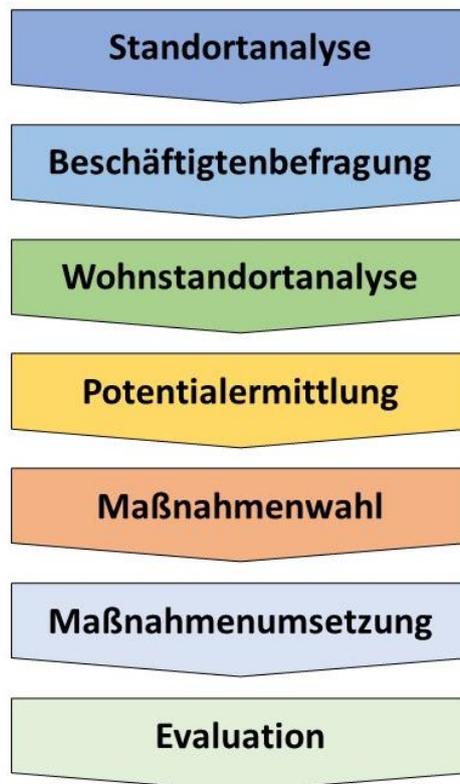
#### 3.1.1 Ablauf der BMM Beratungen

Im Zuge der Interviews hat sich herausgestellt, dass ein Großteil der Beratungsunternehmen die Erstellung eines umfangreichen BMM Konzepts anbieten. Es gibt jedoch auch noch weitere Formen der BMM Beratung, die vereinzelt von Beratungsunternehmen angeboten werden.

## **Umfangreiches BMM Konzepts**

Im Grunde genommen führen alle sechs Beratungsunternehmen bei der Erstellung des Mobilitätskonzepts in etwa dieselben Schritte durch. Lediglich die Reihenfolge der Schritte und die Begrifflichkeiten unterscheiden sich teilweise. Am Anfang führt jeder Berater eine Art Unternehmensanalyse durch. Dabei werden der Ist-Zustand und die Mobilitätsprobleme am Standort analysiert. Danach folgt eine Befragung der Mitarbeiter zu ihrem derzeitigen Mobilitätsverhalten und zur verkehrlichen Situation am Standort. Laut zwei Experten ist dies ein besonders wichtiger Schritt, da so die Mitarbeiter motiviert und deren Erwartungshaltung in Bezug auf eine bessere Mobilität gesteigert und dadurch in gewisser Weise auch Druck auf das Unternehmen aufgebaut wird. Sind diese Schritte abgeschlossen, wird als nächstes eine Adressanalyse bzw. Wohnstandortanalyse durchgeführt. Dabei werden anonym die möglichen Verkehrsmodi am Arbeitsweg der Mitarbeiter analysiert und in weiterer Folge anhand dieser Daten die Potenziale für die Wahl der einzelnen Verkehrsmittel errechnet. Diese errechneten Potenziale helfen anschließend bei der Wahl der geeigneten Maßnahmen. Nach Durchführung dieser Schritt, werden anhand der gesammelten Daten und Vorstellungen der Betriebe, geeignete Maßnahmen ausgearbeitet und gesetzt. Nach einer bestimmten Zeit wird das Unternehmen erneut begutachtet und eine Evaluierung der Maßnahmen durchgeführt.

Im Folgenden wird auf die Schritte und Phasen, die bei der Erstellung eines umfangreichen betrieblichen Mobilitätsmanagement Konzepts durchlaufen werden, genauer eingegangen. In Abbildung 7 ist dieser Ablauf schematisch dargestellt.



**Abbildung 7: BMM Prozess (eigene Grafik)**

## **Standortanalyse**

Im Zuge der Standortanalyse werden viele Informationen zum Standort des Betriebes gesammelt und analysiert. Die wichtigsten Daten, die hierbei ermittelt werden, sind, die Lage des Betriebsstandorts, die Art des Arbeitszeitmodells im Unternehmen, die Anbindung an das ÖPNV Netz am Standort, die Anzahl der vorhandenen Parkplätze, die aktuelle Parkplatzsituation um das Betriebsgelände, die Anbindung des Unternehmens an das Fahrradnetz und die Anzahl der Fahrradabstellplätze. Weiteres wird noch analysiert, ob bereits Maßnahmen zum BMM vorgenommen wurden und ob diese auch Wirkung zeigen. Ebenso die Motivation und das Ziel des Betriebes wird im Zuge dieses Schrittes ermittelt. Die Erfassung dieser Daten kann entweder über einen Fragebogen oder über ein Gespräch mit der Leitung des Unternehmens stattfinden. All diese Daten, die bei dieser Analyse gewonnen werden, sind für die spätere Potenzialermittlung und Maßnahmenwahl wichtig.

## **Beschäftigtenbefragung**

Bei der Beschäftigtenbefragung werden die Beschäftigten über das BMM aufgeklärt und zu ihrem derzeitigen Mobilitätsverhalten und deren Gründe dafür befragt. Weiters werden die Hinderungsgründe einer alternativen, umweltfreundlicheren, gesünderen Verkehrsmittelwahl erörtert. Zusätzlich werden die Arbeitnehmer darum gebeten, Verbesserungsvorschläge miteinzubringen. Dies ist besonders wichtig, da dabei die Erwartungshaltung der Mitarbeiter bezogen auf eine bessere betriebliche Mobilität erhöht wird. Dieser Schritt dient zur Abbildung der derzeitigen Mobilität im Unternehmen und wird zur Potenzialermittlung und zur späteren Maßnahmenwahl benötigt.

## **Wohnstandortanalyse**

Bei der Wohnstandortanalyse werden die Wege der Mitarbeiter vom Wohnort zum Arbeitsort analysiert. Die Durchführung findet basierend auf den Wohnstandorten der Mitarbeiter und dem Betriebsstandort für jeden Mitarbeiter anonym statt. Hierbei werden abgeleitete Erreichbarkeitsindikatoren für verschiedene Verkehrsmittelalternativen, wie Wegeentfernungen, Fahrzeiten und Umsteigehäufigkeiten im ÖPNV ermittelt. Diese Erreichbarkeitsindikatoren der einzelnen Verkehrsmittel werden für die Potenzialermittlung verwendet. Meist bedienen sich die Beratungsunternehmen hierbei an Tools bzw. Analyseinstrumenten, die ihnen die ÖV-Wege über eine Fahrplanauskunft, die MIV-Wege über einen Routenplaner und Rad- und Fußwege ebenfalls mittels einem Routenplaner errechnet. Die Analyse kann jedoch auch nur dann durchgeführt werden, wenn ein Betrieb die Wohnortdaten der Mitarbeiter zur Verfügung stellt. Hierbei gilt, je genauer ein Betrieb die Wohnortdaten zur Analyse vorlegen kann bzw. darf, desto genauer können die Erreichbarkeitsindikatoren und somit die Potenziale ermittelt werden. Diesen Schritt der Wohnstandortanalyse, auch Adressanalyse genannt, bieten nur vier der sechs befragten Beratungsunternehmen an.

## **Potenzialermittlung**

Aus der Standortanalyse, der Wohnstandortanalyse und der Beschäftigtenbefragung lässt sich das Potenzial für eine Änderung des Mobilitätsverhalten der Beschäftigten ableiten. Das theoretische Potenzial errechnet sich aus dem derzeitigen Mobilitätsverhalten der Mitarbeiter und der abgeschätzten möglichen Verkehrsmittelwahl aus der Wohnstandortanalyse. Das Ergebnis der Wohnstandortanalyse könnte beispielsweise ergeben, dass 40 Prozent der Beschäftigten den Arbeitsweg gut mit dem öffentlichen Verkehr zurücklegen könnten, jedoch derzeit der ÖPNV Anteil laut der Beschäftigtenbefragung nur bei 20 Prozent liegt. Ist dies der Fall, dann wäre das theoretische

Potenzial im Bereich des ÖPNV eine Steigerung dieses Anteils um 20 Prozentpunkte. In der Potenzialermittlung können demnach verschiedene Potenziale zur Änderung des Verkehrsverhalten der Mitarbeiter ermittelt werden. Auf Basis dieser Potenziale können anschließend mögliche Wirkungen, wie z.B. CO<sub>2</sub> Einsparung, Kosteneinsparung für Betrieb und Mitarbeiter oder gesundheitliche Wirkungen, abgeleitet werden.

### **Maßnahmenwahl**

Auf Basis der vorhergehenden Schritte und vor allem der Standortanalyse und der Potenzialermittlung werden Maßnahmen gesetzt, um das abgeschätzte Potenzial so gut wie möglich ausschöpfen zu können. Die Ausschöpfung des gesamten Potenzials wird vermutlich jedoch nie gelingen, da es immer einen Teil der Beschäftigten geben wird, die den bisherigen Verkehrsmodus nicht ändern wird.

### **Evaluation**

Die Evaluation wird eingesetzt, um die Umsetzung der gesetzten Maßnahmen zu kontrollieren und die daraus entstehenden Wirkungen bzw. den Zielerreichungsgrad mit geeigneten Methoden oder Instrumenten zu überprüfen. Sie soll auch dazu dienen, die laufenden Prozesse zu optimieren (De Tommasi, Oetterli, & Caduff, 2008).

### **Weitere Formen der BMM Beratung**

Zwei der interviewten Beratungsunternehmen bieten zusätzlich zur umfangreichen Konzepterstellung auch eine andere Form der BMM Beratung an. Eines dieser beiden Unternehmen bietet eine Impulsberatung an, das zweite bietet das Betriebsnetzwerk an. Die Impulsberatung ist eine verkürzte Form des zuvor beschriebenen Beratungsablaufs. Dabei kommt es zu einer verkürzten Form der Ist-Bestandsaufnahme und zu einer knapp bemessenen Analysephase ohne Adressanalyse. Anhand der gesammelten Daten wird anschließend das Mobilitätskonzept erstellt. Beim Betriebsnetzwerk hingegen treffen sich das Beratungsteam und die teilnehmenden Betriebe regelmäßig. Dabei werden bestimmte BMM Themen besprochen bzw. diskutiert und Erfahrungen der einzelnen Firmen ausgetauscht.

### **3.1.2 Ziele der BMM Beratungen**

Laut den Experten gilt der generelle Modal Shift als das übergeordnete Hauptziel des BMM. Dieser ermöglicht es anschließend genauer einzelne Ziele zu erreichen. Die daraus abgeleiteten spezifischen Ziele sind hauptsächlich das Lösen von Parkplatzproblemen an den Firmenstandorten, die Verbesserung der Erreichbarkeit, die Erreichung von Umweltzielen, welche sich die Unternehmen gesetzt haben, die Steigerung des Images und positive Gesundheitseffekte bei den Mitarbeitern. Bei der Steigerung des Images steht oft das Wirken als attraktiver Arbeitgeber im Vordergrund. Die monetäre Wirkung dieser Ziele spielt hierbei immer eine große Rolle.

### **Parkplatzprobleme**

Laut den Angaben der Experten handelt es sich bei den Parkplatzproblemen hauptsächlich um Kapazitätsprobleme, da die Parkplatznachfrage meist größer ist als die vorhandene Anzahl an Parkplätzen. In einigen Fällen äußert sich das Parkplatzproblem als vorausschauende Parkplatznot, da die Parkfläche in Zukunft anderwärtig genutzt werden soll oder neue Mitarbeiter eingestellt werden. Um den Bau einer teuren Tiefgarage oder den Kauf bzw. die Anmietung einer neuen Parkfläche zu umgehen, greifen Unternehmen gerne auf das BMM zurück

## Verbesserung der Erreichbarkeit

Da auch die Erreichbarkeit eines Unternehmens oft bei der Jobwahl ausschlaggebend ist, sind viele Unternehmen daran bemüht, die Erreichbarkeit des Standorts zu verbessern.

## Umweltzielen

Bei vielen Firmen wird das Thema Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung sehr großgeschrieben, wodurch sich einige Firmen Umweltziele gesteckt haben. Um diese Ziele auch im Bereich der Mobilität und dem Mitarbeiterverkehr zu erreichen, werden betriebliche Mobilitätsmanagementmaßnahmen eingeführt.

## Image

Da die meisten Betriebe auch in der Öffentlichkeit eine gewisse Bekanntheit haben sind sie daran bemüht ein gutes Image aufzuweisen. Das BMM kann dabei helfen dieses in den Bereichen der Nachhaltigkeit, der Mitarbeiterzufriedenheit und Arbeitgeberattraktivität zu steigern.

### 3.1.3 Mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale

Auf die Frage, welche mobilitätsrelevanten betrieblichen Merkmale einen besonderen Einfluss auf die Maßnahmenwahl haben, gaben alle Berater an, dass die Lage eines Betriebes das ausschlaggebendste Merkmal darstellt. Direkt von diesem Merkmal hängt nämlich auch wiederum die Güte der Anschlüsse an die verschiedenen Verkehrsnetze eines Unternehmens ab. Davon leiten sich wiederum die Erreichbarkeitsindikatoren des Betriebes ab. Ein weiteres wichtiges Merkmal, welches ebenso mit der Lage einher geht, ist die Mobilitätskultur der Gesellschaft in dem Gebiet rund um das Unternehmen. Denn ist die Gesellschaft sehr Bahnaffin, wie z.B. viele Bürger der Schweiz, oder Fahrradaffin, wie z.B. die Bürger der Niederlande, ist es einfacher, Maßnahmen in diese Richtung zu setzen und Erfolge damit zu erreichen. Weitere wichtige Indikatoren sind die Beschäftigtenanzahl, die Parkplatzanzahl am Unternehmen und das Arbeitszeitmodell.

### 3.1.4 Häufige Maßnahmen

Die häufigsten Maßnahmen, die eingesetzt werden, sind laut den Experten das JobTicket, Fahrradförderungen in den verschiedensten Formen, Belohnungsmodelle für nicht Autofahrende und Maßnahmen im Bereich der Information & Kommunikation.

Ein Mobilitätsberater fügte hinzu, dass seiner Meinung nach, die wirkungsvollste Maßnahme die Parkplatzbewirtschaftung sei. Diese würde jedoch nur sehr selten eingeführt werden, da diese oft Frust und Widerstand der Mitarbeiter einher bringt. Mit einer Parkgebühr von nur einem Euro pro Tag lasse sich schon sehr viel bewegen. Es habe sich auch gezeigt, dass dieses System eine höhere Wirkung hat, wenn die Mitarbeiter jeden Tag separat zahlen müssen, als nur einmal eine Jahreskarte oder Monatskarte zu kaufen. Ein weiteres gutes System der Parkplatzbewirtschaftung sei es, die Mitarbeiter zu belohnen, wenn diese mit dem Fahrrad oder einem alternativen Verkehrsmittel zur Arbeit kommen. Eine Möglichkeit der Belohnung wäre es beispielsweise, dass Mitarbeiter, die dreimal mit dem Fahrrad zur Arbeit fahren, einmal gratis mit dem Auto am Betriebsgelände parken dürfen. Zusätzlich sei es im betrieblichen Mobilitätsmanagement sehr wichtig, die Mobilitätsstrukturen (Infrastruktur und Mobilitätsangebote) so zu verändern, dass es den Mitarbeitern möglichst leichtfällt, nicht mit dem Auto zu pendeln. Dies muss im Betrieb sehr gut kommuniziert werden, denn nur so kann anschließend eine neue Mobilitätskultur im Unternehmen aufgebaut werden. Sehr wichtig sei es auch, neuen Mitarbeitern alle Alternativen zum Kfz aufzuzeigen. Denn verhaltensökonomische Erkenntnisse zeigen, dass jemand eher bereit ist seine gewohnte Mobilität

zu verändern, wenn dieser einen Geographischen Bruch hat. Einem weiteren Berater zufolge habe sich auch gezeigt, dass die Maßnahmen besser angenommen werden, wenn auch die Chefetage das Mobilitätsverhalten ändert, da diese eine gewisse Vorbildwirkung haben.

### **3.1.5 Methoden oder Modelle zur Wirkungsabschätzung**

Methoden zur Wirkungsabschätzung vor dem Setzen der Maßnahmen im betrieblichen Mobilitätsmanagement im Bereich des Mitarbeiterverkehrs sind den Teilnehmenden der Befragung nicht bekannt. In anderen Bereichen wie Fuhrpark oder Logistik sei dies jedoch einfacher.

### **3.1.6 Gesundheitsbezogene Maßnahmen**

Bei der Frage, welche Rolle gesundheitsbezogene Maßnahmen im betrieblichen Mobilitätsmanagement spielen, kam es bei den Experten teilweise zu unterschiedlichen Antworten. Ein Berater schrieb ihnen eine große Rolle zu und betonte, dass sie einen der größten Vorteile des BMM darstellen. Die Wirkungen, zeigen sich in der Senkung der Krankheitstage, welche sich durch das Radfahren oder zu Fuß gehen ergeben und die damit und die damit verbundenen monetären Wirkungen für das Unternehmen. Zusätzlich kommt es zu mentaler Entspannung durch Bewegung und Zeit an der frischen Luft. Die anderen Experten hingegen sind sich einig, dass gesundheitsbezogene Wirkungen im BMM derzeit noch eine kleine Rolle spielen. Sie betonen jedoch auch, dass es sehr wichtig wäre, das betriebliche Gesundheitsmanagement und das betriebliche Mobilitätsmanagement mehr in Kooperation zu bringen. Denn es wäre nur sehr logisch, dass der Arbeitsweg als Fitnessstudio betrachtet wird. Die Experten sind sich auch einig, dass über eine Umrechnung der gesundheitlichen Wirkung in monetäre Wirkungen, den Unternehmen die gesundheitsbezogenen Maßnahmen schmackhaft gemacht werden können.

### **3.1.7 Greenwashing**

Alle Experten gaben an, dass die Firmen, die den Beratungsprozess durchlaufen und Maßnahmen gesetzt haben, dies nicht aus Gründen des Greenwashings taten. Dafür sei der gesamte Ablauf viel zu aufwendig. Wer Greenwashing betreiben möchte, könne das demnach auf einem anderen viel einfacher Weg, tun.

## 3.2 Befragung bei Betrieben, die BMM Maßnahmen gesetzt haben

Bei der Auswahl der Interviewpartner wurde darauf geachtet, dass die Unternehmen bereits Maßnahmen des BMM eingeführt haben und im deutschsprachigen Raum tätig sind. Dabei wurde ein Unternehmen aus Liechtenstein, sieben Unternehmen aus Österreich und eine österreichische Universität befragt. Bei allen dieser neun Unternehmen handelt es sich um Großunternehmen - sprich um Unternehmen mit mehr als 249 Mitarbeitern.

Aus Gründen des Datenschutzes und auf Wunsch der befragten Unternehmen werden in dieser Arbeit keine Aussagen direkt einem Interviewpartner zugeordnet, sondern lediglich die Ergebnisse der Befragungen zusammengefasst dargestellt.

Folgende Personen haben sich dankenswerterweise bereit erklärt, an einer Befragung teilzunehmen:

- Herr Mag. Matthias Felsberger von Infineon Technologies AG (chemische Industrie)
- Herr Dipl.-Ing Daniel Oehry von Hilti AG (Industrieunternehmen in der Baubranche)
- Frau Antonia Herburger, MSc von der illwerke vkw AG (Energieversorgungsunternehmen)
- Frau Andrea Sutterlüty von der Haberkorn GmbH (technischer Großhandel)
- Herr Robert Hoschek von der OMICRON electronics GmbH (Elektrischen Energietechnik)
- Herr Ing. Harald Heizer von der Anton Paar GmbH (Messtechnik/Präzisions-Messgerätebau)
- Herr Dipl.-Ing Andreas Herzog von Boehringer Ingelheim (Pahrmaunternehmen)
- Herr Mag. Wilfried Blaschke von der Lenzing AG (chemische Industrie)
- Herr Dr. Franz Kok (Universität Salzburg)

Im Zuge der Befragungen wurde auf die mobilitätsrelevanten Merkmale (Beschäftigtenzahl, Parkplatzanzahl, Lage, Arbeitszeitmodell und die Güte der Anbindung des Unternehmens an den ÖV) eingegangen. Das Hauptaugenmerk der Befragungen wurde jedoch auf die Durchführung des BMM gesetzt. Dabei wurde gefragt, wer das Konzept erstellt hat, ob es im Unternehmen eine eigene BMM Abteilung gibt, was die Motivation für die Einführung des BMM war, ob es noch Mobilitätsprobleme gibt, welche Maßnahmen eingeführt und welche Wirkungen damit erzielt wurden. Zum Abschluss wurde noch auf das Greenwashing eingegangen und gefragt welche Rolle die gesundheitlichen Wirkungen des BMM bei der Erstellung der Konzepte spielte.

### 3.2.1 Mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale

Um keine Rückschlüsse zu den Unternehmen herstellen zu können, werden die Mitarbeiterzahlen in keinen Zusammenhang mit weiteren Angaben gebracht. Es wird lediglich die Größe des Parkplatzangebots in Bezug auf die Belegschaft der einzelnen Betriebe gezeigt.

Zwei der interviewten Betriebe befinden sich im städtischen Gebiet und sind laut eigenen Angaben sehr gut an das ÖV-Netz angebunden. Sie haben jeweils ein Parkplatzangebot, bezogen auf deren Beschäftigtenanzahl von 9,2% sowie 26%. Von drei der neun Unternehmen befindet sich der Standort am Stadtrand. Alle drei sind ebenfalls laut Angaben der Unternehmen selbst sehr gut an das ÖV-Netz angebunden und weisen ein Parkplatzangebot von 50% und 61% auf. Einer dieser Betriebe konnte keine Angaben zu dessen Parkplatzgröße geben. Die restlichen vier Unternehmen befinden sich im ländlichen Bereich. Dabei ist ein Betrieb sehr gut, zwei gut und einer sehr schlecht an das ÖV-Netz angebunden. Das Parkplatzangebot dieser vier Betriebe liegt bei 25,8%, 50%, 51,3% und 83,3%. Drei Unternehmen verwenden das Gleitzeitmodell als Arbeitszeitmodell, in fünf Betrieben kommt

das Gleitzeitmodell und Schichtbetrieb zum Einsatz und in einem Betrieb gibt es Gleitzeit und feste Arbeitszeiten.

Zur besseren Übersicht sind die mobilitätsrelevanten Merkmale der einzelnen Betriebe in Tabelle 4 dargestellt.

Parkplatzangebot	Gebiet	ÖV-Anbindung	Arbeitszeitmodell
9,2%	Stadt	sehr gut	Gleitzeit & Schichtbetrieb
26,0%	Stadt	sehr gut	Gleitzeit & geregelte Zeiten
61,0%	Stadtrand	sehr gut	Gleitzeit & Schichtbetrieb
k.A.	Stadtrand	sehr gut	Gleitzeit
50,0%	Stadtrand	sehr gut	Gleitzeit
51,3%	ländlicher Bereich	gut	Gleitzeit
25,8%	ländlicher Bereich	gut	Gleitzeit & Schichtbetrieb
50,0%	ländlicher Bereich	sehr schlecht	Gleitzeit & Schichtbetrieb
83,3%	ländlicher Bereich	sehr gut	Gleitzeit & Schichtbetrieb

**Tabelle 4: Mobilitätsrelevante Merkmale**

Es ist zu erkennen, dass das Parkplatzangebot bei den Betrieben, die in der Stadt angesiedelt sind, überwiegend kleiner ist als bei den Betrieben außerhalb der Stadt. Ein Grund dafür könnte sein, dass Grund und Boden in Städten ein knappes Gut ist und der Platz für Parkplätze schlicht und ergreifend nicht vorhanden oder die Anschaffung des dafür benötigten Grundes zu teuer ist. Ein weiterer Grund dafür könnte sein, dass nicht mehr Parkplätze benötigt werden, da die Betriebe sehr gut an das ÖV Netz angeschlossen sind.

### 3.2.2 Erstellung des Maßnahmenkonzepts

Um einen Aufschluss zu bekommen, wie die Betriebe das BMM eingeführt haben und ob sie sich Unterstützung bei Beratungsunternehmen geholt haben, wurden die Betriebe im Zuge der Befragung dahingehend befragt. Dabei gab ein Betrieb an, dass sie sich Hilfe bei einem Beratungsunternehmen holten, um ein BMM Konzept zu erstellen. Zusätzlich nimmt dieser Betrieb noch das Angebot des Betriebsnetzwerks in Anspruch. Zwei weitere Betriebe holten sich externe Unterstützung bei der Erstellung des Mobilitätskonzepts, jedoch nicht von einem Beratungsunternehmen, sondern von einem Verkehrsplaner bzw. Ziviltechniker. Drei Betriebe nehmen ausschließlich am Betriebsnetzwerk teil und drei Betriebe erstellten das Maßnahmenkonzept intern im eigenen Unternehmen, wobei einer dieser Betriebe eine Wohnstandortanalyse extern durchführen ließ. Die anderen beiden Betriebe führten solch eine Analyse nicht durch. In Abbildung 8 ist die Verteilung der einzelnen Arten der Konzepterstellung in einem Tortendiagramm dargestellt.

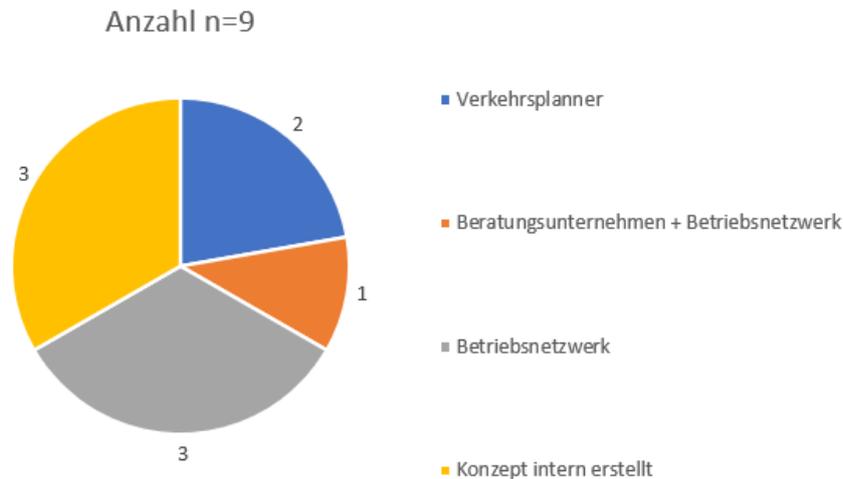


Abbildung 8: Arten der Konzepterstellung

Es ist zu erwähnen, dass die Betriebe, die im Betriebsnetzwerk dabei sind, das Maßnahmenkonzept ebenso selbst erstellen. Dadurch ist zu erkennen, dass ein Drittel der interviewten Betriebe das BMM Konzept von darauf spezialisierten Unternehmen erstellen und auch nur vier dieser neun Betriebe eine Wohnstandortanalyse durchführen ließen.

### 3.2.3 BMM Abteilung, BMM Teams in den Firmen

Im Laufe der Interviews wurde darauf eingegangen, ob die Betriebe ein Team oder gar eine eigene Abteilung haben, die für das betriebliche Mobilitätsmanagement im Betrieb zuständig sind. Dabei kam heraus, dass nur eine Firma eine eigene BMM Abteilung besitzt, jedoch fünf weitere der neun Betriebe ein eigenes Team haben, das für das BMM zuständig ist. Bei den restlichen drei Betriebe ist eine einzelne Person allein dafür zuständig. Es fällt dabei auf, dass eher jene Firmen, die das BMM Konzept eigenständig intern erstellt haben, bzw. im Betriebsnetzwerk dabei sind ein BMM Team oder eine Abteilung besitzen. Dies ist in Tabelle 5 zu erkennen. Dabei haben alle drei Betriebe, die ausschließlich im Betriebsnetzwerk sind, ein BMM Team. Ein Betrieb, der die Unterstützung eines Verkehrsplaner in Anspruch nahm und jener Betrieb, der das Konzept intern erstellte, jedoch eine Wohnstandortanalyse extern durchführen ließ, besitzen ebenso ein eigenes Team, das für das betriebliche Mobilitätsmanagement zuständig sind. Bei den Unternehmen, die das Konzept intern erstellt haben, hat eines der drei eine eigenständige Abteilung für das BMM.

Art der Konzepterstellung	Abteilung/Team
Verkehrsplaner	Team
Verkehrsplaner	-
BMM Beratung + Betriebsnetzwerk	-
Betriebsnetzwerk	Team
Betriebsnetzwerk	Team
Betriebsnetzwerk	Team
Intern + externe Wohnstandortanalyse	Team
Intern	Abteilung
Intern	-

Tabelle 5: BMM Abteilung oder BMM Team

### 3.2.4 Motivation für das BMM

Um zu erfahren, welche Hauptgründe die Betriebe für die Einführung des BMM hatten, wurden eine Befragung durchgeführt. Dabei kam es auch vor, dass die Betriebe nicht nur einen, sondern mehrere Gründe angaben. Am häufigsten wurden Nachhaltigkeitsziele als Motivationsgrund genannt, welchen sechs der interviewten Betriebe angaben. Bei sechs der interviewten Firmen steht die Motivation der Einführung des BMM im Zusammenhang mit den Parkplätzen. Zwei dieser Betriebe gaben als Motivation an, dass sie mit den Maßnahmen den vorgeschriebenen Stellplatzschlüssel senken wollen, um Parkflächen anderwärtig zu nützen bzw. um zusätzliche Beschäftigte einstellen zu können. Zwei weitere Unternehmen gaben eine vorausschauende Parkplatznot an und die restlichen zwei geben generelle Parkplatzprobleme als einen Hauptgrund für die Umsetzung eines BMM Konzepts an. Bei den beiden Firmen mit Parkplatzproblemen handelt es sich zum einen um einen zu hohen Parkplatzbedarf beim Schichtwechsel und zum anderen, um eine generelle Parkplatznot, sodass Mitarbeiter bereits auf öffentliche Flächen ausweichen müssen. Zweimal wurde Mitarbeitermotivation und zweimal das Wirken als attraktiver Arbeitgeber als Motivationsgrund angegeben. Das Wirken als attraktiver Arbeitgeber soll vor allem dazu dienen, um am Arbeitsmarkt auf potenzielle neue Mitarbeiter attraktiv zu wirken. Ein Betrieb will mit den Maßnahmen die Gesundheit der Mitarbeiter fördern. Auch das Lösen von generellen Mobilitätsproblemen erwähnte ein Betrieb als Hauptgrund. Ein Betrieb fügte noch hinzu, dass sie unter anderem die Maßnahmen des BMM aus Imagegründen setzten. Zur besseren Übersicht sind die Angaben zu den Hauptgründen für die Einführung des BMM in Tabelle 6 noch einmal zusammengefasst.

Hauptgründe für BMM	Anzahl von 9 Betrieben
Nachhaltigkeitsziele	6
weniger Parker	6
Mitarbeitermotivation	2
Attraktiver Arbeitgeber	2
Mitarbeitergesundheit	1
Lösung von Mobilitätsproblemen	1
Image Gründe	1

**Tabelle 6: Hauptgründe der Betriebe für die Einführung des BMM**

### 3.2.5 Corona & BMM

Zwei Betriebe berichteten von Veränderungen in der betrieblichen Mobilität durch die Situation während der Coronapandemie. Einer der beiden Betriebe erzählte, dass sämtliche Parkplatzprobleme durch die Coronapandemie und die daraus steigende Anzahl an Mitarbeitern, die ihre Arbeit aus dem Homeoffice verrichten, verschwunden seien. Dies lässt erkennen, dass das Homeoffice eine sehr wirkungsvolle Maßnahme des BMM ist. Ein weiterer Betrieb, der weniger auf Homeoffice setzt, beklagte genau das Gegenteil. Dieser Betrieb beobachtet durch die Pandemie viel weniger Mitarbeiter, die den Arbeitsweg mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zurücklegen und mehr Mitarbeiter mit dem Auto pendeln. Durch diese Entwicklung ist auch die Parkplatzauslastung am Betriebsgelände gestiegen. In beiden Fällen legen dadurch auch weniger Mitarbeiter den Arbeitsweg mit dem ÖV zurück. Diese Aussagen der Betriebe könnten auch darauf schließen, dass der ÖV ein großer Verlierer der Pandemie ist. Diese Aussage bekräftigt auch eine Statistik des „Statistischen Bundesamt“, die aufzeigt, dass die Fahrgastzahlen des ÖPNV im Jahr 2020 in Deutschland im ersten

Quartal um 26% und im zweiten Quartal um 43% im Vergleich zum Vorjahr gesunken sind (Destatis, 2020).

### **3.2.6 Gesundheitsförderung**

Im Laufe der Interviews wurde auf die gesundheitsbezogenen Wirkungen der Maßnahmen des BMM eingegangen. Dabei gaben zwei Betriebe an, dass bei ihnen versucht wird, die Maßnahmen des BMM mit der Gesundheit zu verknüpfen. Dabei sollen die Mitarbeiter mit Hilfe der gesundheitlichen Vorteile davon überzeugt werden, das Auto stehen zu lassen. Ein weiterer Betrieb hat sogar ein eigenes Team für betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM) im Unternehmen. In Zukunft sollen in diesem Betrieb das Team des betrieblichen Mobilitätsmanagements und das Team des betrieblichen Gesundheitsmanagements vermehrt zusammenarbeiten. In zwei weiteren Betrieben spielen die gesundheitsbezogenen Wirkungen des BMM ebenso eine wichtige Rolle und bei einem Betrieb nur eine kleine. Drei Betriebe gaben an, dass diese bei ihnen bei der Einführung des BMM keine Rolle gespielt haben. Es ist also durchaus erkennbar, dass den meisten Betrieben das Potenzial der gesundheitsbezogenen Wirkungen der Maßnahmen des BMM bewusst ist und dies auch in der Maßnahmenwahl berücksichtigt wird.

### **3.2.7 Greenwashing**

Gleich wie die Experten der Beratungsunternehmen gaben die Betriebe an, dass Greenwashing bei der Einführung des BMM keine Rolle spielte und die Maßnahmen bzw. der Prozess dafür viel zu aufwendig sei.

### **3.2.8 Maßnahmen**

Um einen Einblick zu bekommen, welche Maßnahmen von den Betrieben besonders häufig eingeführt wurden, wurde im Laufe der Befragung darauf eingegangen. Im Folgenden werden nun die einzelnen Maßnahmenbereiche und die gesetzten Maßnahmen genauer beleuchtet.

#### **Fahrradförderung**

Die Maßnahmen zur Fahrradförderung sind jene Maßnahmen, die am häufigsten von den Betrieben gesetzt wurden. Dabei wurden bei acht Betrieben Fahrradabstellanlagen errichtet, wobei eines dieser Unternehmen eine Fahrradtiefgarage errichtet hat. Ein Betrieb mietet sogar exklusiv für die Mitarbeiter direkt am Bahnhof Fahrradabstellplätze an, um den Bike and Ride Modus attraktiver zu gestalten. In Summe bieten vier Betriebe Fahrradkaufaktionen bzw. das Jobrad an, wodurch Fahrräder sehr kostengünstig erworben werden können. In zwei Betrieben wurden Umkleiden mit Duschen errichtet. Dies soll vor allem dazu führen, dass auch Mitarbeiter mit einem längeren Arbeitsweg auf das Fahrrad umsteigen. Zusätzlich ermöglicht es den Mitarbeitern sich am Arbeitsweg sportlich zu betätigen und trotzdem frisch geduscht zur Arbeit zu erscheinen. Ein weiterer Betrieb hat eigens für seine Radfahrenden Mitarbeiter einen Fahrradreparaturraum eingerichtet, um kleinere Reparaturen an deren Fahrrädern durchführen zu können. Um auch das Firmengelände mit dem Fahrrad möglichst einfach zu erreichen, baute ein Betrieb in Abstimmung und Kooperation mit der Stadt, einen direkten Anschluss des Firmengeländes an das öffentliche Fahrradnetz. Auch gratis Fahrräder (Normal und E-Bikes) zum Ausleihen bieten in Summe drei Betriebe ihren Mitarbeitern an. Ein Betrieb versucht unter anderem durch Vorbildwirkung, indem beispielsweise die Geschäftsführung mit dem Fahrrad zur Arbeit fährt, die Mitarbeiter zum Fahrradfahren zu bewegen. Insgesamt setzten acht der neun befragten Betriebe auf Maßnahmen im Bereich der

Fahrradförderung zur Verbesserung der betrieblichen Mobilität. Zusätzlich veranstaltet beinahe jeder Betrieb Fahrradtage oder nimmt an Fahrradwettbewerben teil.

### **Parkraumbewirtschaftung**

Obwohl Parkraumbewirtschaftung oft Frust und Widerstand der Mitarbeiter einher bringt, haben drei Betriebe diese als Maßnahme eingesetzt. In einem dieser Betriebe werden die Parkgebühren sozial gestaffelt. Besser Verdienender bezahlen somit mehr für das Parken als jene die weniger verdienen.

### **JobTicket**

Vier Befragungsteilnehmer berichteten, dass in deren Firma bereits das JobTicket eingeführt wurde. In einem weiteren Betrieb ist geplant, dieses in Zukunft anzubieten.

Ein Interviewpartner merkte an, dass das JobTicket oft von Mitarbeitern mit hoher Pendlerpauschale nicht so gut angenommen wird. Denn jene Mitarbeiter, die das JobTicket in Anspruch nehmen, müssen auf die Pendlerpauschale verzichten. Ist also die Pendlerpauschale höher als die Einsparung durch das JobTicket, wird es für den Mitarbeiter unattraktiv. Es wird auch befürchtet, dass dieses Problem in Zukunft vermehrt eintreten wird, wenn beispielweise die ÖV Tickets günstiger werden.

### **Belohnungssystem bei nachhaltiger Mobilität**

Vier Betriebe versuchen mittels eines Belohnungssystems die Mitarbeiter zum Umstieg auf die nachhaltige Mobilität zu bewegen. Dabei setzen drei Firmen auf das Produkt der EcoPoints und eine Firma auf eigenes System, bei dem die Mitarbeiter täglich Bonuszahlungen erhalten, wenn diese mit einem nachhaltigen Verkehrsmodus den Arbeitsweg zurücklegen. Ein weiterer Betrieb plant in Zukunft die EcoPoints einzuführen.

### **Fahrgemeinschaften**

Derzeit bieten zwei Firmen am Betriebsgelände eigene Parkplätze für Fahrgemeinschaften an. Auf diesen Parkplätzen dürfen ausschließlich Mitarbeiter parken, welche als Fahrgemeinschaft zur Firma fahren. Diese extra ausgewiesenen Parkplätze sind näher am Eingang und gelten als besonders attraktiv. Ein weiterer Betrieb plant diese Maßnahme ebenso umzusetzen.

Auch Plattformen, auf denen Mitarbeiter Fahrgemeinschaften suchen und bilden können, sind eine Möglichkeit, um Fahrgemeinschaften zu fördern. Zwei der Betriebe haben eine solche Plattform bereits im Betrieb eingeführt und zwei weitere Betriebe planen die Umsetzung solcher.

### **Werksverkehr**

Auch der Werksverkehr wird von drei Betrieben angeboten. Dabei handelt es sich bei zwei dieser Firmen um einen klassischen Werksverkehr, der zu bestimmten Zeiten zwischen dem Betrieb und einer fixen Abfahrtsstelle pendelt. Bei beiden Firmen liegt die Kapazität des Werksverkehrs bei etwas über einem Viertel der Belegschaft. Bei dem dritten Betrieb wurde der konventionelle Werksverkehr nur mehr sehr schlecht angenommen. Aus diesem Grund funktionierten sie diesen zu einem Lehrlingsshuttle um. Dieser Shuttle holt nun jeden Lehrling, der das möchte, in der Früh von zu Hause ab, fährt diesen direkt zum Arbeitsplatz und nach der Arbeit auch wieder zurück.

### **Aktionen für neue Mitarbeiter**

Zwei Betriebe versuchen über Aktionen wie ÖV Schnuppertickets oder verschiedenste Informationen die alternativen Verkehrsmittel schmackhaft zu machen, sodass sich diese erst gar nicht an das Pendeln mit dem KFZ gewöhnen.

## Weitere Maßnahmen

Ein Betrieb bietet seinen Mitarbeitern an, dass sie sich in der Freizeit für Ausflüge oder für Transporte günstig ein Firmenauto ausleihen können. Diese Maßnahme zielt darauf ab, dass sich die Mitarbeiter erst gar kein Auto kaufen müssen, sondern dieses in bestimmten Situationen von der Firma ausleihen können. Ein ähnliches Angebot bietet ein weiterer Betrieb an, welcher ein betriebliches Carsharing aufgebaut hat. Eine weitere Firma stellt seinen Beschäftigten gratis ÖV-Tickets zum Ausleihen zu Verfügung, sodass diese auch in der Freizeit auf das Auto verzichten können.

In der nächsten angeführten Tabelle 7 sind zur besseren Übersicht noch einmal alle umgesetzten Maßnahmen und die Anzahl der Betriebe, die diese umgesetzt haben, aufgelistet. Bei der Zahl in der Klammer sind jene Betriebe dazu gerechnet, bei denen sich diese Maßnahme in Planung befindet. Die Maßnahmen sind in der Tabelle farblich nach Verkehrsmittel getrennt.

### 3.2.9 Maßnahmenbündel

Es wird von einem Maßnahmenbündel gesprochen, wenn an einem Betrieb mehrere Maßnahmen gleichzeitig zur Erreichung des Ziels gesetzt werden. Lediglich ein Betrieb hat bis dato nur eine einzelne Maßnahme gesetzt, was jedoch der Coronapandemie geschuldet ist, da dadurch drei weitere geplante Maßnahmen nicht umgesetzt werden konnten. Bei der Betrachtung der umgesetzten Maßnahmen der befragten Betriebe fällt auch auf, dass jene Betriebe, die eine Parkraumbewirtschaftung einführen, in Summe am wenigsten Maßnahmen setzten. Dies könnte, wie auch schon die Aussage eines Experten aus einem Beratungsunternehmen, darauf schließen lassen, dass die Parkraumbewirtschaftung die Wirkungsvollste Maßnahme darstellt. Es ist auch zu erkennen, dass bis auf ein Unternehmen alle auf die Fahrradförderung setzen. Dabei ist auch zu sehen, dass jene Unternehmen, die keine Parkraumbewirtschaftung betreiben, mindestens zwei Maßnahmen aus der Fahrradförderung einführen. Eine Fahrradabstellanlage wird bis auf ein Unternehmen von allen anderen angeboten. Auch zu erkennen ist, dass drei von vier Betrieben, welche das JobTicket anbieten, auch auf ein Belohnungssystem bei nachhaltiger Mobilität setzen.

Eine Auflistung der einzelnen Maßnahmen bezogen auf die Betriebe ist ebenso in Tabelle 7 zu sehen. Jene Maßnahmen, die mit „X“ markiert sind, sind jene Maßnahmen, die schon umgesetzt wurden und jene die mit „O“ markiert sind, befinden sich noch in Planung.

### 3.2.10 Wirkung

Am Ende der Interviews wurde noch nach den erzielten Wirkungen der Maßnahmen gefragt. In Summe konnten fünf der Betriebe Angaben zu den Wirkungen machen. Dabei ist auffällig, dass diese Unternehmen die Wirkung der Maßnahmen fast ausschließlich über den Modal Split beschreiben. Vermutlich ist dies auch die einfachste und effektivste Methode, da wie in Kapitel 2.5 bereits beschrieben, alle weiteren Wirkungen von der Änderung des Verkehrsmittelwahlverhalten der Mitarbeiter und somit von der Änderung des Modal Splits abhängen. Die Unternehmen betonten jedoch auch, dass es ihnen nicht möglich sei, die Wirkungen einzelnen Maßnahmen zuzuordnen. Auch genauere Angaben zu weiteren Wirkungen beziehungsweise abgeleiteten Wirkungen gaben die Betriebe nicht an. Es beschränkte sich eher auf Aussagen, wie zum Beispiel, dass die Parkplatzprobleme durch die Umsetzung des BMM Konzepts beseitigt wurden.

In Tabelle 7 wurde zusätzlich zu den Ergebnissen der Befragung noch meine persönliche Einschätzung zu den Kosten und der Wirkung der einzelnen Maßnahmen angegeben.

Ergebnisse der Befragung													Pers. Einschätzung		
Maßnahmen	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	ΣB	Kosten	Wirkung			
Fahrradkaufaktionen, Jobrad	X		X	X				X		4	€€	++			
Fahrradabstellanlage	X	X	X	X	X	X				7	€	+			
Fahrradtiefgarage								X		1	€€€	+			
Fahrradabstellplätze am Bahnhof	X									1	€€	+			
Umkleide mit Duschen					X			X		2	€€€	+			
Fahrradreparaturraum	X									1	€€	+			
Firmenfahrräder zum Ausleihen		X	X		X					3	€	+			
Anschluss an das Fahrradnetz							X			1	€€€	++			
Vorbildwirkung								X		1	0	+			
ÖV-Tickets zum Ausleihen	X									1	€	+			
JobTicket	X	X	X	X					0	4(5)	€€	++			
Werkverkehr	X						X			2	€€	++			
Lehrlingsshuttle									X	1	€€	++			
Firmenautos zum Ausleihen								X		1	€€	+			
Parkraumbewirtschaftung		X				X	X			3	0	+++			
Fahrgemeinschaften Plattform	0			X	X				0	2(4)	€	+			
Fahrgemeinschaftsparkplätze			X	X					0	2(3)	0	+			
Betriebliches Carsharing			X							1	€	+			
E-Car Ladestation					X					1	€€	+			
EcoPoints	X		X		0			X		3(4)	€	++			
Bonuszahlung bei nachhaltiger Mob.		X								1	€	++			
Aktion für neue Mitarbeiter			X		X					2	€	+			
<b>8(9)</b>	<b>€</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>6(7)</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1(4)</b>						

Legende:

€	geringe Kosten	+	geringe Wirkung
€€	mittlere Kosten	++	mittlere Wirkung
€€€	hohe Kosten	+++	hohe Wirkung

Tabelle 7: Umgesetzte Maßnahmen der Betriebe

## 4 Konzepterstellung Potenzialanalyse

Wie in Kapitel 3.1.1 beschrieben dient die Potenzialanalyse als Grundlage der Maßnahmenwahl. Je nachdem welche Daten zur Verfügung stehen, läuft die Potenzialanalyse etwas unterschiedlich ab. Mit der Potenzialanalyse soll aufgezeigt werden, welche möglichen Verkehrsmodi den Mitarbeitern potenziell zur Verfügung stehen, um zum Arbeitsplatz zu gelangen. Diese Analyse dient als Hilfestellung bei der Erstellung eines BMM Konzepts bzw. der Maßnahmenwahl. Aufgabe der Masterarbeit ist es, ein Konzept der Potenzialanalyse auf Basis der Daten, die der Wegerechner der Firma „Trafficon - Traffic Consultants GmbH“ errechnet, zu erstellen. Das bedeutet, das Konzept der Potenzialanalyse in dieser Arbeit wird auf Basis der Wohnstandortanalyse, auch Adressanalyse genannt, erstellt. Der Wegerechner der Firma „Trafficon - Traffic Consultants GmbH“ errechnet im deutschen Bundesland Hessen Wegeindikatoren für die Verkehrsmodi Motorisierter Individualverkehr (MIV), Öffentlicher Personennahverkehr (engl. Public Transport (PT)), Fahrrad (Bike), Park and Ride (P&R), und Bike and Ride (B&R). Der Wegerechner errechnet anhand der Wohnstandortdaten der Mitarbeiter für jeden Mitarbeiter und für jedes Verkehrsmittel die Wegeindikatoren. Anhand dieser berechneten Indikatoren soll das Konzept der Potenzialanalyse erstellt werden.

### 4.1 Berechnung von Indikatoren mittels Wegerechner

In diesem Kapitel wird die Funktionsweise des Wegerechners und die dafür von ihm benötigten Daten beschrieben. Ebenso wird dabei auf die berechneten Indikatoren und die Form, in der diese ausgegeben werden, eingegangen.

Zum Berechnen der Indikatoren müssen dem Adressrechner die Wohnorte der Mitarbeiter und der Standort des Betriebs in Form von Koordinaten bezogen auf eine anonyme Mitarbeiter Identifikation (ID der Relation) mittels einer \*.csv Datei angegeben werden. Zusätzlich benötigt der Adressrechner noch einen Berechnungszeitpunkt und ein Berechnungsintervall. Das Berechnungsintervall gibt an, innerhalb welchem Zeitbereich die Wegeindikatoren berechnet werden sollen. In einem Unternehmen mit Gleitzeit beispielsweise, wird das Berechnungsintervall an die Gleitzeit des Unternehmens angelehnt. In Tabelle 8 sind Adressbeispiele in der korrekten Form angegeben.

ID der Relation	Relation	Startadresse	Start_x_K.	Start_y_K.	Zieladresse	Stop_x_K.	Stop_y_K.
MA_001	Mitarbeiter 001	Grabenstraße 8, 8010 Graz	15.438856	47.079684	Rechbauerstraße 12, 8010 Graz	15.450550	47.069591
MA_002	Mitarbeiter 002	Körösisstraße 44, 8010 Graz	15.432162	47.081354	Rechbauerstraße 12, 8010 Graz	15.450551	47.069592
MA_003	Mitarbeiter 003	Mandellstraße 13, 8010 Graz	15.449351	47.067707	Rechbauerstraße 12, 8010 Graz	15.450552	47.069593

**Tabelle 8: Eingabe in den Adressrechners**

Anschließend wird anhand der Angaben durch den Wegerechner innerhalb des Berechnungsintervalls im 15-Minutentakt der schnellste MIV-Weg und der optimale Fahrrad-Weg zwischen dem Wohnort und dem Arbeitsort berechnet. Für die drei ÖPNV-Modi (reiner ÖPNV, P&R und B&R) werden alle möglichen Verbindungen, bei denen die Ankunftszeit innerhalb des Berechnungszeitintervalls liegen, angegeben. Für jeden Verkehrsmodus werden für die berechneten Wege die Wegeindikatoren abgeleitet und in einer eigenen \*.csv Datei gespeichert. In den nachfolgenden Unterkapitel wird erläutert, welche Indikatoren berechnet werden. Anhand dieser berechneten Indikatoren wird anschließend das Konzept der Potenzialanalyse erstellt.

## MIV - Motorisierter Individualverkehr

Der Adressrechner errechnet für jeden Mitarbeiter, bezogen auf dessen „ID“ im 15 Minutentakt innerhalb des Zeitintervalls, den schnellsten MIV Weg vom Wohnort zum Arbeitsplatz. Die Netzgrundlage für die Berechnungen bildet dabei das Straßennetz von „HERE“. Berechnet werden die Wege mit Hilfe des Datenbankmanagementsystems „PostgreSQL“ mit der Erweiterung „pgRouting“ zur Berechnung der kürzesten Wege. Dabei werden für alle berechneten MIV Wege die Parameter „miv\_distance“, „miv\_journey\_time“ und „miv\_parking\_time“ in einer eigenen \*.csv Datei ausgegeben.

Die „miv\_distance“ gibt die Distanz der schnellsten Route in Meter [m] an.

Die „miv\_journey\_time“ gibt die Autofahrzeit der schnellsten Route in Sekunden [s] an.

Die „miv\_parking\_time“ ist eine konstant angenommene Parkplatzsuchzeit im Zielgebiet von 4 Minuten und wird mit 240 Sekunden [s] angegeben.

In Tabelle 9 ist dargestellt, in welcher Form die Indikatoren für den MIV in der Datei ausgegeben werden.

ID	MIV		
rel_id	miv_distance	miv_journey_time	miv_parking_time

Tabelle 9: MIV Wege - Adressrechner

## PT – Public Transport

Bei den Wegen des Public Transport berechnet der Wegerechner für alle möglichen Verbindungen zwischen Wohnort und Arbeitsort innerhalb des Berechnungsintervalls die „pt\_walk\_distance“, „pt\_journey\_time“, „pt\_trip\_time“ und die „pt\_changes“. Dazu greift der Wegerechner auf den ÖV-Routenplaner des RMV (Rhein-Main-Verkehrsverbund) zu.

Die „pt\_walk\_distance“ gibt die Länge der Fußwegstrecke vom Wohnort zur ersten Haltestelle und von der letzten Haltestelle zum Zielort in Meter [m] an.

Die „pt\_journey\_time“ gibt die Fahrzeit mit den öffentlichen Verkehrsmitteln von der ersten bis zur letzten Haltestelle inklusive der Umsteigezeiten in Sekunden [s] an.

Die „pt\_trip\_time“ gibt die gesamte Reisezeit in Sekunden [s] an. Also die Summe aus der Reisezeit des Start-Fußwegs, der ÖV-Anteile und des End-Fußwegs.

Der Indikator „pt\_changes“ gibt die Anzahl der ÖV Umstiege am Arbeitsweg an.

In Tabelle 10 ist dargestellt, in welcher Form die errechneten Indikatoren für den Public Transport vom Wegerechner ausgegeben werden.

ID	PT			
rel_id	pt_walk_distance	pt_journey_time	pt_trip_time	pt_changes

Tabelle 10: PT Wege - Adressrechner

## Bike

Wie schon zuvor bei den MIV Wegen errechnet der Adressrechner für jeden Mitarbeiter, bezogen auf dessen „ID“ im 15-Minutentakt innerhalb des Zeitintervalls, den schnellsten optimalen Weg mit dem Fahrrad vom Wohnort zum Arbeitsort. Als Netzgrundlage zur Berechnung der Fahrradwege dient das ATKIS-Netz (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem). Ebenso wie die MIV-Wege werden die Fahrrad-Wege mit Hilfe des Datenbankmanagementsystems „PostgreSQL“ mit der Erweiterung „pgRouting“ berechnet. In die Berechnung des optimalen Weges fließt unter anderem noch die Straßenkategorie, die Steigung, die Radinfrastruktur, die Bodenbeschaffenheit und die Ausschilderung mit ein. Dabei werden für die ausgewählten Wege die „bike\_distance“, die „bike\_journey\_time“, die „bike\_ascent“ und die „bike\_descent“ ausgegeben.

Die „**bike\_distance**“ gibt die Länge der optimalen Fahrradstrecke in Meter [m] an.

Die „**bike\_journey\_time**“ gibt die Fahrzeit der optimalen Fahrradstrecke in Sekunden [s] an. Diese errechnet sich auf Basis der Distanz und einer gewählten Durchschnittsgeschwindigkeit von 15km/h.

Die „**bike\_ascent**“ gibt die Höhenmeter der Fahrradstrecke, welche bergauf überwunden werden müssen, in Meter [m] an.

Die „**bike\_descent**“ gibt die Höhenmeter der Fahrradstrecke, welche bergab gefahren werden, in Meter [m] an.

In Tabelle 11 ist dargestellt, in welcher Form die Indikatoren ausgegeben werden.

ID	Bike			
rel_id	bike_distance	bike_journey_time	bike_ascent	bike_descent

**Tabelle 11: Bike Wege - Adressrechner**

## P&R – Park and Ride

Für die Wegeberechnung der Park and Ride Pendlerwege werden nur P+R-Parkplätze betrachtet, die sich in einem bestimmten Bereich, in Abhängigkeit von Wohnort und Betriebsstandort, befinden. Die Standorte der Park and Ride-Anlagen sind statisch aus einem Stationsinformationssystem der IVM importiert. Der MIV Wegeanteil vom Wohnort zur Park and Ride Anlage wird, wie schon zuvor, nach dem Schema der MIV Wege berechnet. Zur Berechnung der Public Transport Anteile der P&R Wege greift der Wegerechner wieder auf den ÖV-Routenplaner des RMV (Rhein-Main-Verkehrsverbund) zu. Dabei berechnet der Wegerechner für alle Wege mit Park and Ride die „pr\_miv\_time“, die „pr\_pt\_journey\_time“, die „pr\_trip\_time“ und die „pr\_pt\_change“.

Die „**pr\_miv\_time**“, gibt die Fahrzeit der schnellsten Route vom Wohnort zur P+R Anlage in Sekunden [s] an.

Die „**pr\_pt\_journey\_time**“ gibt die Fahrzeit mit den öffentlichen Verkehrsmitteln von der ersten bis zur letzten Haltestelle inklusive der Umsteigezeiten in Sekunden [s] an.

Die „**pr\_pt\_trip\_time**“ gibt die gesamte Reisezeit vom Start mit dem MIV, die ÖV-Anteile und den Fußweg von der Endhaltestelle zum Arbeitsplatz in Sekunden [s] an.

Der Indikator „**pt\_changes**“ gibt die Anzahl der ÖV Umstiege am Arbeitsweg an.

In Tabelle 12 ist dargestellt, in welcher Form die Indikatoren ausgegeben werden.

ID	P & R			
rel_id	pr_miv_time	pr_pt_jourey_time	pr_trip_time	pr_pt_change

Tabelle 12: P&R Wege - Adressrechner

**P+R-Parkplätze die betrachtet werden**

Wie bereits erwähnt werden nur gewisse Park and Ride - Anlagen in die Berechnung der Wege miteinbezogen. Die P+R-Parkplätze, die vom Adressrechner betrachtet werden, müssen mindestens einen Kilometer vom Arbeitsplatz entfernt sein, da diese sonst nicht mehr in Anspruch genommen werden würden. Um schnelle Verbindungen, bei denen der P+R-Parkplatz nicht am direkten Weg zum Arbeitsweg liegt, nicht zu vernachlässigen, werden auch Parkplätze betrachtet, die etwas abgelegener bzw. in die entgegengesetzte Richtung liegen. Dabei gibt es in alle Richtungen maximale Entfernungen, wie weit diese P+R Umsteigepunkte maximal vom Wohnort entfernt liegen dürfen, um noch betrachtet zu werden. In der nachfolgenden Abbildung 9 ist dieser Bereich rot umrandet abgebildet. Demnach müssen sich die P+R Umsteigepunkte innerhalb des rot umrandeten Bereichs befinden, um in der Berechnung der Wege berücksichtigt zu werden.

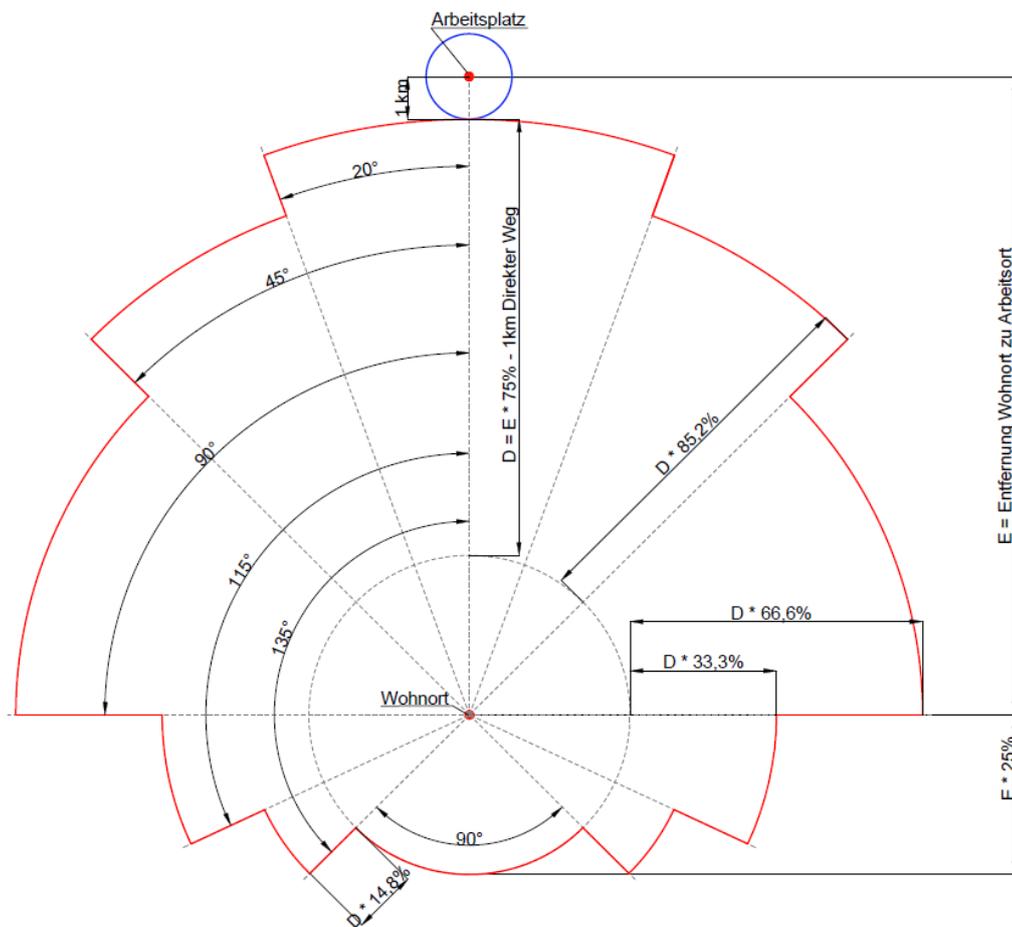


Abbildung 9: Betrachtungsbereich der P+R Anlagen

Wie auf der rechten Seite der Abbildung 9 zu erkennen ist, wird die direkte Entfernung zwischen dem Wohnort und dem Arbeitsplatz mit „E“ bezeichnet. Der grau strichlierte Kreis und der rote Kreisbogen mit einem 90 Grad Winkel, haben einen Radius von 25% der Entfernung „E“. Der Bereich mit einer

Abweichung der direkten Verbindung von 20 Grad in beide Richtungen weist einen Radius um den Wohnort von „E“ weniger einem Kilometer auf. Der eine Kilometer der abgezogen wird, geht aus der Bedingung hervor, dass der P+R Umsteigepunkt mindestens einen Kilometer vom Arbeitsplatz entfernt liegen muss. Dieser Radius des 20 Grad Bereichs weniger dem grau strichlierten Bereich wird mit „D“ bezeichnet. Die Bereiche von 20 Grad bis 45 Grad, weisen auf beiden Seiten einen Radius von  $D \cdot 0,852 + E \cdot 0,25$  um den Wohnort auf. Zwischen 45 Grad und 90 Grad ist dieser  $D \cdot 0,666 + E \cdot 0,25$  und von 90 Grad bis 115 Grad  $D \cdot 0,333 + E \cdot 0,25$ . Der Bereich mit einer Abweichung von 115 Grad bis 135 Grad hat einen Radius von  $D \cdot 0,148 + E \cdot 0,25$ . Durch die Abhängigkeit der Entfernung zwischen Arbeitsort und Wohnort in diesen Formeln, ist sichergestellt, dass bei größeren Entfernungen zwischen dem Wohnort und dem Arbeitsort auch das Betrachtungsgebiet, in dem sich die potenziellen P+R Anlagen befinden, größer wird.

### B&R – Bike and Ride

Für die Wegeberechnung der Bike and Ride Pendlerwege werden, wie bei den P+R Wegen, nur Bike and Ride Anlagen betrachtet, die sich in einem bestimmten Umkreis befinden. Der Bereich hierfür ist derselbe wie bei den P+R Wegen und in Abbildung 9 abgebildet. Für die Berechnung des Fahrradanteils am Arbeitswege wird dieselbe Methode wie bei den Bike-Wegen herangezogen. Die Berechnung des PT-Wegeanteil wird ebenso wieder gleich wie die Berechnung der Wege mit Public Transport durchgeführt. Dabei berechnet der Adressrechner für alle Wege mit Park and Ride die „pr\_miv\_time“, die „pr\_pt\_journey\_time“, die „pr\_trip\_time“ und die „pr\_pt\_change“.

Die „br\_miv\_time“ gibt die Fahrzeit der besten Fahrrad Route vom Wohnort zur P+R Anlage in Sekunden [s] an.

Die „br\_pt\_journey\_time“ gibt die Fahrzeit mit den öffentlichen Verkehrsmitteln von der ersten bis zur letzten Haltestelle inklusive der Umsteigezeiten in Sekunden [s] an.

Die „br\_pt\_trip\_time“ gibt die gesamte Reisezeit vom Start mit dem Fahrrad, die ÖV-Anteile und den Fußweg von der Endhaltestelle zum Arbeitsplatz in Sekunden [s] an.

Der Indikator „pt\_changes“ gibt die Anzahl der ÖV Umstiege am Arbeitsweg an.

In Tabelle 13 ist dargestellt, in welcher Form die Indikatoren ausgegeben werden.

ID	B & R			
rel_id	br_miv_time	br_pt_journey_time	br_trip_time	br_pt_change

Tabelle 13: P&R Wege - Adressrechner

### 4.1.1 Zusammenfassung der Wegeberechnung

#### Systemskizze der Wegeberechnung

In Abbildung 10 ist zur besseren Übersicht eine Systemskizze der Funktion des Wegerechners und des zuvor beschriebenen Berechnungsablaufs der Indikatoren der Verkehrsmodi dargestellt.

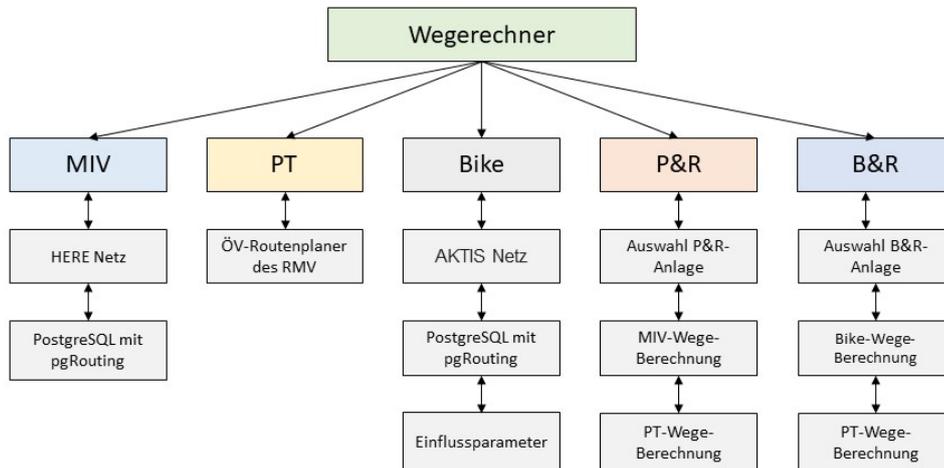


Abbildung 10: Systemskizze der Wegeberechnung

#### Ausgabe des Wegerechners

Zur besseren Übersicht sind in der untenstehenden Abbildung 11 noch einmal alle Indikatoren, die für die einzelnen Verkehrsmodi berechnet werden, abgebildet.

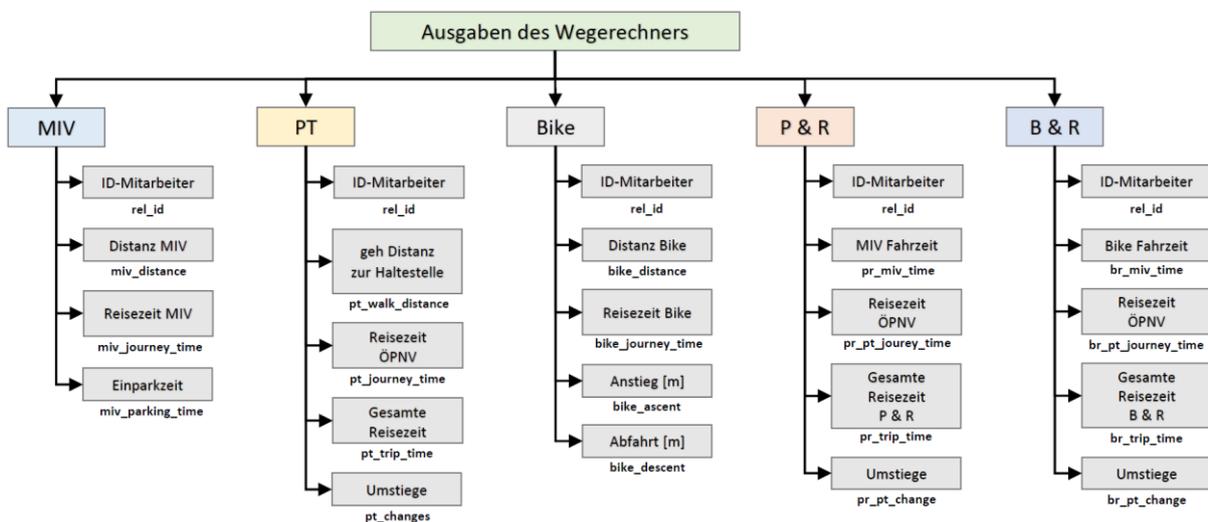


Abbildung 11: Ausgabe des Adressrechners

## 4.2 Schema des Konzepts

Ziel ist es nun mit den zuvor beschriebenen Indikatoren des Adressrechners das Konzept der Potenzialanalyse zu erstellen. Um die einzelnen Verkehrsmodi der Mitarbeiter vergleichen zu können, wird pro Verkehrsmodus und pro Mitarbeiter („rel\_id“) eine Wegoption herangezogen. Da es für jeden Mitarbeiter unzählige Wegeoptionen geben kann, wird darauf geachtet, dass jene Wegoption zum Vergleich herangezogen wird, welche die attraktivste aller darstellt. Diese ausgewählten Wege und deren Indikatoren sollen anschließend in eine geordnete Form übergeführt werden. Anschließend sollen anhand der geordneten Erreichbarkeitsindikatoren die einzelnen Verkehrsmodi verglichen und unterschiedliche Potenziale in schnell und leicht interpretierbarer Form ausgegeben werden. Das Schema ist in der Abbildung 12 abgebildet.

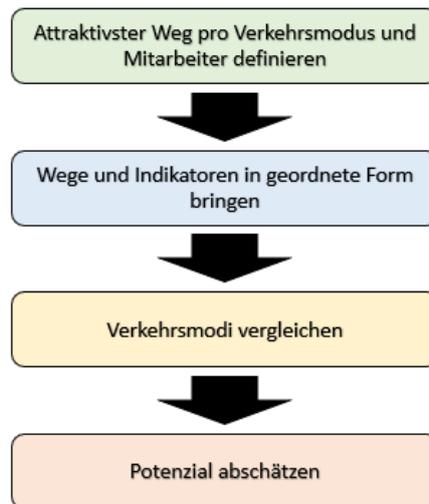
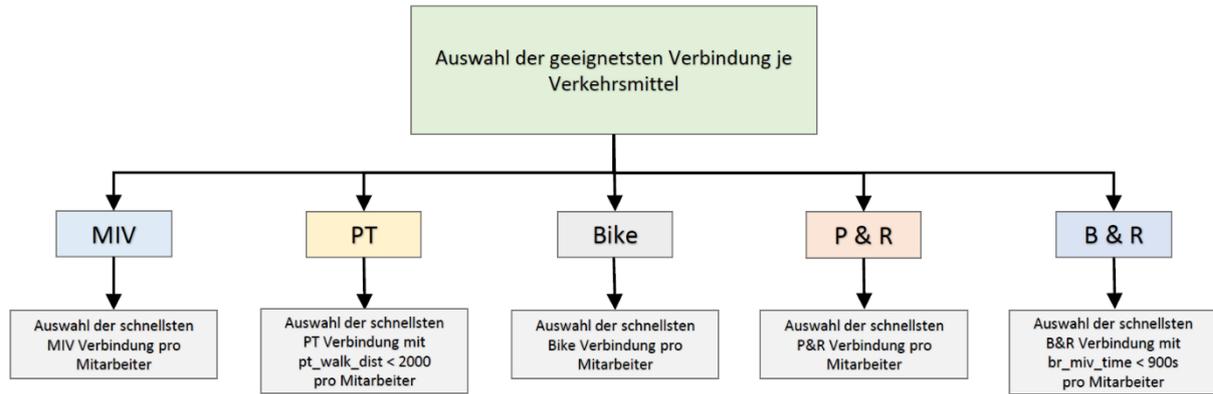


Abbildung 12: Schema des Konzepts

### 4.2.1 Auswahl der attraktivsten Verbindungen je Verkehrsmodus und Mitarbeiter

Zur Definition des attraktivsten Wegs einer Person mit dem MIV vom Wohnort zum Arbeitsort wird angenommen, dass diesen der schnellste Weg darstellt. Für die Auswahl der Wege des Verkehrsmodus Public Transport wird angenommen, dass eine durchschnittliche Person bereit ist, maximal 2 Kilometer zu Fuß am Arbeitsweg zurückzulegen. Deshalb wird für diesen Modus die schnellste Verbindung mit einer Gehdistanz von maximal 2 Kilometer als die Geeignetesten erachtet. Als attraktivster Fahrradweg, wird wie schon bei den MIV Wegen, der Schnellste definiert. Ebenso gilt auch bei den P+R Wegen der schnellste als der attraktivste Weg. Für die B+R Verbindungen wird angenommen, dass ein durchschnittlicher Pendler bereit ist, maximal 15 Minuten mit dem Fahrrad zur Park and Ride Anlage zurückzulegen. Daher gilt für diesen Modus der schnellste Weg mit einer maximalen Fahrradfahrzeit von 15 Minuten (=900 Sekunden) als der attraktivste Weg.

In Abbildung 13 ist noch einmal eine Zusammenfassung der Auswahl der Verbindungen für die einzelnen Modi dargestellt.



**Abbildung 13: Auswahl der geeignetsten Verbindung je Verkehrsmittel**

Um die geeignetsten Verbindungen der einzelnen Verkehrsmodi für jeden Mitarbeiter schnellstmöglich herauszufinden und um dies auch mit verschiedenen Datensätzen durchführen zu können, wurde dafür ein Programm via Python programmiert. Der Quellcode des Programms ist im Anhang dargestellt. Im Folgenden wird der Aufbau des Programms und die Funktionsweise für jedes einzelne Verkehrsmittel beschrieben.

## MIV

Alle MIV Wege werden, bezogen auf deren Mitarbeiter-ID („rel\_id“), gruppiert. Anschließend wird der Weg mit der geringsten Distanz („miv\_distance“) aus jeder Gruppe herausgefiltert und in einer neuen Ausgabedatei gespeichert. Dieser Ablauf wird für jede Mitarbeiter-ID durchgeführt und in einer eigenen Zeile abgespeichert.

## Public Transport

Für die Wege des Public Transport werden im ersten Schritt alle Wege mit einer Gehdistanz („pt\_walk\_distance“) von über 2000 Meter entfernt. Anschließend werden die einzelnen Verbindungen wieder nach den IDs gruppiert, die Indikatoren des Weges mit der geringsten Reisezeit („pt\_trip\_time“) aus jeder Gruppe herausgefiltert und in die Ausgabedatei in die Zeile der jeweiligen Mitarbeiter-ID neben den Indikatoren der MIV Verbindungen gespeichert.

## Bike

Die Auswahl der attraktivsten Bike-Verbindung funktioniert gleich wie die der MIV-Verbindungen, nur, dass in diesem Fall nach dem Weg mit der geringsten Bike Distanz („bike\_distance“) gefiltert wird. Anschließend werden auch diese Indikatoren in die Zeile der entsprechenden ID gespeichert.

## Park and Ride

Auch bei den Wegen der Park and Ride - Verbindungen werden zuerst die Gruppen gebildet und danach die Verbindung mit der geringsten Reisezeit aus jeder Gruppe ermittelt und in die Ausgabedatei gespeichert.

## Bike and Ride

Um die Wege mit einer Fahrradfahrzeit („br\_miv\_time“) über 900 Sekunden nicht zu betrachten, werden alle Wege, bei denen diese Zeit überschritten wird, gelöscht. Anschließend werden wieder die übrigen Wege, bezogen auf deren IDs, gruppiert und die Verbindung mit der geringsten Reisezeit („br\_trip\_time“) herausgefiltert. Die Indikatoren dieser Verbindung werden, wie auch schon die Indikatoren der anderen Modi zuvor, in die Zeile der zugeordneten Mitarbeiter-ID gespeichert.

Zur besseren Übersicht ist dieser Ablauf noch einmal in Abbildung 14 schematisch dargestellt. Zusätzlich sind die Zeilennummern des Quellcodes aus dem Anhang in der Abbildung angegeben. In Abbildung 15 ist ein Beispiel angegeben, in dem der Ablauf der Auswahl der Wegeoptionen dargestellt ist.

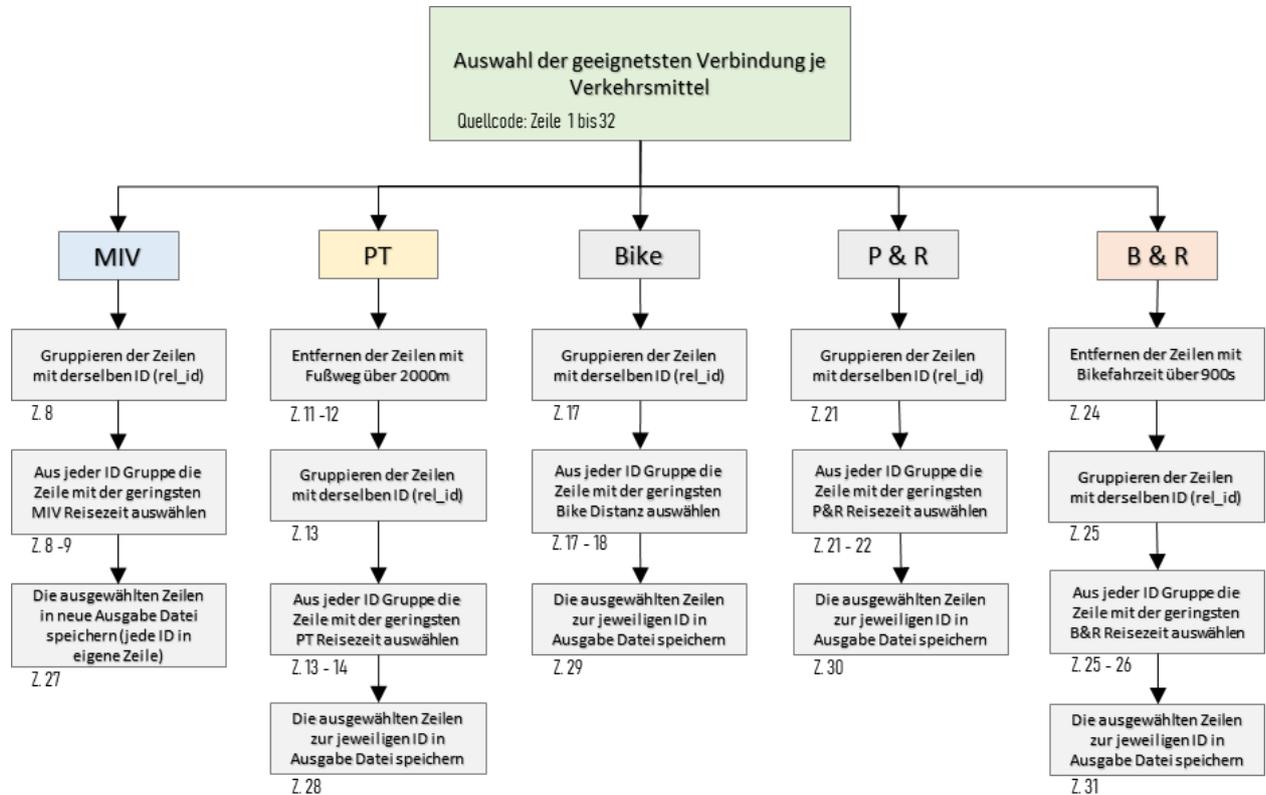
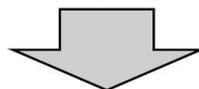


Abbildung 14: Auswahl der geeignetsten Verbindungen

MIV				PT						Bike				P&R				B&R					
rel_id	distance	journ. t.	park. t.	rel_id	walk_dis	journ. t.	pt. trip. t.	changes	rel_id	distance	journ. t.	ascent	descent	rel_id	miv. t.	journ. t.	trip. t.	pt. chan.	rel_id	miv. t.	journ. t.	trip. t.	pt. chan.
101	5411	300	240	101	1059	1380	2220	1	101	5388	1320	17	36	101	240	240	1320	1	101	780	420	2040	1
101	5411	300	240	101	1059	1140	1980	1	101	5388	1320	17	36	101	240	240	1320	1	101	660	240	1740	1
101	5411	300	240	101	346	2160	2640	2	101	5388	1320	17	36	101	240	1020	1740	2	101	780	540	2280	2
101	5411	300	240	101	698	2040	2700	0	101	5388	1320	17	36	101	240	240	1320	1	101	660	240	1740	1
101	5411	300	240	101	698	1620	2280	1	101	5388	1320	17	36	101	240	720	1440	2	101	660	1020	2160	2
101	5411	300	240	101	346	1920	2400	1	101	5388	1320	17	36	101	240	240	1320	1	101	780	480	2400	1
101	5411	300	240	101	1059	1140	1980	1	101	5388	1320	17	36	101	240	240	1320	1	101	780	600	2160	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
152	16269	840	240	152	1585	2400	3480	1	152	15364	3720	114	136	152	120	2820	4020	3	152	1100	2880	5040	4
152	16269	840	240	152	858	2700	3360	2	152	15364	3720	114	136	152	420	2280	4020	3	152	900	2940	4440	3
152	16269	840	240	152	1585	2220	3300	1	152	15364	3720	114	136	152	420	2160	3900	3	152	900	2160	4680	3
152	16269	840	240	152	145	3420	3720	3	152	15364	3720	114	136	152	780	2220	3840	2	152	900	2280	4680	3
152	16269	840	240	152	872	2940	3660	2	152	15364	3720	114	136	152	120	2520	3720	3	152	900	2040	3900	2
152	16269	840	240	152	1585	2400	3480	1	152	15364	3720	114	136	152	120	3540	4380	4	152	180	2520	3780	3
152	16269	840	240	152	858	2700	3360	2	152	15364	3720	114	136	152	420	3000	4380	4	152	1100	2880	5040	4



rel_id	MIV	PT	Bike	P&R	B&R														
101	5411	300	240	1059	1140	1980	1	5388	1320	17	36	240	240	1320	1	660	240	1740	1
102	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
152	16269	840	240	1585	2220	3300	1	15364	3720	114	136	120	2520	3720	3	180	2520	3780	3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Abbildung 15: Beispiel der Zusammgeführten Werte der Modi je Person

Um die Bezeichnung der Spalten besser zu erkennen, ist in Tabelle 14 noch einmal die Form der Ausgabedatei abgebildet.

ID	MIV			PT				Bike				P & R			B & R				
rel_id	miv_distance	miv_journey_time	miv_parking_time	pt_walk_distance	pt_journey_time	pt_trip_time	pt_changes	bike_distance	bike_journey_time	bike_ascent	bike_descent	pr_miv_time	pr_pt_jourey_time	pr_trip_time	pr_pt_change	br_miv_time	br_pt_journey_time	br_trip_time	br_pt_change

Tabelle 14: Zusammengeführte Werte bezogen auf die ID

#### 4.2.2 Auswahl der Erreichbarkeitsindikatoren zum Vergleich der Verkehrsmodi

Es wird davon ausgegangen, dass einfache Abschätzungen der Potenziale als Grundlage und Hilfestellung zur Erstellung eines BMM Konzepts ausreichen. In diesem Konzept wird das Potenzial über Vergleiche von Reisedistanzen und Reisezeiten und durch Berechnung und Vergleich von Reisezeitverhältnissen abgeschätzt. Die Indikatoren, die dafür benötigt werden, sind die MIV Wegedistanz, MIV-Reisezeit, die Gehdistanz zur und von der ÖV Haltestelle, die Public Transport Reisezeit, die Fahrrad Wegedistanz, die Fahrradreisezeit, die P&R Reisezeit, die B&R Fahrradfahrzeit und die B&R Reisezeit.

##### Gehdistanz

Über die Gehdistanz zwischen Wohnort und Arbeitsort kann sehr einfach ein Potenzial der Gruppe der zu Fußgeher abgeschätzt werden. Bei der Berechnung dieses Potenzials, wird in dieser Arbeit angenommen, dass jene Personen, die einen Fußweg unter zwei Kilometer zum Arbeitsplatz haben, dem Potenzial der zu Fuß Geher zugeordnet werden können. Dieselbe maximale Gehdistanzweite wird auch für jene Gruppe angenommen, die mit dem öffentlichen Verkehr zur Arbeit pendeln und diese Distanz zu Fuß zur und von der Haltestelle zurücklegen.

##### Fahrrad Fahrdistanz

Gleich wie bei der Gruppe der zu Fuß Geher, kann die Gruppe der potenziellen Fahrradfahrer über deren Reiseweite abgeschätzt werden. Es wird angenommen, dass den Fahrradfahrern eine Arbeitswegdistanz von bis zu fünf Kilometern und den E-Bikern eine Distanz von bis zu zehn Kilometern zuzutrauen ist. Auf Basis dieser Werte wird anschließend das Potenzial abgeschätzt.

##### Reisezeitverhältnis

Das Reisezeitverhältnis ist der Quotient aus der MIV-Reisezeit und der ÖPNV-Reisezeit. Da für einen Großteil der Bevölkerung das Reisezeitverhältnis ein wesentliches Kriterium der Verkehrsmittelwahl darstellt, hat diese einen großen Einfluss auf die Verbindungsqualität (FGSV, 2010).

Die Bewertung der Reisezeitverhältnisse wird laut Tabelle 15 durchgeführt.

Qualitätsstufe	Qualitätsmerkmal Reisezeitverhältnis	Reisezeitverhältnis $t_{\text{ÖPNV}} / t_{\text{MIV}}$
A	sehr günstig	<1,0
B	günstig	1,0 bis <1,5
C	zufrieden stellend	1,5 bis < 2,1
D	gerade noch akzeptabel	2,1 bis < 2,8
E	schlecht	2,8 bis < 3,8
F	sehr schlecht	≥3,8

Tabelle 15: Reisezeitverhältnis (FGSV, 2010)

### 4.2.3 Qualitätsstufen und Reisezeitverhältnisse für PT, P&R und B&R

Um die Reisezeitverhältnisse und die Qualitätsstufen der einzelnen Mitarbeiter analysieren zu können, müssen diese berechnet und bestimmt werden. Dazu wird das bestehende Python Programm, in dem bereits die Verkehrsmodi zusammengefügt wurden, um die Spalten der einzelnen Reisezeitverhältnisse und die Qualitätsstufen erweitert. Das Reisezeitverhältnis für den Public Transport ist der Quotient aus der MIV Reisezeit und der PT Reisezeit. Das Reisezeitverhältnis für P&R bzw. B&R errechnet sich ebenfalls aus dem Quotienten der MIV Reisezeit und der P&R- bzw. B&R-Reisezeit. Anschließend werden diese Reisezeitverhältnisse laut Tabelle 15 mit der dementsprechenden Qualitätsstufe bewertet.

Die Formeln der Reisezeitverhältnisse der einzelnen Verkehrsmodi sind nachfolgend dargestellt.

$$RZV_{PT} = \frac{miv_{journey\_time} + miv_{parking\_time}}{pt\_trip\_time} \quad (3)$$

$$RZV_{P\&R} = \frac{miv_{journey\_time} + miv_{parking\_time}}{pr\_trip\_time} \quad (4)$$

$$RZV_{B\&R} = \frac{miv_{journey\_time} + miv_{parking\_time}}{br\_trip\_time} \quad (5)$$

Nachdem diese Berechnungen durchgeführt wurden, sieht die neue Form der Ausgabedatei wie in Tabelle 16 ersichtlich aus. Diese Berechnungen laufen im Python Programm in den Zeilen 33 bis 52 ab.

ID	MIV	PT	Bike	P & R	B & R	Berechn. Indikatoren																			
rel_id	miv_distance	miv_journey_time	miv_parking_time	pt_walk_distance	pt_journey_time	pt_trip_time	pt_changes	bike_distance	bike_journey_time	bike_ascent	bike_descent	pr_miv_time	pr_pt_jourey_time	pr_trip_time	pr_pt_change	br_miv_time	br_pt_journey_time	br_trip_time	br_pt_change	RZV_ÖV/MIV	Qualitätsstufe_PT	RZV_P&R/MIV	Qualitätsstufe_P&R	RZV_B&R/MIV	Qualitätsstufe_B&R

Tabelle 16: Verkehrsmodi und RZV der Mitarbeiter

### 4.2.4 Auswahl der abzuschätzenden Potenziale

Bei der Erstellung des Konzepts der Potenzialanalyse wird darauf geachtet, dass die Potenziale so abgeschätzt werden, dass es möglichst einfach zu erkennen ist, in welchen Bereichen am besten die Maßnahmen gesetzt werden sollen, um eine möglichst hohe Wirkung zu erreichen. Aus diesem Grund werden unterschiedliche Potenziale mit verschiedenen Grenzwerten errechnet, um die Ergebnisse der Wohnstandortanalyse einfach interpretieren zu können. Dabei wird darauf geachtet, dass diese in einer einfach zu verstehenden Form visualisiert werden.

Folgende Potenziale und Wohnstandortdaten werden errechnet und ausgegeben.

- Grafik der Fahrradentfernungen der Mitarbeiter
- Qualitätsstufen der Reisezeitverhältnisse aller Mitarbeiter für PT, P&R und B&R
- Potenzieller Modal Split mit unterschiedlichen Reisezeitverhältnisschwellenwerten und E-Bike Optionen

## 4.3 Potenziale

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie und welche Potenziale abgeschätzt werden. Zum besseren Verständnis werden Beispiele von Potenzialen aus einem fiktiven Datensatz gezeigt. Die Ergebnisse des fiktiven Datensatzes werden jedoch nicht in diesem Kapitel beschrieben und interpretiert. Dies wird erst folgend in Kapitel 6 erläutert. Wichtig dabei ist es, Potenziale immer im Zusammenhang mit der Ist-Situation zu vergleichen, um zu sehen, wo Potenziale zum Beispiel schon mehr oder weniger ausgeschöpft wurden.

### 4.3.1 Darstellung der Fahrradentfernungen der Mitarbeiter

Die Darstellung der einzelnen Fahrradentfernungen der Mitarbeiter soll dabei helfen, möglichst schnell die Anzahl jener Mitarbeiter, die in Geh-, Fahrrad- bzw. E-Bike-Distanz zum Betrieb wohnen, abschätzen zu können. Es wird natürlich nie möglich sein, alle Mitarbeiter, die in Geh- oder Fahrrad-Distanz zum Unternehmen wohnen, mit den Maßnahmen des BMM dazu zu bringen, auf den NMIV umzusteigen. Diese einfache Grafik kann jedoch schon einen übersichtlichen Aufschluss über die Sinnhaftigkeit von Maßnahmen in diesen Bereichen geben.

Bei der Erstellung dieser Grafik werden die errechneten Fahrrad-Distanzen der einzelnen Mitarbeiter der Größe nach in einem Liniengrafen abgebildet. Ein Beispiel dieser Darstellung ist in Abbildung 16 zu erkennen. Für dieses und die folgenden Beispiele wurden fiktive Wohnstandortdaten verwendet.

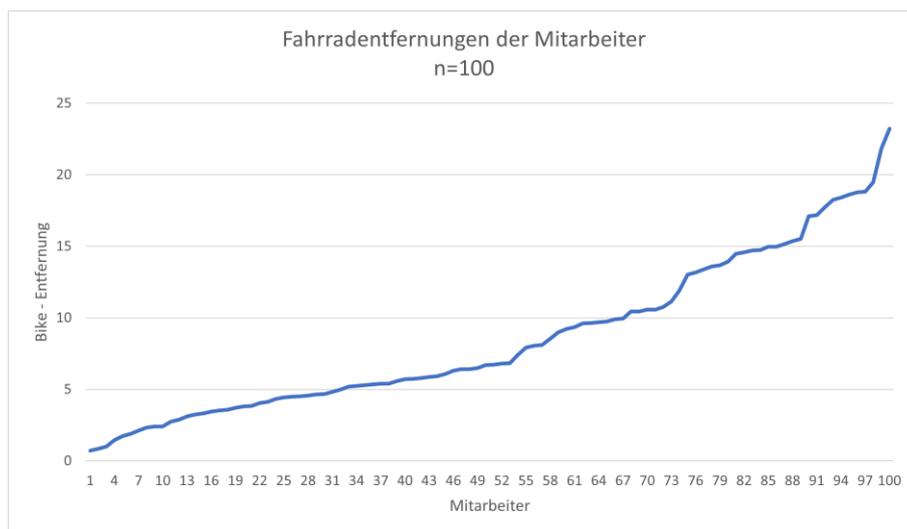
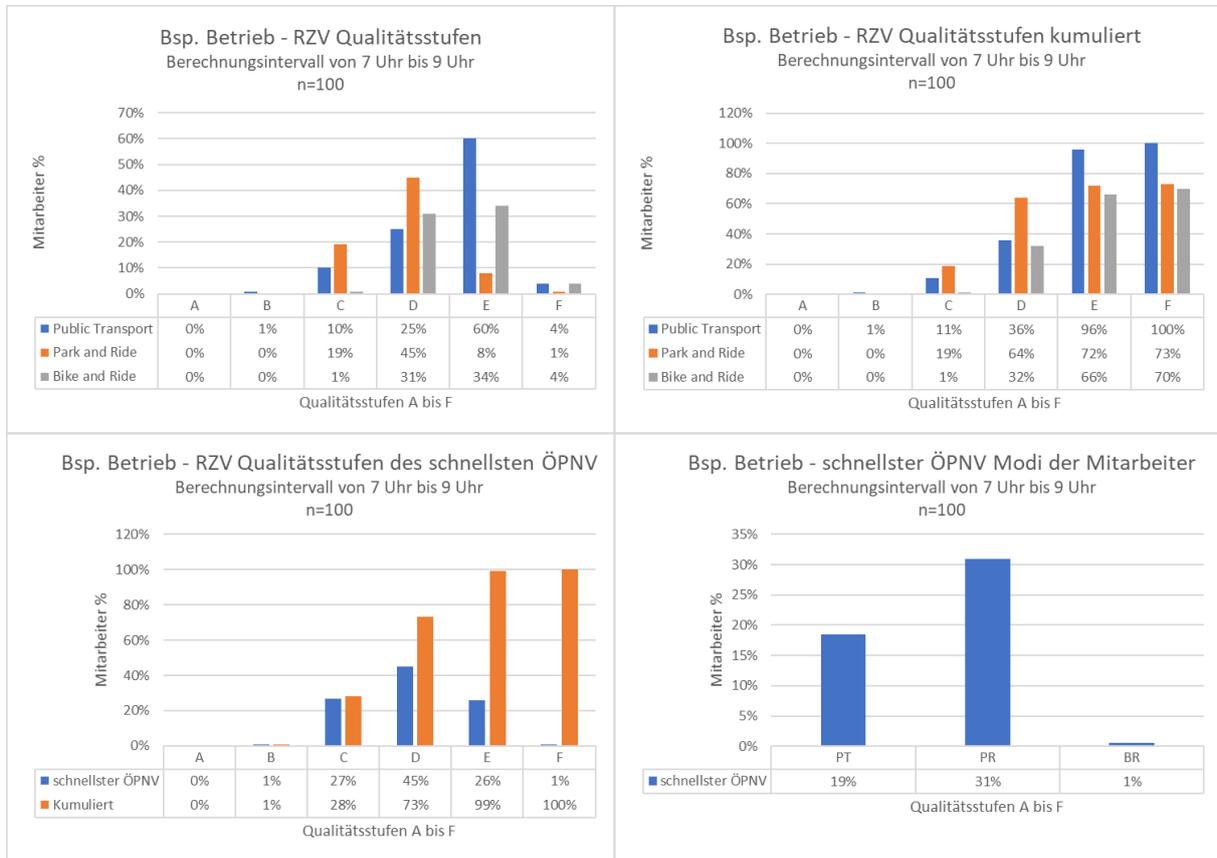


Abbildung 16: Fahrraddistanzen der Mitarbeiter

### 4.3.2 Beschreibung der Qualitätsstufen der Reisezeitverhältnisse

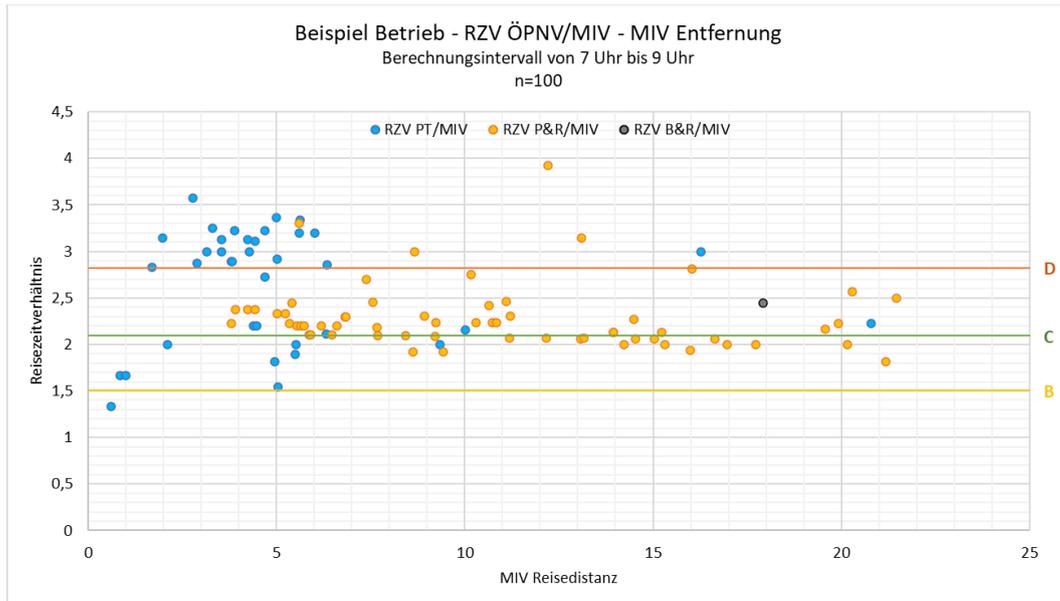
Um die berechneten Reisezeitverhältnisse und Qualitätsstufen einfach interpretieren zu können, werden aus den berechneten Daten Diagramme abgeleitet. Dazu wird für die öffentlichen Verkehrsmittel ein Balkendiagramm mit den Qualitätsstufen der Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter erstellt. Dieses Balkendiagramm soll die Höhe der Anzahl der Mitarbeiter je Qualitätsstufe aufzeigen und dient zur Abschätzung des Potenzials der einzelnen ÖPNV Verkehrsmittel. Zusätzlich werden diese Werte in einem weiteren Diagramm kumuliert dargestellt. Ebenso werden in zwei weiteren Diagrammen zum einen die Qualitätsstufen mit der schnellsten ÖPNV Verbindung jedes Mitarbeiters und zum anderen die prozentuale Aufteilung auf die schnellsten ÖPNV-Modi dargestellt. Die Zuweisung der schnellsten ÖPNV Verbindung jedes einzelnen Beschäftigten findet in den Programmzeilen 53 bis 58 statt. Diese Darstellungen sollen dabei helfen

die Maßnahmen im Bereich der ÖPNV Förderung optimal zu konzeptionieren. Ebenso gibt es durch den potenziellen Bike & Ride Anteil einen zusätzlichen Aufschluss auf die Sinnhaftigkeit von Maßnahmen im Fahrradbereich. In Abbildung 17 sind die abgeleiteten Diagramme der Qualitätsstufen der einzelnen ÖPNV Modi für die fiktiven Daten dargestellt.



**Abbildung 17: Qualitätsstufen der RZV der Mitarbeiter des ÖPNV**

Zudem wird ein Punktdiagramm erstellt, in dem die Reisezeitverhältnisse der schnellsten ÖPNV Verbindung in Abhängigkeit der MIV Reiseweite jedes Mitarbeiters abgebildet ist. Das Punktdiagramm soll aufzeigen, wie sich die ÖPNV Qualität der Mitarbeiter in Bezug auf die Reiseweite verhält. In der Abbildung 18 sind die Reisezeitverhältnisse bezogen auf die MIV Reisedistanz der Mitarbeiter für deren schnellsten ÖPNV Modus dargestellt. In blau ist das Reisezeitverhältnis reiner ÖV zu MIV, in orange Park and Ride zu MIV und in grau Bike and Ride zu MIV dargestellt. Zusätzlich sind in den Farben Gelb, Grün und Orange die Qualitätsstufen B, C und D eingetragen. Wie bereits erwähnt, findet die Interpretation der Abbildungen in Kapitel 6 statt.



**Abbildung 18: RZV der Mitarbeiter je Öffentliches Verkehrsmittel**

### 4.3.3 Potenzieller Modal Split

Um ein konkretes Potenzial in Form eines potenziellen Modal Splits abschätzen zu können, müssen alle Mitarbeiter einem Verkehrsmittel zugeteilt werden. Da es sich um eine Abschätzung handelt, müssen Bedingungen und Schwellenwerte definiert werden, um die Mitarbeiter zu den potenziellen Verkehrsmitteln zuteilen zu können. Da dies nur eine Abschätzung des potenziellen Modal Splits ist und als Grundlage der Maßnahmenwahl dient, ist es von Vorteil, wenn mehrere Potenziale mit unterschiedlichen Schwellenwerten abgeschätzt werden, um genauer analysieren zu können, wo und welche Maßnahmen am besten greifen könnten. Um darstellen zu können, wie sich der Modal Split verändert, wenn die Schwellenwerte geändert werden, werden in Summe vier verschiedene potenzielle Modal Splits abgeschätzt, die bei der Planung der Maßnahmen helfen sollen. Dabei werden jedoch nur die Schwellenwerte der ÖPNV Modi verändert. Die Schwellenwerte der Fußgänger und der Fahrradfahrer wurden bereits in Kapitel 4.2.1 definiert und bleiben somit konstant. Es wird zum einen ein ambitioniertes Potenzial und zum anderen ein konservatives Potenzial abgeschätzt. Beide werden einmal mit und einmal ohne E-Bike als zusätzliches Verkehrsmittel abgeschätzt.

Die Abschätzung des potenziellen Modal Splits erfolgt über einen logischen Ablauf, der über Bedingungen jeden einzelnen Mitarbeiter anonym einen Verkehrsmodus zuteilt. Der Ablauf benötigt dazu die Indikatoren Fahrradfahrdistanz („bike\_distance“), sämtliche Reisezeitverhältnisse, die in Kapitel 4.2.3 berechnet wurden, und die Schwellenwerte, nach denen der Ablauf die potenziellen Modi auswählt.

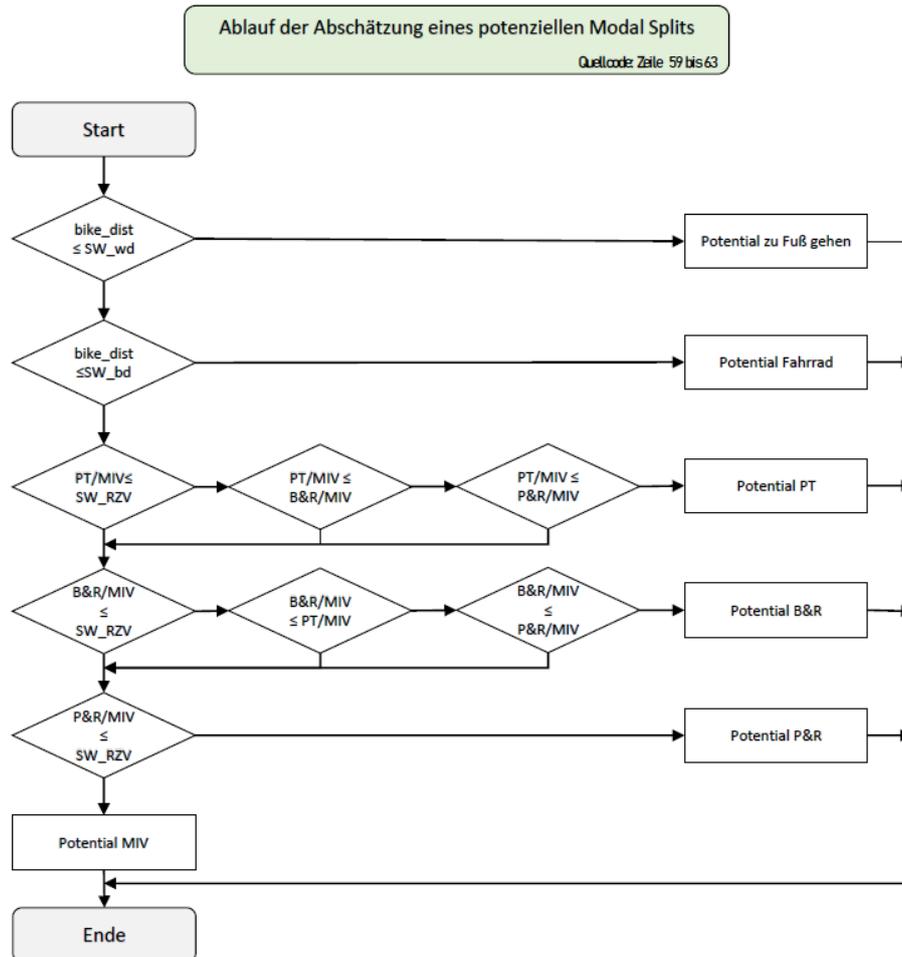
Folgende Schwellenwerte werden im Ablauf berücksichtigt:

- SW\_wd ..... Schwellenwert - walk distance (Geh-Distanz)
- SW\_bd ..... Schwellenwert - bike distance (Fahrrad-Distanz)
- SW\_ebd ..... Schwellenwert – e-bike distanz (E-Bike-Distanz)
- SW\_RZV ..... Schwellenwert - Reisezeitverhältnis

Der logische Ablauf läuft für jeden Mitarbeiter folgendermaßen ab:

Zu Beginn wird die errechnete Fahrradfahrweite des Mitarbeiters („bike\_distance“) mit dem definierten Schwellenwert der Gehdistanzweite („SW\_wd“) verglichen. Liegt diese unter dem Schwellenwert oder hat den gleichen Wert, wird der Mitarbeiter den potenziellen zu Fuß Gehern zugeteilt und der Ablauf ist für diesen Mitarbeiter abgeschlossen. Ist die Fahrradfahrweite jedoch höher als dieser Schwellenwert, geht der Ablauf eine Ebene tiefer und kontrolliert, ob diese kleiner gleich dem Schwellenwert der Fahrradfahrweite („SW\_bd“) ist. Trifft dies zu, wird der Mitarbeiter dem Potenzial der Fahrradfahrer zugeteilt. Andernfalls läuft der Ablauf weiter. Im nächsten Schritt wird kontrolliert, ob das Reisezeitverhältnis von Public Transport zu MIV („RZV\_PT/MIV“) kleiner als der definierte Schwellenwert des Reisezeitverhältnis („SW\_RZV“), kleiner als das Reisezeitverhältnis von Bike and Ride zu MIV („RZV\_B&R/MIV“) und kleiner als das Reisezeitverhältnis von Park and Ride zu MIV („RZV\_P&R/MIV“) ist. Sind diese drei Bedingungen erfüllt, wird der Mitarbeiter dem Potenzial der Public Transport Nutzer zugeteilt. Sind diese jedoch nicht erfüllt, geht der Ablauf eine Ebene tiefer und es wird kontrolliert, ob das Reisezeitverhältnis von Bike and Ride zu MIV unter dem Schwellenwert liegt und auch kleiner als die Werte der Reisezeitverhältnisse von Public Transport zu MIV und Park and Ride zu MIV ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, wird der Mitarbeiter jener Gruppe zugeteilt, die potenziell den ÖPNV mit Bike and Ride nützen. Andernfalls geht der Ablauf weiter und es wird überprüft, ob das Reisezeitverhältnis von Park and Ride kleiner als der definierte Schwellenwert des Reisezeitverhältnis ist. Trifft dies zu wird der Mitarbeiter den potenziellen Park and Ride Nutzern zugeteilt. Andernfalls wird er den MIV Nutzern zugeteilt. Dieser Ablauf wird anschließend für jeden Mitarbeiter durchgeführt.

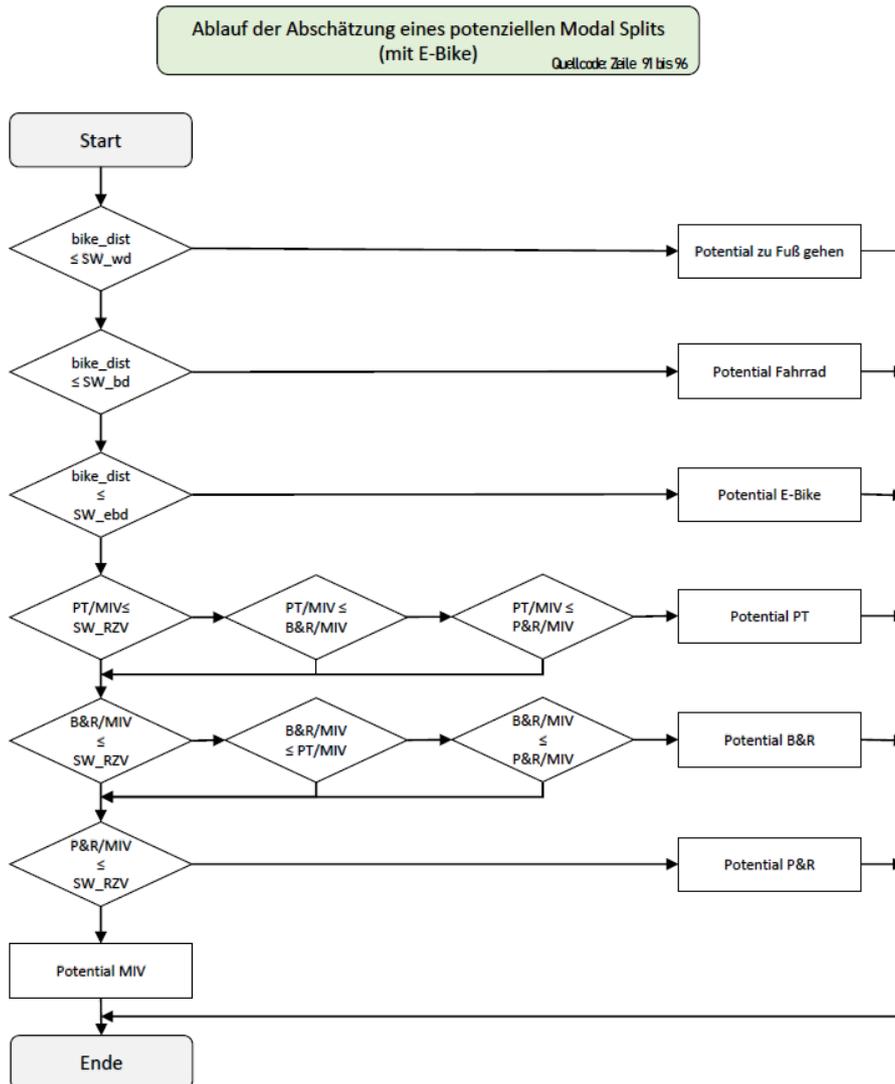
Der schematische Ablaufplan der Ermittlung des potenziellen Modal Splits ist in Abbildung 19 dargestellt.



**Abbildung 19: logischer Ablauf der Abschätzung des potenziellen Modal Splits**

Wenn dieser Ablauf für alle Mitarbeiter durchgeführt wurde, so ist das Ergebnis daraus, der theoretisch mögliche potenzielle Modal Split. Um das Potenzial von E-Bikes auch abschätzen zu können, wird eine separate Abschätzung des potenziellen Modal Splits inklusive dem Modus E-Bike durchgeführt. Dazu wird in den Ablaufplan anschließend an die Abfrage nach dem potenzial der Fahrradfahrer und vor der Abfrage des Public Transport eine Abfrage nach den potenziellen E-Bike Fahrern durchgeführt. Wird also ein Mitarbeiter nicht dem Potenzial der Fußgänger und nicht dem Potenzial der Fahrradfahrer zugeteilt, wird im Ablauf abgefragt, ob die zurückzulegende Fahrraddistanz zum Arbeitsplatz kürzer als der Schwellenwert der E-Bike Fahrdistanz („SW\_ebd“) ist. Trifft dies zu, wird der Mitarbeiter dem Potenzial der E-Bike Fahrer zugeteilt. Andernfalls läuft der Ablauf wie zuvor beschrieben weiter.

Der Ablaufplan zur Abschätzung des potenziellen Modal Split mit der Berücksichtigung von E-Bikes ist in Abbildung 20 dargestellt.



**Abbildung 20: logischer Ablauf der Abschätzung des potenziellen Modal Splits mit E-Bike Anteil**

Wie bereits erwähnt werden die beiden potenziellen Modal Splits mit unterschiedlichen Schwellenwerten abgeschätzt - Zum einen mit ambitioniert angenommenen Schwellenwerten und zum anderen mit eher konservativ angenommenen Werten.

## Konservatives Potenzial

Wie bereits in Kapitel 4.2.1 erwähnt, werden nur jene Fußwege betrachtet, die eine Distanz von 2000 Meter nicht überschreiten. Demnach liegt der Schwellenwert der Berechnung des Modal Split Potenzials der Fußgänger bei 2000 Meter. Der Schwellenwert der Fahrraddistanzweite wird mit fünf Kilometern angenommen und der der E-Bike Nutzer mit zehn Kilometern. Die Schwellenwerte der Reisezeitverhältnisse werden für das ambitionierte Potenzial mit 2,1 angenommen.

Bei der Berechnung des potenziellen Modal Splits wird zwischen einem Modal Split mit und einem ohne den Anteil der E-Bike Fahrern unterschieden.

$$\begin{aligned} SW_{wd} &= 2.000m & SW_{bd} &= 5.000m \\ SW_{ebd} &= 10.000m & SW_{RZV} &= 2,1 (C) \end{aligned}$$

Um den Vorgang der Zuteilung der Mitarbeiter zu den potenziellen Verkehrsmitteln besser zu erkennen, sind in Abbildung 21 farblich Bereiche mit den Schwellenwerten für Fuß, Fahrrad, E-Bike und MIV in einem Punktgramm, in dem die Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter für deren schnellste ÖV Verbindung über die Fahrraddreisedistanz aufgetragen sind, dargestellt. Jene Punkte, die in keinem farblich markierten Bereich liegen, stellen die Mitarbeiter dar, die potenziell dem MIV zugeteilt werden.

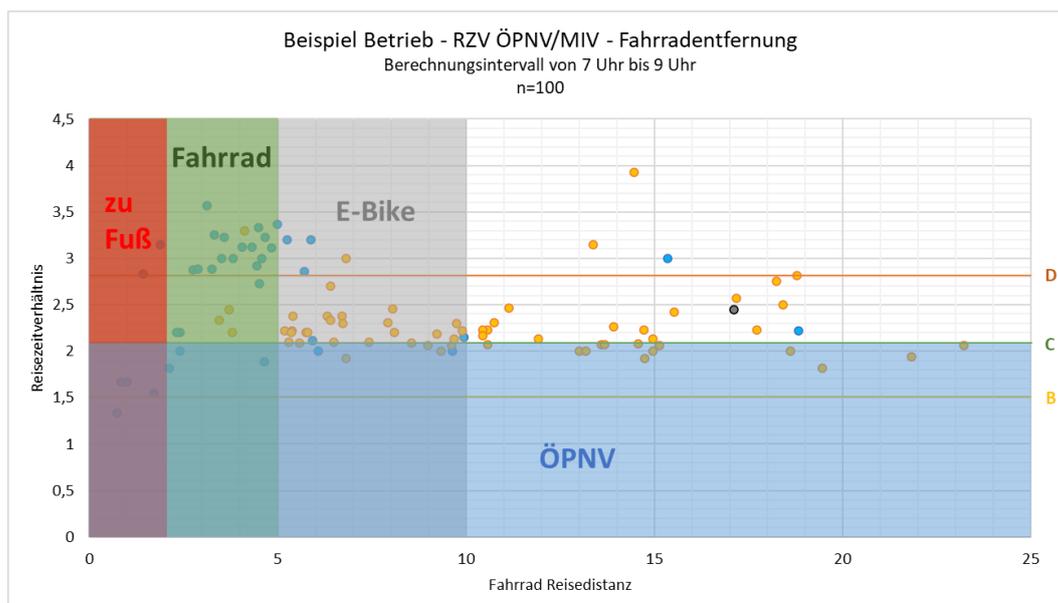


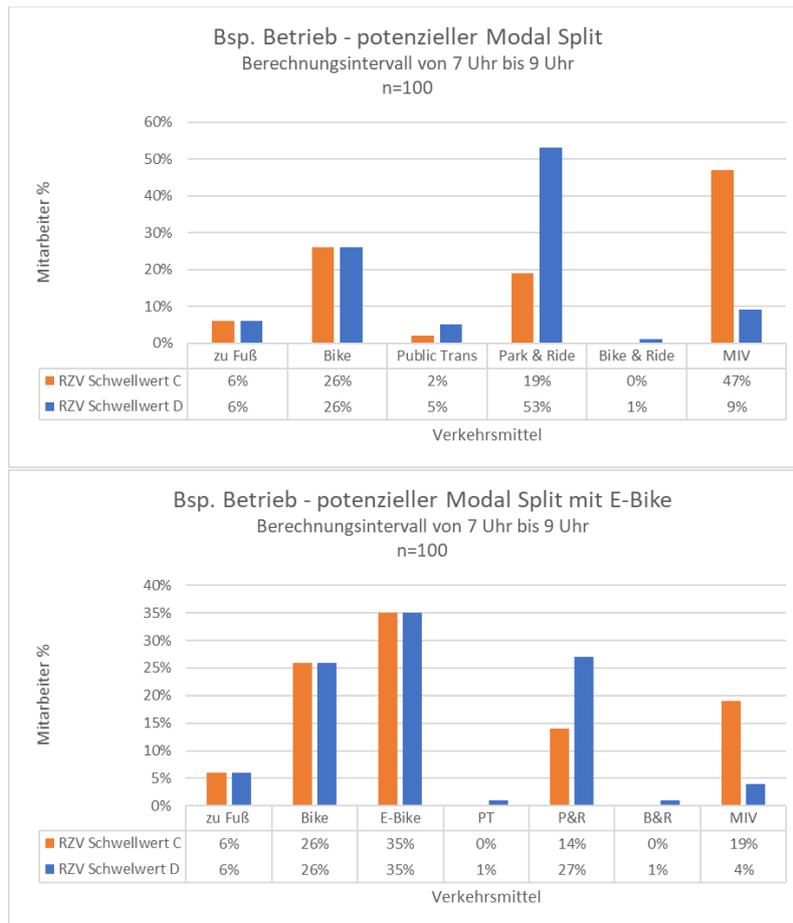
Abbildung 21: Modal Split Abschätzung

## Ambitioniertes Potenzial

Die Schwellenwerte der Gehdistanz, Fahrraddistanz und der E-Bike Fahrdistanz bleiben gleich. Nur der Schwellenwert der Reisezeitverhältnisse ändert sich auf 2,8.

$$\begin{aligned} SW_{wd} &= 2.000m & SW_{bd} &= 5.000m \\ SW_{ebd} &= 10.000m & SW_{RZV} &= 2,8 (D) \end{aligned}$$

Die beiden errechneten Modal Splits für das ambitionierte und das konservative Potenzial werden zur einfacheren Übersicht und Interpretation gemeinsam in einem Balkendiagramm in zwei unterschiedlichen Farben in Abbildung 22 dargestellt.



**Abbildung 22: potenzielle Modal Splits**

## 5 Konzepterstellung der Wirkungsanalyse

In diesem Kapitel wird die Konzepterstellung zur Wirkungsanalyse der Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagement erarbeitet. Dabei wird die Wirkungsanalyse in dieser Arbeit so aufgebaut, dass nur jene Wirkungen analysiert werden, die durch die Änderung des Mobilitätsverhalten resultieren und das Unternehmen betreffen. Sprich, es werden die verkehrlichen, die gesundheitlichen, die umweltbezogenen und die monetären Wirkungen bezogen auf das Unternehmen analysiert. Als Grundlage, auf welche untergeordneten spezifischen Wirkungen die Wirkungsanalyse abzielen soll, dient das Kapitel 2.5 aus der Literaturrecherche sowie die Kapitel 3.1.2 und 3.2.4 aus den Befragungen. Nach dem die Wirkungen spezifiziert und ausgewählt sind, werden Indikatoren bzw. messbare Größen erarbeitet um die Wirkungen quantifizieren zu können. Um am Ende dezidierte Aussagen zu den Maßnahmenwirkungen treffen zu können, ist es erforderlich, dass auch alle Indikatoren in der Ist-Situation erhoben werden. Denn im Grunde genommen beschreibt eine Wirkung den Unterschied zwischen der Ist-Situation und der Situation nach dem die Maßnahmen des BMM eingeführt wurden.

### 5.1 Wirkungen

Die Befragungen der Betriebe und der Beratungsunternehmen haben ergeben, dass die wichtigsten auf das Mobilitätsverhalten bezogenen Wirkungen, die sich die Betriebe von der Umsetzung der BMM Konzepte erwarten, das Erreichen von Nachhaltigkeitsziele, die Reduktion der benötigten Parkplätze, die Erhöhung der Mitarbeitergesundheit und die daraus folgenden monetären Wirkungen sind. Im Folgenden werden die Wirkungen erläutert und es wird erklärt, über welche Indikatoren sich die Wirkungen quantifizieren lassen, um in weiterer Folge eine Wirkungsanalyse durchführen zu können.

#### Verkehr

Die übergeordnete Wirkung, die Änderung des Mobilitätsverhalten, zählt im Grunde genommen zu den verkehrlichen Wirkungen. Diese Verhaltensänderung wird durch die Änderung des Modal Splits der betrieblichen Mobilität am Arbeitsweg beschrieben. Als Indikator dafür dient die Änderung der Anzahl aller Wege mit den einzelnen Verkehrsmitteln in einem gewissen Zeitabschnitt. Des Weiteren zählt die Reduktion der benötigten Parkplätze zu den verkehrlichen Wirkungen des betrieblichen Mobilitätsmanagement. Als Indikator dieser Wirkung dient die Änderung der belegten Parkplätze vor und nach der Einführung der Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements. Also das Delta der Anzahl an geparkten Fahrzeugen am Parkplatz.

#### Gesundheit

Die Betriebe erhoffen sich durch die Maßnahmen des BMM gesündere Mitarbeiter. Aus der Literaturrecherche in Kapitel 2.5.2 geht hervor, dass die Gesundheit der Mitarbeiter in einem Zusammenhang mit körperlicher Betätigung bzw. Bewegung steht. Daher wird die Änderung der Fahrleistung mit nicht motorisiertem Individualverkehr (NMIV) und die damit verbundene körperliche Betätigung als ein Indikator für die Mitarbeitergesundheit herangezogen. Zusätzlich kann die Gesundheit der Mitarbeiter über die Anzahl der Krankenstandstage definiert werden. Demnach dient die Änderung der Krankenstandstage ebenso als Indikator für eine Wirkung auf die Mitarbeitergesundheit.

## Umwelt

Das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen ist eine der Hauptwirkungen, die sich die Betriebe durch das BMM erhoffen. Dabei ist meist die Reduktion von Emissionen und im Speziellen von CO<sub>2</sub> erwünscht. Als Indikator dieser Wirkungen dienen die Änderung der Fahrleistungen je Verkehrsmodus, da die erbrachte Fahrleistung in direktem Zusammenhang mit der Menge der ausgestoßenen Emissionen steht. Eine weitere Wirkung im Bereich der Umwelt stellt der Landschaftsverbrauch dar. Durch die Verkleinerung von Parkanlagen kann diese Ressource eingespart werden. Als Indikator dient die Änderung der dafür benötigten Fläche.

## Monetär

Die positiven monetären Wirkungen lassen sich zum einen durch eine Einsparung der Ausgaben in den Bereichen Verkehr, Gesundheit und Umwelt und zum anderen durch die entstandenen Kosten der Umsetzung der Maßnahmen beschreiben. Die Einsparungen ergeben sich aus den zuvor beschriebenen Wirkungen. Denn eine geringere Parkplatzauslastung führt zu einer Senkung der Parkplatzbetriebskosten. Eine Reduktion der Krankenstandstage hat zur Folge, dass dafür weniger finanzielle Mittel aufgewendet werden müssen und der geringere Landschaftsverbrauch bewirkt, dass der eingesparte Grund und Boden anderwärtig genutzt werden kann und hat somit ebenso eine positive monetäre Wirkung auf die Unternehmen. Für die Erstellung des Konzepts und die Umsetzung der Maßnahmen müssen hingegen auch Kosten aufgewendet werden. Diese Kosten müssen den positiven monetären Wirkungen gegenübergestellt werden.

In Abbildung 23 sind die Wirkungsbereiche mit den einzelnen Kriterien und den dazugehörigen Indikatoren abgebildet, die in der Wirkungsanalyse berücksichtigt werden.

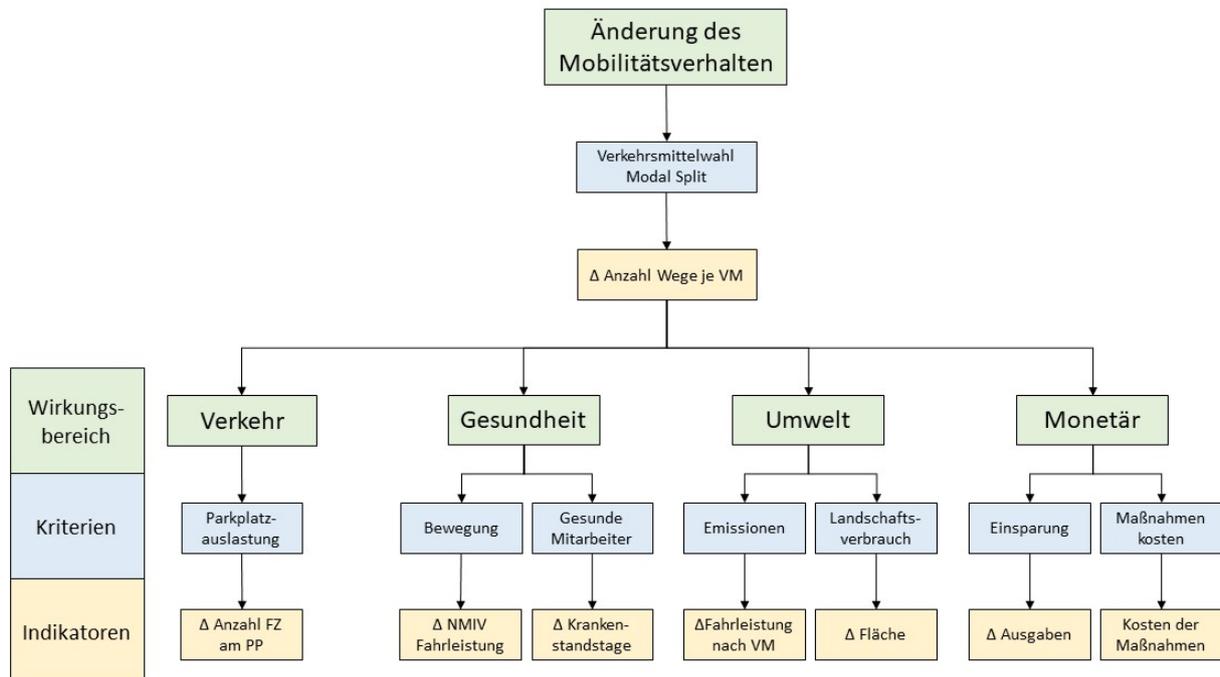


Abbildung 23: Wirkungsbereiche (eigene Grafik) (Louen, 2013)

### Definition Fahrleistung

Die Verkehrsleistung oder Fahrleistung nach Verkehrsmittel gibt an, welche Distanzen je Verkehrsmittel zurückgelegt wurden.

## **5.2 Zusammenhänge und Einflüsse auf Indikatoren**

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie die Indikatoren zusammenhängen, wie diese beeinflusst werden und wie die Wirkungen davon abhängen.

### **Änderung des Modal Splits**

Der Modal Split der Arbeitswege ist wohl der wichtigste Indikator, um Änderungen und Wirkungen von Maßnahmen in der betrieblichen Mobilität festzustellen. Der Modal Split der Arbeitswege gibt die Aufteilung der Arbeitswege der Mitarbeiter bezogen auf die einzelnen Verkehrsmittelarten an. Anhand dieses Indikators lässt sich erkennen, wie sich das Verkehrsmittelwahlverhalten über eine gewisse Zeit hinweg verhält und ob die Maßnahmen die gewünschte Wirkung zeigen.

Dies bedeutet, dass alle Mitarbeiter eines Betriebes denselben Einfluss auf den Modal Split der betrieblichen Mobilität am Arbeitsweg haben, da dieser unabhängig von der Länge des Arbeitswegs der Beschäftigten ist. Das hat zur Folge, dass jeder Mitarbeiter, der sein Mobilitätsverhalten ändert, dazu beiträgt, dass sich der Modal Split ändert.

### **Änderung der Anzahl an Fahrzeugen am Parkplatz**

Jeder einzelne Mitarbeiter hat denselben Einfluss auf die Auslastung der Parkplätze am Betriebsgelände. Denn jeder Mitarbeiter, der allein mit dem Kfz zur Arbeit fährt, belegt einen Parkplatz.

### **Erhöhung der Fahrleistung mit nicht motorisiertem Individualverkehr**

Zur Erhöhung der Fahrleistung des nichtmotorisierten Individualverkehrs, tragen nicht nur die Mitarbeiter bei, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad pendeln, sondern auch jene, die Teilstrecken des Arbeitswegs mit dem nicht motorisierten Individualverkehr zurücklegen und sich dabei körperlich betätigen. Je länger eine Distanz ist, die zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit einem anderen nicht motorisierten Fortbewegungsmittel zurückgelegt wird, desto mehr trägt diese zur Erhöhung der Fahrleistung des NMIV bei.

### **Krankenstandstage**

Sobald ein Mitarbeiter auf Grund einer Erkrankung nicht zur Arbeit erscheinen kann, hat sich dieser vom Arzt krankschreiben zu lassen und ist somit im Krankenstand. Daraus resultierend, hat jeder Mitarbeiter denselben Einfluss auf die Gesamtanzahl der Krankenstandstage eines Betriebes.

### **Senkung der Emissionen**

Je mehr Fahrleistung mit dem Pkw eingespart werden kann und je mehr Mitarbeiter auf den Umweltverbund umsteigen, desto mehr umweltschädliche Emissionen können eingespart werden. Ein Mitarbeiter, der auf den nicht motorisierten Individualverkehr umsteigt, reduziert seine Emissionen am Arbeitsweg zur Gänze. Bei Mitarbeitern mit einem längeren Arbeitsweg ist dies jedoch oft nicht möglich. Bei diesen Mitarbeitern liegt jedoch ein sehr hohes Einsparungspotenzial im Wechsel auf den öffentlichen Verkehr. Wie der Formel 1 aus Kapitel 2.5.3 zu entnehmen ist, gilt dabei, je länger der Arbeitsweg ist, desto mehr Emissionen können absolut betrachtet, durch den Umstieg auf den umweltfreundlicheren Modus eingespart werden.

### **Änderung der Benötigten Fläche für die Mobilität**

Wie bereits in Kapitel 2.5.3 beschrieben, kann das BMM die Reduktion von Landschaftsverbrauch als Wirkung zur Folge haben. Das BMM hat jedoch nur im Bereich der Mobilität Einfluss auf den Landschaftsverbrauch. Diese Reduktion des Landschaftsverbrauchs geht also mit der Reduktion der

Parkplatzbesetzung einher. Können demnach durch die Maßnahmen des BMM Parkplätze am Betriebsgelände eingespart werden, wird auch freie Fläche gewonnen, die anderwärtig genutzt werden kann.

### **5.3 Benötigte Daten für die Wirkungsanalyse und deren mögliche Erfassung**

In Kapitel 5.1 und Abbildung 23 wurden bereits die Indikatoren, die zur Beschreibung der Wirkungen benötigt werden, erläutert. Im Folgenden Kapitel wird beschrieben, wie die Berechnung dieser Indikatoren abläuft und welche Daten dazu benötigt werden.

#### **Änderung des Modal Splits**

Wie zuvor beschrieben, spiegelt der Modal Split am Arbeitsweg das Verkehrsmittelwahlverhalten der Mitarbeiter wider. Das bedeutet, dieser Modal Split muss zum einen vor der Umsetzung des BMM Konzepts und zum anderen nach der Umsetzung des BMM Konzepts erhoben werden. Die Erhebung kann entweder durch eine Befragung der Mitarbeiter oder durch eine regelmäßige Eingabe in ein Erfassungssystem durch die Mitarbeiter erfolgen. Ebenso könnte dieser durch Zählen der Fahrzeuge und Fahrräder am Betriebsgelände abgeschätzt werden.

#### **Parkplatzeinsparung**

Die Wirkungsanalyse der Parkplatzeinsparung wird über die Änderung der Anzahl an Fahrzeugen am Parkplatz durchgeführt. Dazu muss die durchschnittliche Parkplatzbelegung vor und nach der Einführung der Maßnahmen bekannt sein. Diese Erfassung kann über eine Abfrage bzw. Befragung der Mitarbeiter durchgeführt werden oder über eine Zählung der Fahrzeuge am Parkplatz geschehen. Betriebe, die bereits eine Parkraumbewirtschaftung oder eine Zufahrtsbeschränkung in Form eines elektronischen Schrankens haben, können die Parkplatzauslastung einfach erheben.

#### **Gesundheit**

Zur Analyse der gesundheitlichen Wirkungen werden die Krankenstandstage der Mitarbeiter und die zurückgelegten Fahrleistungen mit dem NMIV herangezogen. Da die Krankenstandstage der Mitarbeiter im Normalfall dokumentiert sind, ist es ein leichtes Unterfangen für die Unternehmen diese vor und nach der Umsetzung des BMM auszuwerten und zu analysieren. Zur Analyse der körperlichen Bewegung am Arbeitsweg und der zurückgelegten Distanzen mit dem Fahrrad oder zu Fuß, müssen diese Distanzen und die Häufigkeit erfasst werden. Dies kann ebenso im Zuge einer Befragung geschehen oder durch eine regelmäßige Eingabe der Mitarbeiter erfolgen.

#### **Umwelt**

Wie schon zuvor bei der Analyse der gesundheitlichen Wirkungen, werden zur Analyse der ausgestoßenen umweltschädlichen Emissionen die Fahrleistungen der Mitarbeiter, bezogen auf die Verkehrsmodi am Arbeitsweg, benötigt. Diese Daten lassen sich ebenfalls wieder über eine Befragung oder durch eine regelmäßige Eingabe durch die Mitarbeiter, erfassen. Um die positiven Wirkungen auf den Landschaftsverbrauch analysieren zu können, muss ebenfalls die Parkplatzsituation evaluiert werden. Zusätzlich muss diese Landschaftseinsparung einem eventuellen zusätzlichen Flächenbedarf durch andere Maßnahmen gegenübergestellt werden.

#### **Monetär**

Wie in Kapitel 5.1 zuvor erwähnt wurde, lässt sich durch Parkplatzeinsparung, durch Einsparung der Krankenstandstage und durch Einsparung der bebauten Fläche, die gegebenenfalls anderwärtig genutzt werden kann, eine positive Monetäre Wirkung erzielen.

### **Parkplatzeinsparung**

Bei der Bewertung der positiven monetären Wirkung durch eine Parkplatzeinsparung unterscheidet man zwischen einer Einsparung der aktuellen Parkplätze und einer Reduktion von neu zu bauenden Parkplätzen aufgrund eines vorausschauenden Parkplatzmangels. Wird keines dieser beiden Ziele angestrebt, hat die Reduktion der Autofahrenden Mitarbeiter auch keine monetäre Wirkung im Bereich der Parkplätze zufolge. Können durch die Reduktion der parkenden Fahrzeuge auch Parkplätze entfernt werden, entfallen dafür die Betriebskosten bzw. gegebenenfalls die Mietkosten, wenn diese angemietet sind.

### **Einsparung der Krankenstandstage**

Um die monetäre Wirkung durch eine Einsparung von Krankenstandstage analysieren zu können, muss zum einen die Analyse zu den Krankenstandstage abgeschlossen sein und zum anderen bekannt sein wie viel ein Krankenstandtag eines Mitarbeiters dem Unternehmen kostet. Meist werden die jährlichen Kosten, die für Krankenstandstage aufgewendet werden, von den Betrieben ohnehin erhoben. Sind diese jährlichen Kosten erhoben, können sie verglichen werden und die monetäre Wirkung im Bereich der Krankenstandstage über die Differenz errechnet werden.

Eine Berechnung dieser Wirkung mit Durchschnittswerten für die Kosten eines Krankenstandtags eines Mitarbeiters wäre unseriös, da die aufzuwendenden Kosten für einen Krankenstandtag individuell vom Verdienst des einzelnen Mitarbeiters abhängen.

### **Einsparung bebauter Fläche**

Eine große finanzielle Einsparung stellt die Reduktion der Benötigten Parkplätze vor dem Bau dieser dar. Je nachdem ob sich der dafür benötigte Bauplatz bereits in Firmenbesitz befindet, spart sich der Betrieb gegebenenfalls zusätzlich zu den Baukosten auch die Kosten für den Grundstückskauf.

### **Zusammenfassung**

Wie bereits beschrieben, werden zur Erstellung der Wirkungsanalyse einige Daten benötigt. Diese Daten können in erhebbare Daten, im Unternehmen vorliegende Daten und in abgeleitete Größen eingeordnet werden. In Abbildung 24 sind die benötigten Daten diesen Gruppen zugeordnet.

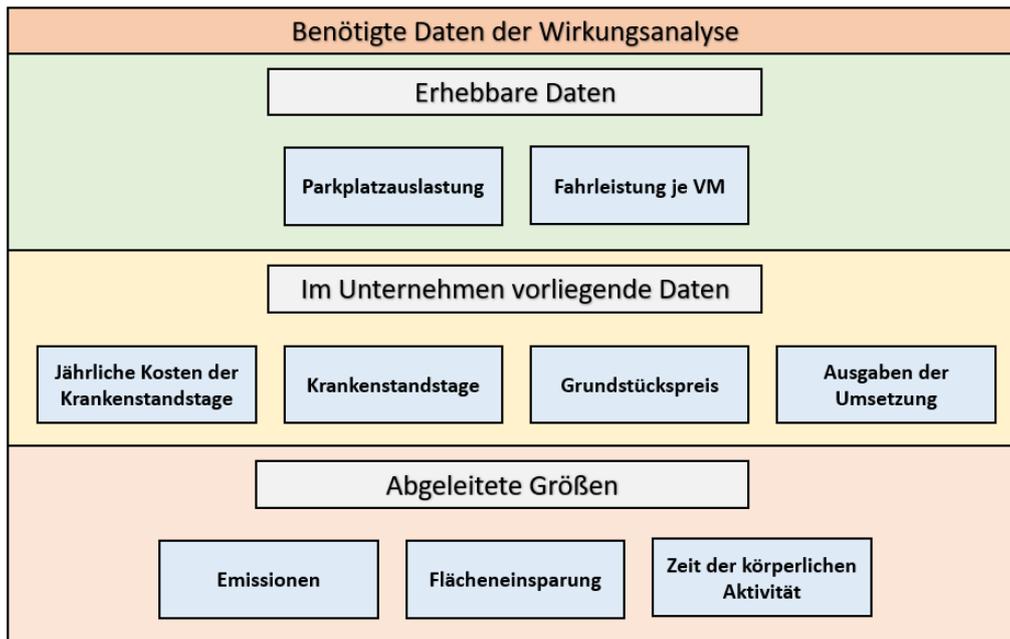


Abbildung 24: Daten der Wirkungsanalyse (eigene Grafik)

## 5.4 Datenerfassung der Erhebbaren Daten

In diesem Kapitel werden die drei möglichen Methoden der Datenerhebung für die Wirkungsanalyse beschrieben und erklärt wie die Erhebungen in diesem Konzept erfolgen. Die drei möglichen Methoden, diese erhebbaren Daten zu erschließen, sind neben der Datenerfassung mittels Fragebogen, die kontinuierliche Erhebung durch regelmäßige Eingabe, sowie die Zählung.

### 5.4.1 Datenerfassung mittels Fragebogen

Die Datenerfassung mittels eines Fragebogens eignet sich besonders gut, um die Daten des Mobilitätsverhaltens der einzelnen Mitarbeiter in der Ausgangssituation zu erheben. Die Erhebung mittels Fragebogen hat den Vorteil, dass diese relativ einfach und in kurzer Zeit durchgeführt werden kann, wodurch die erhobenen Daten und Ergebnisse schnell vorliegen.

In diesem Konzept soll der Fragebogen einen Aufschluss darüber geben, welche Entfernungen die einzelnen Mitarbeiter am Arbeitsweg, über ein Jahr betrachtet, zurücklegen und mit welchem Verkehrsmittel diese Wege zurückgelegt werden. Weiters soll er einen Aufschluss über die Parksituation am Betriebsgelände geben. Dazu soll jeder Mitarbeiter Angaben zu seinem durchschnittlichen Mobilitätsverhalten machen. Diese Angaben werden anschließend auf ein gesamtes Jahr hochgerechnet. Im Zuge dieser Konzepterstellung wurde dazu ein Fragebogen ausgearbeitet. Im nächsten Unterkapitel werden die einzelnen Fragen dieses Fragebogens aufgezeigt. Hierbei wird in Bezug auf das Mobilitätsverhalten zwischen der warmen und der kalten Jahreszeit unterschieden.

### Fragebogen

1. An wie vielen Tagen pro Arbeitswoche pendeln Sie im Normalfall zu Ihrem Arbeitsplatz?  
(bitte kreuzen Sie an)

1 Tag	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage
<input type="radio"/>				

2. Mit welchem Verkehrsmittel haben Sie im Durchschnitt Ihren Arbeitsweg im vergangenen Jahr in den wärmeren Monaten (April bis September) zurückgelegt und wie oft?

Verkehrsmodus ...VM	Nie	ca. 1 Mal pro Woche	ca. 2 Mal pro Woche	ca. 3 Mal pro Woche	ca. 4 Mal pro Woche	ca. 5 Mal pro Woche
Auto	<input type="radio"/>					
Mitfahrer (Fahrgemeinschaft)	<input type="radio"/>					
Fahrrad	<input type="radio"/>					
Motorrad	<input type="radio"/>					
E-Bike / Pedelec	<input type="radio"/>					
ÖPNV (zu Fuß zur Haltestelle)	<input type="radio"/>					
Bike and Ride (mit Fahrrad zur Haltestelle)	<input type="radio"/>					
Park and Ride (mit dem Auto zur Haltestelle)	<input type="radio"/>					
zu Fuß	<input type="radio"/>					
anderes Verkehrsmittel	<input type="radio"/>					

3. Mit welchem Verkehrsmittel haben Sie im Durchschnitt Ihren Arbeitsweg im vergangenen Jahr in den kälteren Monaten (Januar bis März und Oktober bis Dezember) zurückgelegt und wie oft?

Verkehrsmodus ...VM	Nie	ca. 1 Mal pro Woche	ca. 2 Mal pro Woche	ca. 3 Mal pro Woche	ca. 4 Mal pro Woche	ca. 5 Mal pro Woche
Auto	<input type="radio"/>					
Mitfahrer (Fahrgemeinschaft)	<input type="radio"/>					
Fahrrad	<input type="radio"/>					
Motorrad	<input type="radio"/>					
E-Bike / Pedelec	<input type="radio"/>					
ÖPNV (zu Fuß zur Haltestelle)	<input type="radio"/>					
Bike and Ride (mit Fahrrad zur Haltestelle)	<input type="radio"/>					
Park and Ride (mit dem Auto zur Haltestelle)	<input type="radio"/>					
zu Fuß	<input type="radio"/>					
anderes Verkehrsmittel	<input type="radio"/>					

4. Wenn Sie Frage 2 oder 3 mit „anderes Verkehrsmittel“ beantwortet haben, geben sie dieses bitte an.

5. geben Sie bitte an, ob Sie für die zuvor Angegeben Verkehrsmittel einen Stellplatz am Firmengelände in Anspruch nehmen.

Verkehrsmittel	Ja	Nein
Auto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fahrrad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motorrad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E-Bike / Pedelec	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
anderes Verkehrsmittel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Bitte geben Sie die zurückgelegten Distanzen mit den zuvor Angegebenen Verkehrsmittel in Kilometern an.

Verkehrsmittel	Distanz (km)
Auto	
Fahrrad	
E-Bike / Pedelec	
ÖPNV (zu Fuß zur Haltestelle)	-
Zu Fuß zur Haltestelle	
ÖPNV	
Zu Fuß von Endhaltestelle zur Arbeit	
Bike and Ride (mit Fahrrad zur Haltestelle)	-
mit Fahrrad zur Haltestelle	
ÖPNV	
Zu Fuß von Endhaltestelle zur Arbeit	
zu Fuß	
anderes Verkehrsmittel	

### **Auswertung der Angaben**

Die Auswertung der Angaben der Mitarbeiter werden für jeden einzelnen Mitarbeiter durchgeführt und anschließend addiert, um ein Gesamtergebnis des zu untersuchenden Betriebs zu erhalten. Wie Anfangs erwähnt werden die Angaben der einzelnen Mitarbeiter auf ein Jahr hochgerechnet. Da die Mobilitätsangaben der Mitarbeiter in Arbeitswege je Woche angegeben werden, muss die Anzahl der Arbeitswochen, die ein Mitarbeiter arbeitet, bekannt sein, um diese Angaben nun auf ein Jahr hochzurechnen.

Laut der Wirtschaftskammer Österreich liegt die Jahressollarbeitszeit der österreichischen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zum Stand 2018 bei 1722,7 Stunden mit einer Wochenarbeitszeit von 38,7 Stunden. Das würde bedeuten das dies bei einer fünf Tages Woche in etwa eine Arbeitszeit von 222 Tage pro Jahr ausmachen würde. In weiterer Folge bedeutet das, dass dies 44,4 Arbeitswochen pro Jahr ergibt (WKO, 2020).

Um nun die Krankenstandstage nicht zu vernachlässigen, werden anschließend die durchschnittlichen Krankenstandstage pro Mitarbeiter umgerechnet in fünf Tage Arbeitswochen von den jährlichen Arbeitswochen abgezogen. Diese Berechnung der Arbeitswochen pro Jahr und Mitarbeiter ist in Formel 6 dargestellt.

$$AW_{MA} = AW * -KT_{MA}/5[d/w] \quad (6)$$

$AW_{MA}$  .....Arbeitswochen pro Jahr und Mitarbeiter

$AW$  .....Arbeitswochen pro Jahr (44,4 Arbeitswochen pro Jahr)

$KT_{MA}$  .....durchschnittliche Krankenstandstage pro Jahr und Mitarbeiter

### Anzahl der Fahrten je Verkehrsmodus im Jahr

Um die Anzahl der Fahrten je Verkehrsmodus im Jahr zu errechnen, werden die Angaben von Frage 2 und Frage 3 mit den zuvor errechneten Arbeitswochen pro Jahr multipliziert. Da es sich bei den Angaben der beiden Fragen um einen Zeitraum von einem halben Jahr handelt, werden die einzelnen Angaben mit der halben Anzahl der jährlichen Arbeitswochen multipliziert und anschließend zusammenaddiert. Die Berechnung der Arbeitsfahrten wird in Formel 7 gezeigt. Der Hin- und Rückweg wird hierbei nicht als einzelne Fahrt betrachtet.

$$FJ_{VM,MA} = (FWW_{VM,MA} + FWS_{VM,MA}) * \frac{AW_{MA}}{2} \quad (7)$$

$FJ_{VM,MA}$  ...Anzahl der Fahrten mit einem Verkehrsmodus pro Jahr und Mitarbeiter

$FWW_{VM,MA}$ ...Anzahl der Fahrten mit einem VM pro Woche und Mitarbeiter in den Wintermonaten

$FWS_{VM,MA}$  ...Anzahl der Fahrten mit einem VM pro Woche und Mitarbeiter in den Sommermonaten

$AW_{MA}$  ...Arbeitswochen pro Jahr und Mitarbeiter

### Stellplatzbenutzung je Verkehrsmittel

Um die Häufigkeit der Benutzung der Stellplätze eines Mitarbeiters in absoluten Zahlen über ein Jahr zu errechnen, wird die Anzahl der zuvor errechneten Fahrten je Verkehrsmodus herangezogen. Gibt ein Mitarbeiter an, dass er mit einem Fahrzeug einen Stellplatz benötigt, wird die Summe der Fahrten mit diesem Fahrzeug als die Anzahl der Stellplatzbenutzungen für dieses Fahrzeug gerechnet. Dies wird für jedes Verkehrsmittel aus Frage 5 durchgeführt.

Um eine jährlich durchschnittliche Besetzung aller Stellplätze zu kalkulieren, werden die wöchentlich durchschnittlich täglichen Besetzungsgrade der Mitarbeiter addiert. Diese Berechnung des wöchentlichen Besetzungsgrades eines Stellplatzes für ein Verkehrsmittel eines Mitarbeiters wird in Formel 8 gezeigt.

$$TSBG_{VM,MA} = \left( \frac{FWW_{VM,MA}}{5} + \frac{FWS_{VM,MA}}{5} \right) * SPB_{VM,MA} \quad (8)$$

$TSBG_{VM,MA}$  ..... durchschnittlich täglicher Stellplatzbesetzungsgrad eines VM und Mitarbeiters

$FWW_{VM,MA}$ ...Anzahl der Fahrten mit einem VM pro Woche und Mitarbeiter in den Wintermonaten

$FWS_{VM,MA}$  ...Anzahl der Fahrten mit einem VM pro Woche und Mitarbeiter in den Sommermonaten

$SPB_{VM,MA}$  ... Stellplatzbesetzung eines Mitarbeiters mit dem Verkehrsmittel (ja = 1; nein = 0)

## Zurückgelegte jährliche Distanz je Verkehrsmittel

Um die zurückgelegte jährliche Distanz jedes einzelnen Verkehrsmittels zu berechnen, werden die Angaben von Frage 6 und die zuvor berechnete Anzahl der Fahrten je Verkehrsmodus pro Jahr herangezogen. Dabei wird die zurückgelegte Distanz jedes Verkehrsmittels mit der Anzahl der Fahrten mit diesem Verkehrsmittel für jeden Mitarbeiter multipliziert. Dieser Wert muss anschließend verdoppelt werden, da sich der Arbeitsweg aus einem Hin- und einem Rückweg zusammensetzt. Da auch multimodale Verkehrsmodi abgefragt werden, müssen auch die Distanzen der Wegeanteile den einzelnen Verkehrsmitteln hinzugerechnet werden. Aus diesem Grund benötigt man für jedes Verkehrsmittel eine eigene Formel, um die jährlich zurückgelegte Distanz zu berechnen. Das bedeutet beispielsweise, dass sich die zurückgelegte Distanz des öffentlichen Verkehrs eines Mitarbeiters aus dem doppelten ÖV-Distanzanteil und der Anzahl der Fahrten der Verkehrsmodi ÖPNV (zu Fuß zur Haltestelle), Bike and Ride (mit Fahrrad zur Haltestelle), Park and Ride - A (mit dem Auto zur Haltestelle) und Park and Ride - MR (mit dem Motorrad zur Haltestelle) zusammensetzt. In Formel 9 ist dies exemplarisch für den öffentlichen Verkehr dargestellt. Für die anderen Verkehrsmittel läuft dies gleich ab.

$$DJ_{\text{ÖPNV},MA} = 2 * (FJ_{\text{ÖPNV},MA} * D_{\text{ÖPNV-ÖV},MA} + (FJ_{\text{P\&R-A},MA} + FJ_{\text{P\&R-MR},MA}) * D_{\text{P\&R-ÖV},MA} + FJ_{\text{B\&R},MA} * D_{\text{B\&R-ÖV},MA}) \quad (9)$$

$DJ_{\text{ÖV},MA}$	..... jährlich zurückgelegte Distanz mit den öffentlichen VM eines Mitarbeiters
$FJ_{\text{ÖPNV},MA}$	..... Anzahl der ÖPNV Wege (zu Fuß zur Haltestelle) pro Jahr und Mitarbeiter
$FJ_{\text{P\&R-A},MA}$	..... Anzahl der P\&R-A Wege (mit dem Auto zur Haltestelle) pro Jahr und Mitarbeiter
$FJ_{\text{P\&R-MR},MA}$	..... Anzahl der P\&R-MR Wege (mit dem MR zur Haltestelle) pro Jahr und Mitarbeiter
$FJ_{\text{B\&R},MA}$	..... Anzahl der B\&R-MR Wege pro Jahr und Mitarbeiter
$D_{\text{ÖPNV-ÖV},MA}$	..... ÖV Distanzanteil des ÖPNV Weges eines Mitarbeiters
$D_{\text{P\&R-ÖV},MA}$	..... ÖV Distanzanteil des Park and Ride Weges eines Mitarbeiters
$D_{\text{B\&R-ÖV},MA}$	..... ÖV Distanzanteil des Bike and Ride Weges eines Mitarbeiters

## Jährlich erzeugte Emissionen

Anhand der errechneten jährlich zurückgelegten Distanzen je Verkehrsmittel und durchschnittlichen Emissionswerten der Verkehrsmittel, lassen sich die ausgestoßenen Emissionen am Arbeitsweg der einzelnen Mitarbeiter ermitteln. In diesem Konzept werden die ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet. Um die jährlich erzeugten CO<sub>2</sub>-Emissionen zu berechnen, werden die zuvor berechneten Distanzen der einzelnen Verkehrsmittel mit den dementsprechenden Emissionswerten aus Tabelle 2 multipliziert und anschließend addiert. Die Berechnung der Emissionen ist in der Formel 10 gezeigt.

$$JE_{CO_2,MA} = \sum_{VM} DJ_{VM,MA} * E_{CO_2,VM} \quad (10)$$

$JE_{CO_2,MA}$	... jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen eines Mitarbeiters auf dem Arbeitsweg
$DJ_{VM,MA}$	... jährlich zurückgelegte Distanz mit einem VM eines Mitarbeiters
$E_{CO_2,VM}$	... CO <sub>2</sub> -Emissionen eines Verkehrsmittels in g/Pkm

## Zeit der körperlichen Aktivität

Wie bereits in Kapitel 2.5.2 beschrieben, empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation 150 Minuten Bewegung pro Woche. Aus diesem Grund wird auch in dieser Wirkungsanalyse die Zeit der körperlichen Aktivität der Mitarbeiter in Minuten pro Woche ausgewertet. Um aus den Angaben der Mitarbeiter im Fragebogen diese Zeit zu errechnen, werden die wöchentlichen NMIV Distanzen über eine Durchschnittsgeschwindigkeit für die einzelnen NMIV-Modi umgerechnet. Dazu wird die wöchentlich zurückgelegte Distanz eines NMIV-Modus durch die Durchschnittsgeschwindigkeit dividiert und in Minuten umgerechnet. Die durchschnittlich zurückgelegte Distanz der NMIV-Modi zu Fuß gehen, Fahrrad fahren und E-Bike fahren berechnet sich aus der zurückgelegten jährlichen Distanz dieser Verkehrsmittel dividiert durch die Anzahl der jährlichen Arbeitswochen. Die Durchschnittsgeschwindigkeit für Fahrradfahren wird in diesem Konzept mit 15 km/h, für zu Fuß gehen mit 5 km/h und für das E-Bike fahren mit 20 km/h angenommen. Die Berechnung der Zeit der körperlichen Aktivität pro Woche eines Mitarbeiters ist in Formel 11 gezeigt.

$$WBZ_{MA} = \sum_{NMIV-VM} \frac{\frac{DJ_{NMIV-VM,MA}}{AW_{MA}} * 60}{DG_{NMIV-VM}} \quad (11)$$

$WBZ_{MA}$  ..... wöchentliche Zeit in Bewegung am Arbeitsweg eines Mitarbeiters [min/Woche]

$DJ_{NMIV-VM,MA}$  ..... jährlich zurückgelegte Distanz mit einem NMIV-VM eines Mitarbeiters

$AW_{MA}$  .....Arbeitswochen pro Jahr und Mitarbeiter

$DG_{NMIV-VM}$  .....Durchschnittsgeschwindigkeit des NMIV-VM

### 5.4.2 Datenerfassung durch kontinuierliche Eingabe

Bei der Datenerhebung durch kontinuierliche Eingabe werden jeden Tag die Mobilitätsdaten von den Mitarbeitern über eine Eingabeoberfläche in ein Erhebungssystem eingegeben. Die zu erhebenden Daten sind dabei der gewählte Verkehrsmodus am Arbeitsweg, die zurückgelegte Distanz und die Information, ob ein Stellplatz am Betriebsgelände benützt wird. Wichtig dabei ist, dass es den Mitarbeitern möglich ist auch multimodale Wege, sowie die einzelnen dazugehörigen Distanzen, anzugeben. Die Auswertung dieser angegebenen Daten läuft genau nach dem gleichen Schema ab wie die Auswertung der Angaben in den Fragebögen. Der Unterschied hierbei besteht nur darin, dass die Daten nicht auf ein Jahr hochgerechnet werden, sondern die täglichen Angaben nur addiert werden müssen. Diese kontinuierliche Art der Datenerfassung bildet die Wirklichkeit sehr gut ab und ist daher auch dementsprechend genauer als die Erhebung mittels Fragebogen. Der Nachteil hierbei ist jedoch, dass diese Erhebung sehr zeitaufwendig ist und eine Software für die Eingabe benötigt wird, was die Erhebung der Daten vor der Umsetzung der Maßnahmen mit dieser Methode erschwert. Es ist daher eher zu empfehlen diese Methode zur Erhebung der Daten für den Teil der Wirkungsanalyse zu wählen, nachdem das Maßnahmenkonzept umgesetzt wurde. Eine weitere Hürde hierbei besteht darin, die Mitarbeiter dazu zu motivieren deren Mobilitätsdaten regelmäßig in des Eingabesystem einzugeben.

### Datenerfassung in Kombination mit EcoPoints

Bei der Anwendung der EcoPoints werden laufend mobilitätsbezogene Daten der Mitarbeiter gesammelt. Diese Daten werden von den Mitarbeitern freiwillig und eigenhändig in das EcoPoints System eingetragen. Die Eingabe kann entweder am Desktop über eine Eingabemaske mit Wochenansicht, am Mobiltelefon über eine Eingabemaske mit Tagesansicht oder mittels eines

Zeiterfassungssystem individuell gestaltet werden. Ebenso ist eine Kombination dieser drei Eingabeformen möglich. Dabei wird täglich, von den einzelnen Mitarbeitern bezogen auf eine Benutzer-Identifikation, die zurückgelegte Distanz am Arbeitsweg, der Verkehrsmodus der Anreise, die Parkplatznutzung und das Datum erhoben. Dabei ist es den Mitarbeitern auch möglich beliebig viele Verkehrsmittelkombinationen auszuwählen, sodass auch beispielsweise die einzelnen Teilstrecken der Verkehrsmodi ÖPNV, Park and Ride und Bike and Ride genau angegeben werden können. Auf Basis dieser Daten werden anschließend über einen vom Arbeitgeber definierten Verteilungsschlüssel die EcoPoints vergeben, die in weiterer Folge von den Mitarbeitern in einem Shop gegen diverse Produkte eingetauscht werden können (EcoPoints, 2018).

Es ist gut zu erkennen, dass sich die Daten, die durch das System der EcoPoints erhoben werden mit den Daten, die zur Erstellung der Wirkungsanalyse benötigt werden, überschneiden. Dies wäre also eine einfache Form der kontinuierlichen Datenerhebung der Daten, die für die Wirkungsanalyse benötigt werden. Ein weiterer Vorteil dieser Form der Datenerhebung ist, dass für die Mitarbeiter durch den Erhalt der EcoPoints ein Anreiz geschaffen wird, die Mobilitätsdaten regelmäßig anzugeben.

### **5.4.3 Datenerfassung durch Zählung**

Eine weitere Form der Datenerfassung ist die Zählung von Fahrzeugen. Diese Form der Datenerhebung ist sehr einfach und ist je nachdem wie oft eine Zählung durchgeführt wird im Gegenzug zu den anderen Erhebungsmethoden um einiges weniger zeitintensiv. Der Nachteil dieser Methode ist, dass damit lediglich die Auslastung der Parkplätze und der Fahrradabstellanlagen genau erhoben werden kann und dies somit keinen Aufschluss über die Fahrleistung je Verkehrsmodus gibt. Es ist jedoch möglich anhand dieser Erhebung den Modal Split Anteil für die geparkten Verkehrsmittel abzuschätzen. Für eine umfassende Wirkungsanalyse ist diese Methode aus den zuvor genannten Gründen also nicht zu empfehlen. Beschränken sich die erwünschten Wirkungen jedoch auf die Parksituation, ist es eine geeignete Möglichkeit der Datenerhebung. Weiters kann die Zählung immer zusätzlich zu den anderen beiden Methoden zur Kontrolle der angegebenen Daten durchgeführt werden.

## **5.5 Empfohlener Vorgang bei der Wirkungsanalyse**

Um eine ganzheitliche Wirkungsanalyse durchzuführen, wird in diesem Kapitel eine Empfehlung zum Ablauf der Wirkungsanalyse und zur Wahl der Erhebungsmethoden abgegeben. Um die Vorlaufzeit der Konzepterstellung so kurz wie möglich zu halten, wird empfohlen, die Mobilitätsdaten in der Ausgangssituation im Zuge der Analysephase in der Beschäftigtenbefragung, mit Hilfe des Fragebogens aus Kapitel 5.4.1, durchzuführen. Da es für die Analyse der Wirkungen wichtig ist, diese so genau wie möglich durchzuführen, müssen auch sehr genaue Daten zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wird empfohlen die Mobilitätsdaten nach der Umsetzung des BMM Konzepts mit Hilfe des EcoPoints Systems zu erheben. Diese Form der Erhebung hat den wesentlichen Vorteil, dass hierbei die Daten jedes Mitarbeiters kontinuierlich erhoben werden, die Mitarbeiter durch den Erhalt der Punkte dazu motiviert werden die Mobilitätsdaten in das System einzugeben und die Erhebung gleichzeitig mit der Einführung einer BMM Maßnahme verknüpft wird. Ein weiterer Vorteil einer kontinuierlichen Eingabe der Daten besteht darin, dass dadurch der Zeitpunkt des Eintritts der Wirkung der Maßnahmen erkennbar wird und saisonale Unterschiede gut abgebildet werden können.

## 6 Fallstudie – Verkehrsmittelwahl durch Potenzialanalyse

Die Fallstudie zur Verkehrsmittelwahl an unterschiedlichen Betriebsstätten soll das Verhalten der Wahl der Verkehrsmittel am Arbeitsweg aufzeigen, wenn Betriebe unterschiedliche mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale aufweisen. Zusätzlich soll damit die Anwendung des erstellten Konzepts in der Praxis überprüft werden. Leider war es nicht möglich zwei Betriebe aus dem Bundesland Hessen, die bereits eine BMM Beratung durchlaufen haben, zu finden, bei denen die Analyse durchgeführt werden hätte können. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel drei fiktive Unternehmen analysiert. Es geht darum, anhand dieser drei Beispiele die Sensitivität der Methodik der konzeptionierten Potenzialanalyse aus Kapitel 4 auf verschiedene Rahmenbedingungen zu überprüfen. Diese Sensitivitätsanalyse soll aufzeigen, wie das Konzept auf Unterschiede hinsichtlich der Lage, des ÖV Angebots und des Arbeitszeitmodells reagiert. Als Standpunkt der drei Betriebe wurde die Stadt Offenbach am Main gewählt, da der Adressanalyserchner nur im Bundesland Hessen die Berechnungen durchführen kann. Die Standorte der drei Betriebe wurden in derselben Stadt gewählt, um für jeden Betrieb die gleichen Wohnortdaten der fiktiven Mitarbeiter verwenden zu können. Dies hat den Vorteil, dass so die Erreichbarkeitsindikatoren der einzelnen Betriebe bei der Analyse besser verglichen werden können. Um den Einfluss des Arbeitszeitmodells analysieren zu können, wird die Analyse zur potenziellen Verkehrsmittelwahl jeweils mit fixen und gleitenden Arbeitszeiten durchgeführt. Um die Wohnstandortdaten so real wie möglich nachzubilden, sollen die Wohnorte der Beschäftigten, der fiktiven Betriebe, den Wohnorten der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten von Offenbach entsprechen.

### 6.1 Betriebe

In Summe werden drei fiktive Betriebe aus Offenbach analysiert. Dabei wird bei zwei Betrieben der Standort so gewählt, dass er einem durchschnittlichen Unternehmen in Offenbach am Main entspricht und in einer guten Lage situiert ist. Der Vergleich dieser beiden Unternehmen soll die Sensitivität der Potenzialanalyse auf räumliche Unterschiede aufzeigen. Der dritte Betriebsstandort wird etwas außerhalb am südlichen Stadtrand platziert, um den Einfluss eines schlechteren ÖV Angebots auf die potenzielle Verkehrsmittelwahl genauer zu erkennen. Für die Wahl der Wohnorte der fiktiven Mitarbeiter ist es das Ziel, dass die Pendlerströme der Realität entsprechen. Um die Analyse der mobilitätsrelevanten betrieblichen Merkmale der Betriebe gut vergleichen zu können, sind die Wohnortdaten der Mitarbeiter für alle drei Betriebe dieselben.

#### 6.1.1 Betriebsstandorte

Da in Offenbach am Main die Innenstadt, das Kaiserlei-Areal und die Gewerbegebiete entlang der Mühlheimer Straße sowie am Taunus-, Odenwald- und Spessartring räumlich die Arbeitsplatzschwerpunkte bilden, wurden ein Betrieb im Kaiserlei-Areal und ein Betrieb in der Mühlheimer Straße situiert (Büsch, Witzel, & Saary, 2017). Der Dritte Betrieb wurde an der Dietzenbacher Straße am südlichen Stadtrand gewählt.

In den folgenden Unterpunkten werden die Standorte der einzelnen Betriebe genauer beschrieben:

##### **Betrieb 1 - Zentrumsnah**

Der erste Betrieb befindet sich im Nord-Westen der Stadt an der Grenze zu Frankfurt am Main, im Kaiserlei-Areal am Nordring in der Hafenallee. In einem Kilometer fußläufig entfernt befindet sich

eine S-Bahnstation und direkt vor dem Standort befindet sich eine Umsteigestelle von zwei Linien des Nahverkehrs. Eine Autobahnauffahrt liegt ebenso nur einen Kilometer entfernt und der Offenbacher Hauptbahnhof befindet sich in 2,5 Kilometern Entfernung.

### Betrieb 2 - Gewerbegebiet

Der zweite Betrieb befindet sich im Osten der Stadt an der Mühlheimer Straße, an der auch viele weitere Betriebe angesiedelt sind. Die Mühlheimer Straße ist eine Bundesstraße mit Fahrradstreifen und stellt die Hauptverbindung zwischen Offenbach am Main und der Stadt Mühlheim dar. Die nächste S-Bahnstation liegt etwa 1,7 Kilometern zu Fuß entfernt. Ebenso befindet sich ein Umsteigepunkt von drei Linien des Nahverkehrs in unmittelbarer Nähe zum Standort.

### Betrieb 3 - Stadtrand

Der dritte Betrieb ist im Süden der Stadt an der Dietzenbacher Straße angesiedelt und liegt in 3,5 Kilometern Entfernung zur nächstgelegenen Autobahnauffahrt. Der Offenbacher Hauptbahnhof befindet sich mit 3 Kilometern Entfernung auch noch in Fahrraddistanzweite. Die nächstgelegene Haltestelle des Nahverkehrs befindet sich in etwa 300 Metern Entfernung.

In der unten angeführten Abbildung 25 ist ein Ausschnitt des ÖPNV Plans der Region abgebildet. Die Standorte der drei Betriebe sind ebenfalls in dem Plan eingetragen und in roter Schrift markiert.



Abbildung 25: ÖPNV-Stadtplan 2021 Frankfurt am Main (NiO, 2020)

## 6.1.2 Mitarbeiter Wohnorte

In Summe werden für 200 fiktive Mitarbeiter Wohnstandortdaten zur Analyse angelegt. Die Wohnorte der Mitarbeiter der drei Unternehmen werden so gewählt, dass sie den Wohnorten der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Offenbach am Main entsprechen.

### Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte in Offenbach

In Offenbach am Main sind 47.412 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte gemeldet. Davon leben 14.723 Personen in Offenbach. Dies entspricht ungefähr 31 Prozent aller Beschäftigten. Die restlichen 32.689 sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten pendeln zum Arbeiten in die Stadt. 28.925 Personen und somit 61 Prozent der Beschäftigten pendeln aus der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main in die Stadt Offenbach am Main ein. Weitere 3.764 Beschäftigte und somit acht Prozent, pendeln aus entfernteren Regionen und aus den benachbarten Bundesländern ein (Trippen, et al., 2018).

In den beiden Tabellen der Tabelle 17 sind die sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Offenbach am Main in absoluten und relativen Zahlen dargestellt. In der rechten Tabelle sind die Pendlerdaten des Landkreises Offenbach im Detail aufgelistet.

	Beschäftigte	% - Anteil		Beschäftigte	% - Anteil
Offenbach am Main	14.723	31,000%	Offenbach Landkreis		
Frankfurt am Main, Stadt	5.545	11,694%	Mühlheim am Main, Stadt	2.277	4,802%
Offenbach Landkreis	11182	23,582%	Rodgau, Stadt	1.643	3,465%
Fulda	173	0,365%	Obertshausen, Stadt	1.502	3,168%
Main-Kinzig-Kreis (ohne Hanau)	2.693	5,679%	Dietzenbach, Kreisstadt	1.054	2,223%
Hanau, Brüder-Grimm-Stadt	1.489	3,140%	Heusenstamm, Stadt	867	1,828%
Aschaffenburg (LK)	672	1,417%	Seligenstadt, Stadt	629	1,326%
Aschaffenburg	178	0,375%	Dreieich, Stadt	589	1,242%
Miltenberg	223	0,470%	Neu-Isenburg	550	1,160%
Odenwaldkreis	87	0,183%	Hainburg	520	1,097%
Bergstraße	155	0,327%	Rödermark, Stadt	574	1,211%
Worms	32	0,067%	Egelsbach+Langen+Mainhausen	977	2,060%
Darmstadt	395	0,833%		11.182	23,582%
Darmstadt-Dieburg	1054	2,223%			
Alzey-Worms	44	0,093%			
Mainz-Bingen	157	0,331%			
Groß-Gerau	714	1,506%			
Mainz	241	0,508%			
Wiesbaden	391	0,825%			
Main-Thaunus-Kreis	740	1,561%			
Rheingau-Taunus-Kreis	222	0,468%			
Limburg-Weilburg	143	0,302%			
Hochtaunus-Kreis	783	1,651%			
Gießen	213	0,449%			
Wetteraukreis	1324	2,792%			
Vogelsbergkreis	75	0,158%			
	28.925	61,000%			
Benachbarte Bundesländer und Benachbarte Regionen	3.764	8,000%			
<b>Summe</b>	<b>47.412</b>	<b>100,000%</b>			

**Tabelle 17: Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte in Offenbach am Main (Büsch, Witzel, & Saary, 2017; Trippen, et al., 2018)**

## Beschäftigte in den Betrieben

Den 31 Prozent entsprechenden sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten, die in Offenbach wohnhaft sind, werden für 62 der 200 fiktiven Mitarbeiter auch der Wohnort in Offenbach am Main gewählt. Die Wohnstandortdaten werden dabei zufällig im Stadtgebiet gewählt. Die weiteren Angestellten werden den SV Daten aus Tabelle 17 nachmodelliert. Lediglich die acht Prozent der Pendler aus den benachbarten Bundesländern und Regionen wurden aliquot auf die Pendler der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main aufgeteilt, da der Adressanalyser der Firma „Trafficon - Traffic Consultants GmbH“ lediglich die Indikatoren im deutschen Bundesland Hessen berechnen kann und die Daten der umliegenden Regionen zu ungenau sind. Die Aufteilung der Mitarbeiter Adressen in den Gemeinden Egelsbach, Langen und Mainhausen, wurden anhand der Einwohnerzahlen durchgeführt.

Die Aufteilung der Wohnstandorte der fiktiven Mitarbeiter ist in Tabelle 18 abgebildet. In den einzelnen Gebieten wurden die genauen Adressen zufällig ausgewählt.

Wohnort	Mitarbeiter
Offenbach am Main	62
Frankfurt am Main, Stadt	26
Mühlheim am Main, Stadt	11
Rodgau, Stadt	8
Obertshausen, Stadt	7
Dietzenbach, Kreisstadt	5
Heusenstamm, Stadt	4
Seligenstadt, Stadt	3
Dreieich, Stadt	3
Neu-Isenburg	2
Hainburg	2
Rödermark, Stadt	3
Egelsbach	1
Langen	3
Mainhausen	1
Fulda	1
Main-Kinzig-Kreis (ohne Hanau)	13
Hanau, Brüder-Grimm-Stadt	7
Aschaffenburg (LK)	3
Aschaffenburg	1
Miltenberg	1
Odenwaldkreis	1
Bergstraße	1
Worms	0
Darmstadt	2
Darmstadt-Dieburg	5
Alzey-Worms	0
Mainz-Bingen	1
Groß-Gerau	3
Mainz	1
Wiesbaden	2
Main-Thaunus-Kreis	4
Rheingau-Taunus-Kreis	1
Limburg-Weilburg	1
Hochtaunus-Kreis	4
Gießen	1
Wetteraukreis	6
Vogelsbergkreis	0
	<b>200</b>

**Tabelle 18: Wohnorte der fiktiven Mitarbeiter**

## 6.2 Analyse zur potenziellen Verkehrsmittelwahl

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Analyse zur potenziellen Verkehrsmittelwahl der drei untersuchten Betriebe beschrieben und miteinander verglichen. Dazu werden die Ergebnisse und die Diagramme der Betriebe genau beschrieben und dargestellt. Für die Analyse der drei Betriebe wurde angenommen, dass in allen drei Betrieben das Gleitzeitmodell als Arbeitszeitmodell angewendet wird. Das Zeitintervall zur Berechnung der Wege – also das Ankunftszeitintervall am Betriebsgelände - der einzelnen Beschäftigten wurde dabei von sieben Uhr morgens bis neun Uhr am Vormittag festgelegt.

### 6.2.1 Analyse des 1. Betriebs

#### Analyse der Fahrradentfernungen der Mitarbeiter

Die Berechnung der Fahrradwege der 200 Mitarbeiter von zu Hause in den 1. Betrieb hat ergeben, dass bei elf Mitarbeitern die errechnete Fahrraddistanzweite zum Unternehmen, unter zwei Kilometern liegt. Diese elf Personen hätten auf Basis dieser Distanz theoretisch die Möglichkeit zu Fuß zur Arbeit zu gehen. Bei 56 Mitarbeiter liegt der Arbeitsweg mit dem Fahrrad unter fünf Kilometern. Diese könnten diese Distanz, bei körperlicher gesunder Verfassung, mit dem Fahrrad zurücklegen. Betrachtet man die Mitarbeiter, die in einer Fahrradentfernung unter zehn Kilometern zum Unternehmen wohnen, sind dies sogar 106 Personen. Diese 106 Mitarbeiter können dem Potenzial der E-Bike-Fahrern zugeteilt werden. In Abbildung 26 sind die Fahrraddistanzen der Mitarbeiter zum ersten Unternehmen in einem Liniendiagramm dargestellt.

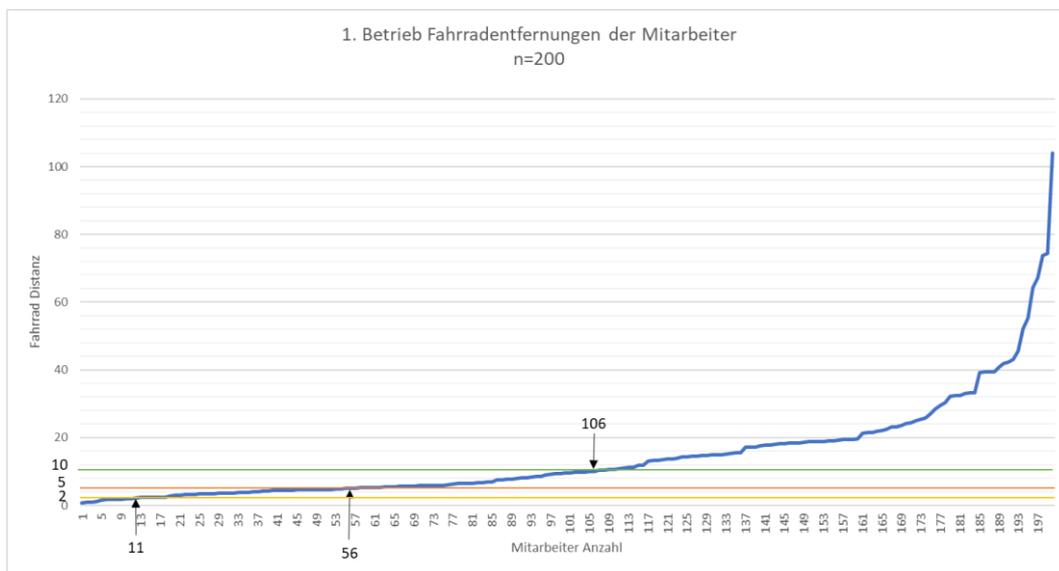
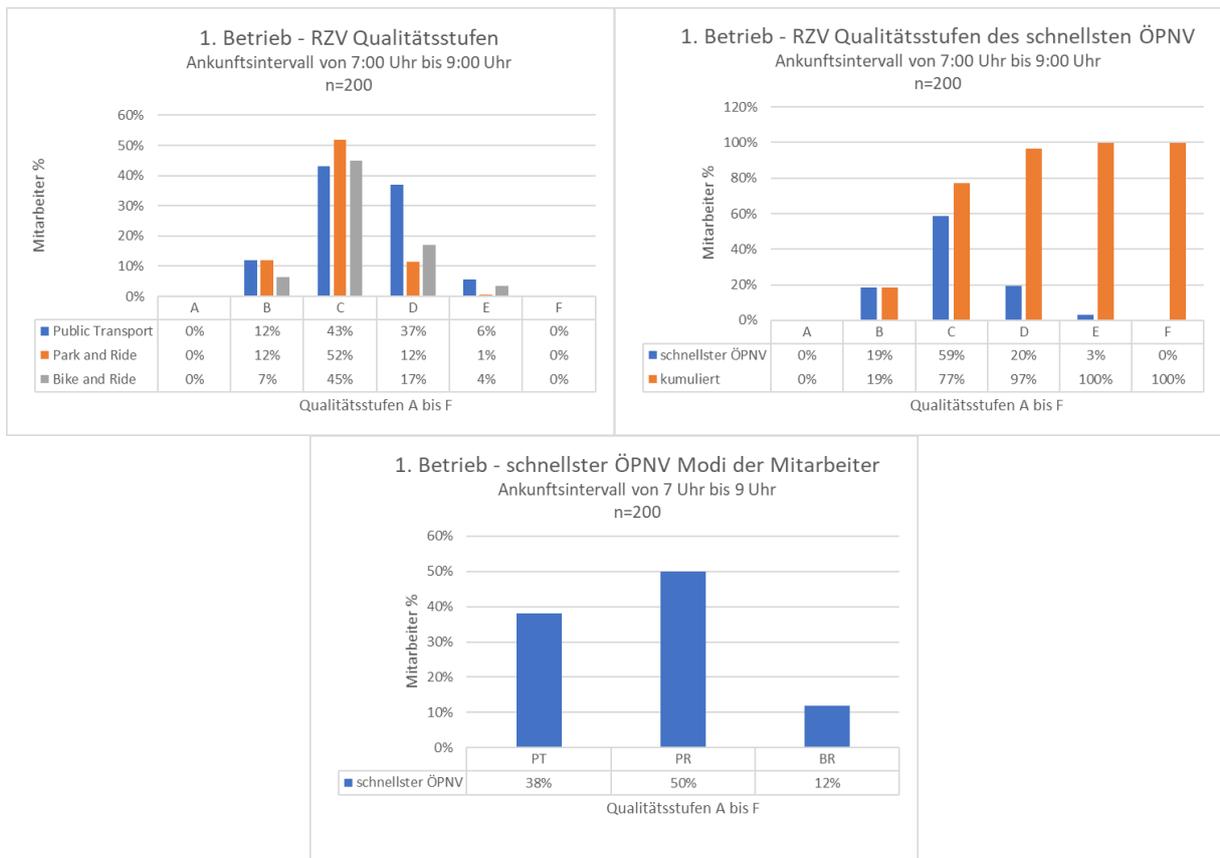


Abbildung 26: Fahrradentfernungen der Mitarbeiter des 1. Betriebs

#### Analyse der ÖPNV Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter mit Gleitzeit

In dieser Analyse werden die ÖPNV Verbindungen der Mitarbeiter am Arbeitsweg zwischen sieben und neun Uhr am Morgen betrachtet. Dabei wird angenommen, dass die Mitarbeiter jene Verbindung der einzelnen Modi wählen würden, die die kürzeste Reisezeit aufweist. Diese Analyse der Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter des 1. Betriebs hat ergeben, dass 12% der Mitarbeiter auf Grund des Reisezeitverhältnisses eine günstige Verbindung mit dem Public Transport und Park and Ride haben. Eine günstige Bike and Ride Verbindung weisen jedoch nur 7% der 200 Mitarbeiter auf. Dies ist im linken Diagramm in Abbildung 27 zu erkennen. Betrachtet man hingegen die Reisezeitverhältnisse der schnellsten dieser drei ÖPNV Verkehrsmodi, verfügen 19% der Mitarbeiter

über eine Verbindung mit einem günstigen Reisezeitverhältnis kleiner als 1,5. Die Qualitätsstufen der schnellsten ÖPNV Verbindung der Mitarbeiter sind im rechten Diagramm ebenso in Abbildung 27 zu erkennen. Den Diagrammen ist auch zu entnehmen, dass in Summe 77% der Mitarbeiter ein zumindest zufriedenstellendes ÖPNV zu MIV Reisezeitverhältnis und 45% aller Mitarbeiter ein zumindest zufriedenstellendes Bike and Ride zu MIV Reisezeitverhältnis aufweisen. Diese Zahlen lassen erkennen, dass der ÖPNV im Einzugsgebiet des Unternehmens eine gute Qualität aufweist und viele Mitarbeiter den Arbeitsweg potenziell mit dem ÖPNV zurücklegen könnten. Im unteren Diagramm ist die Aufteilung der schnellsten öffentlichen Verkehrsmittelverbindungen der Beschäftigten dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass für die Hälfte der Mitarbeiter das Park and Ride die schnellste Verbindung darstellt. Für 38% ist der reine ÖV der schnellste ÖPNV Modus und für 12% das Bike and Ride.



**Abbildung 27: Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter des 1. Betriebs mit Gleitzeit**

Anhand des Punktdiagramms in Abbildung 28 lässt sich erkennen, dass sich die ÖPNV Qualität mit der Zunahme der Distanz des Arbeitsweges der Mitarbeiter nicht verschlechtert, sondern eher sogar eine Verbesserung mit sich bringt. Denn im Durchschnitt nimmt das Reisezeitverhältnis mit der Zunahme der Entfernung ab. Allen Mitarbeitern, die in über 25 Kilometer MIV-Entfernung wohnen, steht eine zufriedenstellende ÖPNV Verbindung zur Verfügung.

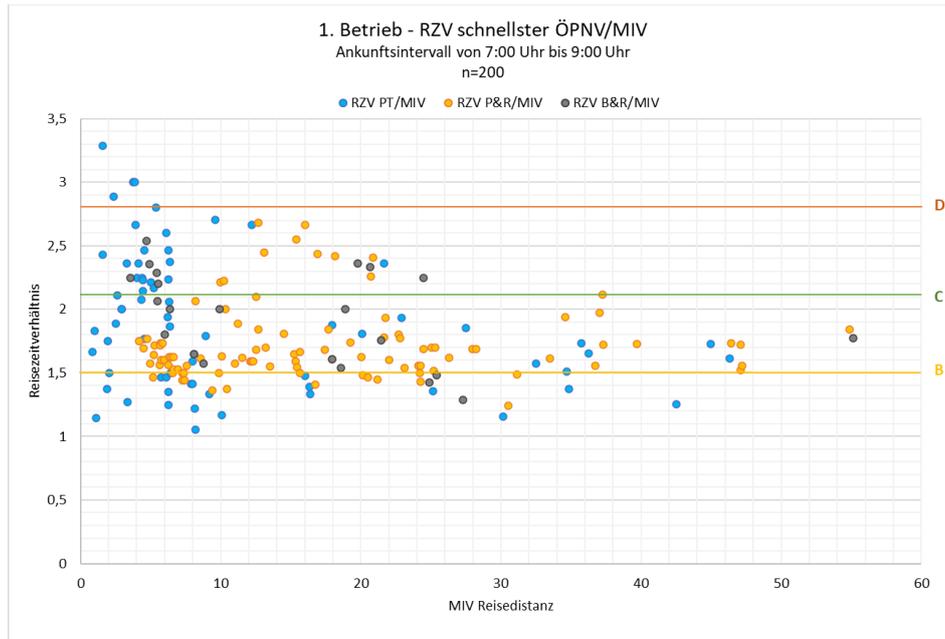


Abbildung 28: RZV in Bezug auf die Reisedistanz der Mitarbeiter des 1. Betriebs

### Analyse des potenziellen Modal Splits

In dieser Analyse wird anhand des Berechnungsschemas aus Abbildung 19 in Kapitel 4.3.3 der potenzielle Modal Split des zu untersuchenden Betriebs abgeschätzt. Dieser potenzielle Modal Split wird einmal mit und einmal ohne E-Bike Anteil berechnet. Zusätzlich werden beide Modal Split Abschätzungen jeweils mit zwei unterschiedlichen Schwellenwerten der ÖPNV Nutzung durchgeführt. In Abbildung 29 sind die Ergebnisse der Abschätzung des potenziellen Modal Splits, ohne den E-Bike Anteil zu sehen. Der Modal Split der in orange dargestellt ist, wurde mit dem Schwellenwert „C“ berechnet. Es ist zu erkennen, dass es theoretisch auf Grund der Arbeitsweglänge 6% der Mitarbeiter möglich ist, den Weg zu Fuß zurückzulegen. Das theoretische Potenzial der Fahrradfahrer liegt bei 23%. Werden die Fußgänger, die auch die Möglichkeit der Fahrradnutzung haben, dazugezählt, könnten 29% der Mitarbeiter auf Grund der Distanz, mit dem Fahrrad zur Arbeit pendeln und sich dabei körperlich betätigen. In Summe liegt das Potenzial für den ÖPNV bei 61%. Dieses teilt sich in 14% reiner ÖV, 40% Park and Ride sowie 7% Bike And Ride auf. Wird angenommen, dass für jene Mitarbeiter, bei denen das ÖPNV zu MIV Reisezeitverhältnis über 2,1 liegt, der öffentliche Verkehr keine Option ist, sind 11% der 200 Mitarbeiter auf den MIV angewiesen. Die blauen Balken stellen die Ergebnisse der ambitionierten Abschätzung mit dem ÖPNV Schwellenwert „D“ dar. Das bedeutet jene Mitarbeiter, die weder die Möglichkeit haben zu Fuß oder mit dem Fahrrad zur Arbeit zu fahren, noch eine gerade noch akzeptable ÖPNV Verbindung auf Grund des Reisezeitverhältnisses haben, werden dem für sie schnellsten ÖPNV Verkehrsmodi zugeteilt. In Summe liegt der abgeschätzte potenzielle ÖPNV Modal Split Anteil dieser Abschätzung bei 73%, wobei der MIV Anteil liegt bei null liegt.

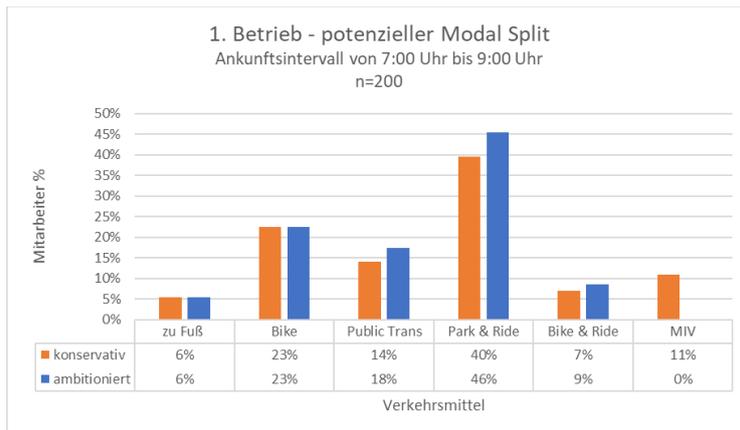


Abbildung 29: potenzieller Modal Split ohne E-Bike Anteil

In Abbildung 30 sind die zwei abgeschätzten potenziellen Modal Splits mit dem Anteil der E-Bike Nutzer abgebildet. Da die Bedingungen in der Berechnung, für die zu Fuß Geher und Fahrradfahrer dieselben blieben, haben sich diese Anteile zur vorherigen Abschätzung auch nicht geändert. Da die potenziellen E-Bike Nutzer einen Arbeitsweg zwischen fünf und zehn Kilometern haben, tritt dieser Verkehrsmodus in Konkurrenz mit den öffentlichen Verkehrsmitteln und dem MIV. Es ist in der Abbildung zu erkennen, dass sich der Modal Split der ÖPNV-Verkehrsmodi in der konservativen Abschätzung auf 41% und in der ambitionierten Abschätzung auf 47% reduziert.

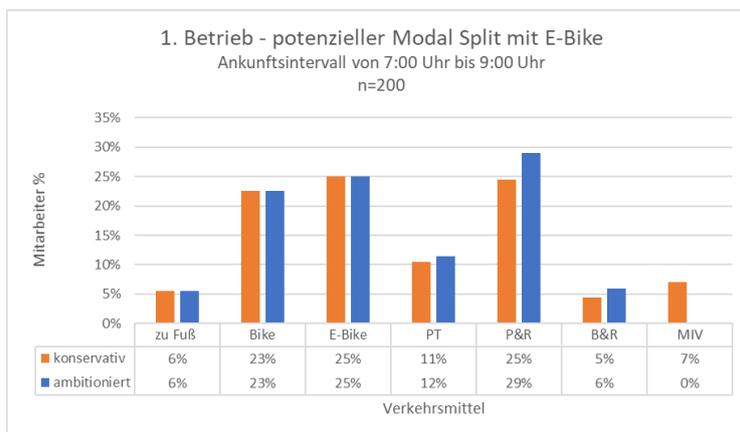
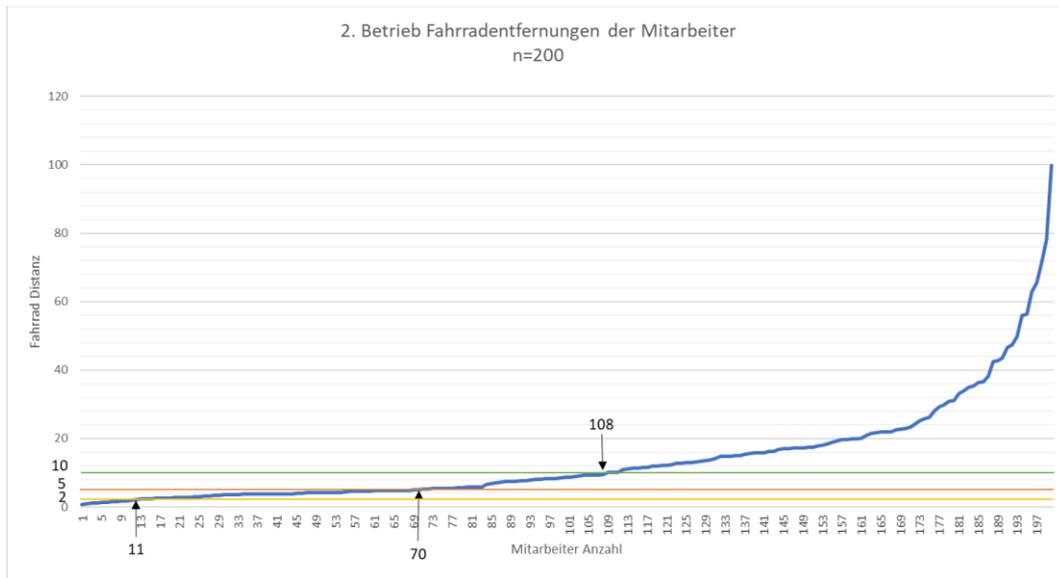


Abbildung 30: potenzieller Modal Split mit E-Bike Anteil

## 6.2.2 Analyse des 2. Betriebs

### Analyse der Fahrradentfernungen der Mitarbeiter

Die Berechnung der Fahrradwege der 200 Mitarbeiter von zu Hause in den 2. Betrieb, hat wie auch schon beim 1. Betrieb ergeben, dass bei elf Mitarbeitern die errechnete Fahrraddistanzweite zum Unternehmen unter zwei Kilometern liegt. Obwohl die Wohnorte der Mitarbeiter dieselben sind, wohnen 70 Mitarbeiter in einer Fahrradentfernung von unter fünf Kilometern zum zweiten Unternehmen. Das sind 14 mehr als zum ersten Betrieb. Betrachtet man die Mitarbeiter, die in einer Fahrradentfernung unter zehn Kilometern zum Unternehmen wohnen, haben 108 Mitarbeiter potenziell die Möglichkeit auf Basis der Entfernung den Arbeitsweg mit dem E-Bike zurückzulegen. In Abbildung 31 sind die Fahrraddistanzen der Mitarbeiter zum zweiten Unternehmen in einem Liniendiagramm dargestellt.



**Abbildung 31: Fahrradentfernungen der Mitarbeiter des 1. Betriebs**

**Analyse der ÖPNV Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter mit Gleitzeit**

Diese Analyse der Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter des 2. Betriebs hat ergeben, dass 8% der Mitarbeiter auf Grund des Reisezeitverhältnisses, eine günstige Verbindung mit dem Public Transport haben. Eine günstige Park and Ride Verbindung liegt bei 10% der Mitarbeiter vor. Ein Prozent der Mitarbeiter weisen sogar eine sehr günstige Bike and Ride Verbindung auf. Eine günstige Bike and Ride Verbindung haben jedoch nur 4% der 200 Mitarbeiter. Obwohl die einzelnen Reisezeitverhältnisse der unterschiedlichen ÖPNV Modi im linken Diagramm der Abbildung 32 auf den ersten Blick etwas schlechter als beim 1. Betrieb aussehen, verfügen 16% der Mitarbeiter über eine Verbindung mit einem Reisezeitverhältnis, welches unter 1,5 liegt. Die Qualitätsstufen der schnellsten ÖPNV Verbindung der Mitarbeiter sind im rechten Diagramm in Abbildung 32 zu sehen. Den Diagrammen ist auch zu entnehmen, dass in Summe 82% der Mitarbeiter des 2. Betriebs, ein zumindest zufriedenstellendes ÖPNV zu MIV Reisezeitverhältnis aufweisen. Diese Zahlen lassen erkennen, dass die ÖPNV Qualität für die Mitarbeiter des zweiten Unternehmens in etwa gleich gut ist, wie die für jene Mitarbeiter des ersten.

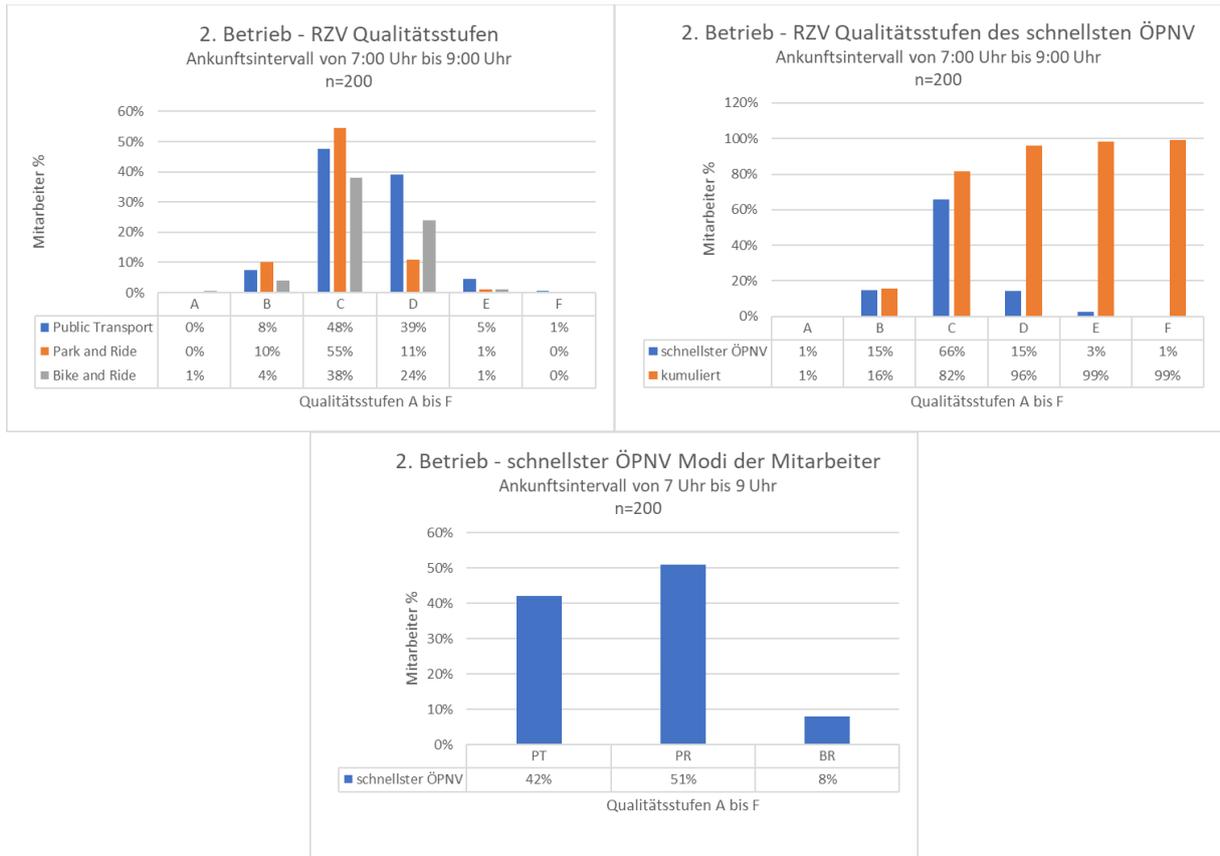


Abbildung 32: Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter des 1. Betriebs mit Gleitzeit

Auch im Punktdiagramm in Abbildung 33 des 2. Betriebs lässt sich erkennen, dass die ÖPNV Qualität mit Zunahme der Entfernung des Wohnortes nicht abnimmt.

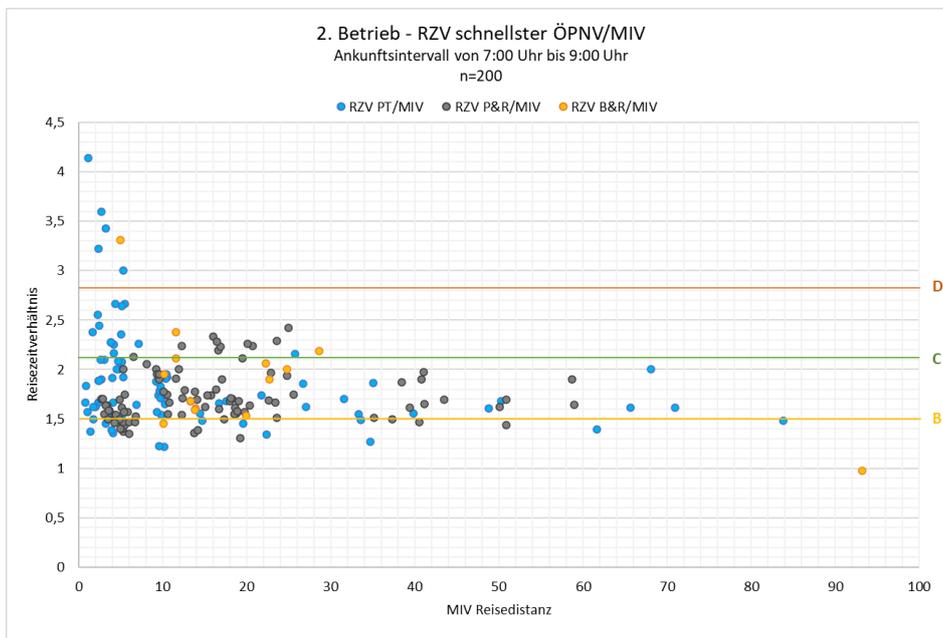
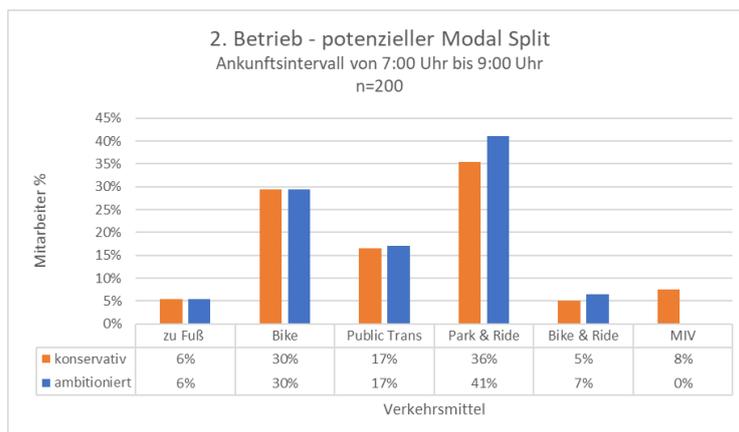


Abbildung 33: RZV in Bezug auf die Reisedistanz der Mitarbeiter des 1. Betriebs

### Analyse des potenziellen Modal Splits

In Abbildung 34 sind die Ergebnisse der Abschätzung des potenziellen Modal Splits, ohne den E-Bike Anteil des zweiten Betriebs zu sehen. Es ist zu erkennen, dass es theoretisch auf Grund der Arbeitsweglänge 6% der Mitarbeiter möglich ist, den Weg zu Fuß zurückzulegen. Das theoretische

Potenzial der Fahrradfahrer liegt bei 30%. Dies sind sieben Prozent mehr als im ersten Betrieb. In Summe liegt das konservative Potenzial, mit dem Schwellenwert „C“, für den ÖPNV bei 58%. Dieses teilt sich dabei in 17% reiner ÖV, 36% Park and Ride und 5% Bike And Ride auf. Die Mitarbeiter, die auf den MIV angewiesen sind, liegen bei 8% und sind somit etwas weniger als im ersten Unternehmen. Die blauen Balken stellen die Ergebnisse der Abschätzung des ambitionierten Potenzials mit dem ÖPNV Schwellenwert „D“ dar. Die Anteile der zu Fußgeher und Fahrradfahrer sind auch hier wieder dieselben, wie in der konservativeren Potenzialabschätzung, da sich die Berechnungsbedingungen dafür nicht unterscheiden. In dieser Abschätzung liegt der potenzielle ÖPNV Modal Split Anteil bei 65% und der MIV Anteil bei null. Dieser ÖPNV Anteil teilt sich dabei in 17% reiner ÖV, 41% Park and Ride und 7% Bike And Ride auf. Obwohl die beiden Betriebe in derselben Stadt angesiedelt sind und auch nur ca. dreieinhalb Kilometer Luftlinie voneinander entfernt liegen, unterscheiden sich die Ergebnisse dennoch geringfügig. Der Hauptgrund für diesen Unterschied ist, dass einige Mitarbeiter einen Arbeitsweg um die fünf Kilometer haben und im Falle des zweiten Betriebs mehr Mitarbeiter eine Fahrraddistanz knapp unter dem Schwellenwert von fünf Kilometern aufweisen. Somit sinkt in diesem Betrieb auch der Anteil des ÖPNV. Aus diesem Grund ist es wichtig in der Potenzialanalyse auch abgeleitete Diagramme der Entfernungen wie in Abbildung 31 genau zu betrachten und zu analysieren, da die Schwellenwerte in der Realität durchaus fließende Übergänge haben.



**Abbildung 34: potenzieller Modal Split ohne E-Bike Anteil**

In Abbildung 35 sind die zwei abgeschätzten potenziellen Modal Splits mit dem Anteil der E-Bike Nutzer abgebildet. Es ist zu erkennen, dass das Potenzial der E-Bike Nutzung bei 19% liegt. Dieser Wert ist im Gegensatz zum ersten Betrieb um sechs Prozentpunkte geringer. Auch hier ist wieder zu sehen, dass durch das E-Bike Potenzial die Anteile der des ÖPNV und MIV zurück geht.

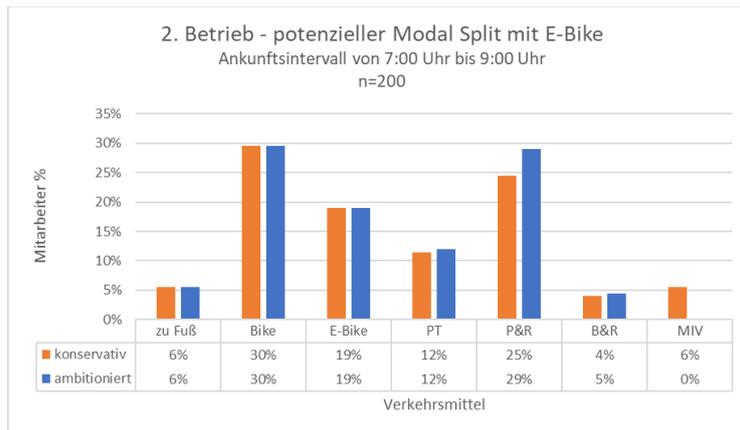


Abbildung 35: potenzieller Modal Split mit E-Bike Anteil

### 6.2.3 Analyse des 3. Betriebs

#### Analyse der Fahrradentfernungen der Mitarbeiter

Die Auswertung der Fahrradwege der Mitarbeiter des 3. Betriebs hat ergeben, dass im Gegensatz zu den anderen beiden Unternehmen mit neun bzw. 49 Mitarbeitern weniger Arbeitnehmer in Geh- bzw. Fahrraddistanz wohnen. Betrachtet man die Mitarbeiter, die in einer Fahrradentfernung unter zehn Kilometern zum Unternehmen wohnen, haben jedoch mit 111 Personen in Summe mehr Mitarbeiter als in den beiden anderen Unternehmen potenziell die Möglichkeit, den Arbeitsweg mit dem E-Bike zurückzulegen. In Abbildung 36 sind die Fahrraddistanzen der Mitarbeiter zum zweiten Unternehmen in einem Liniendiagramm dargestellt.

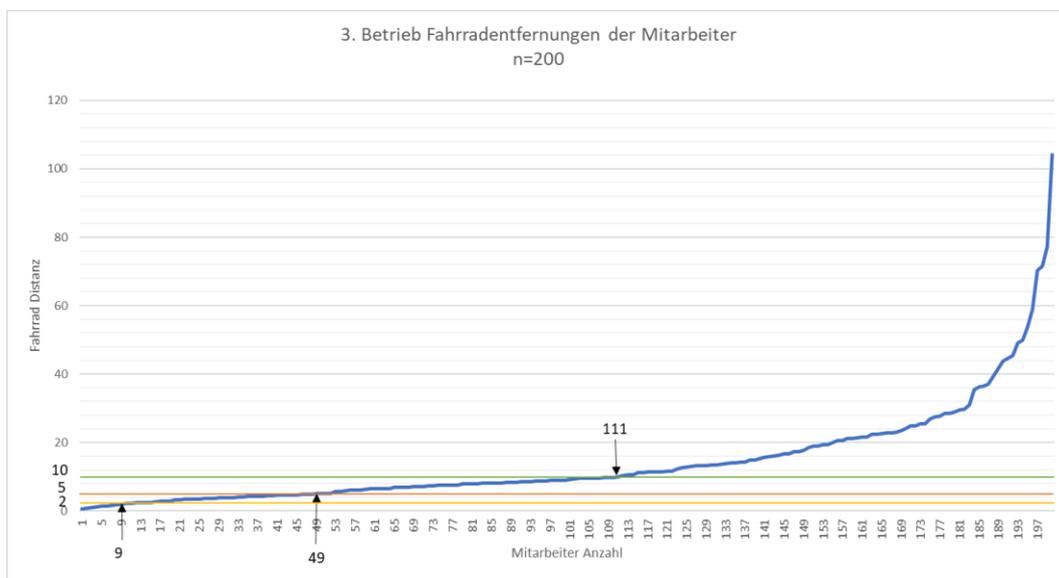
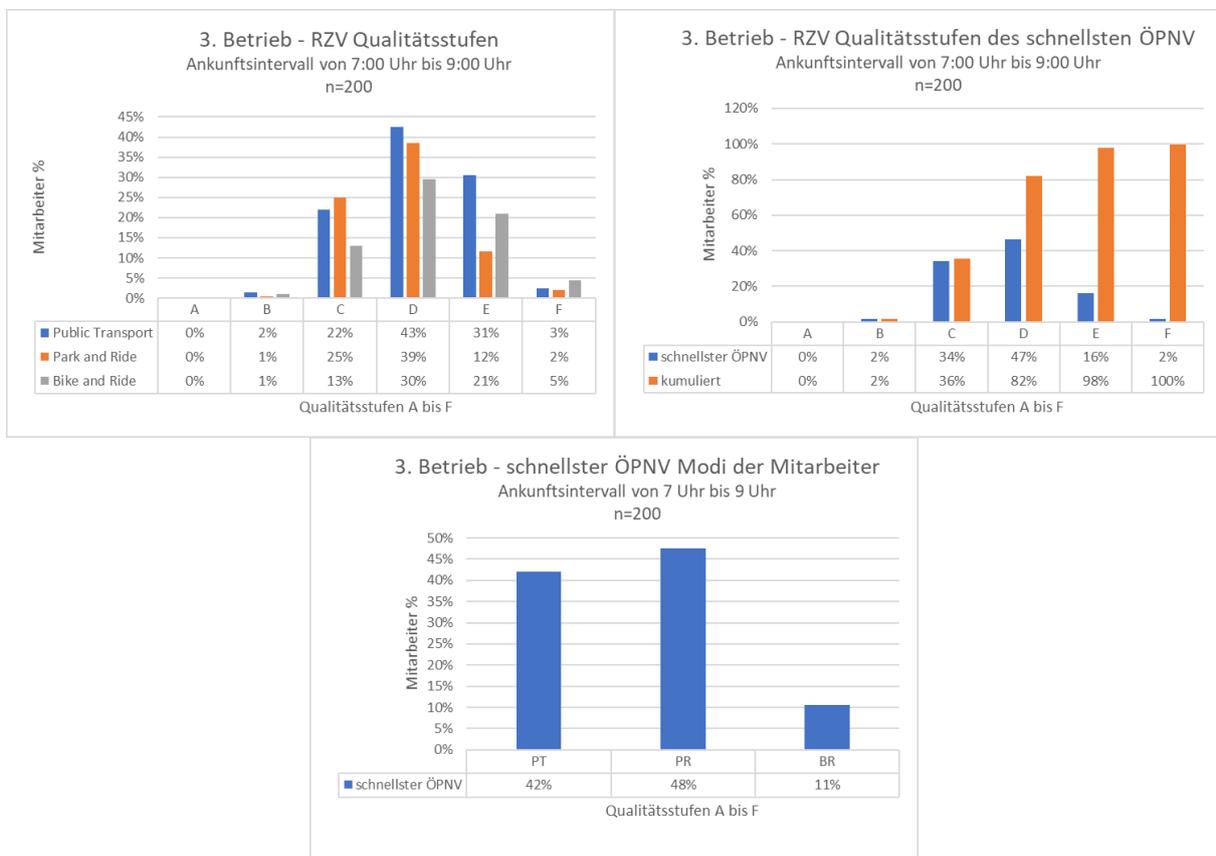


Abbildung 36: Fahrradentfernungen der Mitarbeiter des 1. Betriebs

#### Analyse der ÖPNV Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter mit Gleitzeit

Diese Auswertung der Reisezeitverhältnisse des 3. Betriebs hat ergeben, dass keiner der Mitarbeiter eine sehr günstige Verbindung mit dem ÖPNV zum Arbeitsplatz hat. Eine günstige Verbindung mit dem reinen ÖV haben 2% und eine günstige Verbindung mit den beiden multimodalen Modi weisen jeweils 1% der Beschäftigten auf. Ein Reisezeitverhältnis, welches zufriedenstellend ist, weisen 22% der Mitarbeiter mit dem reinen ÖV, 25% mit Park and Ride und 13% mit Bike and Ride auf. Beim

größten Teil der Belegschaft liegt das Verhältnis der ÖPNV Reisezeit der drei Modi zur MIV Reisezeit zwischen 2,1 und 2,8 und ist somit in einem gerade noch akzeptablen Bereich. 43% der reinen ÖV Verbindungen, 39% der Park and Ride und 30% der Bike and Ride Verbindungen liegen in diesem Bereich. Die Darstellung dieser Verteilungen ist im linken Diagramm in Abbildung 37 dargestellt. Im rechten Diagramm ist wieder die Aufteilung der Qualitätsstufen der jeweils schnellsten ÖPNV Verbindung der Mitarbeiter zu sehen. Dabei haben in Summe 2% der Mitarbeiter eine günstige, 34% eine zufriedenstellende, 47% eine gerade noch akzeptable, 16% eine schlechte und 2% der Beschäftigten sogar eine sehr schlechte Verbindungsqualität zum Betrieb auf Basis der Reisezeiten. Dabei ist zu erkennen, dass in diesem Betrieb die ÖPNV Modi im Vergleich zum MIV um einiges langsamer sind, als in den anderen beiden Betrieben und somit auch mehr Mitarbeiter in diesem Unternehmen auf das Auto angewiesen sein werden. Dies hat den Grund, dass dieser Betrieb nicht so gut an den ÖV angebunden ist. Im unteren Diagramm in Abbildung 37 ist zu erkennen, dass für 48% der Beschäftigten der Park and Ride Modus und für 42% der reine ÖV der schnellste ÖPNV Modus ist. Für nur 11% stellt diesen der Bike and Ride Modus dar.



**Abbildung 37: Reisezeitverhältnisse der Mitarbeiter des 1. Betriebs mit Gleitzeit**

Das Punktdiagramm der Reisezeitverhältnisse der schnellsten ÖPNV Modi der Mitarbeiter in Abbildung 38 zeigt, dass die eingetragenen Punkte im Gegenzug zu den anderen Betrieben höher liegen. Es ist aber hier auch zu erkennen, dass Mitarbeiter die weiter entfernt von dem Betrieb leben, keine schlechtere Verbindungsqualität zur Verfügung steht, als jenen die näher zum Unternehmen wohnen.

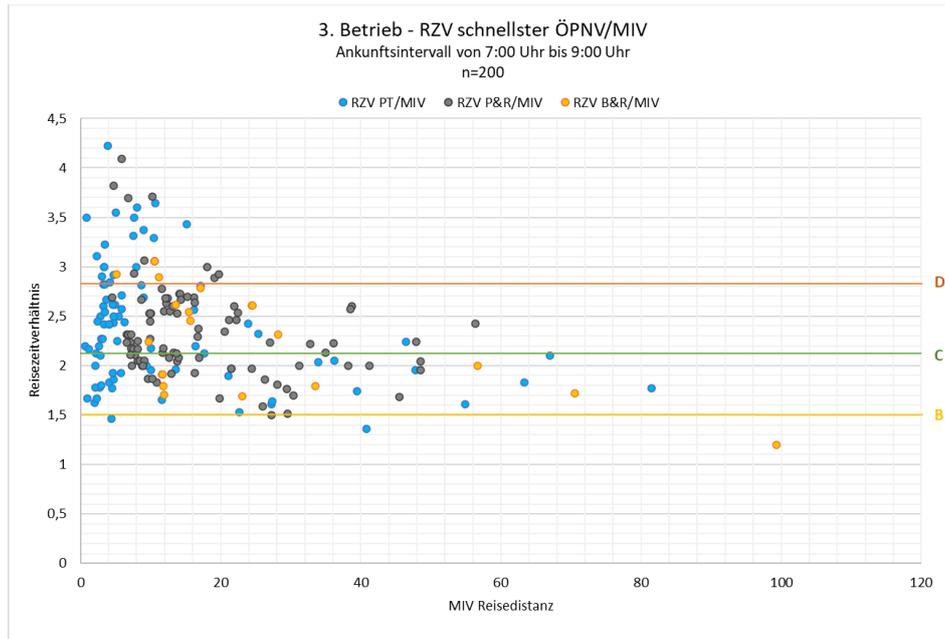


Abbildung 38: RZV in Bezug auf die Reisedistanz der Mitarbeiter des 1. Betriebs

### Analyse des potenziellen Modal Splits

In Abbildung 39 sind die Ergebnisse der Abschätzung des potenziellen Modal Splits, ohne den E-Bike Anteil des dritten Betriebs zu sehen. Es ist zu erkennen, dass es auf Grund der Arbeitsweglänge theoretisch 5% der Belegschaft möglich ist den Weg zu Fuß zurückzulegen. Dieser Wert liegt in einer Größenordnung, wie bei den anderen beiden Betrieben. Das theoretische Potenzial der Fahrradfahrer liegt bei 20%. Aufgrund der schlechteren Reisezeitverhältnisse liegt das Potenzial für den gesamten ÖPNV bei der konservativen Abschätzung bei 30%. Dieses teilt sich dabei in 8% reiner ÖV, 17% Park and Ride und 5% Bike And Ride auf. Dabei ist festzustellen, dass der potenzielle Modal Split Anteil der Bike and Ride Nutzer im Bereich der anderen beiden Unternehmen liegt. Der Anteil der Mitarbeiter, die auf den MIV angewiesen sind, beträgt 46%. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Anteil der Reisezeitverhältnisse mit einer Qualitätsstufe unter 2,1 in Summe nur bei 36% liegt. Die blauen Balken stellen, wie in den Kapiteln zuvor, wieder die Ergebnisse der ambitionierten Abschätzung dar. Die Anteile der Fußgänger und Fahrradfahrer sind auch hier wieder dieselben, wie in der konservativeren Potenzialabschätzung. In dieser Abschätzung liegt der potenzielle ÖPNV Modal Split Anteil bei 65% und der MIV Anteil bei 11%. Der ÖPNV teilt sich dabei in 14% reiner ÖV, 42% Park and Ride und 9% Bike And Ride.

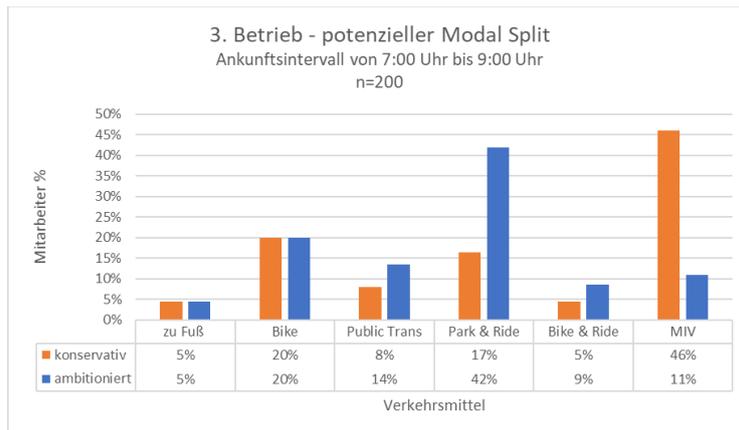


Abbildung 39: potenzieller Modal Split ohne E-Bike Anteil

In der Abbildung 40 sind die zwei abgeschätzten potenziellen Modal Splits mit dem Anteil der E-Bike Nutzer abgebildet. Es ist zu erkennen, dass das Potenzial der E-Bike Nutzung bei 31% liegt. Dieser Wert ist im Gegensatz zu den ersten beiden Betrieben um sechs bzw. zwölf Prozentpunkte höher. Auch hier ist wieder gut zu erkennen, dass durch das E-Bike Potenzial, die Anteile des ÖPNV und MIV zurück gehen.

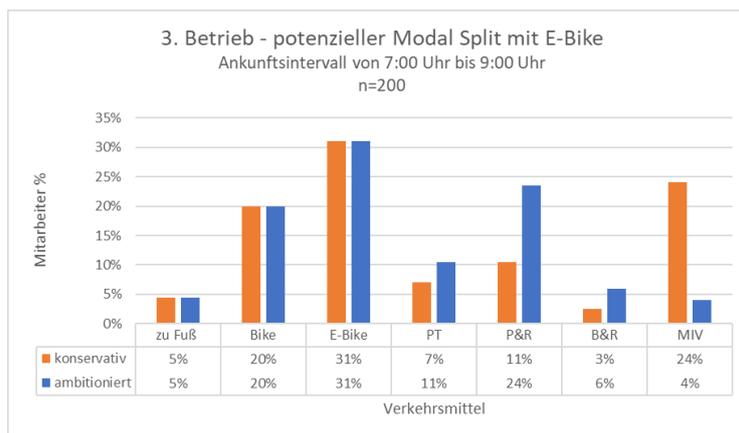


Abbildung 40: potenzieller Modal Split mit E-Bike Anteil

## 6.3 Sensitivität in Bezug auf mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale

### 6.3.1 Einfluss der Lage

Laut den Aussagen der Experten aus der Befragung ist die Lage der Betriebe ein wichtiges mobilitätsrelevantes betriebliches Merkmal, welches einen Einfluss auf die Maßnahmenwahl und die Konzepterstellung hat. Da der 1. Betrieb und der 2. Betrieb eine ähnlich gute ÖV Anbindung aufweisen, beide als attraktive Betriebsstandorte gelten und sich im Groben nur durch die Lage unterscheiden, werden diese beiden Betriebe zur Analyse der Sensitivität der Potenzialanalyse, bezogen auf die Lage, herangezogen. In Tabelle 19 sind die Ergebnisse der abgeschätzten potenziellen Modal Splits der ersten beiden Betriebe auf Basis der konservativen Berechnung abgebildet. Es ist zu sehen, dass sich bei gleichen Beschäftigtenstandorten und nur durch einen geringen örtlichen Unterschied der ersten beiden Betriebsstandorte, das Ergebnis der abgeschätzten potenziellen Modal Splits der beiden Betriebe durchaus unterscheidet. Das bedeutet, das Modell der Potenzialanalyse reagiert auf eine Änderung der Lage des Standorts. Grund dafür ist, dass die Abschätzung der Modal Splits auf Basis der Arbeitsweglängen und der Reisezeiten der einzelnen

Verkehrsmittel durchgeführt wird und sich diese bei einigen Mitarbeitern vom 1. Betrieb zum 2. Betrieb unterscheiden.

potenzieller Modal Split - konservative Berechnung								
Unternehmen	Ankunftsintervall	zu Fuß	Bike	Public Trans	Park & Ride	Bike & Ride	MIV	
1. Betrieb	7:00 bis 9:00	6%	23%	14%	40%	7%	11%	
2. Betrieb	7:00 bis 9:00	6%	30%	17%	36%	5%	8%	
3. Betrieb	7:00 bis 9:00	5%	20%	8%	17%	5%	46%	

potenzieller Modal Split mit E-Bike - konservative Berechnung								
Unternehmen	Ankunftsintervall	zu Fuß	Bike	E-Bike	Public Trans	Park & Ride	Bike & Ride	MIV
1. Betrieb	7:00 bis 9:00	6%	23%	25%	11%	25%	5%	7%
2. Betrieb	7:00 bis 9:00	6%	30%	19%	12%	25%	4%	6%
3. Betrieb	7:00 bis 9:00	5%	20%	31%	7%	11%	3%	24%

**Tabelle 19: Gegenüberstellung der potenziellen Modal Splits der Betriebe**

### 6.3.2 Einfluss der ÖPNV Anbindung

Neben der Lage, gilt auch die Qualität der Anbindung des Betriebs an das ÖV-Netz als wichtiges mobilitätsrelevantes betriebliches Merkmal. Wie in Kapitel 6.1.1 bereits beschrieben und in Abbildung 25 gut zu erkennen, ist der 3. Betrieb auf Grund seiner Lage und Anbindung an den öffentlichen Verkehr gegenüber den anderen beiden Betrieben benachteiligt. Dies spiegelt auch die Analyse der potenziellen Verkehrsmittelwahl wider. Obwohl alle drei Betriebe in derselben Stadt situiert sind und maximal 5 Kilometer Luftlinie voneinander entfernt liegen, verfügen bei den ersten beiden Betriebe 19% bzw. 16 % der Beschäftigten zumindest über eine günstige ÖPNV Verbindung und insgesamt 77% bzw. 82% der Mitarbeiter mindestens über eine zufriedenstellende ÖPNV Verbindung. Beim 3. Betrieb dagegen verfügen lediglich 2% über eine günstige und in Summe nur 36% über eine zufriedenstellende ÖPNV Verbindung am Arbeitsweg. Die Ergebnisse der Qualität der ÖPNV Verbindungen der Beschäftigten aus den drei Betrieben, sind in Tabelle 20 dargestellt. Diese schlechteren Reisezeitverhältnisse wirken sich in weiterer Folge auch auf den theoretisch potenziellen Modal Split aus. In Tabelle 19 ist zu sehen, dass der ÖPNV Anteil im 3. Betrieb geringer als in den ersten beiden Betrieben ist und auch viel mehr Beschäftigte auf den MIV angewiesen sind. Es ist dabei zu erkennen, dass das Modell gut auf die Qualität der ÖPNV Anbindung eines Betriebs reagiert.

RZV Qualitätsstufen der schnellsten ÖPNV Modi der Mitarbeiter							
Unternehmen	Ankunftsintervall	A	B	C	D	E	F
1. Betrieb	7:00 bis 9:00	0%	19%	59%	20%	3%	0%
	kumuliert	0%	19%	77%	97%	100%	100%
2. Betrieb	7:00 bis 9:00	1%	15%	66%	15%	3%	1%
	kumuliert	1%	16%	82%	96%	99%	99%
3. Betrieb	7:00 bis 9:00	0%	2%	34%	47%	16%	2%
	kumuliert	0%	2%	36%	82%	98%	100%

**Tabelle 20: Gegenüberstellung der ÖPNV Qualitätsstufen der Beschäftigten der Betriebe**

### 6.3.3 Einfluss des Arbeitszeitmodells

Um auch zu analysieren ob und wie die Potenzialanalyse auf die Wahl des Arbeitszeitmodells reagiert, wurden für alle drei Betriebe eine zusätzliche Wegeberechnung mit anschließender Potenzialanalyse mit fixen Arbeitszeiten durchgeführt. Dabei wurde die Zielankunftszeit aller berechneten Wege der einzelnen Verkehrsmodi zwischen 7:45 Uhr und 8:00 Uhr festgelegt.

Die Berechnung der Reisezeitverhältnisse der schnellsten ÖPNV Verbindung der Mitarbeiter in den drei Betrieben hat ergeben, dass bei beiden Berechnungsvarianten beinahe gleich vielen Mitarbeitern, zumindest eine günstige ÖPNV Verbindung zur Verfügung steht. Wird jedoch die Anzahl der Mitarbeiter in den Unternehmen betrachtet, denen eine zufriedenstellende Verbindung zur Verfügung steht, fällt auf, dass diese im 1. Betrieb von 59% bei Gleitzeit auf 54% mit fixen Arbeitszeiten und im 2. Betrieb von 66% auf 58% fällt. Im 3. Betrieb blieb diese Zahl konstant auf 34%. Diese Berechnungsergebnisse sind in Tabelle 21 zu erkennen. Es ist auch zu sehen, dass die Reduktion des Anteils der Mitarbeiter mit einer ÖPNV Qualitätsstufe „C“ bei den ersten beiden Betrieben, eine Erhöhung der schlechteren Qualitätsstufen einherbringt. An den kumulierten Ergebnissen ist zudem zu beobachten, dass bei der Berechnung mit fixen Arbeitszeiten in Summe weniger Mitarbeitern überhaupt eine ÖPNV Verbindung am Arbeitsweg zur Verfügung steht.

RZV Qualitätsstufen der schnellsten ÖPNV Modi der Mitarbeiter							
Unternehmen	Ankunftsintervall	A	B	C	D	E	F
1. Betrieb	7:00 bis 9:00	0%	19%	59%	20%	3%	0%
	kumuliert	0%	19%	77%	97%	100%	100%
	7:45 bis 8:00	0%	18%	54%	24%	4%	0%
	kumuliert	0%	18%	72%	95%	99%	99%
2. Betrieb	7:00 bis 9:00	1%	15%	66%	15%	3%	1%
	kumuliert	1%	16%	82%	96%	99%	99%
	7:45 bis 8:00	0%	16%	58%	18%	3%	2%
	kumuliert	0%	16%	74%	92%	94%	96%
3. Betrieb	7:00 bis 9:00	0%	2%	34%	47%	16%	2%
	kumuliert	0%	2%	36%	82%	98%	100%
	7:45 bis 8:00	0%	2%	34%	45%	15%	4%
	kumuliert	0%	2%	36%	80%	95%	99%

**Tabelle 21: Gegenüberstellung RZV-QS Gleitzeit/fixe Arbeitszeiten**

Auch die Betrachtung des abgeschätzten Modal Splits in Tabelle 22 lässt erkennen, dass sich in allen drei Betrieben der Anteil der ÖPNV Nutzer zumindest geringfügig vermindert bzw. innerhalb der ÖPNV Modi verlagert hat und der MIV Anteil meist gestiegen ist. Dies lässt erkennen, dass das Konzept zur Potenzialanalyse auf den Parameter des Arbeitszeitmodells reagiert.

potenzieller Modal Split - konservative Berechnung							
Unternehmen	Ankunftsintervall	zu Fuß	Bike	Public Trans	Park & Ride	Bike & Ride	MIV
1. Betrieb	7:00 bis 9:00	6%	23%	14%	40%	7%	11%
	7:45 bis 8:00	6%	23%	11%	39%	8%	14%
2. Betrieb	7:00 bis 9:00	6%	30%	17%	36%	5%	8%
	7:45 bis 8:00	6%	30%	13%	35%	7%	8%
3. Betrieb	7:00 bis 9:00	5%	20%	8%	17%	5%	46%
	7:45 bis 8:00	5%	20%	5%	19%	4%	47%

potenzieller Modal Split mit E-Bike								
Unternehmen	Ankunftsintervall	zu Fuß	Bike	E-Bike	Public Trans	Park & Ride	Bike & Ride	MIV
1. Betrieb	7:00 bis 9:00	6%	23%	25%	11%	25%	5%	7%
	7:45 bis 8:00	6%	23%	25%	9%	23%	6%	8%
2. Betrieb	7:00 bis 9:00	6%	30%	19%	12%	25%	4%	6%
	7:45 bis 8:00	6%	30%	19%	9%	23%	6%	7%
3. Betrieb	7:00 bis 9:00	5%	20%	31%	7%	11%	3%	24%
	7:45 bis 8:00	5%	20%	31%	4%	11%	2%	27%

**Tabelle 22: Gegenüberstellung Modal Split Gleitzeit/fixe Arbeitszeiten**

## 6.4 Resümee

Die Fallstudie zur Verkehrsmittelwahl durch die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass das ausgearbeitete Verfahren zur Abschätzung des potenziellen Verkehrsmittelwahlverhalten aus Kapitel 4, auf die mobilitätsrelevanten betrieblichen Merkmale Lage, Güte der ÖV-Anbindung und Arbeitszeitmodell gut reagiert.

Ebenso wurde dadurch aufgezeigt, dass durch eine schlechte Lage eines Betriebs, wie am Beispiel des 3. Betriebs zu sehen ist, nicht nur die ÖPNV Verbindungen der Mitarbeiter schlechter sind, sondern dadurch auch weniger Mitarbeiter die Möglichkeit haben zu Fuß oder mit dem Fahrrad zum Betrieb anzureisen. Diese beiden Tatsachen haben zur Folge, dass der Anteil der Mitarbeiter, die an das Auto am Arbeitsweg gebunden sind, steigt. Anhand der Ergebnisse der Analyse kann gezeigt werden, dass die Lage eines Unternehmens und dessen Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz einen großen Einfluss auf die potenzielle Verkehrsmittelwahl am Arbeitsweg hat. Da die Ergebnisse der Potenzialanalyse in weiterer Folge einen Einfluss auf die Maßnahmenwahl haben, hat somit auch die Lage und die Güte des ÖV Anschlusses der Unternehmen einen großen Einfluss auf die Konzepterstellung. Dies bestätigt auch die Aussagen der befragten Experten in Bezug auf die mobilitätsrelevanten betrieblichen Merkmale, die einen besonderen Einfluss auf die Maßnahmenwahl haben.

An den Ergebnissen der Berechnungen der ÖPNV Verbindungen der Mitarbeiter, zum einen für ein Gleitzeitmodell und zum anderen für das Arbeitszeitmodell mit fixen Arbeitszeiten, ist zu sehen, dass in allen drei Betrieben in Summe den Mitarbeitern bei fixen Arbeitszeiten eine schlechtere Verbindungsqualität zur Verfügung steht. Dies wirkt sich in weiterer Folge auf die Potenzialermittlung und auch auf die Maßnahmenwahl in der Konzepterstellung aus. Die Schlussfolgerung, dass das Arbeitszeitmodell einen Einfluss auf die Konzepterstellung hat, kann durch die Aussagen der Experten in Kapitel 3.1.3, dass das Arbeitszeitmodell ein Mobilitätsrelevantes betriebliches Merkmal mit besonderem Einfluss auf die Maßnahmenwahl ist, bekräftigt werden.

Die Tatsache, dass bei der Berechnung der MIV Wege der Beschäftigten zwischen dem Wohnort und dem Betriebsstandort derzeit keine Floating Car Daten, Verkehrsmeldungen oder öffentliche Strategien miteinfließen, kann auch ein Mitgrund für die Erhöhung des MIV Anteils in der Modal Split Abschätzung bei fixen Arbeitszeiten sein. Würden diese zusätzlichen Daten nämlich in die Berechnung miteinfließen, würde der Unterschied der Potenzialanalyse mit fixen und flexiblen Arbeitszeiten nicht nur von den zeitabhängigen ÖV Verbindungen abhängen, sondern auch vom zeitabhängigen Straßenverkehr. Eine Berechnung des Potenzials bei dem das Ankunftsintervall und die „Rush Hour“ in der Region zusammenfällt, könnte nämlich durch aus auch eine starke Verringerung des MIV Anteils in der Modal Split Abschätzung zuzufolge haben. Die Berücksichtigung von Floating Car Daten, Verkehrsmeldungen oder öffentliche Strategien in der Berechnung, würde die Abbildung der Realität und die Genauigkeit des theoretischen Potenzials durchaus erhöhen und ist deshalb sehr empfehlenswert.

## 7 Fazit

### 7.1 Zusammenfassung

Durch BMM Maßnahmen und BMM Konzepte lässt sich die Mitarbeitermobilität eines Betriebes, zugunsten verkehrlicher, gesundheitlicher, monetärer und umweltbezogener Wirkungen verändern. Hauptsächlich zielen die meisten dieser BMM Maßnahmen darauf ab, durch einen Modal Shift in der Mitarbeitermobilität diese Wirkungen zu erreichen. Die gesundheitlichen Wirkungen gelten sehr häufig als einer der größten Vorteile des BMM. Im Laufe der Literaturrecherche konnten auch einige Studien gefunden werden, die bestätigen, dass aktive Mobilität am Arbeitsweg die Mitarbeitergesundheit fördert und auch eine Reduktion der Krankenstandstage zufolge hat. Es stellte sich jedoch auch heraus, dass diese Wirkungen nicht gut quantitativ erfassbar sind und es hier auch sehr viele äußere Einflussparameter gibt, die diese Wirkungen beeinflussen können.

Laut den befragten Experten kommt zur Planung der Maßnahmen häufig eine umfangreiche Konzepterstellung zur Anwendung. Bei dieser Art der Konzepterstellung wird versucht, anhand einer Analysephase, in der das Unternehmen und die Arbeitswege der Beschäftigten analysiert werden und anhand einer Potenzialermittlung, in der ein theoretisch potenzielles Ziel der Maßnahmen abgeschätzt wird, das Maßnahmenkonzept zu erstellen. Auf Basis dieses Konzepts erfolgt im Anschluss die Umsetzung der Maßnahmen und nach einer gewissen Zeit folgt darauf die Evaluierung dieser. Laut den befragten Experten und Betrieben, sind die häufigsten eingesetzten Maßnahmen, Maßnahmen zur Fahrradförderungen in den verschiedensten Formen, Belohnungsmodelle für nicht Autofahrende, Maßnahmen im Bereich der Information & Kommunikation, das JobTicket und die Parkraumbewirtschaftung. Sehr oft werden in den ausgearbeiteten BMM Maßnahmenkonzepten auch Bündel aus mehreren Maßnahmen geplant. Die wichtigsten betrieblichen Merkmale, die hierbei einen Einfluss auf die Wahl der Maßnahmen darstellen, sind die Lage des Betriebs, die Güte der Anbindung an die Verkehrsnetze, das Arbeitszeitmodell und die Anzahl der zur Verfügung stehenden Parkplätze. In Bezug auf die erzielten Wirkungen der befragten Betriebe ist zu sehen, dass nur knapp mehr als die Hälfte der Betriebe überhaupt Angaben zu den erzielten Wirkungen machen konnten. Es fällt auch auf, dass sich genauere Aussagen zu den Wirkungen ausschließlich auf den Modal Split bezogen haben und weitere Aussagen eher nur qualitativer Art waren. Würden in allen Betrieben die erzielten Wirkungen quantitativ erhoben und gesammelt werden, könnten in Zukunft auf Basis dieser Daten, Modelle, wie es diese beispielsweise schon in den USA gibt, zur Wirkungsprognose vor Einführen der Maßnahmen entwickelt werden. Diese Art der Wirkungsprognose hätte den Vorteil, dass die Wirkungen der einzelnen Maßnahmen oder Maßnahmenbündel schon in der Planungsphase abgeschätzt werden können und somit auch die Maßnahmen zielgenauer und effektiver gesetzt werden können.

Das Konzept zur Potenzialanalyse wurde auf Basis des Wegerechners der Firma „Trafficon - Traffic Consultants GmbH“ erstellt. Dabei werden die Arbeitswege der Beschäftigten bezogen auf unterschiedliche Verkehrsmittel analysiert und Wegeindikatoren, wie Reisezeit, Reisedistanz, Zugangszeit und -distanz für diese berechnet. Anhand dieser Indikatoren werden mittels Berechnung von Reisezeitverhältnissen und durch den Vergleich der Reisedistanzen leicht interpretierbare Diagramme zur Konzeptionierung der BMM Maßnahmen erstellt. Zusätzlich werden anhand der Reisezeitverhältnisse, der Reisedistanzen und definierter Schwellenwerte, Modal Splits der potenziell theoretisch möglichen Verkehrsmittelwahl der Mitarbeiter abgeschätzt. Dieses Konzept der Potenzialanalyse kann jedoch nur aufzeigen, wie vielen Arbeitnehmern es theoretisch möglich wäre

mit den jeweiligen Verkehrsmitteln den Arbeitsweg zurückzulegen. Die Potenzialanalyse kann in seiner Abschätzung keine geplanten Maßnahmen berücksichtigen und soll somit rein den BMM Beratern bei der Wahl der Maßnahmen als Hilfsmittel dienen.

Um nach der Umsetzung eines geplanten Maßnahmenkonzepts auch die erzielten Wirkungen quantitativ erheben zu können, wurde in dieser Arbeit ein Konzept zur Wirkungsanalyse erarbeitet. Die Wirkungen, die mit Hilfe dieses Konzepts erhoben werden können, beziehen sich auf die verkehrlichen, gesundheitlichen, monetären und umweltbezogenen Wirkungen des BMM. In Zuge der Ausarbeitung des Konzepts wurden quantifizierbare Indikatoren der einzelnen Wirkungen erarbeitet, welche zur Berechnung der Wirkungen zum einen vor und zum anderen nach der Umsetzung der Maßnahmen erhoben werden müssen. Diese erarbeiteten Indikatoren sind die durchschnittlich geparkten Fahrzeuge am Betriebsgelände, die Fahrleistung mit den einzelnen Verkehrsmitteln und dem NMIV der einzelnen Mitarbeiter, die Anzahl der Krankenstandstage der Mitarbeiter, die benützte Fläche am Betriebsgelände durch die betriebliche Mobilität, die laufenden Ausgaben durch die betriebliche Mobilität und die Kosten der umgesetzten Maßnahmen. Damit werden die Parkplatzauslastung, die Zeit der körperlichen Bewegung der Mitarbeiter, die Krankenstandstage im Unternehmen, die ausgestoßenen Emissionen durch die Mitarbeitermobilität, der Landschaftsverbrauch, die monetäre Einsparung in der betrieblichen Mobilität und die Maßnahmenkosten berechnet. Um auch jene dieser Indikatoren, welche nicht im Unternehmen vorliegen oder von anderen Indikatoren abgeleitet werden können, vor der Umsetzung der Maßnahmen erheben zu können, wird im Konzept empfohlen dies mit einem Mitarbeiterfragebogen durchzuführen. Der Fragebogen und dessen Auswertung wurde ebenso im Rahmen dieser Arbeit erstellt. Dabei zielen die Fragen hauptsächlich auf das Verkehrsmittelwahlverhalten der Beschäftigten ab. Hierbei wird in wärmere und kältere Monate unterscheiden. Um diese Indikatoren auch nach der Maßnahmenumsetzung zu erheben, wird empfohlen dies mit Hilfe eines Eingabesystems, in welches die Beschäftigten täglich deren Mobilitätsdaten eingeben können, durchzuführen. Der Vorteil der regelmäßigen Eingabe besteht darin, dass die Daten somit die Wirklichkeit viel genauer abbilden können und eine zeitliche Änderung der Wirkungen gut ersichtlich wird. Die Herausforderung bei der kontinuierlichen Erhebung durch Eingabe wird jedoch darin bestehen, die Mitarbeiter dazu zu motivieren, diese auch regelmäßig zu tätigen. Belohnungsmodelle können dafür die Anreize schaffen und dabei helfen. Die Quantifizierung der Wirkungen besteht im Anschluss darin, die erhobenen Indikatoren und die daraus abgeleiteten Größen vor und nach der Umsetzung des Maßnahmenkonzepts zu vergleichen. Mit dieser Art der Wirkungsanalyse ist es jedoch nur möglich, die Wirkungen eines gesamten Maßnahmenkonzepts zu quantifizieren. Es ist also nicht möglich die Wirkungen einzelner Maßnahmen zu bestimmen, wenn ein Maßnahmenbündel umgesetzt wurde.

Um zu überprüfen, ob das Konzept der Potenzialanalyse in der Praxis anwendbar ist und auch auf unterschiedliche mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale reagiert, wurde eine Fallstudie zur Verkehrsmittelwahl durch die Potenzialanalyse durchgeführt. Dafür wurden drei fiktive Betriebe mit 200 Mitarbeitern mit Standort in Offenbach am Main gewählt. Um den Einfluss der Lage auf das Ergebnis zu analysieren, wurde ein Unternehmen nahe dem Zentrum und eines in einem Gewerbegebiet angesiedelt. Beide Betriebe verfügen über eine gute ÖPNV Anbindung und liegen auch nur ca. 3,5 Kilometer Luftlinie voneinander entfernt. Der Einfluss der Güte der ÖPNV Anbindung soll mit Hilfe des dritten Betriebs dargestellt werden, welcher sich im Süden am Stadtrand befindet und eine schlechtere ÖPNV Anbindung aufweist. Um die drei Betriebe unabhängig von den Wohnorten der Mitarbeiter analysieren zu können, wurden für die drei Betriebe jeweils dieselben

fiktiven Mitarbeiterwohnorte, welche aufgrund der Verteilung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Offenfach modelliert wurden, verwendet. Da auch die Art des Arbeitszeitmodells als mobilitätsrelevantes betriebliches Merkmal gilt, wurden die drei Betriebe zum einen mit einem Gleitzeitmodell und zum anderen mit fixen Arbeitszeiten analysiert. Beim Vergleich der ersten beiden Unternehmen, konnte gezeigt werden, dass das Konzept auf den Parameter Lage gut reagiert und sich die Ergebnisse durchaus voneinander unterscheiden. Mit dem Vergleich der ersten beiden Unternehmen mit dem dritten Unternehmen konnte eine Sensitivität des Konzepts auf die Güte der Anbindung der Betriebe an das ÖPNV-Netz aufgezeigt werden. Hierbei ist deutlich zu sehen, dass durch die benachteiligte ÖPNV Anbindung, viel weniger Mitarbeitern eine zufriedenstellende ÖPNV-Verbindung zum Betrieb zur Verfügung steht und somit auch mehr Mitarbeiter auf den MIV angewiesen sind. Die Analyse, um einen Einfluss des Arbeitszeitmodells in der Potenzialanalyse festzustellen, hat ergeben, dass das konzeptionierte Modell ausschließlich im Bereich der öffentlichen Verkehrsmittel reagiert. Dies hat den Grund, dass nur die Berechnung der Wege der ÖPNV Modi tageszeitabhängig sind. Diese Abhängigkeit der ÖPNV Wege auf die Tageszeit, hat in der Fallstudie eine Verschlechterung der Reisezeitverhältnisse in der Potenzialanalyse mit den fixen Arbeitszeiten zufolge. Dies wirkt sich anschließend in der Abschätzung des potenziellen Modal Splits wieder negativ auf den MIV Anteil aus. Es konnte somit bestätigt werden, dass das Konzept der Potenzialanalyse auf unterschiedliche Arbeitszeitmodelle reagiert.

## 7.2 Schlussfolgerung

Anhand der Rechercheergebnisse und der Ergebnisse aus den Befragungen, ist zu erkennen, dass es eine Vielzahl an theoretischen Wirkungen des BMM gibt. In der Praxis wird es jedoch sehr schwierig sein, einige dieser Wirkungen zu quantifizieren. Vor allem jene Wirkungen aus dem Bereich der „Weiteren Wirkungen“, da diese meist subjektiv sind. Aus der Befragung mit den Betrieben hat sich jedoch herausgestellt, dass die Hauptwirkungen, die sich die Betriebe erhoffen, hauptsächlich auf das Erreichen von Nachhaltigkeitsziele und die Reduktion der Parkenden Beschäftigten abzielen. Diese Wirkungen sind auch durchaus einfacher quantitativ zu erheben. Ebenso konnte durch die Befragung aufgezeigt werden, dass die meisten Betrieben in deren BMM Konzept auf Bündel aus mehreren Maßnahmen setzen. Die Arbeit hat auch gezeigt, dass Maßnahmen oft mehrere Wirkungen induzieren und viele einzelne Wirkungen von übergeordneten Wirkungen abhängen. Da wie zuvor erwähnt, in den meisten BMM Maßnahmenkonzepte mehrere Maßnahmen zum Einsatz kommen, ist es vermutlich kaum möglich, einzelne Wirkungen oder Anteile davon, einzelnen Maßnahmen zuzuschreiben. Mit der Konzepterstellung der Wirkungsanalyse aus dieser Arbeit ist dies definitiv nicht möglich. Dieses Konzept kann nur die verkehrlichen, gesundheitlichen, umweltbezogenen und monetären Wirkungen eines gesamten BMM Konzepts quantifizieren.

Das erarbeitete Konzept der Potenzialanalyse hat gezeigt, dass es auf unterschiedliche mobilitätsrelevante betriebliche Merkmale gut reagiert und in den Abschätzungen berücksichtigt. Dennoch kann die Potenzialanalyse nur als Hilfestellung bei der Konzepterstellung herangezogen werden. Das Ergebnis der Abschätzung des potenziell möglichen Modal Splits hängt auch zu einem großen Teil von den definierten Schwellenwerten ab. Hier kann es nötig sein, je nach dem in welchem Gebiet das BMM Konzept erstellt wird und welche Mobilitätskultur dort gelebt wird, die Werte der Schwellenwerte zu adaptieren.

### **7.3 Ausblick**

Es wird in Zukunft noch einiges an Forschungsarbeit benötigen, um dezidierte Aussagen zu einer Quantifizierung der Wirkungen einzelner Maßnahmen treffen zu können. Das Hauptaugenmerk wird hierbei auf die Änderung des Verkehrsmittelwahlverhaltens gelegt werden müssen, um davon wiederum spezifischere Wirkungen abzuleiten. Über eine standardisierte, umfangreiche Wirkungsanalyse, die in vielen Betrieben durchgeführt wird und einer statistischen Auswertung aller erhobenen Daten, könnten neue Erkenntnisse über Wirkungen einzelner Maßnahmen oder Maßnahmenbereiche gewonnen werden. Eine mögliche Idee wäre es auch die daraus gewonnenen Erkenntnisse in das Konzept der Potenzialanalyse zu integrieren, um so Potenziale genauer abschätzen zu können.

## 8 Literaturverzeichnis

- BMK. (15. September 2016). *Bündelung von Verkehr schafft ruhige Wohnviertel*. (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie) Abgerufen am 10. November 2020 von Lärminfo.at: <https://www.laerminfo.at/ueberlaerm/laermquellen/strassenverkehr/buendelung.html>
- BMVI. (16. Mai 2020). *Umweltverbund*. (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) Abgerufen am 14. Januar 2021 von Forschungsinformationssystem: <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/21907/>
- Büsch, F., Witzel, A., & Saary, K. (September 2017). *Mobilitätsplan für die Stadt Offenbach – Fortschreibung Nahverkehrsplan Stadt Offenbach 2018 - 2022*. Offenbach: Nahverkehr in Offenbach GmbH. Von [https://www.offenbach.de/medien/bindata/soh/Dokumente\\_ESO-4/Nahverkehrsplan\\_Stadt\\_Offenbach\\_2018-2022.pdf](https://www.offenbach.de/medien/bindata/soh/Dokumente_ESO-4/Nahverkehrsplan_Stadt_Offenbach_2018-2022.pdf) abgerufen
- Celis-Morales, C. A., Lyall, D. M., Welsh, P., Anderson, J., Steell, L., Guo, Y., . . . Gill, J. M. (16. März 2017). *Association between active commuting and incident*. Glasgow: BMJ Publishing Group Ltd. doi:<https://doi.org/10.1136/bmj.j1456>
- De Tommasi, R., & Rye, T. (2009). *Leitfaden für die Integration von Mobilitätsmanagement in die räumliche Planung*. synergo, ENU. Von [http://epomm.eu/sites/default/files/files/MaxLupo\\_Deutsch.pdf](http://epomm.eu/sites/default/files/files/MaxLupo_Deutsch.pdf) abgerufen
- De Tommasi, R., Oetterli, D., & Caduff, G. (September 2008). *Mobilitätsmanagement in Betrieben – Motive und Wirksamkeit*. synergo, Tensor Consulting AG. Von [https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20150519\\_165908\\_96778\\_21236\\_1231\\_Inhalt.pdf](https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20150519_165908_96778_21236_1231_Inhalt.pdf) abgerufen
- Destatis. (28. Oktober 2020). *Beförderungen im Linienverkehr mit Bussen und Bahnen im 1. Halbjahr 2020*. Statistisches Bundesamt. Abgerufen am 08. 03 2021 von [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/10/PD20\\_424\\_461.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/10/PD20_424_461.html)
- EcoLibro. (o. D.). *Mobilität und Gesundheit*. EcoLibro GmbH. Abgerufen am 21. Juli 2020 von <https://www.ecolibro.de/de/Themenfelder/Mobilitaet-und-Gesundheit>
- EcoPoints. (14. Mai 2018). *Das Punkte-System für nachhaltige Mitarbeitermobilität*. EcoPoints. Abgerufen am 04. 01 2021 von <https://www.ecopoints.at/#advantage>
- Elmadfa, I., & Leitzmann, C. (2015). *Ernährung des Menschen*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- EPA. (November 2015). *MOVES2014a User Guide*. United State Environmental Protection Agency. Von <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockkey=P100NNCY.pdf> abgerufen
- Fahrradportal. (26. Januar 2009). *Arbeitgeber sparen 27 Millionen Euro pro Jahr durch mit dem Rad zur Arbeit pendelnde Mitarbeiter*. (Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH) Abgerufen am 21. 07 2020 von Nationaler-Radverkehrsplan: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/node/13731>
- FGSV. (Juni 2010). *Empfehlungen für Planung und Betrieb des öffentlichen Personennahverkehrs*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.
- FGSV. (2018). *Empfehlung zur Anwendung von Mobilitätsmanagement*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.

- FHWA. (22. Juni 2020). *Tools and Techniques for Evaluation TDM*. United States Department of Transportation - Federal Highway Administration. Abgerufen am 31. August 2020 von <https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop12035/chap9.htm>
- Finger, J. D., & Mensink, G. B. (2017). *Gesundheitsfördernde körperliche Aktivität in der Freizeit*. Robert Koch-Institut. Berlin: Journal of Health Monitoring. doi:10.17886/RKI-GBE-2017-027
- Hansen, J., Petri, C., Vasiliadis, J.-P., & Kohlwes, S. (o. D.). *Praxisleitfaden - Betriebliches Mobilitätsmanagement*. Berlin: DIHK Service GmbH. Von [https://www.mittelstand-energiewende.de/fileadmin/user\\_upload\\_mittelstand/MIE\\_vor\\_Ort/MIE-Praxisleitfaden\\_Betriebliches\\_Mobilit%C3%A4tsmanagement.pdf](https://www.mittelstand-energiewende.de/fileadmin/user_upload_mittelstand/MIE_vor_Ort/MIE-Praxisleitfaden_Betriebliches_Mobilit%C3%A4tsmanagement.pdf) abgerufen
- IVM. (o. D.). *Mobilität im Unternehmen effizient gestalten*. Frankfurt am Main: ivm GmbH. Von <https://effizient.ivm-rheinmain.de/wp-content/uploads/Betriebliches-Mobilit%C3%A4tsmanagement.pdf> abgerufen
- Jans, T. (November 2018). *Greenwashing – Die dunkle Seite der CSR*. RESET gemeinnützige Stiftungs-GmbH. Abgerufen am 18. November 2020 von <https://reset.org/knowledge/greenwashing-%E2%80%93-die-dunkle-seite-der-csr>
- Kroißenbrunner, M., & Hörzer, D. (2014). *Betriebliches Mobilitätsmanagement - Ein Leitfaden zur Unterstützung umweltfreundlicher Wege zur Arbeit*. Graz: Stadt Graz, A10/8 - Verkehrsplanung.
- Kyu, H. H., Bachman, V. F., Alexander, L. T., Mumford, J. E., Afshin, A., Estep, K., . . . Forouzanfar, M. (2016). *Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013*. BMJ Publishing Group Ltd. . doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.i3857>
- Lehnart, N. M. (August 2014). Umweltbelastungen durch den Straßenverkehr - Die statistische Erfassung nachhaltiger Mobilität. In *Statistische Monatshefte Rheinland-Pfalz*. Bad Ems: Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz. Von [https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/RPHeft\\_derivate\\_00004326/08-2014\\_Monatsheft\\_August.pdf](https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/RPHeft_derivate_00004326/08-2014_Monatsheft_August.pdf) abgerufen
- Loidl, M., Butzhammer, A., Castellazzi, B., Prinz, T., Wendel, R., & Zagel, B. (2018). Considering Spatial Factors in Promoting Active, Healthy Commuting. In *Journal for Geographic Information Science*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. doi:10.1553/giscience2018\_01\_s162
- Louen, C. (2013). *Wirkungsabschätzung von Mobilitätsmanagement*. Aachen: RWTH Aachen University.
- Mühlhans, H., & Bruns, A. (2013). *Leitbild Mobilität Kreis Offenbach - 1. Ergebnisse der Werkstatt "Mobilitätsmanagement"*. Frankfurt am Main: ivm GmbH. Von <http://www.leitbildmobilitaet.de/fileadmin/pdf-downloads/leitbild-mobilitaet/2013-11-25-Mobilitaetsmanagement-ivm-Muehlhans.pdf> abgerufen
- Müller, G. (2001). *Betriebliches Mobilitätsmanagement Status Quo einer Innovation in Deutschland und Europa*. München: Landeshauptstadt München - Referat für Arbeit und Wirtschaft. Von [http://www.webarkaden.de/docs/betr\\_mobim.pdf](http://www.webarkaden.de/docs/betr_mobim.pdf) abgerufen
- Müller, G., Steinberg, G., Happel, T., Holz-Rau, C., Kemming, H., Nickel, W., & Stiewe, M. (August 2007). *Weiterentwicklung von Produkten, Prozessen und Rahmenbedingungen des*

- betrieblichen Mobilitätsmanagements durch eine stärkere Systematisierung, Differenzierung und Standardisierung.* Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Planungsgruppe Nord GbR, Universität Dortmund.
- Neumeier, L. M., Loidl, M., Reich, B., Fernandez La Puente de Batre, M. D., Kissel, C. K., Templin, C., . . . Niederseer, D. (2020). *Effects of active commuting on health-related quality of life and sickness-related absence.* John Wiley & Sons Ltd. doi:10.1111/sms.13667
- NiO. (13. Dezember 2020). *ÖPNV-Stadtplan 2021.* Offenbach am Main: Nahverkehr in Offenbach GmbH. Von <https://www.offenbach.de/medien/bindata/soh/mobilitaet/fahrplanwechsel/OePNV-Stadtplan-2021.pdf> abgerufen
- Oberweger, E. (30. Mai 2005). *ÖAMTC: Jeder Pkw-Kilometer kostet im Schnitt 46,2 Cent - Kilometergeld dringend erhöhen.* Abgerufen am 27. Juli 2020 von APA-OTS: [https://www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20050330\\_OTS0050/oeamtc-jeder-pkw-kilometer-kostet-im-schnitt-462-cent-kilometergeld-dringend-erhoehen](https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20050330_OTS0050/oeamtc-jeder-pkw-kilometer-kostet-im-schnitt-462-cent-kilometergeld-dringend-erhoehen)
- Patterson, R., Panter, J., Vamos, E. P., Cumminis, S., Millet, C., & Laverty, A. A. (Mai 2020). *Associations between commute mode and cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality, and cancer incidence, using linked Census data over 25 years in England and Wales: a cohort study.* London: Lancet Planet Health. Von <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2820%2930079-6> abgerufen
- Pfeiffer, F. (12. August 2020). *Ein Experteninterview für die Bachelorarbeit führen.* Scribbr. Abgerufen am 17. November 2020 von <https://www.scribbr.de/methodik/experteninterview-bachelorarbeit/>
- PHINEO. (o. D.). *Wirkungsanalyse, Monitoring, Evaluation.* PHINEO gemeinnützige AG. Abgerufen am 13. November 2020 von <https://www.wirkungslernen.de/wirkungsanalyse/vorbereiten/monitoring-evaluation/>
- Reis, M. (22. September 2020). *Betriebliches Mobilitätsmanagement als Prozess.* Energieinstitut Vorarlberg. Abgerufen am 03. Januar 2021 von <https://www.energieinstitut.at/unternehmen/mobilitaet/bmm-als-prozess/>
- Sareban, M., Battre, L. P., Fernandez, M. D., Reich, B., Schmied, C., Loidl, M., . . . Niebauer, J. (2020). *Effects of active commuting to work for 12 months on cardiovascular risk factors and body composition.* John Wiley & Sons Ltd. doi:10.1111/sms.13695
- Schäfer, C., Mayr, B., La Puente de Batre, M. D., Reich, B., Schmied, C., Loidl, M., . . . Niederbauer, J. (2020). *Health effects of active commuting to work: The available evidence before GISMO.* John Wiley & Sons Ltd. doi:10.1111/sms.13685
- Scharnweber, M. (2004). *Theorie des betrieblichen Mobilitätsmanagements.* Trier: Stadtverwaltung Tier (Tiefbauamt). Von [http://webarkaden.de/docs/mob\\_trier\\_theorie\\_bemoma.pdf](http://webarkaden.de/docs/mob_trier_theorie_bemoma.pdf) abgerufen
- Schmied, C., Loidl, M., Rossi, V., La Puente de Batre, M. D., Reich, B., Josef, N., & Niederseer, D. (2020). *Dose-response relationship of active commuting to work: Results of the GISMO study.* John Wiley & Sons Ltd. doi:10.1111/sms.13631
- Schober, C., & Rauscher, O. (Februar 2021). *Impact und Wirkungsanalyse in Nonprofit Organisationen, Unternehmen und Organisationen mit gesellschaftlichem Mehrwert.* Wien: Wirtschaftsuniversität Vienna. Von

- [https://www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/cc/npocompetence/12\\_Publikationen\\_NPO\\_SE/Gr%C3%BCnhaus\\_Rauscher\\_Impact\\_Wirkungsanalyse\\_gesellMehrwert\\_2021.pdf](https://www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/cc/npocompetence/12_Publikationen_NPO_SE/Gr%C3%BCnhaus_Rauscher_Impact_Wirkungsanalyse_gesellMehrwert_2021.pdf) abgerufen
- Scholl, A. (2015). *Die Befragung (3. Auflage)*. Konstanz und München: UVK Verlagsgesellschaft mbH.
- Schramek, M., & Kemen, J. (November 2015). *Ein Drittel weniger Krankheitstage durch moderate körperliche Bewegung auf dem Weg zur Arbeit*. Troisdorf: EcoLibro GmbH. Von [https://www.ecolibro.de/media/archive1/2019170118BROSCHUERE\\_Mobilitaet\\_und\\_Gesundheit.pdf](https://www.ecolibro.de/media/archive1/2019170118BROSCHUERE_Mobilitaet_und_Gesundheit.pdf) abgerufen
- Statista. (August 2019). *Externe Kosten durch Verkehrsträger in Deutschland im Jahr 2017*. Statista GmbH. Abgerufen am 21. April 2021 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/13192/umfrage/externe-kosten-im-deutschen-verkehr/>
- STATISTIK AUSTRIA a. (19. Februar 2020). *Kfz-Bestand 2019*. Bundesanstalt Statistik Österreich. Von [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_bestand/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html) abgerufen
- STATISTIK AUSTRIA b. (21. September 2020). *Krankenstandsfälle, -dauer und -tage 2019 nach Geschlecht und Diagnose*. Bundesanstalt Statistik Österreich. Von [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/gesundheit/gesundheitszustand/krankenstaende/121708.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitszustand/krankenstaende/121708.html) abgerufen
- Stiewe, M., & Reutter, U. (August 2012). *Mobilitätsmanagement Wissenschaftliche Grundlagen und Wirkungen in der Praxis (1. Auflage)*. Essen: Klartext Verlag.
- TNO Forschungsinstitut. (26. Januar 2009). *Ministerie van Verkeer en Waterstaat (www.verkeerenwaterstaat.nl)*. Von Forschungsinstitut TNO ([www.tnl.nl](http://www.tnl.nl)). abgerufen
- Trippen, S., Theiss, A., Honheiser, F., Heinola, M., Berkel, L., & Sängler, S. (September 2018). *Stau- und Pendlerstudie 2018*. Initiative PERFORM Zukunftsregion FrankfurtRheinMain. Von <https://www.frankfurt-main.ihk.de/images/broschueren/Stau-und%20Pendlerstudie%202018.pdf> abgerufen
- Umweltbundesamt a. (09. Juni 2020). *Umweltbelastungen durch Verkehr*. Dessau: Umweltbundesamt. Abgerufen am 21. April 2021 von <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/umweltbelastungen-durch-verkehr#verkehrslarm-kann-krank-machen>
- Umweltbundesamt b. (Januar 2020). *Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr - Bezugsjahr 2018*. Dessau: Umweltbundesamt. Abgerufen am 23. Juli 2020 von [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/vergleich\\_der\\_durchschnittlichen\\_emissionen\\_einzeller\\_verkehrsmittel\\_im\\_personenverkehr\\_bezugsjahr\\_2018\\_tabelle.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/vergleich_der_durchschnittlichen_emissionen_einzeller_verkehrsmittel_im_personenverkehr_bezugsjahr_2018_tabelle.pdf)
- Umweltbundesamt c. (Oktober 2012). *Daten zum Verkehr - Ausgabe 2012*. Dessau: Umweltbundesamt. Von <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4364.pdf> abgerufen
- Universität Bielefeld. (08. März 2011). *Leitfaden zur Literaturrecherche*. Universität Bielefeld. Abgerufen am 17. Januar 2020 von <https://www.uni-bielefeld.de/erziehungswissenschaft/scs/pdf/leitfaeden/studierende/literaturrecherche.pdf>

- Universität zu Köln. (27. April 2020). *Literaturrecherche*. Universität zu Köln. Abgerufen am 17. November 2020 von <https://ib.uni-koeln.de/studium/onlinetutorium/recherche#:~:text=Die%20Literaturrecherche%20ist%20eine%20Grundfertigkeit,entsprechend%20Eingang%20in%20die%20Bewertung.>
- VCÖ. (Juni 2015). *Gesundheitsfaktor Arbeitsweg*. Wien: VCÖ. Von <https://www.vcoe.at/files/vcoe/uploads/News/VCOe-Factsheets/2013-2017/2015-04%20Arbeitswege/VCOe-Factsheet%20Gesundheitsfaktor%20Arbeitsweg.pdf> abgerufen
- VCÖ. (Februar 2017). *Wie nachhaltige Mobilität Wohnkosten reduziert*. Wien: VCÖ. Von <https://www.vcoe.at/files/vcoe/uploads/News/VCOe-Factsheets/2013-2017/2017-01%20-%20Wohnkosten/VCOe-Factsheet%202017-01%20Wohnen.pdf> abgerufen
- VCÖ. (10. Juni 2020). *VCÖ: Mobilitätsmanagement für Betriebe ab 50 Beschäftigten zum Standard machen*. Wien: VCÖ. Abgerufen am 15. Juli 2020 von <https://www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/vcoe-die-haelfte-der-anwerktagen-gefahrenen-autokilometer-sind-arbeits-und-dienstwege>
- VMBW. (23. Oktober 2018). *Mobilitätsmanagement in fünf Schritten*. Stuttgart: Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. Von [https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/F%C3%B6rderprogramme/Mobilitaetsmanagement\\_Leitfaden\\_in\\_5\\_Schritten.pdf](https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/F%C3%B6rderprogramme/Mobilitaetsmanagement_Leitfaden_in_5_Schritten.pdf) abgerufen
- WHO. (2017). *Gesundheitsökonomisches Bewertungsinstrument (HEAT) für Gehen und für Radfahren*. Kopenhagen: Weltgesundheitsorganisation Regionalbüro für Europa. Von [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/360908/heat-ger.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/360908/heat-ger.pdf) abgerufen
- Winters, P. I., Hendricks, J. S., & Stutts, E. (o. D.). *Quantifying the Business Benefits of TDM*. Florida Department of Transportation and U.S. Department of Transportation. Von <https://www.nctr.usf.edu/pdf/416-11.pdf> abgerufen
- Winters, P. L., Perez, R. A., Joshi, A. D., & Perone, J. (01. Januar 2005). *Work Site Trip Reduction Model and Manual*. Center for Urban Transportation Research. doi:<https://doi.org/10.1177/0361198105192400125>
- Winters, P. L., Perez, R. A., Perone, J., Joshi, A., Gregory, A., & Hershberger, J. (April 2004). *Workside Trip Reduction Model and Manual*. National Center for Transit Research, Center for Urban Transportation Research. Von <https://www.nctr.usf.edu/pdf/473-14.pdf> abgerufen
- WKO. (März 2020). *ARBEITSZEIT - Tarifarbeitszeit von Arbeitnehmern, Stand: 2018*. Wirtschaftskammer Österreich. Von <http://wko.at/statistik/eu/europa-arbeitszeit.pdf> abgerufen
- WKO. (01. Januar 2021). *Jobticket*. Wirtschaftskammer Österreich. Abgerufen am 04. Januar 2021 von <https://www.wko.at/service/steuern/Jobticket.html#:~:text=Diese%20beiden%20Erfordernisse%20f%C3%BCr%20die,auch%20nur%20zum%20Teil%20tr%C3%A4gt.>
- ZSL. (o. D.). *Expertenbefragung*. Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung. Abgerufen am 17. November 2020 von [https://lehrerfortbildung-bw.de/st\\_kompetenzen/weiteres/projekt/projektkompetenz/methoden\\_a\\_z/expertenbefragung.htm](https://lehrerfortbildung-bw.de/st_kompetenzen/weiteres/projekt/projektkompetenz/methoden_a_z/expertenbefragung.htm)

## Anhang

### Quellcode des Python Programms der Potenzialanalyse

```

1. import pandas as pd
#####
#REL_ID
2. ID = pd.read_csv('MIV.csv', sep = ';')           #einlesen der Datei 'MIV.csv' als ID
3. group_ID = ID.groupby('rel_id')                 #Zeilen nach den Spalteneinträgen 'rel_id' gruppieren
4. min_ID = ID.loc[ID.groupby('rel_id')['rel_id'].idxmin()]; #Zeilen mit derselben 'rel_id' bis auf eine entfernen
5. min_ID = min_ID[['rel_id']]                     #Spalte 'rel_id' als min_ID speichern

#####
#Auswahl der attraktivsten Verbindungen je Verkehrsmodus und Mitarbeiter
#MIV
6. MIV = pd.read_csv('MIV.csv', sep = ';')           #einlesen der Datei 'MIV.csv' als MIV
7. MIV_valid = MIV[MIV['miv_journey_time'] > -1]
8. min_MIV = MIV_valid.loc[MIV_valid.groupby('rel_id')['miv_journey_time'].idxmin()]
9. min_MIV = min_MIV[['rel_id', 'miv_distance', 'miv_journey_time', 'miv_parking_time']]

#Public Transport
10. PT = pd.read_csv('PT.csv', sep = ';')
11. walk_length = 2000
12. PT_less_2000 = PT[(PT['pt_walk_distance'] <= walk_length) & (PT['pt_walk_distance'] > -1)]
13. min_PT = PT_less_2000.loc[PT_less_2000.groupby('rel_id')['pt_trip_time'].idxmin()]
14. min_PT = min_PT[['rel_id', 'pt_walk_distance', 'pt_journey_time', 'pt_trip_time', 'pt_changes']]

#Bike
15. Bike = pd.read_csv('Bike.csv', sep = ';')
16. Bike_valid = Bike[Bike['bike_journey_time'] > -1]
17. min_Bike = Bike.loc[Bike.groupby('rel_id')['bike_journey_time'].idxmin()]
18. min_Bike = min_Bike[['rel_id', 'bike_distance', 'bike_journey_time', 'bike_ascent', 'bike_descent']]

#Park and Ride
19. PR = pd.read_csv('PR.csv', sep = ';')
20. PR_valid = PR[PR['pr_trip_time'] > -1]
21. min_PR = PR_valid.loc[PR_valid.groupby('rel_id')['pr_trip_time'].idxmin()]
22. min_PR = min_PR[['rel_id', 'pr_miv_time', 'pr_pt_journey_time', 'pr_trip_time', 'pr_pt_changes']]

#Bike & Ride
23. BR = pd.read_csv('BR.csv', sep = ';')
24. BR_valid = BR[(BR['br_trip_time'] > -1) & (BR['br_miv_time'] <= 900)]
25. min_BR = BR_valid.loc[BR_valid.groupby('rel_id')['br_trip_time'].idxmin()]
26. min_BR = min_BR[['rel_id', 'br_miv_time', 'br_pt_journey_time', 'br_trip_time', 'br_pt_changes']]

#####
#Zusammenfuegen der einzelnen Verkehrsmodi
27. Ausgabe0 = pd.merge(min_ID, min_MIV, on='rel_id', how = 'outer')
28. Ausgabe1 = pd.merge(Ausgabe0, min_PT, on='rel_id', how = 'outer')
29. Ausgabe2 = pd.merge(Ausgabe1, min_Bike, on='rel_id', how = 'outer')
30. Ausgabe3 = pd.merge(Ausgabe2, min_PR, on='rel_id', how = 'outer')
31. Ausgabe = pd.merge(Ausgabe3, min_BR, on='rel_id', how = 'outer')

```

#####

#Öffentliches Verkehrsmittelwahl

#Berechnen der Reisezeitverhältnisse Public Transport zu MIV

32. Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] = Ausgabe['pt\_trip\_time']/(Ausgabe['miv\_journey\_time'] + Ausgabe['miv\_parking\_time'])

#Zuteilung des LOS

33. Ausgabe.loc[Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] < 1, 'Qualitaetsstufe\_PT'] = 'A'

34. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] >= 1) & (Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] < 1.5), 'Qualitaetsstufe\_PT'] = 'B'

35. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] >= 1.5) & (Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] < 2.1), 'Qualitaetsstufe\_PT'] = 'C'

36. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] >= 2.1) & (Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] < 2.8), 'Qualitaetsstufe\_PT'] = 'D'

37. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] >= 2.8) & (Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] < 3.8), 'Qualitaetsstufe\_PT'] = 'E'

38. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] >= 3.8), 'Qualitaetsstufe\_PT'] = 'F'

#Berechnen der Reisezeitverhältnisse Park and Ride zu MIV

39. Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] = Ausgabe['pr\_trip\_time']/(Ausgabe['miv\_journey\_time'] + Ausgabe['miv\_parking\_time'])

#Zuteilung des LOS

40. Ausgabe.loc[Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] < 1, 'Qualitaetsstufe\_PR'] = 'A'

41. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] >= 1) & (Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] < 1.5), 'Qualitaetsstufe\_PR'] = 'B'

42. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] >= 1.5) & (Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] < 2.1), 'Qualitaetsstufe\_PR'] = 'C'

43. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] >= 2.1) & (Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] < 2.8), 'Qualitaetsstufe\_PR'] = 'D'

44. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] >= 2.8) & (Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] < 3.8), 'Qualitaetsstufe\_PR'] = 'E'

45. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] >= 3.8), 'Qualitaetsstufe\_PR'] = 'F'

#Berechnen der Reisezeitverhältnisse Bike and Ride zu MIV

46. Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] = Ausgabe['br\_trip\_time']/(Ausgabe['miv\_journey\_time'] + Ausgabe['miv\_parking\_time'])

#Zuteilung des LOS

47. Ausgabe.loc[Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] < 1, 'Qualitaetsstufe\_BR'] = 'A'

48. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] >= 1) & (Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] < 1.5), 'Qualitaetsstufe\_BR'] = 'B'

49. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] >= 1.5) & (Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] < 2.1), 'Qualitaetsstufe\_BR'] = 'C'

50. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] >= 2.1) & (Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] < 2.8), 'Qualitaetsstufe\_BR'] = 'D'

51. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] >= 2.8) & (Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] < 3.8), 'Qualitaetsstufe\_BR'] = 'E'

52. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] >= 3.8), 'Qualitaetsstufe\_BR'] = 'F'

#Auswahl des potenziell attraktivsten ÖPNV Verkehrsmittel

53. Ausgabe.loc[((Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] <= Ausgabe['RZV\_BR/MIV']) | pd.isnull(Ausgabe['RZV\_BR/MIV'])) & ((Ausgabe['RZV\_PT/MIV'] <= Ausgabe['RZV\_PR/MIV']) | pd.isnull(Ausgabe['RZV\_PR/MIV'])), 'OEPNV\_VM'] = 'PT'

54. Ausgabe.loc[((Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] < Ausgabe['RZV\_BR/MIV']) | pd.isnull(Ausgabe['RZV\_BR/MIV'])) & ((Ausgabe['RZV\_PR/MIV'] < Ausgabe['RZV\_PT/MIV']) | pd.isnull(Ausgabe['RZV\_PT/MIV'])), 'OEPNV\_VM'] = 'PR'

55. Ausgabe.loc[((Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] <= Ausgabe['RZV\_PR/MIV']) | pd.isnull(Ausgabe['RZV\_PR/MIV'])) & ((Ausgabe['RZV\_BR/MIV'] < Ausgabe['RZV\_PT/MIV']) | pd.isnull(Ausgabe['RZV\_PT/MIV'])), 'OEPNV\_VM'] = 'BR'

56. Ausgabe.loc[(Ausgabe['OEPNV\_VM'] == 'PT'), 'RZV\_OEPNV/MIV'] = Ausgabe['RZV\_PT/MIV']

57. Ausgabe.loc[(Ausgabe['OEPNV\_VM'] == 'PR'), 'RZV\_OEPNV/MIV'] = Ausgabe['RZV\_PR/MIV']

58. Ausgabe.loc[(Ausgabe['OEPNV\_VM'] == 'BR'), 'RZV\_OEPNV/MIV'] = Ausgabe['RZV\_BR/MIV']

#####

#Bestimmen der Potenziellen Verkehrsmittel mit RVZ=2,1 ohne E-Bike - konservatives Potenzial

59. RZV\_Schwellwert\_2\_1 = 2.1

60. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike\_distance'] <= 2000), 'pot\_modus\_2.1'] = 'F'

61. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike\_distance'] >= 2000) & (Ausgabe['bike\_distance'] <= 5000), 'pot\_modus\_2.1'] = 'B'

62. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike\_distance'] >= 5000) & (Ausgabe['RZV\_OEPNV/MIV'] < RZV\_Schwellwert\_2\_1), 'pot\_modus\_2.1'] = Ausgabe['OEPNV\_VM']

63. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike\_distance'] >= 5000) & (Ausgabe['RZV\_OEPNV/MIV'] >= RZV\_Schwellwert\_2\_1), 'pot\_modus\_2.1'] = 'MIV'

## #Berechnung des Potenziellen Modal Split ohne E-Bike - konservatives Potenzial

```

64. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1'] == 'F'), 'Modal_Split_Fuss_2.1'] = '1'
65. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1'] == 'B'), 'Modal_Split_Bike_2.1'] = '1'
66. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1'] == 'MIV'), 'Modal_Split_MIV_2.1'] = '1'
67. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1'] == 'PT'), 'Modal_Split_PT_2.1'] = '1'
68. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1'] == 'PR'), 'Modal_Split_PR_2.1'] = '1'
69. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1'] == 'BR'), 'Modal_Split_BR_2.1'] = '1'

```

## #Potenziale der einzelnen Modi

```

70. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 2000), 'pot_modus_FuS_2.1'] = '1'           #Fußgänger Potenzial
71. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 5000), 'pot_modus_Bike_2.1'] = '1'       #Fahrrad Potenzial
72. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_PT/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_1 ), 'pot_modus_PT_2.1'] = '1' #PT Potenzial
73. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_PR/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_1 ), 'pot_modus_PR_2.1'] = '1' #PR Potenzial
74. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_BR/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_1 ), 'pot_modus_BR_2.1'] = '1' #BR Potenzial

```

```
#####
```

## #Bestimmen der potenziellen Verkehrsmittel mit RZV=2,8 ohne E Bike - ambitioniertes Potenzial

```

75. RZV_Schwellwert = 2.8
76. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 2000), 'pot_modus_2.8'] = 'F'
77. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 2000) & (Ausgabe['bike_distance'] <= 5000), 'pot_modus_2.8'] = 'B'
78. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 5000) & (Ausgabe['RZV_OEPNV/MIV'] < RZV_Schwellwert ),
'pot_modus_2.8'] = Ausgabe['OEPNV_VM']
79. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 5000) & (Ausgabe['RZV_OEPNV/MIV'] >= RZV_Schwellwert ),
'pot_modus_2.8'] = 'MIV'

```

## #Berechnung des Potenziellen Modal Split ohne E-Bike - ambitioniertes Potenzial

```

80. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8'] == 'F'), 'Modal_Split_Fuss_2.8'] = '1'
81. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8'] == 'B'), 'Modal_Split_Bike_2.8'] = '1'
82. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8'] == 'MIV'), 'Modal_Split_MIV_2.8'] = '1'
83. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8'] == 'PT'), 'Modal_Split_PT_2.8'] = '1'
84. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8'] == 'PR'), 'Modal_Split_PR_2.8'] = '1'
85. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8'] == 'BR'), 'Modal_Split_BR_2.8'] = '1'

```

## #Potenziale der einzelnen Modi ohne E-Bike - ambitioniertes Potenzial

```

86. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 2000), 'pot_modus_FuS_2.8'] = '1'           #Fußgänger Potenzial
87. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 5000), 'pot_modus_Bike_2.8'] = '1'       #Fahrrad Potenzial
88. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_PT/MIV'] < RZV_Schwellwert ), 'pot_modus_PT_2.8'] = '1' #PT Potenzial
89. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_PR/MIV'] < RZV_Schwellwert ), 'pot_modus_PR_2.8'] = '1' #PR Potenzial
90. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_BR/MIV'] < RZV_Schwellwert ), 'pot_modus_BR_2.8'] = '1' #BR Potenzial

```

```
#####
```

## #Bestimmen der Potenziellen Verkehrsmittel mit RVZ=2,1 mit E-Bike - konservatives Potenzial

```

91. RZV_Schwellwert_2_1 = 2.1
92. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 2000), 'pot_modus_2.1_E-Bike'] = 'F'
93. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 2000) & (Ausgabe['bike_distance'] <= 5000), 'pot_modus_2.1_E-Bike'] = 'B'
94. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 5000) & (Ausgabe['bike_distance'] <= 10000), 'pot_modus_2.1_E-Bike'] = 'E-
Bike'
95. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 10000) & (Ausgabe['RZV_OEPNV/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_1 ),
'pot_modus_2.1_E-Bike'] = Ausgabe['OEPNV_VM']
96. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 10000) & (Ausgabe['RZV_OEPNV/MIV'] >= RZV_Schwellwert_2_1 ),
'pot_modus_2.1_E-Bike'] = 'MIV'

```

#Berechnung des Potenziellen Modal Split - konservatives Potenzial

```

97. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1_E-Bike'] == 'F'), 'Modal_Split_Fuss_2.1_E-Bike'] = '1'
98. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1_E-Bike'] == 'B'), 'Modal_Split_Bike_2.1_E-Bike'] = '1'
99. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1_E-Bike'] == 'E-Bike'), 'Modal_Split_E-Bike_2.1_E-Bike'] = '1'
100. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1_E-Bike'] == 'MIV'), 'Modal_Split_MIV_2.1_E-Bike'] = '1'
101. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1_E-Bike'] == 'PT'), 'Modal_Split_PT_2.1_E-Bike'] = '1'
102. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1_E-Bike'] == 'PR'), 'Modal_Split_PR_2.1_E-Bike'] = '1'
103. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.1_E-Bike'] == 'BR'), 'Modal_Split_BR_2.1_E-Bike'] = '1'

```

#Potenziale der einzelnen Modi - konservatives Potenzial

```

104. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 2000), 'pot_modus_FuS_2.1_E-Bike'] = '1' #Fußgänger Potenzial
105. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 5000), 'pot_modus_Bike_2.1_E-Bike'] = '1' #Fahrrad Potenzial
106. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 10000), 'pot_modus_E-Bike_2.1_E-Bike'] = '1' #E-Bike Potenzial
107. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_PT/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_1 ), 'pot_modus_PT_2.1_E-Bike'] = '1' #PT Potenzial
108. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_PR/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_1 ), 'pot_modus_PR_2.1_E-Bike'] = '1' #PR Potenzial
109. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_BR/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_1 ), 'pot_modus_BR_2.1_E-Bike'] = '1' #BR Potenzial

```

#####  
#Bestimmen der Potenziellen Verkehrsmittel mit RVZ=2,8 mit E Bike - ambitioniertes Potenzial

```

110. RZV_Schwellwert_2_8 = 2.8
111. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 2000), 'pot_modus_2.8_E-Bike'] = 'F'
112. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 2000) & (Ausgabe['bike_distance'] <= 5000), 'pot_modus_2.8_E-Bike'] = 'B'
113. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 5000) & (Ausgabe['bike_distance'] <= 10000), 'pot_modus_2.8_E-Bike'] = 'E-Bike'
114. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 10000) & (Ausgabe['RZV_OEPNV/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_8 ), 'pot_modus_2.8_E-Bike'] = Ausgabe['OEPNV_VM']
115. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] >= 10000) & (Ausgabe['RZV_OEPNV/MIV'] >= RZV_Schwellwert_2_8 ), 'pot_modus_2.8_E-Bike'] = 'MIV'

```

#Berechnung des Potenziellen Modal Split - ambitioniertes Potenzial

```

116. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8_E-Bike'] == 'F'), 'Modal_Split_Fuss_2.8_E-Bike'] = '1'
117. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8_E-Bike'] == 'B'), 'Modal_Split_Bike_2.8_E-Bike'] = '1'
118. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8_E-Bike'] == 'E-Bike'), 'Modal_Split_E-Bike_2.8_E-Bike'] = '1'
119. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8_E-Bike'] == 'MIV'), 'Modal_Split_MIV_2.8_E-Bike'] = '1'
120. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8_E-Bike'] == 'PT'), 'Modal_Split_PT_2.8_E-Bike'] = '1'
121. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8_E-Bike'] == 'PR'), 'Modal_Split_PR_2.8_E-Bike'] = '1'
122. Ausgabe.loc[(Ausgabe['pot_modus_2.8_E-Bike'] == 'BR'), 'Modal_Split_BR_2.8_E-Bike'] = '1'

```

#Potenziale der einzelnen Modi- ambitioniertes Potenzial

```

123. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 2000), 'pot_modus_FuS_2.8_E-Bike'] = '1' #Fußgänger Potenzial
124. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 5000), 'pot_modus_Bike_2.8_E-Bike'] = '1' #Fahrrad Potenzial
125. Ausgabe.loc[(Ausgabe['bike_distance'] <= 10000), 'pot_modus_E-Bike_2.8_E-Bike'] = '1' #E-Bike Potenzial
126. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_PT/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_8 ), 'pot_modus_PT_2.8_E-Bike'] = '1' #PT Potenzial
127. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_PR/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_8 ), 'pot_modus_PR_2.8_E-Bike'] = '1' #PR Potenzial
128. Ausgabe.loc[(Ausgabe['RZV_BR/MIV'] < RZV_Schwellwert_2_8 ), 'pot_modus_BR_2.8_E-Bike'] = '1' #BR Potenzial

```

#####  
#####  
#Ausgabe

```

129. Ausgabe.to_csv('Ausgabe.csv', sep = ';', decimal=',', float_format='%.3f')

```