



OSTBAYERISCHE
TECHNISCHE HOCHSCHULE
REGENSBURG

bayern  innovativ

BACHELORARBEIT

André Noack

Nachhaltigkeitsmanagement bei Mobilitätsprojekten. Nutzwertanalyse des eHubs-Projektes in Kempten aus der Perspektive der nachhaltigen Mobilität.

Fakultät:
Studiengang:
Abgabefrist:
Betreuerin/Prüferin:
Externe Betreuung:

Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften
International Relations and Management
30.07.2020
Prof. Dr. Thomas Groll
Axel Knauf, Bayern Innovativ GmbH

Inhalt

Inhalt	II
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungen	VI
1 Einleitung	1
2 Theoretische Grundlagen	2
2.1 Nachhaltigkeit	2
2.1.1 Nachhaltigkeitsmanagement	4
2.1.2 Nachhaltigkeitscontrolling.....	6
2.2 Mobilität	9
2.2.1 Nachhaltige Mobilität.....	9
2.2.2 E-Mobility Hubs	9
2.3 Messung nachhaltiger Mobilität	11
2.3.1 Bewertung von Mobilitätsprojekten.....	11
2.3.2 Messung von Nachhaltigkeit	12
2.3.3 Bewertung von nachhaltigen Mobilitätsprojekten.....	12
3 Methodik	15
4 Nutzwertanalyse des E-Mobility Hubs-Projektes in Kempten.....	17
4.1 Definition der Ziele und Nebenbedingungen.....	17
4.2 Ermittlung der Zielgewichte	18
4.3 Definition von Alternativen.....	18
4.4 Bestimmung der Indikatoren.....	19
4.5 Ermittlung der Messwerte.....	21
4.5.1 Geringere Treibhausgasemissionen.....	21
4.5.2 Verkehrssicherheit	29
4.5.3 Bezahlbarkeit	33
4.6 Einheitliche Skalierung der Wirkungen	37
4.6.1 Geringere Treibhausgasemissionen.....	38
4.6.2 Verkehrssicherheit	40
4.6.3 Bezahlbarkeit	41
4.7 Vergleich der Projektalternativen.....	43
4.7.1 Berechnung der Gesamtnutzwerte und der Rangordnung.....	43
4.7.2 Empfehlungen und weiterführende Maßnahmen.....	44
4.7.3 Sensitivitätsanalyse.....	47
5 Schlussfolgerungen.....	48

Literaturverzeichnis	50
Anhang.....	58
Nicht öffentliche Literaturquellen.....	58
Berechnungen	58
Stakeholderanalyse	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die drei Säulen der Nachhaltigkeit.....	3
Abbildung 2: Beispielhafter eHub	10
Abbildung 3: Die wichtigsten Ziele nachhaltiger Mobilität.....	17
Abbildung 4: Well-to-Wheel Darstellung	22
Abbildung 5: Vergleich der Treibhausgasemissionen zwischen Benzinern und E-Auto ..	22
Abbildung 6: Zahlen zum Bikesharing in Boston.....	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispielhafte Nachhaltigkeitsthemen	4
Tabelle 2: Messung der Wirkungen	7
Tabelle 3: Einheitliche Skalierung der Wirkungen.....	8
Tabelle 4: Gewichtung und Aggregation der Wirkungen	8
Tabelle 5: Gewichtung der Ziele nachhaltiger Mobilität.....	18
Tabelle 6: Verkehrssicherheit für Fahrradfahrer in New York City nach Jahren	31
Tabelle 7: Verkehrssicherheit für Fahrradfahrer in New York City nach Vergleichszeitraum.....	32
Tabelle 8: Monatliche Kosten für einen VW Golf 2.0 TDI SCR Style DSG	36
Tabelle 9: Verhältnis zwischen den Kosten für 60 relevante Fahrten und dem durchschnittlichen monatlichen Einkommen des ärmsten Bevölkerungsquartils.....	37
Tabelle 10: Beispielhafte Punkteverteilung	38
Tabelle 11: Skalierung der Wirkungen für das Ziel „Geringere Treibhausgasemissionen“	39
Tabelle 12: CO2e-Einsparungspotentiale der jeweiligen Projektalternativen	39
Tabelle 13: Skalierung der Wirkungen für das Ziel Verkehrssicherheit	40
Tabelle 14: Anzahl an Personenkilometern pro getöteten Fahrradfahrer mit Punkteverteilung	41
Tabelle 15: Verhältnis zwischen Reisekosten und Einkommen in ausgewählten europäischen Städten	41
Tabelle 16: Skalierung der Wirkungen für das Ziel Bezahlbarkeit.....	42
Tabelle 17: Punkteverteilung der überprüften Verkehrsmittel beim Ziel Bezahlbarkeit.....	42
Tabelle 18: Punkteverteilung der Projektalternativen beim Ziel Bezahlbarkeit	43
Tabelle 19: Bestimmung der Teilnutzwerte.....	44
Tabelle 20: Bestimmung der Gesamtnutzwerte und der Rangordnung.....	44
Tabelle 21: Stakeholderanalyse	58

Abkürzungen

Alt.	Alternative
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
E-Auto	Elektroauto
E-Bike	Elektrofahrrad
E-Cargobike	Elektrolastenrad
E-Scooter	Elektro-Tretroller
g CO ₂ e / km	Gramm CO ₂ e pro gefahrenen Kilometer
Ist-Messwert	Aktueller Messwert in Kempten
Max-Messwert	Bester erreichbarer Messwert
Min-Messwert	Schlechtester erreichbarer Messwert
NWA	Nutzwertanalyse
kg	Kilogramm
t	Tonne
TTW	Tank-to-Wheel
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WTT	Well-to-Tank
WTW	Well-to-Wheel

1 Einleitung

Die Covid-19-Pandemie hat verdeutlicht, wie verknüpft und abhängig Staaten und Menschen in einer globalisierten Welt voneinander sind. Probleme sind nicht nur lokal präsent; stattdessen können sie internationale Auswirkungen haben, aber auch international bekämpft werden. Neben Krankheiten gibt es noch weitere Probleme, die globales Engagement und eine Lösungsfindung erfordern, wie beispielsweise Ungleichheit und Armut im sozialen Bereich sowie Arbeitslosigkeit und Ausbeutung im wirtschaftlichen Kontext. Auch aus ökologischer Sicht existieren zahlreiche weltweite Probleme wie Umweltverschmutzung und Biodiversitätsverlust.¹ Laut dem Global Risk Report 2020² ist das größte globale Risiko gemessen an den drohenden Auswirkungen ein Versagen beim Klimaschutz. Zudem schreitet der treibhausgasbedingte Klimawandel immer schneller voran als viele es angenommen hatten.³ 2018 sind in Deutschland dem Verkehrssektor 23 % aller entstandenen Treibhausgasemissionen zuzurechnen.⁴ Dieser bietet also großes Potential zur Einsparung von Treibhausgasemissionen. Verkehr bzw. Mobilität kann jedoch nicht nur umweltfreundlich gestaltet werden, sondern auch sozial gerecht und wirtschaftlich. Eine nachhaltige Mobilität, die sich positiv auf soziale, ökonomische und ökologische Aspekte auswirkt, ist in Anbetracht der Vielzahl an vorhandenen Problemen erstrebenswert.⁵ Es werden neue Produkte entwickelt, wie Wasserstoff- und E-Autos, aber auch neue Systeme, wie beispielsweise bei der Shared Mobility, die für mehr Nachhaltigkeit im Verkehrssektor sorgen sollen. Bei einem neu angestoßenen Projekt namens E-Mobility Hubs (eHUBS) werden physische Cluster aufgebaut, an denen verschiedene Formen von elektrischer Shared Mobility, wie öffentliche E-Autos und E-Bikes, angeboten werden. Durch das Projekt, das in sechs europäischen Städten anläuft, soll nachhaltige Mobilität stärker gefördert werden.⁶ Doch wie genau sieht nachhaltige Mobilität aus? Wie kann nachhaltige Mobilität gemessen werden? Und wie nachhaltig sind eHubs? Ziel dieser Bachelorarbeit ist es zu analysieren, welche die wichtigsten Anforderungen an nachhaltige Mobilität sind und zu messen, inwieweit eHubs diesen Anforderungen gerecht werden. Der Unterschied zu bestehender Literatur ist hierbei, dass nicht nur unterschiedliche Anforderungen bzw. Ziele nachhaltiger Mobilität genannt, sondern diese auch nach Relevanz geordnet werden. Hinzu kommt, dass die gewonnenen Erkenntnisse direkt auf ein Projekt aus der Praxis, dem eHubs-Projekt in Kempten, angewendet werden und dargestellt wird, wie Ziele nachhaltiger Mobilität gemessen werden können. Dadurch kann der Aufwand, den Unternehmen oder Kommunen für ihr Nachhaltigkeitsmanagement bei Mobilitätsprojekten erbringen müssen, verringert werden. Diese Bachelorarbeit ist allerdings beschränkt auf die Ausarbeitung der Ziele nachhaltiger Mobilität und ihrer Messung. Hierbei liegt der Fokus auf der Effektivität, mit der Mobilitätsprojekte die Ziele erreichen, und nicht auf ihrer Effizienz. Eine vollumfängliche Ausarbeitung sämtlicher Aufgaben des Nachhaltigkeitsmanagements, wie beispielsweise die Erstellung einer Nachhaltigkeitsstrategie und die Verbesserung der Nachhaltigkeitskommunikation, findet nicht statt.

¹ Vgl. Pufé, (2012), S. 10

² Vgl. World Economic Forum (2020), S. 7

³ Vgl. World Economic Forum (2020), S. 6

⁴ Vgl. Statista (2020h), Abs. 1

⁵ Vgl. Elkington (1997), S. 72f

⁶ Vgl. Interreg (2019), Abs. 1

2 Theoretische Grundlagen

Bevor die Analyse der Ziele nachhaltiger Mobilität und deren Messung erfolgt, werden relevante theoretische Grundlagen aufgezeigt und Begriffe erklärt. Zunächst wird der Begriff Nachhaltigkeit definiert und auf die Grundlagen des Nachhaltigkeitsmanagements eingegangen. Bei letzterem liegt das Hauptaugenmerk auf der Fortschrittskontrolle bzw. auf der Messung und Bewertung von Maßnahmen durch das Nachhaltigkeitscontrolling. Insbesondere wird auf das Bewertungstool Nutzwertanalyse (NWA) eingegangen. Anschließend wird der Begriff Mobilität definiert und der Bereich der nachhaltigen Mobilität in den Fokus gerückt. Zudem wird kurz das eHubs-Projekt beschrieben, das für mehr Nachhaltigkeit im Bereich der Mobilität sorgen soll. Schließlich wird das Nachhaltigkeitscontrolling mit dem Themenbereich der Mobilität zusammengeführt. Hierbei werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie im Rahmen des Nachhaltigkeitscontrolling bewertet werden kann, ob Mobilitätsprojekte, z.B. das eHubs-Projekt, nachhaltig sind.

2.1 Nachhaltigkeit

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ zählt zu den Buzzwords des 21. Jahrhunderts.⁷ Doch nicht immer herrscht Klarheit darüber, was er im Detail bedeutet. Im Folgenden wird die Herleitung des Begriffs geschildert und Nachhaltigkeit für diese Arbeit definiert.

Aus linguistischer Perspektive bedeutet das Wort Nachhalt, dass man etwas hat, an dem man sich festhalten kann, wenn alles andere nachgibt.⁸ Nachhaltigkeit bezeichnet demnach dauerhafte Standfestigkeit und Tragfähigkeit.

Das erste Prinzip der Nachhaltigkeit formulierte Oberberghauptmann Hannß Carl von Carlowitz im Jahr 1713.⁹ Für ihn stellte sich die Frage, wie man Holz, ein sehr bedeutender Rohstoff zu dieser Zeit, als natürliche Ressource dauerhaft erhalten, jedoch gleichzeitig intensiv nutzen kann. Als Antwort stellte er das Prinzip auf, dass nur eine bestimmte Anzahl an Bäumen abgeholzt werden darf, damit sich der Wald von selbst regenerieren kann. Dadurch bliebe das natürliche System auf lange Sicht erhalten und nutzbar.¹⁰

Bis heute wurde der Begriff der Nachhaltigkeit unterschiedlich weiterentwickelt und definiert, sowohl in der Politik als auch in der Wirtschaft. Es fehlt allerdings immer noch eine Definition, die bereichsübergreifend gültig ist.¹¹

Auf der politischen Seite stellt der Brundtland-Bericht 1987 der Vereinten Nationen ein vielzitiertes Werk dar, welches nachhaltige Entwicklung genauer definiert.¹² So müsse nachhaltige Entwicklung berücksichtigen, dass für alle die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt werden, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.¹³

⁷ Vgl. Soeder (2012), Abs. 1

⁸ Vgl. Pufé (2012) S. 17

⁹ Vgl. Liebal (2011) S. 27 (zitiert nach von Carlowitz (1713), S. 105)

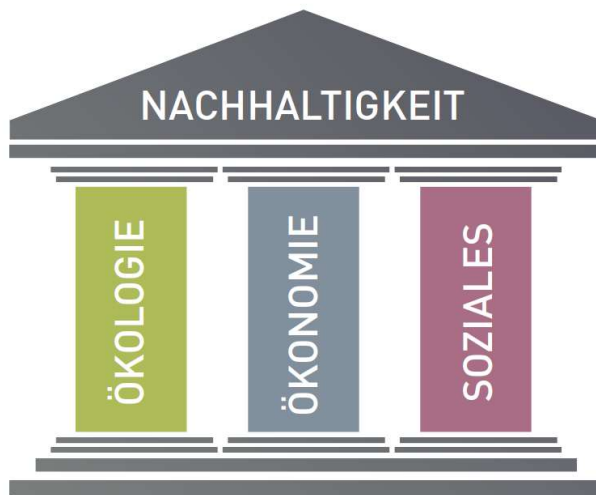
¹⁰ Vgl. Ternès (2019), S. 79

¹¹ Vgl. Ternès (2019), S. 79

¹² Vgl. Ternès (2019), S. 79

¹³ Vgl. Vereinte Nationen (1987), S. 15

Aus wirtschaftlicher Perspektive ist die Nachhaltigkeitsdefinition aus dem Jahr 1994 von John Elkington richtungsweisend.¹⁴ Elkington kritisierte, dass Unternehmen nur an ihren finanziellen Leistungen gemessen werden.¹⁵ Viele Unternehmen würden daher nur auf Profit abzielen, ohne ökologische, ökonomische¹⁶ und soziale Effekte ihres Handelns zu berücksichtigen. Um die großen Herausforderungen unserer Zeit wie Umweltzerstörung, Hungersnöte und Klimawandel zu meistern, wäre das Engagement von Unternehmen unabdingbar, denn nur sie besitzen dafür die hierfür benötigten Ressourcen, Technologien und die globale Reichweite. Daher solle der Erfolg der Unternehmen an der „Triple Bottom Line“¹⁷, zu Deutsch Dreifachbilanz oder Drei-Säulen-Modell, gemessen werden.¹⁸ Wie in folgender Abbildung zu sehen ist, besteht das Modell aus den Säulen Ökologie, Soziales und Ökonomie (nicht nur Finanzielles).



Die drei Säulen der Nachhaltigkeit

Abbildung 1: Die drei Säulen der Nachhaltigkeit¹⁹

Das Modell zielt darauf ab, Fortschritte im Bereich der Nachhaltigkeit, also im Sozialen, Ökologischen und Ökonomischen, zu messen.²⁰ Eine einheitliche Vorgehensweise gebe es aber hierbei (noch) nicht. Um Nachhaltigkeit zu gewährleisten, müssten jedoch sowohl ökologische, ökonomische als auch soziale Probleme gleichermaßen berücksichtigt und von Unternehmen angegangen werden.²¹ Der Erfolg einer Unternehmung, eines Projektes oder einer Maßnahme ist demnach nicht nur am Profit zu messen, sondern auch daran, wie groß die ökonomische, ökologische und soziale Verträglichkeit sei.²²

¹⁴ Vgl. Pufé (2012), S. 38

¹⁵ Vgl. Elkington (1997), S. 71

¹⁶ Mit ökonomischen Effekten ist nicht nur der Profit gemeint, sondern auch andere Themen wie die Corporate Governance Performance und die Reputation (vgl. Pufé (2012), S. 19)

¹⁷ Auch bekannt unter dem Begriff PPP (People, Planet, Profit)

¹⁸ Vgl. Elkington (1997), S. 72f

¹⁹ Siehe Institut Bauen und Umwelt e.V. (2017), Abs. 5

²⁰ Vgl. Elkington (1997), S. 72

²¹ Vgl. Elkington (1997), S. 84

²² Vgl. Pufé (2012), S. 27

Auf der geographischen Betrachtungsebene kann Nachhaltigkeit sowohl lokal, regional, national als auch global verwirklicht werden. Während ökologische Auswirkungen meist global betrachtet werden, wie beispielsweise der Klimawandel, steht hinsichtlich der ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit oft der regionale und nationale Blickwinkel im Vordergrund.²³ Eine bekannte Ausnahme hierzu bilden die sogenannten „Sweatshops“ in Südostasien.

Verallgemeinernd kann festgestellt werden, dass die Gemeinsamkeit vieler Nachhaltigkeitsdefinitionen darin liegt, ein System bewahren zu wollen zum Wohl von künftigen Generationen.²⁴ Da diese Zusammenfassung allerdings sehr breit ausgelegt werden kann und diese Bachelorarbeit aus einer wirtschaftswissenschaftlichen Perspektive geschrieben ist, wird im Folgenden der Begriff Nachhaltigkeit im Sinne von John Elkingtons drei Säulen der Nachhaltigkeit ausgelegt.

2.1.1 Nachhaltigkeitsmanagement

Das Nachhaltigkeitsmanagement zielt auf eine nachhaltige Organisationsentwicklung ab, indem sowohl soziale, ökologische als auch ökonomische Ziele angestrebt werden und das Unternehmen zu einer nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft beiträgt.²⁵ Umsätze sind sozial und umweltverträglich zu generieren, und nicht Profite zu Lasten der Umwelt oder der Gesellschaft zu erwirtschaften, um die Gewinne anschließend für Sozial- oder Umweltbelange zu spenden.²⁶

Die folgende Tabelle nennt beispielhaft Themen, die auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit zu berücksichtigen sind. Teilweise kann ein Thema auch mehreren Säulen zugeordnet werden.

Tabelle 1: Beispielhafte Nachhaltigkeitsthemen²⁷

Ökologie	Ökonomie	Soziales
Umweltmanagement	Corporate Governance Performance	Stakeholder-Management und Reporting
Umweltperformance	Risikomanagement	Sicherheit und Gesundheit
Biodiversität	Shareholder-Value	Beziehungen zu Lieferanten und Kunden
Klimaschutz	Aktienwert	Diversity Management
Kernenergie	Markenwert	Arbeits- und Sozialstandards
Massentierhaltung	Reputation	Arbeitsplatzsicherheit
Lebenszyklusanalyse	Bestechung und Korruption	Weiterbildung und Personalentwicklung

Das Nachhaltigkeitsmanagement hat die unternehmerische Aufgabe, die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit und deren Themen in den Unternehmensalltag zu integrieren

²³ Vgl. Pufé (2012), S. 19

²⁴ Vgl. Pufé (2012), S. 19

²⁵ Vgl. Schaltegger, Herzig, & Klinke (2007), S. 6

²⁶ Vgl. Pufé (2012), S. 7

²⁷ Vgl. Pufé (2012), S. 31

und umzusetzen.²⁸ Diese Dimensionen werden von Schaltegger, Herzig, & Klinké²⁹ folgendermaßen definiert:

- Ökologische Dimension: Das Unternehmen reduziert seine absoluten Umweltbelastungen (Öko-Effektivität)
- Soziale Dimension: Die Minimierung von sozial unerwünschten Effekten, die von einem Unternehmen ausgehen (Sozio-Effektivität)³⁰
- Ökonomische Dimension: Das Unternehmen wirtschaftet kostengünstig, profitabel und unternehmenswertsteigernd³¹

Gleichzeitig besteht die Integrationsaufgabe, welche die gleichzeitige Erfüllung aller Dimensionen (inhaltliche Integrationsherausforderung) und die Integrierung von der ökologischen und sozialen Dimension ins konventionelle, ökonomisch ausgerichtete Management (instrumentelle Integrationsherausforderung) postuliert. Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit sollten hierbei gleichberechtigt und zusammen betrachtet werden.³²

Des Weiteren sind laut Pufé³³ folgende Nachhaltigkeitsprinzipien zu beachten:

- Intragenerationelle Gerechtigkeit: Gerechtigkeit innerhalb einer Generation, unabhängig vom Geschlecht, „Rasse“, Religion, usw.
- Intergenerationelle Gerechtigkeit: Gerechtigkeit zwischen den Generationen
- Präventive Langfristorientierung: Dauerhafte Entwicklung statt kurzfristige Krisenbewältigung
- Globalität: Verbindung globaler und lokaler Ebene
- Partizipation: Stakeholder-Beteiligung an Entscheidungen

Das Nachhaltigkeitsmanagement ist an die genannten Dimensionen und Prinzipien der Nachhaltigkeit anzulehnen.³⁴ Zur erfolgreichen Einführung des Nachhaltigkeitsmanagements in ein Unternehmen sollten verschiedene Schritte unternommen werden, wie die Ausarbeitung und Bewertung von Maßnahmen zur Erfüllung der gesetzten Nachhaltigkeitsziele.³⁵ Dabei wirkt sich das Nachhaltigkeitsmanagement auf sämtliche konventionelle Funktionsbereiche eines Unternehmens aus. Unter anderem sind betroffen: strategische Planung, Rechnungswesen, Logistik und Vertrieb, Einkauf, Produktion, Personalwesen, Marketing, Forschung und Entwicklung sowie das Controlling.³⁶

²⁸ Vgl. Schaltegger, Herzig, & Klinké (2007), S. 6

²⁹ Vgl. Schaltegger, Herzig, & Klinké (2007), S. 6

³⁰ Die Corporate Social Responsibility, welches die Themen soziale Verantwortung und Umweltverantwortung behandelt, fällt damit auch unter den Bereich des Nachhaltigkeitsmanagements (Pufé, 2012, S. 39)

³¹ Die angegebene Definition zielt auf das finanzielle Kapital des Unternehmens ab, allerdings nicht, wie von Elkington ursprünglich angedacht, auch auf das Humankapital, Sachkapital und das Intellektuelle Kapital (Elkington, 1997, S. 74). Noch weitere Definitionen fokussieren sich in der ökonomischen Dimension auf das Finanzielle, wie z.B. auch Slaper & Hall (2011, S. 4), weswegen Elkington in einem Interview versuchte diesen Fehler zu berichtigen (Elkington, 2018, S. 3). In dieser Bachelorarbeit wurde das Humankapital, Sachkapital und das Intellektuelle Kapital im Voraus nicht ausgeschlossen. Dennoch finden diese Gebiete keine weitere Erwähnung, da die Ergebnisse folgenden Metaanalyse eine weitere Berücksichtigung nicht veranlassten.

³² Vgl. Schaltegger, Herzig, & Klinké (2007), S. 6

³³ Vgl. Pufé (2012), S. 27

³⁴ Vgl. Englert, (2019), S. 4 in Englert & Ternès, 2019

³⁵ Vgl. Pufé (2012), S. 77f

³⁶ Vgl. Schaltegger, Herzig, & Klinké (2007), S. 6f

2.1.2 Nachhaltigkeitscontrolling

2.1.2.1 Allgemeines

Um nachhaltiges Wirtschaften effektiv und effizient zu gestalten, müssen entsprechende Steuerungskennzahlen in die Planungen und Kontrollmaßnahmen der Controller integriert werden.³⁷ Gemäß der Aussage „if you can't measure it – you can't manage it“ ist das Nachhaltigkeitsmanagement also auf das entsprechende Controlling, das Nachhaltigkeitscontrolling, angewiesen.³⁸ Durch finanzielle und nicht-finanzielle Kennzahlen trägt das Controlling dazu bei, für das Management Informationen bereitzustellen, Klarheit zu schaffen und Entscheidungen zu erleichtern.³⁹ Besonders im Hinblick auf Investitionsentscheidungen, bei denen mehrere Handlungsalternativen bzw. Maßnahmen zur Verfügung stehen, spielt das Nachhaltigkeitscontrolling zur Bewertung verschiedener Maßnahmen eine wichtige Rolle. So werden Investitionsalternativen anhand von nachhaltigen Kriterien bzw. Zielen, sowohl quantitativer als auch qualitativer Art, bewertet.⁴⁰ Qualitative Nachhaltigkeitsziele sind jedoch oft abstrakt und müssen daher zunächst präzisiert und operationalisiert werden.⁴¹ Bekannte Bewertungsverfahren sind unter anderem die Investitionsrechnung oder Kosten-Nutzen-Analyse, die besonders bei quantitativen Zielen eingesetzt werden, und die NWA, welche auch qualitative Ziele messen kann. Die NWA kann also abwägen, welche Investitionsalternative zur Erreichung von qualitativen Nachhaltigkeitszielen besser geeignet ist.

2.1.2.2 Die Nutzwertanalyse als Controllinginstrument

Die NWA wurde 1976 von Zangenmeister erarbeitet⁴² und hat sich seitdem weiterentwickelt. So gibt es beispielsweise den Ansatz von Hanusch, Ilg & Jung (2011) mit sieben Schritten und den Ansatz von Westermann (2012) mit zehn Schritten. Die vorgeschlagenen Schritte stellen eine idealtypische Vorgehensweise dar und können abgeändert werden.⁴³ In dieser Bachelorarbeit wird der ausführlichere Ansatz von Westermann angewendet.

Die NWA konzentriert sich bei der Bewertung auf die Outputseite, also die Ergebnisse von Projekten, während die Inputseite, die entstehenden Kosten, nicht betrachtet wird. Es wird also die Effektivität bewertet, und nicht die Effizienz.⁴⁴ Am Ende der NWA kann zwischen mehreren Projektvorschlägen verglichen werden, welcher Vorschlag am effektivsten die Anforderungen erreicht. Im Folgenden wird der Prozess der NWA mit den jeweiligen zehn Schritten nach Westermann⁴⁵ dargestellt:

1. Definition der Ziele und Nebenbedingungen

Zunächst müssen gewünschte Ziele bzw. das gewünschte Outcome definiert werden. Dieser Arbeitsschritt ist in der NWA besonders kritisch, da die Definition der Ziele sich auf die spätere Entscheidungsfindung auswirkt. Mögliche Ziele könnten lauten: Reduzierung der Emissionen von Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Senkung des

³⁷ Vgl. Colsman (2016), S. 18

³⁸ Vgl. Pufé (2012), S. 73

³⁹ Vgl. Hilbert, 2019, S. 537

⁴⁰ Vgl. Colsman (2016), S. 88

⁴¹ Vgl. Hilbert (2019), S. 530

⁴² Vgl. Zangenmeister (1976), S. 45

⁴³ Vgl. Westermann (2012), S. 38

⁴⁴ Vgl. Westermann (2012), S. 36

⁴⁵ Vgl. Westermann (2012), S. 39 - 48

Straßenlärms. Zusätzlich können K.O. Kriterien bestimmt werden, welche einen Projektvorschlag direkt ausscheiden lassen, wenn in diesem Vorschlag ein K.O. Kriterium vorkommt.

2. Ermittlung der Zielgewichte

Wenn es mehrere Ziele mit unterschiedlicher Relevanz gibt, müssen diese gewichtet werden. Beispielhaft könnten die Ziele Reduzierung von CO₂ und Straßenlärm Gewichte von 0,6 bzw. 0,4 erhalten. Die Gewichtung kann direkt oder indirekt erfolgen. Bei direkten Verfahren, wie dem „Direct Rating“, bestimmt der Entscheidungsträger die Gewichtung der jeweiligen Ziele. Beim indirekten Verfahren muss auf verschiedene Tools, wie der paarweisen Gewichtung, zurückgegriffen werden, um eine passende Gewichtung zu ermitteln. Die indirekten Verfahren sind zu wählen, wenn die Relevanz der Ziele nur schwer zu erkennen ist oder Wechselwirkungen zwischen den Zielen bestehen.

3. Definition von Alternativen

In diesem Schritt werden Projektvorschläge gesammelt, die auf die Zielerreichung hinarbeiten. Hierbei muss die „Null-Alternative“ (alles bleibt so wie es ist) und mindestens ein weiterer Projektvorschlag genannt werden.

4. Messung der Wirkungen

Für jedes Ziel müssen zunächst Indikatoren gefunden werden, die eine aussagekräftige Messung erlauben. Laute die Ziele beispielsweise Reduzierung der CO₂-Emissionen und der Lärmbelastung, wäre ein möglicher Indikator die Menge an emittierten CO₂ pro BürgerIn in Kilogramm (kg) und Lärm gemessen in Dezibel. Anschließend müssen die Messerwerte für jede Projektalternative ermittelt werden, indem aktuelle, bereits erhobene Daten analysiert oder neue Daten selbst erhoben werden. Wie in folgender Tabelle dargestellt, können die festgestellten Messwerte der Projektalternativen jedoch noch nicht verglichen bzw. zu einem Gesamtnutzwert zusammengezählt werden.

Tabelle 2: Messung der Wirkungen

Ziele	Indikator	Messwerte	
		Projektalternative A	Projektalternative B
Reduzierung CO ₂	Reduziertes CO ₂ pro BürgerIn in Tonnen	1	0,8
Reduzierung Lärm	Reduzierter Lärm in Dezibel	10	20

5. Einheitliche Skalierung der Wirkungen

Um die jeweiligen Messwerte der Projektalternativen vergleichen zu können, müssen die Wirkungen auf eine einheitliche Skala transformiert und die Punktwerte berechnet werden. Dies geschieht in der Praxis oft durch eine Punkteskala, beispielsweise von 1 bis 5, 10 oder 100. Eine willkürliche Benotung durch die Entscheidungsträger würde genügend Raum für Manipulation der Endergebnisse lassen. Daher bedarf es ein nachvollziehbares Verfahren, das dem jeweils besten erreichbaren Messwert (künftig: Max-Messwert) die höchste erreichbare Punktzahl der verwendeten einheit-

lichen Skala zuordnet und dem schlechtesten erreichbaren Messwert (Min-Messwert) den niedrigsten Punktwert. Bei einer Skala von 0 – 100 und einem Max-Messwert von 1 Tonne CO₂ pro BürgerIn bzw. 50 Dezibel und einem Min-Messwert von 0 Tonnen CO₂ pro BürgerIn und 0 Dezibel, würde ein Messwert von einer Tonne CO₂ und 50 Dezibel 100 Punkte bekommen. Alle anderen Messwerte zwischen dem Max- und dem Min-Messwert erhalten einen Punktwert⁴⁶ abhängig von ihrem Anteil am Max-Messwert. Die folgende Tabelle führt das Beispiel von oben weiter:

Tabelle 3: Einheitliche Skalierung der Wirkungen

Ziele	Messwerte		Punktwerte	
	Projekt A	Projekt B	Projekt A	Projekt B
Reduzierung CO ₂	1	0,8	100	80
Reduzierung Lärm	10	20	20	40

6. Gewichtung der Wirkungen

In diesem Schritt wird der Teilnutzwert berechnet, indem die Punktwerte, ermittelt in Schritt 5, mit den Gewichtungsfaktoren, festgelegt in Schritt 2, multipliziert werden.

7. Aggregation der Wirkungen

Bei der Aggregation werden die Teilnutzwerte jeder Projektalternative addiert, um einen Gesamtnutzwert zu bestimmen. Die folgende Tabelle zeigt die Schritte der Gewichtung und der Aggregation der Wirkungen:

Tabelle 4: Gewichtung und Aggregation der Wirkungen

Ziele	Gewichte	Punktwerte		Teilnutzwerte	
		Projekt A	Projekt B	Projekt A	Projekt B
Reduzierung CO ₂	0,6	100	80	60	48
Reduzierung Lärm	0,4	20	40	8	16
Gesamtnutzwert				68	64

8. Aufstellung einer Rangordnung

Die Projektalternative mit dem höchsten Nutzenbeitrag steht in der Rangordnung ganz oben. Bei dem obigen Beispiel wäre dies Projekt A. Bei einer Vielzahl an Zielen können die Alternativen zusätzlich mit Hilfe einer Spinnennetzgrafik verglichen werden.

9. Empfehlung

Die Projektalternative, die in der Rangordnung ganz oben steht, wird zur Umsetzung empfohlen. In dem Beispiel wäre es Projekt A.

⁴⁶ Der Punktwert wird auch als Zielerfüllungsgrad bezeichnet.

10. Sensitivitätsanalyse

Hier wird überprüft, wie sensibel das Endergebnis auf die Gewichtungen der Ziele reagiert. Damit soll analysiert werden, ob bei geringen Änderungen der Gewichtung eine Projektalternative den höchsten Gesamtnutzwert erzielt hätte und damit zu empfehlen wäre.

2.2 Mobilität

Mobilität kann sowohl räumlich, sozial als auch soziokulturell sein.⁴⁷ In dieser Bachelorarbeit ist mit Mobilität die räumliche Mobilität gemeint. In der Öffentlichkeit werden die (räumliche) Mobilität und der Verkehr häufig vertauscht bzw. als Synonym verwendet; tatsächlich gibt es aber Unterschiede zwischen den Begrifflichkeiten.⁴⁸ Mobilität bezeichnet die individuelle Möglichkeit zur Fortbewegung an sich.⁴⁹ Damit man mobil sein kann, werden Ressourcen, Instrumente und Hilfsmittel benötigt. „Verkehr wird definiert als Menge aller Instrumente, die wir für obige Mobilität brauchen, also für alle Verkehrsmittel [...], für Verkehrswege, Verkehrsregeln, Verkehrsinfrastrukturen etc. Man kann sogar beide Begriffe verknüpfen: Verkehr ist das Instrument, das Mobilität ermöglicht".⁵⁰

2.2.1 Nachhaltige Mobilität

Die nachhaltige Mobilität verbindet Mobilität mit den Dimensionen und Prinzipien der Nachhaltigkeit.⁵¹ Der World Business Council for Sustainable Development (WBCSD; zu Deutsch: Weltwirtschaftsrat für Nachhaltige Entwicklung) definiert nachhaltige Mobilität folgendermaßen: "the ability to meet the needs of society to move freely, gain access, communicate, trade, and establish relationships without sacrificing other essential human or ecological values today or in the future."⁵² Für Becker bedeutet nachhaltige Mobilität, dass sie bedürfnisgerecht ist und gleichzeitig mit weniger Verkehr auskommt.⁵³ Eine allgemein gültige Definition besteht nicht.

2.2.2 E-Mobility Hubs

Ziel des eHubs-Projektes ist es, sowohl die Gesundheit als auch die Lebensqualität der BürgerInnen zu verbessern und die Nachhaltigkeit sowie die Zugänglichkeit des Verkehrs in den Städten zu fördern.⁵⁴ Dies soll gelingen, indem die BürgerInnen vermehrt die elektrischen Alternativen der eHubs nutzen und weniger den privaten PKW. EHubs

⁴⁷ Vgl. Götz (2011), S. 327

⁴⁸ Vgl. Witzke (2016), S. 5

⁴⁹ Vgl. Witzke (2016), S. 5 (zitiert nach Flade et al. (2001), S. 67)

⁵⁰ Siehe Götz (2011), S. 327 (zitiert nach Becker (2003), S. 3)

⁵¹ Vgl. Witzke (2016), S. 6

⁵² Siehe WBCSD (2001), S. 2

⁵³ Vgl. Götz (2011), S. 331 (zitiert nach Becker (2003), S. 4)

⁵⁴ Vgl. Interreg (2019), Abs. 1

sind physische Cluster, die verschiedene Formen von elektrischer Shared Mobility⁵⁵ und verschiedene Ladestrukturen zur Verfügung stellen.⁵⁶ Das bedeutet, dass Elektrofahräder (E-Bikes), Elektrolastenräder (E-Cargobikes), Elektro-Tretroller (E-Scooter) und Elektroautos (E-Autos), an einem öffentlichen Platz bereitgestellt werden, an dem die Fahrzeuge auch wieder aufgeladen werden können. Die folgende Abbildung zeigt wie ein eHub aussehen könnte:



Abbildung 2: Beispielhafter eHub⁵⁷

Im Rahmen des eHubs-Projektes sollen von 2019 bis 2022 in sechs europäischen Städten - Kempten (Allgäu), Amsterdam, Manchester, Nijmegen, Leuven und Dreux – mehrere eHubs entstehen. Das Projekt wird über Interreg aus EU-Geldern finanziert und muss sich daher auch an den sogenannten „Horizontal Principles“ der EU orientieren. Eines der Prinzipien verlangt, dass die finanzierten Projekte zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen.⁵⁸

Langfristig gesehen sollen die sechs Pilotstädte als Vorbild für andere Städte und Regionen dienen. Durch einen Blueprint mit Erfahrungen und Erkenntnissen, die während des Projekts gesammelt werden, soll anderen Städten geholfen werden eHubs erfolgreich aufzubauen.⁵⁹

Die Stadt Kempten (Allgäu) ist die einzige teilnehmende Stadt in Deutschland und auch die mit der hügeligsten Topographie.⁶⁰ Zunächst war angedacht, dass bis Ende Juni 2020 ein eHub mit zwei E-Autos und neun E-Bikes und bis Ende Dezember 2020 vier

55 Shared Mobility bezeichnet die gemeinsame Nutzung eines Fahrzeugs, Fahrrads oder eines anderen Verkehrsmittels. Hierbei wird es den Nutzern ermöglicht, kurzfristig und bedarfsabhängig Zugang zu Verkehrsmitteln zu erhalten. Der Begriff Shared Mobility umfasst sowohl Carsharing, Bikesharing und andere on-demand Services (vgl. Shaheen (2015), S. 3)

56 Vgl. Bayern Innovativ (2020) Abs. 1

57 Vgl. Autodelen (2020), Abs. 4

58 Vgl. Interreg (2020a), Abs. 1f

59 Vgl. Interreg (2019), Abs. 6f

60 Vgl. Interreg (2018), S. 54

eHubs mit insgesamt 30 E-Bikes und zwei E-Autos aufgebaut werden. Aufgrund verschiedener Probleme, beispielsweise der Corona-Pandemie, haben sich die Pläne jedoch geändert. Stattdessen sollen bis Frühling 2021 sieben eHubs mit insgesamt 12 Cargobikes⁶¹, 12 eBikes und 2 E-Autos entstehen.

eHubs können in Größe (sehr klein, klein, mittel, groß), Standortwahl und Art des Angebots variieren. So kann ein eHub klein sein, mit nur ein oder zwei Parkplätzen, und sich in Wohngebieten befinden oder größer und in der Nähe von Bahnhöfen und wichtigen öffentlichen Verkehrsknotenpunkten liegen. Letztendlich sollen eHubs dort positioniert sein, wo ausreichend Nachfrage besteht.⁶² Im Hinblick auf die Art der eHubs gibt es laut Interreg⁶³ fünf verschiedene Typen. Manche werden eher auf Pendler ausgerichtet, während andere auf Touristen und Bewohner fokussiert sind. Im Folgenden wird zwischen den jeweiligen eHubs-Typen jedoch nicht unterschieden, u.a. weil noch nicht bekannt ist, welche von ihnen in Kempten eingesetzt werden. Eine genauere Beschreibung der verschiedenen Typen ist in Interreg (2020b), S. 19 – 30 zu finden.

2.3 Messung nachhaltiger Mobilität

In diesem Kapitel wird zunächst beschrieben, wie Mobilitätsprojekte allgemein bewertet und miteinander verglichen werden. Anschließend wird aufgezeigt, wie Nachhaltigkeit gemessen werden kann. Schließlich werden beide Themengebiete zusammengeführt und es wird aufgezeigt, wie und mit welchen Tools nachhaltige Mobilitätsprojekte bewertet werden können.

2.3.1 Bewertung von Mobilitätsprojekten

Zur Beurteilung von Mobilitätsprojekten stehen laut Rau⁶⁴ die folgenden allgemeinen Bewertungsverfahren zur Verfügung. Da jedes Bewertungsverfahren eigene Vor- und Nachteile besitzt, gibt es kein Standardverfahren zur Beurteilung von Mobilitätsprojekten. Stattdessen muss geprüft werden, welches Verfahren sich am besten eignet und am zweckmäßigsten erscheint. Die Verfahren können in drei Gruppen aufgeteilt werden: nichtformalisiert, teilformalisiert und formalisiert. In nichtformalisierten Verfahren urteilen Personen bzw. Personengruppen über ein Projekt während Vor- und Nachteile abgewogen werden. Die Ergebnisse können jedoch sehr subjektiv ausfallen.⁶⁵ Bei teilformalisierten Verfahren werden Wirkungsdarstellungen mit verschiedenen Kriterien und Eliminationsverfahren sowie Verträglichkeitsprüfungen angewandt. Aufgrund einer Bewertung auf Basis von originalskalierten Wirkungen ist eine Gesamtbeurteilung und eine Rangreihung von Projektalternativen jedoch nicht möglich.⁶⁶ Formalisierte Verfahren sind die Kosten-Nutzen-Analyse und die NWA. Diese wenden einen hochaggregierten Kennwert zur Beurteilung der Mobilitätsprojekte an. Sie helfen Entscheidungsträgern da-

⁶¹ Hierbei handelt es sich nicht um E-Cargobikes, sondern um herkömmliche Lastenfahrräder.

⁶² Vgl. Interreg (2019), Abs. 3

⁶³ Vgl. Interreg (2020b), S. 30

⁶⁴ Vgl. Rau (2005), S. 125f

⁶⁵ Vgl. Rau (2005), S. 126

⁶⁶ Vgl. Rau (2005), S. 141

bei, nicht nur ein oder zwei Ziele eines Projektes abzuwägen, sondern ein multidimensionales Zielsystem.⁶⁷ Die Kosten-Nutzen-Analyse ist aussagekräftig, wenn alle Kennwerte in monetarisierter Form in die Bewertung eingehen. Über die letzten Jahre hat sich jedoch die NWA zu einer der populärsten Bewertungsverfahren im Verkehrssektor entwickelt.⁶⁸ Das könnte daran liegen, dass die NWA keine Monetarisierung benötigt.

2.3.2 Messung von Nachhaltigkeit

Neben den Zielen wird für die Messung von Nachhaltigkeit außerdem ein Bewertungsverfahren benötigt, welches die Ergebnisse messen, vergleichen und möglichst verständlich wiedergeben kann. Den Grad zu messen, wie nachhaltig etwas ist, stellt sich jedoch als schwierig dar.⁶⁹ Wie bereits oben erwähnt, soll die „Triple Bottom Line“ von Elkington dabei unterstützen, den Fortschritt im Hinblick auf Nachhaltigkeit zu messen.⁷⁰ Dazu müssen die drei Säulen Ökonomie, Ökologie und Soziales analysiert werden. Die Ergebnisse können schlussendlich jedoch nicht miteinander verglichen werden, da sie nicht die gleiche Einheit teilen. Die ökonomischen Aspekte können in einer Währung wie Dollar oder Euro angegeben werden, jedoch existiert keine universale Einheit für soziale und ökologische Aspekte.⁷¹ Ein allgemeingültiges System zur Umgehung dieses Problem gibt es nicht, jedoch stehen laut Slaper⁷² drei anwendbare Methoden in Verbindung mit der Triple Bottom Line zur Verfügung:

- die Monetarisierung aller überprüften Nachhaltigkeitsziele
- die Erstellung einer Leistungsmetrik, bei der jedes Nachhaltigkeitsziel allein dargestellt wird
- die Indexbildung

Bei der ersten Methode besteht laut Slaper⁷³ allerdings das Problem, dass nicht alle Nachhaltigkeitsziele angemessen monetarisiert werden können. Bei der zweiten Methode können Ergebnisse durch die Leistungsmetrik nicht verglichen werden, weil jedes Resultat für sich allein steht und nicht in den Zusammenhang mit anderen gesetzt werden kann. Bei der dritten Methode muss erst ein Index gebildet werden und die Gewichtung der Nachhaltigkeitsziele bleibt offen.

2.3.3 Bewertung von nachhaltigen Mobilitätsprojekten

Um festzustellen, ob ein Mobilitätsprojekt, wie das eHubs-Projekt in Kempten, nachhaltig ist, muss man wissen, welche Anforderungen bzw. Ziele es an die nachhaltige Mobilität gibt und wie erfolgreich das Projekt die gegebenen Ziele erreicht. Dass es für dieses Vorgehen keine brauchbare Systematik gebe, wird von Held im Jahr 2007 berichtet.⁷⁴

⁶⁷ Vgl. Westermann (2012), S. 3

⁶⁸ Vgl. Hanusch, Ilg & Jung (2011), S. 175

⁶⁹ Vgl. Slaper (2011), S. 4

⁷⁰ Vgl. Elkington (1997), S. 72f

⁷¹ Vgl. Slaper (2011), S. 4

⁷² Vgl. Slaper (2011), S. 4

⁷³ Vgl. Slaper (2011), S. 4

⁷⁴ Vgl. Held (2007), S. 864

Diese Aussage wird von Gilils, Semanjski & Lauwers 2016 bestätigt.⁷⁵ Das liege vor allem daran, dass je nach Projekt unterschiedliche Evaluationstools und Indikatoren angewendet werden.⁷⁶ Nach ausführlicher Literaturrecherche kann bestätigt werden, dass unterschiedliche Publikationen über nachhaltige Mobilität aus Politik und Wissenschaft jeweils andere Ziele nachhaltiger Mobilität benennen. Es besteht also bis heute kein allgemein gültiges Bewertungsverfahren zur Messung nachhaltiger Mobilität. Stattdessen wird in dieser Bachelorarbeit auf ein allgemeines, vielseitig anwendbares Bewertungsverfahren zurückgegriffen, um mit diesem zu messen, ob und wie Ziele nachhaltiger Mobilität erfüllt werden. Hierbei stehen mehrere Bewertungsverfahren zur Auswahl, die bereits in den Kapiteln „Bewertung von Mobilitätsprojekten“ und „Messung von Nachhaltigkeit“ genannt wurden.

Die nichtformalisierten und teilformalisierten Bewertungsverfahren zur Beurteilung von Mobilitätsprojekten kommen für diese Bachelorarbeit nicht in Frage, weil sie zu subjektiv sind bzw. eine Gesamtbeurteilung von verschiedenen Projektalternativen nicht zulassen. Die Ergebnisse sollten jedoch miteinander vergleichbar sein, um abschätzen zu können, welches Ziel nachhaltiger Mobilität noch konsequenter verfolgt werden muss. Aus diesem Grund passt auch die Erstellung einer Leistungsmetrik, ein Verfahren das bereits im Kapitel „Messung von Nachhaltigkeit“ genannt wurde, nicht zu dem Forschungsziel dieser Bachelorarbeit.

Weiter ist zu prüfen, ob die formalisierten Verfahren der Kosten-Nutzen- und Nutzwertanalyse Anwendung finden sollten. Ein großer Unterschied zwischen den beiden Verfahren ist, dass die Kosten-Nutzen-Analyse Effizienz misst und eine Monetarisierung der Wirkungen erfordert, während die NWA die Effektivität beleuchtet und es keiner Monetarisierung bedarf.

Nachhaltigkeitsziele können teilweise nur sehr schwer bzw. unzureichend monetarisiert werden, da für diese Ziele oft kein Marktpreis existiert.⁷⁷ Im Verkehrsbereich ist hier beispielsweise der Lärm zu nennen. Es gibt keine allgemein anerkannte Skala, die zum Beispiel ein Lärmaufkommen von 50 Dezibel oder 70 Dezibel monetarisieren kann. Diese Gegebenheit spricht also gegen die Kosten-Nutzen-Analyse bzw. gegen das Verfahren der Monetarisierung in Verbindung mit der Triple Bottom Line, weil eine Monetarisierung nur unzureichend umsetzbar ist.

Von den oben genannten Bewertungsverfahren verbleiben damit noch die NWA (aus dem Kapitel „Bewertung von Mobilitätsprojekten“) und die Indexbildung in Verbindung mit der Triple Bottom Line (aus dem Kapitel „Messung von Nachhaltigkeit“). Bei Letzterem muss ein Index gebildet werden, doch die Gewichtung der zu überprüfenden Ziele bleibt ungeklärt. Die NWA kann diese Nachteile jedoch ausgleichen. Sie bildet eine Punkteskala mit einem hochaggregierten Kennwert für jedes zu überprüfende Ziel und enthält damit schon ein Element zur Indexbildung. Zudem bietet die NWA verschiedene Methoden zur Gewichtung von Zielen an. Des Weiteren kann sie auch im Sinne der Triple Bottom Line eingesetzt werden, indem im Zuge der Analyse Nachhaltigkeitsziele

⁷⁵ Vgl. Gilils, Semanjski & Lauwers (2016), S. 1

⁷⁶ Vgl. Gilils, Semanjski & Lauwers (2016), S. 1

⁷⁷ Vgl. Rau (2005) S. 10

aller drei Säulen, also Ökologie, Ökonomie und Soziales, definiert, gemessen und miteinander verglichen werden. Einer Verbindung der NWA mit den Ansprüchen der Triple Bottom Line erscheint also sinnvoll.

Es verbleibt noch die Frage, ob die Kosten-Nutzen-Analyse, die Effizienz messen kann, nicht doch die bessere Wahl gegenüber der NWA ist, die die Effektivität von Maßnahmen untersucht. Aus der Perspektive der nachhaltigen Mobilität macht es Sinn die Effektivität, und nicht die Effizienz, der Maßnahmen zu messen, da zwei der drei Nachhaltigkeitssäulen (Ökologie und Soziales) auch an Effektivität gemessen werden, und zwar an der Öko-Effektivität und Sozio-Effektivität. Im Hinblick auf die Säule der Ökonomie konnten bei der Metaanalyse, die in den folgenden Kapiteln dargestellt wird, keine ökonomischen Ziele identifiziert werden, die häufig genannt wurden. Das am häufigsten genannte Ziel der Säule Ökonomie war die Profitabilität mit Nennungen in zwei von zwanzig analysierten Artikeln. Andere ökonomische Ziele wie die wirtschaftliche Lebensfähigkeit können nur eine Nennung aufweisen. Dies mag daran liegen, dass eine erfolgreiche und nachhaltige Verkehrswende zunächst große Investitionen und Kapital erfordert, bevor alternative Mobilitätslösungen langfristig profitabel wirtschaften können. Als Beispiele in Deutschland sind hier die Förderung von E-Autos durch die Umweltprämie und die finanzielle Unterstützung zur Verbesserung der städtischen Logistik⁷⁸ zu nennen; auf europäischer Ebene fördert beispielsweise Interreg Mobilitätsprojekte wie das eHubs-Projekt. Somit kann interpretiert werden, dass die Outputseite der nachhaltigen Mobilität erstmal im Vordergrund steht, während die Inputseite noch nicht effizient sein muss. Zudem wird die Balance zwischen den drei Säulen der Nachhaltigkeit nur in zwei von 20 Artikeln der Metaanalyse erwähnt, was darauf schließen lässt, dass das Ökonomische im Falle des Aufbaus nachhaltiger Mobilität (noch) nicht mit dem Erreichen der sozialen und ökologischen Ziele gleichzusetzen ist, obwohl dies in der ursprünglichen Nachhaltigkeitsdefinition so gefordert wird. Für die Shared-Mobility-Provider und die Städte, in denen Shared-Mobility gefördert wird, bleibt die ökonomische Seite jedoch ein bestimmender Faktor.

Nichtsdestotrotz wird in dieser Bachelorarbeit die **Nutzwertanalyse als Bewertungsverfahren ausgewählt**, weil sie nicht subjektiv ist, im Nachhaltigkeitscontrolling und im Verkehrssektor ein bewährtes Bewertungsverfahren darstellt, die Effektivität von Projekten messen kann und es ermöglicht, qualitative und nicht-monetarisierbare Ziele zu analysieren und in einem multidimensionalen Zielsystem durch Aggregation zu vergleichen.

⁷⁸ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020), Abs. 1

3 Methodik

Wie bereits im Kapitel „Bewertung von nachhaltigen Mobilitätsprojekten“ erläutert, wird als Bewertungsverfahren die NWA in dieser Arbeit angewendet. Dadurch soll festgestellt werden, ob das eHubs-Projekt in Kempten die wichtigsten Ziele nachhaltiger Mobilität erfüllt. Bevor eine Bewertung möglich ist, müssen jedoch zuerst die Ziele nachhaltiger Mobilität definiert werden.

Eine Variante, um die wichtigsten Ziele nachhaltiger Mobilität zu erörtern, stellt die Metaanalyse⁷⁹ dar. Hierbei werden relevante Artikel zum hiesigen Thema analysiert und zusammengetragen, um ein vollumfängliches Bild über die vorhandene Literatur zu erstellen. Eine weitere Möglichkeit, Nachhaltigkeitsziele zu bestimmen, ist die quantitative oder qualitative Datenerhebung durch Befragung von StakeholderInnen und durch Experteninterviews. Der Aufwand für eine Befragung wichtiger StakeholderInnen wie den BürgerInnen von Kempten und den potenziellen Anbietern der Shared-Mobility-Fahrzeuge wäre sehr hoch gewesen. Zudem erschwerte die Lage aufgrund der Covid-19-Pandemie die Datenerhebung. Daher wurde nach Rücksprache mit der Bayern Innovativ GmbH entschieden, statt einer Stakeholderbefragung eine **Metaanalyse zur Ausarbeitung der wichtigsten Ziele nachhaltiger Mobilität** durchzuführen. Weitere Informationen zur Stakeholderbefragung, die auch ein nützliches Tool zur Ermittlung von relevanten Nachhaltigkeitszielen darstellt, befinden sich im Anhang.

Bei der durchgeführten Metanalyse wurden zwanzig Artikel aus Politik und Wirtschaft analysiert. Hierbei wurde angenommen, dass die Ziele mit den häufigsten Nennungen in der Literatur die wichtigsten Anforderungen widerspiegeln. Zehn der analysierten Artikel sind Veröffentlichungen von politischen Institutionen, die anderen zehn sind wissenschaftliche Artikel:

Politik:

Vereinte Nationen, 2016; OECD 2019 Europäische Kommission, 2019; Die Bundesregierung, 2016; Gerlach, 2015 (Umweltbundesamt); Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, 2020; Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2015; Deutscher Städtetag 2018 Michl, 2018 (Stadt Augsburg); Stadt Lindau, 2017.

Wissenschaft:

Angnunavuri 2019; Gillis 2016; Karakitsiou et al. 2017; Kauf 2019; Mo & Deng 2019; Parezanovic et al 2016; Rammler 2016, Tafidis et al. 2016; Valsecchi Ribeiro de Souza 2019, World Business Council for Sustainable Development 2015.

Um eine gewisse Aktualität der Ziele zu gewährleisten, wurden nur Artikel analysiert, die 2015 oder später veröffentlicht wurden. Das Jahr 2015 wurde als Grenzzahl gewählt, weil in diesem Jahr die Vereinten Nationen ihre Nachhaltigkeitsziele⁸⁰ veröffentlichten und sich viele Länder und Organisationen daran orientieren.⁸¹

⁷⁹ Vgl. Döring & Bortz (2016), S. 182f

⁸⁰ Vgl. Vereinte Nationen (2015), S. 18

⁸¹ Vgl. Ankele & Grothe (2019), S. 563 in Englert & Ternès (2019)

Nachhaltige Mobilität ist zwar kein separat genanntes Nachhaltigkeitsziel der Vereinten Nationen, sie ist aber mit mehreren Zielen⁸² eng verknüpft.⁸³

Bei der Analyse der politischen Artikeln wurde darauf geachtet, dass Veröffentlichungen von globalen, internationalen, nationalen, regionalen und lokalen politischen Institutionen betrachtet werden: Global (Vereinte Nationen), International (OECD), Europa (Europäische Kommission), Deutschland (Bundesregierung, Umweltbundesamt), Bundesländer (Bayern, Baden-Württemberg), und Städte (Augsburg, Lindau, Deutscher Städtetag). International und national liegt der Fokus auf Europa und Deutschland, da das zu analysierende Projekt in der deutschen Stadt Kempten umgesetzt wird. Regional und lokal liegt das Hauptaugenmerk auf folgenden Bundesländern und Städten:

- Baden-Württemberg: Laut einer Studie ist Baden-Württemberg das Bundesland mit der nachhaltigsten Mobilität.⁸⁴
- Bayern: Das eHubs-Projekt wird in der bayerischen Stadt Kempten durchgeführt.
- Augsburg: Augsburg war bundesweit die erste Stadt, die innerstädtisch den ÖPNV kostenlos anbot um die Anzahl der PKWs zu verringern. Dies unterstreicht den Einsatz der Stadt für nachhaltige Mobilität.⁸⁵
- Lindau: Lindau gewann 2019 den Preis für nachhaltige Mobilität von der Europäischen Kommission.⁸⁶

Die Auswahl der wissenschaftlichen Artikel basierte auf der Relevanz der Artikel zum Thema nachhaltige Mobilität. Die Suche erfolgte in deutscher und englischer Sprache in der EBSCO Host, Science Direct und Springer Datenbank sowie über Google Scholar.

Bei der Analyse der Artikel war zu beobachten, dass es keine einheitliche Formulierung gab. So wurden die Ziele nachhaltiger Mobilität teilweise Leitbilder, Anforderungen, Erfordernisse oder Visionen genannt. Im Folgenden wird zur Vereinheitlichung der Begriff Ziel verwendet.

Ob die Ziele erfüllt werden, kann anhand von Indikatoren gemessen werden. Um passende Indikatoren zur Messung nachhaltiger Mobilität zu finden, wurde ebenfalls eine Literaturrecherche vorgenommen. Welche Indikatoren herausgefiltert und wie diese angepasst wurden, wird im Kapitel „Bestimmung der Indikatoren“ dargestellt. Außerdem ist die NWA auf Punkteskalen angewiesen. Diese werden abhängig vom jeweiligen, zu überprüfenden Nachhaltigkeitsziel gebildet. Die genaue Vorgehensweise zur Bildung der Punkteskala wird im Kapitel „Einheitliche Skalierung der Wirkungen“ geschildert.

⁸² Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen, die in direktem Zusammenhang mit nachhaltiger Mobilität stehen sind beispielsweise die Ziele 7 (Energie), 9 (Infrastruktur) und 11 (nachhaltige Städte) (vgl. Mohieldin & Vandycke (2017), Abs. 4).

⁸³ Vgl. Mohieldin & Vandycke (2017), Abs. 4

⁸⁴ Vgl. Allianz pro Schiene e.V. (2019)

⁸⁵ Vgl. Stadtwerke Augsburg (2020), Abs. 2

⁸⁶ Vgl. Europäische Kommission (2019b), Abs. 1

4 Nutzwertanalyse des E-Mobility Hubs-Projektes in Kempten

Auf der Homepage von Interreg wird angeführt, dass eHubs zu mehr Nachhaltigkeit beitragen.⁸⁷ Durch eine NWA in Verbindung mit einer Metaanalyse soll ermittelt werden, ob und wie das eHubs-Projekt in Kempten die Anforderungen nachhaltiger Mobilität erfüllt.

4.1 Definition der Ziele und Nebenbedingungen

In diesem Unterkapitel wird der erste Schritt der NWA ausgeführt: die Definition von Zielen und Nebenbedingungen. Insgesamt wurden im Zuge der Metaanalyse 167 Ziele nachhaltiger Mobilität gefunden. Einige davon waren sehr detailliert, weswegen nur 51 Ziele davon mehrfach in den analysierten Artikeln genannt wurden. Es wird davon ausgegangen, dass die Ziele mit den häufigsten Nennungen gleichzeitig die wichtigsten Ziele nachhaltiger Mobilität darstellen. Das folgende Balkendiagramm zeigt die 22 Ziele, die die meisten Nennungen besitzen und nach ihrer Relevanz von oben nach unten fallend geordnet sind. Die Zahl am Balkendiagramm zeigt die Häufigkeit der Nennungen an:

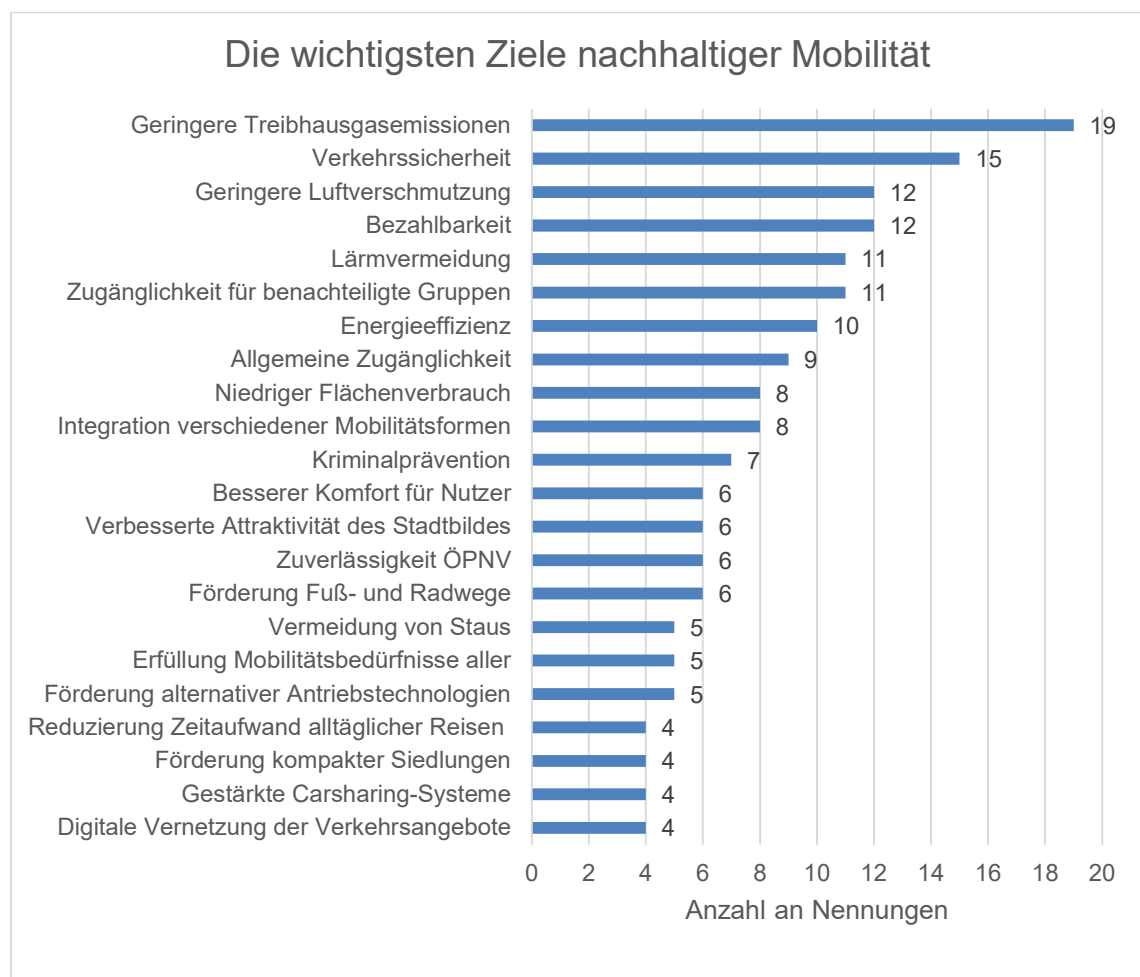


Abbildung 3: Die wichtigsten Ziele nachhaltiger Mobilität⁸⁸

⁸⁷ Vgl. Interreg (2019), Abs. 1

⁸⁸ Eigene Grafik, basierend auf einer Metaanalyse, die die Nennhäufigkeit von Zielen nachhaltiger Mobilität in relevanten Artikeln feststellte (siehe auch Kapitel Methodik).

Da der Umfang dieser Bachelorarbeit beschränkt ist und nicht alle Ziele analysiert werden können, werden im Folgenden die drei wichtigsten Ziele ausführlich begutachtet: Geringere Treibhausgasemissionen, Verkehrssicherheit und Bezahlbarkeit.⁸⁹ Weitere Nebenbedingungen der Ziele bzw. K.O.-Kriterien werden nicht formuliert.

4.2 Ermittlung der Zielgewichte

In diesem Unterkapitel wird der zweite Schritt der NWA ausgeführt: die Ermittlung der Zielgewichte. Da in dieser Arbeit angenommen wird, dass die Häufigkeit der Nennungen auch die Relevanz der Ziele widerspiegeln, kann die Relevanz der Ziele anhand der Nennungen abgelesen werden. Damit ist eine direkte Bestimmung der Zielgewichte möglich, indem die Nennhäufigkeit eines Zieles durch die Summe aller Nennung der zu analysierenden Ziele dividiert wird. Wie in folgender Tabelle dargestellt, ergeben sich somit folgende Gewichtungen:

Tabelle 5: Gewichtung der Ziele nachhaltiger Mobilität

Ziel nachhaltiger Mobilität	Absolute Häufigkeit	Zielgewicht
Geringere Treibhausgasemissionen	19	19/46
Verkehrssicherheit	15	15/46
Bezahlbarkeit des öffentlichen Verkehrs	12	12/46
Summe	46	1,0

Das Ziel „geringere Treibhausgasemissionen“ hat die meisten absoluten Nennungen und wird daher auch am Schwersten gewichtet. Darauf folgt die Verkehrssicherheit und Bezahlbarkeit.

4.3 Definition von Alternativen

In diesem Unterkapitel erfolgt die Definition von Projektalternativen und damit der dritte Schritt der NWA. Insgesamt werden in dieser Bachelorarbeit drei Alternativen geprüft:

- Alternative (Alt.) 1 mit sieben eHubs und insgesamt 12 Cargobikes, 12 E-Bikes und 2 E-Autos.
- Alt. 2 mit 14 eHubs und insgesamt 24 Cargobikes, 24 E-Bikes, 12 E-Scooter und 4 E-Autos.
- Alt. 3 (Null-Alternative) mit keinen eHubs

Die Alt. 1 orientiert sich an dem neusten Ziel der Stadt Kempten, bis Frühling 2021 die angegebenen sieben eHubs zu errichten. Alt. 2 verdoppelt diese Zielvorgabe und fügt zusätzlich zwölf E-Scooter hinzu. Bei Alt. 3 werden keinerlei Maßnahmen getroffen.

⁸⁹ Die Ziele geringere Luftverschmutzung und Bezahlbarkeit haben beide 12 Nennungen. Da beim Ziel geringere Luftverschmutzung allerdings ähnlich Ergebnisse erwartet werden wie beim Ziel geringere Treibhausgasemissionen, wird stattdessen die Bezahlbarkeit analysiert.

4.4 Bestimmung der Indikatoren

Der vierte Schritt der NWA wird in dieser Arbeit auf zwei Unterkapitel aufgeteilt. In diesem werden die relevanten Indikatoren bestimmt, im nächsten kommt es zur Ermittlung der Messwerte.

Von den 20 analysierten Artikeln gaben die folgenden sechs Artikel Indikatoren für nachhaltige Mobilität an: Europäische Kommission (2019a), S. 97; Gerlach (2015), S. 12, 52, 82; Gillis, Semanjski & Lauwers (2016), S. 6 – 16; Tafidis et al. (2016), S. 308f; WBCSD (2015), S. 33 – 52 und Karakitsiou et al. (2017), S. 115.

Des Weiteren verwiesen zwei Artikel auf die folgende Literatur, die bei der Indikatoren-suche behilflich sein soll: Civitas (2020) sowie Marletto & Mameli (2012).

Die genannten Artikel sowie die zusätzliche gesichtete Literatur weist eine breite Palette an möglichen Indikatoren für Ziele nachhaltiger Mobilität auf.⁹⁰ Dies haben Gillis, Semanjski & Lauwers⁹¹ in ihrer Literaturrecherche ebenfalls festgestellt und daher eine Analyse der Indikatoren unternommen. Für die untersuchten Indikatoren wurde die jeweilige Aussagekraft ermittelt, miteinander verglichen und Empfehlungen ausgesprochen, welcher Indikator der aussagekräftigste für das jeweilige Ziel nachhaltiger Mobilität sei. Die empfohlenen Indikatoren nach Gillis, Semanjski & Lauwers⁹² lauten:

- a) Geringere Treibhausgasemissionen: gesamter jährlicher Well-to-Wheel-Ausstoß (WTW) an CO₂-Äquivalenten (künftig: CO₂e)⁹³ pro Kopf durch städtische Verkehrsmittel
- b) Verkehrssicherheit: jährliche Zahl der Verkehrstoten pro 100.000 Einwohner
- c) Bezahlbarkeit: Verhältnis zwischen den Kosten für 60 relevante Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln und dem durchschnittlichen monatlichen Haushaltseinkommen, berechnet für das ärmste Bevölkerungsquartil

Jedoch sind die Indikatoren nach Gillis, Semanjski & Lauwers für die Bachelorarbeit nicht immer direkt anwendbar. Manche werden daher wie folgt angepasst:

- a) Die Angabe der Einsparungen als „gesamter jährlicher Well-to-Wheel-Ausstoß an CO₂e pro Kopf durch städtische Verkehrsmittel“, konnte aufgrund fehlender Daten über die einzelnen städtischen Verkehrsmittel in Kempten nicht berechnet werden. Stattdessen wird der **Indikator für geringere Treibhausgasemissionen verallgemeinert und wie folgt angepasst: „gesamter jährlicher Ausstoß an CO₂e pro Kopf im Sektor Verkehr der Stadt Kempten“**. Des Weiteren benutzt der Indikator die Einheit CO₂e, welche die Treibhauseffekte aller relevanten

⁹⁰ Beispielsweise schlägt auch die Europäische Kommission eigene Indikatoren vor: Europäische Kommission (2020), Abs. 4

⁹¹ Vgl. Gillis, Semanjski & Lauwers (2016), S. 2

⁹² Vgl. Gillis (2016), S. 6 - 16

⁹³ Um die Wirkung verschiedener Treibhausgase vergleichen zu können, hat der IPCC einen Index (Global Warming Potential) definiert. Dieser Index drückt die Erwärmungswirkung verschiedener Treibhausgase verglichen mit der von CO₂ in CO₂e aus. Zu den Treibhausgasen zählen gemäß dem Kyoto-Protokoll folgende Stoffe: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (Lachgas/N₂O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆). (Vgl. Die Bundesregierung (2020a), Abs. 1)

Gase berücksichtigt.⁹⁴ 88 % aller CO₂e-Emissionen in Deutschland sind CO₂-Emissionen.⁹⁵ Teilweise werden in Berechnungen nur CO₂-Emissionen angegeben, die die Treibhauseffekte der anderen relevanten Treibhausgase außer CO₂ nicht berücksichtigen. Zur Vereinheitlichung werden die CO₂-Emissionen in CO₂e umgerechnet. Dies geschieht, wenn möglich, anhand des Fifth Assessment Reports des IPCC.⁹⁶ Ansonsten werden die CO₂-Emissionen durch 88 dividiert und anschließend mit 100 multipliziert, um die CO₂e-Einsparungen zu erhalten.⁹⁷

- b) Der **Indikator für Verkehrssicherheit „jährliche Zahl der Verkehrstoten pro 100.000 Einwohner“** bleibt bestehen.
- c) Bei dem Indikator für Bezahlbarkeit gibt es zwei Schwierigkeiten: 1) Die Angebote der Shared Mobility werden mit dem ÖPNV verglichen; 2) Das durchschnittliche monatliche Haushaltseinkommen des ärmsten Bevölkerungsquartil der Stadt Kempten konnte nicht ermittelt werden.

Zu 1) Die Angebote der eHubs können einerseits als öffentlich angesehen werden, weil die E-Autos / E-Bikes und E-Scooter der Öffentlichkeit frei zur Verfügung stehen; andererseits auch als private Verkehrsmittel, da man mit dem E-Auto / E-Bike und E-Scooter allein unterwegs ist im Gegensatz zu Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln wie der Bahn, Tram und Bus. Beim Indikator für Bezahlbarkeit „Verhältnis zwischen den Kosten für 60 relevante Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln und dem durchschnittlichen monatlichen Haushaltseinkommen, berechnet für das ärmste Bevölkerungsquartil“ werden nur die Kosten für öffentliche Verkehrsmittel betrachtet, jedoch nicht die Kosten für private Verkehrsmittel. In dieser Bachelorarbeit soll jedoch erörtert werden, ob die Sharing-Angebote der eHubs bezahlbar sind, und nicht der ÖPNV. Trotz ausführlicher Recherche konnte kein Indikator für die Bezahlbarkeit von Sharingdiensten gefunden werden. Daher wird zunächst mit dem von Gillis, Semanjski & Lauwers vorgeschlagenen Indikator bzgl. öffentlicher Verkehrsmittel gearbeitet. Anschließend wird jedoch noch ein Kostenvergleich zwischen den eHubs und privaten Verkehrsmitteln gezogen.

Zu 2) Anfangs wurde versucht bei der Stadt Kempten das durchschnittliche monatliche Haushaltseinkommen des ärmsten Bevölkerungsquartils in Kempten zu erfragen. Diese Informationen konnten allerdings nicht bereitgestellt werden. Bei der anschließenden Recherche wurden Daten zum monatlichen Haushaltseinkommen in Deutschland bei zwei Stellen gefunden, bei der Bundeszentrale für politische Bildung und beim Statistischen Bundesamt. Hier wurde das Einkommen aber nicht in Quartilen angegeben, sondern nach Einkommensklassen sortiert, z.B. 0 – 1.300 €. Bei diesen Klassen mussten Mittelwerte angenommen werden, z.B. 650 €. Diese Vorgehensweise ist allerdings sehr ungenau. Die Berechnung des durchschnittlichen monatlichen Haushaltseinkommens des ärmsten Bevölkerungsquartil ergab auf Grundlage der Daten der Bundeszentrale für

⁹⁴ Vgl. Umweltbundesamt (2020), S. 11

⁹⁵ Vgl. Umweltbundesamt (2019), S. 3

⁹⁶ Vgl. Greenhouse Gas Protocol (2020), S. 1

⁹⁷ Vgl. Umweltbundesamt (2019), S. 3

politische Bildung 945,80 €⁹⁸ und auf Grundlage der Daten des Statistischen Bundesamtes 1.076,00 €⁹⁹. Eurostaat hingegen gibt direkt das durchschnittliche monatliche Einkommen für das ärmste Bevölkerungsquartil aller EU-Mitgliedsstaaten an. In Deutschland liegt es bei 1.355 € im Monat.¹⁰⁰ Allerdings handelt es sich hierbei nicht um das Haushaltseinkommen, sondern um das Einkommen einzelner Personen. Auch Carruthers et al.¹⁰¹ hatten Schwierigkeiten das verfügbare Haushaltseinkommen für das ärmste Bevölkerungsquartil zu ermitteln; meistens erwies es sich als unmöglich genaue Zahlen zu ermitteln. Daher wählten sie das Pro-Kopf-Einkommen, da dieses als akzeptabler Ersatz fungiere.¹⁰² Somit wird auch in dieser Bachelorarbeit nicht mit einem monatlichen Haushaltseinkommen gerechnet und ein durchschnittliches Einkommen für das ärmste Bevölkerungsquartil in Kempten von 1.355,00 € wird angenommen.¹⁰³

Somit lautet der **Indikator für Bezahlbarkeit: „Verhältnis zwischen den Kosten für 60 relevante Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln und dem durchschnittlichen monatlichen Einkommen, berechnet für das ärmste Bevölkerungsquartil“.**

4.5 Ermittlung der Messwerte

Für jedes Ziel werden im Folgenden die Messwerte der jeweiligen Projektalternative bestimmt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Fahrzeuge, die in den Projektalternativen eingesetzt werden, ähnlich genutzt werden¹⁰⁴ und ähnliche Effekte auftreten, wie in den analysierten Studien beschrieben wurde. Da die Reduzierung von Treibhausgasemissionen das wichtigste Ziel nachhaltiger Mobilität ist, wird diesem Ziel entsprechend viel Aufmerksamkeit in der folgenden Analyse gewidmet.

4.5.1 Geringere Treibhausgasemissionen

Als Indikator für die Messung von geringeren Treibhausgasemissionen wurde festgelegt: „gesamter jährlicher Well-to-Wheel-Ausstoß an CO₂e pro Kopf durch städtische Verkehrsmittel.“ Well-to-Wheel (WTW), auf Deutsch „vom Bohrloch bis zum Rad“, ist eine Analysemethode mit der Treibhausgasemissionen geschätzt werden können. Wie in der folgenden Grafik zu sehen, werden hierzu die beiden Bereiche Well-to-Tank (WTT)¹⁰⁵ und Tank-to-Wheel (TTW)¹⁰⁶ zusammengefasst.¹⁰⁷

⁹⁸ Eigene Berechnung, basierend auf: Bundeszentrale für politische Bildung (2018), Abs. 2

⁹⁹ Eigene Berechnung, basierend auf: Statistisches Bundesamt (2013), S. 31

¹⁰⁰ Vgl. Eurostaat (2020), Abs. 1

¹⁰¹ Vgl. Carruthers et al. (2005), S. 11

¹⁰² Vgl. Carruthers et al. (2005), S. 11

¹⁰³ Eigene Berechnung, basierend auf: Eurostat (2020), S. 31

¹⁰⁴ Ca. 20.000 km/Jahr/Carsharing-Fahrzeug (vgl. BMW AG (2016), S. 254); 0,5 – 2,25 Bikesharing-Fahrräder je 1.000 Einwohner (Brandt (2018), Abs. 2 & Statista (2020b), Abs. 1); 235 jährliche Mieten pro Bikesharing-Fahrrad bei Städten von 20.000 – 100.000 Einwohnern (Statista (2020a), Abs. 1)

¹⁰⁵ Zu Deutsch: vom Bohrloch bis zum Tank

¹⁰⁶ Zu Deutsch: vom Tank bis zum Rad

¹⁰⁷ Vgl. Europäische Kommission (2016), Abs. 3

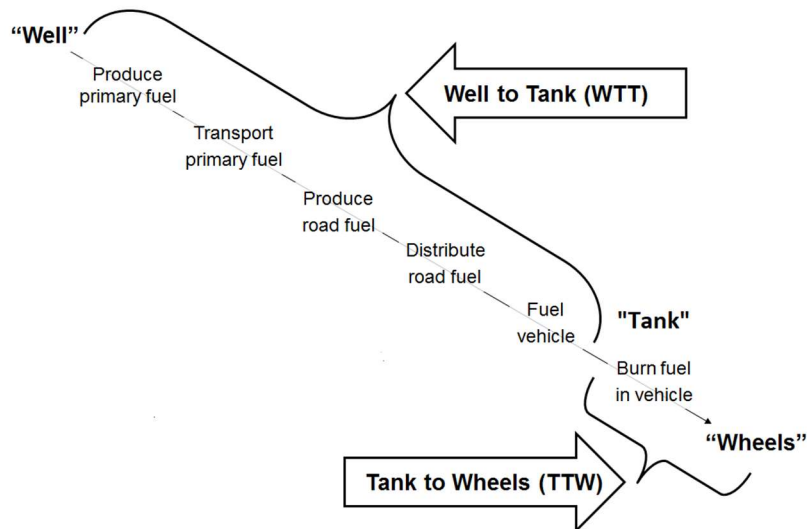


Abbildung 4: Well-to-Wheel Darstellung¹⁰⁸

WTW unterscheidet sich von einer Lebenszyklusanalyse, indem weder Recyclingaspekte, noch Emissionen, die beim Bau von Fahrzeugen anfallen, berücksichtigt werden.¹⁰⁹ Laut einer Studie aus 2020 verursachen E-Autos bei einer WTW-Betrachtung durchschnittlich nur 33 Gramm CO₂e pro gefahrenem Kilometer (g CO₂e / km), während Benziner 230 g CO₂e / km ausstoßen.¹¹⁰ Bei einer WTW-Betrachtung stößt ein Benziner also knapp siebenmal so viel CO₂e aus wie ein E-Auto. Bei der Herstellung der Fahrzeuge ist ein Benziner mit 64 g CO₂e / km jedoch um 25 g CO₂e / km sparsamer als ein E-Auto mit 89 g CO₂e / km. Insgesamt¹¹¹ jedoch ist das E-Auto mit 122 g CO₂e / km klimafreundlicher als der Benziner mit 294 g CO₂e / km.¹¹² Wie in folgender Grafik zu sehen, ist das E-Auto damit mehr als zweimal so sparsam wie der Benziner.

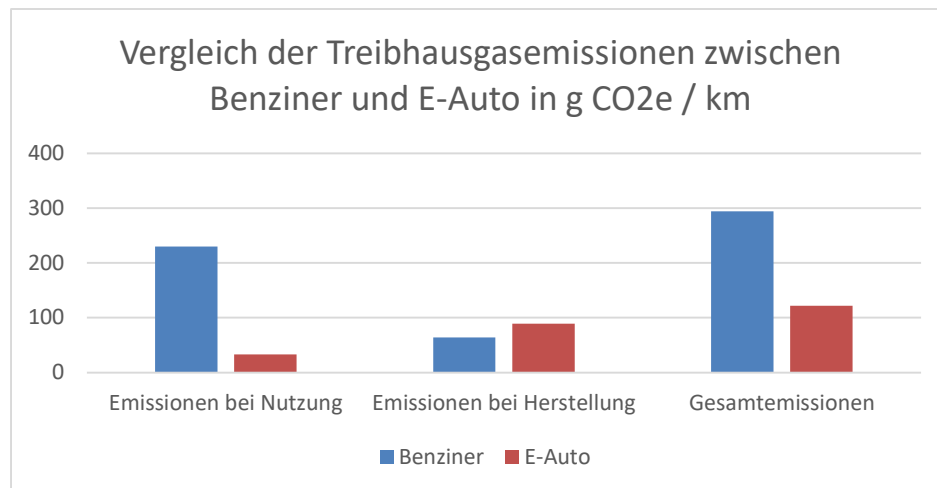


Abbildung 5: Vergleich der Treibhausgasemissionen zwischen Benzinern und E-Auto¹¹³

¹⁰⁸ Siehe Vgl. Europäische Kommission (2016), Abs. 3

¹⁰⁹ Vgl. Europäische Kommission (2016), Abs. 5

¹¹⁰ Vgl. Baroke et al. (2020), S. 16

¹¹¹ Insgesamt bedeutet hier, dass die WTW-Emissionen und die Emissionen der Herstellung betrachtet werden. Wie emissionsintensiv das Recycling der jeweiligen Fahrzeugtypen ist, wurde nicht untersucht.

¹¹² Vgl. Baroke et al. (2020), S. 16

¹¹³ Eigene Grafik, basierend auf Baroke et al. (2020), S. 16

Bei einer WTW-Betrachtung erhalten E-Autos jedoch einen Vorteil, da ihre emissionsintensive Herstellung nicht betrachtet wird. Dass das Recycling von E-Autos auch nicht miteinbezogen wird, könnte sich zusätzlich vorteilhaft für die E-Autos auswirken. Durch eine Lebenszyklusanalyse ließen sich diese Ungleichheiten vermeiden. Aufgrund fehlender Studien mit einer Lebenszyklusbetrachtung wird im Folgenden jedoch weiterhin mit der WTW-Methode gearbeitet, die von Gillis, Semanjski & Lauwers zur Berechnung der Treibhausgasemissionen vorgeschlagen wird. Da bisher noch kein Berechnungsmuster zur Einsparung von CO₂e-Emissionen durch eHubs vorliegt, wird bei der Ermittlung der eingesparten Treibhausgasemissionen unterteilt zwischen Carsharing, E-Bike-sharing und E-Scootersharing. Die Analyse des Carsharings fällt dabei am Größten aus, da hier das größte Reduktionspotential von Treibhausgasemission zu vermuten ist.

4.5.1.1 Carsharing

Wer dauerhaft den eigenen Pkw zur Verfügung hat, nutzt laut Umweltbundesamt¹¹⁴ durchschnittlich deutlich weniger öffentliche Verkehrsmittel, fährt weniger Fahrrad und geht weniger zu Fuß. Aus Gewohnheit wird das eigene Auto gefahren, obwohl klimafreundlichere Verkehrsmittel sogar eine bessere Alternative darstellen. Wie viel Treibhausgasemissionen durch Carsharing eingespart werden können, hängt also größtenteils davon ab, ob Menschen mit Autobesitz davon überzeugt werden können, den eigenen PKW abzuschaffen und aufs Carsharing umzusteigen. Bisherige Studien hätten laut Umweltbundesamt wiederholt bestätigt, dass das stationsgebundene Carsharing die PKW-Besitzquote reduzieren kann. Für freefloating-Angebote lägen bis 2016 jedoch noch keine genauen Ergebnisse vor.

In San Diego, USA, bot Car2go für zwei Jahre nur elektrische freefloating-Fahrzeuge an. Aufgrund höherer Kosten und der schlechten Ladeinfrastruktur wurde die elektrische Flotte jedoch durch eine Herkömmliche ersetzt.¹¹⁵ Für die beiden „elektrischen“ Jahre wurde nichtsdestotrotz versucht, die eingesparten Treibhausgasemissionen zu ermitteln. Da in den USA der Strom nicht nur aus klimaneutralen Quellen gewonnen wird, wurde ein Durchschnittswert zur Berechnung der entstanden Emissionen zur Aufladung der Elektromotoren herangezogen (der U.S. EPA factor).¹¹⁶ Wenn man die Ergebnisse, die auf Grundlage der WTW-Methode basieren, auf Einsparungen an Tonnen CO₂e¹¹⁷ pro Jahr pro Fahrzeug runterbricht, so sparte man laut einer amerikanischen Studie¹¹⁸ im Durchschnitt in San Diego 9,5 t CO₂e pro Fahrzeug pro Jahr.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt eine deutsche Studie der BMW AG¹¹⁹. Sie berechnete die CO₂e-Einsparungen¹²⁰, die auf die Carsharing-Dienste Flinkster und DriveNow in Berlin und München zurückzuführen sind. Flinkster bietet ein stationsgebundenes, und

¹¹⁴ Vgl. Umweltbundesamt (2016), S. 79 - 83

¹¹⁵ Vgl. Martin & Shaheen (2016), S. 10

¹¹⁶ Vgl. Martin & Shaheen (2016), S. 19

¹¹⁷ In der Studie werden die eingesparten Emissionen in „GHG-Emissions“, also Treibhausgasemissionen, angegeben. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur setzt Treibhausgasemissionen mit CO₂e gleich (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020), S. 17). Daher werden die Begriffe Treibhausgaseinsparung und CO₂e-Einsparung künftig als Synonym verwendet.

¹¹⁸ Vgl. Martin & Shaheen (2016), S. 24

¹¹⁹ Vgl. BMW AG (2016), S. 255f

¹²⁰ Die Studie misst nicht nur die CO₂-, sondern auch die CO₂e-Einsparungen (Vgl. BMW (2016) S. 246).

DriveNow ein freefloating-Carsharing an. Mit den 1.630 Fahrzeugen der beiden Carsharing-Anbieter konnten jährlich insgesamt 16.290 Tonnen CO₂e eingespart werden.¹²¹ Das ergibt Einsparungen von 9,99 t CO₂e pro Fahrzeug pro Jahr.¹²² Zur Berechnung wurde der offizielle durchschnittliche CO₂-Wert des entsprechenden Fahrzeugtyps verwendet. Die Einsparungen an Treibhausgasen wären jedoch größer, wenn die angebotene Flotte rein elektrisch wäre.¹²³ Von den insgesamt 1.630 Fahrzeugen waren 80, also 5 %, elektrisch.¹²⁴ Die gemessenen Einsparungen beziehen sich jedoch nur auf den Bereich TTW. Die WTT-Betrachtung wurde aufgrund von fehlenden Daten nicht miteinbezogen.¹²⁵

Sowohl aus der deutschen als auch aus der US-amerikanischen Studie geht hervor, dass pro Carsharing-Fahrzeug eine CO₂e-Einsparung von knapp 10 Tonnen pro Jahr möglich ist. Damit würde Carsharing zu geringeren Treibhausgasemissionen führen.

Eine weniger positive Ansicht über das Carsharing vertreten die Studien von A.T. Kearney Korea LLC, Civity und Hülsmann, Wiepking & Zimmer.¹²⁶ Erstere kommt zu dem Schluss, dass der Effekt, dass Carsharing-Nutzer ihr privates KFZ abschaffen, sehr limitiert sei.¹²⁷

Die Civity Studie behauptet, dass das freefloating-Carsharing „motorisierte Bequemlichkeitsmobilität im Nahbereich“ sei, da es „offenbar ein Ersatzprodukt für das Fahrrad, den öffentlichen Nahverkehr und das Taxi ist.“¹²⁸ Das Umweltbundesamt weist die Ergebnisse der Studie jedoch als unbrauchbar zurück, da bei der Methodik nicht das gesamte Verkehrsverhalten der beobachteten Nutzer analysiert wurde, sondern nur spezifische Fahrten mit freefloating-Fahrzeugen.¹²⁹

Die Studie von Hülsmann, Wiepking & Zimmer¹³⁰ untersuchte die Folgen von Carsharing in den Städten Stuttgart, Köln und Frankfurt. Es wurde geschlussfolgert, dass in allen drei Städten keine Reduktion von PKWs im Straßenraum durch das freefloating-Carsharing stattfand. Dieses Ergebnis lässt sich jedoch aus Sicht des Autors dieser Bachelorarbeit anzweifeln. In der Studie wird eine PKW-Ersatzquote errechnet, also die Quote, wie viele PKWs durch ein Car2go-Fahrzeug ersetzt werden. Hierzu wird die Anzahl von aktiven NutzerInnen pro car2go-Fahrzeug (in Stuttgart sind es 57) mit der Prozentzahl von Car2go-NutzerInnen multipliziert, die ihren PKW aufgrund der Nutzung von Carsharing abgeschafft haben. Auffällig ist, dass in die Berechnung nur der Anteil der Befragten einfließt, der ausschließlich aus dem Grund „Nutzung von Carsharing“ das private Auto abschaffte. In Stuttgart gaben 0,5 – 1,4 % der Befragten an, dass die PKW-Abschaffung nur aufgrund der Möglichkeit zum freefloating-Carsharing erfolgte. Schließlich wird eine

¹²¹ Vgl. BMW AG (2016), S. 255f

¹²² Eigene Berechnung, basierend auf BMW AG (2016), S. 248 - 256

¹²³ Vgl. BMW AG (2016), S. 259

¹²⁴ Vgl. BMW AG (2016), S. 248

¹²⁵ Vgl. BMW AG (2016), S. 252

¹²⁶ Vgl. Civity (2014), S. 6; A.T. Kearney Korea LLC (2019), S. 1; Hülsmann et al., (2018), S. 81

¹²⁷ Vgl. A.T. Kearney Korea LLC (2019), S. 1

¹²⁸ Siehe Civity (2014), S. 6

¹²⁹ Vgl. Umweltbundesamt (2016), S. 84

¹³⁰ Vgl. Hülsmann, Wiepking & Zimmer (2018), S. 80f

PKW-Ersatzquote von 1:0,3 bis 0,8 in Stuttgart errechnet, d.h., dass ein Car2go-Fahrzeug 0,3 – 0,8 Fahrzeuge ersetzt. Dies würde bedeuten, dass es durch Car2go mehr Fahrzeuge auf den Straßen gibt.

Ca. 20 % der Befragten begründeten ebenfalls die Abschaffung des PKWs mit „Nutzung von Carsharing“, gaben jedoch noch andere Gründe an (z.B. Kostengründe, Umweltgründe).¹³¹ In der Studie wird nicht näher erläutert, warum bei der Berechnung der PKW-Ersatzquote die Befragten ignoriert werden, die neben dem Carsharing noch zusätzliche Gründe für die Abschaffung des privaten PKWs hatten. Bezieht man diese Personen, also 20% der Befragten, in die Berechnung mit ein, ergibt sich ein PKW-Ersatzquote von 1:11,4¹³². Der neue Wert würde eine Reduktion der PKW im Straßenraum in Stuttgart durch Carsharing anzeigen. Ähnlich würde das Ergebnis in Köln und Frankfurt ausfallen. Die neuen Ergebnisse decken sich zudem mit denen von Chen¹³³.

Chen führte eine Analyse mehrerer Veröffentlichungen durch, die die Folgen von Carsharing untersuchten. Dass Carsharing mindestens um 10 % die Besitzrate von PKWs mindert, ein Carsharing-Auto mindestens 9 PKWs ersetzt bzw. die zurückgelegten Fahrzeugkilometer um mindestens 27 % gesenkt werden, besagen laut Chen¹³⁴ unter anderem folgende Studien: Cervero et al. (2007), Lane (2005), Martin and Shaheen (2011), Martin et al. (2010), Stasko et al. (2013), und Zhou & Kockelman (2011). Auch das Umweltbundesamt kommt nach der Analyse von weiteren Studien aus Paris, Amsterdam und Ulm zu dem Schluss, dass Carsharing die Anzahl an PKWs mindert und damit auch die gefahrenen Kilometer im Individualverkehr.¹³⁵ Zudem bestätigen die Studien Bundesverband Carsharing (2019), team red (2015) und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018), dass Carsharing sich klimafreundlich auswirkt. Eine genaue CO₂-Einsparung pro Jahr pro Carsharing-Fahrzeug lässt sich aus diesen Studien jedoch nicht ermitteln.

Nach der Analyse der oben genannten Artikel kann schlussgefolgert werden, dass Carsharing Treibhausgasemissionen einsparen kann. Es wurden Einsparungen von 9,5 und 9,99 Tonnen CO₂ pro Fahrzeug pro Jahr errechnet. Das erste Ergebnis wurde auf Basis der WTW-Betrachtung bei einer elektrischen freefloating-Flotte berechnet, das Zweite auf Basis einer TTW-Betrachtung bei einer gemischten Flotte, bei der nicht nur freefloating, sondern auch stationsbasierte Carsharingfahrzeuge angeboten wurden, die entweder mit elektrischen oder herkömmlichen Motoren ausgestattet waren. Im Folgenden wird als **Messwert** die aus der amerikanischen Studie errechneten CO₂e-Einsparungen von **9,5 t CO₂e pro Jahr pro E-Carsharing-Fahrzeug** verwendet, da

- in dieser Studie die WTW-Betrachtung gegeben war, was von dem festgelegten Indikator vorgegeben wird
- es sich um E-Autos handelt, wie bei den eHubs
- das freefloating-Konzept angewendet wurde, welches in der Literatur generell als weniger klimafreundlich dargestellt wird als das stationsbasierte Carsharing und

¹³¹ Vgl. Hülsmann, Wiepking & Zimmer (2018), S. 70, 78

¹³² Eigene Berechnung, basierend auf Hülsmann, Wiepking & Zimmer (2018), S. 70 - 81

¹³³ Vgl. Chen (2016), S. 7f

¹³⁴ Vgl. Chen (2016), S. 7f

¹³⁵ Vgl. Umweltbundesamt, 2016, S. 84f

daher eine eher konservative Schätzung von Treibhausgaseinsparung ermöglicht. Zudem wird freefloating-Carsharing teilweise bei eHubs angewendet.¹³⁶

4.5.1.2 Bikesharing

Während Carsharing seine Nutzer dazu bringen kann, private PKWs abzuschaffen, ist davon auszugehen, dass Bikesharing keinen solchen Effekt auslöst. Dennoch ermöglicht Bikesharing, dass die Nutzer für bestimmte Wege vom eigenen Auto auf das öffentliche Fahrrad umsteigen.¹³⁷

Das Umweltbundesamt¹³⁸ prüfte mehrere Studien verschiedener deutscher und französischer Städte zum Thema Bikesharing um die Substitutionsrate von Fahrten mit einem öffentlichen Rad, die eine PKW-Fahrt ersetzen, zu ermitteln. Die Rate schwankte je nach Stadt zwischen vier und 20 Prozent: Kassel 4 %, Stuttgart 4 %, Lyon 7 %, Nürnberg 9 %, Hamburg 12 % und Paris 20 %. In Paris würden demnach 20 von 100 Fahrten mit einem öffentlichen Rad eine PKW-Fahrt ersetzen. Der Durchschnittswert aller sechs Städte liegt bei 9 %¹³⁹, der aller deutschen Städte bei 6 %¹⁴⁰. Allerdings wurde nicht offengelegt, wie viele Fahrten es mit öffentlichen Rädern gab, weswegen auch keine absolute Anzahl an ersetzen PKW-Fahrten und eingesparten Treibhausgasemissionen berechnet werden kann.

Eine Studie von Kou et al.¹⁴¹ aus den USA ermittelte die CO₂-Einsparungen durch Bikesharingsysteme in mehreren Städten. Insgesamt werden in den untersuchten Städten durch Bikesharingsysteme nur 0,1 % der Treibhausgasemissionen eingespart, die im städtischen Verkehrssektor entstehen.¹⁴² Die Einsparungen können jedoch durch eine verbesserte Radinfrastruktur und einen Ausbau der Flotte erhöht werden.¹⁴³ Es wird angegeben, dass für jedes Fahrrad, das dem Verleihsystem hinzugefügt wird, zusätzliche 0,51 t CO₂e jährlich eingespart werden können.¹⁴⁴ Des Weiteren wurde in der Studie ermittelt, dass zentralgelegene öffentliche Fahrräder insgesamt mehr CO₂e einsparen können als Dezentrale. Dafür sind die Einsparungen mit außerhalb gelegenen Fahrrädern je Fahrt höher als bei den Innerstädtischen.¹⁴⁵

Der Bikesharingprovider Bluebikes¹⁴⁶ aus Boston, USA, veröffentlichte Daten zu den eingesparten CO₂-Emissionen von 2011 bis 2019 durch sein Bikesharingprogramm. Es wird allerdings nicht angeführt, wie die CO₂-Einsparungen berechnet wurden. In den Jahren von 2011 bis 2017 pausierte das Bikesharing während der kalten Jahreszeiten. Aus den vorhandenen Daten konnte untenstehende Tabelle erstellt werden, die folgende Informationen angibt: die CO₂e-Einsparungen in kg pro Jahr, Anzahl der Fahrräder,

¹³⁶ Vgl. Interreg (2020b), S. 29

¹³⁷ Vgl. Umweltbundesamt (2016), S. 87

¹³⁸ Vgl. Umweltbundesamt, 2016, S. 88

¹³⁹ Eigene Berechnung, basierend auf Umweltbundesamt (2016), S. 87f

¹⁴⁰ Eigene Berechnung, basierend auf Umweltbundesamt (2016), S. 87f

¹⁴¹ Vgl. Kou et al. (2020), S. 7 - 12

¹⁴² Vgl. Kou et al. (2020), S. 11

¹⁴³ Vgl. Kou et al. (2020), S. 11f

¹⁴⁴ Vgl. Kou et al. (2020), S. 7

¹⁴⁵ Vgl. Kou et al. (2020), S. 12

¹⁴⁶ Vgl. Bluebikes (2019), Abs. 7 - 12

CO2e-Einsparungen in kg pro Fahrrad, Verfügbarkeit in Tagen pro Jahr, CO2e-Einsparungen kg pro Fahrrad pro Tag, Einwohnerzahl in Boston und die Einwohner pro Fahrrad.

CO2e-Einsparungen¹⁴⁷ in kg pro (Jahr)	Anzahl Fahrräder	CO2e-Einsparungen in kg pro Fahrrad	Verfügbarkeit in Tagen pro Jahr	CO2e-Einsparungen kg pro Fahrrad pro Tag	Einwohnerzahl in Boston	Einwohner pro Fahrrad
46.875 (2011)	610	77	126	0,61	630.480	1.034
443.038 (2012)	830	534	240	2,22	643.003	775
682.714 (2013)	1.125	607	240	2,53	653.103	581
875.183 (2014)	1.250	700	239	2,93	663.017	530
861.664 (2015)	1.400	615	223	2,76	670.791	479
942.190 (2016)	1.650	571	307	1,86	680.470	412
1.016.046 (2017)	1.800	564	308	1,83	688.276	382
1.545.591 (2018)	2.150	719	365	1,97	694.583	323
2.168.095 (2019)	3.000	723	365	1,98	700.000	233

Abbildung 6: Zahlen zum Bikesharing in Boston¹⁴⁸

Anhand der Tabelle lässt sich für das Bikesharing in Boston folgendes beobachten:

- Je mehr Fahrräder zum Verleih angeboten werden, desto höher sind die gesamten CO2e-Einsparungen pro Jahr
- 2019 stand pro 233 EinwohnerInnen ein öffentliches Fahrrad zur Verfügung
- Die Jahre 2013 bis 2015 haben die höchsten CO2-Einsparungen pro Fahrrad pro Tag. Da im Winter Bikesharing vermutlich weniger genutzt wird, wurde es in den Wintermonaten ausgesetzt. Dadurch können sich die durchschnittlichen CO2e-Einsparungen pro Fahrrad pro Nutzungstag verbessern.
- Die durchschnittlichen CO2e-Einsparungen pro Fahrrad lagen bei 568 kg bzw. 0,57 t

¹⁴⁷ Umgerechnet von CO2 auf CO2e

¹⁴⁸ Eigene Tabelle, basierend auf Bluebikes (2019), Abs. 7 - 12

Da bei dem eHubs Projekt allerdings E-Bikes und nicht herkömmliche Fahrräder eingesetzt werden, wäre eine Studie, die die CO₂e-Einsparungen durch ein E-Bikesharingprogramm misst, interessanter. Das Umweltbundesamt¹⁴⁹ gab 2016 an, dass es bisher keine Forschung über die Auswirkungen von öffentlichen Pedelecs / E-Bikes auf die Umwelt gibt. Es ist lediglich bekannt, dass durch die Substitution einer PKW-Fahrt mit einer Pedelec-Fahrt 20,5 kg CO₂ gerechnet auf 100 km gespart werden können.¹⁵⁰ Baier et al. kommt zu dem Schluss, dass durch die Förderung der Nutzung von Pedelecs im Gesamtverkehrsnetz zwischen zehn und 13 % weniger Abgase wie CO₂ entstehen können.¹⁵¹ Damit dies gelinge, müssten aber genügend Pedelecs zur Verfügung stehen.¹⁵²

Eine Studie aus 2018 der Steer Group¹⁵³ ermittelte das Reduktionspotential von CO₂ durch E-Bike-Sharing in London. Es wird angenommen, dass London täglich 182 t CO₂ einsparen kann bei einem Einsatz von 122.000¹⁵⁴ E-Bikes. Dadurch würde jedes E-Bike 0,55 t CO₂ bzw. 0,63 t CO₂e jährlich einsparen. In dieser Zahl sind jedoch nicht die Emissionen einberechnet, die entstehen, wenn die E-Bikes geladen, eingesammelt und verteilt werden. Da sowohl die Studie über E-Bikes der Steer Group, aber auch die Studien von Bluebikes und Kou et al. über herkömmliche Fahrräder, ein Reduktionspotential von ca. 0,51 – 0,63 t CO₂e pro Jahr pro E-Bike / Fahrrad angeben, wird im Folgenden mit dem Mittelwert, einem durchschnittlichen Einsparungspotential von **0,57 t CO₂e pro Jahr pro E-Bike**, gerechnet.

Im Hinblick auf Lastenräder wurde eine erste empirische Studie zum Lastenrad-Sharing vom Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung Potsdam¹⁵⁵ im Jahr 2017 veröffentlicht. Demnach konnten in Deutschland beim Einsatz von 134 Sharing-Lastenrädern von April bis Dezember 2016 insgesamt 8.785 kg CO₂ eingespart werden. Die PKW-Ersatzquote für das Lastenfahrrad lag bei 46 %. Werden die Angaben auf jährliche CO₂e-Einsparungen pro Lastenrad umgerechnet, so wurden ca. 0,1 t CO₂e pro Jahr pro Cargobike eingespart. Anzumerken ist allerdings, dass das Ausleihen der Lastenfahräder kostenlos war. Dies bedeutet, dass bei einer kostenpflichtigen Variante womöglich weniger PKW-Fahrten ersetzt und weniger Treibhausgasemissionen eingespart worden wären. Weitere Studien über das Reduktionspotential von Cargobikes als öffentliches Fahrrad konnte nicht gefunden werden. Assmann et al.¹⁵⁶ beschreibt lediglich bei Paketauslieferungen ein Reduktionspotential von 50 % der Emissionen, wenn anstatt des Paketlieferwagens ein E-Cargobike verwendet wird. Melo & Baptista¹⁵⁷ geben an, dass Logistikunternehmen ihren CO₂-Fußabdruck durch Lastenräder um bis zu 73 % senken können. Eine weitere Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur¹⁵⁸ beschreibt die Potentiale des Lastenfahrads im Wirtschaftsverkehr, z.B. bei Handwerkerbetrieben. Da nur die Studie des Instituts für transformative Nachhaltig-

¹⁴⁹ Vgl. Umweltbundesamt (2016), S. 90

¹⁵⁰ Vgl. Wachotsch (2014), S. 15

¹⁵¹ Vgl. Baier et al. (2013), S. 53

¹⁵² Vgl. Baier et al., (2013), S. 40

¹⁵³ Vgl. Steer Group (2018), S. 3

¹⁵⁴ Eigene Berechnung, basierend auf Steer Group (2018), S. 3

¹⁵⁵ Vgl. Becker & Rudolf (2017), S. 1

¹⁵⁶ Vgl. Assmann et al. (2020), S. 16

¹⁵⁷ Vgl. Melo & Baptista (2017), S. 7

¹⁵⁸ Vgl. Gruber & Rudolph (2016), S. 2f

keitsforschung Potsdam die Potentiale des Cargobikes in einem öffentlichen Sharing-system untersucht, wird im Folgenden mit den Ergebnissen dieser Studie gearbeitet und von einem Einsparungspotential von **0,1 t CO₂e pro Jahr pro Cargobike** ausgegangen.

4.5.1.3 E-Scootersharing

Laut Shaheen & Cohen¹⁵⁹ gibt es über die Folgen von E-Scootersharing nur wenige Studien. Daher konnten die Klimaauswirkungen durch E-Scooter noch nicht gemessen werden. Je mehr Autofahrten jedoch durch einen E-Scooter ersetzt würden, umso klimafreundlicher wäre der E-Scooter. Eine Studie gab an, dass ca. 33 % aller Fahrten mit einem E-Scooter eine Fahrt mit einem Kraftfahrzeug ersetzt hätten.¹⁶⁰ Bei einem Feldtest in Bamberg wurde eine ähnliche Substitutionsrate von 30 % festgestellt.¹⁶¹

Laut einer Studie von Hollingsworth, Copeland & Johnson¹⁶² können die Klimaauswirkungen von E-Scootern nicht verallgemeinert werden. Stattdessen kommt es auf die Einzelfälle an. Für den Basisfall mit den Annahmen, dass E-Scooter eine Lebenszeit von weniger als zwei Jahren haben, das Einsammeln zum Aufladen der Scooter nicht effizient erfolgt und 34 % der substituierten Fahrten Autofahrten sind, ist es wahrscheinlicher¹⁶³, dass E-Scooter über ihre Lebensdauer mehr Treibhausgase verursachen als sie einsparen.¹⁶⁴ Erhöht sich jedoch die Lebensdauer, die Effizienz beim Einsammeln und Aufladen sowie die Substitutionsrate von Autofahrten, wird es sehr unwahrscheinlich¹⁶⁵, dass E-Scooter mehr Treibhausgase verursachen, als sie einsparen.¹⁶⁶ Die Autoren schlussfolgern, dass E-Scooter nicht zwingend Treibhausgasemissionen reduzieren, sondern eher als Lösung für die letzte Meile zu sehen sind. Dies sei jedoch abhängig vom Einzelfall. Da bisher noch keine Daten über das Projekt in Kempten existieren, wie lange die Lebenszeit eines E-Scooters sein wird, wie effizient das Aufladen erfolgt und wie viele Autofahrten ersetzt werden, wird der Einsatz von E-Scootern im Folgenden als klimaneutral, also Einsparungen in Höhe von **0,00 t CO₂ pro Jahr pro E-Scooter**, gewertet. Eine Studie der Hochschule für Technik Stuttgart bestätigt zudem die Annahme, dass E-Scooter-Sharing keinen Beitrag zum Klimaschutz leistet.¹⁶⁷

4.5.2 Verkehrssicherheit

Der Indikator für Verkehrssicherheit „jährliche Zahl der Verkehrstoten pro 100.000 Einwohner“ wird unverändert beibehalten. Wie schon bei der Ermittlung der Messwerte von Ziel 1, wird auch bei Ziel 2 unterteilt zwischen Carsharing, Bikesharing und E-Scootersharing.

4.5.2.1 Carsharing

Die Suche nach bestätigten Informationen zur Verkehrssicherheit beim Carsharing erweist sich als schwierig. Der Gesamtverband der Versicherungswirtschaft teilte mit, dass

¹⁵⁹ Vgl. Shaheen & Cohen (2019), S. 24

¹⁶⁰ Vgl. Shaheen & Cohen (2019), S. 24

¹⁶¹ Vgl. Reinz-Zettler (2019), S. 16

¹⁶² Vgl. Hollingsworth, Copeland & Johnson (2019), S. 9

¹⁶³ 65 % Wahrscheinlichkeit

¹⁶⁴ Vgl. Hollingsworth, Copeland & Johnson (2019), S. 8f

¹⁶⁵ 4 % Wahrscheinlichkeit

¹⁶⁶ Vgl. Hollingsworth, Copeland & Johnson (2019), S. 9

¹⁶⁷ Vgl. Köhler et al. (2018), S. 139

ihm keine Zahlen hierzu vorlägen.¹⁶⁸ Nur die Anbieter und deren Versicherungen hätten Zugriff auf die Statistiken. In einem Interview 2017 sagte Siegfried Brockmann, Leiter der Unfallforschung der Versicherer, dass zeitbasierte Carsharingmodelle dazu verleiten könnten, dass man zu schnell fährt.¹⁶⁹ Belastbare Daten für diese Annahme hätte er jedoch nicht vorliegen. Diese Aussage bestätigte Brockmann 2020 per E-Mail auf Nachfrage des Autors dieser Bachelorarbeit. Daraufhin kontaktierte der Autor mehrere Shared-Mobility-Provider, um Daten zur Berechnung der Verkehrssicherheit beim Carsharing zu erhalten. Kontaktiert wurden am 15.05.2020 die Carsharinganbieter Share Now, Stadtmobil, Cambio Carsharing und Flinkster. Während Cambio Carsharing gar nicht antwortete, teilten Stadtmobil, Flinkster und Share Now mit, dass sie keine Informationen herausgeben würden. Da auch **keine wissenschaftlichen Studien zur Verkehrssicherheit beim Carsharing** gefunden werden konnten, wird aufgrund fehlender Informationen angenommen, dass Carsharing die Verkehrssicherheit weder senkt noch erhöht.

4.5.2.2 Bikesharing

Im Gegensatz zum Carsharing gibt es mehrere Studien über die Veränderungen der Verkehrssicherheit durch das Bikesharing. Eine Studie aus New York City¹⁷⁰ berichtet, dass die Zahl an Fahrradfahrern, die durch ein Kraftfahrzeug getötet wurden, nach der Einführung von Bikesharing um 11,9 % zurückgegangen ist.¹⁷¹ Es wird zusätzlich darauf verwiesen, dass auch die Zahl an privaten Fahrradfahrten stark anstieg. Zwischen herkömmlichen Fahrrädern, E-Bikes und Cargobikes wurde nicht unterschieden. Eine weitere Studie aus Philadelphia führt an, dass seit der Einführung des Bikesharings die Anzahl an Unfällen, die ein Kraftfahrzeug und Fahrrad involvierten, um 13 % zurückgegangen sei.¹⁷² Hervorzuheben ist, dass bei beiden Analysen **die Zahl der verletzten bzw. getöteten Fahrradfahrer seit der Einführung des Bikesharings sank, obwohl die Zahl an Fahrradfahrern zunahm**.¹⁷³ Dies mag unlogisch erscheinen, da ein Anstieg der Zahl der Fahrradfahrer im Laufe der Zeit zu einem proportionalen Anstieg der Zahl der Fahrradunfälle führen dürfte. Laut Hamra et al.¹⁷⁴ gibt es zwei Theorien, die den geschilderten Effekt erklären können: Verbesserte Radinfrastruktur und die Theorie der Sicherheit in der Masse. Da es weder in Philadelphia noch in New York groß angelegte Verbesserungen der Radinfrastruktur gab, bleibt die Theorie der Sicherheit in der Masse übrig. Diese legt nahe, dass Autofahrer ihr Fahrverhalten anpassen, wenn es mehr Fahrradfahrer auf den Straßen gibt. Dadurch sinkt das Unfallrisiko für die Radfahrer. Diese Schlussfolgerung wird von fünf weiteren Studien aus verschiedenen Städten und Ländern unterstützt.¹⁷⁵

Cohen & Shaheen¹⁷⁶ konnten keinen Rückgang absoluter Zahlen bei Fahrradunfällen feststellen. Stattdessen wird angegeben, dass die Anzahl an Fahrradunfällen in Regionen, in denen Bikesharing eingeführt wird, tendenziell steigt. Dies könnte aber vor allem daran liegen, dass die Anzahl an privaten Fahrradfahrten auch stark ansteigt. In

¹⁶⁸ Vgl. Jacobs (2017), Abs. 5

¹⁶⁹ Vgl. Jacobs (2017), Abs. 5

¹⁷⁰ Vgl. New York City Department of Transportation (2017), S. 29

¹⁷¹ Eigene Berechnung, basierend auf New York City Department of Transportation (2017), S. 29

¹⁷² Vgl. Hamra et al. (2020), S. 865f

¹⁷³ Vgl. Hamra et al. (2020), S. 866; New York City Department of Transportation (2017), S. 29

¹⁷⁴ Vgl. Hamra et al. (2020), S. 866

¹⁷⁵ Vgl. Hamra et al. (2020), S. 866

¹⁷⁶ Vgl. Cohen & Shaheen (2018), S. 34

Washington DC und San Francisco stieg beispielsweise die Anzahl der Fahrradpendler um jeweils 162 % und 98 %, während die Anzahl an Fahrradunfällen um jeweils 121 % und 40 % stieg. In Minneapolis-Saint Paul konnte hingegen keine deutliche Erhöhung der Unfallzahlen festgestellt werden, obwohl die Anzahl der Fahrradpendler um 65 % zunahm. Sowohl in Washington DC, San Francisco als auch Minneapolis-Saint Paul ist damit die relative Unfallgefahr für Fahrradfahrer gesunken.

Zudem wird angenommen, dass Bikesharing-Fahrräder sicherer sind als private Räder, da sie oft in auffälligen Farben gestrichen sind und weniger schnell fahren können aufgrund des massiven Rahmens und weniger Gängen.¹⁷⁷ Obwohl Bikesharingsysteme schon viele Jahre in den USA bestehen, gab es „erst“ 2016 das erste Todesopfer in den USA, das beim Bikesharing umkam.¹⁷⁸

Im Folgenden wird mit den Ergebnissen aus New York City weitergearbeitet. Denn von den aufgezählten Studien betrachtet nur die Analyse aus New York City die Entwicklung der Todesopfer bei Fahrradunfällen im Zusammenhang mit dem Bikesharing. Zwar ist die Analyse auf Todesopfer beschränkt, die durch Kraftfahrzeuge getötet wurden, dennoch zeigt die Studie eine klare Tendenz. Zudem sind tödliche Fahrradunfälle, bei denen kein Kraftfahrzeug involviert war, äußerst selten.¹⁷⁹ Zusätzlich spiegeln auch die anderen aufgeführten Studien wider, dass das Unfallrisiko für Fahrradfahrer zumindest relativ sinkt.

Über das Bikesharing in New York City und seine Verkehrssicherheit liegen folgende Daten vor:

Tabelle 6: Verkehrssicherheit für Fahrradfahrer in New York City nach Jahren¹⁸⁰

Jahr	2010	2011	2012	2013 ¹⁸¹	2014	2015	2016
Jährliche Wege mit dem Fahrrad in Millionen	91	99	117	Einführung Bikesharing	153	164	164
Todesopfer	19	22	18		20	14	18

Um einen Unterschied zwischen der Verkehrssicherheit mit und ohne Bikesharing feststellen zu können, werden nun die drei Jahre vor der Einführung des Bikesharings mit den drei Jahren danach verglichen. Wie in der folgenden Tabelle zu sehen ist, ergibt sich von 2010 – 2012 ein Durchschnittswert von 102 Millionen jährlichen Wegen mit dem Fahrrad und von 20 Todesopfern jährlich. Für die drei Jahre danach ergibt sich ein Durchschnitt von 160 Millionen Wegen mit dem Fahrrad und 17 Todesopfern pro Jahr. Demnach gab es vor der Einführung des Bikesharings jährlich 58 Millionen weniger Fahrradfahrten und drei Todesopfer mehr als nach 2013. Von 2010 – 2012 kam es zu einem Todesopfer je 5,2 Millionen Fahrradtours, von 2014 – 2016 war es ein Todesopfer je 9,25 Millionen Trips. Dies bedeutet, dass es zusätzlich 4,05 Millionen Fahrradfahrten gab, bis es zum nächsten Todesopfer kam.

¹⁷⁷ Vgl. Martin et al. (2016), S. 24

¹⁷⁸ Vgl. Martin et al. (2016), S. 59 i.V.m. Bauer (2016), Abs. 5

¹⁷⁹ Vgl. New York City Department of Transportation (2017), S. 40

¹⁸⁰ Eigene Tabelle, basierend auf New York City Department of Transportation (2017), S. 20f, S. 29

¹⁸¹ Das Jahr 2013 wird nicht betrachtet, da in diesem Jahr das Bikesharing in New York eingeführt wurde.

Tabelle 7: Verkehrssicherheit für Fahrradfahrer in New York City nach Vergleichszeitraum¹⁸²

Vergleichszeitraum	2010 - 2012	2014 - 2016	Differenz
Durchschnittliche Anzahl an Fahrradwegen pro Jahr	102	160	-58
Durchschnittliche Anzahl an Todesopfern pro Jahr	20	17	3
Anzahl an Fahrradfahrten pro Todesopfer in Millionen	5,2	9,25	-4,05

Dividiert man die Anzahl an Fahrradfahrten pro Todesopfer durch die Anzahl an Fahrradfahrten, stellt man fest, dass jede zusätzliche Fahrradfahrt die Anzahl an Fahrradfahrten pro Todesopfer um 0,07 erhöht hat. In einer Stadt der Größe von Kempten werden mit einem öffentlichen Fahrrad jedes Jahr 235 Fahrten unternommen.¹⁸³ Demnach könnte in Kempten **jedes öffentliche Fahrrad die Anzahl an Fahrradfahrten pro Todesopfer um 16,45 steigen lassen.**

Studien, die speziell auf den Unterschied zwischen den Einflüssen von Fahrrädern, E-Bikes und Cargobikes auf die Verkehrssicherheit eingehen, konnten nicht gefunden werden. Im Folgenden wird angenommen, dass sich Fahrräder, E-Bikes und Cargobike gleichermaßen positiv auf die Verkehrssicherheit ausüben.

4.5.2.3 E-Scootersharing

Am 01. Juli 2020 veröffentlichte das Statistische Bundesamt¹⁸⁴ erstmals gesicherte Unfallzahlen zu E-Scootern in Deutschland. Von Januar bis März 2020 gab es demnach 251 Verkehrsunfälle mit E-Scootern, die einen Personenschaden zur Folge hatten. Darunter befand sich ein Todesopfer. Betrachtet man alle Verkehrsmittel, gab es im selben Zeitraum insgesamt 547 Verkehrstote.¹⁸⁵ Dies bedeutet, dass E-Scooter „nur“ bei 0,2 % aller tödlichen Verkehrsunfälle involviert waren. Die Prozentzahl bei Fahrradfahrern liegt fast um das 50-fache höher.¹⁸⁶ Studien über den Einfluss von E-Scootern auf die Verkehrssicherheit, wie beim Bikesharing, liegen nicht vor. Zudem ist bisher noch unklar, wie hoch das Getötetenrisiko¹⁸⁷ von E-Scootern zu anderen Verkehrsmitteln ist, weswegen sich nicht ermitteln lässt, ob weniger oder mehr Menschen im statistischen Durchschnitt gestorben wären, wenn sie statt dem E-Scooter ein anderes Verkehrsmittel gewählt hätten.¹⁸⁸ Daher wird aufgrund der **beschränkten Datenverfügbarkeit und der geringfügigen Auswirkungen nicht weiter auf den Einfluss von E-Scootern auf die Verkehrssicherheit eingegangen.**

¹⁸² Vgl. New York City Department of Transportation (2017), S. 20f, S. 29

¹⁸³ Vgl. Statista (2020a), Abs. 1

¹⁸⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt (2020), Abs. 1

¹⁸⁵ Vgl. Statistisches Bundesamt (2020), Abs. 1

¹⁸⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt (2020), Abs. 5

¹⁸⁷ Vgl. ADAC (2014), S. 1

¹⁸⁸ Vgl. Nisson et al. (2020), S. 178

4.5.3 Bezahlbarkeit

Um die Bezahlbarkeit der Sharingangebote von eHubs einschätzen und vergleichen zu können, werden nun die Kosten für die Angebote der eHubs sowie die Kosten für die öffentlichen und privaten Verkehrsmittel berechnet. Bei den öffentlichen Verkehrsmitteln erfolgt eine Beschränkung der Analyse auf den Busverkehr, da sonst keine weiteren öffentlichen Verkehrsmittel, wie z.B. S- und U-Bahn, in Kempten zur Verfügung stehen.

Der Indikator für Bezahlbarkeit¹⁸⁹ fordert den Kostenvergleich von 60 relevanten Fahrten der jeweiligen Verkehrsmittel. Damit sind 60 einfache Fahrten von je 10 Kilometern gemeint und Vergünstigungen, wie Monatspässe, dürfen nach Carruthers et al.¹⁹⁰ für eine bessere Vergleichbarkeit nicht in die Berechnung einfließen. Dies bedeutet, dass die Kosten für Strecken von monatlich 600 km bzw. jährlich 7.200 km ermittelt werden.¹⁹¹

4.5.3.1 Kosten für den Busverkehr

Von der Zentralen Busumsteigestelle (ZUM) in Kempten sind die Bushaltestellen in Wiggensbach, Wegscheidel und Memmhözl jeweils 9,4 km, 9,7 km und 10,7 km entfernt und damit sehr nah an den geforderten 10,0 km. Die drei Ziele liegen jeweils in Zone 3. Daher wird für die Berechnung der Einzelfahrpreis der Zone 3 für Erwachsene von 3,10 € verwendet.¹⁹² Die **Gesamtkosten für 60 Fahrten mit dem Bus belaufen sich somit auf 186,00 €**. Ein Monatsticket für Zone 3 kostet 62,00 €, ist aber nur auf einer bestimmten Strecke gültig.¹⁹³ Ein Monatsticket für die Innenstadt mit Gültigkeit für alle Buslinien kostet 40,00 €. ¹⁹⁴ Vergünstigungen und Monatstickets werden aber, wie oben erwähnt, nicht berücksichtigt.

4.5.3.2 Kosten für die Angebote der eHubs

Nun werden die Kosten betrachtet, die durch die Nutzung der eHubs entstehen. Da die Shared-Mobility-Provider in Kempten noch nicht endgültig feststehen / nicht öffentlich sind, wird ein Durchschnitt aus den Preisen der größten Shared-Mobility-Provider Deutschlands erstellt.

¹⁸⁹ „Verhältnis zwischen den Kosten für 60 relevante Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln und dem durchschnittlichen monatlichen Einkommen, berechnet für das ärmste Bevölkerungsquartil“

¹⁹⁰ Vgl. Carruthers et al. (2005), S. 12

¹⁹¹ Aus Sicht des Autors und seines Betreuers wäre eine weitere Option für die Ermittlung der Bezahlbarkeit, die Kosten für die Fortbewegung anhand des Modal Splits einer Stadt zu berechnen. Allerdings gibt es bei dieser Vorgehensweise noch keine Vergleichswerte, weswegen die Ergebnisse nicht in einer Punkteskala eingeordnet werden können.

¹⁹² Vgl. mona GmbH (2018), S. 4

¹⁹³ Vgl. mona GmbH (2018), S. 11

¹⁹⁴ Vgl. mona GmbH (2018), S. 11

4.5.3.2.1 Carsharing

Betrachtet werden zunächst die Kosten für das Carsharing. Die drei größten Carsharinganbieter in Deutschland 2019 waren Share Now, Flinkster und Miles.¹⁹⁵ Bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 28 km/h¹⁹⁶ entstehen bei den drei Anbietern für 10 km durchschnittliche Kosten von 7,14 €. ¹⁹⁷ Werden alle 60 Fahrten á 10 km mit einem Carsharing-Fahrzeug zurückgelegt, entstehen **monatliche Kosten von 428,37 € durch das Carsharing.**

4.5.3.2.2 Bikesharing

Die Kosten für Bikesharing berechnen sich meist aus der Dauer der Nutzung. Es muss also ermittelt werden, wie lange es durchschnittlich dauert, um mit einem öffentlichen Rad einen Kilometer zurückzulegen. In Bayern bewegt sich ein Fahrradfahrer durchschnittlich mit 22,51 km/h vorwärts.¹⁹⁸ Dieser Wert bezieht jedoch auch Überlandfahrten durch Rennradfahrer mit ein und passt daher nicht optimal in die gesuchte Geschwindigkeit von öffentlichen Fahrrädern im städtischen Verkehr. Eine bessere Vergleichbarkeit ist bei einer Analyse der Daten des Bike-Sharing-System BicikelJ der slowenischen Hauptstadt Ljubljana gegeben, die eine Geschwindigkeit von 9 km/h im Mittelwert von öffentlichen Fahrrädern feststellte.¹⁹⁹ Allerdings wurden bei dieser Studie nur herkömmliche öffentliche Fahrräder betrachtet und keine E-Bikes, die aufgrund der Unterstützung durch den Elektromotor ggf. schneller fahren könnten. Nichtsdestotrotz wird für die weitere Berechnung eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 9 km/h mit dem öffentlichen Fahrrad angenommen. Um 10 km zu fahren, braucht man bei einer Geschwindigkeit von 9 km/h 1,11 h bzw. 66,67 min. Die drei Bike-Sharing-Dienste, die 2019 am häufigsten in Deutschland genutzt wurden, sind Call-a-Bike, Nextbike und Stadtrad.²⁰⁰ Sie bieten allerdings nur herkömmliche Fahrräder an und keine E-Bikes, wie das bei den eHubs in Kempten geplant ist. Ein Weg á 10 Kilometer kosten bei den drei Anbietern durchschnittlich 4,19 €. ²⁰¹ Für **60 Fahrten fallen beim Bikesharing durchschnittlich 251,13 € an.** Anzumerken ist, dass bei einer Geschwindigkeit von 22,51 km/h die benötigte Zeit, um eine Strecke von 10 km zurückzulegen, nur bei 26,65 Minuten liegt und damit deutlich niedriger ist als die 66,67 Minuten bei einer Geschwindigkeit von 9 km/h. Durch die geringere Nutzungsdauer bei höherer Geschwindigkeit entstehen auch niedrigere Kosten in Höhe von 1,18 € für eine Fahrt und von 70,80 € bei 60 Fahrten. Der Unterschied zwischen den berechneten 251,13 € für 60 Fahrten bei 9 km/h und 70,80 € für 60 Fahrten bei 22,51 km/h ist

¹⁹⁵ Vgl. Statista (2020e), Abs. 1

¹⁹⁶ Mit 24 km/h bzw. 32 km/h gehören Berlin und München zu den Städten in Europa mit den niedrigsten Durchschnittsgeschwindigkeiten von Autos im Straßenverkehr. (Vgl. Statista (2020g), Abs. 1). Der Durchschnitt beider Städte liegt bei 28 km/h.

¹⁹⁷ Eigene Berechnung; basierend auf: Share Now (2020), Abs. 9; Flinkster (2020), Abs. 4; Miles (2020), Abs. 11;

¹⁹⁸ Vgl. Statista (2020d), Abs. 1

¹⁹⁹ Vgl. Frey (2018), S. 7

²⁰⁰ Vgl. Statista (2020f), Abs. 1

²⁰¹ Eigene Berechnung, basierend auf: Call-a-Bike (2020), Abs. 1; Nextbike (2020), Abs. 1 und Stadtrad (2020), Abs. 3

so gravierend, da teilweise die ersten 30 Minuten Fahrt umsonst sind und somit keine Kosten für eine Nutzungsdauer von 26,65 Minuten entstehen.²⁰²

4.5.3.2.3 E-Scootersharing

Die größten E-Scootersharing-Anbieter nach zurückgelegter Strecke in Deutschland sind Tier, Voi und Lime.²⁰³ Alle drei Anbieter verlangen 1 € Grundgebühr plus eine Minutengebühr.²⁰⁴ Bei Tier²⁰⁵ kostet eine Minute zwischen 0,15 und 0,19 €. Voi²⁰⁶ und Lime²⁰⁷ geben keine genauen Minutenpreise an, verweisen auf ihre App und, dass der Minutenpreis von Fahrzeug, Stadt und Uhrzeit abhängig ist. Durchschnittskosten werden allerdings nicht angegeben. Daher wird mit den durchschnittlichen Kosten des Anbieters Tier weitergearbeitet und davon ausgegangen, dass sich die Kosten für die Leihe eines E-Scooters auf 1,00 € Grundgebühr und 0,17 € pro Minute belaufen. Die Durchschnittsgeschwindigkeit eines E-Scooters im städtischen Verkehr beträgt 8,4 km/h.²⁰⁸ Damit kostet eine einzelne Fahrt 13,24 €. **Alle 60 Fahrten kosten beim E-Scootersharing monatlich 794,40 €.**

4.5.3.3 Kosten für private Verkehrsmittel

Da die Angebote der eHubs teilweise flexibler und komfortabler sind als die des Busverkehrs, ist eine perfekte Vergleichbarkeit nicht gegeben. Daher werden als zweiter Schritt die Kosten für die Verkehrsmittel der eHubs mit denen von privaten Verkehrsmitteln verglichen. Die Kosten für private Verkehrsfahrzeuge können stark variieren, besonders beim Auto, je nach Alter, Listenpreis und Verbrauch des Fahrzeuges. Es wird daher versucht, einen möglichst durchschnittlichen Wert zu ermitteln.

4.5.3.3.1 Privates Auto

Im Folgenden wird den Berechnungen ein neuer VW Golf 2.0 TDI SCR Style DSG zugrunde gelegt, da sein Listenpreis von 34.425,00 € den durchschnittlichen Neuwagenkosten in Deutschland von 33.580,00 € sehr nahe ist.^{209,210} Die Kosten für einen privaten Neuwagen und die für die Nutzung von Carsharingdiensten lassen einen Vergleich zu, da die Fahrzeuge der Carsharinganbieter auch neuwertig sind. Das Durchschnittsalter von Fahrzeugen der Flinksterflotte beträgt 12 Monate.²¹¹

Bei einer Fahrleistung von jährlich 5.000 km mit dem Auto schätzt der ADAC²¹² die Gesamtkosten für den VW Golf bei einer Haltedauer von 5 bzw. 10 Jahren auf 540,00 € bzw. 598,00 € pro Monat. Wie in folgender Grafik dargestellt, fallen bei

²⁰² Eigene Berechnung, basierend auf: Call-a-Bike (2020), Abs. 1; Nextbike (2020), Abs. 1 und Stadtrad (2020), Abs. 3

²⁰³ Vgl. Statista (2020i), Abs. 4

²⁰⁴ Vgl. Tier (2020), Abs. 2; Voi (2020), Abs. 1f; Lime (2020), Abs. 1

²⁰⁵ Tier (2020), Abs. 2

²⁰⁶ Voi (2020), Abs. 1f

²⁰⁷ Lime (2020), Abs. 1

²⁰⁸ Vgl. Caspi, Smart, & Noland (2020), S. 5

²⁰⁹ Statista (2020k), Abs. 1 i.V.m. ADAC (2020), Abs. 1

²¹⁰ Denkbar wäre auch, die Kosten für das durchschnittliche Auto des ärmsten Bevölkerungsquartils zu berechnen. Allerdings konnten hierzu keine Informationen gefunden werden.

²¹¹ Vgl. Statista (2011), Abs. 1

²¹² Vgl. ADAC (2020), Abs. 1

einer **Laufleistung von 7.200 km²¹³ für einen Neuwagen 558,76 € monatlich** an, wenn Werkstattkosten, Betriebskosten und Wertverlust anteilig angepasst werden. Bei einem Gebrauchtwagen würde der Wertverlust jedoch deutlich niedriger ausfallen. Das Durchschnittsalter eines Autos in Deutschland beträgt 9,6 Jahre.²¹⁴ Ein drei Jahre alter Gebrauchtwagen ist noch ca. 50 % seines Listenpreises wert und in den darauffolgenden Jahre sinkt der Wert kontinuierlich um 5 – 6 % jährlich.²¹⁵ Wird davon ausgegangen, dass der VW Golf zehn Jahre alt ist, sich dadurch der Wertverlust mindert und die restlichen Kosten stabil sind, verbleiben **monatliche Kosten von 277,81 € für eine Gebrauchtwagen.**²¹⁶ Wie in folgender Darstellung zu sehen ist, sind die Kosten für einen Gebrauchtwagen deutlich geringer als für einen Neuwagen:

Tabelle 8: Monatliche Kosten für einen VW Golf 2.0 TDI SCR Style DSG²¹⁷



Der Unterschied in den monatlichen Kosten lässt sich auf den viel geringeren Wertverlust beim zehn Jahre alten Gebrauchtwagen als beim Neuwagen zurückführen.

4.5.3.3.2 Privates Fahrrad

Die durchschnittlichen Anschaffungskosten für ein Citybike betragen 520,20 € und für ein E-Bike 2.354,20 €. ²¹⁸ Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von neun Jahren²¹⁹ ergeben sich **monatliche Kosten für das Citybike von 4,82 €** und für das E-Bike von 21,80 €. Wartung und Reparaturen werden aufgrund fehlender verlässlicher Daten nicht berücksichtigt.

²¹³ Also 12 Monate mit je 60 Fahrten á 10 km

²¹⁴ Vgl. Statista (2020j), Abs. 1

²¹⁵ Vgl. Allianz (2020), Abs. 1 - 2

²¹⁶ Eigene Berechnung, basierend auf: ADAC (2020), Abs. 2 – 5 i.V.m. Allianz (2020), Abs. 1 - 2

²¹⁷ Eigene Darstellung, basierend auf: ADAC (2020), Abs. 2 – 5 i.V.m. Allianz (2020), Abs. 1 - 2

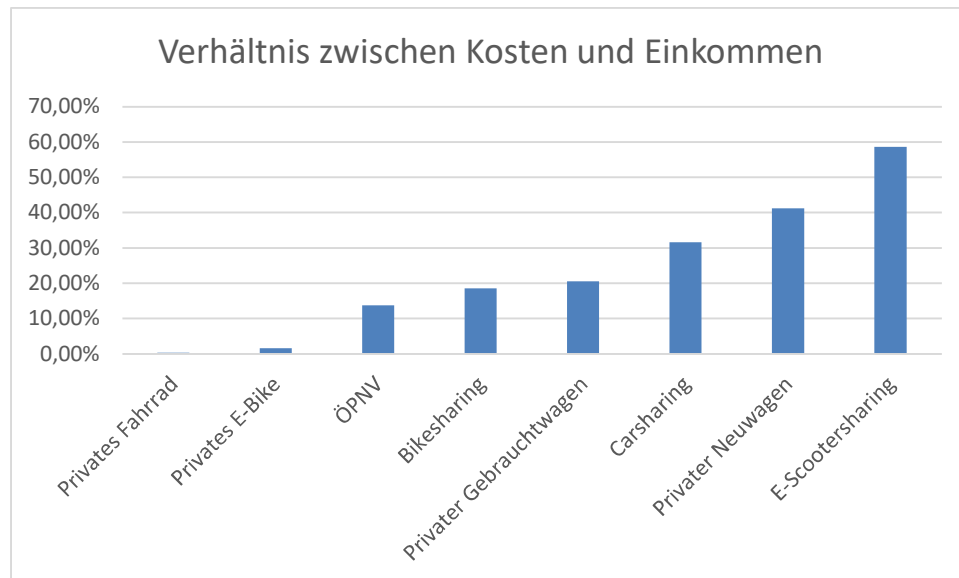
²¹⁸ Vgl. Statista (2020c), Abs. 1

²¹⁹ Vgl. Dambeck (2011), Abs. 10

4.5.3.4 Zusammenfassung

Die folgende Tabelle zeigt die Verhältnisse zwischen den berechneten Kosten für die jeweiligen Verkehrsmittel und dem Einkommen des ärmsten Bevölkerungsquartils. Wie im Kapitel „Bestimmung der Indikatoren“ bereits erläutert, wird von einem Einkommen des ärmsten Bevölkerungsquartils in Deutschland von 1.355,00 € pro Monat ausgegangen.

Tabelle 9: Verhältnis zwischen den Kosten für 60 relevante Fahrten und dem durchschnittlichen monatlichen Einkommen des ärmsten Bevölkerungsquartils



Das private Fahrrad zeigt das beste Verhältnis von 0,36 %, während das E-Scootersharing am Teuersten ist und eine durchschnittliche Person aus dem ärmsten Bevölkerungsquartil 58,63 % ihres Einkommens dafür aufwenden muss, um 60 relevante Fahrten zurückzulegen.

Keines der Angebote der eHubs ist günstiger als der Bus. Zudem ist das Bikesharing mit herkömmlichen Fahrrädern teurer als ein privates E-Bike, das Carsharing teurer als ein privater Gebrauchtwagen und das E-Scootersharing am Teuersten von allen genannten Varianten. Hervorzuheben ist allerdings, dass das Carsharing günstiger ist als ein privater Neuwagen.

Bei diesen Ergebnissen überrascht die Studie von Kordansky & Lewenstein²²⁰ nicht. Diese ermittelte, dass der Nutzungsanteil an den Angeboten der Shared Mobility von Menschen mit geringem Einkommen nur minimal ist.

4.6 Einheitliche Skalierung der Wirkungen

In diesem Unterkapitel wird der fünfte Schritt der NWA ausgeführt: die einheitliche Skalierung der Wirkungen. Hierbei wird mit einer Punkteskala von 0 – 10 gearbeitet. Das bestmögliche Ergebnis einer Wirkung (Max-Messwert) bringt zehn Punkte. Der Max-

²²⁰ Vgl. Kordansky & Lewenstein (2014), S. 5

Messwert wird definiert, indem er der Erreichung eines Zieles nachhaltiger Mobilität gleichgestellt wird. Fünf Punkte werden vergeben, wenn das Ergebnis der aktuellen Situation in Kempten entspricht (Ist-Messwert). Null Punkte bringt das schlechteste erreichbare Ergebnis (Min-Messwert) ein. Als Min-Messwert wird die Erhöhung von Emissionen und nicht das Bestehen von gegenwärtigen Emissionen gewertet, da sonst Maßnahmen die klimaneutral sind, also nicht mehr Treibhausgase ausstoßen als sie verursachen, genauso viel Punkte erhalten würden wie Maßnahmen, die den Treibhausgasausstoß erhöhen. Der Min-Messwert ist vom Ist-Messwert genauso weit entfernt wie der Ist-Messwert vom Max-Messwert. Ergebnisse, die zwischen den beiden Extremen liegen (Max-Messwert und Min-Messwert), erhalten einen Punktwert abhängig von ihrem Anteil am bestmöglichen Ergebnis. Zur Verdeutlichung kann beispielhaft der Klimaschutz betrachtet werden. Wenn eine Einsparung von 40 % der Treibhausgasemissionen als Ziel gesetzt wird, bekommt eine Projektalternative, die eine Einsparung von 40 % erreicht, zehn Punkte. Bei keiner Veränderung werden fünf Punkte vergeben. Steigen jedoch die Emissionen um 40 %, werden null Punkte verteilt. Eine Einsparung von 20 % würde 7,5 Punkte bringen. Die folgende Tabelle verbildlicht das ausgeführte Beispiel:

Tabelle 10: Beispielhafte Punkteverteilung

Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Emissionseinsparungen in %	-40	-32	-24	-16	-8	0	8	16	24	32	40

Eine Punktzahl größer als fünf bedeutet dementsprechend, dass eine positive Wirkung auf die Erreichung des jeweiligen Zieles vorliegt. Eine Punktzahl kleiner als fünf bedeutet Verschlechterung des Ist-Zustandes und eine 5,0 steht für Stillstand. Dadurch ist leicht erkennbar, welche Projektalternative mit ihren Wirkungen am stärksten zu einer Verbesserung des Ist-Zustandes beiträgt.²²¹

4.6.1 Geringere Treibhausgasemissionen

Der Indikator für das Ziel „geringere Treibhausgasemissionen“ ist der gesamte jährliche Well-to-Wheel-Ausstoß an CO₂e pro Kopf durch städtische Verkehrsmittel. Hierfür wird nun eine einheitliche Skalierung benötigt.

Als Klimaziel für das Jahr 2020 hat die Bundesregierung sich vorgenommen, Deutschlands Treibhausgasemissionen um 40% im Vergleich zu 1990 zu senken.²²² Sektorenspezifische Ziele wurden erst für die Jahre ab 2030 gesetzt. So sollen die Treibhausgasemissionen des Verkehrs in Deutschland bis 2030 um 40 – 42 % im Vergleich zu 1990 gemessen in CO₂e zurückgehen.²²³

²²¹ Eine andere Möglichkeit wäre, die Punkte aufgrund von vorgegebenen Skalen, wie der des WBCSD (2015), zu vergeben. Dies ließe vor allem einen Nachhaltigkeitsvergleich zwischen verschiedenen Städten zu. Da in dieser Bachelorarbeit aber die Bewertung der Effektivität von Projektalternativen innerhalb einer Stadt im Vordergrund stehen, wurde nicht die Skala des WBCSD komplett übernommen, sondern die Skalierung wie oben beschrieben umgesetzt.

²²² Vgl. Die Bundesregierung (2020a), Abs. 2

²²³ Vgl. Die Bundesregierung (2020b), Abs. 19

Da für 2020 noch kein sektorenspezifisches Ziel vorliegt, wird davon ausgegangen, dass in allen Sektoren 40 % der Treibhausgasemissionen eingespart werden sollen. Als Max-Messwert wird daher ein Emissionsrückgang von 40 % gewertet. Als neutrales Ergebnis wird ein Gleichbleiben der Emissionen gewertet. Als Min-Messwert wird eine Mehrung von 40 % angenommen.

Im Jahr 1990 entstanden in Kempten insgesamt 700.000 t CO₂ bzw. 795 t CO₂e bei ca. 64.000 Einwohnern, pro Einwohner sind das ungefähr 12,4 t CO₂e. Von den Gesamtemissionen sind 18 % auf den Verkehr zurückzuführen. Damit entstanden im Sektor Verkehr der Stadt Kempten 1990 rund 2,2 t CO₂e pro Einwohner. Ein Rückgang von 40 %, also 0,9 t CO₂e je Einwohner, wäre daher der Max-Messwert, eine Mehrung um 0,9 t CO₂e der Min-Messwert. Dadurch ergibt sich folgende Punkteskala:

Tabelle 11: Skalierung der Wirkungen für das Ziel „Geringere Treibhausgasemissionen“

Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO₂e-Einsparungen in t pro Person	- 0,9	- 0,72	- 0,54	- 0,36	- 0,18	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,9

Wie unter dem Punkt „4.5.1 Geringere Treibhausgasemissionen“ erörtert, wird mit einer Einsparung von 9,5 t CO₂e pro Jahr pro Carsharing-Fahrzeug, 0,57 t CO₂e pro Jahr pro E-Bike, 0,1 t CO₂e je Cargobike und 0,00 t CO₂e pro Jahr pro E-Scooter gerechnet. Zur Berechnung der Punktzahl werden die CO₂e-Einsparungen auf die Einwohner der Stadt Kempten²²⁴ verteilt. Wie in folgender Tabelle zu sehen ist, ergeben sich unterschiedliche Einsparpotentiale und Punkteergebnisse:

Tabelle 12: CO₂e-Einsparungspotentiale der jeweiligen Projektalternativen

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Anzahl E-Auto	2	4	0
Anzahl E-Bike	12	24	0
Anzahl Cargobike	12	24	0
Anzahl E-Scooter	0	12	0
CO₂e-Einsparungen gesamt in t	27,04	54,08	0
Pro-Kopf CO₂e-Einsparungen in t	0,0004225	0,000845	0
Punkte	5,0023	5,0047	5

Das Ergebnis zeigt, dass sowohl Alt. 1 als auch 2 Treibhausgasemissionen verhindern, da beide eine Punktzahl größer als 5 erzielen. Jedoch liegen Alt. 1 und 2 nur 0,0023 bzw. 0,0047 Punkte über der 5, woraus sich folgern lässt, dass beide Alternativen nur geringfügig zum Ziel, 40 % aller Treibhausgase im Verkehrssektor einzusparen, beitra-

²²⁴ Um die Ergebnisse aus 1990 und 2020 besser vergleichen zu können, wird die gleiche Einwohnerzahl wie 1990, also 64.000, verwendet.

gen; und dies obwohl bei der Berechnung der Treibhausgaseinsparungen die entstandenen CO₂e-Emissionen während der Herstellung der E-Autos nicht berücksichtigt wurden. Bei der Null-Alternative gibt es keine Veränderung der CO₂e-Emissionen.

4.6.2 Verkehrssicherheit

Der Indikator des Ziels Verkehrssicherheit ist die jährliche Zahl der Verkehrstoten pro 100.000 Einwohner. Deutschlandweit hat die Bundesregierung die „Vision Zero“ vorgegeben. Dies bedeutet, dass mittelfristig die Anzahl der Verkehrstoten auf Null sinken soll.²²⁵ Somit dürfte es auch in Kempten keinen Verkehrstoten geben, weswegen der Max-Messwert auf null festgelegt wird. Wie oben erläutert, wird nur analysiert, wie sich das Bikesharing auf die Verkehrssicherheit auswirkt, da für das Carsharing keine relevanten Daten vorliegen und beim E-Scootersharing nicht genügend Auswirkungskraft und Informationen gegeben sind.

In einer Stadt mit der Größe Kemptens mit aktuell 70.000 Einwohnern werden schätzungsweise täglich 252.000 Wege²²⁶ zurückgelegt, ca. 13 % davon mit dem Fahrrad.²²⁷ Daher gibt es in Kempten pro Tag 32.760 Wege bzw. pro Jahr 11.957.400 Wege, die mit dem Fahrrad zurückgelegt werden. In einer Stadt der Größe Kemptens ist eine Fahrradfahrt durchschnittlich 2,83 km lang.²²⁸ Daraus folgt, dass jährlich 33.839.442 km mit dem Rad in Kempten zurückgelegt werden.

In den letzten zehn Jahren ist ein Fahrradfahrer in Kempten ums Leben gekommen.²²⁹ Auf 33.839.442 Personenkilometer sind damit 0,1 Fahrradfahrer in einem Jahr in Kempten tödlich verunglückt.²³⁰ Daraus ergibt sich folgende Punkteskala:

Tabelle 13: Skalierung der Wirkungen für das Ziel Verkehrssicherheit

Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Getötete Fahrrad- fahrer pro Jahr	0,2	0,18	0,16	0,14	0,12	0,1	0,08	0,06	0,04	0,02	0

Wie oben erläutert, kann durch den „Sicherheit in der Masse“-Effekt für jedes öffentliche Fahrrad die Anzahl an Wegen pro getöteten Fahrradfahrer um 16,45 steigen. In der folgenden Tabelle wird dargestellt, wie sich die Steigerung um 16,45 km pro öffentliches Fahrrad auf die Anzahl an Personenkilometern pro getöteten Fahrradfahrer und damit auch auf die Anzahl an getöteten Fahrradfahrern pro Jahr auswirkt:

²²⁵ Vgl. Die Bundesregierung (2018), S. 79

²²⁶ Vgl. Agentur für clevere Städte UG (2017), S. 2

²²⁷ Vgl. Stadt Kempten (2017), S. 40

²²⁸ Vgl. Agentur für clevere Städte UG (2017), S. 9

²²⁹ Vgl. Stadt Kempten (2020), S. 1

²³⁰ Laut ADAC gibt es pro 100.000.000 Personenkilometer mit dem Fahrrad ca. einen Getöteten (Vgl. ADAC (2014), S. 1). Der Wert in Kempten ist daher vergleichsweise sehr gut.

Tabelle 14: Anzahl an Personenkilometern pro getöteten Fahrradfahrer mit Punkteverteilung

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Anzahl E-Bike	12	24	0
Anzahl Cargobike	12	24	0
Zusätzliche Kilometer bis zu einem tödlichen Fahrradunfall²³¹	11.170	22.350	0
Neue Anzahl an Personenkilometern bis zu einem tödlichen Fahrradunfall²³²	338.405.590	338.416.760	338.394.420
Neue Anzahl an getöteten Fahrradfahrern pro Jahr	0,0999967	0,0999934	0,1
Getötete Fahrradfahrer pro 100.000 Einwohner pro Jahr	0,142852	0,142848	0,142857
Punkte	5,00017	5,00033	5

Einen bemerkbaren Einfluss haben die Projektalternativen 1 und 2 nicht, wie an ihrer Punktzahl von 5,00017 bzw. 5,00033 zu erkennen ist. Sie verdeutlichen den geringen Einfluss des möglichen positiven Effektes der „Sicherheit in der Masse“ durch die eHubs auf die Verkehrssicherheit in Kempten.

4.6.3 Bezahlbarkeit

Bezüglich der Bezahlbarkeit von öffentlichen Verkehrsmitteln konnten weder Ziele der Bundesrepublik Deutschland noch der Stadt Kempten gefunden werden. Das WBCSD²³³ nimmt jedoch an, dass eine optimale Bezahlbarkeit bei einem Verhältnis von 3,5 % zwischen den Kosten für 60 relevante Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln und dem durchschnittlichen monatlichen Einkommen, berechnet für das ärmste Bevölkerungsquartil, liegt.

Carruthers, Dick & Saurkar analysierten 2005 bereits die Bezahlbarkeit von öffentlichen Verkehrsmitteln in Entwicklungsländern, betrachteten aber auch einige Städte in Industrieländern.²³⁴ Die folgende Tabelle zeigt ausgewählte europäische Städte und ihr Verhältnis zwischen Reisekosten und Einkommen:

Tabelle 15: Verhältnis zwischen Reisekosten und Einkommen in ausgewählten europäischen Städten²³⁵

Städte	Verhältnis in %
Krakau	17
Amsterdam	16

²³¹ Eigene Berechnung, basierend auf New York City Department of Transportation (2017), S. 20f, S. 29 i.V.m. Statista (2020a), Abs. 1 i.V.m. Agentur für clevere Städte UG (2017), S. 9

²³² Basis: 100.000.000 Personenkilometer (vgl. ADAC (2014), S. 1)

²³³ WBCSD (2015), S. 52

²³⁴ Vgl. Carruthers, Dick, & Saurkar (2005), S. 10

²³⁵ Eigene Darstellung, basierend auf: Carruthers, Dick, & Saurkar (2005), S. 14

Warschau	11
Budapest	6
London	5
Prag	4

Die vorgeschlagene Skalierung des WBCSD stimmt mit den Forschungsergebnissen von Carruthers, Dick, & Saurkar weitgehend überein, weil Prag das beste Ergebnis mit einem Verhältnis von 4 % erzielt und der WBCSD den Max-Wert auf 3,5 % festlegte. Die beiden Werte sind sehr nah beieinander, weswegen die Angaben des WBCSDs plausibel erscheinen und der vorgeschlagene Max-Wert in dieser Bachelorarbeit angewendet wird. Ein Verhältnis von 3,5 % würde demnach 10 Punkte bedeuten. Wenn das Verhältnis der Buskosten in Kempten von 13,7 % als Mittelwert und 24,0 als Min-Wert²³⁶ angenommen wird, ergibt sich folgende Skalierung der Punktetabelle:

Tabelle 16: Skalierung der Wirkungen für das Ziel Bezahlbarkeit

Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Verhältnis in %	24,0	21,9	19,9	17,8	15,8	13,7	11,7	9,6	7,6	5,5	3,5

In der folgenden Tabelle wird dargestellt, wie viele Punkte die jeweiligen Verkehrsmittel erreichen. Die privaten Verkehrsmittel werden hierbei nicht als öffentlich gewertet, sondern nur zur besseren Einordnung der Ergebnisse genannt.

Tabelle 17: Punkteverteilung der überprüften Verkehrsmittel beim Ziel Bezahlbarkeit

	Kosten	Verhältnis	Punkte
Privates Fahrrad	4,82 €	0,36%	10
Privates E-Bike	21,80 €	1,61%	10
Bus	186,00 €	13,73%	5
Bikesharing	251,13 €	18,53%	2,6
Privater Gebrauchtwagen	277,81 €	20,50%	1,7
Carsharing	428,37 €	31,61%	0
Privater Neuwagen	558,76 €	41,24%	0
E-Scootersharing	794,40 €	58,63%	0

Hervorzuheben in dieser Tabelle ist, dass sowohl das Carsharing als auch das E-Scootersharing 0 Punkte erreichen. Das Bikesharing erreicht 2,6 Punkte, ist aber trotzdem schlechter als der Ist-Messwert. Der Busverkehr in Kempten erreicht fünf Punkte und bleibt unabhängig von den eHubs bestehen. Dadurch ist auch weiterhin eine Fortbewegung mit dem Bus als öffentliches Verkehrsmittel möglich. Dies bedeutet, dass die Bezahlbarkeit von öffentlichen Verkehrsmitteln durch eHubs zwar nicht verbessert wird, aufgrund des Bestehenbleibens des Busverkehrs aber auch nicht verschlechtert wird. Denn in allen drei Projektalternativen bleibt der Busverkehr bestehen, weswegen jede fünf Punkte erreicht. Eine andere Möglichkeit wäre Alt. 1 und Alt. 2 mit null Punkten zu

²³⁶ Der Min-Wert ergibt sich hier aus dem doppelten Wert des Mittelwertes minus den Max-Wert. Dadurch wird ermöglicht, dass die 5 Punkte weiterhin den Ist-Zustand in Kempten darstellen und ein einfacher Vorher- / Nachhervergleich gegeben ist. Laut dem WBCSD sollte der Mittelwert bei 19,25 % liegen (WBCSD, 2015, S. 51).

bewerten. Dadurch würde aber der Eindruck entstehen, dass sich die Bezahlbarkeit von öffentlichen Verkehrsmitteln durch das eHubs-Projekt in Kempten verschlechtert, dies ist aber nicht der Fall. Zudem sind eHubs darauf ausgelegt, mit anderen Verkehrsmitteln zu harmonisieren, und nicht als Konkurrenz aufzutreten. Daher ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 18: Punkteverteilung der Projektalternativen beim Ziel Bezahlbarkeit

Projektalternativen	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Punkte	5,0	5,0	5,0

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Nutzung der eHubs vergleichsweise teuer sein kann. Da der Busverkehr aber bestehen bleibt und die Nutzung der eHubs zur Fortbewegung nicht notwendig wird, steigen auch nicht zwingend die Kosten für die BürgerInnen.

Weiterführend ist anzumerken, dass eine Steigerung der Bezahlbarkeit von eHubs für das ärmste Bevölkerungsquartil bis zu einem gewissen Punkt durchaus sinnvoll erscheint, da durch eHubs die Flexibilität der Reisenden verbessert werden kann. Sollten die Kosten allerdings niedriger sein als für den Bus, könnte die Nutzung des Busverkehrs stark zurückgehen.

4.7 Vergleich der Projektalternativen

In diesem Unterkapitel werden die letzten fünf Schritte der NWA zusammengefasst: die Gewichtung der Wirkungen, die Aggregation der Wirkungen²³⁷, die Aufstellung einer Rangordnung, das Aussprechen einer Empfehlung und die Sensitivitätsanalyse.

Bei der Gewichtung der Wirkungen wird zunächst der Teilnutzwert berechnet. Dann werden die Teilnutzwerte jeder Projektalternative addiert, um einen Gesamtnutzwert zu bestimmen. Anhand des Gesamtnutzwertes wird eine Rangfolge gebildet und eine Empfehlung ausgesprochen. Die Rangfolge und Empfehlung werden schließlich durch eine Sensitivitätsanalyse überprüft.

4.7.1 Berechnung der Gesamtnutzwerte und der Rangordnung

Zunächst werden die Teilnutzwerte aller Projektalternativen für die überprüften Ziele bestimmt. Sie werden berechnet, indem die Punktwerte mit den Gewichtungsfaktoren multipliziert werden. Die folgende Tabelle zeigt die Teilnutzwerte der einzelnen Projektalternativen:

²³⁷ Durch die Aggregation der Wirkungen wird der Gesamtnutzwert gebildet.

Tabelle 19: Bestimmung der Teilnutzwerte

Ziele	Gewichte	Punktwert			Teilnutzwerte		
		Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt.1	Alt. 2	Alt. 3
Geringere Emissionen	19/46	5,0023	5,0047	5	2,066167	2,067159	2,065217
Verkehrssicherheit	15/46	5,00017	5,00033	5	1,63049	1,630542	1,630435
Bezahlbarkeit	12/46	5	5	5	1,304348	1,304348	1,304348

Die Gegebenheit, dass die Teilnutzwerte teilweise mit sechs Nachkommastellen angegeben werden müssen, um einen Unterschied in den Wirkungen zwischen den Projektalternativen erkennbar werden zu lassen, zeigt auf, wie gering die Auswirkungen des eHubs-Projektes auf die überprüften Ziele sind.

Die Summe der Teilnutzwerte bilden den Gesamtnutzwert einer Projektalternative. Desto näher der Gesamtnutzwert an den 10 Punkten ist, umso effektiver ist die Alternative. Die folgende Tabelle zeigt die Gesamtnutzwerte und die Rangordnung der Alt. 1 bis 3:

Tabelle 20: Bestimmung der Gesamtnutzwerte und der Rangordnung

Ziele	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Teilnutzwerte Geringere Emissionen	2,066167	2,067159	2,065217
Teilnutzwerte Verkehrssicherheit	1,63049	1,630542	1,630435
Teilnutzwerte Bezahlbarkeit	1,304348	1,304348	1,304348
Gesamtnutzwert	5,001005	5,002049	5,0
Rangordnung	2.	1.	3.

Die Projektalternative mit dem höchsten Nutzenbeitrag steht in der Rangordnung ganz oben. Wie in der Tabelle dargestellt, hat die Projektalternative 2 den höchsten Gesamtnutzwert von 5,002049 und nimmt damit Platz 1 ein, gefolgt von Alt. 1 und Alt. 3.

4.7.2 Empfehlungen und weiterführende Maßnahmen

Die Projektalternative, die in der Rangordnung ganz oben steht, wird in der Regel zur Umsetzung empfohlen. In diesem Fall ist es die Alt. 2. Allerdings ist der anzunehmende Nutzen mit einem Gesamtnutzwert von 5,002 sehr gering, weswegen keine klare Empfehlung gegeben werden kann. Insbesondere wenn man die Kosten, die durch Alt. 1 und 2 entstehen würden, mit in die Empfehlung einbeziehen würde. Andererseits ist zu bedenken, dass die Ziele, an denen das eHubs-Projekt gemessen wird, sehr hochgesteckt

sind, wie z.B. die Einsparung von 40 % der Emissionen in Kemptens Verkehrssektor. Dadurch fällt auch der berechnete Nutzen, den eHubs zur Zielerreichung beitragen können, vergleichsweise gering aus.

Um der Erreichung der Ziele „geringere Treibhausgasemissionen“, „Verkehrssicherheit“ und „Bezahlbarkeit“ deutlich näher zu kommen, müssten daher im Zusammenspiel mit den eHubs weitere Maßnahmen getroffen werden. Im Folgenden wird aufgezeigt, wie diese Maßnahmen aussehen könnten.

4.7.2.1 *Geringere Treibhausgasemissionen*

Um die Treibhausgasemissionen effektiv zu verringern, müssen die sogenannten Push- und Pull-Faktoren verstärkt werden.²³⁸ Push-Faktoren stellen die Maßnahmen dar, die das Autofahren unattraktiver machen, während die Pull-Faktoren die Attraktivität von öffentlichen Verkehrsmitteln und von der Fortbewegung mit dem Fahrrad und zu Fuß erhöhen.²³⁹ Pull-Faktoren sind beispielsweise der Vorrang für öffentliche Verkehrsmittel, erhöhter Komfort von öffentlichen Verkehrsmitteln und ein attraktives Fahrrad- und Fußwegenetz. Die eHubs selbst stellen bereits einen Pull-Faktor dar, indem sie dazu anstoßen, das eigene Auto stehen zu lassen. Hierbei darf auch der E-Scooter als Puzzleteil zum Klimaschutz in einem integrativen, städtischen Mobilitätssystem nicht unterschätzt werden, da er als Zubringer zu öffentlichen Verkehrsmitteln fungieren kann.²⁴⁰ Als Push-Faktoren gelten die Parkraumverknappung, Zufahrtsbeschränkungen sowie Straßenbenutzungsgebühren.²⁴¹ Ahrens²⁴² gibt an, dass durch umfängliche Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung Treibhausgaseinsparungen zwischen 13 und 27 Prozent, also 20 Prozent im Mittel, erreicht werden können. Dies wäre ein großer Schritt in Richtung des 40-Prozent-Zieles. Push-Faktoren bedeuten jedoch gleichzeitig Restriktion und Beschränkung, welche politisch schwer durchsetzbar sind. Eine Methode, um die Akzeptanz in der Bevölkerung für Push-Faktoren zu stärken, wäre eine stärkere Kommunikation mit den Betroffenen im Zuge des Nachhaltigkeitsmanagements.²⁴³ Dennoch bleibt es für Kommunen sehr schwer Push-Faktoren umzusetzen aufgrund von limitierten Budgets und dem Widerstand von RestriktionsgegnerInnen aus der Bevölkerung.

Als Beispiel für ein umfängliches Pull-Faktoren Maßnahmenpaket ist die Stadt Offenbach zu nennen. Hier wird der Einsatz von Elektroautos in Firmenflotten gefördert, kostenloses Parken für E-Autos auf öffentlichen Parkplätzen angeboten sowie ein innovatives E-Auto- und Pedelec-Sharing-System bereitgestellt. Hinzu kommt die Elektrifizierung der Busflotte sowie ergänzende Angebote für Schulen und Kindergärten, wie z.B. den Schüllerradtourenplaner.²⁴⁴ Allerdings fehlen auch hier effektive Maßnahmen durch Push-Faktoren.

²³⁸ Vgl. Bartmann & John (1996), S. 99

²³⁹ Vgl. Bartmann & John, (1996), S. 99

²⁴⁰ Vgl. Reinz-Zettler & Morcelli (2020), S. 11

²⁴¹ Vgl. Sigrist (2009) S. 27

²⁴² Vgl. Ahrens (2013), S. 5

²⁴³ Vgl. Pufé (2012), S. 77f

²⁴⁴ Vgl. Stadtverwaltung Offenbach (2017), Abs. 4

4.7.2.2 *Verkehrssicherheit*

Auf die Verkehrssicherheit können eHubs ohne weitere Maßnahmen keinen spürbaren Einfluss nehmen. Bereits bekannte Maßnahmen für mehr Verkehrssicherheit sind die räumliche Trennung von Fahrrad- und Fußwegen vom Straßenverkehr, Geschwindigkeitsbeschränkungen und das Tragen von Schutzkleidung wie Helmen.²⁴⁵ Laut einer Studie aus New York passieren 89 % aller tödlichen Radunfälle auf Straßen, die keinen extra Radweg haben.²⁴⁶ Um die Verkehrssicherheit für Fahrradfahrer zu steigern, bedarf es also mehr Fahrradwege, die räumlich vom Straßenverkehr getrennt sind.²⁴⁷ Diesen Vorschlag unterstützt auch das Umweltbundesamt und führt weiter aus, dass bessere Radwege auch zu mehr Fahrradfahrten animieren würden.²⁴⁸ Außerdem könne die Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer durch Geschwindigkeitsbegrenzungen weiter erhöht werden.²⁴⁹ Das liegt daran, dass die Unfallschwere bei geringerer Geschwindigkeit deutlich abnimmt.²⁵⁰ Des Weiteren können Unfalltote vermieden werden durch das Tragen von Schutzkleidung wie Fahrradhelmen.²⁵¹ Auch E-Scooterfahrer sollten laut Uluk et al.²⁵² einen Helm tragen, denn die häufigste Verletzung bei solchen Fahrten waren Kopfverletzungen (54 %). Meist kam es „nur“ zu leichten Prellungen mit Schürfwunden, doch 17 % der Verletzten hatten erstgradige Schädel-Hirn-Traumata und mussten in stationäre Behandlung. Um Verletzungen bei E-Scooterfahrten zu minimieren, machen Nisson et al.²⁵³ mehrere Vorschläge. So müssten neue, zusammenfaltbare Helme für E-Scooter angeboten werden, die leicht transportierbar sind. Außerdem führen viele Fahrer ihre Verletzungen während ihrer ersten E-Scooterfahrt auf die unerwartete hohe Geschwindigkeit zurück, was darauf hindeutet, dass bei den ersten Fahrten ein Limit für die Beschleunigung und die Höchstgeschwindigkeit eingerichtet werden müsste. Andere Fahrer gaben an, dass sie sich während des Haltens einer Tasche oder eines Telefons verletzt haben, was auf die Notwendigkeit von Tragevorrichtungen hinweise. Schlaglöcher oder andere Gefahren im Straßenverkehr, die zu einem Unfall geführt haben, deuten außerdem darauf hin, dass vor allem E-Scooter mit verbesserten Stoßdämpfern eingesetzt werden sollten, um Verletzungen vermeiden zu können.

4.7.2.3 *Bezahlbarkeit*

Um die Angebote der eHubs für Menschen mit geringem Einkommen erschwinglicher zu machen, ist Handlungsbedarf erforderlich. Shaeheen & Coheen²⁵⁴ schlagen vor, dass bedürftige Menschen zu reduzierten Preisen die Angebote der Shared Mobility nutzen dürfen. Als Beispiel kann hier das Bikesharingsystem Bluebikes genannt werden, welches stark reduzierte Monats- und Jahrespässe an Bedürftige ausstellt.²⁵⁵ So können für nur 4,40 € im Monat beliebig viele Fahrten mit

²⁴⁵ Uluk et al. (2020), S. 294f

²⁴⁶ Vgl. New York City Department of Transportation (2017), S. 34

²⁴⁷ Vgl. Schnieder & Schnieder (2013), S. 399

²⁴⁸ Vgl. Umweltbundesamt (2016), S. 90

²⁴⁹ Vgl. Aarts & van Schagen (2017), S. 215

²⁵⁰ Vgl. Schnieder & Schnieder (2013), S. 399

²⁵¹ Vgl. Schnieder & Schnieder (2013), S. 400

²⁵² Uluk et al. (2020), S. 294f

²⁵³ Vgl. Nisson et al. (2020), S. 178

²⁵⁴ Vgl. Shaheen & Coheen (2019), S. 16

²⁵⁵ Vgl. Bluebikes (2020), Abs. 1 - 3

einer jeweiligen Dauer von 60 Minuten unternommen werden. Dieser Preis ist niedriger als die oben errechneten Kosten für ein privates Fahrrad. Kim²⁵⁶ bringt außerdem ein, dass die Preise für die Shared Mobility in Stadtvierteln, in denen hauptsächlich BewohnerInnen mit niedrigem Einkommen wohnen, gesenkt werden sollten. Außerdem schlägt der Autor dieser Bachelorarbeit vor, dass Kommunen Teile der Shared Mobility-Kosten für Haushalte übernehmen, die, erstens, ein geringes Einkommen haben und, zweitens, kein eigenes Auto besitzen. Durch die zweite Bedingung steigt der Anreiz, sein eigenes Auto abzuschaffen, um die finanzielle Förderung durch die Kommune beanspruchen zu können. Dadurch werden wiederum mehr Treibhausgasemissionen eingespart und auch die Bezahlbarkeit der Shared Mobility verbessert sich aufgrund der Fördermaßnahme.

4.7.3 Sensitivitätsanalyse

Eine Sensitivitätsanalyse untersucht, wie sensibel das Endergebnis auf die Gewichtungen der Ziele reagiert. Da bei den Zielen 1 und 2 jeweils die Alt. 2 die höchste Punktzahl und Alt. 1 die zweithöchste Punktzahl erzielte und bei Ziel 3 alle Projektalternativen gleichauf liegen, ändert eine Gewichtung der Ziele nichts an der Rangordnung.

²⁵⁶ Vgl. Kim (2015), S. 250

5 Schlussfolgerungen

Die Forschungsfragen dieser Bachelorarbeit, wie die Ziele nachhaltiger Mobilität aussehen, wie nachhaltige Mobilität gemessen werden kann und wie nachhaltig eHubs sind, wurden weitestgehend beantwortet. Anhand einer Metaanalyse und der notierten Anzahl an Nennungen konnten die Ziele zudem nach Wichtigkeit geordnet werden. Auf dieser Grundlage zeigt die folgende Auflistung **die wichtigsten 15 Ziele nachhaltiger Mobilität:**²⁵⁷

- 1. Geringere Treibhausgasemissionen
- 2. Verkehrssicherheit
- 3./4. Bezahlbarkeit
- 3./4. Geringere Luftverschmutzung
- 5./6. Bessere Zugänglichkeit für benachteiligte Gruppen
- 5./6. Geringere Lärmbelastung
- 7. Niedriger Energieverbrauch
- 8. Bessere allgemeine Zugänglichkeit
- 9./10. Integration verschiedener Mobilitätsformen
- 9./10. Niedriger Flächenverbrauch
- 11. Kriminalprävention
- 12./13./14./15. Besserer Komfort für Nutzer
- 12./13./14./15. Förderung Fuß- und Radwege
- 12./13./14./15. Verbesserte Attraktivität des Stadtbildes
- 12./13./14./15. Zuverlässigkeit ÖPNV

Zudem wurde überprüft, ob das eHubs-Projekt in Kempten, aufgeteilt in die Projektalternativen 1 und 2, die Ziele „geringere Treibhausgasemissionen“, „Verkehrssicherheit“, und „Bezahlbarkeit“ erfüllt. Hierfür wurde **als Bewertungsverfahren die Nutzwertanalyse eingesetzt**, weil sie nicht-monetarisierbare Ziele analysieren sowie vergleichen kann und ein bekanntes Tool im Nachhaltigkeitscontrolling und im Verkehrssektor darstellt. Als Stärke dieser Vorgehensweise stellt sich heraus, dass am Ende eine konkrete Zahl resultiert, welche mit den Ergebnissen anderer Projektalternativen verglichen werden kann. Als Schwäche könnte angeführt werden, dass die Bewertung von qualitativen Zielen wie der Verkehrssicherheit abstrakt und aufwendig bleibt.

Die NWA hat schlussendlich gezeigt, dass beide eHubs-Projektalternativen zwar einen positiven Effekt auf zwei der drei Ziele haben, dennoch waren die Verbesserungen zur Null-Alternative sehr gering. **Um die Klimaziele zu erreichen, die Verkehrssicherheit zu steigern und den öffentlichen Verkehr für die Ärmsten der Bevölkerung bezahlbarer zu gestalten, ist der Aufbau von eHubs-Stationen allein kein effektives Mittel. Es müssen zusätzliche Maßnahmen umgesetzt werden.** Besonders der Einsatz von Push-Faktoren im Zusammenspiel mit den eHubs scheint unumgänglich, um gewisse Ziele nachhaltiger Mobilität, wie geringere Treibhausgasemissionen, zu erreichen. **Die eHubs stellen also ein Puzzle-teil nachhaltiger Mobilität dar, das allein kaum Wirkung zeigt, in Verbindung**

²⁵⁷ Wenn Ziele gleich viele Nennungen haben, teilen sie sich die Plätze, z.B. Bezahlbarkeit und Geringere Luftverschmutzung.

mit weiteren Maßnahmen jedoch ein effektives Konstrukt für mehr nachhaltige Mobilität bilden kann. Um dies zu erreichen, brauchen die Kommunen Mut zur Aufklärungsarbeit im Zuge verbesserter Nachhaltigkeitskommunikation und zur Umsetzung von Push-Faktoren. Gleichzeitig wird auch mehr finanzielle Unterstützung benötigt, beispielsweise vom Bund oder der EU, um die Kommunen in der Umsetzung der Maßnahmen zu unterstützen.

Unbeantwortet bleibt die Frage, ob eHubs die weiteren Ziele nachhaltiger Mobilität erfüllen. Bei der Recherche zu dieser Arbeit fiel auf, dass die Shared Mobility in Form von eHubs durchaus weitere Ziele erfüllen könnte. Beispielsweise kann der Komfort (Ziel 12/13/14/15) für Personengruppen gesteigert werden, die nicht über ein eigenes Fahrzeug verfügen.²⁵⁸ Die Nutzer sind meist junge Männer mit hohem Bildungsgrad und Einkommen.²⁵⁹ Um den Komfort auch für ältere Personen zu erhöhen, sind Maßnahmen wie Seniorenrikschas möglich, die Senioren klimafreundlich zum Einkaufen oder zu Arztbesuchen transportieren.²⁶⁰ Auch der Flächenverbrauch (Ziel 9/10) könnte minimiert werden, wenn die NutzerInnen ihre privaten Fahrzeuge abschaffen und auf die Angebote der eHubs zurückgreifen.²⁶¹ Aufgrund der festgestellten Verminderung von Treibhausgasemissionen durch eHubs kann angenommen werden, dass auch ein niedriger Energieverbrauch (Ziel 7) und geringere Luftverschmutzung (Ziel 3/4) erreicht wird. Ob diese Annahmen richtig sind und wie effektiv eHubs zur Erreichung dieser Ziele beitragen, bedarf aber einer weiteren ausführlichen Analyse. Unrealistisch erscheint jedoch, dass durch eHubs die Zugänglichkeit für benachteiligte Gruppen verbessert (Ziel 5/6), die Kriminalprävention unterstützt (Ziel 11) und der Ausbau von Fuß- und Radwege sowie die Zuverlässigkeit des ÖPNV gesteigert wird (12./13./14./15).

Durch den voranschreitenden Klimawandel und das steigende Bewusstsein für Umwelt und Gesundheit in der Bevölkerung könnte die **Brisanz des Themas nachhaltige Mobilität in Zukunft weiter steigen.** Dadurch erhöht sich der Druck auf Staaten, Unternehmen und Kommunen sich für nachhaltigere Mobilität einzusetzen und effektive Maßnahmen umzusetzen. Gleichzeitig könnte auch die Akzeptanz von Push-Maßnahmen, die beispielsweise den Besitz von einem PKW mit Verbrennungsmotor unattraktiver machen, in der Bevölkerung steigen und politisch umsetzbar werden. Erste Push-Faktoren auf Bundesebene sind die erhöhte Kfz-Steuer für Autos mit hohen Treibhausgasemissionen und die CO₂-Bepreisung auf Kraftstoffe wie Benzin. Bevor allerdings zusätzliche Push-Maßnahmen auf kommunaler Ebene ergriffen werden, wie Parkraumverknappung für Autos mit Verbrennungsmotor, sollten den BürgerInnen zunächst Alternativen bereitgestellt werden. Dies kann bundesweit durch die finanzielle Förderung von E-Autos im Rahmen einer Umweltprämie geschehen, aber auch auf kommunaler Ebenen kann gehandelt werden. Neben anderen Pull-Maßnahmen kommen hier die eHubs ins Spiel, die eine Vielzahl von elektrischen Fortbewegungsoptionen anbieten. Langfristig gesehen können damit **eHubs ein erster Schritt auf kommunaler Ebene in Richtung nachhaltige Mobilität** sein, der dann durch Push- und weitere Pull-Maßnahmen ergänzt werden muss.

²⁵⁸ Vgl. Litman (2000), S. 2

²⁵⁹ Vgl. BMW AG (2016), S. 40

²⁶⁰ Vgl. Imbeck (2020), Abs. 1

²⁶¹ Vgl. BMW AG (2016), S. 16

Literaturverzeichnis

- A.T. Kearney Korea LLC (2019): The Demystification of Car Sharing. Online verfügbar unter <https://www.de.kearney.com/documents/1117166/0/Car+Sharing.pdf/3bff4a9a-1279-b26f-3b23-8183f14979ce?t=1565363325427>.
- Aarts, Letty; van Schagen, Ingrid (2006): Driving speed and the risk of road crashes: a review. In: *Accident; analysis and prevention* 38 (2), S. 215–224. DOI: 10.1016/j.aap.2005.07.004.
- ADAC (2020): VW Golf 2.0 TDI SCR Style DSG (ab 01/20). Online verfügbar unter [https://www.adac.de/in-fotestrat/autodatenbank/autokosten/detail.aspx?KFZID=310235&activeTab=3&info=VW+Golf+2.0+TDI+SCR+Style+DSG+\(ab+01%2f20\)](https://www.adac.de/in-fotestrat/autodatenbank/autokosten/detail.aspx?KFZID=310235&activeTab=3&info=VW+Golf+2.0+TDI+SCR+Style+DSG+(ab+01%2f20)).
- ADAC (2014): Unfallrisiko. Online verfügbar unter https://www.adac.de/_mmm/pdf/statistik_7_1_unfallrisiko_42782.pdf.
- Agentur für clevere Städte UG (2017): Verkehrswende-Rechner berechnet CO₂-Fußabdruck je Stadt und Verlagerungspotential - Agentur für Clevere Städte. Online verfügbar unter <https://clevere-staedte.de/blog/artikel/verkehrswende-rechner>, zuletzt aktualisiert am 09.06.2020, zuletzt geprüft am 09.06.2020.
- Ahrens, Gerd-Axel; Becker, Udo; Böhmer, Thomas; Richter, Falk; Wittwer, Rico (2013): Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz. Hg. v. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4451.pdf>.
- Allianz (2020): Was ist Wertverlust Auto? Online verfügbar unter <https://www.allianz.de/auto/kfz-versicherung/wertverlust-auto/>.
- Allianz pro Schiene e.V. (2019): Bundesländerindex Mobilität und Umwelt. Online verfügbar unter <https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2018/11/181106-Bundeslaenderindex-2018-19.pdf>, zuletzt geprüft am 03.06.2020.
- Anagnunavuri, Prosper Naah; Kuranchie, Francis Atta; Attiogbe, Francis; Nerquaye-Tetteh, Esi Nana (2019): The potential of integrating vehicular emissions policy into Ghana's transport policy for sustainable urban mobility. In: *SN Appl. Sci.* 1 (10). DOI: 10.1007/s42452-019-1215-8.
- Ankele, Kathrin; Grothe, Anja: Strategisches Nachhaltigkeitsmanagement durch Nachhaltigkeitsbewertung, in Englert, Marco; Ternès, Anabel (Hg.) (2019): Nachhaltiges Management. Nachhaltigkeit als exzellenten Managementansatz entwickeln. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 551 – 574.
- Assmann, Tom; Lang, Sebastian; Müller, Florian; Schenk, Michael (2020): Impact Assessment Model for the Implementation of Cargo Bike Transshipment Points in Urban Districts. In: *Sustainability* 12 (10), S. 4082. DOI: 10.3390/su12104082.
- Autodelen (2020): eHubs. Online verfügbar unter <https://www.autodelen.net/project/e-hubs/>.
- Baier, Reinhold; Schuckließ, Wolfgang; Jachtmann, Yvonne; Diegmann, Volker; Mahlau, Anna; Gässler, Günter (2013): Radpotenziale im Stadtverkehr. [Bericht zum Forschungsprojekt: FE 70.0819/2008: Einsparpotenziale des Radverkehrs im Stadtverkehr]. Bremen: Fachverl. NW in der Carl-Schünemann-Verl.-GmbH (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen V, Verkehrstechnik, 227).
- Baroke, Dagmar; Blétry, Monika; Gimmel, Monika; Heid, Christian; Hennemann, Laura; Sebastian Jutzi; Osterath, Brigitte (2020): MOBILITÄT VON MORGEN. 1/2020. Hg. v. Paul Scherrer Institut. Online verfügbar unter https://www.psi.ch/sites/default/files/2020-02/5232_1-2020_D.pdf.
- Bartmann, Hermann; John, Klaus Dieter (Hg.) (1996): Umweltgerechte Verkehrskonzepte. Beiträge zum 3. und 4. Mainzer Umweltsymposium. Wiesbaden, s.l.: Gabler Verlag. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-663-11678-3>.
- Bauer, Kelly: Divvy Rider Killed, Believed To Be Nation's First Bike-Sharing Death. In: *dnainfo* 2016. Online verfügbar unter <https://www.dnainfo.com/chicago/20160701/avondale/divvy-rider-hit-by-truck-avondale-critical-condition-police-say/>.
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2020): Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie. Nachhaltige Mobilität.
- Bayern Innovativ (2020): eHUBS-Projekt stärkt Shared Mobility. Machen eHUBS das eigene Auto überflüssig? Online verfügbar unter <https://www.bayern-innovativ.de/seite/ehubs-projekt-staerkt-shared-mobility>.
- Becker, Sophia; Rudolf, Clemens (2017): Das Potenzial von Lastenrad-Sharing für nachhaltige Mobilität. Erste Nutzerstudie der Freien Lastenräder. Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung Potsdam. Online verfügbar unter https://dein-lastenrad.de/images/b/b2/FactSheet-Nutzerstudie_v3.pdf.

- Bluebikes (2019): Media Kit. Online verfügbar unter <https://www.bluebikes.com/about/media-kit>.
- Bluebikes (2020): Income-Eligible Program. Online verfügbar unter <https://www.bluebikes.com/pricing/income-eligible-program>.
- BMW AG; DLR; DB Rent GmbH; Landeshauptstadt München; Universität der Bundeswehr München; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2016): Wirkung von E-Car Sharing Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen (WiMobil). WiMobil Ergebnisbericht. Online verfügbar unter https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2016-10/Abschlussbericht_WiMobil.pdf.
- Brandt, Mathias (2018): Bike-Sharing boomt. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/infografik/15936/bike-sharing-weltweit-und-in-deutschland/#:~:text=So%20haben%20gerade%20einmal%20,%C3%BCber%20Apps%20oder%20Webseiten%20genutzt.&text=Demnach%20kommen%20in%20der%20bayerischen,sind%20es%20nur%200%2C51>.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018): Carsharing aus Umweltsicht, zuletzt geprüft am 11.06.2020.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020): Förderprogramme im Bereich Güterverkehr und Logistik. Online verfügbar unter <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Gueterverkehr-Logistik/Foerderprogramme/foerderprogramme.html>.
- Bundesverband Carsharing (2019): Stellungnahme zu „The Demystification of Car Sharing“ von A.T. Kearney. Online verfügbar unter <https://www.carsharing.de/presse/pressemitteilungen/stellungnahme-zu-the-demystification-of-car-sharing-at-kearney>, zuletzt geprüft am 11.06.2020.
- Bundeszentrale für politische Bildung (2018): Einkommen privater Haushalte. Online verfügbar unter <https://www.bpb.de/nachschlagen/datenreport-2018/private-haushalte-einkommen-konsum-wohnen/278177/nettoeinkommen-privater-haushalte>.
- Call-a-Bike (2020): Tarife. Online verfügbar unter <https://www.callabike.de/de/tarife>.
- Carruthers, Robin; Dick, Malise; Saurkar, Anuja (2005): Affordability of Public Transport in Developing Countries. Online verfügbar unter <http://documents.worldbank.org/curated/en/230991468153275100/pdf/33900a10TP131affordability1final.pdf>.
- Caspi, Or; Smart, Michael J.; Noland, Robert B. (2020): Spatial associations of dockless shared e-scooter usage. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 86, S. 102396. DOI: 10.1016/j.trd.2020.102396.
- Cervero, Robert; Golub, Aaron; Nee, Brendan (2007): City CarShare. In: *Transportation Research Record* 1992 (1), S. 70–80. DOI: 10.3141/1992-09.
- Civitas (2020): Tool Inventory. Online verfügbar unter https://civitas.eu/tool-inventory?f%5B0%5D=field_tool_type%3A914.
- Civity (2014): Urbane Mobilität im Umbruch? Online verfügbar unter <https://civity.de/de/matters/urbane-mobilit%C3%A4t-im-umbruch/>.
- Cohen, Adam; Shaheen, Susan (2018): PLANNING FOR SHARED MOBILITY. Online verfügbar unter <https://escholarship.org/content/qt0dk3h89p/qt0dk3h89p.pdf>.
- Coltsman, Bernhard (2016): Nachhaltigkeitscontrolling. 2. Aufl. 2016. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler. Online verfügbar unter https://www.caee.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/TRB15carsharingLCA.pdf.
- Dambeck, Holger (2011): Folterkammer fürs Rad. In: *Spiegel*, 01.06.2011. Online verfügbar unter <https://www.spiegel.de/auto/aktuell/velo-haertetest-folterkammer-fuers-rad-a-764486.html>.
- Deutscher Städtetag (2018): Nachhaltige städtische Mobilität für alle. Online verfügbar unter <http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/veroeffentlichungen/mat/positionspapier-nachhaltige-staedtische-mobilitaet.pdf>.
- Die Bundesregierung (2018): Koalitionsvertrag. Ein neuer Aufbruch für Europa Eine neue Dynamik für Deutschland Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/656734/847984/5b8bc23590d4cb2892b31c987ad672b7/2018-03-14-koalitionsvertrag-data.pdf?download=1>.
- Die Bundesregierung (2020a): CO₂-Emission. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/energiewende/co2-kohlenstoffdioxid-oder-kohlendioxid-emission-614692>.
- Die Bundesregierung (2020b): Klimaschutzprogramm 2030. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzprogramm-2030-1673578>.
- Döring, Nicola; Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Unter Mitarbeit von Sandra Pöschl-Günther. 5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Elkington, John (1997): *Cannibals with forks. The triple bottom line of 21st century business*. Pbk. ed. Oxford, U.K., Oxford, United Kingdom: Capstone.

Englert, Marco; Ternès, Anabel (Hg.) (2019): *Nachhaltiges Management. Nachhaltigkeit als exzellenten Managementansatz entwickeln*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Europäische Kommission (2016): *Well-to-Wheels Analyses*. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/activities/wtw>.

Europäische Kommission (2019a): *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*. Hg. v. Rupprecht Consult. Online verfügbar unter https://www.eltis.org/sites/default/files/guidelines_for_developing_and_implementing_a_sustainable_urban_mobility_plan_2nd_edition.pdf, zuletzt geprüft am 02.04.2020.

Europäische Kommission (2019b): *Lindau gewinnt europäischen Preis für nachhaltige Mobilität - Deutschland - European Commission*. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/germany/news/20190322-lindau_de, zuletzt aktualisiert am 22.03.2019, zuletzt geprüft am 03.06.2020.

Europäische Kommission (2020): *Sustainable Urban Mobility Indicators (SUMI)*. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility/sumi_en.

Eurostat (2020): *Distribution of income by quantiles - EU-SILC and ECHP surveys*. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/product?code=ilc_di01.

Flinkster (2020): *Mit unseren Carsharing Preisen sparen und flexibel bleiben*. Online verfügbar unter <https://anmeldung.flinkster.de/de/fahrzeuge-und-tarife>.

Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH (2019): *Flatrate und Carsharing: So fördert Augsburg den Verzicht aufs eigene Auto*. Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/auto-verkehr/mobilitaet-in-augsburg-gratis-oepnv-flatrate-carsharing-16556996.html>, zuletzt aktualisiert am 03.06.2020, zuletzt geprüft am 03.06.2020.

Frey, Clemens (2018): *Analyse der Jahresleihdaten des Bike-Sharing-Systems BicikeLJ*. Bachelorarbeit. Technischen Universität Wien, Wien. Online verfügbar unter https://www.fvv.tuwien.ac.at/fileadmin/media-pool-verkehrsplanung/Diverse/Lehre/Studentenarbeiten/Bachelorarbeiten/2018_Frey.pdf.

Fröhlich, Elisabeth (Hg.) (2015): *CSR und Beschaffung. Theoretische wie praktische Implikationen eines nachhaltigen Beschaffungsprozessmodells*. 1. Auflage. Berlin: Springer Gabler (Management-Reihe Corporate Social Responsibility). Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1080789>.

Gerlach, Julia; Hübner, Susan; Becker, Thilo; Becker, Udo J. (2015): *Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie*. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_12_2015_entwicklung_von_indikatoren_im_bereich_mobilitaet.pdf.

Gillis, Dominique; Semanjski, Ivana; Lauwers, Dirk (2016): *How to Monitor Sustainable Mobility in Cities? Literature Review in the Frame of Creating a Set of Sustainable Mobility Indicators*. In: *Sustainability* 8 (1), S. 29. DOI: 10.3390/su8010029.

Götz, Konrad: *Nachhaltige Mobilität*. In: Gross, Matthias (Hg.) (2011): *Handbuch Umweltsoziologie*. 1. Auflage. Wiesbaden [Germany]: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 325 – 347.

Greenhouse Gas Protocol (2020): *Global Warming Potential Values*. Online verfügbar unter https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf.

Gruber, Johannes; Rudolph, Christian (2016): *Untersuchung des Einsatzes von Fahrrädern im Wirtschaftsverkehr*. Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/wiv-rad-schlussbericht.pdf?__blob=publicationFile.

Hamra, Ghassan B.; Schinasi, Leah H.; Quistberg, D. Alex (2020): *Motor Vehicle Crashes Involving a Bicycle Before and After Introduction of a Bike Share Program in Philadelphia, Pennsylvania, 2010-2018*. In: *American journal of public health* 110 (6), S. 863–867. DOI: 10.2105/AJPH.2020.305613.

Hanusch, Horst; Ilg, Gerhard; Jung, Matthias (2011): *Nutzen-Kosten-Analyse*. 3., vollst. überarb. Aufl. München: Vahlen (Vahlens Kurzlehrbücher). Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10601865>.

Held, Martin: *Nachhaltige Mobilität*, in: Schöller, Oliver; Canzler, Weert; Knie, Andreas (2007): *Handbuch Verkehrspolitik*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften | GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, S. 851 - 876

Hilbert, Stefan: *Nachhaltigkeitscontrolling*, in: Englert, Marco; Ternès, Anabel (Hg.) (2019): *Nachhaltiges Management. Nachhaltigkeit als exzellenten Managementansatz entwickeln*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 521 -550.

- Hollingsworth, Joseph; Copeland, Brenna; Johnson, Jeremiah X. (2019): Are e-scooters polluters? The environmental impacts of shared dockless electric scooters. In: *Environ. Res. Lett.* 14 (8), S. 84031. DOI: 10.1088/1748-9326/ab2da8.
- Hülsmann, Friederike; Wiepking, Julia; Zimmer, Wiebke (2018): share – Wissenschaftliche Begleitforschung zu car2go mit batterieelektrischen und konventionellen Fahrzeugen. Unter Mitarbeit von Florian Imbeck, Kati (2020): PROJEKT: FAHRRADRIKSCHA FÜR SENIOREN. Online verfügbar unter <https://www.katicares.com/fahrradrikscha-im-pflegeheim/>.
- Imperial College London (2017): Stakeholder Management. Online verfügbar unter <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/administration-and-support-services/staff-development/public/impex/Stakeholder-management-21jun17.pdf>, zuletzt geprüft am 03.04.2020.
- Institut Bauen und Umwelt e.V. (2017): Nachhaltige Entwicklung. Geschichte & Prinzip der Nachhaltigkeit. Online verfügbar unter <https://ibu-epd.com/nachhaltige-entwicklung/>.
- Interreg (2020a): Horizontal Principle. Online verfügbar unter <https://interreg-med.eu/no-cache/documents-tools/glossary/lexique/H/>.
- Interreg (2020b): Workshops for the participating cities and commercial e-mobility providers. Online verfügbar unter https://www.nweurope.eu/media/10109/d11_12_workshops-pilot-cities-and-commercial-e-mobility-providers.pdf.
- Interreg (2019): eHubs - smart shared green mobility hubs. Online verfügbar unter <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/ehubs-smart-shared-green-mobility-hubs/>.
- Interreg (2018): INTERREG VB NWE Application Form. Project Overview. Online verfügbar unter http://www.kenniscentrumvlaamsesteden.be/Gedeelde%20%20documenten/2019/AF_NWE826_eHUBS_%20ingediend.pdf.
- Jacobs, Stefan: Motivieren zeitbasierte Tarife zum Rasen? In: *Der Tagesspiegel* 2017. Online verfügbar unter <https://www.tagesspiegel.de/berlin/car2go-und-drive-now-motivieren-zeitbasierte-tarife-zum-rasen/20224314.html>.
- Karakitsiou, Athanasia; Migdalas, Athanasios; Rassia, Stamatina Th; Pardalos, P. M. (2017): City networks. Collaboration and planning for health and sustainability. Cham, Switzerland: Springer (Springer optimization and its applications, volume 128).
- Kauf, Sabina (2019): A smart sustainable city: The challenges facing sustainable mobility. In: *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 63 (7), S. 230–243. DOI: 10.15611/pn.2019.7.18.
- Kim, Kyeongsu (2015): Can carsharing meet the mobility needs for the low-income neighborhoods? Lessons from carsharing usage patterns in New York City. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 77, S. 249–260. DOI: 10.1016/j.tra.2015.04.020.
- Köhler, Sally; Linnhoff, Kirstin; Flück, Damiano; Kipp, Johannes; Schmiel, Fabian; Zirn, Oliver et al. (2018): TrottiElec: E-Ultraleichtfahrzeuge als Schlüsselement geschlossener Wegeketten. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/328232672_TrottiElec_E-Ultraleichtfahrzeuge_als_Schlüsselement_geschlossener_Wegeketten_E_n_d_b_e_r_i_c_h_t, zuletzt geprüft am 22.07.2020.
- Kou, Zhaoyu; Wang, Xi; Chiu, Shun Fung; Cai, Hua (2020): Quantifying greenhouse gas emissions reduction from bike share systems: a model considering real-world trips and transportation mode choice patterns. In: *Resources, Conservation and Recycling* 153, S. 104534. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104534.
- Lane, Clayton (2005): PhillyCarShare. In: *Transportation Research Record* 1927 (1), S. 158–166. DOI: 10.1177/0361198105192700118.
- Liebal, Sandra (2011): Waldpädagogik. Theoretische Grundlagen, Bildungskonzept für die Schulpraxis, Wirkungen ; eine Fallstudie an der Grundschule Mohorn (Sachsen). Remagen: Kessel.
- Lime (2020): Wie viel kostet Lime? Online verfügbar unter <https://help.li.me/hc/de/articles/115004914208-Wie-viel-kostet-Lime->.
- Litman, Todd (2000): Evaluating Carsharing Benefits. In: *Transportation Research Record* 1702 (1), S. 31–35. DOI: 10.3141/1702-04.
- Marletto, Gerardo; Mameli, Francesca (2012): A participative procedure to select indicators of policies for sustainable urban mobility. Outcomes of a national test. In: *Eur. Transp. Res. Rev.* 4 (2), S. 79–89. DOI: 10.1007/s12544-012-0075-8.
- Martin, Elliot; Cohen, Adam; Botha, Jan; Shaheen, Susan (2016): Bikesharing and Bicycle Safety. Online verfügbar unter <https://transweb.sjsu.edu/sites/default/files/1204-bikesharing-and-bicycle-safety.pdf>.
- Martin, Elliot; Shaheen, Susan (2011): The Impact of Carsharing on Household Vehicle Ownership. Online verfügbar unter <http://reconnectingamerica.org/assets/Uploads/access38carsharingownership.pdf>.

- Martin, Elliot; Shaheen, Susan (2016): The Impacts of Car2go on Vehicle Ownership, Modal Shift, Vehicle Miles Traveled, and Greenhouse Gas Emissions. An Analysis of Five North American Cities. Online verfügbar unter http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2016/07/Impactsofcar2go_FiveCities_2016.pdf.
- Martin, Elliot; Shaheen, Susan A.; Lidicker, Jeffrey (2010): Impact of Carsharing on Household Vehicle Holdings. In: *Transportation Research Record* 2143 (1), S. 150–158. DOI: 10.3141/2143-19.
- Melo, Sandra; Baptista, Patricia (2017): Evaluating the impacts of using cargo cycles on urban logistics: integrating traffic, environmental and operational boundaries. In: *Eur. Transp. Res. Rev.* 9 (2). DOI: 10.1007/s12544-017-0246-8.
- Mendelow, A. L. (1981): Environmental Scanning. The Impact of the Stakeholder Concept. In: *ICIS 1981 Proceedings* (Paper 20). Online verfügbar unter <https://pdfs.semanticscholar.org/3579/ca37344c69961bbc2468ef9addf212200e39.pdf>, zuletzt geprüft am 03.04.2020.
- Michl, Tobias (2018): Masterplan nachhaltige und emissionsfreie Mobilität Augsburg, zuletzt geprüft am 03.06.2020. Online verfügbar unter: https://www.augsburg.de/fileadmin/user_upload/umwelt_soziales/umwelt/Masterplan/Masterplan_nachhaltige_und_emissionsfreie_Mobilitaet.pdf, zuletzt geprüft am 22.07.2020
- Miles (2020): Pay for the ride not for the traffic. Online verfügbar unter <https://miles-mobility.com/preise/>.
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2015): Nachhaltige Mobilität - Für Alle. Online verfügbar unter https://www.augsburg.de/fileadmin/user_upload/umwelt_soziales/umwelt/Masterplan/Masterplan_nachhaltige_und_emissionsfreie_Mobilitaet.pdf, zuletzt aktualisiert am 03.06.2020, zuletzt geprüft am 03.06.2020.
- Mo, Hongming; Deng, Yong (2019): AN EVALUATION FOR SUSTAINABLE MOBILITY EXTENDED BY D NUMBERS. In: *Technological and Economic Development of Economy* 25 (5), S. 802–819. DOI: 10.3846/tede.2019.10293.
- Mohieldin, Mahmoud; Vandycke, Nancy (2017): Sustainable Mobility for the 21st Century. The World Bank. Online verfügbar unter <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2017/07/10/sustainable-mobility-for-the-21st-century>, zuletzt aktualisiert am 03.06.2020, zuletzt geprüft am 03.06.2020.
- mona GmbH (2018): Tarifübersicht. Kempten und Umgebung. Online verfügbar unter https://www.mona-allgaeu.de/fileadmin/user_upload/Downloads/mona-Tarifheft-2018.pdf.
- New York City Department of Transportation (2017): Safer Cycling. BICYCLE RIDERSHIP AND SAFETY IN NEW YORK CITY. Online verfügbar unter <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/bike-safety-study-fullreport2017.pdf>.
- Nextbike (2020): Preise. Online verfügbar unter <https://www.nextbike.de/de/preise/>.
- Nisson, Peyton L.; Ley, Eric; Chu, Ray (2020): Electric Scooters: Case Reports Indicate a Growing Public Health Concern. In: *American journal of public health* 110 (2), S. 177–179. DOI: 10.2105/AJPH.2019.305499.
- OECD (2019), "Delivering accessible and sustainable mobility", in *Accelerating Climate Action: Refocusing Policies through a Well-being Lens*, OECD Publishing, Paris. Online verfügbar unter https://www.oecd-ilibrary.org/environment/accelerating-climate-action_7dfbd08d-en, zuletzt geprüft am 22.07.2020
- Parezanovic, Tanja; Bojkovic, Natasa; Petrovic, Marijana; Pejic Tarle, Snezana (2016): Evaluation of Sustainable Mobility Measures Using Fuzzy COPRAS Method. In: *ManageFon* 21 (78), S. 53–62. DOI: 10.7595/management.fon.2016.0006.
- Pufé, Iris (2012): Nachhaltigkeitsmanagement. München: Hanser (Pocket-Power). Online verfügbar unter http://sub-hh.ciando.com/book/?bok_id=306447.
- Rammler, Stephan (2016): Nachhaltige Mobilität: Gestaltungsszenarien und Zukunftsbilder. In: Oliver Schwedes, Weert Canzler und Andreas Knie (Hg.): *Handbuch Verkehrspolitik*. 2. Aufl. 2016. Wiesbaden, s.l.: Springer Fachmedien Wiesbaden (Springer NachschlageWissen), S. 899–917.
- Rau, Andreas (2005): Entwicklung einer Grundstruktur für die Auswahl einer Verkehrsinfrastrukturvariante in bebauten Gebieten unter dem Blickwinkel Nachhaltiger Entwicklung. Dissertation. Technische Universität Dresden, Dresden. Online verfügbar unter <https://tud.qucosa.de/api/qucosa%3A24598/attachment/ATT-0/>, zuletzt geprüft am 17.04.2020.
- Reinz-Zettler, Jennifer (2019): E-Scooter - Eine Lösung für unsere Verkehrsprobleme?! Online verfügbar unter <https://www.bayern-innovativ.de/seite/e-scooter-eine-loesung-fuer-unsere-verkehrsprobleme>.
- Reinz-Zettler, Jennifer; Morcelli, Samuel (2020): E-Scooter für die letzte Meile – was ist dran? Eine Analyse zum Beitrag von E-Scootern zu einer urbanen Intermodalität in einem multimodalen Verkehrssystem. Bayern Innovativ GmbH. Online verfügbar unter <https://www.bayern-innovativ.de/services/asset/pdf-dokumente/bayern-innovativ/whitepaper/Whitepaper-E-Scooter-fuer-die-letzte-Meile.pdf>.

- Schaltegger, Stefan; Herzig, Christian; Klinke, Torsten (2007): Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen. Runderneuertes Handbuch aus Deutschland fasst Auswirkungen auf den Betrieb sowie Instrumentarien für die Praxis zusammen. In: *Umweltschutz der Wirtschaft* (03/2007 Oktober), S. 6–7. Online verfügbar unter https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/3455893/SchalteggerHerzigKlinke.pdf?response-content-disposition=inline%3B+filename%3DNachhaltigkeitsmanagement_in_Unternehmen.pdf&Expires=1592389504&Signature=DtaaANgrfmnqLUE-Otf7WYgELu24PfMZbQWbv4sYu1Jb4hERADPBe0OIAN12TOtEwHBb9Ber8iw9xTNFGH7W1waVZ0xs7CYsDPQTVAAvW~dVqaE0orGswX1q5tifbanG0TUWUCX69z6xYg9L1WdSJX8x9N61gE-dbw92Ajtobr1FzIP~85Urdl3q8Sf-6AUa5U-Diu9NUF8G6cGga~3b2LjVzRsEvrqt7VewWWDnjwyG0qy0LeiUXLZJpQQ9MJ3ojSA5Y8Kpdxo~1N3yF74-e8PWbbGlgW3z5CRtAT2Ez9ft8g7XauJlCzjhHYu~i90nFmuMkH4BiNFM72HRQJA__&Key-Pair-Id=APKA-JLOHF5GGSLRBV4ZA.
- Schnieder, Eckehard; Schnieder, Lars (2013): Verkehrssicherheit. Maße und Modelle, Methoden und Maßnahmen für den Straßen- und Schienenverkehr. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg (VDI-Buch). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-71033-2>.
- Shaheen, Susan; Chan, Nelson; Bansal, Apaar; Cohen, Adam (2015): Shared Mobility. A Sustainability & Technologies Workshop. Online verfügbar unter http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2015/11/SharedMobility_WhitePaper_FINAL.pdf.
- Shaheen, Susan; Cohen, Adam (2019): Micromobility Policy Toolkit: Docked and Dockless Bike and Scooter Sharing. Online verfügbar unter <https://escholarship.org/content/qt00k897b5/qt00k897b5.pdf?t=prazo>.
- Share Now (2020): Holidays Now. Online verfügbar unter <https://www.share-now.com/de/de/>.
- Sigrist (2009): Bedeutung von Fahrradverleihsystemen aus verkehrlicher Sicht. Online verfügbar unter <https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/186079/1/DS0128.pdf>.
- Slaper, Timothy F.; Hall, Tanya J. (2011): The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work? In: *Indiana Business Review* (86), S. 4–8. Online verfügbar unter <http://www.ibrc.indiana.edu/ibr/2011/spring/article2.html>.
- Soeder, Christian (2012): Das Buzzword Nachhaltigkeit. In: *FAZ* 2012, 23.03.2012. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/das-buzzword-nachhaltigkeit-eine-antwort-auf-sebastian-nerz-11694846.html>.
- Stadt Kempten (2017): Mobilitätskonzept Kempten 2030. Abschlussbericht, Dezember 2017. Online verfügbar unter <https://www.kempten.de/epaper/epaper-Mobilitaetskonzept-Kempte/epaper/ausgabe.pdf>.
- Stadt Kempten (2020): Statistik Verkehrsunfälle.
- Stadt Lindau (2017): Klimafreundliches Lindauer Verkehrskonzept. Online verfügbar unter https://www.stadtlindau.de/media/custom/2715_1012_1.PDF?1497421235, zuletzt geprüft am 03.06.2020.
- Stadtrad (2020): UNSERE PREISE: GÜNSTIG & FLEXIBEL. Online verfügbar unter <https://stadtrad.hamburg.de/de/preise>.
- Stadtverwaltung Offenbach (2017): Nachhaltige Mobilität ausgezeichnet: Offenbacher Klimaschutzkonzept gewinnt Preis "Klima-Kommunal". Online verfügbar unter https://www.offenbach.de/leben-in-of/umwelt-klimaschutz/Klima-_und_Umweltschutzpreis/preis-klima-kommunal-nachhaltige-mobilitaet_11_2017.php#SP-group1-5-1:1.
- Stadtwerke Augsburg (2020): Gratis durch die Cityzone. Online verfügbar unter <https://www.sw-augsburg.de/magazin/detail/gratis-durch-die-city-zone/>.
- Stasko, Timon H.; Buck, Andrew B.; Oliver Gao, H. (2013): Carsharing in a university setting: Impacts on vehicle ownership, parking demand, and mobility in Ithaca, NY. In: *Transport Policy* 30, S. 262–268. DOI: 10.1016/j.tranpol.2013.09.018.
- Statista (2011): Durchschnittsalter der Fahrzeuge von ausgewählten deutschen Carsharing-Anbietern. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/219148/umfrage/durchschnittsalter-der-fahrzeuge-von-carsharing-anbietern/>.
- Statista (2020a): Durchschnittliche jährliche Anzahl der Vermietungen pro Fahrrad bei europäischen Bike-Sharing-Systemen nach Größe der Städte. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/208023/umfrage/anzahl-der-vermietungen-bei-europaeischen-bike-sharing-systemen/>.
- Statista (2020b): Durchschnittliche Kennzahlen europäischer Bike-Sharing-Systeme nach Stadtgröße. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/208042/umfrage/kennzahlen-des-bike-sharing-angebotes-in-europa/>.
- Statista (2020c): Mittlere Preise der Fahrradtypen in Deutschland in den Jahren 2016 bis 2018. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/430707/umfrage/mittlere-preise-der-fahrradtypen->

in-deutschland/#:~:text=Die%20Statistik%20zeigt%20die%20mittleren,Mountain-bike%20bei%20knapp%201.015%20Euro.

Statista (2020d): Erfasste Durchschnittsgeschwindigkeit von Fahrradfahrern in Deutschland nach Bundesländern im Jahr 2018. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/872531/umfrage/geschwindigkeit-der-fahrradfahrer-in-deutschland-nach-bundeslaendern/>.

Statista (2020e): Größte Carsharing-Anbieter in Deutschland nach Kundenzahl. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/259118/umfrage/carsharing-anbieter-nach-kundenzahl/#:~:text=Gr%C3%B6%C3%9Fte%20Carsharing%20Anbieter%20in%20Deutschland%20nach%20Kundenzahl%202019&text=SHARE%20NOW%20%C3%BCberragt%20die%20Konkurrenz,2019%20rund%20drei%20Millionen%20Kunden>.

Statista (2020f): Sie haben angegeben, in den letzten 12 Monaten Bike-Sharing Dienste genutzt zu haben. Welchen Bike-Sharing Dienst haben Sie am häufigsten genutzt? Online verfügbar unter <https://de.statista.com/prognosen/1046001/umfrage-zu-beliebten-bike-sharing-diensten-in-deutschland>.

Statista (2020g): Europäische Städte mit der niedrigsten Durchschnittsgeschwindigkeit im Straßenverkehr. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37200/umfrage/durchschnittsgeschwindigkeit-in-den-15-groessten-staedten-der-welt-2009/>.

Statista (2020h): Energiebedingte Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektor im Jahr 2018. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/312450/umfrage/treibhausgasemissionen-in-deutschland-nach-quellgruppe/>.

Statista (2020i): E-Scooter ersetzen höchstens den Fußweg. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/infografik/22010/durchschnittlich-zurueckgelegte-distanzen-nach-vehikel/>.

Statista (2020j): Durchschnittliches Alter von Pkw in Deutschland in den Jahren 1960 bis 2020. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/154506/umfrage/durchschnittliches-alter-von-pkw-in-deutschland/#:~:text=Die%20meisten%20Pkw%20sind%20zwischen,15%20und%2029%20Jahre%20alt>.

Statista (2020k): Entwicklung der durchschnittlichen Neuwagenpreise in den Jahren 1995 bis 2019 in Deutschland. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36408/umfrage/durchschnittliche-neuwagenpreise-in-deutschland/>.

Statistisches Bundesamt (2013): Wirtschaftsrechnungen. Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Einkommen-Einnahmen-Ausgaben/Publikationen/Downloads-Einkommen/einkommensverteilung-2152606139004.pdf?__blob=publicationFile.

Statistisches Bundesamt (2020): E-Scooter: 251 Unfälle mit Personenschaden im 1. Quartal 2020. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/07/PD20_N035_46241.html;jsessionid=C89366AF86295BE8DCB3FDAFB9DD6A46.inter-net8732.

Steer Group (2018): Shared Ebike Potential: London and New York. Online verfügbar unter <https://de.scribd.com/document/392995977/Uber-Jump-Report-on-Shared-Ebike-Potential#download>, zuletzt geprüft am 10.06.2020.

Tafidis, Pavlos; Sdoukopoulos, Alexandros; Pitsiava-Latinopoulou, Magda (2017): Sustainable urban mobility indicators: policy versus practice in the case of Greek cities. In: *Transportation Research Procedia* 24, S. 304–312. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.122.

team red (2015): Endbericht Evaluation CarSharing (EVA-CS). Landeshauptstadt München. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/carsharing_umweltsicht_bf.pdf, zuletzt geprüft am 11.06.2020.

Ternès, Anabel; Nachhaltigkeit und Digitalisierung als Chance für Unternehmen, in: Englert, Marco; Ternès, Anabel (Hg.) (2019): *Nachhaltiges Management. Nachhaltigkeit als exzellenten Managementansatz entwickeln*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 79 – 104.

Tier (2020): HOW MUCH DOES IT COST? Online verfügbar unter <https://www.tier.app/help/>.

Uluk, D.; Lindner, T.; Palmowski, Y.; Garritzmann, C.; Göncz, E.; Dahne, M. et al. (2020): E-Scooter: erste Erkenntnisse über Unfallursachen und Verletzungsmuster. In: *Notfall Rettungsmed* 23 (4), S. 293–298. DOI: 10.1007/s10049-019-00678-3.

Umweltbundesamt (2016): Umwelt- und Kostenvorteile ausgewählter innovativer Mobilitäts- und Verkehrskonzepte im städtischen Personenverkehr. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/2016-12-14_umkomoko_endbericht1_fin.pdf.

Umweltbundesamt (2019): Emissionsübersichten Treibhausgase Emissionsentwicklung 1990-2017 – Treibhausgase. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#minderungsziele-fur-treibhausgase>.

Umweltbundesamt (2020): Glossar beginnend mit K. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/service/glossar/k?tag=Kohlendioxid-äquivalente#alphabetisch>.

Valsecchi Ribeiro de Souza, João; Marotti de Mello, Adriana; Marx, Roberto (2019): When Is an Innovative Urban Mobility Business Model Sustainable? A Literature Review and Analysis. In: *Sustainability* 11 (6), S. 1761. DOI: 10.3390/su11061761.

Vereinte Nationen (1987): Our Common Future. Online verfügbar unter file:///C:/Users/andre/Downloads/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf.

Vereinte Nationen (2015): TRANSFORMING OUR WORLD. THE 2030 AGENDA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Online verfügbar unter <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>, zuletzt geprüft am 03.06.2020.

Vereinte Nationen (2016): Global Sustainable Transport Conference. Ashgabat Statement on Commitments and Policy Recommendations of the Global Sustainable Transport Conference. Online verfügbar unter <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11987Ashgabatstatement.pdf>, zuletzt geprüft am 03.06.2020.

Voi (2020): Was kostet es, einen Voi zu fahren? Online verfügbar unter <https://voisupport.zen-desk.com/hc/de/articles/360029894291-Was-kostet-es-einen-Voi-zu-fahren->.

von Carlowitz, Hannß Carl (1713): Sylvicultura oeconomica. Leipzig. Online verfügbar unter https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=qi9XAAAAcAAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=sylvicultura+oeconomica+pdf&ots=3ZXZhvfhGU&sig=ouU3Jx_TMfQWBNQdSy8vfbXZscY#v=onepage&q&f=false.

Wachotsch, Ulrike; Kolodziej, Andrea; Specht, Bernhard; Kohlmeyer, Regina; Petrikowski, Falk (2014): E-Rad macht mobil. Potenziale von Pedelecs und deren Umweltwirkung. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_e-rad_macht_mobil_-_pelelecs_4.pdf.

Westermann, Georg (2012): Kosten-Nutzen-Analyse. Einführung und Fallstudien. Berlin: Schmidt, Erich (ESV basics).

Witzke, Sarah (2016): Carsharing und die Gesellschaft von Morgen. Dissertation. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-11841-9>, zuletzt überprüft am 22.07.2020

World Business Council for Sustainable Development (2001): Mobility. World mobility at the end of the twentieth century and its sustainability. [Conches-Geneva, Switzerland]: World Business Council for Sustainable Development.

World Business Council for Sustainable Development (2015): Sustainable urban mobility. Online verfügbar unter https://www.academia.edu/22071184/Methodology_and_indicator_calculation_method_for_World_Business_Council_for_Sustainable_Development_Sustainable_Mobility_Project_2.0_SMP2.0_Indicators_Work_Stream_sustainable_urban_mobility, zuletzt geprüft am 08.06.2020.

World Economic Forum (2020): Global Risk Report 2020. Online verfügbar unter http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf.

Zhou, Bin; Kockelman, Kara M. (2011): Opportunities for and Impacts of Carsharing: A Survey of the Austin, Texas Market. In: *International Journal of Sustainable Transportation* 5 (3), S. 135–152. DOI: 10.1080/15568311003717181.

Anhang

Nicht öffentliche Literaturquellen

Mit dieser Bachelorarbeit werden zusätzlich auf einem separaten Datenträger nicht-öffentliche Literaturquellen eingereicht.

Berechnungen

Um die Berechnungen besser nachvollziehen zu können, wird auf einem separaten Datenträger zusätzlich ein Excel-Dokument mit den verschiedenen Berechnungen eingereicht.

Stakeholderanalyse

Um zu messen, wie nachhaltig ein Projekt ist, muss ermittelt werden, ob das Projekt die Nachhaltigkeitsziele befriedigen kann. Allerdings existiert eine Vielzahl an Nachhaltigkeitszielen, die man überprüfen könnte, wie z.B. die sozialen Faktoren Bildung, Gesundheit, Lebensqualität, Arbeitslosenquote, Frauenquote, Sicherheit, Arbeitsbedingungen, usw.²⁶² Da die große Menge an Faktoren nicht für jedes Projekt überprüft werden kann, muss ausgewählt werden, welche zu dem Projekt passen und die größte Bedeutung haben. Bei der Herstellung von Kleidung könnte z.B. betrachtet werden, ob Sicherheitsstandards bei Subunternehmern in Entwicklungsländern gewährleistet werden. Laut Slaper²⁶³ sollten letztendlich Stakeholder und Experten bestimmen, welche Faktoren überprüft werden und wie man den Scope setzt (lokal, national, international). Um die Stakeholder für das eHubs-Projekt in Kempten zu ermitteln, wurde zunächst eine Stakeholderanalyse²⁶⁴ umgesetzt. Wie die folgende Tabelle zeigt, wurden mehrere Stakeholder identifiziert:

Tabelle 21: Stakeholderanalyse

<i>Hoch</i>	-Freistaat Bayern -BRD -EU	-Potenzielle Kunden	-Stadt Kempten -Bayern Innovativ -Interreg
Power	-Presse -NGOs	-Bürger von Kempten	-Potenzielle Dienstleister -Anwohner bei der eHubs Station
<i>Niedrig</i>	-Fahrzeughersteller mit Zulieferern -Softwarehersteller mit Zulieferern	-Ausländische Netzwerkorganisationen (POLIS, Autodelen.net, Taxistop)	-Involvierte Forschungsinstitute (Amsterdam University of Applied Science, University of Antwerpen, TU Delf, University of Newcastle)
	<i>Niedrig</i>	Interesse am Projekt	<i>Hoch</i>

²⁶² Vgl. Slaper (2011), S. 5; Pufé (2012), S. 31

²⁶³ Vgl. Slaper (2011), S. 6

²⁶⁴ Die Stakeholderanalyse wurde durchgeführt auf der theoretischen Grundlage von Mendelow (1981), S. 412) und dem Imperial College London ((2017), S. 2).

Aufgrund der großen Anzahl an Stakeholdern und dem damit verbundenen hohen Aufwand für eine Befragung, wurde in Absprache mit der Bayern Innovativ GmbH keine Stakeholderanalyse durchgeführt. Erschwerend kam zusätzlich die Coronapandemie und die damit verbundenen Ausgangssperren hinzu.