

Bachelorarbeit

Darstellung ausgewählter smarter Mobilitätsinstrumente im Hinblick auf die Klimaneutralität 2050 und Einsatzkon- zeption für eine Großstadt am Beispiel der Stadt Gelsen- kirchen

Titel der Arbeit

Oliver Kazmierski, Essen

Name, Geburtsort

Wirtschaft

Studiengang

Wirtschaft

Fachbereich

Westfälische Hochschule Gelsenkirchen, Bocholt, Recklinghausen

Hochschule

Prof. Dr. Karin Küffmann

Erstprüferin/Erstprüfer

Prof. Dr. Jürgen Propach

Zweitprüferin/Zweitprüfer

25. März 2020

Abgabedatum

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Akronymverzeichnis	III
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	2
1.2 Aufbau der Arbeit	3
2 Grundlagen von Smart City und Smart Mobility	4
2.1 Definition von Smart City	4
2.1.1 Entwicklung von Smart City	5
2.1.2 Leistungsdimensionen von Smart City	8
2.2 Definition Smart Mobility	12
3 Klimaziele und Umweltauflagen	14
3.1 Klimabelastung durch den Verkehr und seine Entwicklung	14
3.1.1 Richtlinien der Europäischen Union	15
3.1.2 Richtlinien der Bundesrepublik Deutschland	17
3.2 Klimaschutzplan 2050 und Maßnahmen im Mobilitätsbereich	18
4 Smart Mobility Maßnahmen und Verkehrskonzepte	20
4.1 Verkehrskonzept der Stadt Barcelona	20
4.2 Verkehrskonzept der Stadt Zürich	22
4.3 Verkehrskonzept der Stadt Wien	24
4.4 Verkehrskonzept der Stadt Amsterdam	27
4.5 Einschätzung der Konzepte	30
5 Anwendungsbeispiel an einer Stadt im Ruhrgebiet	32
5.1 Die Stadt Gelsenkirchen	32
5.2 Einsatzkonzeption für die Stadt Gelsenkirchen	33
5.2.1 Bedarfsanalyse der Stadt Gelsenkirchen	34
5.2.2 Aktuelle und zukünftige Maßnahmen	35
6 Zukunftsaussichten und Prognosen	40
7 Schlussbetrachtung	42
8 Literatur- und Quellenverzeichnis	45
9 Eidesstattliche Versicherung	55

Abkürzungs- und Akronymverzeichnis

5G	5. Generation der Mobilfunknetze
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EGovG	E-Government-Gesetz
EU	Europäische Union
FKW	Fluorkohlenwasserstoff
GPS	Global Positioning System
H-FKW	Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
Hrsg.	Herausgeber(in)
IEKP	Integriertes Energie- und Klimaprogramm
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
Kfz.	Kraftfahrzeug
km/h	Kilometer pro Stunde
LKW	Lastkraftwagen
LTE	Long-Term-Evolution
MaaS	Mobility as a Service
N ₂ O	Distickstoffoxid
NF ₃	Stickstofftrifluorid
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P&R	Park and Ride
PKW	Personenkraftwagen
SF ₆	Schwefelhexafluorid
UN	United Nations (Vereinte Nationen)
WLAN	Wireless Local Area Network

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung von Smart City	6
Abbildung 2: Leistungsdimensionen von Smart City.....	9
Abbildung 3: Vergleich der Sektorziele nach CO ₂ -Ausstoß	14
Abbildung 4: Entwicklung Klimaziele der EU.....	16
Abbildung 5: Kommunales Mobilitätsmanagement.....	36
Tabelle 6: Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen.....	37

1 Einleitung

Die Gesamtbevölkerung der Erde wächst zunehmend und wird laut Voraussage der Vereinten Nationen (United Nations - UN) auf ca. 9,7 Milliarden Menschen bis zum Jahr 2050 ansteigen.¹ Zudem wird sich der größte Teil der Weltbevölkerung in Großstädten bzw. in Ballungsgebieten ansiedeln.² Mit der zunehmenden Bevölkerungsdichte in diesen Gebieten steigt ebenfalls die damit verbundene Verkehrsproblematik.³ Etwa ein Drittel der deutschen Gesamtbevölkerung wohnt in Großstädten.⁴ Durch diesen Prozess nimmt gleichzeitig der Bedarf an Mobilität zu.⁵ Zugleich hat der Urbanisierungsprozess einen negativen Effekt auf die Umwelt. Belastung durch Lärm- und Luftemissionen sind die Resultate des höheren Verkehrsaufkommens.⁶ Zeitgleich sind immer strengere Umweltauflagen zur Reduktion von Emissionen und Begrenzung des Ausstoßes von schädlichen Abgasen in den Stadtzentren zu berücksichtigen und einzuhalten.⁷ Diese Faktoren begrüßen den Einsatz von nachhaltigen und umweltgerechten Mobilitätsinstrumenten und die Entwicklung von intelligenten und modernen Smart Mobility-Konzepten.⁸

Smart City ist eine durch Datenerfassung, unter anderem von Sensoren und Applikationen gestützte Methode, welche Problemfelder erfasst, analysiert und steuert. Städteplaner erhoffen sich durch die neuen technischen Möglichkeiten eine Anpassung und Steuerung des Verkehrsflusses innerhalb des Straßenverkehrs im Hinblick auf die Klimaziele.⁹ Durch die Verteilung der Verkehrsteilnehmer auf umweltfreundliche Verkehrsmittel und dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), können umweltbelastende Treibhausgase reduziert werden.¹⁰

Das gesamte Themenfeld ist durch seine Dynamik und Innovationskraft im stetigen Wandel.¹¹ Für die vorliegende Bachelorarbeit wurde wissenschaftliche Literatur verwendet, die vor allem die Definitionen des Smart City-Bereichs abdecken. Aufgrund der vorherrschenden Veränderungen und Entwicklung des Themenbereichs und

¹ Vgl. United Nations (2019).

² Vgl. Jaekel, M. (2015) S. 2.

³ Vgl. Etezadzadeh, C. (2015) S. 7.

⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt (2020).

⁵ Vgl. Heinrich, P. (2018) S. 170.

⁶ Vgl. Etezadzadeh, C. (2015) S. 6 f.

⁷ Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2020).

⁸ Vgl. Etezadzadeh, C. (2015) S. 28 f.

⁹ Vgl. Vogel, H.-J. u.a. (2018) S. 8–11.

¹⁰ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020).

¹¹ Vgl. Jaekel, M. (2015) S. 20.

besonders der zahlreichen Maßnahmen und Projekte der in Kapitel 4 aufgelisteten Städte, wurde diesbezüglich auf zahlreiche Quellen im Internet zurückgegriffen.

1.1 Problemstellung

Durch die steigende Bevölkerung und den gleichzeitig zunehmenden Mobilitätsbedarf, werden durch Verkehrsmittel mit Verbrennungsmotoren große Mengen an Schadstoffen¹² in die Umwelt entlassen. Besonders betroffen sind Ballungsgebiete mit einer hohen Verkehrsdichte.¹³ Unter Berücksichtigung der Klima- und Umweltauflagen müssen neue und nachhaltigere Konzepte entwickelt werden.¹⁴ An dieser Stelle knüpft die Arbeit an und stellt Verkehrskonzepte von vier europäischen Großstädten dar. Zusätzlich werden die Projekte und Maßnahmen der jeweiligen Verkehrskonzepte diskutiert. Die Entwicklung von Verkehrskonzepten mit der Vielzahl an Maßnahmen zur Mobilitätssteigerung und die gleichzeitige Einhaltung der Klima- und Umweltauflagen, führt zu Problematiken mit der sich die vorliegende Bachelorarbeit im weiteren Verlauf befassen wird. Für die Erarbeitung eines Einsatzkonzepts im Smart Mobility-Bereich für die Stadt Gelsenkirchen stellt sich die primäre Frage, „Welche Mobilitätsinstrumente sind in den nächsten Jahren notwendig und in welchem Umfang müssen diese erfolgen, um die Klimaneutralität 2050 zu erreichen?“. Der Vergleich der Verkehrskonzepte wirft zudem die Frage auf, „Existiert bereits unter den vier ausgewählten Verkehrskonzepten eins, das für die Stadt Gelsenkirchen angewendet werden kann?“. Ausgehend von der Komplexität und dem Umfang des Themengebiets Smart City, Smart Mobility und dem Klimaschutzplan 2050, ist es im Rahmen der Bachelorarbeit nicht möglich alle Mobilitätsinstrumente, Maßnahmen und Konzepte darzustellen und zu erläutern.¹⁵ Vielmehr beschränkt sich die vorliegende Arbeit auf jene Themengebiete, die zur Ausarbeitung einer Einsatzkonzeption für die Stadt Gelsenkirchen von Relevanz sind. Durch das sehr umfassende und komplexe Thema Smart City und seiner dynamischen Veränderung, ist eine Entwicklung einer umfangreichen Einsatzkonzeption nicht möglich. Es erfolgt eine Darstellung, wie andere europäische

¹² In der vorliegenden Arbeit werden alle schädlichen Gase wie CO₂ als Treibhausgase, Treibhausgasemissionen oder Schadstoffe zusammengefasst definiert.

¹³ Vgl. Etezadzadeh, C. (2015) S. 7.

¹⁴ Vgl. Etezadzadeh, C. (2015) S. 8.

¹⁵ Vgl. Flügge, B. (2016) S. 22 f.

Großstädte mit der Thematik umgehen und mit welchen Maßnahmen versucht wird die Klimaziele bis zum Jahr 2050 zu erreichen.

1.2 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema Smart Mobility in Hinblick auf die Klimaneutralität 2050 und der Frage, „Welche Mobilitätsinstrumente sind in den nächsten Jahren notwendig und in welchem Umfang müssen diese erfolgen, um die Klimaneutralität 2050 zu erreichen?“. In Kapitel 2 werden hierzu die Begriffe Smart City und Smart Mobility definiert. Zusätzlich zu den Begriffsdefinitionen, werden detailliertere Strukturen und Vorgänge diskutiert.

Die Klimaziele und Umweltauflagen werden in Kapitel 3 dargestellt. Diesbezüglich findet eine Aufteilung in Richtlinien der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland statt. In diesem Kapitel werden ausschließlich die zum Thema dieser Arbeit passenden Klimaziele für den Verkehrs- bzw. Mobilitätsbereich definiert. Nachdem die Begrifflichkeiten definiert und die Klimaziele erläutert wurden, werden in Kapitel 4 bereits bestehende Mobilitätskonzepte und -strategien von vier europäischen Großstädten dargestellt. Zu den Mobilitätskonzepten und -strategien zählen die Mobilitätsinstrumente bzw. Maßnahmen und die damit verbundenen Ziele. Dieses Kapitel unterstützt die Beantwortung der Frage: „Existiert bereits unter den vier ausgewählten Verkehrskonzepten eins, dass für die Stadt Gelsenkirchen angewendet werden kann?“. Im Anschluss werden die Konzeptionen mit ihren Maßnahmen und Zielen anhand von bestimmten Kriterien eingeschätzt.¹⁶ In Kapitel 5 erfolgt eine Ausarbeitung einer Einsatzkonzeption am Beispiel der Stadt Gelsenkirchen. Im ersten Schritt wird ein kurzes Profil der Stadt Gelsenkirchen dargestellt. Im Anschluss wird mithilfe der zuvor eingeschätzten Konzepte aus allen vier Städten aus Kapitel 4.5 eine Einsatzkonzeption erstellt. Die Zukunftsaussichten und Prognosen werden in Kapitel 6 diskutiert und abschließend dargestellt. Die Arbeit wird von einer kurzen Zusammenfassung der Erkenntnisse und einer Schlussbetrachtung abgeschlossen.

¹⁶ Die Kriterien werden in Kapitel 4.5 diskutiert.

2 Grundlagen von Smart City und Smart Mobility

Zunächst muss ein Grundverständnis für die Erarbeitung der Verkehrskonzepte im Smart Mobility-Bereich geschaffen werden. Im folgenden Kapitel werden diesbezüglich die Begrifflichkeiten und die Definitionen von Smart City und Smart Mobility erläutert. Dabei werden die Definitionen der einzelnen Begriffe aus bereits bestehenden Definitionen aufgestellt und diskutiert.

2.1 Definition von Smart City

Smart City ist ein aus der englischen Sprache zusammengesetzter Begriff. Das Wort „smart“ lässt sich definieren als clever oder intelligent.¹⁷ Das Wort „city“ bedeutet Stadt oder Großstadt.¹⁸ Auf Deutsch ist Smart City somit als „intelligente Stadt“ zu verstehen und beschreibt die dynamischen und intelligenten Eigenschaften einer modernen Großstadt. Es lassen sich ebenfalls mit den Anfangsbuchstaben von „smart“ nach Antoni Vives entscheidende Eigenschaften beschreiben und in ein sogenanntes Akrostichon darstellen.¹⁹

„S = SOCIAL

M = MEASURABLE

A = ADAPTABLE

R = REPRODUCIBLE

T = TRACEABLE“²⁰

Der Begriff Smart City lässt sich dennoch nicht eindeutig definieren, da die Begrifflichkeit nach Sichtweisen der Unternehmen oder des öffentlichen Sektors verschieden aufgefasst werden.²¹ Daher existiert eine Vielzahl von Definitionen in der wissenschaftlichen Literatur, jedoch stimmen diese in den Kerneigenschaften überein. Eine mögliche Definition kann dementsprechend lauten: „Die Smart City ist ein komplexes, adaptives und heterogenes System.“²².

¹⁷ Dudenredaktion (o. J.): „smart“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/node/167654/revision/167690> (Abrufdatum: 27.02.2020).

¹⁸ Dudenredaktion (o. J.): „city“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/node/28825/revision/28854> (Abrufdatum: 27.02.2020).

¹⁹ Vgl. Vives, A. (2017) S. 78.

²⁰ Vives, A. (2017) S. 78.

²¹ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 4.

²² Jaekel, M. (2015) S. 20.

Smart City ist der Oberbegriff aller Entwicklungskonzepte, die es Städten und deren Städteplaner ermöglicht, mithilfe von technischen Entwicklungen und Informations- und Kommunikationstechniken (IKT), das Leben für die Bewohner der Stadt im Hinblick auf Nachhaltigkeit, Effizienz, Umweltschutz, sozialem Zusammenleben und politischer Mitbestimmung zu modernisieren und gleichzeitig die Lebensqualität zu steigern.²³ Die Digitalisierung hat es ermöglicht die Gestaltung von Smart City-Konzepten unkomplizierter und zielgesteuerter zu gestalten, indem sie Dienstleistungen, Prozesse und Infrastrukturen vernetzt. Eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen ist als Kernziel eines Smart City-Konzepts zu definieren.²⁴ Beispielsweise können durch intelligente und systemgesteuerte Verkehrsüberwachung, besonders in Ballungsräumen und in den Stadtzentren die Staurisiken und die damit verbundenen Umweltbelastungen für die Bewohnerinnen und Bewohner minimiert werden.²⁵

2.1.1 Entwicklung von Smart City

Die Motivation für eine Stadt sich zu einer Smart City weiter zu entwickeln, ist von verschiedenen Faktoren und Strukturen der Stadt abhängig. Beweggründe für einen solchen Wandel können beispielsweise die ansteigende Urbanisierung, sowie der demografische Wandel sein. Das Voranschreiten der Digitalisierung erfordert den Einsatz neuer digitaler Technologien, um den Strukturwandel in der Gesellschaft zu bedienen und das „smarter“ werden der Stadt zu fördern.²⁶

In der folgenden Abbildung 1 wird der Entwicklungsprozess von Smart City 1.0 zu Smart City 4.0 grafisch veranschaulicht.

²³ Vgl. Siepermann, M. (2018).

²⁴ Vgl. Etezadzadeh, C. (2015) S. 45–47.

²⁵ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 8 f.

²⁶ Vgl. Jaekel, M. (2015) S. 17.

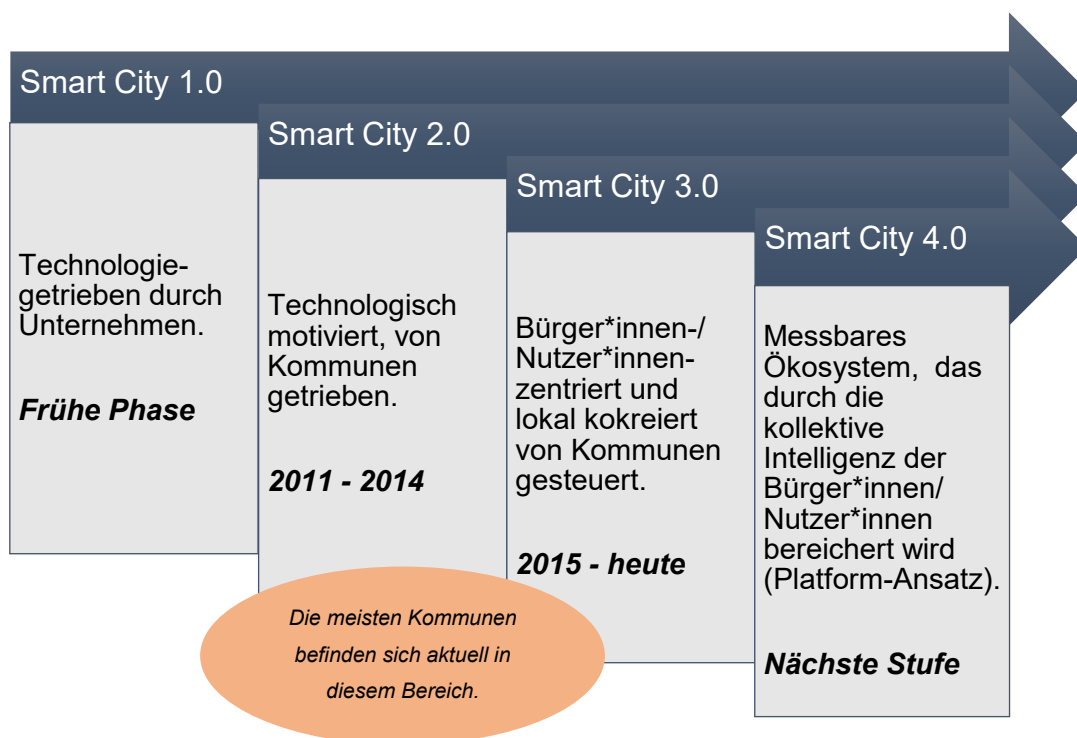


Abbildung 1: Entwicklung von Smart City²⁷

Wie im Vorfeld genannt wurde, ist die Entwicklung einer Smart City ein kontinuierlicher Prozess. Vorrangig motivierten die Technologieunternehmen die Kommunen zur ersten Entwicklungsstufe Smart City 1.0. Diese Unternehmen haben mit ihrem technologischen Fortschritt, Lösungsansätze und Strategien für die Kommunen bereitstellen können. Dieser Antrieb, der von den Technologieunternehmen ausging, motivierte die Kommunen eigenständige Anstrengungen hinsichtlich Smart City zu betreiben. In der Stufe 2.0 haben die Kommunen die Chance wahrgenommen, eigenständige Entwicklungen von Smart City-Projekten und Lösungen zu erarbeiten. Der Entwicklungsprozess 3.0 sieht die Einbindung der Bevölkerung und Stakeholder²⁸ vor. Dabei wird bewusst auf die Bevölkerung und Stakeholder zugegangen und in die Entwicklungsprozesse von Smart City-Maßnahmen eingebunden. Die meisten Kommunen befinden sich entweder in der Stufe 2.0 oder in der Stufe 3.0. In der bevorstehenden Stufe 4.0,

²⁷ In Anlehnung Bart Gorynski/Paul Mikolajczyk (2019) S. 4.

²⁸ Dudenredaktion (o. J.): „Stakeholder“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/node/172414/revision/172450> (Abrufdatum: 20.03.2020). Stakeholder sind Interessengruppen wie z. B. Mitarbeiter, Aktionäre und Kunden.

wird hinsichtlich der Einbindung der Bevölkerung und weiterer Stakeholder, noch stärker eingegangen. Dabei soll die Kommune als eine Plattform²⁹ wahrgenommen und verstanden werden. Der Fokus liegt bei den zielgerechten und bedarfsorientierten Abläufen. Zudem soll ein messbares Ökosystem geschaffen werden und gleichzeitig die Attraktivität der Kommune gesteigert werden.³⁰

Unter den Begriff „smart“ lässt sich im Kontext Smart City eine Vielzahl von Eigenschaften beschreiben. Darunter kann bspw. die Intelligenz verstanden werden, die innovative Ausgangspunkte zusammen mit neuen IKT verknüpft. Unter anderem beschreibt es die Integrationsfähigkeit und Effizienz im Vergleich zu den alten und herkömmlichen Stadtsystemen. Die Integrationsfähigkeit ist die Vernetzung der einzelnen Themenbereiche einer Stadt. Unterdessen beschreibt die Effizienz den nachhaltigen und verlustfreien Einsatz von Ressourcen. Es soll mit geringstmöglichem Einsatz von Ressourcen der maximalgrößte Nutzen erzielt werden. Die Systeme haben im Sinne von „smart“ einen hohen Grad an Anpassungsfähigkeit. Intelligent an einer Smart City ist außerdem die Adaptivität, welche die Fähigkeit der Anpassung an neue Systeme beschreibt und dabei die eigene ursprüngliche Funktionsweise bewahrt. Die zuvor genannten Merkmale einer Smart City führen zusätzlich zur Attraktivitätssteigerung einer Stadt bzw. Kommune für die Bevölkerung und Stakeholder. Hierdurch können bspw. weitere Stakeholder motiviert werden zu investieren.³¹

Doch nicht nur die eigenen Interessen zu verfolgen gilt als „smart“. Darüber hinaus gibt es als intelligenten Ansatz die Bestrebung die Städte miteinander zu vernetzen. Dies kann u. a. auf der Datenebene geschehen. Hierzu können, dank Open Data³², Informationen bereitgestellt werden. Die Methode stellt hierbei öffentliche Daten für die Bevölkerung, Stakeholder und andere Städte und Kommunen zur Verfügung.³³

Mit Smart Cities werden Ballungsräume und Siedlungen mit urbanen Strukturen beschrieben, die durch die Integration von modernen IKT durch die Vernetzung

²⁹ Eine Plattform ist in diesem Zusammenhang als eine digitalbasierte Ebene, die einen standardisierten Informationsaustausch ermöglicht.

³⁰ Vgl. Bart Gorynski/Paul Mikolajczyk (2019) S. 7 f.

³¹ Vgl. Jaekel, M. (2015) S. 21 f.

³² Es werden nur geeignete Daten veröffentlicht und vom § 12 a EGovG sichergestellt.

³³ Vgl. Jaekel, M. (2015) S. 22.

angepasster Strategien hinsichtlich der Ökonomie, Ökologie und dem Einsatz von ressourcenschonenden Produkten und Dienstleistungen agieren.³⁴

2.1.2 Leistungsdimensionen von Smart City

Smart City ist wie im Kapitel 2 genannt, der Oberbegriff aller Entwicklungskonzepte und lässt sich in sechs Leistungsdimensionen gliedern. Hierzu erfolgt eine Gliederung nach Rudolf Griffinger von der Technischen Universität in Wien.³⁵

- „Smart Economy (Competitiveness)
- Smart People (Social and Human Capital)
- Smart Governance (Participation)
- Smart Mobility (Transport and ICT)
- Smart Environment (Natural resources)
- Smart Living (Quality of life)“³⁶

Die einzelnen Leistungsdimensionen befinden sich im nichtlinearen Zusammenspiel und sind in ihrem Verhalten durch Anpassungen im Grunde nicht vorhersehbar. Jedoch können durch Struktur- und Organisationsentwicklungen gezielte Rahmenbedingung geschaffen werden, welche die Entwicklung der Smart City unterstützen.³⁷

Zusätzlich zur Gliederung von Griffinger, lässt sich eine weitere Leistungsdimension definieren; Smart Health.³⁸ So wird folglich in der wissenschaftlichen Literatur, in Fachzeitschriften, im Unternehmensbereich und im öffentlichen Sektor oftmals von sechs oder sieben Leistungsdimensionen gesprochen. In dieser Arbeit werden jedoch die sechs Leistungsdimensionen definiert und diskutiert. Die Abbildung 2 zeigt die sechs Leistungsdimensionen und die Inhalte einer Smart City nach Rudolf Griffinger.

³⁴ Vgl. Plattform „Innovative Digitalisierung der Wirtschaft“ im Nationalen IT-Gipfel/Fokusgruppe Intelligente Vernetzung / Projektgruppe Smart Cities/Regions (2015) S. 8.

³⁵ Vgl. Griffinger, R. u.a. (2007) S. 11 f.

³⁶ Griffinger, R. u.a. (2007) S. 12.

³⁷ In enger Anlehnung an Jaekel, M. (2015) S. 20.

³⁸ Vgl. Plattform „Innovative Digitalisierung der Wirtschaft“ im Nationalen IT-Gipfel/Fokusgruppe Intelligente Vernetzung / Projektgruppe Smart Cities/Regions (2015) S. 8.

Smart City					
Smart Economy	Smart People	Smart Governance	Smart Mobility	Smart Environment	Smart Living
Innovationsgeist	Qualifizierungsgrad	Beteiligung an der Entscheidungsfindung	Lokale Zugänglichkeit	Attraktivität der natürlichen Bedingungen	Kultureinrichtungen
Unternehmergeist	Affinität zum lebenslangen Lernen	Öffentliche und soziale Dienste	Nationale und internationale Zugänglichkeit	Umweltschutz	Gesundheitsbedingungen
Wirtschaftliches Image und Marken	Soziale und ethnische Vielfalt	Transparente Staatsführung	Verfügbarkeit der IT-Infrastruktur	Umweltverschmutzung	Individuelle Sicherheit
Produktivität	Flexibilität	Politische Strategien und Perspektiven	Nachhaltiges Ressourcenmanagement	Nachhaltiges Ressourcenmanagement	Wohnqualität
Flexibilität des Arbeitsmarkts	Kreativität	Gewässer und die Wasseraufbereitung		Bildungseinrichtungen	
Internationale Einbindung	Teilnahme am öffentlichen Leben	Grünflächen		Attraktivität für Touristen	
Fähigkeit zur Verwandlung	Weltbürgertum			Sozialer Zusammenhalt	

Abbildung 2: Leistungsdimensionen von Smart City³⁹

Smart Economy

Unter den Begriff Smart Economy fallen alle unternehmerischen und wirtschaftlichen Aktivitäten; es umfasst die Wirtschaftlichkeit der Stadt.⁴⁰ Darunter versteht man die Faktoren, wie Innovationsgeist, Unternehmertum, Produktivität, Arbeitsmarktflexibilität und Internationalität.⁴¹ Bei Smart Economy ist die Bereitstellung der offenen Daten (Open Data) durch die Kommune zu leisten.⁴² Diese kann Standortdaten und weitere Informationen, beispielsweise von Abfallcontainern oder WLAN-Hotspots, freizugänglich veröffentlichen. Folglich wird eine Schnittstelle zwischen der bereitstellenden Kommune, anderer Kommunen, Privatpersonen und den Unternehmen geschaffen.⁴³

³⁹ In Anlehnung an Giffinger, R. u.a. (2007) S. 12.

⁴⁰ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 5.

⁴¹ Vgl. Giffinger, R. u.a. (2007) S. 22.

⁴² Vgl. Bernhard Krabina/Mario Wiedemann (2019).

⁴³ Vgl. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2017).

Smart People

Smart People stellt die sozialen, kulturellen und fachlichen Kompetenzen der Bewohnerinnen und Bewohner in den Vordergrund. Im engeren Sinne geht es um Human- und Sozialkapital.⁴⁴ Folgende Faktoren umfassen die Dimension Smart People: Grad der Qualifikation, Affinität zum lebenslangen Lernen, soziale und ethnische Vielfalt, Flexibilität, Kreativität, Weltbürgertum, Aufgeschlossenheit und die Teilnahme der Akteure am öffentlichen Leben. Dies kann erreicht bzw. gefördert werden durch gezielte Kulturangebote und Veranstaltungen.⁴⁵

Smart Governance

Smart Governance umfasst die Einbindung der Bürgerinnen und Bürger in städtische und politische Entwicklungsprozesse. In dieser Dimension sollen Bürgerinnen und Bürger bspw. zum Dialog und Austausch mit der Stadtverwaltung in Kontakt treten. Darüber hinaus werden sogenannte Plattformen und Servicekonten zur Verfügung gestellt. Hierbei können die Bürgerinnen und Bürger aktiv an der Entwicklung teilnehmen oder zumindest den aktuellen Entwicklungszustand einsehen. Es soll gewisse Transparenz geschaffen werden und dadurch die Akzeptanz von Bauprojekten oder anderen städtischen Entscheidungen erhöht werden. Des Weiteren sollen Behördengänge durch Onlineverfahren vereinfacht werden.⁴⁶ Als Beispiel wäre an dieser Stelle das Projekt der Stadt Gelsenkirchen „Smartphone-Bürger ID“ zu nennen. Ab Anfang 2022 sollen für die Bürgerinnen und Bürger der Stadt Gelsenkirchen die meisten Behördengänge wegfallen und stattdessen mit dem Smartphone oder Tablet erledigt werden können.⁴⁷ Zusammengefasst sind die Teilnahme an politischen Entscheidungen, die öffentlichen und sozialen Dienstleistungen, sowie die transparente Verwaltung die Faktoren, die dem Smart Governance zuzuordnen sind.⁴⁸

Smart Environment

Bei Smart Environment liegt der Umweltschutz und der nachhaltige Ressourceneinsatz im Fokus. Dies kann insbesondere durch den Schutz und der Instandhaltung der

⁴⁴ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 6.

⁴⁵ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 6.

⁴⁶ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 6.

⁴⁷ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020a).

⁴⁸ Vgl. Giffinger, R. u.a. (2007) S. 22.

bestehenden Grünflächen und gezielter Begrünung der städtischen Flächen erzielt werden.⁴⁹ Dabei können, wie z. B. die Gebäude „Bosco Verticale“⁵⁰ (zu Deutsch: Vertikaler Wald) in Mailand (Italien) mit Begrünung der Fassade und Balkone oder wie das aktuelle Förderprogramm „1.000 Grüne Dächer“⁵¹ des Landes Berlin durch Begrünung der Dächer, mögliche Maßnahmen darstellen. Auch die Errichtung von öffentlichen Grünanlagen kann eine solche Maßnahme sein und trägt aktiv zur Verbesserung der Luftqualität und des innerstädtischen Mikroklimas bei. Der Umweltschutz, die Erfassung und Lokalisierung von Umweltverschmutzung, der nachhaltige Ressourceneinsatz und die damit verbundene Steigerung der Attraktivität der Stadt, sind die entscheidenden Bestandteile des Smart Environments.⁵² Smart Mobility kann durch intelligente und umweltfreundliche Verkehrskonzepte einen positiven Beitrag für das Smart Environment beitragen.⁵³ An dieser Schnittstelle kann verdeutlicht werden, wie die einzelnen Teilbereiche bzw. Dimensionen der Smart City verknüpft sind, ineinandergreifen und in Abhängigkeit zueinanderstehen.

Smart Living

Die Lebensqualität steht bei Smart Living im Vordergrund.⁵⁴ Unter Lebensqualität wird die Sicherheit durch Polizei und Justiz, die medizinische Versorgung, die Verfügbarkeit und der Zugang zu kulturellen Einrichtungen, Touristenattraktionen wie beispielsweise Sehenswürdigkeiten, die Wohnqualität und der soziale Zusammenhalt verstanden.⁵⁵

Smart Mobility

Der Begriff Mobilität hat seinen Ursprung im lateinischen Wort „mobilitas“⁵⁶ und bedeutet Beweglichkeit von Individuen und Gruppen. In Smart Mobility werden alle Faktoren der Mobilität aufgegriffen und zusammengefasst. Im Zuge der Arbeit wird

⁴⁹ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 8.

⁵⁰ Vgl. Boeri, S. (o.J.).

⁵¹ Vgl. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2019).

⁵² Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 8 f.

⁵³ Vgl. Giffinger, R. u.a. (2007) S. 11 f.

⁵⁴ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 9.

⁵⁵ Vgl. Giffinger, R. u.a. (2007) S. 23.

⁵⁶ Dudenredaktion (o. J.): „Mobilität“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/node/98115/revision/98151> (Abrufdatum: 18.02.2020).

im darauffolgenden Kapitel 2.2 eine detaillierte Definition und Darstellung der Leistungsebene Smart Mobility diskutiert.

2.2 Definition Smart Mobility

„Smart Mobility umfasst als Leistungsdimension Faktoren wie nachhaltige, innovative und sichere Verkehrssysteme.“⁵⁷ Smart Mobility setzt im Zuge der Digitalisierung auf eine sensor- und echtzeitdatenbasierte Analyse der Mobilitätsinfrastruktur. Der Verkehr kann mithilfe der bereitgestellten Daten in Echtzeit den Verkehr nach Belastung für die Straßen und der Umwelt umgeleitet bzw. verteilt werden. Eine solche Maßnahme hat gleichzeitig einen positiven Effekt auf die Umweltbelastung durch den Ausstoß von Schadstoffen und Lärmbelastung. Jedoch wird nicht nur der Straßenverkehr eingebunden, sondern es werden alle Verkehrsmittel miteinander vernetzt und bilden ein gesamtheitliches Verkehrskonzept.⁵⁸

Dabei durchläuft die bestehende Mobilität einen Transformationsprozess zu Smart Mobility. Mehrere Prozesse laufen hierbei parallel zueinander und verändern das Bewusstsein der Mobilität. Ein Teil von diesem Transformationsprozess ist bspw. der Verzicht vom eigenen PKW. Die Mobilität wird bedarfsgerecht gestaltet und es werden vermehrt Sharing-Angebote zur Verfügung gestellt. Ein weiterer Schritt ist die Mobilität vollständig zu integrieren und zu vernetzen. Die bereitgestellten Daten müssen standardisiert und zur Verfügung gestellt werden, damit eine Kommunikation und somit optimale Abstimmung aller Verkehrsteilnehmer stattfinden kann. Hierbei unterstützt die Digitalisierung den Transformationsprozess zusätzlich.⁵⁹

Die Entwicklung vom Mobiltelefon zum Smartphone und im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie, haben den Prozess zu Smart Mobility angetrieben.⁶⁰ Durch die Weiterentwicklung der IKT lässt sich zunehmend die Nutzung von Mobilitätsangeboten intelligenter steuern und bedarfsgerechter anpassen. Problematisch kann es in dem Bereich werden, wenn die Mobilfunkinfrastruktur nicht im gleichen Zuge ausgebaut und angepasst wird. Konkreter ist eine flächendeckende LTE- und 5G-Netzabdeckung notwendig, um die gesendeten und empfangenen Daten mit leistungsstarken Servern verarbeiten zu können. Diese Weiterentwicklung und

⁵⁷ Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 6.

⁵⁸ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) 8-12.

⁵⁹ Vgl. Flügge, B. (2016) S. 81.

⁶⁰ Vgl. Vogel, H.-J. u.a. (2018) S. 8 f.

Bereitstellung der Infrastruktur ist notwendig um das Mobilitätsangebot weiter auszubauen und zu optimieren. Autonom fahrende Fahrzeuge können mithilfe von Echtzeitdaten mit ihrer Umwelt kommunizieren und interagieren, somit findet eine optimale Verteilung der Verkehrskapazitäten statt.⁶¹

Smart Mobility baut auf bestehende Mobilitätskonzepte auf und optimiert diese mit IKT. Dabei werden mehrere Ziele gleichermaßen verfolgt. Die Energieeffizienz des Mobilitätsangebots soll gesteigert und gleichzeitig eine Minderung der Emissionen erzielt werden. Smart Mobility steht übergeordnet für eine nachhaltige und ressourcenschonende Verkehrspolitik. Es werden zusätzliche Mobilitätsinstrumente wie alternative Fortbewegungsmittel und Vernetzung der Infrastruktur in die bestehende Infrastruktur integriert. Das Mobilitätsangebot soll ebenfalls kostengünstig, komfortabel und großzügig für die Nutzer gestaltet werden.⁶²

Neben den Umweltschäden entstehen durch bspw. Verkehrsstaus, als Resultat einer ungünstigen Verkehrsplanung, zusätzlich finanzielle Schäden. So ist jährlich ein Schaden in Höhe von einem Prozentpunkt des BIPs für die Volkswirtschaft zu verzeichnen.⁶³ Hier können ausgereifte und intelligente Verkehrssteuerungen zum Einsatz kommen, um Verkehrsstaus in der Bundesrepublik Deutschland und EU-weit zu verringern.

⁶¹ Vgl. Flügge, B. (2016) S. 92–98.

⁶² Vgl. Proff, H. u.a. (2012) S. 528.

⁶³ Vgl. Müller-Seitz, G. u.a. (2016) S. 4.

3 Klimaziele und Umweltauflagen

Im folgenden Kapitel werden die Klimaziele und Umweltauflagen der Europäischen Union (EU) und der Bundesrepublik Deutschland dargestellt. Diese Regelungen und Bestimmungen sind verbindlich für die Mitgliedsstaaten der EU, der Bevölkerung und der Stakeholder.⁶⁴ Der Anstieg der Treibhausgasemissionen hat globale Auswirkungen auf das Klima.⁶⁵ Der nachfolgende Fokus liegt dabei auf einen kleinen Bereich des Klimaschutzes, auf der Ebene des Verkehrssektors. Hierzu werden Entwicklungen, Grenzwerte, Ziele und Maßnahmen genannt, um einen Einblick in den Klimaschutzplan 2050 zu geben.

3.1 Klimabelastung durch den Verkehr und seine Entwicklung

Der Klimaschutzplan wird in fünf Sektoren unterteilt: Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Landwirtschaft und Verkehr.⁶⁶ Die folgende Abbildung 3 zeigt den CO₂-Ausstoß gemessen in Tonnen in der Bundesrepublik Deutschland von 1990 bis zum Jahr 2014 und den prognostizierten Werten für das Jahr 2030 mit den Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Landwirtschaft und Verkehr im Vergleich.

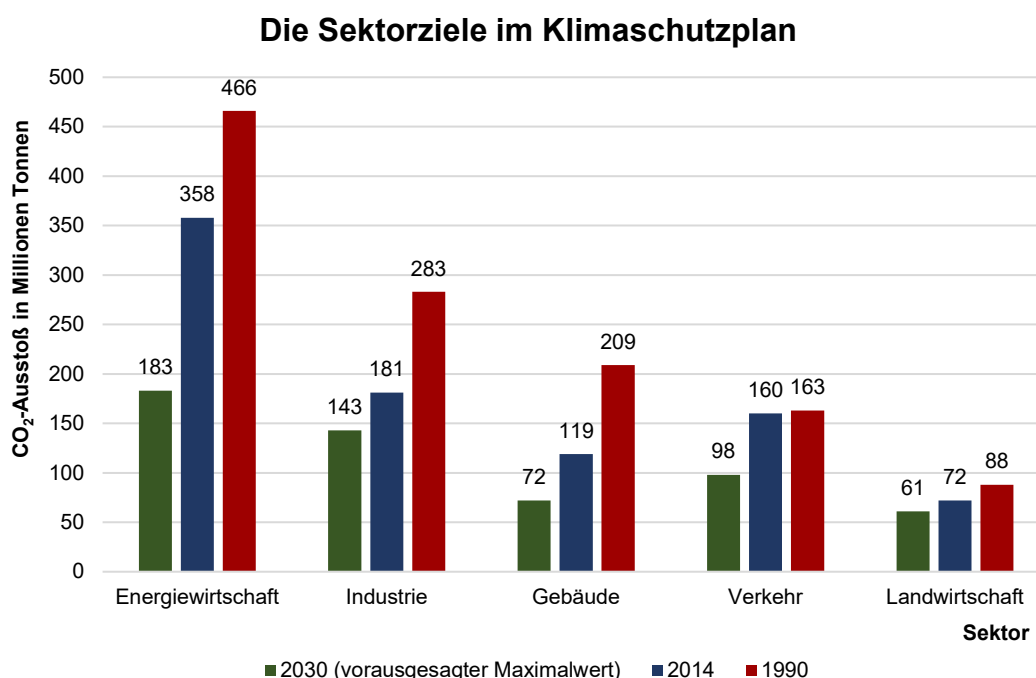


Abbildung 3: Vergleich der Sektorziele nach CO₂-Ausstoß⁶⁷

⁶⁴ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016) S. 12.

⁶⁵ Vgl. European Commission (2020c).

⁶⁶ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020).

⁶⁷ In Anlehnung an Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020).

Im Verkehrssektor ist der CO₂-Ausstoß in 24 Jahren im Zeitraum von 1990 bis 2014 um 3 Millionen Tonnen (entspricht ca. 1,8 %) gesunken. Zum Vergleich ist in den anderen Sektoren im gleichen Zeitraum ein deutlicherer Rückgang des CO₂-Ausstoßes zu verzeichnen. Um das Ziel in den darauffolgenden 16 Jahren für das Jahr 2030 von einem maximalen Ausstoß von 98 Millionen Tonnen CO₂ zu erreichen, müssen beginnend ab dem Jahr 2014, ca. 38 % an Ausstoß reduziert werden. Bei einer Gegenüberstellung beider Werte, eine Reduzierung des CO₂-Ausstoßes von ca. 1,8 % in 24 Jahren und eine Reduzierung von 38 % in 16 Jahren, wird deutlich, dass Anpassungen der Verkehrskonzepte und die Integration nachhaltiger Mobilitätsinstrumente für die Zielerreichung zeitnah zu realisieren sind.

3.1.1 Richtlinien der Europäischen Union

Die EU hat mit ihren 27 Mitgliedsstaaten⁶⁸ zur Erreichung von klima- und energiepolitischen Zielen eigene Beschlüsse und internationale Rahmenkonventionen aufgenommen. Dabei werden von der EU mittel- und langfristige Ziele definiert. Im Jahr 2002 hat sich die EU im Rahmen des Kyoto-Protokolls⁶⁹ (Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen) in der ersten Verpflichtungsperiode verbindlich dazu entschieden, den durchschnittlichen Ausstoß von Emissionen der sechs entscheidendsten Treibhausgase im Zeitraum von 2008 bis 2012 gegenüber dem Basisjahr 1990 um 8 % zu verringern.

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels und Kapitel 3.1.2 beziehen sich die Prozentzahlen auf das Basisjahr 1990.⁷⁰ Die Gase Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), Fluorkohlenwasserstoff (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) wurden dabei als die sechs entscheidendsten Treibhausgase definiert. Im Zuge der zweiten Verpflichtungsperiode hat die EU ein siebtes Treibhausgas aufgenommen. Das Gas Stickstofftrifluorid (NF₃) soll sukzessiv in den Jahren 2013 bis 2020 um 20 % reduziert werden.⁷¹

Die folgende Abbildung 4 zeigt anhand eines Graphen die drei Hauptmaßnahmen zum Umweltschutz, deren zeitlichen Verlauf und die Zielvorgaben bis zum Jahr 2030.

⁶⁸ Vgl. Europäische Union (2020).

⁶⁹ Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2009).

⁷⁰ Vgl. European Commission (2020b).

⁷¹ Vgl. Umweltbundesamt (2019a).

Dargestellt wird die Erhöhung der Anteile der erneuerbaren Energien, die Reduzierung des Primärenergieverbrauchs in Form von Energieeffizienz und die Reduzierung der Treibhausgase.

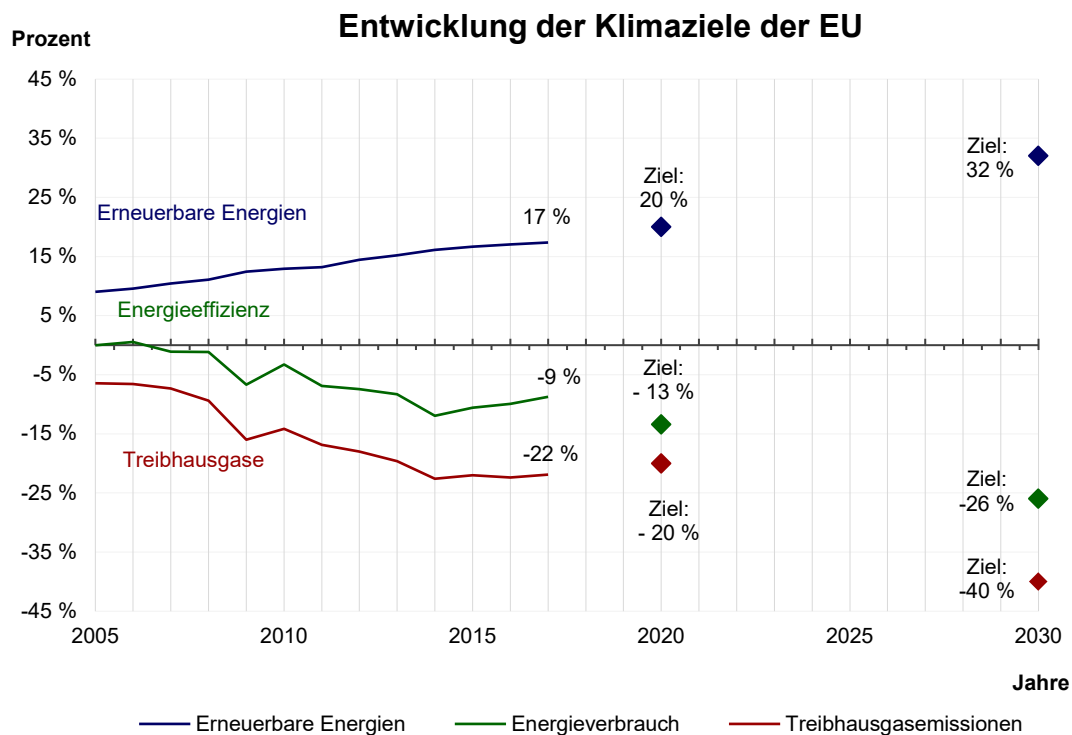


Abbildung 4: Entwicklung Klimaziele der EU⁷²

Um die mittelfristigen Ziele zu erreichen, sind im Jahr 2009 weitere Regelungen in Kraft getreten und verpflichtet die EU zu zusätzlichen Auflagen bis zum Jahr 2020 im Rahmen des Klima- und Energiepaketes.⁷³ Diese Zielvorgaben sehen eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 20 % vor. Die gesamterzeugte Energie soll auf 20 % aus erneuerbaren Quellen stammen und die Energieeffizienz soll um 20 % gesteigert werden, im Vergleich zu einer Entwicklung ohne Effizienzanstrengung.

Ein weiteres Zwischenziel bzw. ein Meilenstein (Beschluss Juni 2018) ist die Senkung der Treibhausgasemissionen um 40 % bis zum Jahr 2030. Dabei werden die Maßnahmen aus dem Zeitraum 2008 bis 2012 verschärft und erfordern eine noch striktere Umsetzung. Die Treibhausgasemissionen sollen um 40 % reduziert werden, die

⁷² In Anlehnung an European Environment Agency (2018) S. 9.

⁷³ Vgl. Umweltbundesamt (2019a).

gesamterzeugte Energie soll zu 30 % aus erneuerbaren Energien stammen und die Energieeffizienz um 32,5 % bis zum Jahr 2030 gesteigert werden.⁷⁴

Das langfristige Ziel ist die Reduzierung der Treibhausgasemissionen aller EU-Staaten bis zum Jahr 2050 auf 80 % bis 95 % zu senken.⁷⁵

In der ersten Etappe der Zielerreichung konnten die Zielvorgaben aus dem Kyoto-Protokoll im Zeitraum von 2008 bis 2012 erreicht werden. Nach Einschätzung der EU lässt sich das bestehende Ziel für die Steigerungsrate von erneuerbaren Energiequellen bis 2020 erreichen, vorausgesetzt es kann den Trend der Steigerung des Energieverbrauchs mit bestehenden Marktbarrieren entgegenwirken. Für die Jahre 2030 und 2050 ist für die sukzessive Zielerreichung eine deutliche Erhöhung der Ausbaurrate für erneuerbare Energiequellen unabdingbar. Die Steigerung der Energieeffizienz ist seit dem Jahr 2014 rückläufig und es müssen zur Erreichung der Zielvorgabe für die Jahre 2020 und 2030 ambitioniertere politische Maßnahmen ergriffen werden. Es ist laut Experten der EU von einer Zielerreichung der Treibhausgasminderung für das Jahr 2020 auszugehen. Jedoch gilt dies nicht für die mittel- und langfristigen Ziele. Um ein Erreichen der Vorgaben für die Jahre 2030 und 2050 zu gewährleisten sind strengere und effektivere politische Maßnahmen gefordert.⁷⁶

3.1.2 Richtlinien der Bundesrepublik Deutschland

Die Bundesregierung hält sich bei der Orientierung der eigenen Vorgaben für den Klimaschutz an internationale Abkommen, insbesondere an die der UN. Maßgeblich für die Orientierung sind das Kyoto-Protokoll und das Übereinkommen von Paris⁷⁷.

Die Bundesregierung hat als zentrales Ziel der Klimaschutzpolitik die Minderung der Treibhausgasemissionen gesetzt. Die nationalen Treibhausgasemissionen sollen dabei sukzessiv bis zum Jahr 2050 um 80 % bis 95 % im Vergleich zum Jahr 1990 gesenkt werden.⁷⁸ „Diese Ziele wurden bereits mit dem Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Bundesregierung beschlossen.“⁷⁹ Das IEKP umfasst dabei 29 Maßnahmen zur Erreichung des Ziels. Unter den 29 Maßnahmen der Bundesregierung sind

⁷⁴ Vgl. European Commission (2016).

⁷⁵ Vgl. Umweltbundesamt (2019a).

⁷⁶ Vgl. European Environment Agency (2018) S. 8.

⁷⁷ Vgl. European Commission (2020a).

⁷⁸ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020a).

⁷⁹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020b).

dementsprechend Maßnahmen genannt, die die Mobilität betreffen. Folgende Maßnahmen sind dem Mobilitätsbereich zuzuordnen:

- Punkt 7: Förderprogramme für Klimaschutz und Energieeffizienz⁸⁰
- Punkt 16: CO₂-Strategie PKW⁸¹
- Punkt 18: Umstellung der Kfz-Steuer auf CO₂-Basis⁸²
- Punkt 19: Verbrauchskennzeichnung für PKW⁸³
- Punkt 20: Verbesserte Lenkungswirkung der LKW-Maut⁸⁴
- Punkt 21: Flugverkehr⁸⁵
- Punkt 22: Schiffsverkehr⁸⁶
- Punkt 26: Elektromobilität⁸⁷

Insgesamt 8 von 29 Maßnahmen (entsprechen ca. 28 %) betreffen den Mobilitätsbereich. Die einzelnen Maßnahmen werden keiner Gewichtung zugeordnet. Hiermit wird offenkundig, wie dringlich weiterentwickelte und moderne Mobilitätsstrategien und -konzepte gefordert sind.

3.2 Klimaschutzplan 2050 und Maßnahmen im Mobilitätsbereich

Um die Klimaziele für das Jahr 2030 und letztendlich für das Jahr 2050 zu erreichen, hat die Bundesregierung im November 2016 den Klimaschutzplan 2050 verabschiedet.⁸⁸ In einer 92 seitigen Broschüre⁸⁹ hat die Bundesregierung Grundsätze und Ziele definiert, wie bereits in Kapitel 3.1.2 erwähnt. Darüber hinaus wurde ein Leitfaden und Anweisungen vorgelegt, wie die Ziele zu erreichen sind.⁹⁰ Eine Nennung und Erläuterung beschränkt sich allein auf den Smart Mobility-Bereich.

Für eine konsequente Zielerreichung muss weitestgehend auf fossile Kraftstoffe verzichtet werden und ein nachhaltiges und klimafreundliche Mobilitätskonzept

⁸⁰ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2007) S. 18 f.

⁸¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2007) S. 30.

⁸² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2007) S. 32.

⁸³ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2007) S. 33.

⁸⁴ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2007) S. 34.

⁸⁵ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2007) S. 35 f.

⁸⁶ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2007) S. 37.

⁸⁷ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2007) S. 42 f.

⁸⁸ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020).

⁸⁹ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016).

⁹⁰ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020).

entwickelt werden. Im Klimaschutzplan 2050 werden zur Erreichung der Klimaziele im Mobilitätsbereich die Grundsätze⁹¹ der Smart Mobility verfolgt.

Die Gestaltung der Verkehrspolitik bis zum Jahr 2050 und darüber hinaus, soll eine kostengünstige, ressourcenschonende, stabile und ökonomische Mobilität ermöglichen. Die fortschreitende Digitalisierung unterstützt diesen Prozess. Durch eine intelligente Vernetzung der Verkehrsteilnehmer und der Infrastruktur, wird die Effizienz gesteigert. So können in echtzeitberechnete Mobilitätsangebote, die Mobilitätskapazitäten nach Auslastung verteilen. Durch die Automatisierung und Vernetzung der Mobilität, werden die Verkehrswege und Verkehrsangebote optimal genutzt bzw. verteilt. Nachhaltige und emissionsfreie Mobilitätsalternativen sollen durch die Vernetzung attraktiver werden. Car- und Bikesharing werden immer populärer, dank Smartphone und Mobile-Payment. Ein entsprechender Ausbau der Radwege, Fahrradstraßen, aber auch von Fußgängerwegen, motiviert die Bevölkerung diese mehr zu nutzen.

Eine Priorisierung von emissionsfreien Mobilitätsangeboten ist eine weitere Maßnahme. Eine nahtlose Schnittstelle zwischen den individuellen und kollektiven Mobilitätsangeboten muss geschaffen werden. Neben den individuellen Fortbewegungsmitteln, soll der Ausbau des ÖPNV gefördert werden. Eine höhere Taktung der Straßenbahnen und Busse, sowie auch die Optimierung der Abfahrts- und Ankunftspläne, sind eine Maßnahme zur Förderung. Homeoffice oder das mobile Arbeiten sind weitere Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen und Lärmemissionen, da hierbei keine Verkehrsmittel in Anspruch genommen werden müssen. Auf Unternehmensseite lassen sich durch optimierte Logistikprozesse unnötige Fahrten verhindern und bündeln.⁹²

⁹¹ Siehe Kapitel 2.2.

⁹² Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016) S. 49–56.

4 Smart Mobility Maßnahmen und Verkehrskonzepte

Im folgenden Abschnitt werden die Verkehrskonzepte und Mobilitätsinstrumente von vier europäischen Großstädten diskutiert. Die Auswahl auf die Städte Barcelona (Rang 28), Zürich (Rang 15), Wien (Rang 10) und Amsterdam (Rang 3), fiel anhand des Rankings der IESE Business School im IESE Cities in Motion Index 2019.⁹³ Hierbei wurden Städte mit unterschiedlichen Größen nach der Einwohnerzahl und der Rangfolge aus dem Index gewählt, um ein breiteres Spektrum an Konzepten zu erhalten. Zunächst erfolgt ein kurzer Steckbrief der jeweiligen Städte bezüglich der geografischen Lage, der Einwohnerzahl und jährlichen Besuchen von Touristen. Der Bereich Smart Mobility und seine Verkehrskonzepte sind in kontinuierlicher Entwicklung, um die dynamischen Veränderungen des sehr komplexen Bereichs zu unterstützen. Es werden nur die prägnantesten Bestandteile der Verkehrskonzepte und die dazugehörigen Mobilitätsinstrumente diskutiert. Der Bereich Smart Mobility ist nur ein Teil des Gesamtkonzepts Smart City, aus diesem Grund haben Änderungen im Verkehrskonzept auch Auswirkungen auf alle weiteren Leistungsdimensionen.⁹⁴ Hierbei liegt der Fokus in der Verkehrsentlastung der Stadtzentren, die Reduzierung von Treibhausgasemissionen und den Ausbau von öffentlichen Verkehrsmitteln, um mögliche Alternativen zum individuellen PKW mit fossilen Kraftstoffen attraktiver zu gestalten.

4.1 Verkehrskonzept der Stadt Barcelona

Die Stadt Barcelona ist eine Metropole am Mittelmeer mit ca. 1,62 Millionen Einwohnern (Stand 2018)⁹⁵ und liegt im Nordosten von Spanien. Barcelona ist die zweitgrößte Stadt Spaniens und ist gleichzeitig die Hauptstadt der autonomen Gemeinschaft Katalonien.⁹⁶ Die Stadt umfasst insgesamt 10 Stadtteile⁹⁷ und hat jährlich ca. 7,48 Millionen Touristen (Stand 2016)⁹⁸ pro Jahr.

Zwischen den Jahren 2013 und 2018 hat die Stadt Barcelona ein Instrument zur Planung und Gestaltung der Mobilität entwickelt. Der „Urban Mobility Plan“ soll als Leitfaden für den Einsatz von einer nachhaltigen, effizienten, sicheren und fairen Mobilität dienen. Dabei wird die Mobilität immer als Gesamtheit verstanden und vereinigt alle

⁹³ Vgl. Berrone, P. u.a. (o.J.) S. 26 f.

⁹⁴ Siehe Kapitel 2.3.

⁹⁵ Vgl. Ajuntament de Barcelona (2018).

⁹⁶ Vgl. Generalitat de Catalunya (2020).

⁹⁷ Vgl. Ajuntament de Barcelona (2020b).

⁹⁸ Vgl. Ajuntament de Barcelona (2020a).

Verkehrsteilnehmer auf allen Ebenen zusammen. Im Vordergrund steht die Priorisierung von Fußgängern und Radfahrern, sowie der kontinuierliche Ausbau und die Erschließung von öffentlichen Verkehrsmitteln untereinander. Im gleichen Rahmen soll die individuelle Mobilität durch den PKW mit Verbrennungsmotoren reduziert werden. Das primäre Ziel der Stadt Barcelona ist es einen Teil der verkehrsgenutzten Fläche der Bevölkerung zurückzugeben und zu begrünen.⁹⁹ Die Ziele sollen in sieben Schritten erreicht werden:

1. Vernetzte Straßenbahnen

Eine moderne und digital vernetzte Straßenbahn mit einer sehr hohen Beförderungsquote, die leise, barrierefrei und umweltfreundlich ist.

2. Neue Infrastruktur für Busse

Neugestaltung einer hochfrequentierten Businfrastruktur, die vor allem durch ihre Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit besticht und die Bevölkerung befördert.

3. Gezielter Einsatz von motorisierten und individuellen Fahrzeugen

Durch eine geringere Nutzung von motorisierten und individuellen PKWs, kann die Luftverschmutzung innerhalb der Städte reduziert werden und schafft gleichzeitig Platz für alternative Fortbewegungsmittel. Im Gegenzug wird das Carsharing-Angebot ausgebaut.

4. Ausbau der Fahrradinfrastruktur

Der Ausbau der Infrastruktur für Fahrräder, ist ein wichtiger Bestandteil zur Vermeidung von Luftverschmutzungen. Hierbei muss eine sichere und nachhaltige Gestaltung der Infrastruktur gewährleistet werden.

5. Eine grünere Stadt

Durch die Einschränkung für den motorisierten Verkehr wird mehr Platz und Raum für Grünflächen geschaffen. Die Begrünung der zurückgewonnenen Räume und Flächen, bewirken eine Verbesserung der Luftqualität, des Mikroklimas und das Wohlbefinden der Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt Barcelona.

6. Ausbau der U-Bahninfrastruktur

Parallel zum Ausbau der Businfrastruktur, soll ebenfalls die Infrastruktur der Metro ausgebaut werden und alle Stadtteile von Barcelona verbinden.

⁹⁹ Vgl. Ajuntament de Barcelona (2020c).

7. Umgang mit dem Bevölkerungswachstum

Für die zukünftig wachsende Bevölkerung der Stadt Barcelona soll sie nachhaltig, gesund und mit ausgedehnten Grünflächen gestaltet und entwickelt werden.¹⁰⁰

Konzept Superblocks

Neben dem Ausbau der Infrastruktur des ÖPNV für Busse, Bahnen und Fahrradinfrastruktur, hat die Stadt Barcelona sogenannte „Superblocks“ konzeptioniert und realisiert. Superblocks umfassen dabei mehrere Häuserreihen, in etwa 400 mal 400 Meter, zu einem verkehrsberuhigten Bereich. Der Verkehr wird stark beschränkt, sodass der Hauptverkehr um die Superblocks herumgeleitet wird.¹⁰¹ Es ist weiterhin möglich mit dem PKW in die Superblocks zu fahren, jedoch haben Fußgänger und Radfahrer Priorität und die maximale Geschwindigkeit beträgt 10 km/h für motorisierte Fahrzeuge. Der Verkehr wird innerhalb der Superblocks in eine Richtung geleitet und minimiert somit das Unfallrisiko. Die Superblocks sind Teilkonzepte und umfassen mehrere Maßnahmen innerhalb des gesamten Stadtkonzepts. Durch die Erfassung und Gestaltung von Superblocks soll der CO₂-Ausstoß gesenkt und die Lärmbelastigung reduziert werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass weniger Straßenplatz und Parkplätze benötigt werden. Der eingesparte Flächenverbrauch wird bspw. für den Ausbau von Grünflächen, Fußgänger- und Fahrradwegen verwendet. Die Bewohner werden durch das ausgebaute ÖPNV- und Sharing-Angebot motiviert, auf ein eigenes Fahrzeug weitestgehend zu verzichten.¹⁰²

4.2 Verkehrskonzept der Stadt Zürich

Im nördlichen Teil der Schweiz liegt die Stadt Zürich und ist der Hauptort im gleichnamigen Kanton Zürich. Die Stadt umfasst 12 Stadtteile, sogenannte Kreise¹⁰³, und hat ca. 428.000 Einwohner (Stand 2018)¹⁰⁴. Die Stadt ist multikulturell geprägt und etwa über 30 % der Einwohner von Zürich haben nicht die schweizerische Staatsbürgerschaft.¹⁰⁵ Statistische Daten über den Tourismusverkehr existieren nur über die

¹⁰⁰ Vgl. Ajuntament de Barcelona (2020c).

¹⁰¹ Vgl. Ajuntament de Barcelona (2016) 11–12 & 15–16.

¹⁰² Vgl. Vives, A. (2017) S. 142–145.

¹⁰³ Vgl. Zürich Tourismus (2020).

¹⁰⁴ Vgl. Stadt Zürich (2019e).

¹⁰⁵ Vgl. Stadt Zürich (2019e).

gesamten Übernachtungen (Logiernächte) in der Stadt Zürich und betragen im Jahr 2019 ca. 3,62 Millionen Übernachtungen pro Jahr.¹⁰⁶

Die Stadt Zürich ist im Vergleich mit Wien oder Barcelona deutlich kleiner in Bezug auf die Einwohnerzahl, jedoch hat die Stadt sehr viele Projekte und Investitionen getätigt, um das Verkehrskonzept mit gezielten Mobilitätsinstrumenten smarter zu gestalten. Seit 1991 hat die Stadt damit begonnen den Verkehr auf den Straßen, welche durch Wohngebiete führen, für den Verkehr auf 30 km/h zu begrenzen. Ziel der Maßnahme ist eine Reduzierung der Lärmbelästigung durch den Fahrzeugverkehr. Die Maßnahme ist kostengünstig, schnell und effektiv umsetzbar.¹⁰⁷ Zusätzlich zur Tempomaßnahme werden bestimmte Straßen nur für den ÖPNV freigegeben. Hierbei soll zum einen die Lärmbelästigung durch den kontinuierlichen Verkehr vermieden werden und zum anderen kann eine Einhaltung des Fahrplans der Busse weitestgehend garantiert werden.¹⁰⁸

Der Ausbau und die Erschließung des ÖPNV, sowie der Ausbau der Infrastruktur für Fahrräder, haben bei der Verkehrsplanung in Zürich höchste Priorität. Wohngebiete werden durch den Ausbau der Busse und Straßenbahnen erschlossen. Die Taktung der öffentlichen Verkehrsmittel wird erhöht und gleichzeitig die Quote der Beförderung gesteigert. Des Weiteren sollen zentrale Knotenpunkte, wie bspw. das Stadtzentrum, durch ein dicht verzweigtes Netz aus öffentlichen Verkehrsmitteln entlastet werden. Die Anbindung der stadtnahen Wohn- und Siedlungsgebiete außerhalb der Stadt Zürich sollen ebenfalls durch ein großzügiges ÖPNV-Angebot angebunden werden.¹⁰⁹ Der Anteil der Fahrräder im Straßenverkehr soll durch den Ausbau von Fahrradwegen und -straßen erhöht werden. Dabei sollen, ähnlich wie bei herkömmlichen Verkehrsstraßen, die Fahrradwege und -straßen auf die Kapazitäts- und Geschwindigkeitsbedürfnisse angepasst und dementsprechend ausgebaut werden.¹¹⁰

Um die Lärm- und Schadstoffbelastung im Stadtzentrum zu reduzieren, wird der motorisierte Verkehr beschränkt und gleichzeitig die öffentlichen Verkehrsmittel priorisiert. Durch die Beschränkung des Durchgangverkehrs, können die Fußgängerbereiche im Stadtzentrum ausgebaut werden.¹¹¹

¹⁰⁶ Vgl. Stadt Zürich (2020).

¹⁰⁷ Vgl. Stadt Zürich (2019c).

¹⁰⁸ Vgl. Stadt Zürich (2014).

¹⁰⁹ Vgl. Stadt Zürich (2019d).

¹¹⁰ Vgl. Stadt Zürich (2019b).

¹¹¹ Vgl. Stadt Zürich (2019a).

4.3 Verkehrskonzept der Stadt Wien

Die Stadt Wien ist die Hauptstadt der Republik Österreich und gleichzeitig mit ca. 1,89 Millionen Einwohnern (Stand 2019)¹¹² die größte Stadt des Landes. Rund ein Fünftel der Gesamtbevölkerung von Österreich¹¹³ wohnt in Wien und machen die Stadt zum wirtschaftlichen Zentrum des Landes. Die Stadt Wien liegt im Nordosten des Landes und ist in 23 Bezirke unterteilt. Mit ca. 7,5 Millionen Touristen (Stand 2018)¹¹⁴ jährlich zählt die Stadt zu den meistbesuchten Städten in Europa.¹¹⁵

Die Stadt Wien hat in den letzten Jahren mehrere Projekte und Maßnahmen zur Neugestaltung der Verkehrs- und Mobilitätskonzepte vorgenommen.¹¹⁶ Es folgt eine Auswahl der relevanten Konzepte und Maßnahmen:

Autofreies Wohnen

Im 21. Wiener Gemeindebezirk Floridsdorf ist ein Projekt namens „autofreie Muster-siedlung“ entstanden. Die Bürgerinnen und Bürger dieses Stadtviertels unterschreiben verpflichtend im Mietvertrag den Verzicht eines eigenen PKWs. Die Bewohner haben kein eigenes Fahrzeug und greifen auf kollektive Verkehrsmittel wie den ÖPNV zurück. Viele alltägliche Angelegenheiten, wie beispielsweise das Einkaufengehen werden zu Fuß oder mit dem Fahrrad erledigt. Carsharing-Angebote sollen jedoch den Bedarf an individueller Mobilität weiterhin ermöglichen. Der eingesparte Platz und die eingesparten finanziellen Mittel, die sonst für den Bau von Garagen und Stellplätzen geflossen wären, können in Grünanlagen und in Fahrradabstellanlagen investiert werden.¹¹⁷

CO₂ neutrale Post

Um die Umweltbelastung durch den Schadstoffausstoß und Lärmbelastung zu reduzieren, sind in der Stadt Wien im Rahmen des „Grünes Wien“¹¹⁸ Konzepts 160 E-Fahrzeuge der österreichischen Post im Einsatz. Somit wird inzwischen 99 % der Postzustellungen von Privatkunden CO₂-neutral durchgeführt.¹¹⁹

¹¹² Vgl. Stadt Wien (2020a).

¹¹³ Vgl. Statistik Austria (2020).

¹¹⁴ Vgl. Stadt Wien (2018).

¹¹⁵ Vgl. Euromonitor (2020).

¹¹⁶ Vgl. Stadt Wien (2020h).

¹¹⁷ Vgl. Stadt Wien (2020c).

¹¹⁸ Vgl. Stadt Wien (2020g).

¹¹⁹ Vgl. Stadt Wien (2020d).

Smart von A nach B

Die nicht nur in Wien, sondern in ganz Österreich anwendbare App „AnachB“, verbindet und vernetzt alle Verkehrsmittel miteinander. Der Nutzer kann z. B. auf seinem Smartphone anhand seines aktuellen Standorts und seinem Ziel mehrere Routen anzeigen lassen. In die Berechnung fließen Informationen, wie die 7 ½ Minuten aktualisierte Verkehrslage und -meldungen, Standortdaten der Fahrzeuge und Smartphones, Baustellen und Umleitungen ein. An- und Abfahrtsdaten aller öffentlichen Verkehrsmittel, Car- und Bikesharing-Angebote und Fahrradabstellanlagen, werden ebenfalls berücksichtigt bzw. angezeigt. Es erfolgt ein objektiver Vergleich von Routen mit der zur Verfügung stehenden Mobilitätskapazität und berechnet anhand der Fahrt- und Reisedauer den voraussichtlichen CO₂-Ausstoß.¹²⁰

Ausbau E-Carsharing

Die Stadt Wien hat sich zum Ziel für das Jahr 2050 gesetzt, den gesamten Individualverkehr mit Verbrennungsmotoren durch alternative Antriebstechnologien im Individualverkehr innerhalb der Stadt zu ersetzen. Die E-Mobilität soll attraktiver gestaltet werden und hierzu sollen bis zum Jahr 2020 insgesamt 1000 Ladestationen im öffentlichen Raum zur Verfügung gestellt werden. Das E-Carsharing soll strategisch und zielorientiert ausgebaut werden. Hierzu existiert bereits ein Pilotprojekt, welches drei E-Autos an einer E-Carsharing-Station anbietet. Es stehen zwei E-Kleinwagen und ein großes E-Fahrzeug, welche gemietet werden können, zur Verfügung. Dies ermöglicht den Mieter bedarfsgerecht die Größe des Fahrzeugs zu wählen und bspw. umfangreichere Transporte ohne CO₂-Ausstoß zu erledigen. Die Bürger können durch die Wartung und Pflege der Fahrzeuge das Angebot vergünstigt in Anspruch nehmen. Dieses Angebot fördert einen sorgsameren Umgang mit dem Mietfahrzeug.¹²¹

Grätzlfahrrad

In den Jahren von 2010 bis 2016 hat die Stadt Wien die Infrastruktur des Radverkehrsnetzes um ca. 28 % ausgebaut. Das Grätzlfahrrad¹²² ist ein Lastenfahrrad, welches von

¹²⁰ Vgl. Stadt Wien (2020b).

¹²¹ Vgl. Stadt Wien (2020e).

¹²² Dudenredaktion (o. J.): „Grätzel“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/node/59587/revision/59623> (Abrufdatum: 12.03.2020). Grätzlfahrrad ist ein zusammengesetztes Wort aus Grätzl oder auch Grätzel; zu Deutsch: Teil eines Wohnviertels, und Fahrrad.

den Einwohnern ausgeliehen werden kann und bis zu 350 kg schwere Lasten transportiert. Größere Transporte z. B. ein Großeinkauf, können umweltfreundlich und klimaneutral mit dem Grätzl Fahrrad erledigt werden. Die Stadt Wien bietet bereits an 14 Standorten Grätzl Fahrräder zum Ausleihen an und möchte das Angebot in Zukunft erweitern.¹²³

Smarte Ampeln

Eine weitere Möglichkeit die Mobilität komfortabler und gleichzeitig die Luftqualität durch Senkung des Schadstoffausstoß zu gestalten, ist die Installation von smarten Ampeln. Im Mai 2017 hat die Stadt Wien an einer Kreuzung sensorgesteuerte Ampeln aufgestellt. Vorrangig sollten die Ampeln die Fußgänger erkennen und anhand von sensorüberwachten Bewegungsmustern analysieren, ob diese Person die Kreuzung queren will oder nicht. Durch diese Funktion konnten im Testfeld die Wartezeiten für Fußgängerinnen und Fußgänger an diesen Kreuzungen minimiert werden, was sich positiv auf die Gehzeit ausgewirkt hat. Im nächsten Schritt wurden in Intervallschüben, beginnend ab September 2019, die intelligenten Ampeln eingesetzt. Die smarten Ampeln sind adaptiv und können mit allen möglichen Sensoren zur Überwachung des Verkehrsflusses, Luftqualität, Temperatur, Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer und die Erfassung von Fußgängern kostengünstig und schnell erweitert werden. Die Ampeln sollen in naher Zukunft miteinander vernetzt werden und kommunizieren können. Die gesammelten Daten werden bspw. für die Stauvorbeugung genutzt. Die erfassten Daten werden als Open Data zur Verfügung gestellt und können ebenfalls bei der individuellen Navigation von Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern und in Navigationssystemen oder Smartphones implementiert werden. Durch die intelligente Ampelschaltung lässt sich der Verkehrsfluss steuern und eine unnötige Lärm- und Luftbelastung kann vermieden werden.¹²⁴

E-Müllsammelfahrzeuge

Aktuell testet die Stadt Wien ein E-Müllsammelfahrzeug. Dazu wurde ein herkömmliches Müllsammelfahrzeug auf elektrischen Antrieb umgebaut. Das Fahrzeug verfügt über ein herkömmliches Starkstromkabel und braucht zum Aufladen keine spezielle

¹²³ Vgl. Stadt Wien (2020j).

¹²⁴ Vgl. Stadt Wien (2020i).

E-Fahrzeughlade-Station aufzusuchen. Die Stadt Wien testet derweil das Konzept des E-Müllsammelfahrzeug ausgiebig und nach einem voraussichtlich erfolgreichen Testlauf, wird die Abfallabholung in Wien in Zukunft CO₂-neutral erledigt.¹²⁵

Die genannten Maßnahmen sollen die Erreichung der Ziele ermöglichen, die am 26. Juni 2019 vom Wiener Gemeinderat im „Smart City Wien Rahmenstrategie 2019 – 2050 - Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung“ festgelegt wurden. Im Verkehrssektor sollen bis zum Jahr 2030 etwa 50 % des CO₂-Ausstoßes und 40 % des Endenergieverbrauchs pro Einwohner verringert werden. Das langfristige Ziel der Senkung des CO₂-Ausstoßes pro Einwohner von 100 % und die Verringerung des Endenergieverbrauchs von bis zu 70 %, sollen im Jahr 2050 erreicht werden. Dabei sieht die Stadt Wien vor allem die Kurzstreckenfahrten von bis zu 5 Kilometer im Fokus und geht aktuell von einem Anteil von 70 % des Gesamtverkehrs aus. Laut Prognosen wird dieser Anteil in Zukunft weiterhin bestehen. Diese Kurzstrecken sollen jedoch zukünftig mit dem Fahrrad oder zu Fuß gemacht werden. Die Stadt Wien ist bemüht bis zum Jahr 2030, innerhalb der Stadtgrenzen, weitestgehend ohne den Ausstoß von Treibhausgasen durch Gewerbetreibende im Straßenverkehr belastet zu werden.¹²⁶

4.4 Verkehrskonzept der Stadt Amsterdam

Mit ca. 863.000 Einwohnern (Stand 2019)¹²⁷ ist die Stadt Amsterdam nicht nur die größte Stadt des Königreichs der Niederlande, sondern zugleich die Hauptstadt des Landes. Die Stadt Amsterdam hat insgesamt 7 Stadtbezirke¹²⁸ und ist mit jährlich 8,48 Millionen Touristen (Stand 2018)¹²⁹ eine der meistbesuchten Städte Europas.

Die niederländische Stadt Amsterdam bezeichnet sich selbst als die Welthauptstadt des Fahrrads. Etwa ein Drittel aller Verkehrsaktivitäten der Stadt erfolgen mit dem Fahrrad und über 60 % der Einwohner benutzen das Fahrrad täglich. Gleichzeitig wurde früh begonnen das Carsharing-Angebot kontinuierlich auszubauen, jedoch wird nur weniger als 1 % der gesamten PKW-Nutzung mit dem Carsharing genutzt.¹³⁰

¹²⁵ Vgl. Stadt Wien (2020f).

¹²⁶ Vgl. Magistrat der Stadt Wien (2019) S. 67–70.

¹²⁷ Vgl. CBS StatLine (2020).

¹²⁸ Vgl. Gemeente Amsterdam (2019).

¹²⁹ Vgl. Euromonitor (2020).

¹³⁰ Vgl. Amsterdam Smart City (2020d).

Um den Prozess der Mobilitätssteigerung in Hinblick auf die Nachhaltigkeit voranzutreiben, hat die Stadt Amsterdam in diesem Rahmen mehrere Projekte in Erarbeitung.

Smart Traffic Management

Durch ein intelligentes und vernetztes Verkehrsüberwachungssystem zwischen der Gemeinde Amsterdam, der Provinz Nordholland und der nationalen Regierung, lässt sich der Verkehrsfluss bereits außerhalb der Stadtgrenze kontrollieren. Durch die Nutzung des MobiMaestro-Systems¹³¹ wird durch die Unterstützung von künstlicher Intelligenz, eine automatische Verteilung des Verkehrs vorgenommen.¹³²

Zero Emission City Logistic

Das Ziel bei dem Projekt ist es bis zum Jahr 2025 den Güterverkehr und die Dienstleistungslogistik auf Elektrofahrzeuge umzusetzen, damit eine emissionsfreie Logistik in Amsterdam stattfinden kann. Das Projekt unterstützt aktiv die öffentlichen und privaten Organisationen. Dienstleistungsunternehmen können durch das Projekt aktiv im Austausch der Fahrzeugflotte unterstützt werden.¹³³

ViaVan

ViaVan ist eine On-Demand-Transitplattform und ergänzt den ÖPNV. Für den ÖPNV existieren starre Zeitpläne, Haltestellen und Routen. Hier knüpft ViaVan an und bietet den Reisenden eine Art Shuttletransit an. Mit der eigenen mobilen App können mehrere Reisende, die in die gleiche Richtung fahren möchten, ein Fahrzeug gemeinsam nutzen und teilen sich die Kosten. Diese Art des Mobilitätsangebots ist kostengünstiger und nachhaltiger als vergleichsweise ein herkömmliches Taxi.¹³⁴

Toogethr

Ähnlich wie bei ViaVan können mehrere Personen, die in die gleiche Richtung bzw. das gleiche Ziel haben, sich zusammenschließen und ein Fahrzeug teilen. Jedoch wird nicht wie bei ViaVan ein Shuttlebus bereitgestellt, sondern die Personen bieten die

¹³¹ MobiMaestro ist ein vernetztes Verkehrsmanagementsystem. MobiMaestro bietet eine Plattform, auf der alle Mobilitätselemente miteinander verbunden sind und kommunizieren können.

¹³² Vgl. Amsterdam Smart City (2020c).

¹³³ Vgl. Amsterdam Smart City (2020b).

¹³⁴ Vgl. Stichting amsterdam&partners (2020).

freien Sitzplatzkapazitäten in ihrem PKW an. Toogethr ist folglich eine Plattform für Ridesharing und bietet eine moderne Art der Fahrgemeinschaft an. Der Vorteil bei Toogethr liegt darin, dass via Smartphone App die Teilnehmer sich finden und vernetzen können. Für die Fahrten werden keine Kosten auf die Mitfahrer auferlegt, sondern der Anbieter der Fahrt bekommt Prämienpunkte gutgeschrieben. Die gesammelten Punkte können dann wiederum für Prämien eingetauscht werden wie bspw. Gutscheine oder priorisiertes Parken.¹³⁵ Im Fokus dieser Mobilitätsvariante sind Arbeitskollegen oder Mitarbeiter von benachbarten Unternehmen, welche in die gleiche Richtung hin- und zurückfahren müssen. Es wird unter den Personen eine Mitfahrgelegenheit, die sonst in getrennten Fahrzeugen zur Arbeit fahren würden, organisiert. Hierdurch wird die verfügbare Kapazität der Fahrzeuge optimal ausgenutzt und diese Maßnahme senkt die Verkehrslast auf den Straßen und den Schadstoffausstoß.¹³⁶

Smart electronic parking sign

Ein „smart electronic parking sign“ ist ein über das LoRa-Netzwerk (LoRa ist eine Spezifikation, die es ermöglicht Daten energiesparend über weite Distanzen zu übermitteln)¹³⁷ verbundenes digitales Straßenschild. Die digitalen Schilder sollen Lade- und Entladezonen, sowie Bushaltestellen effizienter nutzen. Des Öfteren sind viele Standorte durch LKWs oder Busse belegt und blockieren unnötig den Platz. Die „smart electronic parking signs“ können die verbleibenden Minuten der Parkdauer und Informationen, ob der Platz belegt ist, an die Systeme weiterleiten und somit Informationen bereitstellen. Hiermit kann der Platz für unterschiedliche Anwendungszwecke freigegeben werden und es erfolgt eine flexible Nutzung der Parkplätze.¹³⁸

Roboat

Roboat ist ein Forschungsprogramm in Zusammenarbeit zwischen Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (AMS) und dem Massachusetts Institute of Technology (MIT). Die Stadt Amsterdam besteht zu 25 % aus Wasseroberflächen. Die Stadt hat viele Wasserwege in Form von Wasserkanälen, den sogenannten Grachten. Das Projekt Roboat entwickelt eine autonom fahrende Plattform in Form von einem

¹³⁵ Vgl. Toogethr (2020).

¹³⁶ Vgl. Amsterdam Smart City (2020f).

¹³⁷ Vgl. Seneviratne, P. (2019) S. 1 f.

¹³⁸ Vgl. Amsterdam Smart City (2020a).

Boot. Die Plattform wird mit einem Elektromotor angetrieben und kann für unterschiedliche Anwendungsgebiete umgebaut und genutzt werden. Zum einen können die selbstfahrenden Boote den Hausmüll der Bewohner, der am Rand der Grachten abgestellt wird, aufsammeln. Zum anderen können die plattformbasierten Boote die Mobilität erweitern. Es können Personen über den Wasserweg transportiert werden und durch den Zusammenschluss von mehreren Booten, innerhalb kürzester Zeit, eine mobile Brücke errichtet werden.¹³⁹

4.5 Einschätzung der Konzepte

Die Verkehrskonzepte und der Einsatz von Mobilitätsinstrumenten sind auf die jeweiligen Gegebenheiten, wie geographische Lage, Bevölkerungsgröße, Gliederung und Struktur der Stadt, politische und finanzielle Möglichkeiten, sowie auch auf den Anspruch der Bevölkerung abgestimmt. Wie die in den Kapiteln 4.1 bis 4.4 dargestellten Verkehrskonzepte zeigen, hat jede Stadt seine eigenen Strategien für eine moderne Mobilitätsentwicklung. Jedoch lassen sich unter allen vier vorgestellten Verkehrskonzepten Übereinstimmungen finden. Herausragend ist bei allen Städten die Bestrebung in ein nachhaltiges und breitgefächertes Mobilitätsangebot.

Für eine objektive Einschätzung von Verkehrskonzepten sind Rahmenbedingungen für die Bewertungskriterien zu definieren. Die Stadt Bonn hat im April 2015 eine gutachterliche Bewertung für das Verkehrskonzept für den Stadtteil Venusberg veröffentlicht. Hierbei wurden folgende Kriterien definiert:

- Umweltkriterien:
Belastung durch CO₂- und Lärmemission, Flächenverbrauch
- Finanzielle Kriterien:
Investitionskosten, laufende bzw. jährliche Kosten
- Bewertung des Potenzials
- Geschätzter Aufwand:
Finanzieller Aufwand, Personalaufwand
- Dauer der Realisierung in Jahren
- Priorisierung nach Umweltkriterien¹⁴⁰

¹³⁹ Vgl. Amsterdam Smart City (2020e).

¹⁴⁰ Vgl. Scharnweber, M. u.a. (2015) S. 20.

Die genannten Kriterien können für die Bewertung der Verkehrskonzepte eingesetzt werden. Für die vorliegende Bachelorarbeit steht das Kriterium „Belastung durch CO₂-Emission“ im Fokus.

Wie bereits in Kapitel 4.3 erwähnt, sind die Kurzstrecken von unter 5 Kilometern mit einem Gesamtanteil von 70 % des Verkehrsaufkommens von besonderer Bedeutung. Folglich gilt es die Kurzstreckenfahrten klimaneutral zu gestalten, um die Schadstoffbelastung in den Ballungszentren konsequent zu senken.

Alle vier Städte haben diesbezüglich Maßnahmen getroffen und entwickeln Konzepte, um die Senkung der Schadstoffemission voranzutreiben. Die Städte Barcelona und Zürich bauen diesbezüglich den ÖPNV und die Fahrradinfrastruktur aus. Zur Entlastung der Wohngebiete und Zentren werden in beiden Städten Beschränkungen für den motorisierten Individualverkehr angeordnet. Gleichzeitig werden die Barrierefreiheit und Priorisierung des nichtmotorisierten Individualverkehrs gefördert. Die Motivation für die Nutzung von ÖPNV und klimaneutralen Verkehrsmitteln erfolgt durch den Ausbau der Infrastrukturen und Senkung der Kosten. Diesbezüglich hat die Stadt Wien in ihrem Projekt „autofreies Wohnen“ den Verzicht von einem eigenen PKW der Bewohner in den Mietverträgen vereinbart. Der Verzicht wird durch ein ausgebautes E-Sharing-Angebot, ausgebautem ÖPNV und Fahrradwegen relativiert. Das Potenzial zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes kann nicht nur im Pendelverkehr, sondern auch im Logistikbereich angewendet werden. Die Städte Amsterdam und Wien haben im Logistik- und Dienstleistungsbereich konkrete Projekte und Maßnahmen in Entwicklung. So erfolgt bereits heute die Postzustellung in Wien zu 99 % CO₂-neutral. In naher Zukunft soll auch die Müllabholung klimaneutral durchgeführt werden. Wie in der Stadt Wien, so soll auch in Amsterdam die Logistik in Zukunft klimaneutral erfolgen. Rückblickend auf die Verkehrskonzepte und die hergeleitete Einschätzung, lässt sich zusammenfassend festhalten, dass alle Maßnahmen den Prozess zur Klimaneutralität 2050 unterstützen.

5 Anwendungsbeispiel an einer Stadt im Ruhrgebiet

Die einzelnen Verkehrskonzepte und die jeweiligen Methoden wurden diskutiert und dargestellt, es folgt eine Einsatzkonzeption für die Stadt Gelsenkirchen. Hierbei wird bewusst auf die Wechselwirkung zwischen den Leistungsdimensionen der Smart City und die finanzielle Machbarkeit verzichtet. Das fiktive Verkehrskonzept soll als Orientierung dienen, welche Methoden und Lösungsansätze für eine umweltschonende Verkehrsgestaltung der Stadt Gelsenkirchen geeignet wären. Im Fokus der Ausarbeitung liegen die Reduzierung der Treibhausgasemissionen, Erweiterung des bestehenden Mobilitätsentwurfs und die Umverteilung der Mobilitätskapazitäten mit nachhaltigen Mobilitätsinstrumenten.

5.1 Die Stadt Gelsenkirchen

Die Stadt Gelsenkirchen hat ca. 265.000 Einwohner (Stand 2020) in fünf Stadtbezirke mit insgesamt 18 Stadtteilen.¹⁴¹ In der Stadt Gelsenkirchen ist die Westfälische Hochschule angesiedelt mit ca. 4987 eingeschriebenen Studenten (Stand 2017).¹⁴² Gelsenkirchen ist durch die Industrialisierung und dem ehemaligen Kohleabbau geprägt.¹⁴³ Darüber hinaus hat die Stadt eine multikulturelle Bevölkerung (128 verschiedene Nationen in der Stadt gemeldet; Stand 12/2019).¹⁴⁴ Mitten im Ballungsgebiet Ruhrgebiet gelegen mit seinen ca. insgesamt 5 Millionen Einwohner (Stand 2020)¹⁴⁵, ist Gelsenkirchen eine von mehreren Großstädten wie bspw. den Nachbarstädten Essen, Bochum, Herne, Bottrop, Gladbeck und Herten. Gelsenkirchen ist mit den Nachbarstädten in einem dichten Netz aus Bundesstraßen, Autobahnen und Schienennetz verbunden. Zudem verfolgt die Stadt, im Zuge der digitalen Transformationsstrategie, vier Kernziele für eine höhere Wettbewerbsfähigkeit und bessere Lebensqualität der Bewohnerinnen und Bewohner:

- „Urban redevelopment for vibrant centres and attractive districts
- Creating successful biographies together
- Structural change and new employment
- A solidary urban society“¹⁴⁶

¹⁴¹ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020b).

¹⁴² Vgl. Laaser, B. (2020).

¹⁴³ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020c).

¹⁴⁴ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020i).

¹⁴⁵ Vgl. Regionalverband Ruhr (o.J.) S. 1.

¹⁴⁶ Stadt Gelsenkirchen (2019) S. 4.

5.2 Einsatzkonzeption für die Stadt Gelsenkirchen

Die Stadt Gelsenkirchen hat bereits einen Maßnahmenkatalog aufgestellt und konnte erfolgreich ein Dieselfahrverbot, dank Senkung der Schadstoffbelastung auf der Kurt-Schumacher-Straße, der Hauptverbindung zwischen Gelsenkirchen-Buer und Gelsenkirchen-Altstadt, abwenden.¹⁴⁷ Jedoch bleibt die Problematik bei gleichbleibenden Bedingungen auf anderen Abschnitten bestehen, denn die Grenzwerte für die Folgejahre bis zum Jahr 2050 werden deutlich konkreter.¹⁴⁸ Hierzu muss die Stadt Gelsenkirchen sukzessive Maßnahmen mithilfe von nachhaltigen Mobilitätsinstrumenten vornehmen. Anreize und Ideen wurden im Kapitel 4 diskutiert und unterstützen die Entwicklung einer Einsatzkonzeption. Die Auswahl und Ideen zur Verbesserung der Mobilität erfolgt nach den Smart Mobility-Grundsätzen¹⁴⁹, wie bspw. Nachhaltigkeit und Effizienz. Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien, kurz Bitkom, hat im Rahmen des „Smart City Index 2019“ alle 81 deutschen Großstädte nach dem Grad der Digitalisierung ermittelt und bewertet. In der Kategorie Mobilität belegt die Stadt Gelsenkirchen Platz 45 von 81.¹⁵⁰ Die Bewertungsgrößen für das Ranking im Mobilitätsbereich sind u. a. die Fortschrittlichkeit und die vorhandene Infrastruktur bspw. von digitalen Verkehrsschildern, intelligenten Ampeln, Car-, Bike- und Ridesharing-Angeboten und weiteren Indikatoren.¹⁵¹ Ähnlich große Städte, gemessen an den Einwohnern wie Bielefeld oder Erfurt, sind auf den Plätzen 14 und 15.¹⁵² Selbstverständlich sollte dieser Index nicht als Wettbewerb verstanden werden, jedoch kann er als Motivation und Indikator zur Optimierung der Mobilität angesehen werden.

Aus dem Sofortprogramm „Saubere Luft 2017 – 2020“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, dem „Klimakonzept 2030/50“ und dem „Masterplan Mobilität“ ist ein Gesamtvorhaben der „Green City Plan“ der Stadt Gelsenkirchen entstanden. Der Plan dient zur Erreichung der Ziele im Mobilitätsbereich und zur Verbesserung der Luftqualität.¹⁵³

¹⁴⁷ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020e).

¹⁴⁸ Siehe Kapitel 3.1 und Kapitel 3.1.2.

¹⁴⁹ Siehe Kapitel 2.2.

¹⁵⁰ Vgl. Bitkom (2019) S. 10.

¹⁵¹ Vgl. Bitkom (2019) S. 5–7.

¹⁵² Vgl. Bitkom (2019) S. 29.

¹⁵³ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020f).

Die Stadt rechnet mit einer Dauer zur Entwicklung eines Mobilitätskonzepts unter Berücksichtigung der Umweltauflagen¹⁵⁴ von bis zu 3 Jahren.¹⁵⁵ Dazu gehören folgende Aufgabenfelder:

- Digitalisierung des Verkehrs
- Vernetzung im ÖPNV
- Radverkehr
- Elektrifizierung des Verkehrs
- Urbane Logistik
- Betriebliches Mobilitätsmanagement
- Begrünung
- Betriebliches Mobilitätsmanagement für Unternehmen und Stadtverwaltung¹⁵⁶

5.2.1 Bedarfsanalyse der Stadt Gelsenkirchen

Die Einbindung der Bevölkerung ist in der Konzeption neuer Verkehrskonzepte notwendig und wird durch Veranstaltungen wie „GELSENKIRCHEN - LASS UNS REDEN!“ gefördert. Hierbei werden zu bestimmten Themengebieten Menschen aus der Gelsenkirchener Bevölkerung eingeladen und diskutieren mit Vertretern der Stadtverwaltung.

Am 02. Dezember 2019 hat die Stadt Gelsenkirchen im Rahmen der Veranstaltung „GELSENKIRCHEN – LASS UNS REDEN! über Mobilität und Klimaschutz“ 100 Gelsenkirchener Bürgerinnen und Bürger ins Hans-Sachs-Haus (Rathaus Gelsenkirchen) zum Dialog eingeladen. Diskutiert haben die geladenen Gäste untereinander und mit der Stadtverwaltung, wie die zukünftige Mobilität für die Stadt Gelsenkirchen in 20 bis 30 Jahren aussehen wird und welche Kriterien für den „Masterplan Mobilität“¹⁵⁷ berücksichtigt werden müssen. Die Mehrheit der Teilnehmer sieht den Ausbau des ÖPNV als zentrale Rolle für eine umweltverträgliche Mobilität. Nach Ansicht der Mehrheit muss für einen Umstieg vom PKW auf den ÖPNV die Attraktivität gesteigert werden. Hierzu muss das Angebot angepasst und ausgebaut werden, die Taktung erhöht und die Verbindung zwischen den Nachbarstädten verbessert werden.

¹⁵⁴ Siehe Kapitel 3.

¹⁵⁵ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (o.J.c).

¹⁵⁶ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2017) S. 2–8.

¹⁵⁷ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2017).

Gleichzeitig muss für eine Barrierefreiheit gesorgt werden und das ÖPNV-Angebot muss kostengünstiger für die Nutzerinnen und Nutzer sein.¹⁵⁸

Am 20. Januar 2020 fand eine Anschlussveranstaltung mit den gleichen Teilnehmern statt. Die Ergebnisse aus der Veranstaltung im Dezember wurden dabei abermals analysiert und zusammengefasst. Die zentrale Rolle der Diskussion war der ÖPNV. Hierzu wurden die Risiken und Chancen erläutert, wie der Ausbau in Zukunft aussehen könnte. Eine Möglichkeit des kostenlosen ÖPNV wurde ebenfalls in die Diskussionsrunde eingebunden. Darüber hinaus besteht bei den Bürgerinnen und Bürger das Bedürfnis an einer autofreien Innenstadt. Auch hier wurde diskutiert in welchem Umfang die autofreie Innenstadt realisiert werden könnte. Die Stadtverwaltung hat bereits verkündet, dass für die Entwicklung für den Klimaschutz und das Mobilitätskonzept, langjährige Projekte notwendig sein werden, da von einer langen Planungs- und Realisierungsphase ausgegangen wird. Aus den beiden Veranstaltungen wurde jedoch deutlich, dass das Interesse an der Konzeptionsentwicklung und die Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger der Stadt Gelsenkirchen sehr groß ist. Ende März 2020 erfolgt eine weitere Veranstaltung, in der die Themen weiter vertieft und diskutiert werden.¹⁵⁹ Die Folgeveranstaltung im März 2020 kann jedoch aus zeitlichen Gründen nicht in dieser Arbeit berücksichtigt werden. Anhand der starken Einbindung der Bewohnerinnen und Bewohner lässt sich die Stadt Gelsenkirchen in die Entwicklungsebene zwischen Smart City 3.0 und Smart City 4.0¹⁶⁰ einordnen.

5.2.2 Aktuelle und zukünftige Maßnahmen

Die Stadt Gelsenkirchen fokussiert bei der Mobilitätsgestaltung eine optimale Interaktion von Fußgängern, Rad, PKW und ÖPNV. Es wird ist eine gesamtheitliche Betrachtung aller Verkehrsteilnehmer und -mittel berücksichtigt.¹⁶¹

In der folgenden Abbildung 5 wird die Interaktion und die Vorstellung eines kommunalen Mobilitätsmanagements dargestellt. Das Mobilitätsmanagement wird zum einen durch die zentralen Akteure wie die Kommune, Verkehrsunternehmen und Mobilitätsdienstleistungsanbieter, private und öffentliche Betriebe organisiert und gesteuert. Zum anderen erfolgt eine Beeinflussung durch Information, Beratung, Motivation und

¹⁵⁸ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (o.J.b).

¹⁵⁹ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (o.J.a).

¹⁶⁰ Die Entwicklungsebenen wurden in Kapitel 2.1.1. diskutiert.

¹⁶¹ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020d).

Angebote für Verhaltensänderung. Durch das Mobilitätsmanagement wird der gesamte Individualverkehr weitestgehend auf alternative Mobilitätsangebote verteilt, mit dem Ziel einer optimalen Kapazitätsauslastung im Verkehrsnetz.¹⁶²

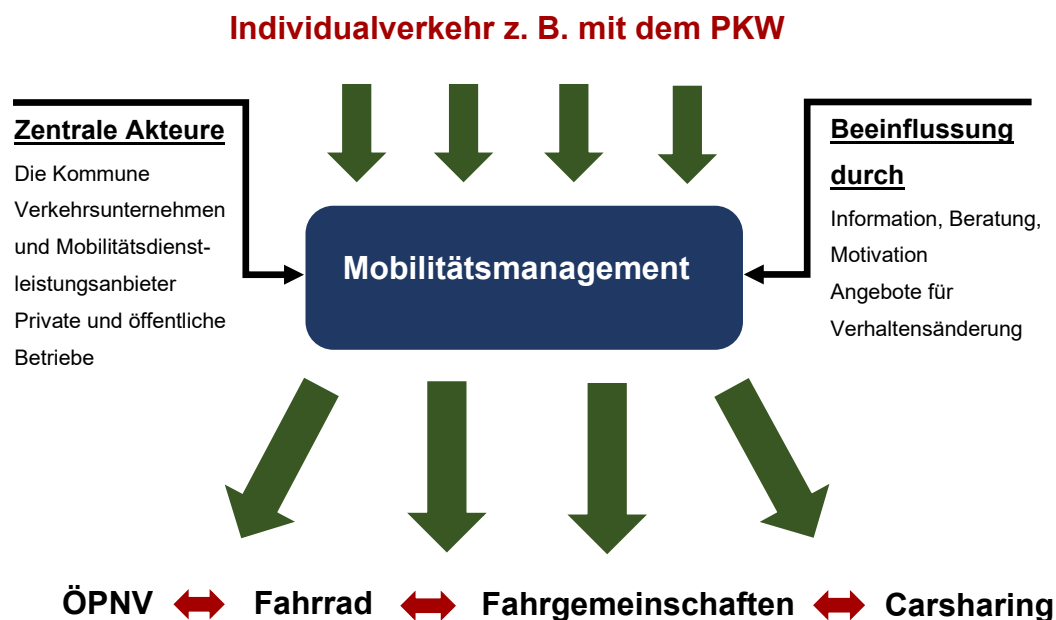


Abbildung 5: Kommunales Mobilitätsmanagement¹⁶³

Im Jahr 2017 hat die Stadt Gelsenkirchen die Konzeption eines neuen Mobilitätsprozesses „Zukunft Mobilität“ angestoßen, welche die Umweltbelastung durch Treibhausgasemissionen im Verkehrsbereich reduzieren.¹⁶⁴

Wie aus der Tabelle 6 zu entnehmen ist, hat die Stadt Gelsenkirchen 8 übergeordnete Maßnahmen mit einem hohen Wirkungsgrad nach der Priorität sortiert und in Tabellenform aufgenommen. Priorisiert wurden die Maßnahmen nach ihrer zeitlichen Umsetzung, zeitnah, mittelfristig und langfristig.

¹⁶² Vgl. Planersocietät (2018) S. 80 f.

¹⁶³ In Anlehnung Planersocietät (2018) S. 80.

¹⁶⁴ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (o.J.c).

Tabelle 6: Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen¹⁶⁵

Priorität	Maßnahme	Effektivität	Umsetzung
1	Verdoppelung des Straßenbahn-Taktes der Linie 302	hoch	zeitnah
2	Vernetzung im öffentlichen Personennahverkehr	hoch	mittelfristig
3	Digitalisierung des Verkehrs	hoch	mittelfristig
4	Radverkehr	hoch	mittelfristig
5	Elektrifizierung des Verkehrs	hoch	mittelfristig
6	Urbane Logistik	hoch	mittelfristig
7	Betriebliches Mobilitätsmanagement	hoch	mittelfristig
8	Begrünung	hoch	langfristig

Die Verdopplung des Straßenbahn-Taktes der Linie 302 und der Linie 301 in Gelsenkirchen ist bereits am 15. Dezember 2019 erfolgt.¹⁶⁶ Somit ist die zeitnahe Maßnahme abgeschlossen und es gilt fortan sukzessiv die mittel- und langfristigen Maßnahmen umzusetzen. P&R-Parkplätze dienen, wie an der Veltins-Arena beispielsweise, der Möglichkeit das Fahrzeug zu parken und mit den unmittelbar angrenzenden öffentlichen Verkehrsmitteln weiterzufahren.¹⁶⁷ Die Maßnahme dient der Verknüpfung und Vernetzung des ÖPNV. Erweitert werden kann diese Maßnahme durch nachhaltige Shared Mobility-Angebote. Unter Shared Mobility wird die Bereitstellung von Mobilitätskapazitäten unter den Konsumenten verstanden. Hierbei werden temporär oder nicht genutzte Fahrzeuge, Fahrräder und Parkplätze zur Verfügung gestellt. Carsharing, Bikesharing, Ridesharing und Parksharing¹⁶⁸ fallen unter Shared Mobility.¹⁶⁹ An dieser Stelle können die Mobilitätsangebote Toogethr, ViaVan und der Ausbau von Sharing-Angeboten im Allgemeinen zu einer optimaleren Kapazitätsverteilung und -auslastung im Gelsenkirchener Straßenverkehr führen. Zudem fördert und motiviert die Verknüpfung des ÖPNV mit Sharing-Angeboten den Verzicht eines eigenen PKWs.¹⁷⁰

¹⁶⁵ In Anlehnung an Stadt Gelsenkirchen (2017) S. 9.

¹⁶⁶ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020g).

¹⁶⁷ Vgl. Stadt Gelsenkirchen (2020h).

¹⁶⁸ Parksharing ist das Anbieten und Teilen von Parkplätzen für PKW, welche temporär nicht genutzt werden.

¹⁶⁹ Vgl. Meier, A./Portmann, E. (2017) S. 326 f.

¹⁷⁰ Vgl. Proff, H. u.a. (2012) S. 540.

Die Digitalisierung ist ein entscheidender Baustein der Entwicklung der Verkehrskonzeption.¹⁷¹ Durch die Ausstattung aller Mobilitätsteilnehmer mit Sensoren, GPS und mobilem Internet, kann der gesamte Verkehr erfasst werden. Die gesammelten Daten, allen voran die Echtzeitdaten, können analysiert werden und eine genaue Beurteilung und Planung der aktuellen Auslastung und Verfügbarkeit der Verkehrsmittel bereitstellen.¹⁷²

Die effektivste und effizienteste Variante klimaschädliches CO₂ zu vermeiden, ist jedoch das Fahrrad zu benutzen oder den Fußweg zu nehmen, da beide Varianten keine schädlichen Treibhausgase verursachen. Das Umweltbundesamt hat hierzu am Beispiel einer täglich gefahrenen Kurzstrecke eines Pendlers von 5 Kilometern mit dem PKW, diese mit dem Fahrrad verglichen. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass die gleichgefahrene Strecke, mit dem Fahrrad und nicht mit dem PKW, eine Einsparung von 300 kg CO₂-Emissionen zur Folge hat.¹⁷³ Die Stadt Zürich und Barcelona streben ebenfalls einen Ausbau der Fahrradinfrastruktur an und beschränken gleichzeitig den motorisierten Verkehr. Eine Kombination aus beiden Konzepten kann die Stadt Gelsenkirchen bei der Entwicklung unterstützen. Eine mögliche Maßnahme wäre bspw. die doppelspurigen Straßen mit einem abgegrenzten Radweg zu erweitern. Folglich wird eine Spur für den PKW und LKW-Verkehr freigegeben und die zweite Spur ein abgegrenzter Radweg. Zusätzlich kann wie in der Stadt Barcelona für den motorisierten Verkehr ein Einbahnverkehr gestaltet werden. Der Verkehr wird hierbei in Einbahnstraßen mit niedriger Geschwindigkeit um dichtbesiedelte Wohnviertel geleitet. Die Reduzierung der Geschwindigkeit führt zu einer erhöhten Sicherheit der Radfahrer und Fußgänger und hilft gleichzeitig die Schadstoffemissionen innerhalb der Wohnsiedlungen niedrig zu halten.¹⁷⁴ Die Stadt Zürich beschränkt und sperrt teilweise den Verkehr für motorisierte Fahrzeuge im Stadtzentrum. Das Konzept „autofreies Wohnen“ der Stadt Wien kann in Gelsenkirchen nicht nur für betroffene Wohnviertel angewendet werden, sondern auch für die Gelsenkirchener Innenstadt. Die Stadt Gelsenkirchen kann den Durchgangsverkehr für motorisierte Fahrzeuge komplett sperren und ähnlich wie bei den Superblocks in Barcelona den Elektroverkehr durch bestimmte Straßen mit niedriger Geschwindigkeit zugänglich machen. Gleichzeitig kann durch

¹⁷¹ Siehe Kapitel 2.2.

¹⁷² Vgl. Flügge, B. (2016) S. 150.

¹⁷³ Vgl. Umweltbundesamt (2019b).

¹⁷⁴ Siehe Kapitel 4.1 „Konzept Superblocks“.

die Umgestaltung des Verkehrs und die Rückgewinnung von Straßenraum mit der Begrünung begonnen werden. Die Förderung der Elektromobilität erfolgt durch ein breitaufgestelltes Angebot an Ladestationen für E-Fahrzeuge und bevorzugten Parkplätzen. Die Stadt Gelsenkirchen kann die Motivation, das Teilen der Kapazitäten wie Shared Mobility und die Nutzung von nicht motorisierten Fahrzeugen wie E-Fahrzeuge steigern, durch ein Belohnungssystem. Eine Bevorzugung und Priorisierung im Verkehr oder auch bei der Parkplatzwahl können solche Anreize schaffen.¹⁷⁵

Ein großes Sparpotential an CO₂-Emissionen bietet eine CO₂-neutrale Postzustellung, Logistikdienstleistung wie Paketzustellung und eine klimaneutrale Abfallabholung in Gelsenkirchen. Konkrete Projekte und Maßnahmen haben die Städte Wien und Amsterdam bereits vorgelegt. Die mittel- und langfristigen Ziele sind zu erreichen, jedoch bedarf es an einer umfangreichen Planung und Gestaltung der Mobilität in Gelsenkirchen. Wie die von der Stadt Gelsenkirchen initiierte Veranstaltung „GELSENKIRCHEN - LASS UNS REDEN!“¹⁷⁶ zeigt, sind die Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt Gelsenkirchen motiviert und bereit für eine klimafreundliche und nachhaltige Mobilität.

¹⁷⁵ Vgl. Vogel, H.-J. u.a. (2018) S. 29 f.

¹⁷⁶ Siehe Kapitel 5.2.1.

6 Zukunftsaussichten und Prognosen

Zukünftig werden die Menschen auf ihr eigenes Fahrzeug weitestgehend verzichten und werden zum Modell „Mobility as a Service“ (MaaS) zurückgreifen. Unter MaaS wird die Bezahlung der genutzten Mobilitätsangebote nach der Fahrtstrecke oder als bedarfsgerechter Monatsbeitrag verstanden. Dabei erfolgt die Bezahlung nur für die zurückgelegte Strecke, unabhängig von dem genutzten Mobilitätsangebot.¹⁷⁷ Die in dieser Arbeit aufgezeigten Verkehrskonzepte und ihre Projekte machen deutlich, dass die Mobilität in diese Richtung sich weiterentwickeln wird. So sieht heute bereits ein typischer Reiseverlauf wie folgt aus:

Der Nutzer fährt mit dem ÖPNV zum Bahnhof und führt seine Reise mit dem Zug fort, am Zielbahnhof angekommen, fährt er mit dem ÖPNV zur nächstgelegenen Haltestelle und läuft die restliche Strecke zu Fuß. Durch die Nutzung von passenden Services, wie Navigations-Apps, können die Abfahrts- und Ankunftszeiten berechnet werden.¹⁷⁸

Wird jedoch dieses Angebot durch bspw. Sharing-Angebote wie Car- und Bikesharing oder Shuttlebusse, wie ViaVan erweitert, so können alternative Reiserouten berechnet und genutzt werden. Voraussetzung ist die Vernetzung aller Verkehrsmittel und -teilnehmer untereinander und die Erfassung von Echtzeitdaten.

Das Marktvolumen für MaaS-Angebote in Europa wird lt. einer Studie von PwC Strategy& schätzungsweise von 25 Milliarden US-Dollar im Jahr 2017 auf 451 Milliarden US-Dollar im Jahr 2030 steigen. Das entspricht einem Wachstum von 1704 % in 13 Jahren.¹⁷⁹ Diese Zahlen verdeutlichen wie der Trend sich in den nächsten Jahren entwickeln wird und die Mobilität verändert.

Zunehmend werden auch Maßnahmen wie die „Superblocks“ in Barcelona oder das „autofreie Wohnen“ in Wien in deutschen Großstädten Anwendung finden. Die Verkehrs- und Umweltprobleme der Großstädte ähneln sich, diesbezüglich muss die Flächennutzung neu organisiert werden. Mehrspurige Straßen werden umgebaut mit parallellaufenden Fahrradwegen und -straßen. Autofahrer werden zunehmend aus den Stadtzentren und den Wohngebieten ausgeschlossen bzw. wird die Durchfahrt beschränkt und im gleichen Zug, werden die Fahrradfahrer und Fußgänger priorisiert.¹⁸⁰

¹⁷⁷ Vgl. Flügge, B. (2016) S. 215 f.

¹⁷⁸ Vgl. Flügge, B. (2016) S. 33.

¹⁷⁹ Vgl. PwC Strategy& (2018).

¹⁸⁰ Siehe Kapitel 4.1 „Konzept Superblocks“ und Kapitel 4.3 „autofreies Wohnen“.

Ein weiterer Aspekt weshalb zukünftig der Fahrradverkehr zunehmen wird, liegt nicht nur an der klimaneutralen Mobilität, sondern auch, dass das Fahrrad das kostengünstigste Fortbewegungsmittel ist. Die monatlichen Kosten für ein Fahrrad belaufen sich auf ca. 6 Euro pro Monat.¹⁸¹

Ein intensiver Ausbau der Fahrradinfrastruktur kann auch zu Problemen führen. Die Platzproblematik wird durch eine einseitige Förderung stellenweise nur verlagert. So ist bereits in der Schweizer Stadt Bern das Platzangebot an Abstellmöglichkeiten für Fahrräder erschöpft und kann die Nachfrage nicht decken.¹⁸²

Als Resultat der gesammelten Erkenntnisse ist festzumachen, dass zur Erreichung der Klimaneutralität für das Jahr 2050 ein breites Mobilitätsangebot an klimaneutralen Mobilitätsinstrumenten und die Neugestaltung der gesamten Verkehrsinfrastruktur notwendig sein wird.

¹⁸¹ Vgl. Flügge, B. (2016) S. 11.

¹⁸² Vgl. Meier, A./Portmann, E. (2017) S. 179.

7 Schlussbetrachtung

Die vorliegende Bachelorarbeit hat sich mit den Konzepten und Maßnahmen von vier europäischen Großstädten im Smart Mobility-Bereich beschäftigt und diskutiert. Gleichzeitig wurden die Umweltauflagen und Klimaziele für den Verkehrssektor zusammengefasst mit dem Ziel eine Einsatzkonzeption für die Stadt Gelsenkirchen vorzuschlagen. Zu Anfang wurden aufgrund der Problembeschreibung die Fragen „Welche Mobilitätsinstrumente sind in den nächsten Jahren notwendig und in welchem Umfang müssen diese erfolgen, um die Klimaneutralität 2050 zu erreichen?“ und „Existiert bereits unter den vier ausgewählten Verkehrskonzepten eins, dass für die Stadt Gelsenkirchen angewendet werden kann?“ abgeleitet.

Zunächst müssen die Mobilitätsmaßnahmen mit einer kurzen Umsetzungsphase und einem hohen Wirkungsgrad realisiert werden. Dazu gehören primär der Ausbau der Fahrradinfrastruktur und der Umstieg von Verkehrsmitteln mit Verbrennungsmotoren auf CO₂-neutrale Antriebe wie z. B. den Elektroantrieb.

Jedoch ist die Mobilitätsplanung keineswegs ein kurzfristiger Entwicklungsprozess. Das komplexe Ökosystem der Mobilität muss alle Akteure und Teilnehmer berücksichtigen. Nicht nur das Mobilitätsangebot muss erweitert werden, sondern auch eine Vernetzung der gesamten Mobilität mit IKT-Systemen.¹⁸³ Dazu ist ein umfangreicher Maßnahmenkatalog notwendig, um den Bedarf an neuen Mobilitätsangeboten zu decken und letztendlich das Potential von Smart Mobility auszuschöpfen. Die Städte und Kommunen müssen durch geschulten Personaleinsatz umfangreiche Strategien entwickeln. Durch die Komplexität des Smart Mobility-Bereichs ist ebenfalls mit langen Planungs- und Umsetzungsphasen zu rechnen. Mittel- und langfristige Maßnahmen sind erforderlich zur Klimaneutralität 2050, da eine Umgestaltung des Verkehrsnetzes und der gesamten Mobilitätsinfrastruktur nicht in kurzer Zeit realisierbar ist. Unter Berücksichtigung des Klimaschutzplans 2050 wurde eine mögliche Einsatzkonzeption für die Stadt Gelsenkirchen zusammengestellt. Dabei wurden die Mobilitätsinstrumente der einzelnen Verkehrskonzepte miteinander verglichen und mithilfe der bestehenden Bewertungs- und Priorisierungstabelle der Stadt Gelsenkirchen, konnten die Maßnahmen erweitert und integriert werden. Dabei wurde deutlich, dass nicht alle vorgestellten Maßnahmen integriert werden können und gewisse Rahmenbedingungen

¹⁸³ Vgl. Flügge, B. (2016) S. 239.

bestehen müssen. So lässt sich feststellen, dass hauptsächlich in den Ballungsgebieten der Großstädte Maßnahmen anzuwenden sind, da besonders in diesen betroffenen Gebieten die Schadstoffbelastung hoch ist. Zudem ist durch die hohe Bevölkerungsdichte und der hohe Flächenverbrauch der Straßen eine Neugestaltung der Mobilität notwendig. Jedoch dürfen angrenzende Städte und Kommunen nicht vernachlässigt werden. Sie müssen berücksichtigt werden und es sind über die Stadtgrenzen hinaus Kooperationen notwendig. Um diesen Vorgang zu unterstützen, müssen gesammelte Erkenntnisse und Daten unter den Akteuren offenliegen. Des Weiteren bedarf es zusätzliche Verkehrskonzepte in Betracht zu ziehen. Die in Kapitel 4 vorgestellten Verkehrskonzepte sind nur ein begrenzter Überblick der aktuellen Maßnahmen der jeweiligen Städte. Jede Stadt hat durch seine einzigartige geographische Lage, Struktur und Organisation, unterschiedliche Kriterien zu berücksichtigen. Das Projekt Roboat der Stadt Amsterdam zeigt wie das Potential der Stadt anhand der Stadtstruktur ausgeschöpft werden kann.¹⁸⁴

Nicht nur für die Stadt Gelsenkirchen, sondern für alle Städte in der Bundesrepublik Deutschland, werden die Herausforderungen steigen.¹⁸⁵ Außerdem lässt sich auch feststellen, dass ein Verkehrskonzept adaptiv und skalierbar sein muss. Der Bedarf und die Potentiale können durch diese Eigenschaften besser ausgeschöpft werden.

Wie in dieser Arbeit festgestellt wurde, sind die Verkehrskonzepte unterschiedlich. Am Beispiel der Stadt Amsterdam lässt sich erkennen, dass ein intensiver Ausbau von Fahrradstraßen und -wegen nicht notwendig ist, da bereits ein Großteil des Gesamtverkehrs auf das Fahrrad fällt. Die Bevölkerung muss motiviert werden neue Mobilitätsangebote zu nutzen. An dieser Stelle sind alle Akteure wie bspw. die Politik, Automobilhersteller, Städte und Kommunen verantwortlich Anreize zu schaffen. Schlussbetrachtet kann festgehalten werden, dass die Stadt Gelsenkirchen sein Potential für eine sukzessive Mobilitätsveränderung weiter ausarbeiten kann und wird. Smart Mobility sollte als Instrument zur Schaffung von Vorteilen im Wettbewerb mit anderen Städten und Kommunen und als attraktivitätssteigerndes Mittel für Stakeholder verstanden werden, so können wirtschaftliche Interessen den Ausbau unterstützen

¹⁸⁴ Siehe Kapitel 4.4 „Roboat“.

¹⁸⁵ Vgl. Meier, A./Portmann, E. (2017) S. 261 f.

und fördern.¹⁸⁶ Die Gelsenkirchener Bewohnerinnen und Bewohner sind motiviert für eine Mobilitätsweiterentwicklung und der Erfolg ist mit einem umfangreichen Verkehrskonzept realisierbar.¹⁸⁷

¹⁸⁶ Vgl. Flügge, B. (2016) S. 239 f.

¹⁸⁷ Siehe Kapitel 5.2.1 „Bedarfsanalyse der Stadt Gelsenkirchen“.

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

Bücher

Bart Gorynski / Paul Mikolajczyk: SMART CITY / SMART REGION. Konkrete Handlungsschritte für die nachhaltige und praxisorientierte Transformation Ihrer Kommune zur „Smart City“, (bee smart city Verlag), Mülheim an der Ruhr 2019

Etezadzadeh, C.: Smart City - Stadt der Zukunft? Die Smart City 2.0 als lebenswerte Stadt und Zukunftsmarkt, (Springer Vieweg), Wiesbaden 2015

Flügge, B. (Hrsg.): Smart Mobility. Trends, Konzepte, Best Practices für die intelligente Mobilität, (Springer Vieweg), Wiesbaden 2016

Heinrich, P. (Hrsg.): CSR und Kommunikation. Unternehmerische Verantwortung überzeugend vermitteln, Management-Reihe Corporate Social Responsibility, 2. Aufl., (Springer Gabler), Berlin 2018

Jaekel, M.: Smart City wird Realität. Wegweiser für neue Urbanitäten in der Digitalmoderne, (Springer Vieweg), Wiesbaden 2015

Meier, A. / Portmann, E. (Hrsg.): Smart City. Strategie, Governance und Projekte, Edition HMD, (Springer Vieweg), Wiesbaden 2017

Müller-Seitz, G. / Seiter, M. / Wenz, P.: Was ist eine Smart City? Betriebswirtschaftliche Zugänge aus Wissenschaft und Praxis, (Springer Gabler), Wiesbaden 2016

Proff, H. / Schönharting, J. / Schramm, D. / Ziegler, J. (Hrsg.): Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität. Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte, (Springer Gabler), Wiesbaden 2012

Seneviratne, P.: Beginning LoRa Radio Networks with Arduino. Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks, (Apress), Berkeley (USA) 2019

Vives, A.: SMART CITY Barcelona. The Catalan Quest to Improve Future Urban Living, (Sussex Academic Press), Portland 2017

Vogel, H.-J. / Weißer, K. / Hartmann, W.: Smart City: Digitalisierung in Stadt und Land. Herausforderungen und Handlungsfelder, (Springer Gabler), Wiesbaden 2018

Quellen im Internet

Ajuntament de Barcelona (Hrsg.). o.V.: Government measure, Commission for Ecology, Urban Planning and Mobility, Online im Internet: URL: <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/en_gb_MESURA%20GOVERN%20SUPERILLES.pdf> (Abruf: 11.03.2020)

Ajuntament de Barcelona (Hrsg.). o.V.: The population of the city continues to grow - Info Barcelona - Barcelona City Council, Online im Internet: URL: <https://www.barcelona.cat/infobarcelona/en/tema/city-council/the-population-of-the-city-continues-to-grow_685641.html> (Abruf: 23.02.2020)

Ajuntament de Barcelona (Hrsg.). o.V.: Facts and Figures about Barcelona, Online im Internet: URL: <<https://www.barcelona.de/en/barcelona-figueres.html>> (Abruf: 23.02.2020)

Ajuntament de Barcelona (Hrsg.). o.V.: Neighbourhoods - Barcelona website - Barcelona City Council, Online im Internet: URL: <<https://www.barcelona.cat/en/living-in-bcn/living-neighbourhood>> (Abruf: 01.03.2020)

Ajuntament de Barcelona (Hrsg.). o.V.: Urban Mobility Plan - Mobility - Barcelona City Council, Online im Internet: URL: <<https://www.barcelona.cat/mobilitat/en/about-us/urban-mobility-plan>> (Abruf: 09.03.2020)

Amsterdam Smart City (Hrsg.). o.V.: Elektronisches Parkschild - Amsterdam Smart City, Online im Internet: URL: <<https://amsterdamsmartcity.com/projects/electronic-parking-sign>> (Abruf: 11.03.2020)

Amsterdam Smart City (Hrsg.). o.V.: Emissionsfreie Stadtlogistik - Amsterdam Smart City, Online im Internet: URL: <<https://amsterdamsmartcity.com/projects/e-mobility-city-logistics>> (Abruf: 11.03.2020)

Amsterdam Smart City (Hrsg.). o.V.: Intelligentes Verkehrsmanagement - Amsterdam Smart City, Online im Internet: URL: <<https://amsterdamsmartcity.com/projects/smart-traffic-management>> (Abruf: 11.03.2020)

Amsterdam Smart City (Hrsg.). o.V.: Mobility - Amsterdam Smart City, Online im Internet: URL: <<https://amsterdamsmartcity.com/themes/mobility/>> (Abruf: 11.03.2020)

Amsterdam Smart City (Hrsg.). o.V.: Roboat - Amsterdam Smart City, Online im Internet: URL: <<https://amsterdamsmartcity.com/projects/roboat>> (Abruf: 12.03.2020)

Amsterdam Smart City (Hrsg.). o.V.: Toogethr - Amsterdam Smart City, Online im Internet: URL: <<https://amsterdamsmartcity.com/projects/toogethr>> (Abruf: 12.03.2020)

Berrone, P. / Ricart, J. / Duch, A. / Carrasco, C. (o.J.): IESE Cities in Motion Index 2019, Online im Internet: URL: <<https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0509-E.pdf>> (Abruf: 29.02.2020)

Bertelsmann Stiftung (Hrsg.). Bernhard Krabina / Mario Wiedemann: Open Data in Kommunen, Online im Internet: URL: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Smart_Country/AK_2_2019_05_08_ONLINE.pdf> (Abruf: 17.02.2020)

Bitkom e. V. - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (Hrsg.). Bitkom: Bitkom Smart City Index 2019, Online im Internet: URL: <https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-10/191021_smart-city-index_gesamt.pdf> (Abruf: 17.03.2020)

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.). o.V.: Open Data, Online im Internet: URL: <<https://www.bmi.bund.de/DE/themen/moderne-verwaltung/open-government/open-data/open-data-node.html>> (Abruf: 17.02.2020)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.). o.V.: Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Online im Internet: URL: <https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf> (Abruf: 28.02.2020)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.). o.V.: Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie - BMU, Online im Internet: URL: <<https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/>> (Abruf: 28.02.2020)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.). o.V.: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, Online im Internet: URL:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunkt-fuer-ein-integriertes-energie-und-klimaprogramm.pdf?__blob=publicationFile&v=1> (Abruf: 18.02.2020)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.). o.V.: Deutsche Klimaschutzpolitik, Online im Internet: URL: <<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-deutsche-klimaschutzpolitik.html>> (Abruf: 19.02.2020)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.). o.V.: Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Bundesregierung, Online im Internet: URL: <<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Industrie/integriertes-energie-und-klimaprogramm.html>> (Abruf: 18.02.2020)

CBS StatLine (Hrsg.). o.V.: StatLine - Population dynamics; birth, death and migration per region, Online im Internet: URL: <<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71488ned/table?dl=29DD9>> (Abruf: 01.03.2020)

Centre of Regional Science (Hrsg.). Giffinger, R. / Fertner, C. / Kramar, H. / Kalasek, R. / Pichler-Milanović, N. / Meijers, E.: Smart cities Ranking of European medium-sized cities, Final report, Online im Internet: URL: <http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf> (Abruf: 16.02.2020)

Euromonitor (Hrsg.). o.V.: International tourism: leading cities in Europe 2018, Online im Internet: URL: <<https://www.statista.com/statistics/487572/leading-european-city-destinations/>> (Abruf: 29.02.2020)

Europäische Union (Hrsg.). o.V.: Die 27 Mitgliedstaaten der EU, Online im Internet: URL: <https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_de> (Abruf: 20.02.2020)

European Commission (Hrsg.). o.V.: Klima- und Energiepaket 2020 - Klimapolitik - European Commission, Online im Internet: URL: <https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_de> (Abruf: 20.02.2020)

European Commission (Hrsg.). o.V.: Pariser Übereinkommen - Klimapolitik - European Commission, Online im Internet: URL: <https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_de> (Abruf: 20.02.2020)

European Commission (Hrsg.). o.V.: Emission von Treibhausgasen, Basisjahr 1990 - Eurostat, Online im Internet: URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/products-datasets/-/T2020_30> (Abruf: 21.02.2020)

European Commission (Hrsg.). o.V.: Folgen des Klimawandels - Klimapolitik, Online im Internet: URL: <https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_de> (Abruf: 11.03.2020)

European Environment Agency (Hrsg.). o.V.: Trends and projections in Europe 2018, Tracking progress towards Europe's climate and energy targets, EEA report, Online im Internet: URL: <<https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2018-climate-and-energy>> (Abruf: 27.02.2020)

Gemeente Amsterdam (Hrsg.). o.V.: Districts and neighbourhoods - City of Amsterdam, Online im Internet: URL: <<https://www.amsterdam.nl/en/districts/>> (Abruf: 01.03.2020)

Generalitat de Catalunya (Hrsg.). o.V.: Get to know. gencat.cat, Online im Internet: URL: <<http://web.gencat.cat/en/temes/catalunya/coneixer/>> (Abruf: 23.02.2020)

Magistrat der Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: Smart City Wien Rahmenstrategie 2019-2050, Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung, Online im Internet: URL: <<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008551.pdf>> (Abruf: 01.03.2020)

Planersocietät (Hrsg.). o.V.: Green City Plan Stadt Gelsenkirchen, Online im Internet: URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/Masterplaene-Green-City/gelsenkirchen.pdf?__blob=publicationFile> (Abruf: 17.03.2020)

Plattform „Innovative Digitalisierung der Wirtschaft“ im Nationalen IT-Gipfel / Fokusgruppe Intelligente Vernetzung / Projektgruppe Smart Cities/Regions (Hrsg.). o.V.: Intelligente Städte und Regionen in Deutschland, Aufruf zur digitalen Transformation, Online im Internet: URL: <https://div-konferenz.de/app/uploads/2015/12/151109_FG2_014_PG_Smart_City_Positionspapier_Ansicht.pdf> (Abruf: 12.02.2020)

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.). o.V.: REGIERUNGonline - Kyoto-Protokoll - globale Klimaziele und die Klimapolitik der Bundesregierung, Online im Internet: URL: <<https://www.bundesregierung.de/statisch/klimakonferenz/Webs/Breg/un-klimakonferenz/DE/Kyoto-Protokoll/kyoto-protokoll.html>> (Abruf: 20.02.2020)

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.). o.V.: Bundesregierung - Aktuelles - Bundesimmissionsschutzgesetz angepasst, Online im Internet: URL: <<https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/bundesimmissionsschutzgesetz-angepasst-1550292>> (Abruf: 09.03.2020)

PwC Strategy& (Hrsg.). o.V.: Mobility-as-a-Service - geschätztes Marktvolumen nach Regionen weltweit bis 2030, Online im Internet: URL: <<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/984870/umfrage/geschaeztes-volumen-des-mobility-as-a-service-marktes-nach-weltweiten-regionen/>> (Abruf: 23.03.2020)

Regionalverband Ruhr (Hrsg.). o.V.: Bevölkerungsprognose, Online im Internet: URL: <https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/03_Daten_Digitales/Regionalstatistik/Bevoelkerung/BevProg_14_Tab.pdf> (Abruf: 01.03.2020)

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Hrsg.). o.V.: Grüne Dächer Berlin, Online im Internet: URL: <<https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/stadtgruen/gruendaecher/>> (Abruf: 17.02.2020)

Springer Gabler - Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH (Hrsg.). Siepermann, M.: Definition: Smart City, Online im Internet: URL: <<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/smart-city-54505/version-277534>> (Abruf: 12.02.2020)

Stadt Bonn (Hrsg.). Scharnweber, M. / Nickel, W. / Stahl, M. / Cöster, D.: Gutachterliche Bewertung der Grundlagenermittlung des Verkehrskonzeptes Bonn-Venusberg, Online im Internet: URL: <http://www.aiv.fastwerk.com/images/aiv/160412/gutachterliche_bewertung_160418.pdf> (Abruf: 17.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Den Dialog weiterführen, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/_meta/aktuelles/artikel/42336-den-dialog-weiterfuehren> (Abruf: 03.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Lass uns reden über Mobilität und Klimaschutz, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/rathaus/buergerbeteiligung/lass_uns_reden/lass_uns_reden_ueber_mobilitaet_und_klimaschutz.aspx> (Abruf: 03.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Zukunft Mobilität, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/Stadtprofil/Stadtthemen/Zukunft_Mobilitaet/> (Abruf: 03.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Vorhabenbeschreibung Masterplan Green City sowie Arbeits-Zeit-und Finanzplanung, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/stadtprofil/stadtthemen/zukunft_mobilitaet/_doc/vorhabenbeschreibung_masterplan_green_city_sowie_arbeits-zeit-und_finanplanung.pdf> (Abruf: 17.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Digital Transformation Strategy for the city of Gelsenkirchen, Drilling for OIL 2.0, Online im Internet: URL: <https://www.intelligentcitieschallenge.eu/sites/default/files/2019-07/Digital_transformation_strategy_GELSENKIRCHEN.pdf> (Abruf: 13.02.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Smartphone-Bürger-ID, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/stadtprofil/stadtthemen/die_vernetzte_stadt/smartphone-buerger-id.aspx> (Abruf: 17.02.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Stadt Gelsenkirchen: Stadtfakten, Online im Internet: URL: <<https://www.gelsenkirchen.de/de/Stadtprofil/Stadtfakten/index.aspx>> (Abruf: 15.02.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Stadtgeschichte Gelsenkirchen, Online im Internet: URL: <<https://www.gelsenkirchen.de/de/Stadtprofil/Stadtgeschichten/Stadtgeschichte/>> (Abruf: 15.02.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: www.gelsenkirchen.de - Verkehrsplanung, Online im Internet: URL: <<https://www.gelsenkirchen.de/de/infrastruktur/stadtplanung/verkehrsplanung/index.aspx>> (Abruf: 01.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Vergleich wendet Fahrverbot für Gelsenkirchen ab, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/_meta/aktuelles/artikel/42746-vergleich-wendet-fahrverbot-fuer-gelsenkirchen-ab> (Abruf: 10.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Green City Plan vorgestellt, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/_meta/aktuelles/artikel/34005-green-city-plan-vorgestellt> (Abruf: 17.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Nahverkehr aus einem Guss, 301 und 302 verkehren ab Dezember alle 7,5 Minuten, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/_meta/aktuelles/artikel/40209-nahverkehr-aus-einem-guss> (Abruf: 17.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Park + Ride, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/infrastruktur/verkehr/bus_und_bahn/park__ride.aspx> (Abruf: 18.03.2020)

Stadt Gelsenkirchen (Hrsg.). o.V.: Statistiken zu Nationalitäten, Online im Internet: URL: <https://www.gelsenkirchen.de/de/stadtprofil/stadtfakten/statistiken/_doc/BEV_Nationen_Gesamtstadt_Quartal.csv> (Abruf: 22.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: Neuer Tourismus-Rekord 2018, Online im Internet: URL: <<https://www.wien.gv.at/tourismus/rekord.html>> (Abruf: 29.02.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: Bevölkerung nach Bezirken 2004 bis 2019, Online im Internet: URL: <<https://www.wien.gv.at/statistik/bevoelkerung/tabellen/bevoelkerung-bez-zr.html>> (Abruf: 29.02.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: A nach B – Smart City Wien, Online im Internet: URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/a-nach-b/>> (Abruf: 04.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: Autofrei wohnen – Smart City Wien, Online im Internet: URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/autofrei-wohnen/>> (Abruf: 04.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: CO2 neutrale Post – Smart City Wien, Online im Internet: URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/co2-neutrale-post/>> (Abruf: 04.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: E-Car-Sharing – Smart City Wien, Online im Internet: URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/e-car-sharing/>> (Abruf: 04.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: E-Müllsammelfahrzeug – Smart City Wien, Online im Internet: URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/e-muellsammelfahrzeug/>> (Abruf: 04.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: Grünes Wien - WIEN – Jetzt. Für immer, Online im Internet: URL: <<https://www.wien.info/de/sightseeing/gruenes-wien>> (Abruf: 04.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: Mobilität und Verkehr – Smart City Wien, Online im Internet: URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/category/projekte/mobilitaet-und-verkehr/>> (Abruf: 04.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: Smarte Ampeln - Smart City Wien, Online im Internet: URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/smart-ampeln/>> (Abruf: 08.03.2020)

Stadt Wien (Hrsg.). o.V.: Grätzlrad - Smart City Wien, Online im Internet: URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/graetzlrad/>> (Abruf: 09.03.2020)

Stadt Zürich (Hrsg.). o.V.: Tempo- und Verkehrsregimes mit ÖV-Trassierung - Stadt Zürich, Online im Internet: URL: <https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/publikationen_u_broschueren/tempo-und_verkehrsregime.html> (Abruf: 06.03.2020)

Stadt Zürich (Hrsg.). o.V.: Verkehrskonzepte - Stadt Zürich, Online im Internet: URL: <<https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/verkehr/verkehrskonzepte.html#innenstadt>> (Abruf: 06.03.2020)

Stadt Zürich (Hrsg.). o.V.: Verkehrskonzepte - Stadt Zürich, Online im Internet: URL: <https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/verkehr/verkehrskonzepte.html#masterplan_velo> (Abruf: 06.03.2020)

Stadt Zürich (Hrsg.). o.V.: Verkehrskonzepte - Stadt Zürich, Online im Internet: URL: <https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/verkehr/verkehrskonzepte.html#tempo_30> (Abruf: 06.03.2020)

Stadt Zürich (Hrsg.). o.V.: Verkehrskonzepte - Stadt Zürich, Online im Internet: URL: <https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/verkehr/verkehrskonzepte.html#oeffentlicher_verkehr> (Abruf: 06.03.2020)

Stadt Zürich (Hrsg.). o.V.: Zürich in Zahlen - Stadt Zürich, Online im Internet: URL: <https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/portraet_der_stadt_zuerich/zuerich_in_zahlen.html> (Abruf: 01.03.2020)

Stadt Zürich (Hrsg.). o.V.: Tourismus Stadt Zürich - Stadt Zürich, Online im Internet: URL: <<https://www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/statistik/themen/wirtschaft/tourismus/tourismus-stadt-zuerich.html>> (Abruf: 01.03.2020)

Statistik Austria (Hrsg.). o.V.: Bevölkerung von Österreich von 2010 bis 2020 (in Millionen Einwohner), Online im Internet: URL: <http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerung_zu_jahres-_quartalsanfang/031770.html> (Abruf: 29.02.2020)

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). o.V.: Verteilung der Einwohner in Deutschland nach Gemeindegrößenklassen 2018, Online im Internet: URL:

<<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/161809/umfrage/anteil-der-einwohner-an-der-bevoelkerung-in-deutschland-nach-gemeindegroessenklassen/>> (Abruf: 15.03.2020)

Stefano Boeri Architetti (Hrsg.). Boeri, S.: bosco verticale, Online im Internet: URL: <<https://www.stefanoboeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest/>> (Abruf: 17.02.2020)

Stichting amsterdam&partners (Hrsg.). o.V.: ViaVan - Amsterdam Smart City, Online im Internet: URL: <<https://www.iamsterdam.com/en/business/key-sectors/smart-mobility/testimonials/viavan>> (Abruf: 11.03.2020)

Toogethr (Hrsg.). o.V.: Toogethr Rideshare, Online im Internet: URL: <<https://www.toogethr.com/en/rideshare>> (Abruf: 20.03.2020)

Umweltbundesamt (Hrsg.). o.V.: Europäische Energie- und Klimaziele, Online im Internet: URL: <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/europaeische-energie-klimaziele>> (Abruf: 20.02.2020)

Umweltbundesamt (Hrsg.). o.V.: Radverkehr, Online im Internet: URL: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#gtgt-umweltfreundlich-und-klimaschonend>> (Abruf: 19.03.2020)

United Nations (Hrsg.). o.V.: Population, Online im Internet: URL: <<https://www.un.org/en/sections/issues-depth/population/index.html>> (Abruf: 12.02.2020)

Westfälische Hochschule (Hrsg.). Laaser, B.: Neuer Höchststand der Studierendenzahl an der Westfälischen Hochschule, Online im Internet: URL: <<https://www.w-hs.de/service/aktuell/news/detail/News/neuer-hoechststand-der-studierendenzahl-an-der-westfaelischen-hochschule/>> (Abruf: 22.03.2020)

Zürich Tourismus (Hrsg.). o.V.: Zürichs Stadtteile - Informationen für Zürich, Online im Internet: URL: <<https://www.zuerich.com/de/besuchen/ueber-zuerich/zuerichs-stadtteile>> (Abruf: 01.03.2020)

9 Eidesstattliche Versicherung

Kazmierski, Oliver

Name, Vorname

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit mit dem Titel

Darstellung ausgewählter smarterer Mobilitätsinstrumente im Hinblick auf die Klimaneutralität 2050 und Einsatzkonzeption für eine Großstadt am Beispiel der Stadt Gelsenkirchen

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Essen, 25. März 2020

Ort, Datum, Unterschrift