

Masterarbeit

**Untersuchung von Maßnahmen zur Implementierung einer  
nachhaltigen, innerbetrieblichen Mobilitätsstrategie  
am Beispiel eines kommunalen Unternehmens**

an der Hochschule Bochum

im Fachbereich Elektrotechnik und Informatik

erstellte Masterarbeit

im Studiengang Angewandte Nachhaltigkeit

zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science (M.Sc.)

eingereicht von:

Marcel Thomas

Matrikelnummer: 018101025

Drusenbergstr. 83

44789 Bochum

Tel.: 0175/4385011

E-Mail: marcel.thomas@hs-bochum.de

Abgabe der Arbeit: 04.01.2021 (4.Fachsemester)

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Semih Severengiz

Zweitprüfer: Dr.-Ing. Sebastian Finke

## Abkürzungsverzeichnis

BMVI .....	<i>Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur</i>
CEF .....	<i>Combustion emission factor (dt.: Verbrennungsemissionsfaktor)</i>
CH <sub>4</sub> .....	<i>Methan</i>
CO <sub>2</sub> .....	<i>Kohlenstoffdioxid</i>
CO <sub>2e</sub> .....	<i>Kohlenstoffdioxidäquivalent</i>
E-Auto .....	<i>Elektroauto</i>
EEIO .....	<i>Environmentally Extended Input Output Modell</i>
E-Roller .....	<i>Elektroroller</i>
Fkm .....	<i>Fahrzeugkilometer</i>
GHG Protokoll.....	<i>Greenhouse Gas Protokoll</i>
GmbH.....	<i>Gesellschaft mit beschränkter Haftung</i>
GWP .....	<i>Treibhausgaspotential</i>
IOT .....	<i>Input-Output-Tabelle</i>
KW .....	<i>Kleinwagen</i>
kWh .....	<i>Kilowattstunde</i>
LCEF .....	<i>Life Cycle Emission Factor (dt.: Lebenszyklusemissionsfaktor)</i>
MIV .....	<i>Motorisierter Individualverkehr</i>
MW .....	<i>Mittelklassewagen</i>
N <sub>2</sub> O .....	<i>Lachgas/Distickstoffmonoxid</i>
NMIV.....	<i>Nichtmotorisierter Individualverkehr</i>
ÖPNV .....	<i>Öffentlicher Personennahverkehr</i>
OW .....	<i>Oberklassewagen</i>
Pkm.....	<i>Personenkilometer</i>
SDG .....	<i>Ziele für nachhaltige Entwicklung (engl.: Sustainable Development Goal)</i>
UBA.....	<i>Umweltbundesamt</i>
UV .....	<i>Umweltverbund</i>

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Mobilität.....	3
2.1	Definition von Mobilität .....	3
2.2	Mobilität als Emissionsquelle .....	3
2.3	Mobilität in Deutschland .....	4
2.3.1	Arbeitswege in Deutschland .....	7
2.4	Betriebliches Mobilitätsmanagement .....	7
2.4.1	Klassifizierung von Maßnahmen zum betrieblichen Mobilitätsmanagement.....	8
2.5	Ablauf von Mobilitätsmanagement.....	8
2.6	Vorreiter im Bereich des betrieblichen Mobilitätsmanagements.....	10
2.7	Nachhaltigkeit und betriebliches Mobilitätsmanagement.....	12
3	Messung von mobilitätsbedingten Emissionen .....	15
3.1	Ansätze zur Emissionsberechnung .....	15
3.2	Das Greenhouse Gas Protokoll .....	16
3.2.1	Die kraftstoffbasierte Methode .....	16
3.2.2	Die entfernungsbasierte Methode.....	17
3.2.3	Die ausgabenbasierte Methode.....	17
3.2.4	Berechnung der Emissionen durch Dienstreisen .....	18
3.2.5	Berechnung der Emissionen durch das Pendeln der Angestellten .....	18
3.2.6	Berechnung der Emissionen der Flotte.....	19
4	Die Stadtwerke Bochum als Unternehmen.....	20
5	Methodik.....	22
5.1	Berechnung der mobilitätsbedingten Treibhausgasemissionen.....	22
5.1.1	Emissionen durch den Arbeitsweg.....	22
5.1.2	Emissionen der Flotte und durch Dienstreisen .....	24
6	Visualisierung der Ergebnisse.....	26
6.1	Das Dashboard als Ergebnisüberblick.....	26

6.1.1	Die Funktionen des Dashboards.....	26
6.2	Die Szenariotabelle .....	29
7	Ergebnisse und Interpretation .....	32
7.1	Der Arbeitsweg – Verkehrsmittel und Gründe.....	32
7.2	Potential alternativer Verkehrsmittel für den Arbeitsweg .....	33
7.3	Potential der Teleheimarbeit.....	34
7.4	Berechnung der Treibhausgasemissionen.....	37
8	Einsparpotentiale .....	39
8.1	Der beste Fall .....	39
8.1.1	Annahmen .....	39
8.1.2	Ergebnisse .....	41
8.2	Einsparpotential verschiedener Maßnahmen .....	42
9	Bewertung der Umfrage.....	45
9.1	Gütekriterien .....	45
9.1.1	Objektivität.....	45
9.1.2	Reliabilität.....	45
9.1.3	Validität .....	45
10	Fazit und Ausblick.....	48
11	Literaturverzeichnis.....	51
12	Anhang.....	I
12.1	Anhangsverzeichnis .....	I
12.1.1	Anhang 1.....	II
12.1.2	Anhang 2.....	V
12.1.3	Anhang 3.....	VIII
13	Eidesstattliche Erklärung.....	IX

# 1 Einleitung

Wir können den Wind nicht ändern, aber die Segel anders setzen.

Aristoteles, 384 v. Chr. – 322 v. Chr., griechischer Philosoph und Naturforscher

Weltweit werden Klimaziele verschärft. Die Europäische Union plant die Treibhausgasneutralität in ihrem „Green Deal“ bis spätestens 2050 (Europäische Kommission, 2020), Joe Biden will dies für die USA ebenfalls bis 2050 erreichen (Biden, o.D.) und sogar China will vor 2060 klimaneutral sein (UN News, 2020). Dabei hat es die EU von 1990 bis 2018 geschafft, ihren Treibhausgasausstoß um 23 % zu senken (Statistisches Bundesamt, 2020) – im gleichen Zeitraum sind jedoch die Treibhausgase im Verkehrssektor um 24 % gestiegen (ebd.). Die Klimaneutralität kann also ohne eine Transformation im Verkehrs- und Mobilitätssektor nicht erreicht werden. Dazu ist es notwendig, dass auch Unternehmen ihre Geschäftstätigkeit nachhaltiger ausrichten. Sie verursachen mobilitätsbedingte Emissionen durch den eigenen Fuhrpark oder durch vorgelagerte Aktivitäten, sogenannte *upstream activities* (vgl. GHG Protokoll, o.D.), wie Geschäftsreisen oder das Pendeln der Arbeitnehmer. Um diese Emissionen langfristig zu senken, sind nachhaltige innerbetriebliche Mobilitätskonzepte notwendig.

Zur Umsetzung und Bewertung einer solchen innerbetrieblichen Mobilitätsstrategie ist es notwendig, regelmäßig die Treibhausgasemissionen eines Unternehmens zu ermitteln, um so zum einen Einsparpotentiale zu identifizieren und zum anderen die Entwicklung zu verfolgen, um gegebenenfalls nachsteuern zu können.

Diese Masterarbeit soll dazu einen Beitrag leisten, indem dies am Beispiel der Stadtwerke Bochum behandelt wird. Dabei handelt es sich um ein kommunales Unternehmen aus dem Bereich der Energie- und Wasserversorgung mit mehr als 700 Mitarbeitern und einem Umsatz von über 500 Mio. Euro pro Jahr.

Zur Ermittlung des mobilitätsbedingten Treibhausgasausstoßes kann zum einen für flotteneigene Fahrzeuge und Dienstreisen mit dem Zug auf direkte Daten der Stadtwerke Bochum zurückgegriffen werden; zum anderen müssen jedoch die Daten für den Arbeitsweg und für dienstliche Wege, die mit einem Privatfahrzeug zurückgelegt werden, generiert werden. Dazu wird eine Forms-Umfrage für die Mitarbeiter erstellt. Auf Basis der ersten Durchführung wird diese Umfrage hinsichtlich einiger Aspekte verbessert, sodass die Umfrage jedes Jahr durchgeführt werden kann, um den Verlauf der Emissionen regelmäßig zu evaluieren.

Für einen schnellen und gut visualisierten Überblick über die Ergebnisse wird ein excel-Dashboard entwickelt, in dem die wichtigsten Leistungskennzahlen im Bereich der Klimawirkung und Mobilität enthalten sind. Darüber hinaus wird eine Szenariotabelle entwickelt, die zwei Vorteile bietet: Zum einen können mit ihr schnell und einfach die Gesamtemissionen berechnet werden und zum anderen können so Einsparpotentiale bzw. Auswirkungen bestimmter Szenarien ermittelt werden.

Bei der Berechnung der Daten wird darauf geachtet, dass Lebenszyklusdaten genutzt werden, um Verzerrungen, z.B. durch die Fokussierung auf die Nutzungsphase bei Elektroautos, zu verhindern.

Im zweiten Kapitel werden Grundlagen über das Mobilitätsverhalten in Deutschland, Grundbegriffe der Mobilität und betriebliches Mobilitätsmanagement erläutert. Dabei werden auch insbesondere Vorreiter auf diesem Gebiet und deren Maßnahmen präsentiert. Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit dem Greenhouse Gas Protokoll, das häufig als der Standard für die Berechnung von Treibhausgasemissionen in Unternehmen herangezogen wird. Im darauffolgenden Kapitel werden die Stadtwerke Bochum vorgestellt. Danach folgen die Kapitel über die in der Masterarbeit zur Berechnung der Emissionen verwendete Methodik und die Prinzipien des Dashboards und der Szenariotabelle. Anschließend werden die Ergebnisse aufgezeigt und interpretiert. Das achte Kapitel beschäftigt sich mit den möglichen Einsparpotentialen. Bevor zum Schluss das Fazit und ein Ausblick gezogen werden, werden die Ergebnisse (insbesondere die Umfrage) unter den drei Gütekriterien für quantitative Forschung bewertet.

## 2 Mobilität

Dieser Abschnitt handelt von der Einordnung von Mobilität in das Thema Klima und Klimawirkung, insbesondere in Deutschland. Zudem werden die Grundlagen des betrieblichen Mobilitätsmanagements beschrieben und Vorreiterunternehmen und deren Maßnahmen präsentiert.

### 2.1 Definition von Mobilität

Der Begriff Mobilität entstammt dem lateinischen Wort *mobilis*, das mit *beweglich* übersetzt werden kann. Der Duden selbst bezeichnet *Mobilität* als Beweglichkeit, die neben der Mobilität in Bezug auf den Beruf, die soziale Stellung oder den Wohnsitz auch auf den privaten und öffentlichen Verkehr beziehen kann. Diesbezüglich wird Mobilität als „Fortbewegung von Personen oder Beförderung von Gütern“ (Duden, o.D.) bezeichnet. Zwar hat der Mensch seit jeher ein Mobilitätsbedürfnis; dieses ist in der Regel aber extrinsisch motiviert (z.B. eine Fahrt in den Urlaub oder den Weg zur Arbeit) und stellt somit eine dienende Funktion dar (Frank, 1997). So wird das Mobilitätsbedürfnis dann hervorgerufen, wenn „eine Aktivität am aktuellen Standort nicht ausgeführt“ werden kann (Bartz, 2010, S. 31). Die extrinsischen Gründe, die das Bedürfnis ausgelöst haben, sind seit Beginn der Menschheit nahezu unverändert. Dazu gehören beispielsweise der Weg zur Arbeit, der Einkauf oder die Freizeitgestaltung. Damit kann Mobilität auch als Voraussetzung für Wohlstand gesehen werden, da sich dadurch das Gemeinwesen ebenso wie Güter- und Arbeitsmärkte entwickeln konnten (WKO, 2018). Im Gegensatz dazu ändert sich das individuelle Verkehrsverhalten beispielsweise durch den technischen Fortschritt, den individuellen Zugang zu bestimmten Verkehrsmitteln und persönliche Präferenzen fortlaufend. Dabei kann mittlerweile *physische Mobilität* durch *digitale Mobilität* ersetzt werden (z.B. Home-Office, Video on Demand, ...) (ebd.).

### 2.2 Mobilität als Emissionsquelle

Eine direkte Folge des Mobilitätsbedürfnisses ist Verkehr. Er entsteht als sekundärer Effekt, wenn sich ein Individuum von einem zu einem anderen Ort bewegt. Neben dem „internen Effekt“, dass das Individuum z.B. seinen Weg zur Arbeit zurücklegt, löst der Verkehr weitere *externe Effekte* aus. Man unterscheidet hier zwischen *positiven* und *negativen* externen Effekten (Sturm & Vogt, 2018). Als positiven externen Effekt können im Bereich des Verkehrs zum Beispiel die körperliche Betätigung beim Gehen oder Fahrradfahren angeführt werden, da sie die Gesundheit fördert und damit produktivere Menschen hervorbringt. Größtenteils können

die externen Effekte jedoch als negativ bewertet werden (ebd.). Insbesondere der motorisierte Verkehr hat neben einer Zunahme von Verkehrsunfällen oder der Lärmbelastung auch negative Effekte auf die Umwelt. Neben Schäden an der Natur und Landschaft durch die Bereitstellung der Infrastruktur (z.B. Zerschneidung von Lebensräumen für Tiere) ist dabei die Luftverschmutzung hervorzuheben. Sie kann *lokale* oder *globale* Auswirkungen haben. Schadstoffe wie Feinstaub oder Stickoxide wirken sich nur in einer räumlichen Nähe zum Emissionsort aus (lokale Auswirkung), wohingegen sich Schadstoffe wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), die einen Einfluss auf das Klima haben, global auswirken. Aus diesem Grund macht es daher zum Beispiel auch keinen Unterschied, ob Kohlenstoffdioxid außerhalb oder innerhalb einer Stadt emittiert wird. Neben dem direkten Verbrennen des Treibstoffs während der Fahrt werden auch Treibhausgase bei der Herstellung und Entsorgung eines Fahrzeugs oder der Bereitstellung des Treibstoffs ausgestoßen.

Die Gase, die den Klimawandel beschleunigen, werden *Treibhausgase* genannt. Das Kyoto-Protokoll nennt sechs Treibhausgase: Kohlenstoffdioxid, Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und mehrere fluorierte Treibhausgase (F-Gase). Diese Gase haben eine unterschiedlich starke Auswirkung auf den Treibhauseffekt. Man sagt auch, dass sie ein unterschiedlich hohes *Treibhausgaspotential* (GWP) haben. So ist die Wirkung auf den Treibhauseffekt von einem Kilogramm Methan auf 100 Jahre gerechnet 28-mal so stark wie die Wirkung eines Kilogramms CO<sub>2</sub> (vgl. IPCC Report, Myhre et al., 2013). Man sagt daher auch, dass ein Kilogramm Methan 28 CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2e</sub>) entspricht. 88 Prozent der in Deutschland im Jahr 2018 emittierten Treibhausgase sind auf Kohlenstoffdioxid entfallen.

### 2.3 Mobilität in Deutschland

Der Verkehr trägt seit einigen Jahren einen Anteil von etwa 18 -19% an den THG-Emissionen in Deutschland bei (2018: 19,1%) (UBA, 2020). In den letzten Jahren sind die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei PKW im Vergleich zum Jahr 1995 um neun Prozent gesunken. Gleichzeitig hat der PKW-Verkehr im gleichen Zeitraum insgesamt um ca. 14 Prozent zugenommen. Dies führte unter anderem dazu, dass die Treibhausgase in diesem Sektor in den letzten Jahren gestiegen sind. Die Verkehrsleistung, die neben den Faktoren Geschwindigkeit und Art des Fahrzeugs, eine der relevantesten Größen zur Bestimmung des Schadstoffausstoßes ist, stieg von 1991 bis 2018 um knapp ein Drittel. Dabei ist der PKW mit Abstand das relevanteste Transportmittel (vgl. Abbildung 1). Die *Verkehrsleistung* ergibt sich aus dem Produkt der

Gesamtfahrleistung und der Anzahl der beförderten Personen. Sie wird gelegentlich auch Verkehrsaufwand genannt und wird in Personenkilometern (Pkm) angegeben (ebd.).

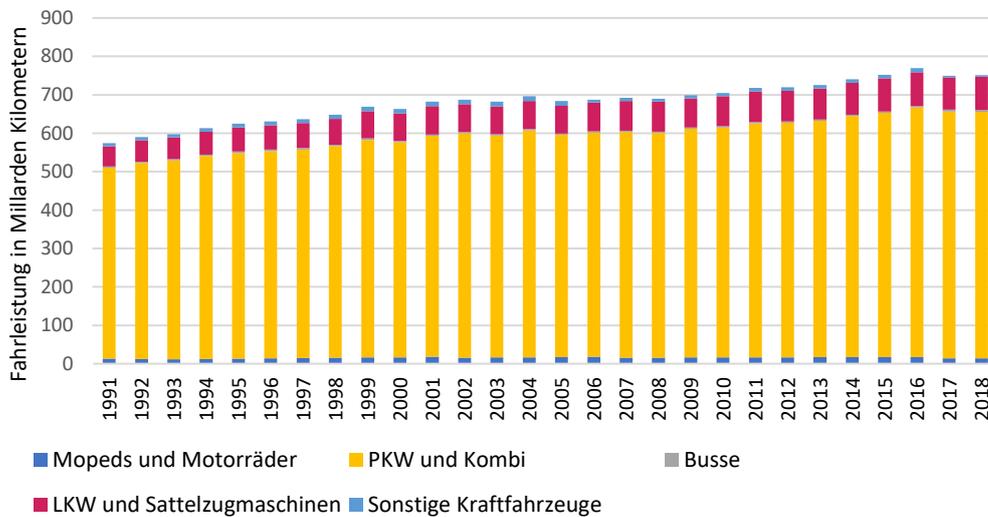


Abbildung 1: Gesamtfahrleistung nach Kraftfahrzeugarten (eigene Darstellung nach Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Verkehr in Zahlen 2019/2020, S. 152 f.)

Sieht man sich die Entwicklung in Deutschland an, stellt man fest, dass der Verkehrsaufwand seit 1991 um etwa ein Drittel zugenommen hat (vgl. Abbildung 2). Grund dafür ist insbesondere der *motorisierte Individualverkehr* (Kraftfahrzeuge zur individuellen Nutzung wie PKW und Krafträder), kurz MIV genannt, dessen Verkehrsaufwand im gleichen Zeitraum ebenfalls um fast ein Drittel (+31%) stieg. Infolgedessen hat der MIV seine herausragende Stellung behalten und hat einen Anteil am motorisierten Verkehrsaufwand von ca. 80 Prozent, der im Laufe der Jahre nahezu konstant geblieben ist (1991: 81,6%; 2018: 79,1%).

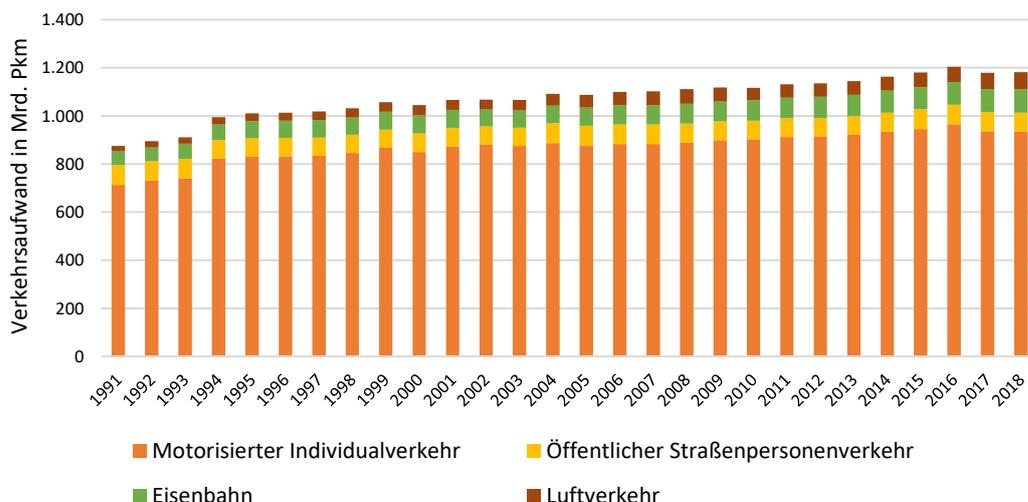


Abbildung 2: Verkehrsaufwand (in Mrd. Pkm) nach Verkehrsträgern im Personenverkehr in Deutschland (eigene Darstellung nach Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Verkehr in Zahlen 2019/2020, S. 218 f.)

Die Größe, die angibt, zu welchem Anteil am gesamten Verkehrsaufwand ein bestimmtes Verkehrsmittel genutzt wird, wird *Modal Split* genannt. Wird der *nichtmotorisierte Individualverkehr*<sup>1</sup> (NMIV) in den Verkehrsaufwand im Personenverkehr einbezogen, ist ersichtlich, dass 14% des Verkehrsaufwands im Personenverkehr durch den NMIV abgedeckt werden (vgl. Abbildung 3). Weitere 6% werden durch Züge oder den öffentlichen Straßenpersonenverkehr zurückgelegt, sodass ein Fünftel des Verkehrsaufwands durch umweltverträgliche Verkehrsmittel bewältigt wird. Umweltverträgliche Verkehrsmittel werden auch Verkehrsmittel des *Umweltverbunds* (UV) genannt. Hier sind jedoch regionale Unterschiede zu beachten. Nach einer Studie im Auftrag des BMVI (Nobis & Kuhnimhof, 2018) ist ersichtlich, dass Wege im ländlichen Raum häufiger mit dem PKW zurückgelegt werden. Zudem haben der öffentliche Verkehr in Metropolen einen Weganteil von 20% (Deutschland: 10%) und der Fußverkehr einen Weganteil von 27%, was etwa fünf Prozentpunkte über dem Durchschnitt Deutschlands liegt.

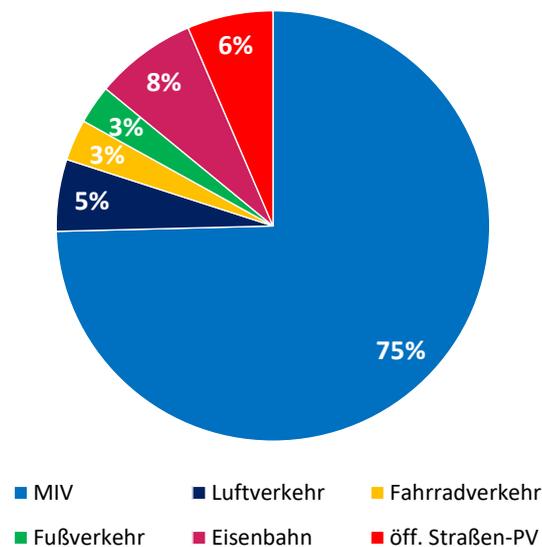


Abbildung 3: Modal Split im Personenverkehr (eigene Darstellung nach Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Verkehr in Zahlen 2019/2020, S. 224f.)

<sup>1</sup> Dabei handelt es sich um jeglichen Verkehr, der nichtmotorisiert ist. Dies inkludiert den Verkehr zu Fuß, den Radverkehr und einige Sonderformen wie Skateboards, E-Tretroller oder Pedelecs (Forschungs-Informationssystem für Mobilität, Verkehr und Stadtentwicklung, abgerufen am 23.08.2020)

Der primäre Zweck für eine Fahrt im Personenverkehr ist berufsbedingt (BMVI, 2019). So werden 20% der Wege aufgrund von Geschäfts- oder Dienstreisen und 21% wegen Arbeitswegen zurückgelegt. Ebenfalls relevant sind noch der Urlaubs- und Freizeitverkehr (39%) und Einkaufsfahrten (16%). In der zeitlichen Entwicklung ist festzustellen, dass insbesondere der Anteil der Geschäfts- und Dienstwege in den letzten Jahren steigt; 2003 wurden lediglich 13% der Wege aus diesem Grund bewältigt (ebd.).

### 2.3.1 Arbeitswege in Deutschland

Nach dem Mikrozensus des Statistischen Bundesamts (2016) lag der Arbeitsweg für die Mehrheit der Bevölkerung (81%) unter 25 km. Im Jahr 2016 wurde für diese Wegstrecke zu 68% der eigene PKW genutzt; 14 % nutzten den ÖPNV; 9 % fuhren mit dem Rad und 8 % gingen zu Fuß. Für den täglichen Weg zur Arbeit benötigten 70% der Beschäftigten weniger als eine halbe Stunde. Für weitere 22% betrug die Dauer zwischen 30 und 60 Minuten. Nach einer Studie der Techniker Krankenkassen (2018), in der jährlich bis zu 4,8 Millionen Beschäftigte hinsichtlich ihres Arbeitswegs analysiert werden, zeigte sich, dass im Jahr 2017 ca. 45% der Berufstätigen pendeln<sup>2</sup> müssen. Dabei arbeiten 11% der Beschäftigten mehr als 50 km vom Wohnort entfernt.

### 2.4 Betriebliches Mobilitätsmanagement

Das primäre Ziel von Mobilitätsmanagement ist es, Mobilität zu ermöglichen und diese möglichst effizient zu gestalten, indem das individuelle Mobilitätsverhalten beeinflusst wird (UBA, 2020). Spricht man von *betrieblichem Mobilitätsmanagement*, wird das Mobilitätsmanagement auf ein Unternehmen bezogen. Üblicherweise werden zur Veränderung des Mobilitätsverhaltens „weiche Maßnahmen“ genutzt (vgl. Abbildung 4). Dabei handelt es sich um Maßnahmen, die hauptsächlich eine Effizienzsteigerung durch Informationen, Neuorganisierung oder Beratung gegenüber den Mitarbeitern erreicht werden. „Härtere Maßnahmen“ sind komplexer in der Umsetzung, da es sich dabei um Infrastrukturmaßnahmen im städtischen Verkehr handelt, wie z.B. eine neue Buslinie oder die Errichtung neuer Radwege. Es werden im Folgenden hauptsächlich weiche Maßnahmen in den Fokus gerückt, da die Infrastruktur in der Umgebung für gewöhnlich von der Kommune oder dem Land abhängig ist und Unternehmen selbst nur einen geringen Einfluss auf diese ausüben können.

---

<sup>2</sup> Pendeln heißt, dass der Arbeitsplatz in einem anderen Kreis als der Wohnort ist

### 2.4.1 Klassifizierung von Maßnahmen zum betrieblichen Mobilitätsmanagement

Bei Betrachtung der Umsetzungsmaßnahmen der Firmen, die eine Vorreiterrolle im Bereich des betrieblichen Mobilitätsmanagements einnehmen, kann in erster Linie zwischen *push*- und *pull*-Maßnahmen unterschieden werden. Bei *pull*-Maßnahmen handelt es sich um Maßnahmen, die eine nachhaltigere Alternative attraktiver macht, wohingegen *push*-Maßnahmen ein nicht nachhaltiges Angebot unattraktiver machen.

Im Weiteren können *weiche* Maßnahmen dann in drei größere Wirkungsbereiche/Aspekte unterteilt werden (ebd.):

- (i) *Vermeidung*: Ziel ist hierbei, Verkehr zu vermeiden, ohne Mobilität einzuschränken
- (ii) *Verlagerung*: Substitution nicht nachhaltiger Verkehrsmittel durch nachhaltigere Alternativen
- (iii) *Effizienz*: Fokus liegt hier auf einer Optimierung der bisherigen Mobilität

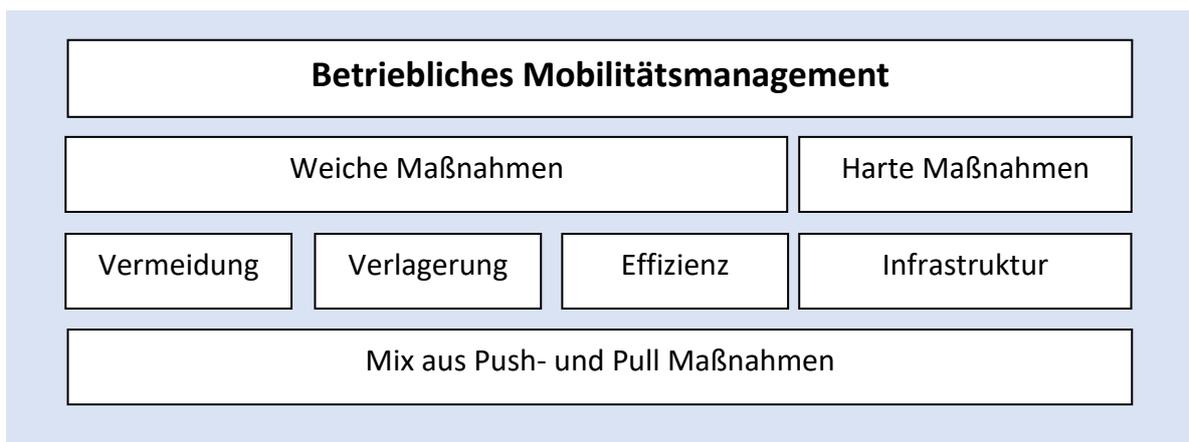


Abbildung 4: Klassifizierung von Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements (eigene Darstellung)

### 2.5 Ablauf von Mobilitätsmanagement

Der Ablauf des Vorgehens im Mobilitätsmanagement ist nicht einheitlich geregelt (vgl. Tabelle 1). Es lassen sich jedoch Gemeinsamkeiten finden. Alle drei Vorgehensweisen beinhalten am Anfang eine Analyse der Ausgangssituation, dabei sind sowohl infrastrukturelle Gegebenheiten des Unternehmens (Standortanalyse) als auch Verbräuche und Ausgaben (Dienstreisen, Arbeitswege, Fuhrpark) zu analysieren. Eine Beschäftigtenbefragung kann für die Erfassung der Arbeitswege helfen. Die erste Quelle hebt die Datenerhebung noch hervor, die für die Analyse jedoch ohnehin nötig ist. Im zweiten Schritt sollen Ideen, Maßnahmen bzw. Ziele

entwickelt bzw. definiert werden. In der ersten Quelle folgt danach noch eine Prüfung auf Machbarkeit, die bei den beiden anderen Quellen in Punkt 2 jeweils inkludiert ist.

Allesamt folgt dann eine Phase der Umsetzung, die dann regelmäßig evaluiert und überwacht wird. Dabei heben die erste und die dritte Quelle insbesondere Kommunikationsmaßnahmen wie die Darstellungen von Ergebnissen/Erfolgen an die Belegschaft hervor. Durch die Zusammenfassung und den Vergleich der Quellen ergeben sich insgesamt sechs Phasen des betrieblichen Mobilitätsmanagements:

1. Analyse (Standortanalyse, Erfassung Dienstreisen, Arbeitswege, Fuhrpark)
2. Maßnahmen- und Zielentwicklung
3. Umsetzung/Implementierung einzelner Maßnahmen unter kommunikativer Begleitung
4. Evaluation der umgesetzten Maßnahmen & eventuelles Nachsteuern
5. Kommunikation der Erfolge nach innen und außen
6. Regelmäßige Verankerung im Betrieb

Phasen zusammengefasst	ACE e.V., B.A.U.M. e.V. & B.A.U.M. consult GmbH (2016)	DIHK (2017)	UBA (2019)
1. Analyse	1. Datenerhebung	1. Analyse	1. Analyse
	2. Analyse		
2. Maßnahmen und Zielentwicklung	3. Ideenentwicklung	2. Maßnahmenentwicklung	2. Zieldefinition und Konzept
	4. Prüfung auf Machbarkeit		
3. Umsetzung/Implementierung	5. Umsetzung	3. Umsetzung	3. Umsetzung
4. Evaluation & Nachsteuern	6. Überprüfung	4. Evaluation	4. Monitoring
5. Kommunikation nach Innen und Außen	7. Darstellung von Erfolgen		5. Kommunikation
6. regelmäßige Verankerung im Betrieb	8. Verankerung im Betrieb	5. dauerhafte Integration	6. regelmäßige Dokumentation

Tabelle 1: Gegenüberstellung vom Ablauf betrieblichen Mobilitätsmanagements nach verschiedenen Quellen. In der ersten Spalte sind die Phasen der drei Quellen, die sich einander entsprechen, zusammengefasst.

## 2.6 Vorreiter im Bereich des betrieblichen Mobilitätsmanagements

Im folgenden Abschnitt sollen einige Maßnahmen von Vorreitern im Bereich des betrieblichen Mobilitätsmanagements vorgestellt werden. Dieser Abschnitt soll aufzeigen, wie vielfältig Maßnahmen sein können. Dabei ist zu beachten, dass in der Regel für jedes Unternehmen unterschiedliche Schritte für eine nachhaltigere Mobilität passgerecht sind.

Hierbei wird sich auf Praxisbeispiele der Mittelstandsinitiative der DIHK und des Wettbewerbs „mobil gewinnt“<sup>3</sup> bezogen. Die Unternehmen sind das *Forschungszentrum Jülich*, *VAUDE*, *Infinion* (Halbleiterhersteller), *GEWOFAG* (Wohnungsbauunternehmen), *Sympatex* (Hersteller für Hightech-Funktionsmaterialien), *Miele*, *IHK Darmstadt*, *bio verlag* und *PRIOR1* (Rechenzentrumsumbau). Dabei beziehen sich die Maßnahmen jeweils auf einen Standort der Unternehmen. Die Mitarbeiterzahl bezogen auf diesen Standort variiert in diesem Fall von 71 Mitarbeitern (*bio verlag*) bis 5.700 Mitarbeiter beim Forschungszentrum in Jülich. Genauso wie die Mitarbeiterzahlen variieren, unterscheiden sich auch sowohl die infrastrukturellen als auch die geographischen und strukturellen Gegebenheiten. Unter dieser Auswahl befinden sich Unternehmen, die viele, weite Dienstreisen im Jahr machen und Unternehmen, die hauptsächlich am Standort und in der näheren Region arbeiten.

In Tabelle 2 ist erkennbar, dass Unternehmen, die für eine Vorreiterrolle im Bereich des betrieblichen Mobilitätsmanagements stehen, hauptsächlich auf *pull*-Maßnahmen setzen. Dies könnte durch die höhere Akzeptanz von *pull*-Maßnahmen erklärt werden (Bräuninger et al., 2012). Einige Maßnahmen, wie die Fuhrparkumstellung von Verbrennerautos auf E-Autos, können sowohl *push*- als auch *pull*-Maßnahme sein, da die weniger nachhaltige Möglichkeit (z.B. Verbrennerautos) in gewisser Weise verboten werden, gleichzeitig aber die umweltfreundlicheren Elektroautos attraktiver gemacht werden. Drei Maßnahmen sollen im Folgenden genauer analysiert und bewertet werden.

Unter den obigen Unternehmen kompensiert *PRIOR1* – wie viele andere Unternehmen auch – den Treibhausgasausstoß von Flügen mit dem Ziel der Klimaneutralität. Diese Methode ist allerdings umstritten (vgl. Kill, 2015) und sollte erst nach dem Maximum an Vermeidung von Treibhausgasen eingesetzt werden (ebd.).

---

<sup>3</sup> Bei dem Wettbewerb „mobil gewinnt“ handelt es sich um eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Der Wettbewerb selbst wird von TÜV Rheinland Consulting, B.A.U.M. Consult GmbH und dem Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH durchgeführt.

Eine weitere Maßnahme, die sowohl auf *push*- als auch auf *pull*-Effekte gleichermaßen fußt, hat die *IHK Darmstadt* implementiert. Die Tiefgarage ist für Mitarbeiter nicht mehr kostenlos nutzbar. Das Ticket für einen Platz in der Tiefgarage kann gleichzeitig aber auch als ÖPNV-Ticket genutzt werden. Nach eigenen Angaben können die Mitarbeiter sich somit je nach Bedarf entscheiden, ob sie lieber den ÖPNV oder das Auto nutzen.

Wirkungsbereich	Pull-Maßnahme	Push-Maßnahme
<b>Vermeidung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homeoffice/Mobiles Arbeiten</li> <li>- Optimierung/Reduktion von Dienstreisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbot von innerdeutschen Flugreisen</li> <li>- weitere Reiserichtlinien</li> <li>- Kompensation von Emissionen (s.o.)</li> </ul>
<b>Verlagerung</b>	<p>Für Fahrradverkehr</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mehr Fahrradparkplätze – insbesondere in bevorzugter Lage</li> <li>- Reparaturwerkstatt/jährliche Sicherheitsuntersuchung für Räder</li> <li>- finanzielle Unterstützung für den Kauf von Rädern</li> <li>- Trocknungsgelegenheit/Duschen für Radfahrer</li> <li>- Schutzstreifen für Radfahrer auf Betriebsgelände</li> <li>- Pedelectestwoche</li> <li>- Mobilitätslotto (s.u.)</li> </ul> <p>Für den ÖPNV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Firmentickets/Jobtickets</li> <li>- verbesserte ÖPNV-Anbindung</li> <li>- übertragbare Tickets für den ÖPNV</li> <li>- Prämien für viel mit der Bahn gefahrene Kilometer bei Geschäftsreisen</li> <li>- Mobilitätslotto (s.u.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preis für Parkplätze vor Ort</li> <li>- Verbot für Nutzung von Privatfahrzeugen für dienstliche Zwecke</li> </ul>
<b>Effizienz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ladestation für E-Autos</li> <li>- Fuhrparkumstellung auf E-Autos</li> <li>- Fahrsicherheits-/Ecotraining für Mitarbeiter</li> <li>- Fahrgemeinschaften (auch mit Unterstützung durch Pendlerportale)</li> <li>- Parkplätze für Fahrgemeinschaften und Carsharingfahrzeuge in bevorzugter Lage</li> <li>- Spitzen bei Kfz-Bedarf werden durch Carsharing gedeckt</li> <li>- Anschaffung von Lastenrädern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuhrparkumstellung auf E-Autos</li> </ul>

Tabelle 2: Wirkungsbereiche von *push*- und *pull*-Maßnahmen zusammengefasst

Das Mobilitätskonzept von VAUDE hat im Jahr 2013 den *Green Fleet Award* unter anderem damit gewonnen, dass sie ein *Mobilitätslotto* eingeführt haben. Daran nehmen die Mitarbeiter teil, die ihren Arbeitsweg nicht mit dem Auto zurücklegen. Die Teilnehmer können dann jede Woche Preise gewinnen.

Bei allen Maßnahmen ist jedoch zu beachten, dass die Auswirkung zur Emissionsreduktion vom Unternehmen und dessen Umfeld oder Umgebung abhängig ist. Ist die Landschaft eher hügelig oder die Kunden des Unternehmens befinden sich in großer Distanz zum Unternehmenssitz, ist die Förderung von Fahrrädern weniger sinnvoll als für ein Unternehmen, das hauptsächlich innerhalb einer Stadt operiert.

## 2.7 Nachhaltigkeit und betriebliches Mobilitätsmanagement

Nachhaltigkeit kann beispielsweise durch das Dreisäulenmodell beschrieben werden. Dieses entstand im Nachgang zum Brundtland-Bericht von 1987 (Hauff, 1987). Dabei wurde Nachhaltigkeit durch drei Dimensionen zusammengefasst: die ökonomische, die ökologische und die soziale Dimension. Das Konstrukt dahinter ist, dass alle drei Dimensionen gleichzeitig berücksichtigt werden sollen (Corsten & Roth, 2012). Ziel ist also die Umwelt- und Sozialverträglichkeit bei wirtschaftlichem Erfolg. Gleichzeitig können auch die *Ziele für nachhaltige Entwicklung* (SDGs) der Vereinten Nationen durch solche Maßnahmen unterstützt werden (s.u.).

Auch betriebliches Mobilitätsmanagement kann Nachhaltigkeit in diesen drei Dimensionen unterstützen. Dabei könnte auch noch zwischen Arbeitgebern, Beschäftigten und der Umwelt als Wirkungsobjekt differenziert werden (vgl. UBA, 2019).

Auf sozialer Ebene können durch betriebliches Mobilitätsmanagement die Gesundheit und das Wohlbefinden der Beschäftigten gesteigert werden. Durch die Reduktion betriebsbedingter Wege (z.B. Dienstreisen oder Arbeitswege) oder eine gesundheitsfördernde Zurücklegung der Wege (z.B. Fahrrad statt Auto) könnte die Stressbelastung der Mitarbeiter sinken und infolgedessen auch die Krankheitstage oder Unfallzahlen. Nach einer Studie von Schramek & Kemen (2015) haben Beschäftigte, die eine moderate körperliche Bewegung auf dem Weg zur Arbeit ausüben, ein Drittel weniger Krankheitstage. Zudem kann durch die Reduktion betriebsbedingter Wege die Work-Life-Balance der Beschäftigten steigen (vgl. Fichter, 2015). Eine Studie von Flint et al. (2014) aus dem Vereinigten Königreich legt auch nahe, dass Personen, die ein Vehikel des Umweltverbands beim Arbeitsweg nutzen, einen durchschnittlich fünf Prozent geringeren Body-Mass-Index haben als Autofahrer.

Auch hinsichtlich der ökologischen Dimension ist es dadurch möglich, negative Auswirkungen auf die Umwelt zu vermeiden. Wird beispielsweise der Arbeitsweg nachhaltiger zurückgelegt, können dadurch Treibhausgase (wie CO<sub>2</sub>), Luftschadstoffe (wie Feinstaub oder Stickoxide) und Lärmemissionen gesenkt werden. Zudem sinkt der Ressourcenverbrauch dadurch, dass weniger Verkehrsmittel benötigt werden. Gleichzeitig sinkt auch der Flächenverbrauch, da Verkehrsmittel des Umweltverbunds weniger Parkfläche vor Ort benötigen. Es ist auch davon auszugehen, dass der globale Flächenverbrauch reduziert wird, da die Herstellung und Entsorgung eines Autos mehr Fläche beansprucht als die eines Fahrrads (Nunes & Bennett, 2008).

Ebenfalls vorteilhaft ist es aus der ökonomischen Dimension. Es können unter anderem Kosten für die Unternehmen, die durch die Arbeitswege und Dienstreisen entstehen, gemindert werden. Zudem können Kosten für Parkplätze o.ä. reduziert werden (vgl. Abbildung 5). Durch einen niedrigeren Krankenstand kann sich auch die Produktivität erhöhen. Diese könnte auch dadurch erhöht werden, dass das Unternehmen ein positives Image erhält und durch die oben genannten Aspekte (z.B. erhöhte Work-Life-Balance) besseres Personal gewinnen bzw. halten kann.

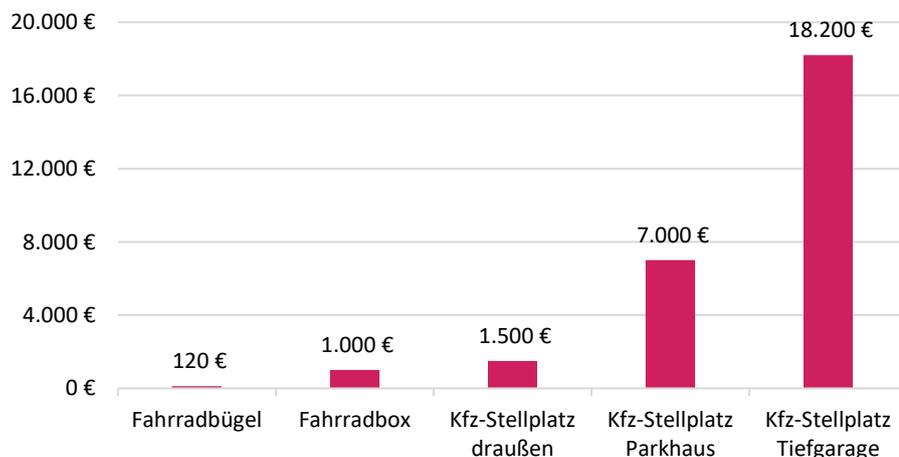


Abbildung 5: Vergleich der Kosten von Parkplatzmöglichkeiten von Auto und Fahrrad (eigene Darstellung nach Verkehrsclub Deutschland e.V., 2018)

Der Nutzen eines betrieblichen Mobilitätsmanagements reicht jedoch auch über das eigentliche Unternehmen hinaus. Durch die Reduktion des Verkehrs, die Reduktion der Emissionen (insbesondere der Lokalen) oder die Reduktion des Unfallrisikos wirkt sich das Unternehmen auch positiv auf die Umgebung und Gesellschaft allgemein aus.

Wie oben schon erwähnt, werden durch ein gelungenes Mobilitätsmanagement auch die SDGs unterstützt (vgl. Abbildung 6). Dabei werden insbesondere Ziel 3 (Gesundheit und

Wohlergehen), Ziel 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), Ziel 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), Ziel 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden) und Ziel 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) gefördert.

Indirekt kann auch das Erreichen weiterer Ziele herbeigeführt werden, da sich der Klimawandel durch Klimaschutzmaßnahmen verlangsamen könnte und die Landwirtschaft so resilienter werden kann (vgl. Ziel 2 – Kein Hunger). Zudem kann auch durch das Schaffen eines größeren Umweltbewusstseins bei den Mitarbeitern ein nachhaltiger Konsum gefördert werden (vgl. Ziel 12 – nachhaltige/r Konsum und Produktion).



Abbildung 6: Ziele nachhaltiger Entwicklung (SDGs), die durch betriebliches Mobilitätsmanagement verfolgt werden können (eigene Darstellung, Bilder: UN (o.D.))

### 3 Messung von mobilitätsbedingten Emissionen

Es gibt verschiedene Ansätze, wie die mobilitätsbedingten Emissionen innerhalb eines Betriebs ermittelt werden können. Im folgenden Absatz werden verschiedene Ansätze gezeigt. Mit dabei ist auch der Lebenszyklusansatz, der für diese Arbeit genutzt wurde.

#### 3.1 Ansätze zur Emissionsberechnung

Jeder Lebenszyklus eines Produkts kann in unterschiedliche Phasen gegliedert werden. Eine Möglichkeit wäre die Einteilung in *Produktion*, *Nutzung* und *Entsorgung*. Je nachdem, welche Phase man in die Berechnung der THG-Emissionen hinzuzählt, werden die Ansätze unterschiedlich benannt. Dabei stellt der Lebenszyklusansatz die ausführlichste und genaueste Methode dar, da er den gesamten Lebenszyklus („von der Wiege bis zur Bahre“) einbezieht. Jedoch sind die Daten dafür schwierig zu generieren. Am Beispiel eines Autos lässt sich der Unterschied zwischen mehreren Methoden gut veranschaulichen (vgl. Abbildung 7). Beim *Well-to-Wheel Ansatz* würde man zur Berechnung nur die Emissionen miteinbeziehen, die während der Nutzung des Autos entstehen. Demgegenüber ständen die Emissionen aus der Produktionsphase, die dem *Cradle-to-Gate Ansatz* folgen würden. Ähnliche Bezeichnungen für andere Phasen sind in Abbildung 7 ersichtlich.

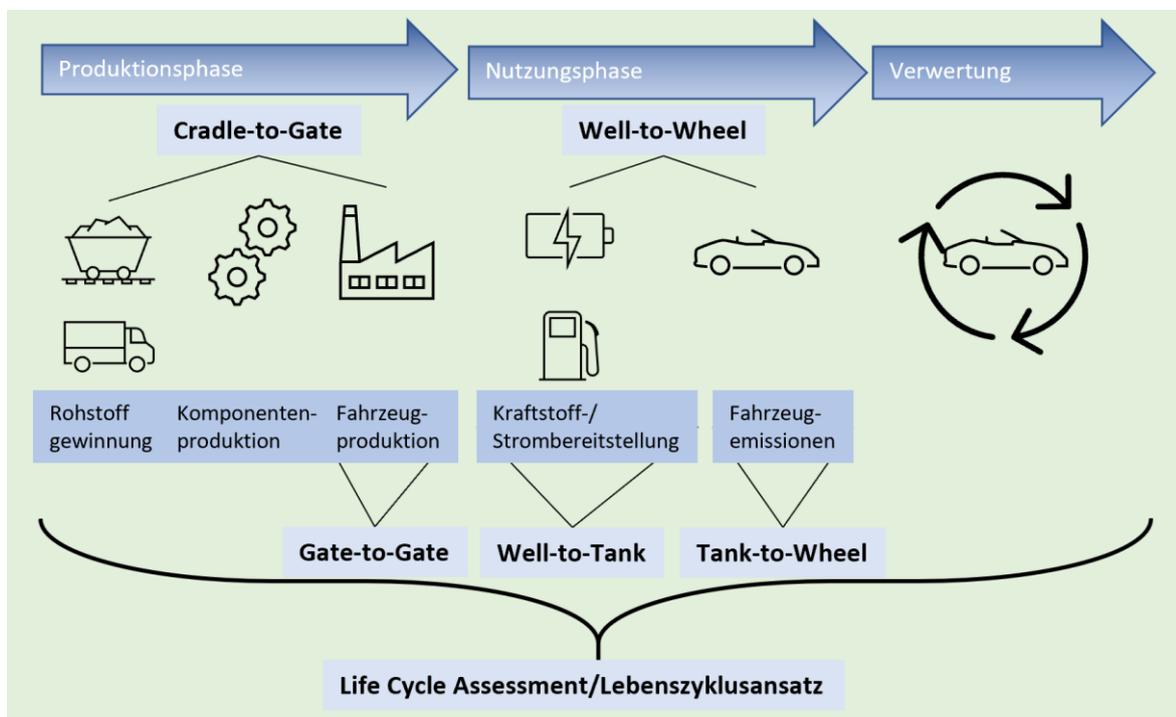


Abbildung 7: Darstellung verschiedener Bezeichnungen für unterschiedliche Betrachtungsweisen am Beispiel eines Autos (eigene Darstellung nach Volkswagen Konzern (o. D.))

### 3.2 Das Greenhouse Gas Protokoll

Die üblichste Methode der Treibhausgasbilanzierung folgt den Berechnungen des *Greenhouse Gas (GHG) Protokolls*. Nach eigenen Angaben nutzen 92 % der Fortune 500 – Unternehmen in den USA eine solche Berechnungsmethode direkt oder indirekt (GHG Protokoll, o.D.). Auch die *Global Reporting Initiative* empfiehlt in ihrem *Standard 305 (Emissions)* die Berechnung nach dem *GHG Protokoll*.

Das *GHG Protokoll* unterscheidet bei der Berechnung *Life cycle emission factors* (LCEF) von *combustion emission factors* (CEF). Bei Letzteren werden nur die Emissionen berücksichtigt, die durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehen. Bei den LCEF wird der gesamte Lebenszyklus der Emissionen berücksichtigt. Dazu gehören auch die Emissionen, die durch die Herstellung oder den Transport des Kraftstoffs entstehen.

Das GHG Protokoll schlägt grundsätzlich drei Methoden vor, um die mobilitätsbedingten Emissionen zu berechnen (ebd.):

- i. Die *kraftstoffbasierte* Methode (s. Kap. 3.2.1)
- ii. Die *entfernungsbasierte* Methode (s. Kap. 3.2.2)
- iii. Die *ausgabenbasierte* Methode (s. Kap. 3.2.3)

#### 3.2.1 Die kraftstoffbasierte Methode

Bei der ersten Methode berücksichtigt man die Emissionen des Kraftstoffs, der während der Mobilitätsnutzung benötigt wird. Hierbei kann es sich dann um die *Scope 1* bzw. *Scope 2* Emissionen einer Fluglinie handeln. Die Gesamtemissionen  $E_{ges,DR}$  können mithilfe der folgenden Formel berechnet werden:

$$E_{ges} = \sum_i q_i \cdot e_i$$

Dabei ist  $q_i$  die Anzahl des verbrauchten Treibstoffs in Litern im Transportmittel  $i$  und  $e_i$  die spezifischen Emissionen in Kilogramm CO<sub>2e</sub> pro Liter. Die Genauigkeit der Berechnung hängt zum einen davon ab, inwieweit die genaue Angabe des Kraftstoffs ermittelt werden kann. So sind beispielsweise Allokationen zu berücksichtigen. Zum anderen ist die Formel auch von  $e_i$  abhängig. Hier können mehrere Ansätze zur Berechnung genutzt werden, zum Beispiel liefert ein *well-to-wheel-Ansatz* realitätsnähere Ergebnisse als ein *tank-to-wheel-Ansatz*.

### 3.2.2 Die entfernungsbasierte Methode

Die *entfernungsbasierte Methode* bestimmt die Emissionen durch die zurückgelegte Distanz und die Wahl des Transportmittels. Die Gesamtemissionen  $E_{ges,DR}$  können ermittelt werden, indem die Summe

$$E_{ges,DR} = \sum_i d_i \cdot e_i$$

berechnet wird, wobei  $d_i$  die zurückgelegte Distanz im Transportmittel  $i$  angibt. Bei dieser Methode ist es für das Unternehmen notwendig, Daten über die zurückgelegte Distanz der Mitarbeiter und das jeweilige Vehikel zu sammeln. Auch hier sind die spezifischen Emissionen vom jeweiligen Ansatz abhängig.

### 3.2.3 Die ausgabenbasierte Methode

Die dritte Möglichkeit, die im GHG Protokoll präsentiert wird, ist die *ausgabenbasierte Methode*. Sie fußt auf der *Input-Output-Tabelle* (IOT). Mithilfe einer solchen Tabelle können die Warenströme und deren Verflechtungen einer Volkswirtschaft analysiert werden. Die IOT einer Volkswirtschaft ist in mehrere Sektoren unterteilt und enthält die Käufe und Verkäufe von Dienstleistungen und Gütern, die ein Sektor mit einem anderen oder dem eigenen Sektor tätigt (Schumann, 1968). Es gibt eine Erweiterung der IOT. Dort werden auch Wechselwirkungen zwischen der Wirtschaft und der Umwelt beschrieben, indem der Produktionsfaktor Natur, den sich die Wirtschaft zunutze macht, mit einberechnet wird (vgl. Statistisches Bundesamt, 2017b). Dieses Modell ist eine Erweiterung der Input-Output-Analyse nach Leontief und wird *environmentally extended input-output Modell* (EEIO) genannt (vgl. Kitzes, 2013). Die emittierten Treibhausgase  $E_{ges,DR}$  ergeben sich dann als Summe

$$E_{ges,DR} = \sum_i p_i \cdot e_i$$

wobei  $p_i$  den Preis der Ausgaben bezeichnet. Da das EEIO bzw. die IOT jedoch nur in Wirtschaftszweige eingeordnet ist, können die Ausgaben nur in die Kategorien *Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen, Schifffahrtsleistungen und Luftfahrtleistungen* zusammengefasst werden. Beispielsweise würden sowohl Dienstreisen im Eisenbahnfernverkehr als auch Dienstreisen im Taxi unter die erste Kategorie fallen. Zudem ist sie lediglich von den Ausgaben abhängig. Eine Taxifahrt für 20 Euro verursacht also nach der ausgabenbasierten Methode genauso viele Emissionen wie eine Bahnfahrt für 20 Euro.

Allgemein lässt sich sagen, dass die *kraftstoffbasierte Methode* genauer als die *entfernungsbasierte Methode* und diese wiederum genauer ist als die *ausgabenbasierte Methode* ist. Welche Methode man nimmt, hängt primär von der Datengrundlage ab. Ebenfalls ist es möglich, hybride Methoden zu nutzen. So kann möglicherweise der Kraftstoff für Dienstreisen mit dem Auto nahezu exakt ermittelt werden, wohingegen dies für Flugreisen schwieriger ist.

### 3.2.4 Berechnung der Emissionen durch Dienstreisen

Bei Dienstreisen handelt es sich um Reisen der Mitarbeiter eines Unternehmens aus geschäftlichen Gründen. Der Treibhausgasausstoß entsteht hierbei durch Fahrzeuge, die von einer dritten Partei betrieben werden, z.B. Flugzeuge, Züge oder Busse. Um den Emissionswert genauer zu bestimmen, können auch optional die Emissionen berechnet werden, die durch Übernachtungen in Hotels entstehen, wie z.B. durch den Verbrauch von Strom. Um das Ergebnis genauer zu bestimmen, kann es sinnvoll sein, die Länder, in die und in denen gereist wird, ebenfalls festzuhalten, da sich die spezifischen Emissionen unter anderem durch den Stand der Technik oder den Strommix im jeweiligen Land unterscheiden.

### 3.2.5 Berechnung der Emissionen durch das Pendeln der Angestellten

Auch beim Pendeln der Angestellten sind die *kraftstoffbasierte* und die *entfernungsbasierte Methode* zur Ermittlung der Emissionen nützlich. Die Probleme sind auch hier die gleichen wie bei Dienstreisen. Das GHG Protokoll empfiehlt hier zur Bereitstellung von Daten unter anderem eine Umfrage unter den Mitarbeitern, sofern es dem Unternehmen nicht anderweitig möglich ist, die Daten zu generieren. Ist die Umfrage repräsentativ für Struktur der Beschäftigten, können dadurch Rückschlüsse auf die Gesamtbelegschaft gezogen werden. Die folgenden Daten sind für jeden Mitarbeiter zu ermitteln:

- (i) zurückgelegter Arbeitsweg pro Tag
- (ii) Anzahl der Tage, an denen unterschiedliche Transportmittel genutzt werden (z.B. vier Tage Straßenbahn, ein Tag Auto)
- (iii) Anzahl der Arbeitstage im Jahr
- (iv) Falls relevant, den Energieverbrauch im Homeoffice (z.B. durch Strom)

Bei der *entfernungsbasierten Methode* errechnet man die Gesamtemissionen  $E_{ges,AW}$  mit

$$E_{ges,AW} = \sum_i \sum_j 2 \cdot d_j \cdot n_{ij} \cdot e_j$$

Dabei gibt  $d_i$  die Entfernung zwischen Arbeitsstätte und Wohnsitz des Mitarbeiters  $i$ ,  $n_{ij}$  die Anzahl der Arbeitstage pro Jahr des Mitarbeiters  $i$ , die er mit dem Transportmittel  $j$  zurücklegt, und  $e_j$  die spezifischen Emissionen des Transportmittels  $j$  an. Die Multiplikation mit 2 ergibt sich durch die Hin- und Rückfahrt.

Sollte die Datenlage diese Methodik nicht zulassen, können die Gesamtemissionen  $E_{ges,AW}$  durch das Pendeln der Mitarbeiter auch mit Durchschnittswerten ermittelt werden. Dazu wird die folgende Summe berechnet:

$$\sum_i 2 \cdot g \cdot d \cdot p_i \cdot n_i \cdot e_i$$

wobei  $g$  für die Gesamtanzahl der Mitarbeiter,  $d$  für die durchschnittliche Entfernung der Beschäftigten zwischen Wohnort und Arbeitsplatz,  $p_i$  für den Anteil der Mitarbeiter, die mit dem Transportmittel  $i$  den Arbeitsweg zurücklegen, und  $e_i$  für die spezifischen Emissionen des Transportmittels stehen.

### 3.2.6 Berechnung der Emissionen der Flotte

Um die Emissionen der Mobilität innerhalb der Geschäftstätigkeit zu berechnen, ist die Anwendung der *kraftstoffbasierten Methode* üblich, da der verbrauchte Treibstoff dem Unternehmen normalerweise bekannt ist. Sollten diese Daten nicht vorliegen, sind die anderen Methoden zur Berechnung laut *GHG Protokoll (2016)* ebenfalls akzeptabel.

## 4 Die Stadtwerke Bochum als Unternehmen

Bei den Stadtwerken Bochum handelt es sich um ein kommunales Unternehmen in Bochum. Die Stadtwerke Bochum GmbH (im Weiteren Stadtwerke Bochum genannt) ist eine 100%-ige Tochter der Stadtwerke Bochum Holding GmbH. Diese wiederum ist zu 5 % in Händen der Stadt Bochum und zu 95 % Eigentum der Holding für Versorgung und Verkehr GmbH Bochum, die über die ewmr (Energie- und Wasserversorgung Mittleres Ruhrgebiet GmbH) der Stadt Bochum, Herne und Witten angehören (vgl. Abbildung 8).

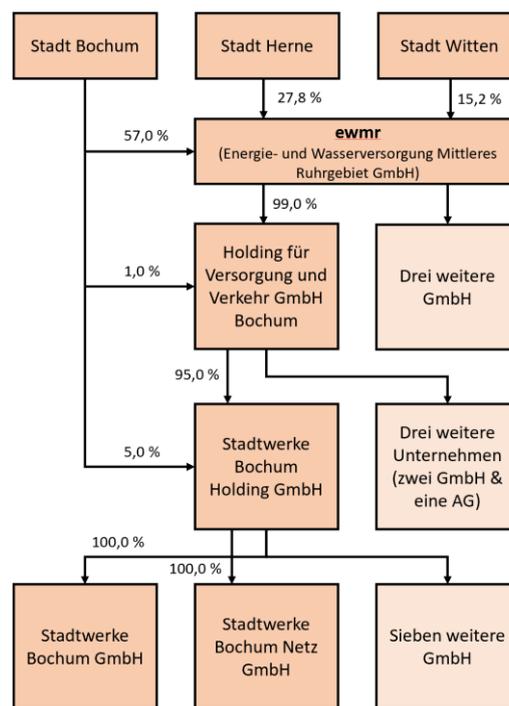


Abbildung 8: Konzernschaubild (selbst erstellt nach Stadtwerke Bochum Holding GmbH, 2019, S.2)

Sie versorgen private Haushalte und Industrieunternehmen mit Strom, Gas, Wasser und Fernwärme. Ebenfalls bieten sie Dienstleistungen im Contractingbereich, Service bei der Betriebskostenabrechnung und Telekommunikationsdienstleistungen an (vgl. Stadtwerke Bochum GmbH Geschäftsbericht, 2019). Darüber hinaus haben sie im Jahr 2015 begonnen, auch „innovative Energiedienstleistungen“ (Stadtwerke Bochum GmbH Geschäftsbericht, 2019, S.5) anzubieten. Dazu zählen Serviceleistungen wie die Verpachtung von Photovoltaik- und Heizungsanlagen.

Ein wichtiges Geschäftsfeld für die Stadtwerke Bochum ist auch die Elektromobilität. Ende 2019 haben sie über 100 öffentliche Ladepunkte in Bochum betrieben. Sie bezeichnen sich

selbst als „Fullserviceanbieter für Ladeinfrastrukturkonzepte“ (Stadtwerke Bochum GmbH, 2019, S.6).

Für die Stadtwerke Bochum arbeiten samt Holding und Netz insgesamt 745 Mitarbeiter.

Die Stadtwerke Bochum erzielte im Jahr 2019 Umsatzerlöse (ohne Strom- und Erdgassteuer) in Höhe von 571,6 Mio. Euro. Davon macht die Stromsparte den größten Anteil aus (vgl. Abbildung 9):

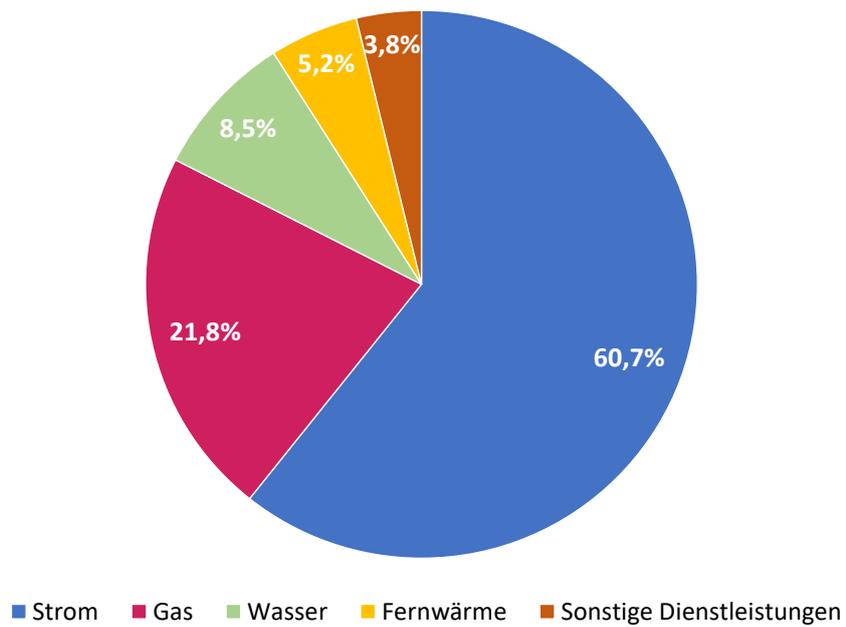


Abbildung 9: Anteil der Umsatzerlöse der Stadtwerke Bochum nach Sparte (selbst erstellt nach Stadtwerke Bochum GmbH, 2019, S.9)

## 5 Methodik

Wie bereits in den obigen Kapiteln erwähnt, besteht die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen bei den Stadtwerken Bochum im Bereich Mobilität aus drei Teilbereichen, die jeweils unterschiedlich erfasst werden müssen: der Arbeitsweg der Mitarbeiter, dienstliche Wege durch Fuhrpark- oder Privatfahrzeuge und Dienstreisen.

### 5.1 Berechnung der mobilitätsbedingten Treibhausgasemissionen

#### 5.1.1 Emissionen durch den Arbeitsweg

Um Treibhausgasemissionen zu bestimmen, die durch den Arbeitsweg der Mitarbeiter entstehen, wurde anfangs eine Forms-Umfrage erstellt, die den Mitarbeitern im September 2020 digital zugesendet wurde. Somit wurde die Befragung prinzipiell als Vollerhebung konzipiert. Von den 745 Mitarbeitern haben 62 Mitarbeiter teilgenommen. Dies entspricht einer Quote von etwa 8,3 %.

Die Forms-Umfrage besteht aus 37 Teilfragen, die durch verschiedene Verknüpfungen aber auf 27 Fragen pro Befragten limitiert ist. Die ausführliche Umfrage befindet sich im Anhang. Grundzüge davon sollen im Folgenden vorgestellt werden:

Zu Beginn wird gefragt, welche Distanz die Mitarbeiter täglich zur Arbeit zurücklegen. Danach werden sie gefragt, mit welchem Verkehrsmittel sie den Arbeitsweg üblicherweise zurücklegen. Dabei wird zwischen der eher wärmeren, trockenen Jahreszeit (April bis Oktober) und der eher kälteren, nasseren Jahreszeit (Oktober bis April) unterschieden, da es realistisch ist, dass einige Personen eher im Sommer als im Winter mit dem Fahrrad zum Unternehmen fahren. Zur Auswahl standen: zu Fuß, Fahrrad, Elektrofahrrad, ÖPNV, Roller/Motorrad, E-Roller und Auto. Bei der Frage können die Befragten eigene Verkehrsmittel hinzufügen, die nicht gelistet sind, um Sonderformen der Mobilität (Rollstuhl, Skateboard, ...) zu berücksichtigen. Geben die Befragten an, dass sie für den Arbeitsweg üblicherweise ein Auto nutzen, werden sie im Nachhinein gefragt, mit welcher Antriebsart (Diesel, Benzin, Elektro, Hybrid, Sonstiges<sup>4</sup>) ihr Auto fährt. Danach sollen sie angeben, wie hoch der Verbrauch in Liter und/oder kWh pro 100 km ist. Sollten Befragte ihren Verbrauch nicht kennen, können sie auch alternativ ihre Fahrzeugklasse angeben. Darauf folgt die Frage nach der Anzahl der Mitfahrer, um etwaige Fahrgemeinschaften einzukalkulieren. Ebenfalls werden die Mitarbeiter gefragt, ob und/oder

---

<sup>4</sup> Klickt ein Befragter auf *Sonstiges*, kann er selbst etwas eingeben, sodass auch weitere, bisher eher unübliche Antriebsarten (z.B. Erdgas oder Wasserstoff) berücksichtigt werden können

unter welchen Umständen, sie sich vorstellen können, noch weitere Mitarbeiter in ihrem Auto zum Unternehmen mitzunehmen.

Im darauffolgenden Fragenabschnitt geht es darum, Alternativen zu identifizieren und zu bewerten. Daher werden die Mitarbeiter gefragt, inwieweit das E-Auto, ein (E-)Rad oder ein E-Roller attraktive Alternativen für ihren Arbeitsweg sind. Im letzten Frageteil wird dann gefragt, wie häufig in der Zeit vor der Coronapandemie von 2020 von zu Hause aus gearbeitet wurde und ob bzw. unter welchen Bedingungen man sich vorstellen könnte, häufiger von dort zu arbeiten.

Die THG-Emissionen werden mithilfe von Daten der Lebenszyklusanalyse ermittelt. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus der verschiedenen Verkehrsmittel mit in die Berechnung einbezogen. Dazu gehören neben den Emissionen während der Nutzung auch die entstehenden Emissionen bei der Produktion und Entsorgung des Verkehrsmittels. Dadurch ergibt sich ein umfassenderes Bild. Dies ist zum Beispiel hinsichtlich von Elektroautos relevant, da diese im Vergleich zu Verbrennerautos insbesondere bei der Herstellung treibhausgasintensiv sind.

Die Bilanzierung der THG-Emissionen berechnet sich dann mithilfe der folgenden Formel:

$$\sum_i (220 - h_i) \cdot d_j \cdot e_k / (1 + m_j)$$

Dabei gibt  $d_j$  die Strecke des Arbeitswegs der  $j$ -ten Person an und  $e_k$  den Emissionsfaktor zum  $k$ -ten Verkehrsmittel. Die Zahl 220 wird als Richtwert für die Anzahl der Arbeitstage im Jahr gesetzt. Vorteil dieser „starr“ Festlegung ist, dass variable Feiertage etc. keine Auswirkung auf die Bestimmung des Wertes haben und so eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Jahren herrscht. Das  $h_i$  reduziert die Zahl der Arbeitstage um die Tage im Jahr, die der Mitarbeiter im Homeoffice gearbeitet hat und somit keine Emissionen durch den Arbeitsweg verursacht hat. Emissionen in Teleheimarbeit werden nicht berücksichtigt. Zudem gibt  $m_j$  die Anzahl der Mitfahrer der  $j$ -ten Person an und folglich berücksichtigt der Divisor  $(1 + m_j)$ , dass die Emissionen pro Auto durch die Anzahl der Mitfahrer geteilt werden. Für alle anderen Verkehrsmittel, die nur allein genutzt werden können (z.B. das Fahrrad) oder die öffentlich genutzt werden (z.B. Bus), entfällt dieser Faktor. Eine durchschnittliche Auslastung bei öffentlichen Verkehrsmitteln wird aber beim Emissionsfaktor berücksichtigt.

Die Emissionswerte, die für die Berechnung des Arbeitswegs und die verschiedenen Verkehrsmittel genutzt werden, sind in Tabelle 3 ersichtlich.

Kategorie	LCEF (in g CO <sub>2e</sub> /Fkm bzw. Pkm)	Quelle
Benzin (Kleinwagen, Mittelklassewagen, Oberklassewagen)	216, 230, 266	Jungmeier et al. (2019), UBA (2018a)
Diesel (Kleinwagen, Mittelklassewagen, Oberklassewagen)	187, 195, 230	Jungmeier et al. (2019), UBA (2018a)
Hybridfahrzeug	175	Jungmeier et al. (2019), UBA (2018a)
Elektrofahrzeug (Strommix Deutschland) (KW, MW, OW)	128, 135, 177	Jungmeier et al. (2019)
Elektrofahrzeug (regenerativer Strommix)	60, 61, 81	Jungmeier et al. (2019)
E-Roller	74	Weiss et al. (2015)
Zu Fuß	43	Severengiz et al. (2020)
Öffentlicher Regionalverkehr	57	UBA (2018a)
ÖPNV (Stadt)	69	UBA (2018a)
Motorrad	96	Weiss et al. (2015)
Elektrorad	25	Weiss et al. (2015)
Fahrrad	5	Weiss et al. (2015)
Fernverkehr (Bahn)	32	UBA (2018a)
Flugzeug	273	Helmers, Dietz & Weiss (2020)

Tabelle 3: Lebenszyklusemissionsfaktoren der Kategorien für die Berechnung des Arbeitswegs der Mitarbeiter

#### 5.1.2 Emissionen der Flotte und durch Dienstreisen

Um die Emissionen im Bereich der Flotte zu berechnen, muss zwischen zwei Kategorien unterschieden werden. Bei den Stadtwerken Bochum werden dienstliche Wege zum einen durch eigene Flottenfahrzeuge und zum anderen durch private PKW der Mitarbeiter durchgeführt.

Die Flottenfahrzeuge mit Verbrennermotor werden in vier Kategorien eingeordnet:

- *Transporter*: Mercedes Sprinter, VW T5-T7, LKW, Unimogs, etc.
- *Kleinwagen*: Skoda Fabia, Opel Corsa
- *Mittelklassewagen*: Opel Astra
- *Nutzfahrzeuge*: Opel Combo, VW Caddy

Für diese Kategorien werden LCEF bestimmt (vgl. Tabelle 4). Als Grundlage werden für die Klein- und Mittelklassewagen Autos mit Ottomotor gewählt, da diese bei den Stadtwerken Bochum genutzt werden. Transporter und Nutzfahrzeuge werden mit Diesel betrieben.

Kategorie	LCEF (in g CO <sub>2e</sub> /Fkm)	Quelle
Transporter	375	TU Wien (2011)
Kleinwagen	216	Jungmeier et al. (2019), UBA (2018a)
Mittelklassewagen	230	Jungmeier et al. (2019), UBA (2018a)
Nutzfahrzeuge	273	Helmerts, Dietz & Weiss (2020)

Tabelle 4: Lebenszyklusemissionsfaktoren der vier relevanten Kategorien für die kraftstoffgetriebene Flotte der Stadtwerke Bochum

Mithilfe der Laufleistung der einzelnen Fahrzeuge im Jahr kann dann der Ausstoß berechnet werden. Diese Daten werden von den Stadtwerken Bochum zur Verfügung gestellt.

Ein weiterer Teil der Flotte entsteht durch private PKW, die für dienstliche Fahrten genutzt werden. Hierzu wird als LCEF der Wert angenommen, der dem durchschnittlichen LCEF der Arbeitnehmer auf ihrem Arbeitsweg entspricht. Die Kilometer, die Beschäftigte für ihren privaten PKW beim Unternehmen abgerechnet haben, werden dann mit dem LCEF multipliziert.

Da Kilometer privater PKW auch für Dienstreisen abgebucht wurden, wird ein Faktor integriert, der die Emissionen der privaten PKW in dienstliche Fahrten als Ersatz für Flottenfahrzeuge und Dienstfahrten aufteilt. Dieser Faktor hat keine Auswirkungen auf die gesamten THG-Emissionen. Er legt lediglich fest, wie viele Emissionen dem Bereich Flotte und wie viele dem Bereich Dienstreise zuzuordnen sind.

Der Bereich Dienstreise besteht zum einen aus den privaten PKW und zum anderen aus den Fahrten mit der Deutschen Bahn. Die Kilometer, die mit der Bahn im Rahmen von Dienstreisen zurückgelegt wurden, sind dem Unternehmen bekannt.

Laut Aussage der Stadtwerke Bochum werden keine Flugreisen durchgeführt, sodass diese Emissionsquelle entfallen kann.

## 6 Visualisierung der Ergebnisse

Wie in der Einleitung erwähnt, geht es innerhalb der Masterarbeit auch darum, die Ergebnisse anschaulich zu visualisieren. Dies geschieht mithilfe eines Dashboards. Zudem wird eine Szenarientabelle erstellt, in der verschiedene Szenarien bzw. Veränderungen z.B. beim Modal Split angegeben werden können und die Ergebnisse direkt berechnet werden. Im folgenden Abschnitt sollen die wesentlichen Merkmale dieses Dashboards und der „Szenarientabelle“ präsentiert werden.

### 6.1 Das Dashboard als Ergebnisüberblick

Das Dashboard ist in Abbildung 10 dargestellt. Folgende Ansprüche wurden an das Dashboard gestellt: Es soll einfach zu bedienen und weitestgehend selbsterklärend sein. Dabei soll die Entwicklung der Nachhaltigkeitskennzahlen über die Jahre hinweg ersichtlich sein, sodass Änderungen visuell veranschaulicht sind. Es soll die Möglichkeit bieten, Zahlen in den nächsten Jahren zu ergänzen. Dabei sollen die Zahlen benutzerfreundlich ohne großen Aufwand hinzugefügt werden können. Sie sollen jedoch korrekt sein und den Ausstoß korrekt berechnen.

#### 6.1.1 Die Funktionen des Dashboards

Das Dashboard besteht aus vier Grafiken. In der ersten Grafik (links oben) ist der Verlauf der Summe an emittierten Treibhausgasen in Tonnen in einem Liniendiagramm ersichtlich. So können Veränderungen im Laufe der Jahre direkt erfasst werden.

Im zweiten Diagramm (rechts oben) kann die *Treibhausgasintensität* im zeitlichen Verlauf gesehen werden. Die Treibhausgasintensität ist der Quotient zwischen der annualen Summe an THG-Emissionen in Kilogramm und dem annualen Umsatz in Tausend Euro<sup>5</sup>. Sie setzt somit die ökologische Nachhaltigkeit mit der ökonomischen Nachhaltigkeit in Beziehung. Dadurch hat sie den Vorteil, dass sie den ökonomischen Wert eines Unternehmens gewichtet. Dadurch kann der kalkülhaften Sichtweise entgegengewirkt werden, dass es scheinbar am ökologischsten wäre, wenn das Unternehmen gar nicht existiere. Schließlich wären in so einem Fall der Treibhausgasausstoß gleich Null. Sowohl die wirtschaftlichen als auch sozialen Folgen blieben unberücksichtigt. Ein weiterer Vorteil ist, dass diese Größe resistenter gegen Ausreißer ist. So kann die ökologische Entwicklung auch bei wirtschaftlichen Krisen wie eingeordnet werden. Alternative Verhältnisse wie z.B. Treibhausgasemissionen zu erbrachter tatsächlicher Leistung

---

<sup>5</sup> Alternativ wird die Treibhausgasintensität auch in Tonnen CO<sub>2e</sub> pro Million Umsatz in Euro angegeben. Bei einer Umformung würde sich die Maßzahl jedoch nicht ändern.

(z.B. *kg CO<sub>2</sub> pro kWh erzeugtem Strom*) erscheinen in Bezug auf die Stadtwerke Bochum als wenig aussagekräftig, da sie auf mehreren Geschäftsfeldern operieren und in diesem Fall dann *kWh Strom + m<sup>3</sup> Wasser + m<sup>3</sup> Gas + ...* zusammengefasst werden würden. Der Umsatz deckt die gesamten Geschäftsfelder ab.

Die beiden unteren Kreisdiagramme enthalten jeweils einen Modal Split. Dabei ist das linke Diagramm jedoch ein Modal Split aufgeteilt nach den THG-Emissionen. Hierbei ist also ersichtlich, welchen Anteil am THG-Ausstoß ein bestimmter Teil des Mobilitätsangebots hat. Beim rechten Kreisdiagramm handelt es sich um den üblichen Modal Split des Verkehrsaufwands nach Personenkilometern. Bei den Fahrzeugen der Flotte wurden diese als Fahrzeugkilometer berücksichtigt, da irrelevant ist, ob sich einer oder mehrere Mitarbeiter im Auto befinden.

Zudem befinden sich Schaltflächen am rechten Rand des Dashboards, sodass der Nutzer auswählen kann, für welches Jahr, für welchen Bereich (Arbeitsweg, Flotte, Dienstreise) oder speziell für welches Verkehrsmittel, er die Zahlen sehen will. Unter diesen Schaltflächen stehen noch kurze Erklärungen zu den einzelnen Diagrammen.

Da sich nicht für alle Jahre die notwendigen Daten generieren ließen, wurden teilweise Schätzwerte eingegeben. Sie sollen das Potential des Dashboards verdeutlichen, wenn die Emissionen regelmäßig berechnet werden. Für die folgenden Jahre und Kategorien wurden Schätzwerte eingegeben:

- Mobilitätsemissionen des Arbeitswegs: 2016/2017, da in diesen Jahren die Umfrage nicht gestellt wurde. Die Umfrage aus dem letzten Jahr wurde für das „aktuelle“ Ergebnis 2018 genutzt.
- Mobilitätsemissionen der Flotte: 2016/2017, da die Laufleistungen der einzelnen Fahrzeuge aus diesen Jahren nicht vorlagen

Diese Schätzwerte beeinflussen das aktuelle Ergebnis jedoch nicht, sie dienen lediglich als Ausblick, welchen Mehrwert dieses Dashboard in einigen Jahren haben könnte, wenn regelmäßig Daten in das Dashboard eingepflegt werden.

# Dashboard Stadtwerke Bochum - Nachhaltigkeit

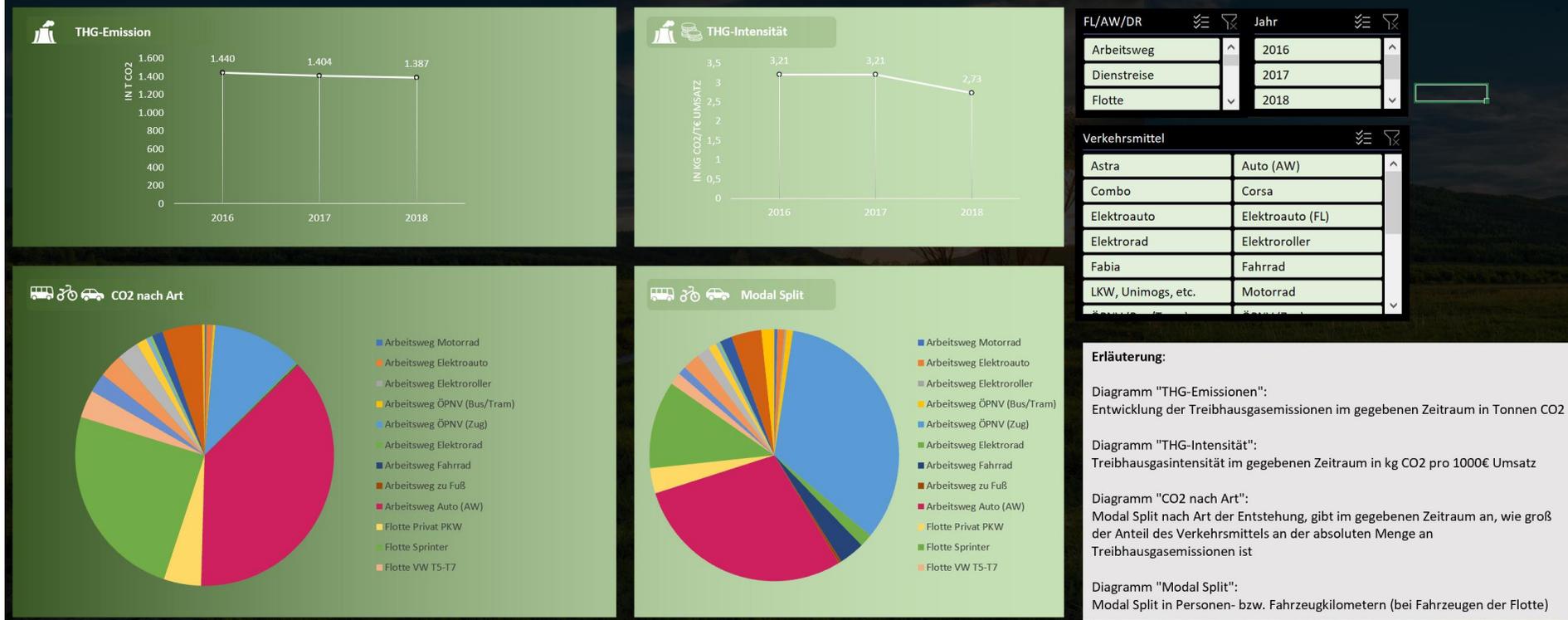


Abbildung 10: Abbildung des Dashboards, in dem die wichtigsten Kennwerte ersichtlich sind.

## 6.2 Die Szenariotabelle

Eine weitere Funktion der excel-Datei ist die sogenannte Szenariotabelle (vgl. Abbildung 11). Mithilfe dieser können auf einen Blick die Auswirkungen in Bezug auf die Treibhausgasintensität und die absolute Menge an Treibhausgasen von bestimmten Szenarien erfasst werden. Mit ihr können auch die Treibhausgasemissionen in den nächsten Jahren berechnet werden. Dabei handelt es sich um eine Tabelle, in der die verschiedenen Verkehrsmittel für den Arbeitsweg, die Flotte und Dienstreisen zugeordnet sind.

Um sie übersichtlich zu halten, darf der Nutzer nur die Felder ändern, die im dunkleren rotbraun gefärbt sind. Nur diese sind für die Berechnung des Ausstoßes relevant.

Innerhalb dieser Tabelle kann die durchschnittliche Distanz eingegeben werden, die mit dem Verkehrsmittel zurückgelegt wird. In der Kategorie *Arbeitsweg* ändern sich diese Werte in der Regel kaum, da Mitarbeiter nicht jährlich umziehen. Langfristig könnte es jedoch signifikante Auswirkungen geben. Grundlage für die Distanz stellt die mithilfe der Umfrage ermittelte Entfernung zum Arbeitsplatz dar. Für das Fortbewegungsmittel Auto wurde die gleiche durchschnittliche Distanz angenommen, da nicht zu erwarten ist, dass sich Autobesitzer speziell aufgrund eines Umzugs ein neues Auto zulegen. Beim Arbeitsweg kann der Anteil der Personen, die ein bestimmtes Verkehrsmittel nutzen, verändert werden. Sollte die Prozentzahl 100 % überschreiten, gibt die Tabelle eine Warnung aus.

Für die Flotte und Dienstreisen sind die Laufleistung der Fahrzeuge bzw. die zurückgelegten Kilometer mit der Bahn die relevante Größe. Daher können diese in der Tabelle ebenfalls eingegeben werden. Mithilfe der bedingten Formatierung können die Hauptverursacher für den Treibhausgasausstoß schnell erfasst werden.

In einem Kasten unten rechts ist ebenfalls ersichtlich, wie groß die Auswirkungen in relativer und absoluter Abweichung sind. Dabei erscheint der Kasten grün, wenn die Treibhausgasemissionen sinken und rot, wenn sie steigen.

In einem rötlichen Kasten unten links können fixierte Parameter geändert werden. Dabei handelt es sich um

- *die Mitarbeiteranzahl*: relevant für die Hochrechnung der Stichprobe auf die Gesamtheit
- *die durchschnittlichen Tage in Heimarbeit pro Monat*: relevant für die eingesparten Arbeitswege
- *den Umsatz in T€*: relevant für die Treibhausgasintensität
- *Laufleistung der privaten PKW*: relevant für den Ausstoß bei Flotte und Dienstreise
- *Anteil der Laufleistung der privaten PKW, der für Aufgaben der Flotte anfällt*: relevant für Aufteilung zwischen Flotte und Dienstreise
- *durchschnittliche Mitarbeiter im Auto*: relevant für den Ausstoß, der durch Autos auf dem Arbeitsweg entsteht

Rechts neben der Szenariotabelle befinden sich Kreisdiagramme, die die Veränderung des Modal Splits – nach Kilometern und nach Ausstoß – darstellen. Diese müssen jedoch separat aktualisiert werden.

Dadurch, dass die Szenariotabelle vermehrt mit Durchschnittswerten rechnet, ist das Ergebnis ungenauer als das des Dashboards. Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden. Wenn ein Mitarbeiter, der seinen Arbeitsweg von 80 km am Tag mit einem Mittelklassewagen (Benzin,  $LCEF = 0,230 \frac{kg\ CO_2e}{km}$ ) zurücklegt, einen Tag pro Woche von zuhause arbeitet, werden in einer Woche  $0,230 \frac{kg\ CO_2e}{km} \cdot 80\ km = 18,40\ kg\ CO_{2e}$  eingespart. Diese Zahl würde bei den Werten des Dashboards berücksichtigt werden. Die Szenariotabelle hingegen arbeitet mit den Durchschnittswerten aller Mitarbeiter der Stadtwerke Bochum. In diesem Fall würde sich die Anzahl der Tage in Teleheimarbeit der gesamten Belegschaft im Durchschnitt von 0,85 Tagen pro Monat in Heimarbeit auf 0,865 Tage leicht erhöhen. Dies entspräche einer Einsparung von 14,05 kg CO<sub>2e</sub> pro Woche. Dies liegt daran, dass der durchschnittliche Emissionswert des Arbeitswegs der Stadtwerke Bochum geringer ist als der eines Mittelklassewagens. Daher würde weniger eingespart werden. Es zeigt sich jedoch, dass sich diese Abweichungen weitestgehend ausgleichen. Der Unterschied zwischen dem Gesamtwert des Dashboards und dem der Szenariotabelle beträgt 0,6 %. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Berechnung von Durchschnittswerten (zumindest bisher) das Ergebnis nicht wesentlich verfälscht.

Zusammenfassung												
Grund	Zweck	Verkehrsmittel	Spzf.1	Spzf. 2	Drs. Distanz 2018	Anteil 2018	Eingabe Distanz	Eingabe Anteil	Emissionsfaktor	CO2-Ausstoß	Zurückgelegte Pkm/Fkm	
Arbeitsweg	AW	Auto	Benzin	KW	30,2	5%	30,2	5%	216	49.584	245.627	
	AW	Auto		MW	30,2	24%	30,2	24%	230	246.392	1.146.258	
	AW	Auto		OW	30,2	17%	30,2	17%	266	203.541	818.755	
	AW	Auto	Diesel	KW	30,2	0%	30,2	0%	187	-	-	
	AW	Auto		MW	30,2	2%	30,2	2%	195	14.921	81.876	
	AW	Auto		OW	30,2	0%	30,2	0%	230	-	-	
	AW	Auto	PHEV	Drs.	30,2	3%	30,2	3%	175	26.782	163.751	
	AW	Auto	E-Auto (D)	Drs.	30,2	2%	30,2	2%	147	11.223	81.876	
	AW	Auto	E-Auto (reg.)	Drs.	30,2	0%	30,2	0%	67	-	-	
	AW	Motorrad			16,7	4%	16,7	4%	96	11.198	116.643	
	AW	Elektroroller			8,0	1%	8,0	1%	74	1.381	18.663	
	AW	ÖPNV (NV)			73,6	22%	73,6	22%	57	146.802	2.575.467	
	AW	ÖPNV (Stadt)			25,0	1%	25,0	1%	69	4.024	58.321	
	AW	E-Rad			18,8	3%	18,8	3%	25	2.187	87.482	
AW	Fahrrad			10,0	10%	10,0	10%	5	816	163.300		
AW	zu Fuß			4,5	3%	4,5	3%	43	903	20.996		
Flotte	FL	private PKW		insg.	272.473		272.473	-	233	63.354	272.473	
	FL	Transporter			1.120.000		1.120.000	-	375	420.000	1.120.000	
	FL	Auto	Benzin	KW	90.000		90.000	-	216	19.440	90.000	
	FL	Auto		MW	180.000		180.000	-	230	41.400	180.000	
	FL	Auto		OW	-		-	-	266	-	-	
	FL	Auto	PHEV		-		-	-	175	-	-	
	FL	Auto	E-Auto (D)		137.500		137.500	-	147	20.167	137.500	
	FL	Auto	E-Auto (reg.)		-		-	-	67	-	-	
FL	Auto	Nutzfahrzeug		160.000		160.000	-	273	43.680	160.000		
Dienst- reise	DR	private PKW		insg.	272.473		272.473	-	233	63.354	272.473	
	DR	Zug - FV			137.984		137.984	-	32	4.415	137.984	
		Mitarbeiterzahl	745		Arbeitswege	Szenario	2018		Vergleichswerte 2018			
		drs. HO-Tage pro Monat (2018: 0,85)	0,85		Anteil ICE-V		53,0%	53,0%	CO2 gesamt (in kg)	1.395.565		
		Umsatz in T€	508.600		Anteil PHE-V/E-V		6,7%	6,7%	CO2 - Intensität (kg CO2e/T€ Umsatz)	2,74		
		Laufleistung Privat-PKW	544.945		Anteil an abs. THG-Em.	Szenario	2018		Szenario		Veränderung (rel.)	Veränderung (abs.) in kg CO2e
		Anteil Flotte	50%		Arbeitsweg		51,6%	51,6%	CO2 gesamt (in kg)	1.395.565	0,00%	0
		LL, Priv. PKW (FL)	272.473		Flotte		43,6%	43,6%	CO2 - Intensität (kg CO2e/T€ Umsatz)	2,743934	0,00%	0,00
		LL, Priv. PKW (DR)	272.473		Dienstreisen		4,9%	4,9%				
		drs. Mitfahrer im Auto (AW) (2018: 0,07)	0,07									

Abbildung 11: Darstellung der Szenariotabelle, die die Auswirkung verschiedener Szenarien darstellt.

## 7 Ergebnisse und Interpretation

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Berechnung der THG-Emissionen und der qualitativen Aussagen vorgestellt und interpretiert. Die genauen Ergebnisse befinden sich im Anhang. An der Befragung nahmen 62 Mitarbeiter teil. Das entspricht in etwa 8,3 % der Mitarbeiter.

### 7.1 Der Arbeitsweg – Verkehrsmittel und Gründe

Die meisten Mitarbeiter der Stadtwerke Bochum kommen mit dem Auto zur Arbeit (vgl. Abbildung 12). Dabei handelt es sich um die Hälfte der Befragten. Die Umfrage zeigt auch, dass ein Wechsel des Verkehrsmittels im Laufe des Jahres/vom Sommer zum Winter in der Regel nicht erfolgt.

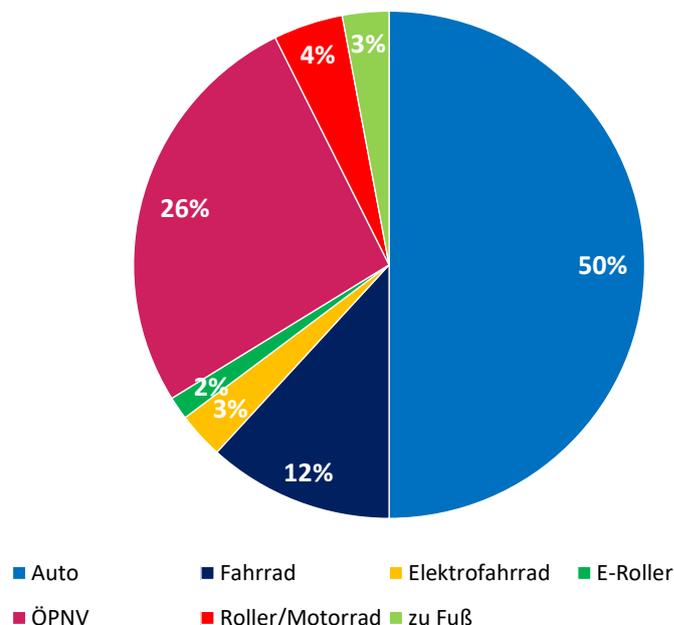


Abbildung 12: Anzahl der Nennungen des Verkehrsmittels für den Arbeitsweg der Mitarbeiter auf Grundlage der Umfrage

Die Umfrage zeigt, dass die autofahrenden Mitarbeiter das Auto primär aus praktischen Gründen nutzen (vgl. Abbildung 14). Es ist für sie schnell und bequem. Zudem können ihnen zufolge andere Verkehrsmittel mit den Vorteilen des Autos nicht mithalten (insbesondere bei der Schnelligkeit). Des Weiteren wird das Auto teilweise auch als Dienstfahrzeug genutzt und man kann auf dem Rückweg auch noch andere Aufgaben erledigen, wie z.B. einkaufen gehen oder das Kind vom Sportverein abholen. Es werden kaum andere Antriebsarten als Benzin genutzt (2x Hybrid, 1x Diesel, 1x Elektro). Die Mitarbeiter fahren in der Regel auch allein im Auto zur Arbeit. Zwei der Mitarbeiter haben einen Beifahrer, sodass auf dem Arbeitsweg

durchschnittlich 1,08 Personen im Auto sind. Mehr als die Hälfte der Befragten kann sich aber *sehr sicher* oder *eher sicher* vorstellen, mindestens einen weiteren Mitfahrer mitzunehmen (vgl. Tabelle 4). Die Bedingung dafür ist für die meisten Mitarbeiter, dass sie keinen größeren Umweg fahren müssen und die Arbeitszeiten ähnlich sind (Abbildung 17). Unter den oben genannten Bedingungen würden durchschnittlich 1,5 Mitfahrer zusätzlich mitgenommen werden.

	auf keinen Fall	eher nicht	eher sicher	sehr sicher
Mitnahme einer weiteren Person	6	8	10	6

Tabelle 4: Darstellung des Potentials eines weiteren Mitfahrers auf dem Arbeitsweg (n=24) [„Könnten Sie sich vorstellen, [...] auf Ihrem Weg zur Arbeit mindestens einen weiteren Mitarbeiter mitzunehmen?“]

Für Mitarbeiter, die mit dem Fahrrad oder dem Elektrofahrrad zu den Stadtwerken kommen, steht vor allem der sportliche und der gesundheitliche Aspekt im Vordergrund (vgl. Abbildung 15). Ebenfalls relevant sind der Preis, die Schnelligkeit und, dass es keine Probleme bei der Parkplatzsuche gibt.

Kommen die Mitarbeiter mit dem ÖPNV zur Arbeit, steht vor allem die Umweltfreundlichkeit im Vordergrund (vgl. Abbildung 16). Ebenfalls relevant sind der Preis, keine Probleme bei der Parkplatzsuche, aber auch die Schnelligkeit und, dass es stressfreier als das Auto ist, mit dem man beispielsweise im Stau stehen kann.

## 7.2 Potential alternativer Verkehrsmittel für den Arbeitsweg

Es können sich zwei Drittel der Befragten, die bereits mit dem Auto zur Arbeit kommen, grundsätzlich vorstellen, mit einem Elektroauto den Arbeitsweg zurückzulegen. Bei einem (Elektro-) Rad ist das Potential zwar kleiner, dennoch kann sich etwa die Hälfte der Mitarbeiter, die mit dem Auto zur Arbeit kommen, vorstellen, mit einem (Elektro-) Rad zur Arbeit zu fahren. Beim Elektroroller zeigt sich ein anderes Bild. Ihr Auto durch einen Elektroroller zu substituieren ist für 10 der 35 Autofahrer vorstellbar. Die Mitarbeiter, die bereits ein Verkehrsmittel des Umweltverbands nutzen, können sich tendenziell seltener vorstellen, ihr Verkehrsmittel zur Arbeit zu wechseln. Dies zeigt sich bei allen drei Alternativen.

Hauptsächliche Umstände, die die Befragten davon abhalten, ein E-Auto für den Arbeitsweg zu nutzen, sind zu hohe Anschaffungspreise und die fehlenden Lademöglichkeiten – sowohl allgemein als auch zuhause (vgl. Abbildung 18). Ebenfalls relevant sind die negativen

ökologischen Auswirkungen (z.B. bei der Batterieproduktion) oder die Eigenschaften eines E-Autos, in denen ein E-Auto gegenüber einem Verbrenner benachteiligt ist (z.B. Reichweite).

Verkehrsmittel	auf keinen Fall	eher nicht	eher sicher	sehr sicher
Elektroauto	4	7	10	14
E-Auto (UV)	7	10	5	5
(E-)Rad	8	10	13	4
E-Rad (UV)	11	6	4	6
Elektroroller	13	12	5	5
E-Roller (UV)	15	4	8	0

Tabelle 5: Alternative Verkehrsmittel für den Arbeitsweg. (UV) = Befragte, die bereits mit einem Verkehrsmittel des Umweltverbands zum Unternehmen kommen

Die Hürden zum Umstieg auf ein (E-)Rad liegen am häufigsten an der Distanz zur Arbeit (vgl. Abbildung 19). So geben viele Mitarbeiter – insbesondere diejenigen, die mit dem ÖPNV zur Arbeit kommen – an, dass der Arbeitsweg für sie zu lang ist. Zudem ist das (E-)Rad nur dann eine Alternative, wenn das Wetter gut ist und die Infrastruktur für Radfahrer sicherer und besser ausgebaut sein würde. Ein kleiner Teil der Befragten gibt ebenfalls an, dass der Anschaffungspreis eines Rads zu hoch ist. Ebenso werden unter anderem sichere Abstell-, Dusch- und Umkleidemöglichkeiten gefordert.

Die Hauptgründe, die verhindern, dass Befragte mit einem Elektroroller zur Arbeit zu gelangen, liegen auch hier beim Arbeitsweg – entweder ist dieser zu kurz oder zu groß für die Nutzung eines Elektrorollers (vgl. Abbildung 20).

### 7.3 Potential der Teleheimarbeit

In der Zeit vor der Coronapandemie haben die Mitarbeiter bisher nicht oder kaum von zuhause aus gearbeitet. Mittlerweile können sich aber 48 von 62 Mitarbeitern vorstellen, *etwas mehr* oder *viel häufiger* von zuhause aus zu arbeiten (vgl. Tabelle 6).

Wie häufig haben Sie vor Corona im Monat von zuhause gearbeitet?	Anzahl der Antworten
0	42
1-5	15
>5	3

Können Sie sich vorstellen, häufiger von zuhause aus zu arbeiten?	Anzahl der Antworten
Viel häufiger	32
Etwas mehr	16
Eher weniger	5
Gar nicht	2
Homeoffice [...] nicht möglich.	7

Tabelle 6: Angaben zur bisherigen Tätigkeit in Heimarbeit und dessen Potentials

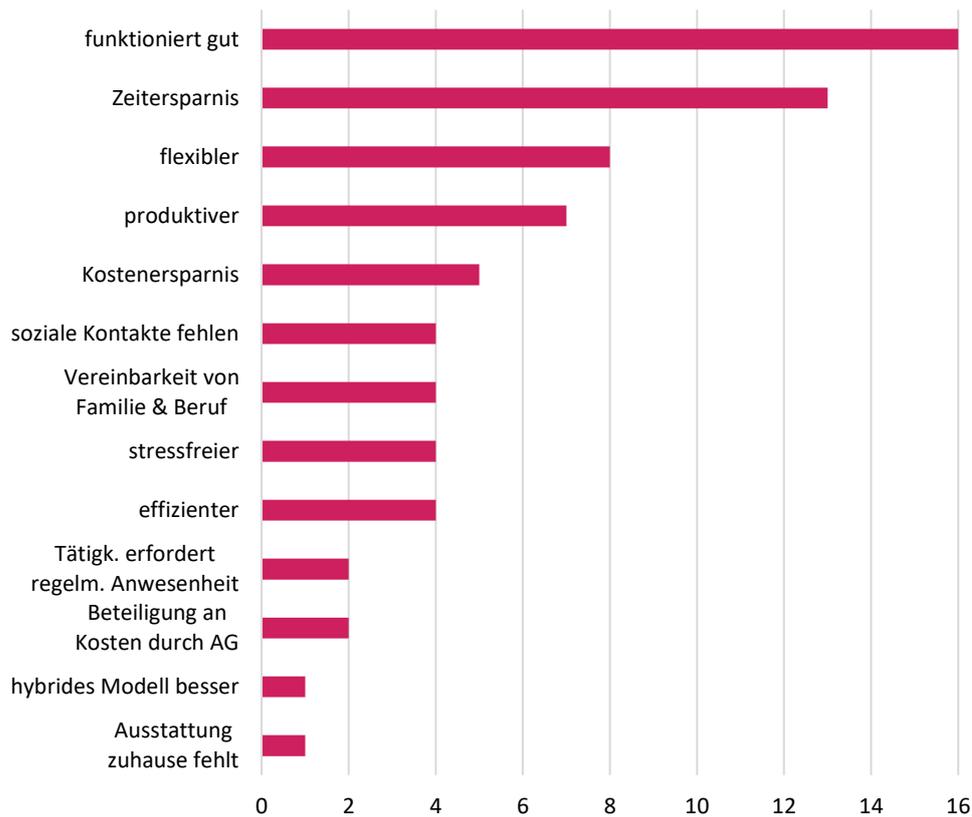


Abbildung 13: „Warum können Sie sich [nicht] vorstellen, häufiger als im letzten Jahr von zu Hause aus zu arbeiten?/Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit?“ (n=50)

Die Gründe, die die Beschäftigten angegeben haben, sind unter anderem auch durch die derzeitige Coronapandemie verursacht. So zeigte sich bei 16 Befragten, dass die Heimarbeit gut funktioniert. Sie schätzen vor allem die Zeit- und Kostensparnis und empfinden sie als produktiver, flexibler, effizienter und stressfreier. Sie fördern zudem die Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Probleme sind beispielsweise die fehlenden sozialen Kontakte oder die fehlende Ausstattung zuhause.

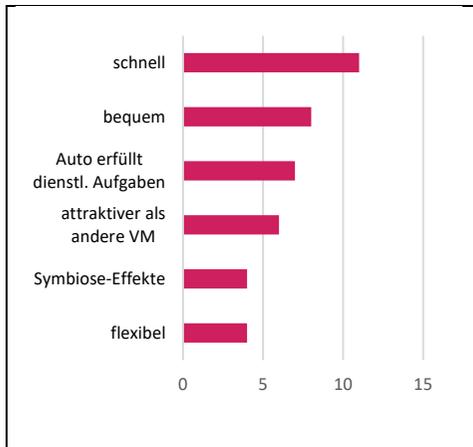


Abbildung 14: „Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel [Auto] entschieden?“ (n=25)

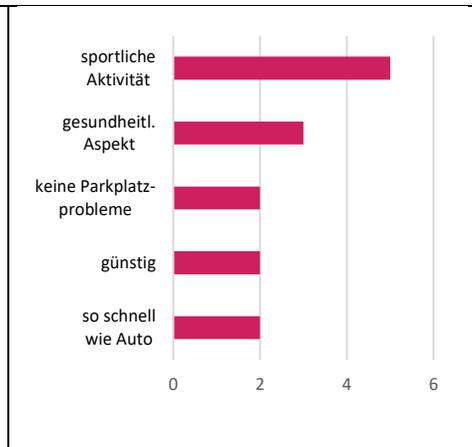


Abbildung 15: „Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel [Fahrrad o. Elektro-rad] entschieden?“ (n=9)

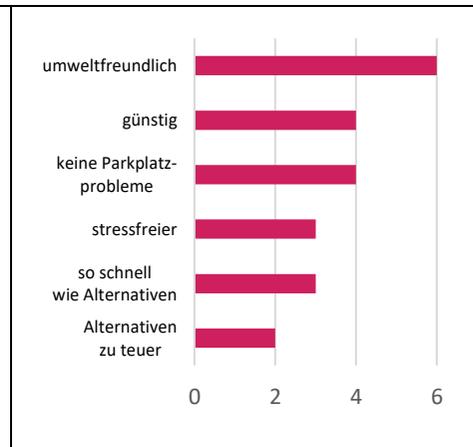


Abbildung 16: „Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel [ÖPNV] entschieden?“ (n=16)

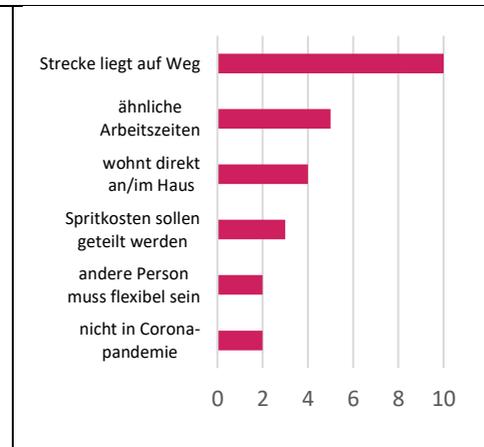


Abbildung 17: „Unter welchem Umständen wären Sie bereit, einen weiteren Mitarbeiter mitzunehmen?“ (n=24)

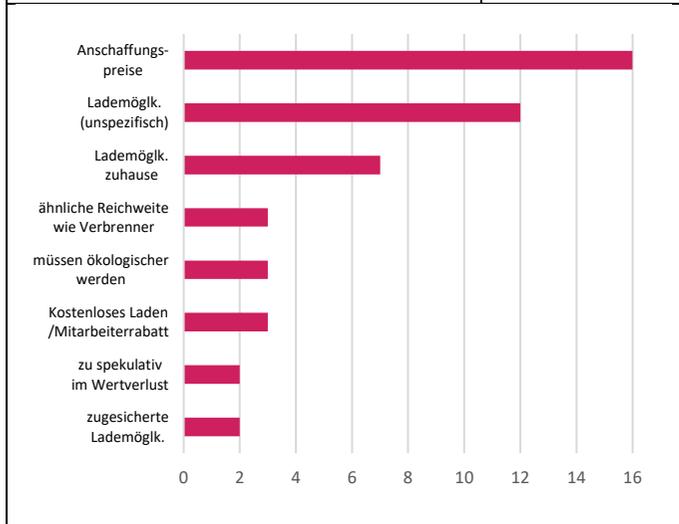


Abbildung 18: „Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Auto zurückzulegen?“ (n=52)

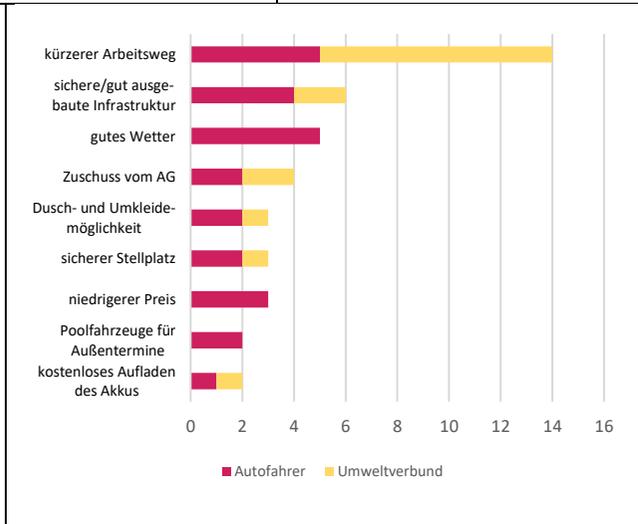


Abbildung 19: „Unter welchen Umständen wären Sie bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem (E-)Fahrrad zurückzulegen?“ (n=51)

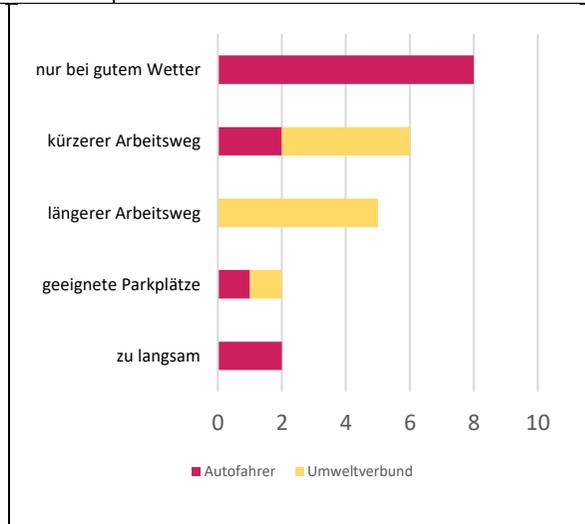


Abbildung 20: „Unter welchen Umständen wären Sie bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Roller zurückzulegen?“ (n=45)

#### 7.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Insgesamt kann auf Basis der Daten der Forms-Umfrage für den Arbeitsweg der Mitarbeiter und auf Basis der direkten Daten der Stadtwerke für die Flotte und Dienstreise der Treibhausgasausstoß der Stadtwerke Bochum auf ca. 1.387 t CO<sub>2e</sub> für das Jahr 2018 berechnet werden. Die Treibhausgasintensität beträgt bei einem Umsatz von 508,6 Mio. Euro dann  $2,73 \frac{kg\ CO_{2e}}{T€\ Umsatz}$ . Etwa 51 % des Ausstoßes entsteht durch den Arbeitsweg der Mitarbeiter. Weitere 44 % entstehen durch Emissionen der Fahrzeuge der Flotte und 5 % durch Dienstreisen mit dem Zug oder privaten PKW.

Die größten Treiber bei den Treibhausgasemissionen sind die

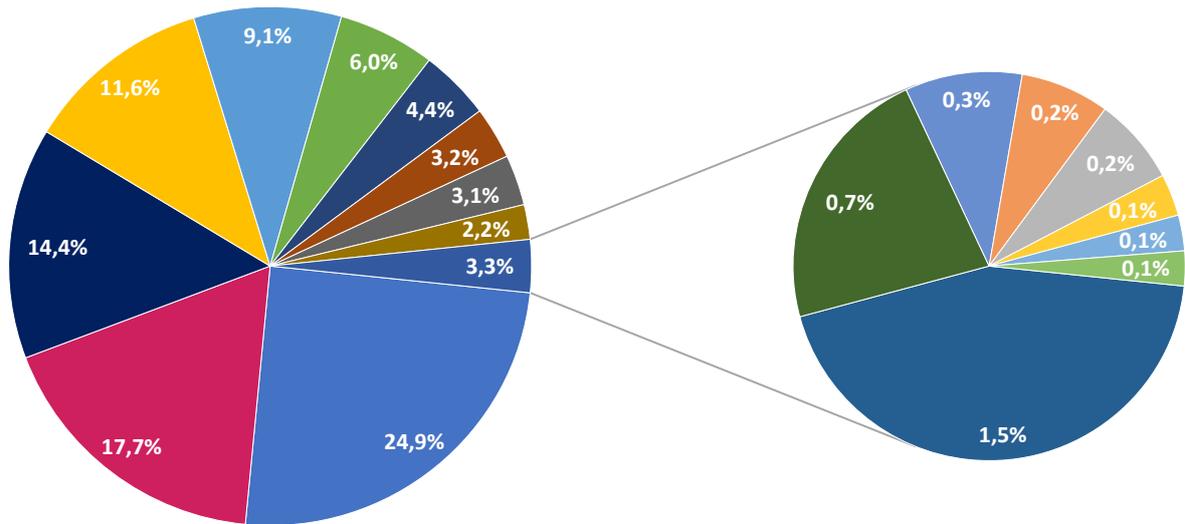
1. Mercedes Sprinter der eigenen Flotte (ca. 345 t CO<sub>2e</sub>, 25 %)
2. Mittelklassewagen für den Arbeitsweg (ca. 250 t CO<sub>2e</sub>, 18 %)
3. Oberklassewagen für den Arbeitsweg (ca. 200 t CO<sub>2e</sub>, 14 %)
4. ÖPNV (Nahverkehr) für den Arbeitsweg (ca. 160 t CO<sub>2e</sub>, 12 %)
5. Private PKW für die Flotte und Dienstreisen (ca. 130 t CO<sub>2e</sub>, 9 %)

Zusammen machen sie fast 80 % des gesamten Treibhausgasausstoßes aus (vgl. Abbildung 21).

Dabei werden bei den Arbeitswegen ca. 40 % mit Verkehrsmitteln des Umweltverbundes zurückgelegt, ca. 53 % mit Verbrennerfahrzeugen und ca. 7 % mit Hybrid- oder Elektrofahrzeugen.

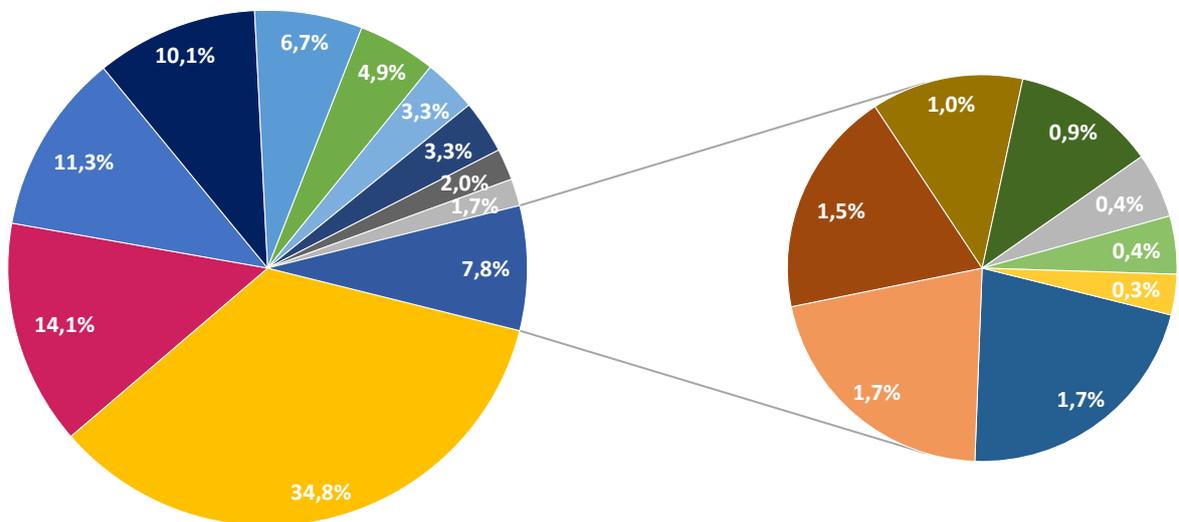
Insgesamt wird mehr als ein Drittel des Verkehrsaufwands der Stadtwerke Bochum mit dem ÖPNV auf dem Arbeitsweg zurückgelegt (vgl. Abbildung 22). Ebenfalls hohe Beiträge entstehen durch die Benzinerfahrzeuge der Ober- (10,1 %) und Mittelklasse (14,1 %) auf dem Arbeitsweg.

Für die privaten PKW der Beschäftigten ergibt sich ein durchschnittlicher Emissionswert von 233 g CO<sub>2e</sub>/Pkm bei einer Person pro Auto. Für die Flotte der Stadtwerke Bochum ergibt sich hingegen ein durchschnittlicher Emissionswert von 322 g CO<sub>2e</sub>/Fkm, der vor allem durch die emissionsintensiven Sprinter (LCEF = 375 g CO<sub>2e</sub>/Fkm) begründet ist.



- |                         |                           |                            |                     |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| ■ Sprinter (FL)         | ■ Benzin Mittelkl. (AW)   | ■ Benzin Oberkl. (AW)      | ■ ÖPNV (Arbeitsweg) |
| ■ Privat PKW            | ■ restl. Autos (AW)       | ■ Flotten-PKW (Verbrenner) | ■ VW T5-T7 (FL)     |
| ■ Flotten-Nutzfahrzeuge | ■ LKW, Unimogs, etc. (FL) | ■ Elektroauto (FL)         | ■ Elektroauto (AW)  |
| ■ Zug (Dienstreise)     | ■ Elektrorad              | ■ Motorrad                 | ■ Elektroroller     |
| ■ Fahrrad               | ■ zu Fuß                  |                            |                     |

Abbildung 21: Berechneter Treibhausgas-Modal Split in CO<sub>2e</sub> nach Verursacher. Die Abkürzung AW steht für den Arbeitsweg und FL für Fahrzeuge der Flotte.



- |                         |                           |                    |                            |
|-------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------|
| ■ ÖPNV (Arbeitsweg)     | ■ Benzin Mittelkl. (AW)   | ■ Sprinter         | ■ Benzin Oberkl. (AW)      |
| ■ Private PKW           | ■ restl. Autos (AW)       | ■ Fahrrad          | ■ Flotten-PKW (Verbrenner) |
| ■ Flotten-Nutzfahrzeuge | ■ Zug (Dienstreise)       | ■ Elektroauto (FL) | ■ Elektroauto (AW)         |
| ■ VW T5-T7 (FL)         | ■ LKW, Unimogs, etc. (FL) | ■ Elektroauto (AW) | ■ Motorrad                 |
| ■ zu Fuß                | ■ Elektroroller           |                    |                            |

Abbildung 22: Berechneter Modal Split in Personenkilometern bzw. Fahrzeugkilometern bei Fahrzeugen der Flotte. Die Abkürzung AW steht für den Arbeitsweg und FL für Fahrzeuge der Flotte.

## 8 Einsparpotentiale

In diesem Abschnitt werden verschiedene Einsparpotentiale für die Zukunft analysiert. Dabei wird insbesondere ein „idealer, bester Fall“ diskutiert.

### 8.1 Der beste Fall

#### 8.1.1 Annahmen

In diesem Szenario werden alle Potentiale, die die Befragten der Umfrage angegeben haben, ausgeschöpft. Zusätzliche werden bestehende Trends der Stadtwerke Bochum zur Grundlage genommen. Die einzelnen Annahmen werden nun vorgestellt:

1. Die Mitarbeiter nutzen ein Verkehrsmittel für den Arbeitsweg, das sie sich „sehr sicher“ oder „eher sicher“ vorstellen könnten zu nutzen. Im Idealfall nutzen sie von den Verkehrsmitteln, die sie nutzen würden, das Nachhaltigste. Für die Wahl des Verkehrsmittels im besten Fall wurde das folgende Flussdiagramm verwendet (vgl. Abbildung 23):

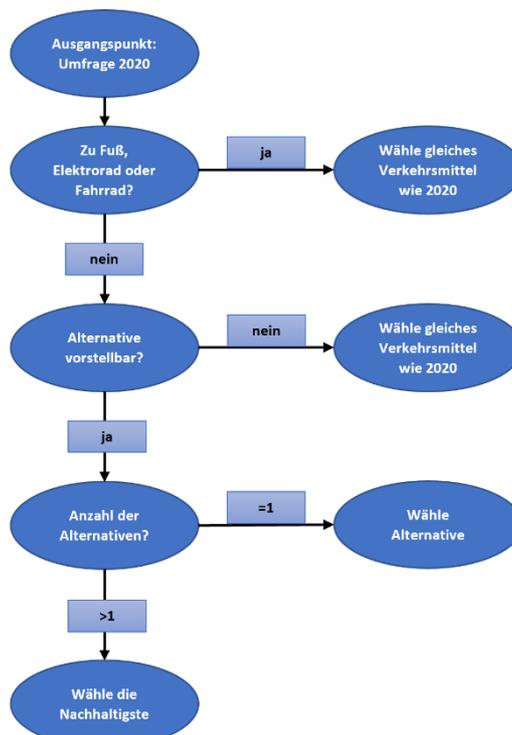


Abbildung 23: Darstellung der Entscheidungsfindung für das Verkehrsmittel im besten Fall

Dabei ist zu beachten, dass es möglich ist, dass ein ÖPNV-Nutzer sich aufgrund der verbesserten Infrastruktur auch dazu entscheiden kann, mit einem Elektroauto den Arbeitsweg zurückzulegen.

- Die Länge des Arbeitswegs bleibt konstant, da nicht davon auszugehen ist, dass sich diese signifikant ändert und ein Unternehmen kaum Möglichkeiten hat, die Entfernung zwischen Wohnung und Arbeitsplatz zu reduzieren.
- Die Mitarbeiter bilden entsprechend ihrer Angaben Fahrgemeinschaften. Bei Autofahrern wurde das Potential  $P_M$  für mitfahrende Personen wie folgt berechnet:

$$P_M = p_M \cdot c_N$$

wobei  $p_M$  die Wahrscheinlichkeit angibt, dass die Person weitere Personen mitnimmt und  $c_N$  die Personenanzahl angibt, die die Autofahrer gemäß ihrer Aussagen mitnehmen würden. Dabei wurden für  $p_M$  die folgenden Werte angenommen:

Wahrscheinlichkeit, weitere Person mitzunehmen	$p_M$
Sehr sicher	70 %
Eher sicher	40 %
Eher weniger	5 %
Auf keinen Fall	0 %

Tabelle 7: Parameter zur Wahrscheinlichkeit der Mitnahme einer weiteren Person

Mitarbeiter, die in der Umfrage keine Angaben zu diesen Items gemacht haben, da sie zum Beispiel 2020 mit dem ÖPNV kamen, wurde zur Berechnung des Potentials der Mittelwert aus den Autofahrern zugrunde gelegt. Dieser beträgt 0,58 Mitfahrer.

- Für diejenigen, die im besten Fall mit einem Elektroauto zum Unternehmen kommen, wird angenommen, dass das Auto mit regenerativem Strom geladen wird.
- Weiter wird angenommen, dass Mitarbeiter häufiger von zuhause aus arbeiten. Dazu wurde das Potential  $P_H(n_{2020}, p_i)$  in Abhängigkeit von der bisherigen Anzahl an Heimarbeitstagen pro Monat  $n_{2020}$  und der Wahrscheinlichkeit  $p_i$ , die Tage aufzustocken, wie in Tabelle 8 berechnet. So ergibt sich durchschnittlich eine Steigerung von ca. 0,08 Tagen pro Monat auf 3,46 Tage pro Monat in Teleheimarbeit.

Bereitschaft, häufiger von zuhause aus zu arbeiten	$P_H$
Viel häufiger	$(n_{2020} + 2) \cdot 2$
Etwas mehr	$(n_{2020} + 1) \cdot 1,5$
Eher weniger	$n_{2020} \cdot 0,5$
Gar nicht	0
Homeoffice ist für meine Tätigkeit nicht möglich.	0

Tabelle 8: Berechnung des Potentials für häufigere Heimarbeit

6. Von 2016 bis 2018 nahm die Nutzung privater PKW für dienstliche Zwecke um durchschnittlich 7,5 % pro Jahr ab. Daher scheint es in einem besten Fall nicht unrealistisch, dass sich diese um weitere 5 % reduzieren kann.
7. Da sich das Mobilitätsverhalten der Mitarbeiter auf dem Arbeitsweg in diesem Szenario verändert, ändert sich ebenfalls der durchschnittliche Emissionswert für die privaten PKW, die dienstlich genutzt werden. Der neue durchschnittliche Emissionswert ergibt sich weiterhin aus den Autos, mit denen die Mitarbeiter zum Unternehmen fahren. Im besten Fall tun sie dies aber vermehrt mit Elektroautos, sodass der LCEF sinkt.
8. Weil die Kilometer, die mit der Bahn im Rahmen von Dienstreisen zurückgelegt worden sind, von 2015 bis 2018 ungefähr konstant geblieben sind ( $VarK = 0,085$ ), wird ein mittlerer Wert von 140.000 km/a angenommen.
9. Bei der Flotte bleibt die Anzahl der Transporter und Nutzfahrzeuge konstant, da es schwierig ist, diese nachhaltig zu substituieren. Diese Annahme spiegeln auch Ansprechpartner der Stadtwerke Bochum wider. Es werden jedoch zwei Mittelklassewagen durch zwei Kleinwagen ersetzt.
10. Die Laufleistung der Flottenwagen bleibt konstant, da eine Reduktion zur Folge haben könnte, dass Termine oder Aufträge nicht mehr wahrgenommen werden könnten.

### 8.1.2 Ergebnisse

Unter den obigen Annahmen ergibt sich ein Rückgang der mobilitätsbedingten Treibhausgasemissionen um ca. 41 Prozent von fast 1400 t CO<sub>2e</sub> auf ca. 830 t CO<sub>2e</sub> (vgl. Abbildung 23).

Dabei nehmen insbesondere die Treibhausgasemissionen im Bereich *Auto* beim Arbeitsweg (-389 t CO<sub>2e</sub>), im Bereich *Flottenwagen* (-74 t CO<sub>2e</sub>) und beim *ÖPNV (NV)* (-57 t CO<sub>2e</sub>) ab.

Gleichzeitig verachtfacht sich der Ausstoß bei Elektrorollern und die Emissionen bei Elektroautos vervierfachen sich nahezu<sup>6</sup>. Das ist durch die aktuell niedrigen Werte zu begründen.

Durch das veränderte Mobilitätsverhalten für den Arbeitsweg ändert sich auch der durchschnittliche Emissionswert der privaten PKW in dienstlicher Nutzung. Er sinkt von ca. 233 g CO<sub>2e</sub>/km auf 116 g CO<sub>2e</sub>/km, was einer Halbierung des Emissionswerts entspricht.

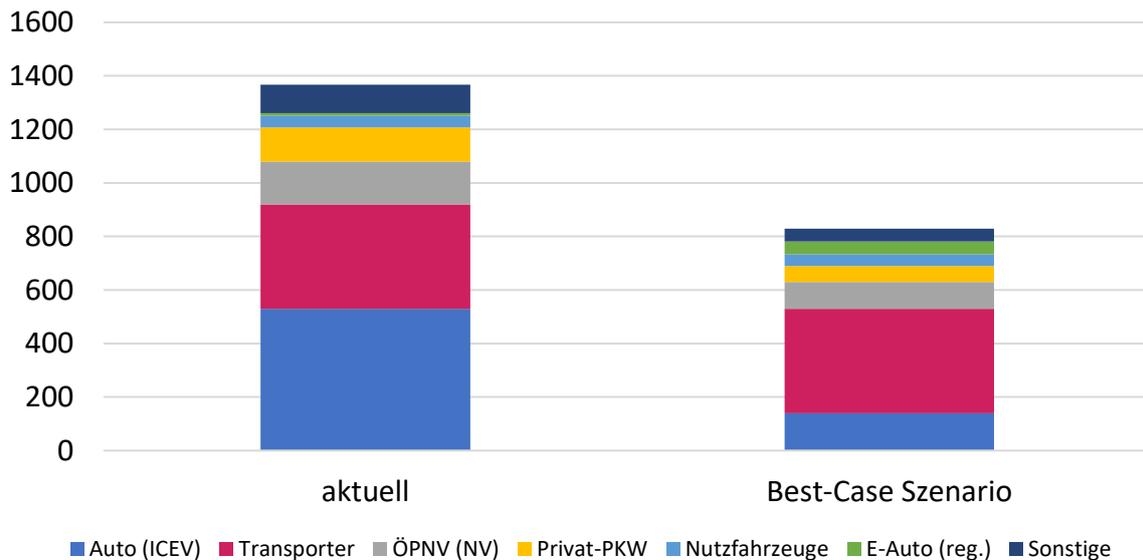


Abbildung 23: Vergleich des besten Falls mit dem aktuellen Ausstoß

## 8.2 Einsparpotential verschiedener Maßnahmen

In der folgenden Tabelle sollen die Auswirkungen einzelner Maßnahmen beispielhaft bestimmt werden. Dazu wird das für die Masterarbeit entwickelte „Szenariotabelle“ in der excel-Datei genutzt. Bei den verschiedenen Mobilitätsveränderungen wird jeweils nur ein Parameter variiert; die restlichen Parameter bleiben konstant. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 9 ersichtlich.

Es ist erkennbar, dass es drei Möglichkeiten gibt, die eine große Auswirkung auf den Ausstoß haben. Dabei handelt es sich um die Tage im Homeoffice, die größere Auslastung der Fahrzeuge, die die Mitarbeiter auf dem Arbeitsweg nutzen, und die Elektrifizierung der Fahrzeuge mit regenerativem Strom.

<sup>6</sup> Der große Multiplikationsfaktor der Emissionen entsteht durch die bisher geringe Nutzung in absoluten Zahlen.

So führt eine leichte Erhöhung der durchschnittlichen Tage im Homeoffice pro Monat von 0,85 Tagen pro Monat auf 1,2 Tage pro Monat zu einer Reduktion der THG-Emissionen um 1,01 %. Eine merkliche Erhöhung der Tage in Heimarbeit auf durchschnittlich 0,9 Tage pro Woche würde dabei eine Reduktion um 8,19 % zur Folge haben, die ca. 108 Tonnen CO<sub>2e</sub> einsparen würden.

Wird die Auslastung der Autos für den Arbeitsweg erhöht, beispielsweise indem man die Bildung von Fahrgemeinschaften vereinfacht, sind ebenfalls größere Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen die Folge. Würde man erreichen, dass jeder fünfte Mitarbeiter einen weiteren Mitarbeiter mit zum Unternehmen bringt, könnte man die Emissionen um 4,54 % senken. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass eine Einsparung in dieser Höhe nur dann durch höhere Auslastung erfolgen kann, wenn der Emissionswert der privaten PKW entsprechend hoch ist. Sollte es kaum noch Verbrennerfahrzeuge geben, da die meisten Autos regenerativ elektrifiziert sind, bringt eine Erhöhung der Auslastung nicht mehr eine Reduktion um fast 50 t CO<sub>2e</sub>.

Im Gegensatz dazu lässt sich feststellen, dass einige Maßnahmen trotz höherer Investitionssummen nur geringe Effekte haben. Dies sind beispielsweise die Substitution von Mittelklassewagen durch Kleinwagen in der Flotte (-0,10 %) oder auch die Substitution von Mittelklassewagen durch Hybridfahrzeuge (-1,33 %). Dazu zählt auch das häufigere Fahren mit dem Fernverkehr der Bahn als mit dem eigenen PKW. Würde man 40.000 km<sup>7</sup> mehr mit dem Zug statt mit dem eigenen PKW fahren, ergäbe dies eine Einsparung von 0,67 %.

---

<sup>7</sup> Dies entspricht in etwa der Strecke von 36 Fahrten von Bochum nach Berlin und zurück

Maßnahme	Parameter 1 (P1), alt	Parameter 1 (P1), neu	Parameter 2 (P2), alt	Parameter 2 (P2), neu	Veränderung THG-Em. (rel.)	Veränderung THG-Em. (abs.)
Die Tage pro Monat im Homeoffice (P1) steigen merklich auf einen Tag pro Woche für die meisten Mitarbeiter	0,85 d/Monat	3,7 d/Monat	-	-	-8,19 %	-107.883 kg
Durch die Bildung von Fahrgemeinschaften steigt die durchschnittliche Zahl von Mitarbeitern pro Auto (P1)	0,07	0,20	-	-	-4,54 %	-59.848 kg
Einige Mittelklassewagen (Benzin) für den Arbeitsweg (P1) werden durch E-Autos (reg. Strom) (P2) subst.	24 %	18 %	0 %	6 %	-3,47 %	-45.706 kg
Einige Mittelklassewagen (Benzin) für den Arbeitsweg (P1) werden durch E-Autos (drs. Strommix) (P2) subst.	24 %	18 %	2 %	8 %	-1,75 %	-23.046 kg
Einige Mittelklassewagen (Benzin) für den Arbeitsweg (P1) werden durch Hybridfahrzeuge (P2) substituiert	24 %	18 %	3 %	9 %	-1,57 %	-20.650 kg
Einige Oberklassewagen (Benzin) (P1) werden durch Mittelklassewagen (Benzin) (P2) substituiert	17 %	10 %	24 %	31 %	-1,33 %	-17.550 kg
Die Tage pro Monat im Homeoffice (P1) steigen leicht	0,85 d/Monat	1,2 d/Monat	-	-	-1,01 %	-13.249 kg
Dienstreisen werden häufiger mit dem Zug (P1) als mit dem Privat-PKW (P2) durchgeführt	≈ 140.000 km/a	180.000 km/a	≈ 540.000 km/a	500.000 km/a	-0,67 %	-8.786 kg
Die Hälfte der Mittelklassewagen (P1) der Flotte wird durch Kleinwagen (P2) substituiert	180.000 km/a	90.000 km/a	90.000 km/a	180.000 km/a	-0,10 %	-1.260 kg
Viele Nutzer eines Fahrrads für den Arbeitsweg (P1) nutzen fortan ein Elektrorad (P2)	10 %	4 %	3 %	9 %	+0,31 %	+4.034 kg
Einige Nutzer des ÖPNV für den Arbeitsweg (P1) nutzen stattdessen Mittelklassewagen (P2)	22 %	17 %	24 %	29 %	+2,04 %	+26.884 kg

Tabelle 9: Auswirkungen verschiedener Maßnahmen auf die THG-Emissionen (nach Größe der Auswirkung geordnet)

## 9 Bewertung der Umfrage

Im folgenden Abschnitt soll die Umfrage selbst bewertet werden, dabei sollen insbesondere die Gütekriterien einer wissenschaftlichen Untersuchung (Objektivität, Reliabilität & Validität) zur Bewertung herangezogen werden.

### 9.1 Gütekriterien

#### 9.1.1 Objektivität

Die Objektivität einer Befragung ist gegeben, „wenn verschiedene Personen, die die Messungen unabhängig voneinander vornehmen, zu den gleichen Messergebnissen gelangen“ (Himme, 2009, S. 485). Da die Messergebnisse größtenteils Zahlen oder das Ankreuzen von Items sind, ist davon auszugehen, dass eine andere Person bei der Auswertung auf dasselbe Ergebnis gekommen wäre. Daher lässt sich die Objektivität als gegeben einschätzen.

#### 9.1.2 Reliabilität

Reliable Ergebnisse erfordern, „dass die Messergebnisse bei wiederholter Messung reproduzierbar sein sollten“ (ebd.). Nicht alle Fragen des Fragebogens liefern notwendigerweise reliable Ergebnisse. Zwar ändern sich die Wahl des Verkehrsmittels nicht regelmäßig; bei den qualitativen Antworten jedoch sind andere Ergebnisse möglich. Beispielsweise könnte sich ein Radfahrer ein Bein brechen und somit kurze Zeit später mit dem Auto gefahren werden oder ein Mitarbeiter kann sich derzeit mehr Tage im Homeoffice vorstellen, weil seine Frau derzeit arbeitet und er auf die Kinder aufpassen muss. In ähnlicher Art und Weise können sich die qualitativen Antworten für die Wahl des Verkehrsmittels oder der Alternativen aufgrund von äußeren Ereignissen ändern. Dadurch, dass in der Umfrage aber zum Beispiel nach der Zeit zwischen April und Oktober gefragt worden ist, könnten solche Effekte abgeschwächt worden sein.

#### 9.1.3 Validität

Die Validität betrifft die „Gültigkeit und [...] Genauigkeit eines Messinstruments, [also], ob mit einem Messinstrument das gemessen wird, was gemessen werden soll“ (ebd.). Offenbar konnten mithilfe der Umfrage die mobilitätsbedingten Treibhausgasemissionen der Stadtwerke Bochum bestimmt werden. Einige Fragen könnten jedoch genauer formuliert werden, um die Validität zu erhöhen. Hier ist beispielsweise die erste Frage zu nennen:

„Wie viele Kilometer legen Sie durchschnittlich bis zu Ihrer Arbeitsstätte zurück? (pro Strecke)“

Dabei sollte der Befragte angeben, wie die Distanz zwischen seinem Wohnort und dem Unternehmenssitz ist. Einige haben hier hohe Zahlen eingegeben, die darauf schließen lassen, dass einige Hin- und Rückweg addiert haben. So hat beispielsweise ein Radfahrer bei dieser Frage „31 km“ angegeben, was auf diesen Umstand hinweisen könnte.

Eine andere Frage, die eventuell kein Ergebnis ergeben hat, war die Frage, ob man sich vorstellen könne, den Arbeitsweg mit einem „(E-)Fahrrad“ zurückzulegen. Hier hätte der Befragte entscheiden können, ob es für ihn mit einem Fahrrad oder einem E-Fahrrad möglich wäre. Jedoch deuteten einige Antworten an, dass einige Personen es so verstanden haben, als wenn es sich bei der Frage ausschließlich um eine Elektrofahrrad handeln würde.

Um unter anderem die Validität der Befragung zu erhöhen, wurde die Umfrage überarbeitet. Weitere Aspekte, die dabei eine Rolle gespielt haben, waren die Beschleunigung der Umfrage, der Fokus auf die wichtigen Aspekte innerhalb der Befragung und die Ergänzung um weitere relevante Gesichtspunkte. Die wesentlichen Änderungen sollen im Folgenden vorgestellt werden. Eine vollständige verbesserte Version der Umfrage befindet sich im Anhang.

- i. Einige sprachliche Aspekte, die das Ergebnis verfälscht haben könnten, können verbessert werden und das Ergebnis valider gestalten:
  - a. Beispielsweise kann in der Frage, nach der Länge des Arbeitswegs besser „Hin- und Rückweg“ statt „pro Strecke“ stehen, da davon auszugehen ist, dass einige Befragte „pro Strecke“ bereits als Hin- und Rückweg verstanden haben.
  - b. Die Frage nach dem Umsteigepotential auf ein Elektrorad oder ein „normales“ Fahrrad wird in zwei separate Fragen aufgeteilt.
- ii. Die Unterscheidung zwischen Sommer und Winter bei der Befragung nach dem genutzten Kapitel wird verändert. In einer ersten Frage wird im neuen Fragebogen nach dem überwiegend genutzten Verkehrsmittel gefragt, mit dem Hinweis, dass ein geändertes Mobilitätsverhalten im Laufe des Jahres später angegeben werden kann. Dies soll die Redundanz der Umfrage verringern und die Umfragedauer beschleunigen.

- iii. Da die Berechnung mithilfe des Lebenszyklusansatzes anstatt eines „tank-to-wheel“-Ansatzes erfolgt, ist die Frage nach dem Treibstoffverbrauch weniger relevant. Daher genügt es, wenn die Befragten angeben, um welche Art von Auto es sich handelt (Kleinwagen, Mittelklassewagen oder Oberklassewagen) und ob sie regenerativen Strom nutzen, wenn sie ein Elektroauto nutzen.
- iv. Es wird zudem nach dem Umsteigepotential auf den ÖPNV gefragt, da ein Unternehmen entgegen einer früheren Einschätzung doch eine Auswirkung auf die Nutzung des ÖPNV haben kann (z.B. durch die Preisreduktion von Firmentickets).
- v. Es können Fragen zur Kenntnis, Nutzung und persönlichen Bewertung von Mobilitätsmanagementmaßnahmen ergänzt werden. Mitarbeiter könnten daher gefragt werden, ob ihnen bekannt sei, dass Dusch- und Umkleidemöglichkeiten für Radfahrer bereitgestellt werden, ob sie diese bereits nutzen und wie sie die Qualität dieser bewerten. So könnten Rückschlüsse auf die Wirkungen der Maßnahmen getroffen werden.

An der Umfrage nahmen 62 der ca. 745 Mitarbeiter der Stadtwerke Bochum teil. Damit ergibt sich ein Rücklauf von ca. 8,3 Prozent. Wird von einem in der Wissenschaft üblichen Konfidenzniveau von 95 %, einem Konfidenzintervall von 12 % und einer Standardabweichung von 50% ausgegangen, entspricht dies genau der Stichprobengröße in der obigen Umfrage. Mit anderen Worten: Die Wahrscheinlichkeit, dass das wahre Ergebnis um maximal 12 % vom auf der Basis der Umfrage ermittelten Ergebnis abweicht, beträgt 95 %. Dieses Ergebnis ist nicht optimal, es ist aber dennoch davon auszugehen, dass man auf Basis der ermittelten Ergebnisse solide Folgerungen treffen kann. Nichtsdestotrotz wäre eine größere Stichprobe bei einer weiteren Durchführung der Umfrage wünschenswert. Ebenfalls ist die Repräsentativität eingeschränkt, da die Umfrage freiwillig war und so psychologische Überlegungen der Befragten relevant sein könnten. Beispielsweise könnte es sein, dass sich Mitarbeiter, die ein „ökologisch schlechtes“ Verkehrsmittel für den Arbeitsweg nutzen, weigerten, die Umfrage durchzuführen. Ähnliche Bias sind ebenfalls möglich.

Um den Stichprobenumfang zu erhöhen, wäre es in den weiteren Durchläufen einer Mobilitätsumfrage beispielsweise möglich, Anreize für die Mitarbeiter zu setzen, damit sie an der Umfrage teilnehmen. Dies könnte dann auch die Repräsentativität der Umfrage erhöhen.

## 10 Fazit und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, Maßnahmen zur Implementierung einer nachhaltigen, innerbetrieblichen Mobilitätsstrategie zu analysieren. Dies entspricht dem ersten Schritt der Implementierung eines innerbetrieblichen Mobilitätsmanagements (vgl. Kapitel 3). Der Prozess einer Implementierung bedarf einer regelmäßigen Durchführung. Diese Arbeit ist daher nur als Beginn zu sehen. In den nächsten Jahren sollten daher Maßnahmen umgesetzt und danach evaluiert werden. Ebenso sollten die Erfolge nach außen und innen kommuniziert werden, damit der Prozess einer innerbetrieblichen Mobilitätsstrategie auch nachhaltig ist (vgl. Kapitel 3.4).

Insgesamt zeigt sich, dass das Mobilitätsverhalten der Mitarbeiter der Stadtwerke auf Basis der Umfrage hinsichtlich des Arbeitswegs umweltfreundlicher ist als im deutschen Durchschnitt (vgl. Kapitel 3.3).

Maßnahmen, die weiter forciert werden sollten, um eine Transformation zu gestalten, sind insbesondere der Ausbau der Teleheimarbeit und die höhere Auslastung der Fahrzeuge, die auf dem Arbeitsweg genutzt werden. Die Mitarbeiter stehen einer Fahrgemeinschaft offen gegenüber (vgl. Kapitel 7). Als Bedingung wird hauptsächlich erwähnt, dass die Strecken der Mitarbeiter und die Arbeitszeiten ähnlich sein sollen, was durch die Bereitstellung eines Pendlerportals und flexibler Arbeitszeiten unterstützt werden könnte (vgl. Kapitel 3.6). Ebenfalls wird die Teleheimarbeit von der Mehrheit der Mitarbeiter aufgrund der Zeit- und Kostenersparnis weitestgehend positiv eingeschätzt. Lediglich die fehlenden sozialen Kontakte oder die fehlende Ausstattung zuhause werden bemängelt. Dabei könnte gerade die Teleheimarbeit den Treibhausgasausstoß enorm senken (vgl. Kapitel 8). Die aktuelle Coronapandemie könnte dazu führen, dass auch langfristig vermehrt Teleheimarbeit genutzt wird.

Eine weitere Verlagerung auf den Umweltverbund durch unternehmensinterne Maßnahmen ist schwierig, da die Mitarbeiter hier vor allem Hürden angeben, die außerhalb der Entscheidung der Stadtwerke liegen. Hierbei sei zum Beispiel für den Umstieg auf das Fahrrad die Länge des Arbeitswegs, die fehlende kommunale Infrastruktur oder das Wetter genannt. Die Elektrifizierung des MIV könnte durch eine preisliche Unterstützung des Arbeitgebers und das Bereitstellen von Lademöglichkeiten gefördert werden, da die meisten Mitarbeiter in der Umfrage angegeben haben, dass diese zwei Probleme sie davon abhalten,

ein Elektroauto zu nutzen. Könnten die Autos sodann auf dem Gelände der Stadtwerke regenerativ geladen werden, wäre die positive Auswirkung auf die Umwelt noch größer.

Insgesamt ist aber im Wesentlichen auf *pull*-Maßnahmen des Umweltverbunds zu setzen – so wie es die Vorreiter im betrieblichen Mobilitätsmanagement ebenfalls tun. Dabei zeigt insbesondere das *best-case Szenario*, dass eine starke Reduktion des Ausstoßes möglich ist.

Bei der Berechnung des Ergebnisses sind in einzelnen Schritten Unsicherheiten möglich. Dies gilt insbesondere für die LCEF. Hier wird allen Verkehrsmitteln ein einzelner LCEF zugeteilt. Zwar wurde bei Autos versucht, durch Unterkategorien dem entgegenzuwirken, jedoch entstehen dadurch Ungenauigkeiten. Ein weiteres Problem entsteht durch die kleine Stichprobengröße und Verzerrungen (vgl. Kapitel 9). Dies betrifft jedoch hauptsächlich den Arbeitsweg. Eine Studie des Umweltbundesamts könnte dieses Ergebnis stützen. Diese Mobilitätsstudie aus dem Jahr 2017 gibt für Tagespendler einen durchschnittlichen Ausstoß von 24,9 kg CO<sub>2e</sub> pro Woche für den Arbeitsweg an (UBA, 2018b). Bei den Stadtwerken Bochum entspricht dieser Wert 20,2 kg. Unter Berücksichtigung der kürzeren Arbeitswege der Stadtwerke-Mitarbeiter scheint das Ergebnis realistisch.

Das Ergebnis des mobilitätsbedingten Treibhausgasausstoßes von ca. 1400 t CO<sub>2e</sub> pro Jahr ist schwierig einzuschätzen, da kaum (öffentliche) Vergleichswerte existieren. Das Umweltbundesamt veröffentlicht alle drei Jahre die Ergebnisse einer Mobilitätsumfrage unter ihren Mitarbeitern (UBA, 2018b). Sie gibt für Tagespendler einen durchschnittlichen Ausstoß von 25 kg CO<sub>2e</sub> pro Woche für den Arbeitsweg an. Dabei sind aber ein Drittel dieser Pendler Tagesfernpendler<sup>8</sup>, die den Ausstoß nach oben treiben. Für die Stadtwerke Bochum ergibt sich ein Wert von 20,2 kg CO<sub>2e</sub>. Die Ergebnisse hinsichtlich des Arbeitswegs erscheinen also plausibel, da die Mitarbeiter der Stadtwerke Bochum hauptsächlich Tagesnahpendler sind.

Ein Problem bei der Emissionsbestimmung in allen Bereichen ist die Ungenauigkeit des LCEF. Dennoch ist es vorteilhaft, dass der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt wird und dadurch Vereinfachungen, die das Ergebnis „verschönern“, vermieden wird.

Das Ergebnis der eigenen Flottenwagen kann als plausibel bewertet werden, da die Laufleistungen der Fahrzeuge bekannt sind. Beim LCEF sind Ungenauigkeiten feststellbar. So wurden zum Beispiel der Opel Corsa und der Skoda Fabia als Kleinwagen zusammengefasst.

---

<sup>8</sup> Als Tagesfernpendler wird ein Pendler bezeichnet, der mehr als 50 km am Tag für den Arbeitsweg zurücklegt.

Insgesamt ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Ungenauigkeiten bei der Berechnung im Mittel ausgleichen, da keine signifikanten Ausreißer festzustellen sind. Insgesamt ist der wahre Wert weniger relevant als viel mehr die Entwicklung des Werts in den nächsten Jahren.

Insgesamt ist dennoch anzumerken, dass der Fokus in dieser Masterarbeit auf der ökologischen mit Grundzügen der ökonomischen Säule der Nachhaltigkeit liegt. Zudem wird der Schwerpunkt auf die Treibhausgase gelegt. Andere ökologische Schadstoffe, wie Stickoxide oder Lärmemissionen, bleiben unberücksichtigt. Ebenfalls werden soziale Aspekte nur im Hintergrund behandelt, wie z.B. Kinderarbeit bei der Herstellung von Batterien für Elektroautos. Nichtsdestotrotz hat eine innerbetriebliche Mobilitätsstrategie auch soziale Vorteile, wie zum Beispiel die bessere Vereinbarkeit von Familie und Beruf bei einer stärkeren Nutzung der Teleheimarbeit (vgl. Kapitel 7). Zudem werden durch ein innerbetriebliches Mobilitätsmanagement ebenso mehrere Ziele der nachhaltigen Entwicklung verfolgt und unterstützt.

# 11 Literaturverzeichnis

- ACE e.V., B.A.U.M. e.V. & B.A.U.M. Consult GmbH (2016) (Hrsg.): *mobil gewinnt – nachhaltige Mobilität kennt nur Gewinner*. Druckerei Lokay e.K.
- Bartz, F. M. (2010): *Mobilitätsbedürfnisse und ihre Satisfaktoren*. Dissertation an der Universität zu Köln.
- Biden, J. (o.D.): *The Biden Plan for a clean energy revolution and environmental justice*. abgerufen am 24.12.2020 unter: <https://joebiden.com/climate-plan/>
- Bräuninger, M., Schulze, S., Leschus, L., Perschon, J., Hertel, C., Field, S., Foletta, N. (2012): *Wege zum nachhaltigen Stadtverkehr in Entwicklungs- und Schwellenländern*. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019): *Verkehr in Zahlen 2019/2020* (48. Jahrgang). BMVI, Flensburg.
- Corsten, H. & Roth, S. (2012): *Nachhaltigkeit – Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung*. Springer Gabler, Wiesbaden.
- DIHK (2017): *Praxisleitfaden Betriebliches Mobilitätsmanagement, Publikation im Rahmen der Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz*. Berlin.
- Europäische Kommission (2020): *Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law)*. Brüssel.
- Fichter, C. (2015): *Mobilität: Macht Pendeln glücklich?* in: *Wirtschaftspsychologie aktuell*, 2-2015.
- Flint, E. (2014): *Associations between active commuting, body fat, and body-mass-index: Population based, cross sectional study in the United Kingdom*. in: *the bmj*, S.1-9.
- Forschungs-Informationen-System für Mobilität, Verkehr und Stadtentwicklung: *Erscheinungsformen des Nichtmotorisierten Verkehrs (NMIV)*. Erstellt am 20.03.2018, abgerufen: 23.08.20.
- Frank, D. (1997): *Mobilität - Grundbedürfnis des Menschen*. In: *Spektrum der Wissenschaft* 6 / 1997, Seite 34
- GHG Protokoll (o.D.): *Standards*. abgerufen am 05.12.2020 unter: <https://ghgprotocol.org/standards>
- Global Reporting Initiative (GRI) (2018): *GRI Standards: GRI 305: Emissions, 2016*, Amsterdam
- Hauff, V. (1987): *Unsere gemeinsame Zukunft. Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*. Eggenkamp, Greven.
- Helmers, E.; Dietz, J. & Weiss, M. (2020): *Sensitivity Analysis in the Life-Cycle Assessment of Electric vs. Combustion Engine Cars under Approximate Real-World Conditions*. in: *Sustainability* 2020, 12.
- Himme A. (2009): *Gütekriterien der Messung: Reliabilität, Validität und Generalisierbarkeit*. In: Albers S., Klapper D., Konradt U., Walter A., Wolf J. (eds.) *Methodik der empirischen Forschung*. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Integriertes Verkehrs- und Mobilitätsmanagement Region Frankfurt RheinMain (ivm GmbH) (2016): *Auf Erfolgskurs – Fünf Jahre Betriebliches Mobilitätsmanagement „südhessen effizient mobil“*. abgerufen am 06.09.2020 unter <https://docplayer.org/66966088-J-a-h-r-e-auf-erfolgskurs-fu-enf-jahre-betriebliches-mobilitaetsmanagement-suedhessen-effizient-mobil.html>
- Kill, J. (2015): *Economic Valuation and Payment for Environmental Services. Recognizing Nature's Value of Pricing Nature's Destruction?* Heinrich-Böll-Stiftung, E-Paper.
- Kitzes, J. (2013): *An Introduction to Environmentally-Extended Input-Output Analysis*. In: *Resources* 2013, 2, 489-503.
- Myrhe, G.; Shindell, D.; Bréon, F.; Collins, W.; Fuglestedt, J.; Huang, J.; Koch, D.; Lamarque, J., Lee, D.; Mendoza, B. & Nakajima, T. (2013): *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group to the Fifth Assessment Report of*

- the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, USA.
- Nobis, C. & Kuhnimhof, T. (2018): *Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht*. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Bonn, Berlin.
- Nunes, B. & Bennett, D. (2008): *Environmental threats and their impacts on the automotive industry*. In: Abu-Hijleh, B., Arif, M., Khalil, T. & Hosni, Y. (Hrsg.): *Creating and Managing a Knowledge Economy*, Proceedings of 17th International Conference of the International Association for Management of Technology, Dubai (VAE).
- Schramek, M. & Kemen, J. (2015): *Mobilität und Gesundheit*. abgerufen am 06.09.2020 unter: [https://www.ecolibro.de/media/archive1/2019170118BROSCHUERE\\_Mobilitaet\\_und\\_Gesundheit.pdf](https://www.ecolibro.de/media/archive1/2019170118BROSCHUERE_Mobilitaet_und_Gesundheit.pdf)
- Schumann, J. (1968): *Input-Output-Analyse*. Springer, Berlin – Heidelberg.
- Severengiz, S.; Finke, S.; Schelte, N. & Forrister, H. (2020): *Assessing the Environmental Impact of Novel Mobility Service using Shared Electric Scooters as an Example*. In *Procedia Manufacturing*, 43, 80-87.
- Stadtwerke Bochum GmbH (2020): *Geschäftsbericht 2019*. abgerufen: 22.12.2020 unter: <https://www.stadtwerke-bochum.de/privatkunden/ihre-stadtwerke/ueber-uns/geschaeftsjahr>
- Stadtwerke Bochum Holding GmbH (2020): *Geschäftsbericht 2019*. abgerufen: 22.12.2020 unter: <https://www.stadtwerke-bochum.de/privatkunden/ihre-stadtwerke/ueber-uns/geschaeftsjahr>
- Statistisches Bundesamt (2017a): *Erwerbstätige nach Stellung im Beruf, Entfernung, Zeitaufwand und benutztem Verkehrsmittel für den Hinweg zur Arbeitsstätte*: abgerufen: 30.08.2020 unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Tabellen/pendler1.html?nn=206552#fussnote-1-103722>
- Statistisches Bundesamt (2017b): *Umweltnutzung und Wirtschaft*. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2020): *Kohlendioxidemissionen im Straßenverkehr*. abgerufen am 24.12.2020 unter: [https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2\\_Strassenverkehr.html](https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2_Strassenverkehr.html)
- Sturm, B. & Vogt, C. (2018): *Umweltökonomik*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Techniker Krankenkasse (2018): *Mobilität in der Arbeitswelt – Datenanalyse und aktuelle Studienlage 2018*. Techniker Krankenkasse. Hamburg.
- TU Wien (2011): *Potenziale effizienter Nutzfahrzeugantriebe für einen nachhaltigen Straßengüterverkehr bis 2050*. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- Umweltbundesamt (UBA) (2018a): *Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr*. abgerufen am 06.12.2020 unter: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0>
- Umweltbundesamt (UBA) (2018b): *Mobilitätsumfrage des Umweltbundesamtes 2017*. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (UBA) (2019): *Mobilitätsmanagement in der Bundesverwaltung – Handlungsempfehlungen für die Praxis*. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (UBA) (2020): *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020*. Dessau-Roßlau.
- United Nations (UN) (o.D.): *Communications materials*. abgerufen: 06.12.2020, von [www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/)
- United Nations News (UN News) (o.D.): *Enhance solidarity to fight COVID-19, Chinese President urges, also pledges carbon neutrality by 2060*, abgerufen: 24.12.2020 unter <https://news.un.org/en/story/2020/09/1073052>

Verkehrsclub Deutschland e.V. (2018): *Intelligent mobil im Wohnquartier*. abgerufen am 12.09.2020 auf: [https://www.vcd.org/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Themen/Wohnen\\_leitet\\_Mobilitaet/pdf/VCD\\_Themenkompass\\_Intelligent\\_mobil\\_im\\_Wohnquartier.pdf](https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/Wohnen_leitet_Mobilitaet/pdf/VCD_Themenkompass_Intelligent_mobil_im_Wohnquartier.pdf)

Volkswagen Konzern (o.D.): *Elektrofahrzeuge mit bester CO2-Bilanz*. Abgerufen 05.12.2020, von [www.volkswagen-newsroom.com/de/pressemitteilungen/elektrofahrzeuge-mit-bester-co2-bilanz-4886](http://www.volkswagen-newsroom.com/de/pressemitteilungen/elektrofahrzeuge-mit-bester-co2-bilanz-4886)

Weiss, M.; Dekker, P., Moro, H.; Scholz, A.; Patel, M. K. (2015): *On the electrification of road transportation – A Review of the environmental, economic and social performance of electric two-wheelers*. In: *Transportation Research Part D* 41, 348-366

WKO (2018): *Mobilität – Ein Grundbedürfnis für Wirtschaft und Gesellschaft*. Wien.

## 12 Anhang

### 12.1 Anhangsverzeichnis

- Anhang 1: Durchgeführte Forms-Umfrage zur Berechnung der aktuellen THG-Emissionen
- Anhang 2: Verbesserte Forms-Umfrage zur Nutzung in den kommenden Jahren
- Anhang 3: CD<sup>9</sup> mit excel-Datei, die u.a. das Dashboard, die Szenariotabelle und die Antworten der Mitarbeiter enthält

---

<sup>9</sup> Die CD befindet sich nur in der gedruckten Fassung der Masterarbeit

### 12.1.1 Anhang 1

#### **Durchgeführte Forms-Umfrage zur Berechnung der aktuellen THG-Emissionen (2020)**

Für Fragen, die mit einem Stern (\*) gekennzeichnet sind, ist eine Antwort erforderlich. Bei Antworten, die in *kursiv* geschrieben sind, kann der Befragte selbst eine Antwort verfassen. Steht hinter einer Antwort eine Klammer mit einer Zahl (z.B. [8]), wird der Befragte automatisch zu Frage 8 weitergeleitet.

1. Wie viele Kilometer legen Sie durchschnittlich bis zu Ihrer Arbeitsstätte zurück? (pro Strecke)\*
  - a. *Zahlwert*
  
2. Wie kommen Sie von April bis Oktober überwiegend zur Arbeit? \*
  - a. zu Fuß
  - b. Fahrrad
  - c. Elektrofahrrad
  - d. ÖPNV
  - e. Roller/Motorrad
  - f. E-Roller
  - g. Auto [4]
  - h. *Sonstiges*
  
3. Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel für die Zeit von April bis Oktober entschieden?
  - a. *Freie Antwort [14]*
  
4. Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel für die Zeit von April bis Oktober entschieden?
  - a. *Freie Antwort*
  
5. Welche Antriebsart hat Ihr Auto? \*
  - a. Benzin [9]
  - b. Diesel [9]
  - c. Elektro [6]
  - d. Hybrid [7]
  - e. *Sonstiges [10]*
  
6. Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in kWh pro 100 km ungefähr?

Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.

  - a. *Freie Antwort [10]*
  
7. Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in kWh pro 100 km ungefähr?

Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.

  - a. *Freie Antwort*
  
8. Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in Litern pro 100 km ungefähr?

Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.

  - a. *Freie Antwort [10]*
  
9. Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in kWh pro 100 km ungefähr?

Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.

  - a. *Freie Antwort*
  
10. Wie viele Mitfahrer haben Sie von April bis Oktober auf dem Weg zur Arbeit in Ihrem Auto? [Fahren Sie alleine im Auto, geben Sie bitte „0“ ein.]

a. *Zahlantwort*

11. Könnten Sie sich vorstellen, von April bis Oktober auf Ihrem Weg zur Arbeit mindestens einen weiteren Mitarbeiter mitzunehmen? \*
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
12. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, einen weiteren Mitarbeiter mitzunehmen?
- Freie Antwort*
13. Wie viele Mitarbeiter würden Sie dann zusätzlich mitnehmen?
- Zahlantwort*
14. Wie kommen Sie von Oktober bis April üblicherweise zur Arbeit? \*
- zu Fuß
  - Fahrrad
  - Elektrofahrrad
  - ÖPNV
  - Roller/Motorrad
  - E-Roller
  - Auto [16]
  - Sonstiges*
15. Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel für die Zeit von April bis Oktober entschieden?
- Freie Antwort [26]*
16. Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel für die Zeit von April bis Oktober entschieden?
- Freie Antwort*
17. Welche Antriebsart hat Ihr Auto? \*
- Benzin [21]
  - Diesel [21]
  - Elektro [18]
  - Hybrid [19]
  - Sonstiges [22]*
18. Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in kWh pro 100 km ungefähr?
- Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.
- Freie Antwort [22]*
19. Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in kWh pro 100 km ungefähr?
- Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.
- Freie Antwort*
20. Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in Litern pro 100 km ungefähr?
- Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.
- Freie Antwort [22]*
21. Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in kWh pro 100 km ungefähr?
- Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.
- Freie Antwort*
22. Wie viele Mitfahrer haben Sie von April bis Oktober auf dem Weg zur Arbeit in Ihrem Auto? [Fahren Sie alleine im Auto, geben Sie bitte „0“ ein.]
- Zahlantwort*

23. Könnten Sie sich vorstellen, von April bis Oktober auf Ihrem Weg zur Arbeit mindestens einen weiteren Mitarbeiter mitzunehmen? \*
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
24. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, einen weiteren Mitarbeiter mitzunehmen?
- Freie Antwort*
25. Wie viele Mitarbeiter würden Sie dann zusätzlich mitnehmen? \*
- Zahlantwort*
26. Könnten Sie sich vorstellen, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Auto zurückzulegen? \*
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
27. Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Auto zurückzulegen?
- Freie Antwort*
28. Könnten Sie sich vorstellen, auf Ihrem Weg zur Arbeit mit einem E-Auto noch mindestens einen weiteren Mitarbeiter zur Arbeit mitzunehmen?
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
29. Könnten Sie sich vorstellen, Ihren Arbeitsweg mit einem (E-)Fahrrad zurückzulegen? \*
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
30. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem (E-)Fahrrad zurückzulegen?
- Freie Antwort*
31. Könnten Sie sich vorstellen, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Roller zurückzulegen? \*
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
32. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Roller zurückzulegen?
- Freie Antwort*
33. Wie oft pro Monat haben Sie in der Zeit vor (!) Corona von zu Hause aus gearbeitet?
- Zahlwert*
34. Können Sie sich vorstellen, häufiger als noch im letzten Jahr von zu Hause aus zu arbeiten?
- viel häufiger
  - etwas mehr
  - eher weniger [36]
  - gar nicht [36]
  - Homeoffice ist für meine Tätigkeit nicht möglich [37]
35. Warum können Sie sich vorstellen, häufiger als im letzten Jahr von zu Hause aus zu arbeiten?/Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit?
- Freie Antwort [Ende des Formulars]*
36. Warum können Sie sich nicht vorstellen, häufiger als im letzten Jahr von zu Hause aus zu arbeiten?/Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit?
- Freie Antwort [Ende des Formulars]*
37. Warum ist Homeoffice für Ihre Tätigkeit nicht möglich?/Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit?
- Freie Antwort [Ende des Formulars]*

## 12.1.2 Anhang 2

### Verbesserte Forms-Umfrage zur Nutzung in den kommenden Jahren

Für Fragen, die mit einem Stern (\*) gekennzeichnet sind, ist eine Antwort erforderlich. Bei Antworten, die in *kursiv* geschrieben sind, kann der Befragte selbst eine Antwort verfassen. Steht hinter einer Antwort eine Klammer mit einer Zahl (z.B. [8]), wird der Befragte automatisch zu Frage 8 weitergeleitet. Wörter, die ~~durchgestrichen~~ sind, waren in der zuerst durchgeführten Umfrage vorhanden, sollten aber für den nächsten Durchlauf weggelassen werden. Änderungen oder zusätzliche Fragen werden **fett** dargestellt.

1. Wie viele Kilometer legen Sie durchschnittlich bis zu Ihrer Arbeitsstätte zurück? (~~pro Strecke Hin- und Rückweg~~)\*
  - a. *Zahlwert*
2. Wie kommen Sie ~~von April bis Oktober~~ überwiegend zur Arbeit?  
**(Falls sich Ihr Mobilitätsverhalten im Laufe des Jahres ändert, können Sie dies später angeben. Dies wäre zum Beispiel der Fall, wenn Sie im Sommer mit dem Fahrrad kämen und im Winter mit dem Auto. Klicken Sie bei dieser Frage dann das Verkehrsmittel an, das Sie häufiger nutzen.)\***
  - a. zu Fuß
  - b. Fahrrad
  - c. Elektrofahrrad
  - d. ÖPNV
  - e. Roller/Motorrad
  - f. E-Roller
  - g. Auto [4]
  - h. *Sonstiges*
3. Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel für die Zeit ~~von April bis Oktober~~ entschieden?
  - a. *Freie Antwort [14]*
4. Wieso haben Sie sich für dieses Verkehrsmittel für die Zeit ~~von April bis Oktober~~ entschieden?
  - a. *Freie Antwort*
5. Welche Antriebsart hat Ihr Auto? \*
  - a. Benzin ~~[9]~~ [7]
  - b. Diesel ~~[9]~~ [7]
  - c. Elektro ~~[6]~~
  - d. Hybrid ~~[7]~~ [7]
  - e. *Sonstiges [10] [7]*
6. **Nutzen Sie Ökostrom, um Ihr E-Auto zu laden?**
  - a. **ja**
  - b. **nein**
7. **Um welche Art von Fahrzeug handelt es sich?**
  - a. **Kleinwagen**
  - b. **Mittelklassewagen**
  - c. **Oberklassewagen**
8. ~~Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in kWh pro 100 km ungefähr?~~  
~~Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.~~
  - a. ~~Freie Antwort [10]~~

*[alle Fragen, die sich zwischen diesen beiden Fragen befinden, wurden ebenfalls gestrichen]*

9. ~~Wie hoch ist der Verbrauch Ihres Autos in kWh pro 100 km ungefähr?~~  
~~Falls Sie den Verbrauch nicht kennen, geben Sie bitte an, ob es sich um einen Kleinwagen (KW), einen Mittelklassewagen (MW) oder einen Oberklassewagen (OW) handelt.~~  
~~a. Freie Antwort~~
10. Wie viele Mitfahrer haben Sie ~~von April bis Oktober~~ auf dem Weg zur Arbeit in Ihrem Auto? [Fahren Sie alleine im Auto, geben Sie bitte „0“ ein.]  
a. Zahlantwort
11. Könnten Sie sich vorstellen, ~~von April bis Oktober~~ auf Ihrem Weg zur Arbeit mindestens einen weiteren Mitarbeiter mitzunehmen? \*  
a. sehr sicher  
b. eher sicher  
c. eher nicht  
d. auf keinen Fall
12. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, **mindestens** einen weiteren Mitarbeiter mitzunehmen?  
a. Freie Antwort
13. Wie viele Mitarbeiter würden Sie dann zusätzlich mitnehmen?  
a. Zahlantwort
14. **Ändert sich Ihr Mobilitätsverhalten im Laufe des Jahres? Dies könnte zum Beispiel der Fall sein, wenn Sie nur bei schönem Wetter oder nur im Sommer mit dem Rad fahren.**  
a. ja  
b. nein
15. **Inwiefern ändert sich Ihr Mobilitätsverhalten?**  
a. Freie Antwort
16. ~~Wie kommen Sie von Oktober bis April üblicherweise zur Arbeit? \*~~  
~~a. zu Fuß~~  
~~[...]~~  
~~b. Sonstiges~~

*[alle Fragen, die sich zwischen diesen beiden Fragen befinden, wurden ebenfalls gestrichen]*

17. ~~Wie viele Mitarbeiter würden Sie dann zusätzlich mitnehmen? \*~~  
~~a. Zahlantwort~~
18. Könnten Sie sich vorstellen, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Auto zurückzulegen? \*  
a. sehr sicher  
b. eher sicher  
c. eher nicht  
d. auf keinen Fall
19. Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Auto zurückzulegen?  
a. Freie Antwort
20. Könnten Sie sich vorstellen, auf Ihrem Weg zur Arbeit mit einem E-Auto noch mindestens einen weiteren Mitarbeiter zur Arbeit mitzunehmen?  
a. sehr sicher  
b. eher sicher  
c. eher nicht  
d. auf keinen Fall
21. Könnten Sie sich vorstellen, Ihren Arbeitsweg mit einem „normalen“ (E-)Fahrrad zurückzulegen? \*  
a. sehr sicher  
b. eher sicher  
c. eher nicht  
d. auf keinen Fall

22. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem „normalen“ (E-)Fahrrad zurückzulegen?  
a. Freie Antwort
23. Könnten Sie sich vorstellen, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Fahrrad zurückzulegen?\*
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
24. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Fahrrad zurückzulegen?  
a. Freie Antwort
25. Könnten Sie sich vorstellen, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Roller zurückzulegen? \*
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
26. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, Ihren Arbeitsweg mit einem E-Roller zurückzulegen?  
a. Freie Antwort
27. Könnten Sie sich vorstellen, Ihren Arbeitsweg mit dem ÖPNV zurückzulegen? \*
- sehr sicher
  - eher sicher
  - eher nicht
  - auf keinen Fall
28. Unter welchen Umständen wären Sie bereit, Ihren Arbeitsweg mit dem ÖPNV zurückzulegen?  
a. Freie Antwort
29. Wie oft pro Monat haben Sie in der Zeit vor (!) Corona in diesem Jahr von zu Hause aus gearbeitet?  
a. Zahlwert
30. Können Sie sich vorstellen, häufiger als noch im letzten Jahr von zu Hause aus zu arbeiten?
- viel häufiger
  - etwas mehr
  - eher weniger [36] [32]
  - gar nicht [36] [32]
  - Homeoffice ist für meine Tätigkeit nicht möglich [37] [33]
31. Warum können Sie sich vorstellen, häufiger als im letzten Jahr von zu Hause aus zu arbeiten?/Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit?  
a. Freie Antwort [Ende des Formulars]
32. Warum können Sie sich nicht vorstellen, häufiger als im letzten Jahr von zu Hause aus zu arbeiten?/Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit?  
a. Freie Antwort [Ende des Formulars]
33. Warum ist Homeoffice für Ihre Tätigkeit nicht möglich?/Unter welchen Umständen wären Sie dazu bereit?  
a. Freie Antwort [Ende des Formulars]

Es bietet sich an, nach Frage 28 der Umfrage den Befragten Fragen zur Kenntnis, zur Nutzung und zur persönlichen Bewertung der Mobilitätsmanagementmaßnahmen zu stellen, zum Beispiel:

- Ist Ihnen bekannt, dass das Unternehmen Dusch- und Umkleidemöglichkeiten für Fahrradfahrer bereitstellt?
  - ja
  - nein
- Wie oft pro Monat nutzen Sie die Dusch- und Umkleidemöglichkeiten bereits?
  - Zahlantwort
- Wie bewerten Sie die Dusch- und Umkleidemöglichkeiten? Was finden Sie dort besonders gut oder was fehlt Ihnen dort beispielsweise?
  - freie Antwort
- Könnten Sie sich vorstellen, diese zu nutzen? -> freie Antwort

### 12.1.3 Anhang 3

#### CD-Inhaltsverzeichnis der excel-Datei „Dashboard\_SWB“

Auf der CD befindet sich die excel-Datei „Dashboard\_SWB“. Innerhalb der Datei befinden sich XXX Registertabellen. Diese sind in unterschiedlichen Farben unterlegt, die eine Bedeutung haben. Dabei gilt:

- grün: Hier befinden sich die Visualisierungen der Ergebnisse (Szenariotabelle und Dashboard)
- rot: Hier können Werte eingegeben werden. Diese Farbe wird auch innerhalb der Szenariotabelle für mögliche Eingaben genutzt.
- blau: Diese Tabelle dient der Information. Hier befinden sich Werte, die in vielen Tabellen zur Berechnung benötigt werden.
- gelb: Die Ergebnisse der Umfrage befinden sich hier.
- grau: Diese Tabellen sollen im Hintergrund verbleiben. Sie dienen jeweils der Auswertung

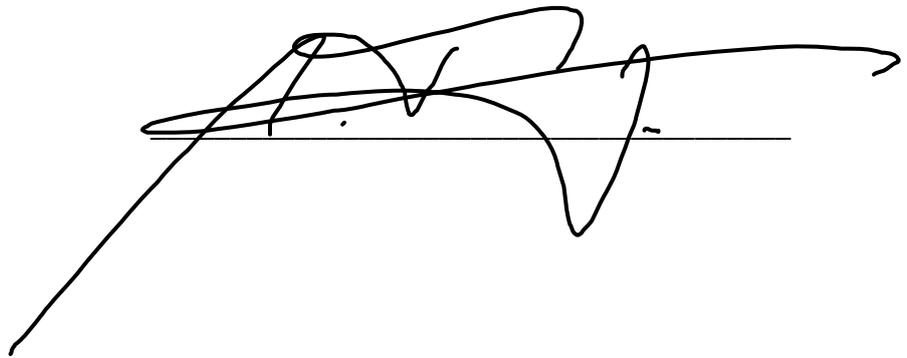
Registertabelle	Erläuterung
Szenariotabelle	Hier befindet sich die Szenariotabelle (vgl. Kapitel 6.2)
Dashboard	Hier befindet sich das Dashboard (vgl. Kapitel 6.1)
DB Werte	Die Werte, auf die das Dashboard zugreift
Flotte	Die Werte, die zur Berechnung von Werten der Flotte genutzt werden.
Emissionswerte	Die Lebenszyklusemissionswerte, die zur Berechnung genutzt wurden.
Ergebnisse Umfrage	Die anonymisierten Ergebnisse der Forms-Umfrage
BC Sz.	Die Ergebnisse und Reduktionen im Best-Case Szenario
SZ MS (CO2)	Pivot-Tabelle für den (CO2-)Modal Split für die Diagramme
SZ1	Relevante Fragen für das Einsparpotential im Best-Case Szenario
SZ Summe CO2	Pivot-Tabelle für die Summe an CO2-Emissionen im Best-Case Szenario
Umf. Auto	Forms-Umfrage, die nur die Ergebnisse der Autofahrer enthält
Summe CO2	Pivot-Tabelle für die Summe an CO2-Emissionen
Modal Split (CO2)	Pivot-Tabellen für den (CO2-) Modal Split
CO2-Intensität	Pivot-Tabelle für die Berechnung der CO2-Intensität

Tabelle I: Erläuterungen für die Registertabellen der Excel-Datei „Dashboard\_SWB“

### 13 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und mich anderer als der in den beigefügten Verzeichnissen angegebenen Hilfsmittel nicht bedient habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Der Durchführung einer elektronischen Plagiatsprüfung stimme ich hiermit zu. Die eingereichte elektronische Fassung der Arbeit entspricht der eingereichten schriftlichen Fassung exakt. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht. Ich bin mir bewusst, dass eine unwahre Erklärung rechtliche Folgen hat.

Bochum, den 04.01.2021

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right. The signature is written over a horizontal line.