



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

D I P L O M A R B E I T

Der Einfluss der Automobilität auf unsere Siedlungsstrukturen

Chancen und Risiken des automatisierten Fahrens

**ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs**

unter der Leitung

Em.O.Univ.Prof. Mag. rer.soc.oec. Dr.phil. Jens S. Dangschat

E 280/6

ISRA Fachbereich Soziologie

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Simon Andert

0525852

Wien, am 25.05.2020

Abstract

The present thesis deals with the effects of automobility on our urban and rural settlement structures considering the impending introduction of self driving cars. An in-depth analysis of the phenomenon of automobility helps to illustrate the formative and lasting effect the automobile has had, not only on our built environment, but also on our values and our behaviours in society as a whole. The implementation of autonomous driving is viewed critically in regards to the negative consequences the automobile has had on our society. It is claimed that an increase in convenience and desirability of the automobile caused by the implementation of autonomous driving can lead to an increase in urban sprawl and an amplification in congestion. On the basis of scientific literature and model calculations it is shown that self driving cars can cause a shift in the modal split and also compromise public transportation as we know it today. New mobility concepts such as car- and ride-sharing, as part of a shared mobility, in combination with state-of-the-art driving technologies will be crucial to minimize further negative effects and help make a sustainable mobility turn possible.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt das Thema der Automobilität und ihren Einfluss auf unsere Siedlungsstrukturen mit besonderem Augenmerk auf eine bevorstehende Einführung des automatisierten Fahrens. Eine ausführliche Analyse der Automobilität als gesamtgesellschaftliches Phänomen soll darstellen, wie gravierend und nachhaltig nicht nur unsere gebaute Umwelt, sondern unsere Werte und Praktiken durch das Automobil geprägt wurden. In Anbetracht einer Einführung automatisierter Fahrzeuge in absehbarer Zukunft wird diese Entwicklung besonders im Hinblick auf die negativen Auswirkungen der Automobilität kritisch beleuchtet. Es wird die Hypothese aufgestellt, dass sich eine Attraktivierung des Automobils durch das automatisierte Fahren sowohl auf die Zersiedelung und in weiterer Folge auch auf das zukünftige Verkehrsaufkommen verstärkend negativ auswirken könnte. Anhand wissenschaftlicher Fachliteratur und Modellberechnungen wird dargelegt, dass automatisierte Fahrzeuge sowohl eine Verschiebung des Modal Split verursachen könnten als auch den Fortbestand des öffentlichen Verkehrs, wie wir ihn heute kennen, gefährden könnten. Mobilitätskonzepte der Shared-Mobility wie Car- und Ride-Sharing, in Verbindung mit neuen Antriebstechnologien, werden notwendig sein um negative Entwicklungen abzuwenden und repräsentieren einen wesentlichen Baustein für das Gelingen einer nachhaltig sinnvollen Mobilitätswende.

Danksagung

Zuallererst möchte ich mich bei Prof. Jens Dangschat bedanken, der mir zum Ende meines Studiums ermöglicht hat, mich mit einem Thema, das mir sehr am Herzen liegt, auch in einem wissenschaftlichen Kontext auseinandersetzen zu können. Vielen Dank für die zahlreichen persönlichen Treffen und den aufschlussreichen Input.

Ich danke Herrn DI Stefan Raab, der mich ursprünglich zum Schreiben dieser Arbeit motiviert hat und der ein Stück weit den Anstoß für diese Arbeit gab.

Ein großes Danke geht auch Frau DI Lisa Germany, für ihre großartige Freundschaft und ihre vielen aufbauenden Worte, die mich immer wieder motivierten.

Ich bedanke mich besonders bei Herrn Mag. René Fleissner, der mit seiner Expertise, seinen vielen konstruktiven Anmerkungen und mit seiner sehr aufbauenden Art einen beträchtlichen Beitrag an dieser Arbeit geleistet hat.

Ein großer Dank gebührt meiner Familie, die mich über die Jahre stets sowohl finanziell und auch emotional unterstützt haben und die, bis zuletzt, sehr geduldig, an den Abschluss dieses Studiums geglaubt hat.

Zu guter Letzt möchte ich meiner Freundin und Partnerin Frau Dr. Lisa Göschl danken. Sie gab mir den nötigen Mut und die Zuversicht, diese Arbeit zu schreiben und auch abzuschließen. Ohne dich hätte ich das nicht geschafft!

Danke!

Abkürzungsverzeichnis

aF	automatisiertes Fahren
avF	automatisiertes vernetztes Fahren
aV	automatisierter Verkehr
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
Kfz	Kraftfahrzeug
KI	künstliche Intelligenz
LKW	Lastkraftwagen
MaaS	Mobility-as-a- Service
ODD	operational design domain
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	öffentlicher Verkehr
PKW	Personenkraftwagen
SAE	Society of Automotive Engineers
TOD	transit oriented development

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	7
1.1 Motivation	7
1.2 Methoden und Aufbau der Arbeit	10
1.3 Forschungsfrage und Hypothesen	11
2 Die (auto)mobile Gesellschaft	12
2.1 Historische Entwicklung	12
2.2 Automobilität als Gesellschaftssystem	15
2.2.1 Automobilität als Dispositiv	15
2.2.2 Automobilität - ein autopoietisches System	16
2.2.3 Lock-In-Effekte und Pfadabhängigkeit	18
2.2.4 Die Widersprüche der Automobilität	19
2.2.5 Zwischen Autolust und Autofrust	21
2.3 Folgen der Beschleunigung	23
2.3.1 Veränderung von Zeit und Raum	23
2.3.2 Mobilität und Verkehr	25
2.3.3. Wertewandel	26
2.4 Die Grenzen der Automobilität	28
3 Neue Mobilität - Automatisiertes Fahren	32
3.1 Automatisiertes Fahren	32
3.1.1 Autonomiestufen	33
3.1.2 Operational Design Domain	34
3.1.3 Rechtslage	35
3.2 Die Mobilitätswende	36
3.2.1 Digitalisierung und Vernetzung	37
3.2.2 Multimodalität	38
3.2.3 Mobilität als Dienstleistung - Mobility-as-a-Service (MaaS)	39
3.2.4 Shared Mobility	40
3.2.5 Elektromobilität	41
3.3 Mehr als nur Technologie	42
3.3.1 Rebound-Effekt	43
3.3.2 Regulierungen	44
3.3.3 Die "Sharing Economy" und eine neue Generation von MobilitätSNutzern	45
3.3.4 Akzeptanz	47

4 Einfluss des Automobils auf die Siedlungsstrukturen	49
4.1 Die Frage der Erreichbarkeit	49
4.2 Wechselwirkungen von Siedlungsentwicklung und Verkehr	50
4.3 Flächenverbrauch - (automobiler) Verkehr braucht Platz	52
4.4 Stadt+Land=Region - Suburbanisierung und Zersiedelung	53
4.5 Die Grenzen des (Siedlungs)-Wachstums	55
5 Szenarien zur Auswirkung des automatisierten Fahrens	58
5.1 Das automatisierte Fahren als Bestandteil der Stadt der Zukunft	58
5.1.1 Die regenerative und intelligente Stadt	58
5.1.2 Die hypermobile Stadt	60
5.1.3 Die endlose Stadt	61
5.2 Das automatisierte Fahren in Verbindung mit dem öffentlichen Verkehr	62
5.2.1 “Marktgetriebene AV- Euphorie- 2030”	62
5.2.2 “Politik- getriebene AV- Steuerung- 2030”	63
5.2.3 “Individualisierte Mobilität und langsame AV- Entwicklung- 2030”	63
5.3 Automatisierter Verkehr - Zwischen privater und öffentlicher Nutzung	63
5.3.1 Das automatisierte Privatfahrzeug	64
5.3.2 Das automatisierte Fahrzeug als Teil des öffentlichen Verkehrssystems	66
5.4 Folgen des unkontrollierten automatisierten Fahrens	67
6 Conclusio	70
ad Hypothese 1	70
ad Hypothese 2	72
ad Hypothese 3	74
ad Hypothese 4	76
Die Entwicklung der Mobilität in Zeiten weltweiter Pandemien	77
Abbildungsverzeichnis	80
Literaturverzeichnis	81

1 Einleitung

1.1 Motivation

Als Student der Architektur wurde ich in einer klassischen Disziplin geschult. Die Konzeption und Umsetzung von Gebäuden stand hier klar im Vordergrund. Im Rahmen meines Studiums wählte ich aber immer auch Lehraufgaben, die über den engeren Rahmen der Architektur hinausgehen und sich mit dem größeren Kontext von Bauten beschäftigen, insbesondere Dorf- und Stadtplanung, Raumplanung und Mobilitätsforschung. Obwohl ich bereits von Beginn an großes Interesse und Freude am Planen und Gestalten hatte, verspürte ich immer den Wunsch, Dinge gesamtheitlich zu betrachten. Das geht über die bloße Analyse eines Ortes, eines konkreten Gebäudes hinaus. In der Einführungsvorlesung Architektur wurde uns nahegelegt, mit offenen Augen durch die Welt zu gehen. Der Gedanke war, je mehr wir über Architektur erfahren, desto mehr wird es unser Verständnis und unsere Wahrnehmung für unsere Umwelt schärfen und verändern. Ich habe mir das immer zu Herzen genommen und diese Arbeit soll nun das Ziel haben, meine Beobachtung in Form einer wissenschaftlichen Arbeit zu verarbeiten.

Für meine Bachelorarbeit wählte ich das Thema "Smart Cities und Mobilität". Diese Arbeit war es, die mich einerseits für diese Thematik sensibilisiert hat und mich auf die Idee brachte, die Mobilität, vor allem im Bezug auf das Automobil, ganzheitlich weiter zu bearbeiten. Ich begann damals erstmals, mich mit unserem zeitgenössischen Mobilitätsverhalten kritisch und auf wissenschaftlicher Ebene auseinanderzusetzen.

Ein weiterer wichtiger Begriff, der mich in meinem Studium begleitete und der mein Interesse weckte, war die Zersiedelung. Ich stieß, bereits vor meiner Recherche, in der medialen Berichterstattung immer wieder auf dieses Phänomen. Obwohl die Zersiedelung regelmäßig in Artikeln und Fernsehberichten diskutiert wird, scheint es doch im allgemeinen gesellschaftlichen Diskurs wenig bekannt und auch wenig beachtet zu sein.

In den letzten Jahren konnte ich in meinem Freundes- und Bekanntenkreis beobachten, wie sich die Ansprüche an Wohn- und Lebenswünschen im Laufe der Zeit veränderten. Zu Beginn des Studiums kamen viele meiner Freunde in die Stadt, um hier zu studieren. Nach dem Studium entschlossen sich jedoch viele, wieder in ihre Heimatregion zurückzukehren,

um dort zu leben. Die Folge war oft ein Pendeln zwischen dem neuen Wohnort und dem noch in der Stadt befindlichen Arbeitsplatz. Dieser räumliche Spagat, das Arbeiten in der oft weit entfernten Stadt, kombiniert mit dem Wohnen am Land und die sich dadurch ergebenden Ansprüche an die Mobilität, beschäftigten mich zunehmend.

Wenn man die Geschichte der Mobilität betrachtet, kann man feststellen, dass die Entwicklungen stark vom technologischen Fortschritt geprägt waren. Jedes wichtige Massenverkehrsmittel wurde durch das Aufkommen einer neuen Technologie abgelöst. Diese Entwicklungssprünge waren begleitet von einer Steigerung der Effizienz, was zur Folge hatte, dass der Aufwand für die Raumüberwindung stetig geringer wurde. Dies zeigte sich vor allem in einer Erhöhung der Reisegeschwindigkeit und ultimativ in einer Ausweitung der Bewegungsradien. Waren es am Anfang die eigenen Beine, die die tägliche Mobilität ermöglichten, wurden diese später abgelöst durch das Verwenden von Nutztieren, später von den ersten Massentransportmitteln, wie der Eisenbahn und in letzter Instanz, vom Automobil. Auch wenn all diese Arten der Fortbewegung vom Auto nicht verdrängt wurden, kann man heute dennoch behaupten, dass vermutlich keines dieser Verkehrsmittel eine derartig formende Wirkung auf unsere Gesellschaft und auf unsere gebaute Umwelt hatte, wie das Auto. Dazu sollte vielleicht festgehalten werden, dass das Auto in einer Zeit seine Dominanz erreichte, die geprägt war von einem sich immer schneller entwickelnden Fortschritt und Wachstum. Die Geschwindigkeit, in der sich unsere Welt in den letzten 100 Jahren, auch durch das Auto, veränderte, war und ist beispiellos.

Wir sehen uns heute mit dem nächsten Entwicklungsschritt konfrontiert. Abermals sind es technologische Errungenschaften, von denen wir uns erwarten oder auch erhoffen, dass sie unsere Mobilität auf die nächste Ebene befördern werden. Das Auto soll nach wie vor eine zentrale Rolle einnehmen in dieser zukünftigen automatisierten Automobilität. Das automatisierte Fahren in Kombination mit neuen Antriebstechniken und einer umfassenden Vernetzung mit unserer Umwelt verspricht uns mehr Sicherheit, mehr Komfort und mehr Verlässlichkeit in unserer täglichen Mobilität. In einer Welt in der Zeit als wertvolles Gut angesehen wird, soll uns das automatisierte Fahren loslösen vom Akt des aktiven Fahrens und uns diese kostbare Zeit zurückgeben. Bereits heute wird darüber nachgedacht, wie wir die neue, freigewordene Zeit im Automobil der Zukunft nutzen können. Aus der Erfahrung wissen wir bereits, dass die Beschleunigung und Ausweitung unserer Leben auch einen Preis hat. Wir sprechen heute von einer nachhaltigen Zukunft, in der es darum geht, die drohenden Auswirkungen des Klimawandels und der stetigen

Ressourcenverknappung im Hinblick auf künftige Generationen zu verhindern oder wenigstens zu minimieren. Es gilt bereits heute darüber nachzudenken, welchen Weg in diese neue Mobilität wir einschlagen, damit dieser Preis nicht zu hoch wird.

1.2 Methoden und Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit bedient sich der Methode der Sekundäranalyse. Es werden relevante Forschungsarbeiten, Fachartikel und wissenschaftliche Publikationen herangezogen, um eine Zusammenfassung bereits bestehender Forschungsergebnisse, basierend auf selbst gewählten Forschungsfragen, zu erarbeiten. Der Fokus liegt dabei auf dem Herstellen interdisziplinärer Zusammenhänge, um komplexe Phänomene besser untersuchen und verstehen zu können.

Einer Literaturrecherche zu den unterschiedlichen Themen der Arbeit folgt ein Auswahlprozess, um das bestgeeignetste Material herauszufiltern. Für die Datenbeschaffung der vorliegenden Arbeit wird eine systematische Literaturanalyse durchgeführt.

Ziel dieser Arbeit ist es grundsätzlich, über die, ohnehin diffusen, Grenzen der Architektur- und Raumplanung hinaus zu sehen, um gesamtheitlich wirksame Phänomene, wie die Automobilität, die Entwicklung der Siedlungsstrukturen und damit in Verbindung stehenden problematischen Aspekte zu verstehen. Wertvolle Forschungsbeiträge aus dem wissenschaftlichen Diskurs sollen dazu beitragen, die weitere Entwicklung dieser Phänomene, besonders im Hinblick auf zukünftige Mobilitätsentwicklungen wie dem automatisierte Fahren, besser abschätzen und bewerten zu können.

1.3 Forschungsfrage und Hypothesen

Im Hinblick auf das aufkommende automatisierte Fahren stellt sich im Kontext der Automobilität und ihren Einfluss auf die Siedlungsstrukturen folgende Frage:

“Welche Chancen und Risiken birgt das automatisierte Fahren in Bezug auf den Wirkungskreislauf von Automobilität und Siedlungsstrukturen?”

Bei der Erarbeitung der Zusammenhänge zwischen Automobilität, Zersiedelung und dem automatisierten Verkehr lassen sich im Bezug auf die zentrale Forschungsfrage folgende Hypothesen ableiten:

1. Das Automobil und das damit verbundene System der Automobilität haben unsere Mobilitätsbedürfnisse und unsere gesellschaftlichen Strukturen, als Gesamtes betrachtet, unwiederbringlich verändert.
2. Ein nachhaltig positiver Erfolg des automatisierten Fahrens, in Hinblick auf eine Reduktion der negativen Auswirkungen der Automobilität, wird stark von der Implementierung und Akzeptanz neuer Mobilitätsformen, wie Mobility-as-a-Service oder der Shared Mobility, abhängen.
3. Eine zusätzliche Attraktivierung des Automobils in Form des automatisierten Fahrens wird sich verstärkend negativ auf die fortschreitende Zersiedlung unser Siedlungsstrukturen auswirken.
4. Das automatisierte Fahren stellt eine Bedrohung für sämtliche alternative Fortbewegungsarten dar, vor allem für die klassischen öffentlichen Verkehrsmittel.

2 Die (auto)mobile Gesellschaft

Noch bevor das Automobil Einzug hielt, begann eine Entwicklung, die die Wahrnehmung von Bewegung und Geschwindigkeit fundamental veränderte. Die Ablöse der alltäglichen, großteils muskelbetriebenen Fortbewegung durch die Maschine setzte eine Entwicklung in Gang und eröffnete uns neue, nie dagewesene Formen der Mobilität.

“Sie (die Eisenbahn) löst die räumliche Trennungen durch Annäherungen in der Zeit auf ... denn der Raum stellt für uns nur insofern eine Distanz dar, als Zeit nötig ist, um ihn zu überwinden. Beschleunigt sich die Zeit, so reduziert sich der Raum und damit auch der Einfluß, den er auf das Leben und die Bewegungsmöglichkeiten hat” (Brockhaus 1840; zitiert nach Sachs 1987, S. 579).

Die Lokomotive eröffnete das Zeitalter des maschinengetriebenen Verkehrs und gleichzeitig damit auch die Ferne für viele Menschen. Man kann dieses Ereignis als entscheidende Zäsur in der Geschichte des Verkehrs beschreiben. Die Fortbewegung wurde losgelöst von den Grenzen der Natur, durch die Maschine wurde der Verkehr von der *Körperlichkeit* entkoppelt. Die Kraft der Maschine ermöglichte die Überwindung der Landschaft und großer Entfernungen gleichermaßen. Diese mechanische Antriebskraft war verantwortlich für eine stetige Erhöhung der Geschwindigkeit und es war diese steigende Geschwindigkeit, die eine neue Wahrnehmung für Raum und Zeit ermöglichte. Schlagartig erweiterte sich durch das Schrumpfen der Entfernungen der *“Horizont des leicht zugänglichen Raums”* (vgl. Sachs 1987, S. 578f).

2.1 Historische Entwicklung

“Ohne Verkehr hätte es keine industrielle Revolution gegeben. (...) Die Beschleunigung, Verstetigung und Verbilligung des Verkehrs, die schon vor der industriellen Revolution einsetzte, führte zu positiven Rückkopplungen. (...) Aus einer dörflich strukturierten Agrargesellschaft, die auf der Nutzung örtlich vorhandener Sonnenenergie (Biomasse, Wind, Wasserkraft) beruhte, wurde eine urbanisierte Industriegesellschaft, die vor allem fossile und meist von weit her gebrachte Energie (Kohle, Öl) ausbeutete.” (Merki 2008, S. 15)

Die Eisenbahn war verantwortlich für ein Vielzahl von Kopplungseffekten und steht in besonders engem Zusammenhang mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert. Sie hat den Tourismus revolutioniert, in dem sie das Reisen billiger, schneller und komfortabler machte und war auch verantwortlich, für die Etablierung eines wettbewerbsfähigen Landtransports. Der Transportsektor ist zwischen den Jahren 1890 und 1990, wenn man die Tonnenkilometer berücksichtigt, um den Faktor 135 gewachsen. Die Weltwirtschaft oder der weltweite Energieverbrauch sind im selben Zeitraum um den Faktor 15 gewachsen. Die industrielle Revolution war somit verantwortlich für einen grundlegenden Systemwechsel. Von einer Agrargesellschaft, einem Produktionssystem, welches auf der Nutzung der Sonnenenergie beruhte, zu einer Industriegesellschaft, die hauptsächlich die Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle und Öl zur Basis hatte. Die Verbesserungen im Verkehr stellten für die industrielle Revolution einen wesentlichen Faktor dar und halfen dabei, dieses neu geschaffene System weiter auszubauen (vgl. Merki 2008, S. 22ff).

Während die Eisenbahn zwar die Geschwindigkeit und dadurch neue Möglichkeiten zur Raumüberwindung bieten konnte, so wurde doch der Benutzer als Passagier in ein Korsett aus Fahrplänen und vordefinierten Fahrtstrecken gezwungen. Für die privilegierten Nutzer von Kutschen bedeutete dieser Gewinn an Geschwindigkeit auch einen Verlust an Selbstständigkeit und ultimativ, die Einordnung in das starre Regelwerk dieses neuen Massenverkehrsmittels. Erst das Automobil schaffte es, die verlorene Souveränität der Kutsche wiederherzustellen und kombinierte ihre Selbstbeweglichkeit mit der Maschinenkraft des Automobils. Das Automobil symbolisierte somit auch, streng im Kontrast zur Eisenbahn, einen Gegenentwurf für eine neue Form von Mobilität (vgl. Sachs 1987, S. 577).

Auch das Fahrrad erlebte zu Beginn des 20. Jahrhunderts einen großen Aufschwung. Es war unter anderem auch diese Entwicklung und die Verbreitung des Fahrrads, das dem *„Genuß der Beweglichkeit“* Popularität verschaffte und in weiterer Folge auch dem Automobil den Weg bereitete. Doch dem Fahrrad haftete der *„Makel der Körperlichkeit“* an. Der körperliche Aufwand zum Betreiben dieses Geräts war der Grund, dass sich dieses Fortbewegungsmittel nie zu einem *„Symbol der sozialen Überlegenheit“* erhob. Im Kreise der fortschrittlichen Technologien blieb es ein Außenseiter, vor allem, weil der Fortschritt im Ersatz der körperlichen Kraft durch die maschinelle Kraft wahrgenommen wurde (vgl. Sachs 1987, S. 580).

Die Entwicklung des Automobils vom Statussymbol der Oberklasse zum Alltagsobjekt der Massen stieß anfänglich auf Widerstand. Die Straße, als demokratisch genutzter Ort, wurde vom Auto und seiner stark raumwirksamen Natur in ihrer bisherigen Ordnung gestört. In der Schweiz dauerte es 25 Jahre bis schlussendlich im Jahr 1925 Autos offiziell auf Straßen zugelassen wurden. Proteste gegen die *“gefährlichen Spielzeuge müßiger Sportsleute”* hatten einen jahrzehntelangen Streit ausgelöst. Proteste und Argumentationen, die uns an heutige Diskussionen in innerstädtischen Räumen erinnern, waren auch damals von den Sorgen und Ängsten der anderen Verkehrsteilnehmern im Bezug auf die verdrängende Wirkung des Automobils getragen. Es war ein Versuch, das Recht der Allgemeinheit auf die Straße und die Straße als Lebensraum zu erhalten. Schließlich wurde der Dominanz des Fortschritts und seiner proklamierten Signifikanz für die wirtschaftliche Entwicklung nachgegeben, Kritiker verstummten und um dem Automobil seine freie Fahrt zu ermöglichen, wurden die anderen Verkehrsteilnehmer durch die aufkommende Verkehrserziehung zur Rücksicht erzogen und von den Straßen verdrängt (vgl. Sachs 1987, S. 582f).

Es war schlussendlich der automobiler Luxuskonsum der privilegierten Gesellschaft, der als *“Geburtshelfer der Autoindustrie”* fungierte und den Massenkonsum ermöglichte. Der Nationalsozialismus und das Dritte Reich unter Adolf Hitler propagierten in Deutschland die *“Vision einer durchgängigen Gesellschaft”*. Die Folgen waren die Entstehung der Autobahnen und des Volkswagens, zugeschnitten auf die automobilen Wünsche und Ansprüche der Masse. Das Wirtschaftswunder der fünfziger Jahre sorgte schließlich für einen neuen Wohlstand und für die notwendige Kaufkraft, um die Massenmotorisierung weiter voranzutreiben. Gerade Deutschland sah sich mit einem starken Zuwachs der motorisierten Haushalte konfrontiert. Es entwickelten sich neue Mobilitätsansprüche, die sich etwa in Ausflugsfahrten und dem Wochenendtourismus manifestierten. Die Folgen der starken Zuwachsraten und des steigenden Verkehrsaufkommens führten jedoch bald zu Überforderungseffekten. Die Planer waren aufgefordert, den neu entstandenen Verkehr zu organisieren. Der automobiler Verkehr wurde befreit von Störfaktoren, wie anderen, langsameren Verkehrsteilnehmern. Neue Straßen und die dazugehörige Infrastruktur entstanden, um ein ungehindertes Fließen dieses neuen automobilen Verkehrs zu ermöglichen (vgl. Sachs 1987, S. 584ff).

Im Deutschland der 1960er-Jahre führte, nach anfänglich stark steigenden Autoverkäufen, der erste Verkehrsstau Deutschlands zu einem deutlichen Bewusstseinswechsel in der Bevölkerung. Das Auto als neu etabliertes Verkehrsmittel wurde laut der Öffentlichkeit und

verstärkt kommuniziert durch die Medien (z.B. Ausgabe des Spiegel Nr. 34, 1963 “Stau auf Deutschlands Autobahnen”) zu wenig vom Staat unterstützt. Deutschland verfügte schon zu dieser Zeit über die meisten Autobahnen im europäischen Vergleich, dennoch wurden die schlechten Zustände der deutschen Straßen bemängelt. Die starke Nachfrage nach Automobilität wurde schließlich durch einen Führungswechsel im Amt des Verkehrsministers beschleunigt. Der Verkehrsminister Georg Leber argumentierte als Mitglied der Sozialdemokraten für eine Verbreitung des Autos in allen Schichten und eine gleichmäßig verfügbare Anbindung an das Straßennetz im Sinne eines sozialen Ausgleichs (vgl. Holzapfel 2012a, S. 75f).

“ (...) die Politiker waren Getriebene von einer hohen Nachfrage der Bevölkerung (...)” (Holzapfel 2012, S.75)

2.2 Automobilität als Gesellschaftssystem

Die Entwicklung des Autos über die Jahre und die stetige Weiterentwicklung dieses Fortbewegungsmittel haben uns noch stärker damit verbunden. Doch das Auto in seiner Urform unterscheidet sich nicht von einem zeitgenössischen Modell, betrachtet man lediglich seine Grundfunktion. Es ist ein Individualfahrzeug, das es Personen ermöglicht, auf einem bereitgestellten Straßennetz die Wegewahl und -länge frei zu bestimmen und frei nach ihren individuellen Vorstellungen zu nutzen. Die Anpassungsfähigkeit an das tägliche Leben wurde lediglich erhöht und das Auto wurde stärker in unser tägliches Leben eingebunden. Das Auto ist neben seiner bloßen Funktion der Fortbewegung auch eine Art kulturelles Phänomen. Bis heute repräsentiert es Status, steht als Symbol für Freiheit, Unabhängigkeit und nicht zuletzt für den Wohlstand. Durch die jahrzehntelange Anpassung und Weiterentwicklung haben wir unser Leben immer stärker auf das Auto ausgerichtet.

2.2.1 Automobilität als Dispositiv

Manderscheid (vgl. 2012, S.148) beschreibt die Automobilität als *raumkonstituierendes Dispositiv der Moderne*. Diese Darstellung versucht das Phänomen der Automobilität in seiner komplexen, vielschichtigen Natur zu definieren. Der Fokus liegt dabei auf “sozio-technischen Formationen” und auf der Wahrnehmung, dass Einzelelemente der Automobilität, sofern isoliert betrachtet, nur unvollständig beschrieben werden können.

Es ist der Versuch die Automobilität nicht mehr als eine *“Form technisch gestützter Bewegung im geographischen Raum”* zu bezeichnen, sondern als *“einen historischen Vergesellschaftungsmodus basierend auf dem Zusammenspiel von komplexen Technologien und materiellen Landschaften, Wissensformen und Symboliken, sozialen Praktiken der Interaktion, Konsumtion und Produktion sowie gesellschaftlicher Teilhabe als automobiler Subjekte.”* (Manderscheid 2012, S. 148)

Dispositive sind als Reaktion auf ein gesellschaftliches Problem zu verstehen. Sie unterliegen einem kontinuierlichen historischen Wandel. Die Automobilität als Dispositiv befindet sich momentan in so einem historischen Wandel. Verschiedene Faktoren wie die Verknappung der Öl-Ressourcen, die ökologischen Folgewirkungen des wachsenden Emissionsausstoß, der Fahrzeuge und der zunehmende Flächenverbrauch durch autobezogene Infrastrukturen haben dazu geführt, dass die Automobilität als System an ihre Grenzen stößt. Begleitet wird diese Entwicklung durch eine Reihe Fragen ethisch-sozialer Natur, die Aspekte wie Gerechtigkeit, Menschenwürde und die Idee einer *“guten Gesellschaft”* kritisch hinterfragt. Die Frage der Mobilität stellt dabei einen zentralen Punkt für eine mögliche zukünftige gesellschaftliche Ordnung dar, vor allem wenn man bedenkt, welche fundamentale Bedeutung sie für alle anderen gesellschaftlichen Bereiche hat (vgl. Manderscheid 2012, S. 149).

2.2.2 Automobilität - ein autopoietisches System

Urry (vgl. 2007, S.119) beschreibt die Automobilität als ein sich-selbst-organisierendes (autopoietisches) System, das die Voraussetzung für seine stetige Weiterentwicklung selbst generiert. Während man dies einerseits auf die, für das Auto notwendige, Infrastruktur wie Straßen und Versorgungseinrichtungen beziehen kann, trifft dies andererseits auch auf die Veränderung der Wahrnehmung von Raum und Zeit, durch die neue Perspektive des Automobils, zu. Diese Restrukturierung der Wahrnehmung von Raum und Zeit führt demnach dazu, dass die Nachfrage nach weiteren Autos in der Vergangenheit ständig gestiegen ist. Das Automobil hat einen neuen Standard für die Wahrnehmung und Bewältigung von Distanzen geschaffen und damit ultimativ auch den damit in Verbindung gebrachten zeitlichen Aufwand verändert. Dieser Rückkopplungseffekt ist auch dafür verantwortlich, dass das automobiler System stetig weiter gewachsen ist. Unser gesamtes tägliches Leben wurde mit dieser Entwicklung unwiederbringlich an diese Form der

Mobilität geknüpft, die die Automobilität auf der einen Seite gewährleistet, aber auf der anderen Seite nur durch sie selbst ermöglicht wird.

Es existieren eine Reihe von Komponenten, die in ihrer Kombination diesen spezifischen Charakter der Vorherrschaft sowohl generieren als auch reproduzieren (vgl. Urry 2004, S. 25).

1. Das Auto stellt das bedeutendste von Menschen gebaute Objekt dar. Es wurde produziert von den führenden und einflussreichsten Firmen des 20. Jahrhunderts. Die Produktion des Automobils ist eng verbunden mit dem Aufkommen industriepolitischer Konzepte wie dem Fordismus und dem Postfordismus.

2. Das Automobil stellt das wichtigste Produkt des individuellen Konsums dar. Es steht für Status, Geschwindigkeit, Sicherheit, wirtschaftlichen Erfolg, Freiheit, Kraft und Stärke. Es wird durch seine Nutzer vermenschlicht und ihm werden menschliche Charaktereigenschaften zugesprochen.

3. Die Automobilität besteht und entsteht gleichermaßen durch ein komplexes sozio-technologisches Netzwerk, welches in Verbindung steht mit anderen Systemen und Phänomenen. Straßeninfrastruktur, Versorgungseinrichtungen wie Tankstellen, Autobahnhotels, Werkstätten, Zubehör- und Ersatzteilproduzenten, dazu gehören auch Entwicklungen wie suburbane Siedlungsentwicklung, Freizeit- und Erholungsangebote, Geschäftszweige wie Versicherungen, Werbung und Marketing etc.

4. Das Autofahren wurde zur dominierenden Form der privaten Mobilität erkoren. Zusätzlich steht sie im direkten Konkurrenzverhältnis mit anderen individuellen Fortbewegungsarten wie dem zu Fuß gehen oder dem Fahrrad fahren. Es ist zudem fundamental dafür verantwortlich wie Menschen ihren Mobilitätsalltag planen und bewältigen.

5. Das Auto ist heute wesentlicher Bestandteil einer Wohlstandskultur, die ein gutes und erfülltes Leben propagiert. Das Auto wurde zu einem wesentlichen Ausstattungsobjekt eines vollwertigen Gesellschaftsmitgliedes hochstilisiert.

6. Die Automobilität in ihrer Gesamtheit ist heute der größte Verbraucher von Ressourcen. Die Tragweite des Verbrauchs bezieht den verbrauchten Raum, physische und finanzielle Ressourcen mit ein. Dadurch ist das Auto vor allem auch ein dominierender Faktor in Sachen Umweltverschmutzung und der Produktion von Emissionen. Ein Drittel aller weltweit verursachten Emissionen ist auf das Verkehrswesen zurückzuführen.

“Social life has been irreversible locked in to the mode of mobility that automobility both generates and which can so far only be dealt with through its further expansion and restructurings of time and space.” (Urry 2007, S.119)

2.2.3 Lock-In-Effekte und Pfadabhängigkeit

Man spricht im Zusammenhang der Automobilität von einer sozialen und technischen Pfadabhängigkeit. Diese Aussagen deuten auf eine grundlegende Verankerung der Automobilität, sowohl in unserer Wertekultur als auch in unserer gebauten Umwelt, hin. Gerade die, im letzten Jahrhundert entstandenen, suburbanen Siedlungsstrukturen könnten ohne dem Auto in dieser Form nicht existieren. Die Wechselbeziehungen zwischen den Speckgürteln unserer Städte und dem automobilen Lebensstil sind evident. Der *“Automobilismus”* bezeichnet ein System, welches neben der Technik auch die zugehörige Infrastruktur, die soziale Rollenerwartung und die vielfach gelebte Alltagspraxis umfasst. Dabei steckt das Automobil heute in einer Krise. Während jahrzehntelang das Auto weiter optimiert wurde, um es immer mehr in unsere Leben zu integrieren, stehen wir heute an einem Wendepunkt. Die Vervielfachung des Autos selbst könnte ihm zum Verhängnis werden. Die Folgen sind ein übermäßiger Platzverbrauch, Umweltverschmutzung, Zerstörung der Landschaften und auch die drohende Verknappung der Ressource, auf der der Erfolg des Autos basiert: die fossilen Brennstoffe (vgl. Canzler 2012, S. 317).

“Am meisten schadet der Attraktion des Automobils - sein Erfolg. Es ist die Massenmotorisierung selbst, die in ihrem Schlepptau Erfahrungen mit sich bringt, welche die Autobeachtung unterhöhlen. (...) Das Automobil gehört zu jener Klasse von Gütern, die sich nicht beliebig vermehren lassen; da seine Attraktion vom Ausschluß der Masse lebt, führt die Demokratisierung seines Besitzes zum Schwinden seiner Vorteile.” (Sachs 1984, S. 206 f)

Zu Beginn der Entwicklung des Automobils¹ gab es vielversprechende Alternativen, darunter zum Beispiel das Elektroauto. Ein Fahrzeugkonzept, das heute wiederum eine Renaissance erlebt. Doch Entwicklungen und Umstände zu Beginn, die dem Verbrennungsmotor den Vorzug gaben, führten zu “Lock-in”-Effekten, die eine Pfadabhängigkeit des Verbrennungsmotors herbei führten. Diese Pfadabhängigkeit führte dazu, dass der Ausstieg oder der Umstieg auf andere Systeme zunehmend schwierig oder unmöglich gemacht wurde. Der Beginn eines pfadabhängigen System kann dabei unwahrscheinlich und unerheblich sein. Die Dauer der Entwicklung ist wesentlich. Zusätzlich wird der Effekt durch parallel laufende Entwicklung erschwert, die in Abhängigkeit zum ursprünglichen System stehen. Im Fall des Automobils handelt es sich um disperse Siedlungsstrukturen, Straßen- und Versorgungseinrichtungen wie Tankstellen, Gewerbeparks und Einkaufszentren an der Peripherie. Durch diese Vernetzungen und Systemabhängigkeiten wird es immens schwierig negativen Effekten und Entwicklungen entgegenzuwirken. Dieser “Lock-In”-Prozess zeigt wie negativer, nachhaltiger Schaden angerichtet werden kann und wie schwer es ist, diesen Prozessen entgegenzuwirken. Urry verweist auf Abbott und seine Annahme, dass Veränderungen ein konstanter Zustand sind. Trotzdem gibt es Systeme und Prozesse die erstaunlich resistent gegen Veränderungen sind. Die Automobilität, ist so ein System. Obwohl sie umgeben ist von negativen Folgeentwicklungen und auch in Zeiten des Klimawandels immer wieder Kritik einstecken muss, bleibt sie als System relativ stabil. Im Gegenteil, sie scheint unaufhaltsam weiter zu wachsen (vgl. Urry 2004, S. 32).

2.2.4 Die Widersprüche der Automobilität

Die Automobilität beinhaltet, abgesehen von ihrer sozio-technologischen Relevanz, auch viele Widersprüche, die erwähnt werden müssen: Umweltverschmutzung, Verletzte und Tote aufgrund von Unfällen, die Zerstörung und Zerschneidung der Landschaft und die Störung unserer Ökosysteme.

Böhm et al. (2006, S.9f) definieren vier spezifische Antagonismen, die die *Widersprüche der Automobilität* illustrieren sollen:

Die **Überlastung des Verkehrs** ist aufgrund der Verbreitung des Autos ein wesentlicher Problemfaktor. Gerade in dicht besiedelten Gebieten stößt das Auto als Verkehrsmittel an

¹ Damals war es nicht absehbar, dass das Automobil wie wir es heute kennen, nämlich ein Gefährt mit einem Verbrennungsmotor und einer Stahlkarosserie, sich durchsetzen wird (vgl. Urry, 2004, S. 32).

seine Grenzen. Die Überlastung durch das Platzproblem und damit verbundene Verkehrsbehinderungen und Staus sind die Folge.

Die **ökologische Nachhaltigkeit** stellt den nächste Widerspruch dar. Die Automobilität ist in großem Maße auf nicht nachwachsende Rohstoffe angewiesen. Zusätzlich produzieren Autos Abgase und Lärm. Darüber hinaus stellt der zunehmende Platzverbrauch, der sowohl durch das Auto selbst beansprucht wird, als auch durch den automobilen Lebensstil in indirekter Form, einen wesentlichen negativen Einfluss auf unsere Umwelt dar. Dazu gehören die notwendige Infrastruktur in Form von Straßen, zugehörigen Einrichtungen und eine flächenintensive Bauweise, die erst durch eine stark raumgreifende automobilen Mobilität ermöglicht wird.

Die **Abhängigkeit der Automobilität vom Öl** stellt den dritten Widerspruch dar. Die Tatsache, dass Erdöl eine endliche Ressource darstellt und dabei aber gleichzeitig als grundlegende Basis für einen weltweiten Massenverkehr dient, veranschaulicht den geopolitischen Faktor der Automobilität. Die Versorgung der entwickelten Länder und ihre Abhängigkeit vom Auto haben Öl zur wichtigsten Ressource für Wirtschaftsentwicklung und Wohlstand gemacht. Die Gewährleistung der Erdölversorgung ist dabei so wesentlich, dass auch kriegerischen Auseinandersetzungen nicht gescheut werden.

Das **Verursachen von Millionen von Verkehrstoten** stellt den vierten Widerspruch der Automobilität. Das System der Automobilität verschuldet jährlich rund 1.2 Millionen Verkehrstote und damit signifikant mehr Tote als vergleichsweise durch Kriegshandlungen verursacht werden. Diese Zahlen, die man als Fehler des Systems, bezeichnen könnte, werden jedoch zwangsläufig als Teil der Automobilität akzeptiert.

Während die Automobilität tatsächlich erstaunlich resistent gegen Veränderungen erscheint, unterliegt auch dieses System dem Wandel der Zeit und ist nicht gänzlich geschützt vor Veränderungen. Urry (2004, S. 32ff) spricht von "*turning points*" in Bezug auf die Automobilität und erwähnt dabei drei Grundgedanken in diesem Zusammenhang:

- Geschehnisse und Ereignisse können eine ansteckende Wirkung haben.
- Kleine Ursachen können große Auswirkungen haben.
- Veränderungen können nicht nur linear passieren, sondern auch auf dramatische Weise innerhalb kurzer Zeit wenn ein System kippt.

Die Verbreitung des Fax-Geräts oder auch des Mobiltelefons sind solche Momente, in denen eine Systemumstellungen sehr rasant verlief. Doch Urry argumentiert, dass es ein gewisses Moment aus miteinander verbundenen Entwicklungen braucht, um das dominante System Automobilität auf einen neuen Kurs zu bringen, um so eine nicht-lineare Entwicklung zu forcieren.

2.2.5 Zwischen Autolust und Autofrust

Um das breite Spektrum des Wirkens der Automobilität und die integrale Verankerung des Autos in unserer Gesellschaft und in unseren Köpfen zu verstehen, muss man über das Automobil als bloßes Verkehrsmittel und seine Funktion der Distanzüberbrückung hinaussehen. Automobile Praktiken stehen eng in Zusammenhang mit emotionalen Reaktionen² und erzeugen im Verkehrsalltag sowohl Lust- als auch Frustgefühle.

Seit geraumer Zeit stehen das Auto und die Automobilität als Gesellschaftsphänomen in der öffentlichen Kritik (siehe auch 2.1.4 *Die Widersprüche der Automobilität*). Man könnte argumentieren, das Auto habe sich von einem Genussmittel, am Beginn seiner Entstehung, zu einem Suchtmittel entwickelt. Das Automobil hat seit den 1950er-Jahren seinen exklusiven Charakter verloren und entwickelte sich seit den 1980er-Jahren zu einem Massenphänomen. Dadurch hat auch eine Wesensveränderung des Automobils stattgefunden. Der Symbolgehalt des Automobils hat eine grundlegende Veränderung durchgemacht, vom sozialen Distinktionsmittel (siehe auch 2.1 *Historische Entwicklung*) zu Beginn seiner Karriere, zu einem Vehikel der Demokratisierung und zuletzt zu einem integralen Bestandteil einer normalen Lebensausstattung (vgl. Rosenfeld 2002, S. 9f). Doch immer war das Automobil eine starke Projektionsfläche für Wünsche, Sehnsüchte und Erwartungen und repräsentierte einen Träger gesellschaftlicher Werte, der mit der Zeit zahlreiche kulturelle und technische Entwicklungen aufgenommen hatte

Das Auto befindet sich nach wie vor in einem Spannungsfeld zwischen der Wahrnehmung als Gebrauchsgegenstand und als Werteträger. In der Diskrepanz dieses Spannungsverhältnisses liegt auch das Problem einer Einschätzung der Wahrnehmung des Automobils. Wenn es um die gesellschaftliche Legitimation des Autogebrauchs oder aber auch um verkehrsplanerische oder politische Konzepte geht, wird oft der praktische Aspekt

² Holzapfel (2012a, S. 8) beschreibt den Drang nach Mobilität als eine *“stark emotional besetzte Erscheinungsform der Moderne.”*

des Automobils betont. Auf der Symbolebene wird das Fahrzeug oft auf die Aspekte Macht, Status und Freiheit reduziert. Die Benutzer selbst zeichnen ihr Bild vom Automobil auf eine ganz andere Weise, von einem subjektiven Lustgefühl, welches sich auf relativ unspektakuläre Aspekte bezieht, wie z.B. die Tätigkeit des Fahrens selbst oder die Umweltwahrnehmung aus der Perspektive des Autos. Das Bedienen des Autos muss unterschieden werden vom Bedienen einer Maschine. Der Mensch geht mit dem Auto eine Verbindung ein, er bildet eine *“Tat-Einheit”*. Das Subjekt-Objekt-Verhältnis wird dabei fließend, man kann von einer *“Erweiterung des Körpers”* sprechen. Das Auto als Erweiterung oder äußere Hülle des Körpers bietet dabei eine ähnliche Projektionsfläche um Einstellungen und Rollenwünsche auszudrücken, wie es z.B. auch unsere Kleidung ermöglicht. Das Auto hat sich als *Lifestylesymbol* etabliert. Automarken und Modelle sind zusätzlich mit Werten und Rollenvorstellungen aufgeladen und ermöglichen auf der *Bühne des Verkehrs* sozialen Status und Zugehörigkeiten auszudrücken (vgl. Rosenfeld 2002, S. 10f).

Das Auto stellt von Anfang an eine gesellschaftliche, aber auch eine individuelle Projektionsfläche für Freiheit und Mobilität dar. Dabei unterlag der stark mit dem Automobil verbundene Aspekt der Freiheit einem Wandel. Die individuell Nutzung des Automobils ist der *“Einbindung individualisierter Automobilisten in das Großsystem Autoverkehr”* gewichen. Das Freiheitssymbol Auto schrumpft in der Alltagsperspektive zu einer *“kleinen Freiheit”*, die eingebettet ist *“in den Rahmen unspektakulären Tuns und wenig tiefgründigen Reflektierens.”* (Rosenfeld 2002, S. 11f)

Ähnlich wie unsere Kleidung erfüllt das Automobil nicht nur die Funktion einer Projektionsfläche, sondern auch die, des Schutzes nach außen. Diese raumschaffende, schützende Hülle unserer Fahrzeuge bietet uns einen mobilen, privaten Raum, der fast überall und jederzeit verfügbar ist. Praktiken wie das Schmücken und Individualisieren, sowohl innen als auch außen, zeugen von dieser Praktik des *“wohnlichen Heimlichmachens”* unserer Fahrzeuräume. Das Automobil stellt für viele Menschen einen intimen Rückzugsort dar, der zu einer Art *“Heimat im Dazwischen”* wird, eine Möglichkeit, sich geschützt vor der Außenwelt in ihr zu bewegen. Eine Möglichkeit auf Distanz zu bleiben und dennoch an der Öffentlichkeit teilzuhaben. In gewisser Weise, kann das Auto eine *“Ergänzung des eigenen Heims im bewegten Alltag”* darstellen.³ Trotz zunehmender

³ Dieser Aspekt dürfte besonders im Hinblick auf das automatisierte Fahren spannend zu beobachten sein. Es gibt bereits Konzepte, die automatisierte Fahrzeug als mobilen Wohnraum und Arbeitsplatz andeuten (vgl. Schmidt 2018).

Beschränkungen der Massenmotorisierung ist das Automobil Freiheits- und Mobilitätssymbol geblieben. Ein wesentlicher Grund für die anhaltende Beliebtheit des Automobils ist, neben seiner vielfältigen Nutzbarkeit, seine Rolle der „*subjektiven Sinnstiftung*“, die in einer individualisierten Gesellschaft nicht mehr wegzudenken ist. Dazu kommt die Verbindung des Autos mit Lust und Genuss. Diese Umstände tragen wesentlich dazu bei, dass das Automobil, trotz aller Kritik und Einschränkungen, weiterhin seine gesellschaftliche Bedeutung erhalten konnte (vgl. Rosenfeld 2002, S. 12).

2.3 Folgen der Beschleunigung

Beobachtet man das Mobilitätsverhalten von Menschen der letzten 150 Jahre, so hat sich eine Komponente deutlich verändert: die Geschwindigkeit. Während Menschen auch heute noch ähnliche zeitliche Mobilitätsbudgets⁴ pflegen, so haben sich doch die zurückgelegten Wegstrecken deutlich verlängert. Diese Beschleunigung stellt einen wesentlichen Beitrag zur Mobilitätskultur, aber auch ein wesentlich Beitrag zur räumlichen Ausbreitung der Siedlungsstrukturen dar.

“Durch die Erhöhung der Geschwindigkeit wird die Mobilitätszeit im System nicht verändert, sondern alle menschengemachten Strukturen passen sich diesem neuen Geschwindigkeitsniveau so an, dass die Entfernungen bei gleicher Zeit proportional zur Geschwindigkeitssteigerung größer werden.” (Knoflacher 2009, S.78)

2.3.1 Veränderung von Zeit und Raum

“Beschleunigung und Expansion aller ökonomischen und sozialen Abläufe in einer kapitalistischen Marktwirtschaft werden auch durch Entgrenzung, durch Deregulierung staatlicher Auflagen, durch die Abschaffung von Zollgrenzen oder eine Vereinheitlichung von Normen unterstützt. Die Politik zieht sich zurück und überlässt es den privaten Akteuren, die kapitalistische Akkumulation auf liberalisierten Märkten zu gestalten. Die

⁴ Die These zu den “travel time budgets” wurde von Yacov Zahavi (1974) begründet. Auch Marchetti (1994) hat, in Anlehnung an die Forschungsarbeiten von Zahavi den Begriff der “Marchetti’s constant” begründet, die zu einem ähnlichen Schluss kommt: Die durchschnittlich aufgewendete Zeit für täglich zurückgelegte Wege ist mehr oder weniger konstant. Diese These erklärt, warum einer Erhöhung der Geschwindigkeit zwangsläufig zu einer Erhöhung der zurückgelegten Distanzen führte und nicht zu einer zeitlichen Einsparung. Die “travel time budgets” wurden von Stopher et al. (2016) durch Untersuchungen auf Basis moderner Datenaufzeichnungen (darunter auch GPS-Daten) größtenteils bestätigt.

Zeit wird zunehmend an den Grenzwert Null getrieben, und der Raum wird durch die Zeit (und die Beschleunigung) vernichtet.” (Altvater et al., 2007, S. 794)

Der Faktor Zeit wurde im letzten Jahrhundert zu einer eigenständigen Ressource. Der Blick auf die Bahnhofsuhr wich dem Blick auf die Armbanduhr, als neue stellvertretende Geste⁵ des Industriezeitalters. Das dazugehörige Verkehrsmittel war das Automobil. Der neu entstandene Respekt vor der Zeit verlieh dem Auto die Rolle einer *“Zeitspar-Maschine”*. Für das wirtschaftliche Wachstum erwies sich gerade das Automobil als Möglichkeit, Raum und Zeit als Variablen neu zu denken, gegebenenfalls eben jene Faktoren zu verkürzen und einzusparen. Doch auch für die Verbraucher fand durch eine neu gewonnene Autonomie und dem damit gestiegenen Angebotsumfang eine räumliche und zeitliche Verdichtung statt. Die *“Zeithetze”* entsteht, ein neuer Zustand der Wahrnehmung, der die Stunden des Tages nicht ausreichen lässt, um allen Wünschen und Absichten nachzukommen. Das Resultat ist eine Gesellschaft, die mit einer zunehmenden Fülle an Möglichkeiten überfordert wurde und dadurch in ein *“chronisches Defizitbewußtsein”* geraten ist (vgl. Sachs, 1984, S. 193 f).

Durch die Beschleunigung veränderte sich die Beziehung zwischen Zeit und Raum. In der Überbrückung von räumlichen Distanzen und der Veränderung, der dafür benötigten Zeiten wird dieser Effekt spürbar. Die Strecke von London nach New York dient dabei als Beispiel. Der Vergleich einer Reise im vorindustriellen Zeitalter mit der modernen Variante eines Langstreckenfluges und die Minimierung der Reisezeit von ca. drei Wochen auf acht Stunden macht die Effekte der Beschleunigung auf den Raum sichtbar. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einem *“Zusammenziehen des Raumes”* (vgl. Rosa 2013, S. 20).

Zusätzlich lassen sich Rückkopplungsbeziehungen zwischen Verkehr und den raum-zeitlichen Organisationsformen sozialer und ökonomischer Prozesse feststellen. Es entwickelte sich ein verändertes Raum- und Mobilitätsverständnis als Basis für die Erarbeitung von Konzepten und Maßnahmen für eine Verkehrswende. Das vorherrschende Raumverständnis der Raum- und Verkehrsplanung ist geprägt durch die Mechanisierung der Raumüberwindung in Verbindung mit den Fortschritts- und Emanzipationserwartungen, konkret dem *Schrumpfen* der Entfernung und der damit verbundenen Ausdehnung der Aktionsräume. Mit dem Aufkommen der Eisenbahn wurden die Menschen von der aktiven Steuerung der Bewegung getrennt und fortan eher

⁵ Man könnte heute wiederum behaupten, der Blick auf das Smartphone, als stellvertretende Geste des Informationszeitalters, hat den Blick auf die Armbanduhr abgelöst.

transportiert. Die Bahn gab Strecken und Zeitpläne vor. Erst das Auto brachte die vermeintliche Lösung für diese sperrige Struktur und befreite die Menschen von den Zwängen der Strecke und des Fahrplans. Das Auto wurde zur *Zeitsparmaschine*, der Autofahrer zum *“Herr über Raum und Zeit”*. Mit dem Auto konnte man in immer kürzerer Zeit immer weitere Strecken zurücklegen. Durch ein ständig wachsendes Straßennetz wurde es möglich jedes beliebige Ziel anzusteuern. Läßle (1997, S. 204) beschreibt die *“Vernichtung des Raumes”* als Folge der gesteigerten Raumüberwindung.

Geld- und Zeitbudgets gelten als maßgebliche Entscheidungsfaktoren bei täglicher Mobilität. Individuen maximieren die *“Zahl der erreichten Gelegenheiten”* basierend auf diesen Budgets. Das ist der Grund dafür, warum technologische Entwicklungen keine zeitliche Ersparnis brachten, sondern die Wege mit zunehmender Geschwindigkeit der Fortbewegungsmittel ausgeweitet wurden. Das Sinken der Kraftstoffpreise in den 1990er-Jahren führte zu mehr Automobilverkehr, statt einer Senkungen der Ausgaben. Der Schluss daraus ist, je billiger das Fahren, desto weiter und mehr wird gefahren. Weiter entfernte Ziele werden attraktiver. Die Geschwindigkeit und Kosten sind somit indirekt verantwortlich für die Entwicklung der Raumstruktur (vgl. Wegener 2009, S. 69).

“Die Folge erhöhter Geschwindigkeit ist das Belangloswerden des Raumwiderstandes, das ‘Verschwinden’ des Raums, der sich zwischen dem Ausgangspunkt einer Reise und ihrem Ziel erstreckt.” (Merki 2008, S.77)

2.3.2 Mobilität und Verkehr

“Die Mobilität ist ein Grundbedürfnis; der Verkehr ist ein notwendiges Übel.” (Ritz 2018, S.230)

Grundsätzlich muss zwischen den beiden Begriffen Mobilität und Verkehr unterschieden werden. Verkehr bezeichnet zumeist die physische Bewegung von Personen und Gütern einschließlich der notwendigen Infrastruktur als aggregiertes Phänomen (vgl. Wilde et al. 2017, S. 6f). In der Soziologie ist der Begriff Mobilität als Beweglichkeit oder als Möglichkeit zu Veränderungen innerhalb einer Gesellschaft oder einem System definiert. Bekannt ist der Begriff der *“sozialen Mobilität”*. Damit werden die Bewegungen von Personen und Gruppen zwischen verschiedenen sozioökonomischen Positionen bezeichnet. Es findet außerdem eine weitere Unterteilung statt. Vertikale Mobilität bezeichnet eine vertikale Bewegung entlang einer sozioökonomischen Skala, vor allem betreffend Vermögen oder

Einkommen. Die horizontale Mobilität beschreibt eine räumliche Bewegung innerhalb von Städten oder Regionen (vgl. Giddens et al. 2009, S. 500).

Dabei ist zu beobachten, dass die Weglängen stark vom Verkehrsmittel abhängig sind. Je schneller das Verkehrsmittel, desto weiter bewegen wir uns. Grundsätzlich wird den Bedürfnissen nach Mobilität je nach Ort unterschiedlich nachgegangen. So kann ein Tagesablauf mit Arbeits- und Versorgungswegen im ländlichen Raum gänzlich anders aussehen, als in der Stadt. Während diese Fahrten am Land höchstwahrscheinlich mit dem Auto erledigt werden, kommen in der Stadt mehrere Möglichkeiten (Rad, zu Fuß oder ÖPNV) zur Anwendung. Das Bedürfnis nach Mobilität ist demnach gleich oder ähnlich, das Resultat im produzierten Verkehr gänzlich unterschiedlich (vgl. Ritz 2018, S. 230).

Ein ähnliches Szenario schildert auch Holzapfel (2012b, S. 9), der zwei Familien und ihre Mobilitätsbedürfnisse vergleicht. Die grundsätzlich zu erledigenden Wege beider Familien sind zwar gleich oder sehr ähnlich (Arbeit, Einkauf, Schulwege der Kinder etc.), jedoch werden die Wege aufgrund der Wohnsituation sehr unterschiedlich zurückgelegt. Während die eine Familie stark auf das Auto angewiesen ist, wohnt die andere Familie zentral in einer Stadt und kann viele Wege mit dem Rad oder zu Fuß erledigen. Der Vergleich bringt ihn auch zur Frage, welche Familie nun mobiler ist. Er stellt im weiteren die Frage, ob der Grad an Mobilität höher wird, je höher die zurückgelegte Distanz ist oder ob man auch mobil bleiben kann, wenn man sich weniger weit fortbewegt.

2.3.3. Wertewandel

Sowohl in der Landwirtschaft, als auch in der Arbeitswelt war es in der Vor- und Frühmoderne noch üblich, dass die Berufe und Erwerbssysteme an die nächste Generation weitergegeben wurden. Idealtypische Familienstrukturen in agrarischen Gesellschaften blieben tendenziell über Jahrhunderte hinweg stabil. Ein Generationenwechsel ließ die sozialen Grundstrukturen unberührt. Mit der klassischen Moderne (ca. 1850 bis 1970) gab es ein Verschwinden dieser Beständigkeit. Die Strukturen hielten nur noch für die Dauer einer Generation. Die Familie, um ein Ehepaar zentriert, tendierte nach dem Tod des Paares zu zerfallen. Sowohl in Beruf als auch in den persönlichen Beziehungen gab es einen Anstieg von unbeständigen Lebensverläufen (vgl. Rosa 2013, S.25).

“Die neuen materiellen und zeitlichen Entfaltungsmöglichkeiten lassen die Konturen traditioneller Lebensformen und Sozialmilieus verschwinden. (...) Das Geld mischt die sozialen Kreise neu und lässt sie im Massenkonsum zugleich verschwimmen.” (Beck 2015, S. 124)

Beck (2015, S. 125f) beschreibt seine These von der Diversifizierung von Lebenslagen und Lebensstilen. Die tradierten Klassenwelten werden sukzessive aufgehoben und werden durch *“ungleiche Konsumstile”* abgelöst - neue Zonen der Überschneidung entstehen. Beck stellt diese *“Ausdifferenzierung individueller Lagen”* auch an einer weiteren Komponente des Arbeitsmarkts fest, der Mobilität. Den eigentlichen Sprung, der von der industriellen Revolution ausgelösten Mobilitätsströme verortet er in die Nachkriegsperiode, genauer in die 1960er und 1970er-Jahre. Durch einen starken Ausbau des Dienstleistungssektors kommt es zu einer umfangreichen Verbesserung der sozialen Aufstiegschancen des unteren Drittels der sozialen Hierarchie. Neu entstehende Mobilitätsmuster führen zu einer starken Umstrukturierung bestehender Lebenswege und Lebenslagen. Mit diesen Veränderungen werden weitere Individualisierungsschübe im Bezug auf unterschiedlichste soziale Strukturen (Familie, Arbeit, Nachbarschaften etc.) verbunden.

Es wird gegenwärtig von einem *“intensiven und tiefgreifenden sozialen Wandel”* ausgegangen. Als Einflussfaktoren gelten die Globalisierung auf politischer, finanzieller und gesellschaftlicher Ebene, sowie der globale Klimawandel. Diese gegenwärtigen Umformungsprozesse wirken sich auf die verschiedenen Gruppen und Milieus unterschiedlich aus. Während ältere Menschen und Bewohner des ländlichen Raums diese Prozesse weniger wahrnehmen, oftmals eher davon irritiert werden, so können gut gebildete junge Menschen davon profitieren und viele der kulturellen und technologischen Neuerungen in ihr Leben besser adaptieren. Smartphones eröffnen neue Möglichkeiten der Informationsbeschaffung, sie wirken sich auf den Tagesrhythmus und die Pflege unserer sozialen Kontakte aus und ultimativ auch auf die Mobilität (vgl. Dangschat 2017 S.27 f).

Die Individualisierung hat grundsätzlich dafür gesorgt, dass es einen strukturellen Machtgewinn im Hinblick auf die Handlungsfreiheit auf der Seite der Privaten gegenüber dem Staat gab. Die privaten Haushalte werden aber auch zu mehr Freiheit und mehr Konformismus gezwungen. Begleitet werden diese Entwicklungen auch von einem mehr an Verantwortung für die eigene Lebenslage. Es geht nicht nur mehr um die gesellschaftliche Zugehörigkeit, welchen Beruf man ausübt, *“wer man ist”*, es geht vielmehr um die Orte, an

denen man sich aufhält und wie man sich bewegt. Ein selbstbestimmter täglicher Aktionsraum stellt einen zentralen Aspekt der Handlungsfreiheit dar. Dabei spielt eine wesentliche Rolle, dass die Raumüberwindung mit der Entwicklung des 20. Jahrhunderts relativ zur Wohlstandsentwicklung immer preiswerter wurde (vgl. Scheiner et al. 2013, S. 140-142).

“Die Globalisierung ist somit eine Begleiterscheinung der Individualisierung, und umgekehrt. Die Folgen sind individuelle Lebensstile, das schnelle Essen, fast food, das beschleunigte Leben, das schnelle Auto, die schnelle Flugreise verlangt. Hetze und Zeitnot bestimmen das Lebensgefühl. (...) Hohe individuelle Mobilität ist ein Aspekt der Individualisierung.” (Altvater et al., 2007, S.796)

2.4 Die Grenzen der Automobilität

Läpple (1997, S.198) kommt bereits vor über 20 Jahren zum Schluss, dass sich nicht das Verkehrssystem selbst in einer Krise befindet, sondern unsere *“Raum- und Siedlungsstrukturen, die städtischen Lebensräume, die lokale und regionale Umwelt sowie das globale Ökosystem sind einer krisenhaften Belastung durch ein Verkehrssystem ausgesetzt ...”*. Auch er spricht von der Automobilität als ein sich selbstverstärkenden System. Es wurde von einem *“dienenden System”* zu einem sich selbst erhaltenden und selbstverstärkenden System, das alle Bereiche unseres Lebens formt und beeinflusst. Er beschreibt den für diese Arbeit so wichtigen Konnex zu den Raum- und Siedlungsstrukturen. Die Verkehrssysteme bilden als *Raumüberwindungssysteme* einen wechselseitigen Wirkungszusammenhang mit den Raumstrukturen unserer Wirtschaft und Gesellschaft. Aus einem historischen Kontext heraus schildert er die Übergänge der verschiedenen Verkehrssysteme, die oft deswegen weichen mussten, weil ihre Kapazitätsgrenzen- oder Kostengrenzen erreicht waren. Das Automobil hat ein ursprünglich erfolgreiches öffentliches Verkehrssystem in rasanter Geschwindigkeit abgelöst und am Beispiel von Los Angeles wurde ein internationales Beispiel geschaffen, das bald in allen Städten der Welt als Vorbild dienen sollte⁶. Heute stehen wir an einem Punkt, wo wir uns inmitten problematischer Umstände befinden, aber nicht, weil das Automobil eine Belastungsgrenze erreicht hat. Es ist im Gegenteil so beliebt wie noch nie. Das Problem liegt im Erfolg des Automobils und seinen vielen Rückkopplungseffekten. Der drohende *“Verkehrsinfarkt”* resultiert aus der Tatsache heraus, dass wir einerseits durch Maßnahmen, wie dem weiteren Bauen von Straßen und Umgehungsstraßen versuchen den Verkehrsinfarkt abzuwenden, auf der anderen Seite aber genau diesen durch diese Maßnahmen weiter fördern. Das selbstgenerierende System der

⁶ Noch Mitte der 1920er Jahre des letzten Jahrhunderts hatte Los Angeles einen lebendigen Stadtkern, welcher von einem schienengebundenen öffentlichen Verkehrsnetz (Los Angeles Railway Company und Pacific Electric) genährt wurde. Aufgrund des wachsenden Automobilverkehrs, verursacht durch ein zunehmendes Bevölkerungswachstum, wurde letztlich, auf Kosten des öffentlichen Verkehrsnetzes, in den Ausbau des Straßennetzes investiert. Das schienengebundene Nahverkehrssystem löste sich nach und nach auf und mit ihm, auch der ursprüngliche Stadtkern zugunsten dezentraler Siedlungsstrukturen. Der Prototyp einer neuen amerikanischen Stadt wurde geboren (vgl. Läpple 1997, S. 200).

Automobilität wird durch den Versuch es zu erhalten immer weiter an den Rand des Kollapses gedrängt (vgl. Läßle 1997, S. 198f).

Ingersoll (2006, S.77) bezeichnet das Auto als ein Werkzeug *mit hoch zerstörerischem Potential*, jedoch als viel problematischer schätzte er die öffentliche Verwaltung ein, die von der Attraktivität und den Potentialen des Automobils gleichermaßen fasziniert und überfordert waren. Ein Spannungsverhältnis mit diesem zerstörerischen Potential versucht Merki (2008, S. 88 ff) darzustellen, wenn er schreibt *“Verkehr ist ambivalent”*. Er stellt damit die Produktivkräfte (schneller, weiter, mehr) den zahlreichen Destruktivkräften, die der Verkehr mit sich brachte, gegenüber. Die Verbreitung geht einher mit hohen Kosten und Belastungen, die der Gesellschaft aufgebürdet wurden. Zu den entstandenen sozialen Kosten kommen noch der hohe Energieverbrauch und der enorme Landverbrauch hinzu. Zu sozialen oder externen Kosten zählen vor allem Kosten des Straßenverkehrs. Aufwendungen die bei Unfällen entstehen, Belastungen für Klima und Städtebau und zu guter letzte Kosten für Lärm und Luftverschmutzungen zählen hier dazu. Die Folge einer Internalisierung solcher Kosten ist die Auto- und Benzinsteuer, welche verwendet wird um die Modernisierung der Straßennetze zu gewährleisten. Eine generelle Berechnung sozialer Kosten gestaltet sich als schwierig. Die massive Ausdehnung des Verkehrs hat diese weiter in die Höhe getrieben. Gerade in stark beanspruchten Gebieten stellt sich die Frage, wie man einen Anspruch auf Ruhe, saubere Luft und gefahrenfreie Straßenräume rückverrechnen soll.

“Der Nutzen wird individualisiert, der Schaden hingegen wird sozialisiert.” (Sachs 1984, S.241)

Der moderne Verkehr verursacht nicht nur hohe soziale Kosten und einen hohen Energieverbrauch, auch der Bodenverbrauch ist enorm. Wertvolle Bodenflächen und Landschaften sind ein endliches Gut und lassen sich grundsätzlich nicht vermehren. Die Beschleunigung und Ausbreitung des Verkehrs hat dazu beigetragen, dass der Einfluss auf die Landschaft und auf die Raumstruktur immer stärker wurde. Die Landschaft wird durch den Verkehr aber auch indirekt verändert. Durch die verstärkte Erschließung wurden auch neue Verhaltensweisen ermöglicht. Wohnen und Arbeiten an unüblich weit voneinander entfernten Orten, kürzere- oder längere Freizeiturlaube ins Um- und Ausland. Diese Art von Verkehr bedeutet hohe Geschwindigkeiten und hohe Kapazitäten und verlangt grundsätzlich eine geradlinige, ungestörte Verkehrsführung. Diese Verkehrskorridore, ob Autobahn oder Hochgeschwindigkeitseisenbahnnetz, und ihre Umschlagplätze hatten

gravierende Auswirkungen für ihre Umgebung. Zerschnittene Landschaften und gestörte Lebensräume für Pflanzen, Tiere und Menschen waren die Folge (vgl. Merki 2008, S.94 ff).

Es sind besonders die Entwicklungen der letzten Jahre, die den derzeitigen Status-Quo nachhaltig verändern könnten. Urry (2004, S. 33ff) führt dafür eine Reihe von Entwicklungen an, die einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Automobilität haben könnten. Die drohende Verknappung des Rohstoffes Erdöl, als primäre Energiequellen für den motorisierten Verkehr hat in den letzten Jahren zahlreiche Bestrebungen hervorgerufen, alternative Antriebstechniken zu entwickeln. Die Elektromobilität, aber auch die Verwendung von Wasserstoff als Treibstoff sind solche Entwicklungen. In Abhängigkeit dieser neuen Antriebstechniken wurden auch neue Fahrzeugtypen entwickelt. Durch die Implementierung neuer Materialien und neuer Technologien haben sich auch neue Fertigungsmethoden entwickelt. Die Entwicklung von "Smart-Cards" könnte helfen die Zahlung und Organisation von intermodalen Reisen bequem über eine technische Einrichtung abzuwickeln, was die Attraktivität von alternativen Reismöglichkeiten fördern könnte. Durch das Aufkommen einer Sharing-Kultur verändert sich die Beziehung zum Fahrzeug. Verkehrsmittel werden als Dienstleistungen beansprucht. Es findet eine Veränderung vom Besitzen zum Nutzen statt. Zusätzlich findet bereits ein Umdenken statt, was die Weiterentwicklung und den Ausbau des Individualverkehrs anbelangt. Gerade in der Stadt sind die Grenzen der Automobilität mehr als spür- und sichtbar. Ein Umdenken der Verkehrspolitik könnte dazu führen, dass das Auto nicht mehr im selben Maß gefördert wird wie früher und stattdessen auch Alternativen mehr Unterstützung bekommen z.B.: in Form vom Ausbau alternativer Infrastrukturen wie Radwegen, öffentliche Verkehrssysteme, oder Förderungen für den intermodalen Verkehr. Zusätzlich führt der Anstieg einer Vielzahl verfügbarer Kommunikations- und Informationsdienste einerseits zu einem Shift im Mobilitätsbewusstsein, andererseits wird es durch die steigende Vernetzung und durch neue Kommunikationstechnologien möglich, gewisse Wege ausfallen zu lassen um z.B. Konferenzen abzuhalten, oder Menschen für ein Gespräch zu treffen. Diese Treffen könnten in Zukunft virtuell stattfinden und so könnten zurückgelegte Wege eingespart werden.

Bei all der Kritik an der Automobilität darf man die emotionale Bindung von Generationen von Autofahrern an ihre Fahrzeuge nicht unterschätzen. Das Auto gilt als Genussmittel. Es hat tiefen Symbolgehalt. Vom sozialen Distinktionsmittel, seiner Eigenschaft als Demokratisierungsfaktor, hin zum Bestandteil der normalen Lebensausstattung. Das Auto

dient als Projektionsfläche für Erwartungen, Wünsche, Sehnsüchte und repräsentiert ein ganzes Ensemble gesellschaftlicher Werte. Ihm wurden über die Zeit sowohl technische als auch kulturelle Werte eingeschrieben. Doch die zunehmend problematischen Entwicklungen tragen zur Entmystifizierung des Automobils bei (vgl. Rosenfeld, 2002).

Die ultimativen Folgeopfer der Automobilität stecken aber tatsächlich in der womöglich viel größeren Krise. Unsere Raum- und Siedlungsstrukturen, unsere Umwelt und das Klima wurden in den Jahren der Automobilität auf eine Art und Weise beeinflusst, die uns heute vor schier unlösbare Aufgaben stellt. Man könnte sagen, die Situation ist, bildlich gesprochen, festgefahren. Die engen Zusammenhänge und gegenseitigen Abhängigkeiten von Automobilität, unseren akquirierten Lebensweisen, den basierend auf dem Auto geschaffenen Siedlungskulturen lassen uns nach wie vor machtlos und zurück in unseren Unternehmungen die Probleme nicht nur zu bekämpfen, sondern sie auch in erster Linie gesellschaftlich anzuerkennen.

3 Neue Mobilität - Automatisiertes Fahren

“Es stellt sich nicht mehr die Frage, ob es autonome Fahrzeuge geben wird, sondern, wann sie kommen und was sie bewirken, wenn sie da sind.” (Ritz 2018, S. 27)

3.1 Automatisiertes Fahren

Zunächst gilt es die Begriffe “Automatisiertes Fahren” bzw. “Autonomes Fahren” zu definieren. In der einschlägigen Literatur werden beide Begriffe verwendet. Während man in der medialen Berichterstattung oft vom “Autonomen Fahren” spricht, wird im wissenschaftlichen Diskurs vermehrt der Begriff “Automatisiertes Fahren” benutzt und soll folglich auch für diese Arbeit verwendet werden. Automatisiertes Fahren beschreibt je nach Stufe der Autonomie das teilweise oder vollständige Übernehmen von Fahrleistungen durch das Fahrzeug selbst. Ein Zusammenspiel aus verschiedenen Technologien wie Sensoren (Radar, Lidar, On-Board-Kameras), Aktoren (selbstständigen Lenk- und Bremssystemen) und Mikroprozessorsystemen haben es ermöglicht, Fahrzeuge zu entwickeln, die heute eine Vielzahl von Fahrleistungen unabhängig vom Fahrer ausführen können. Weitere wichtige Technologien die zu einer Weiterentwicklung der Fahrleistungen beigetragen haben, sind das selbstständige Maschinenlernen (KI) und der Einsatz von modernen Informations- und Kommunikationssystemen (IKT), die auch die Kommunikation des Fahrzeugs mit dem Hersteller, aber auch mit anderen Verkehrsteilnehmern zulassen. Die fahrzeuginterne Software kann im laufenden Betrieb überwacht, analysiert und gegebenenfalls durch Updates sukzessive verbessert werden. Man spricht hier auch vom automatisierten und vernetzten Fahren (vgl. Mitteregger et al., 2020, S. 58).

Auf das Zusammenspiel dieser beiden Technologien und vor allem auf die Rolle der Vernetzung für den automatisierten Verkehr wird im Kapitel 3.2.1 *Automatisierung und Vernetzung* noch näher eingegangen.

3.1.1 Autonomiestufen

Je nach Behörde oder Institution gibt es eine Einteilung in unterschiedliche Autonomiestufen. Die *Society of Automotive Engineers*, kurz SAE, definiert dabei sechs Stufen. Die Stufe "0" entspricht dabei einem gänzlich von Menschenhand gesteuerten Fahrzeug ohne jegliche Assistenzsysteme. In diese Kategorie würde auch das Model T von Ford gehören, so wie es 1908 produziert wurde. Die Kategorie "5" stellt dabei den Höchstgrad der Automation dar. Dabei werden alle Fahraufgaben von dem Auto ausgeführt. Ein menschlicher Fahrer ist nicht mehr notwendig. Diese Fahrzeuge verfügen über keine Vorrichtungen zur Steuerung, Lenkrad und Pedale fehlen vollständig. In diesem Zusammenhang kann man von einem "Roboterfahrzeug" sprechen (vgl. Ritz 2018, S. 29).

In der gegenwärtigen Phase gibt es für die Autonomiestufen noch keine einheitliche Definition, da es durch die Gesetzeslage unterschiedlicher Länder auch zu unterschiedlichen Definitionen kommt. Für diese Arbeit wird die Norm "J3016" der SAE (Society of Automotive Engineers) herangezogen, welche sich international durchgesetzt hat.⁷ Wenn man vom automatisierten Fahren spricht, dann meint man damit zwangsläufig die Stufen 4 und 5. Während sich in Fahrzeugen der Stufe 4 noch Menschen zur Überwachung der Fahrfunktion befinden müssen, so stellen Fahrzeuge der Stufe 5 gänzlich selbstständige Fahrzeuge dar, die sämtliche Tätigkeiten des Fahrens übernehmen können, auch ohne, dass sich eine Person im Inneren des Fahrzeuges befinden muss. Laut den Richtlinien der SAE werden Fahrzeuge der Stufe 4 hier als *hochautomatisiert* bezeichnet, Fahrzeuge der Stufe 5 als *vollautomatisiert* (vgl. SAE International 2018).

⁷ Die SAE-Regelung der Autonomiestufen beziehen sich auf den Personenverkehr. Für den Güterverkehr gelten andere Regelungen, die aber in dieser Arbeit nicht weiter thematisiert werden.

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You <u>are</u> driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are <u>not</u> driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in "the driver's seat"		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
What do these features do?	These are driver support features			These are automated driving features		
	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> • automatic emergency braking • blind spot warning • lane departure warning 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering OR • adaptive cruise control 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering AND • adaptive cruise control at the same time 	<ul style="list-style-type: none"> • traffic jam chauffeur 	<ul style="list-style-type: none"> • local driverless taxi • pedals/steering wheel may or may not be installed 	<ul style="list-style-type: none"> • same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions

For a more complete description, please download a free copy of SAE J3016: https://www.sae.org/standards/content/J3016_201806/

Abb. 1: Autonomiestufen (vgl. SAE International, 2018)

3.1.2 Operational Design Domain

Im Bereich der Fahrzeuge des Level 3 spricht man von *bedingt automatisierten Fahrzeugen*. Die Fahrzeuge dieser Stufe können grundsätzlich die Längs- und Querführung in spezifischen Anwendungsfällen durchführen⁸, der Lenker des Fahrzeuges muss jedoch potentiell in der Lage sein, die Kontrolle über das Fahrzeug übernehmen zu können, wenn dies erforderlich wird. Umweltbedingungen wie z.B. schlechte Witterung können bewirken, dass ein Fahrzeug seinen Lenker zum Übernehmen des Fahrbetriebs auffordert. Der Grad der Automatisierung wird weiters durch den spezifischen Einsatzbereich der Fahrzeuge definiert, was eine weitere Unterscheidung sinnvoll macht. Während bereits heute Fahrassistenzsysteme z.B. Fahrten auf Autobahnen selbstständig abwickeln können, kommt die Technik im dichten städtischen Raum stark an ihre Grenzen. Der Begriff der hierzu erläutert werden muss, nennt sich *Operational Design Domain* oder kurz ODD. Die

⁸ Ein Beispiel dafür wäre der "Autobahnpilot", wie er z.B. von Audi entwickelt wird. Er erlaubt es, auf der Autobahn automatisiert zu fahren, während die Abwicklung anderer Arten von Verkehr, wie zB das Fahren im innerstädtischen Bereich, manuell erfolgen müssen (vgl. Ritz 2018, S. 30).

ODD beschreibt die Umfeldbedingungen, für die ein automatisiertes Fahrzeug konzipiert wurde. Dabei werden Parameter wie die geographische Lage, Straßentyp, Umwelt, Verkehr, Geschwindigkeit und Zeit berücksichtigt. Die Autonomiestufe und die dazugehörigen Umfeldbedingungen (ODD) determinieren den Einsatzzweck des automatisierten Fahrens. Fahrzeuge des Level 4 können oder müssen aus diesen Gründen auf einen spezifischen Umgebungsfall maßgeschneidert werden. Für die Unterscheidung zwischen Stufe 4 und Stufe 5 ist diese Eigenschaft wesentlich, ist doch die determinierende Eigenschaft eines Fahrzeugs der Stufe 5, sich im Hinblick auf die unterschiedlichen Umgebungsfälle (ODD-unspezifisch) unlimitiert bewegen zu können, mit einer enormen Leistungssteigerung des Fahrzeugs verbunden (vgl. Mitteregger et al., 2020, S.60).

3.1.3 Rechtslage

Momentan entscheidet noch die Rechtslage des jeweiligen Landes inwiefern diese neuen Technologien, sprich welche Autonomiestufen tatsächlich im Straßenverkehr erlaubt sind. In Österreich sieht die Rechtslage im privaten Bereich bereits die Benutzung eines Autobahnpiiloten mit automatischem Spurwechsel vor. Im Vergleich zur vorhergehenden Novelle dürfen auch bereits die Hände vom Lenkrad genommen werden. Noch erlauben die meisten Fahrzeuge der Stufe 3 dies nur für eine kurze Zeitdauer. Der Fahrer muss alle 30 Sekunden den Kontakt mit dem Lenkrad herstellen, um die Weiterfahrt zu gewährleisten. Dies stellt eine Freigabe der Autonomie Stufe 3 dar und ist somit eine wesentliche und wichtige Neuerung im Verkehrsrecht (vgl. BMVIT 2019a).

Was die Hersteller betrifft, so hinken diese im Bezug auf die Fähigkeiten der Fahrzeuge sogar der Gesetzeslage hinterher, wenn auch vermutlich nicht mehr lange. Die Fahrzeuge der aktuellen Generation von Tesla (z.B. der Tesla 3) werden heute bereits mit der notwendigen Hardware für die Autonomie Stufe 5 ausgeliefert, können aber momentan, in Österreich, nur bis zur Stufe 3 genutzt werden. Es ist Ziel, durch eine ständige Weiterentwicklung des Autopiloten die Fähigkeiten des Autos sukzessive zu steigern und die Autonomiestufen schrittweise zu erhöhen, sofern diese auch durch die jeweiligen örtlichen Gesetze gedeckt sind. Im Fall der Fahrzeuge des amerikanischen Automobilherstellers *Tesla* werden diese bereits verbauten Assistenzsysteme schrittweise durch Updates freigeschaltet (vgl. Tesla 2020).

3.2 Die Mobilitätswende

Die Veränderung des Bewusstseins für Mobilität ist vor allem auch das Resultat einer kulturellen Veränderung der Gesellschaft. War es lange Zeit eine erstrebenswerte Norm, seine Mobilität größtenteils durch ein eigenes Auto zu gewährleisten, hat sich heute unser Mobilitätsbedarf verändert (vgl. ADAC 2017, S.6). Besonders Bewohner urbaner Regionen können oder wollen auf verschiedene andere Verkehrsmittel zurückgreifen. Das schnelle und anhaltende Wachstum der Städte und die Ausweitung in Stadtregionen haben das Auto in der Stadt an Attraktivität verlieren lassen. In Innenstädte, in denen das Platzangebot begrenzt ist, hat sich das Auto zu einem Verkehrsmittel entwickelt, das aufgrund fahrzeugspezifischer Umstände (Platzverbrauch, Kosten, Verkehrsbelastung, etc.) immer öfter ungeeignet für den Stadtverkehr erscheint. Zudem bietet die Stadt aufgrund ihrer Durchmischung und der oftmals direkten Erreichbarkeit von Alltagszielen viele alternative Mobilitätsarten, die oftmals, schneller, bequemer und auch günstiger sind als das Auto.

Rammler (2017, S.9) eröffnet sein Buch *“Volk ohne Wagen - Streitschrift für eine neue Mobilität”* mit der Beobachtung vom *Anfang vom Ende der Automobilität*. Er führt dabei grundlegende gesellschaftliche sowie politische Veränderungen und damit grundsätzlich neue Anforderungen an eine neue Mobilität als Grund an, die eine Abkehr von klassischen Mobilitätsmustern, speziell vom verbrennungsmotorgetriebenen PKW im Privatbesitz, unumgänglich machen.

Die Mobilitätswende stellt den bedeutendsten sozio-ökonomischen Wandel der kommenden Jahrzehnte dar. Die Abkehr von Verbrennungsmotoren und die verstärkte Implementierung von neuen Antriebstechnologien sind Schlüsselaspekte dieser Veränderung. So könnten das klassische Betanken, die Parkplatzsuche und viele andere Aufwendungen und Instandhaltungsmaßnahmen durch die flächendeckende Implementierung von Carsharing-Systemen, basierend auf automatisierten Fahrzeugen, wegfallen. Das Auto wird losgelöst von finanziellen und emotionalen Bindungen der Besitzer und Automobilität wird zum Service (vgl. Ritz 2018, S. 231). Gerade vollautomatisierte Fahrzeuge bergen großes Potential, die Automobilität als gesamtes zu verändern. Vollautomatisierte, selbstfahrende Fahrzeuge bieten sich für einen Einsatzzweck besonders an: Car-Sharing. Dabei muss auch unterschieden werden, ob das Fahrzeug lediglich in einem Haushalt geteilt wird, quasi als privat geteiltes automatisiertes Fahrzeug, oder ob das Fahrzeug Teil einer öffentlich zugänglichen Fahrzeugflotte ist, welches nur bei

Bedarf genutzt wird. Ritz (2018, S. 103) spielt den Tagesablauf einer Familie durch, die sich ein autonomes Fahrzeug teilt um die jeweiligen anfallende Wege zu erledigen. Bei einer vierköpfigen Familie mit unterschiedlichen Tagesabläufen, muss ein Fahrzeug relativ viele Leerfahrten zurücklegen, um alle Familienmitglieder zu versorgen. Dadurch ist auch mit einem vermehrten Verkehrsaufkommen zu rechnen.

Die Autoren der Forschungsstudie *Avenue21* gründen die automatisierte und vernetzte Mobilität auf drei Grundpfeiler. Diese umfassen neue Mobilitätsdienstleistungen unter dem Begriff *Mobility-as-a-Service* (MaaS), die Möglichkeit zur gemeinsamen Nutzung zukünftiger Fahrzeuge einer neuen *Shared Mobility* und die Entwicklung neuer Antriebstechnologien, die einen emissionsfreien Verkehr gewährleisten sollen. Ein wesentlicher Faktor für die Machbarkeit dieser Konzepte ist die Vernetzung des automatisierten Verkehrs (vgl. Mitteregger et al., 2020, S. 26).

3.2.1 Digitalisierung und Vernetzung

Ihren Anstoß erhielt die Digitalisierung mit dem Einsatz der ersten Computer in den 1960er Jahren. Die Vernetzung und die Digitalisierung haben sich sukzessive in unser alltägliches Leben vorgearbeitet. Die Vernetzung der neuen Mobilitätsformen ist ein elementarer Bestandteil der Mobilitätswende. Sie stellt einerseits die Voraussetzung für gewisse Fahrleistungen (Autopilot, Erhebung von Verkehrsdaten) dar, andererseits liefert sie erst die Grundlage für Services wie Car-Sharing und MaaS. Während die Digitalisierung bereits in Teilen der Automobiltechnologie Einzug gehalten hat, geht es in Zukunft um eine komplexere Kommunikation der Fahrzeuge untereinander aber auch mit anderen Verkehrsteilnehmern. Das Fahrzeug wird aufgenommen in das *Internet der Dinge*. Durch die Vernetzung wird es den Fahrzeugen möglich sein mit der Verkehrsinfrastruktur zu kommunizieren (Car2X) als auch mit anderen Fahrzeugen untereinander (Car2Car). Einen wesentlichen Beitrag soll die intermodale Vernetzung, die *Connected Mobility*, liefern. Im Sinne einer *Seamless Mobility*⁹ sollen die Übergänge zwischen verschiedenen Mobilitätsformen möglichst reibungslos abgewickelt werden (vgl. Rammler 2016, S. 914). Diese Vision einer gesamtsystemischen Verkehrsoptimierung soll durch die heutigen Möglichkeiten digitaler Vernetzungsstrategien (flächendeckendes, funkbasiertes Hochleistungsinternet, neue Datenübertragungsstandards etc.) und den dazugehörigen Endgeräten (Smartphones,

⁹ Die *Seamless Mobility* propagiert eine Auflösung des Modal Split und ein Denken in Mobilitätsketten. Basierend auf neuen Mobilitätskonzepten wie MaaS soll ein müheloses Wechseln von unterschiedlichsten Verkehrsmitteln einen nahtlosen Reiseverlauf ermöglichen (vgl. ADAC 2020).

Tablets, Wearables etc.) ermöglicht werden. Es sind diese Endgeräte in Verbindung mit den digital Medien und den dazugehörigen Applikationsmöglichkeiten, die die Rolle der Abwicklung, des Informationsaustausches und auch im konkreten Fall der Abrechnung von Mobilitätsleistungen übernehmen. Man kann sagen, dass Smartphone-Endgeräte durch ihre sukzessive Weiterentwicklung in diesem Bereich den Stellenwert einer Schlüsseltechnologie erreicht haben und für das Gelingen der Mobilitätswende eine fundamentale Komponente darstellen. Die hohe Akzeptanz und Nutzung dieser Technologie schafft einen wichtigen Grundbaustein für die steigende Vernetzung und Kommunikation mit diesen neuen Mobilitätsangeboten (vgl. Rammler 2017, S. 59).

3.2.2 Multimodalität

Besonders in Städten herrscht schon heute ein dichter Mix an Mobilitätsangeboten. Während einiger dieser Mobilitätsformen bereits als Dienstleistungen angeboten werden (öffentlicher Nahverkehr, Car-Sharing, Bike-Sharing, E-Scooter etc.), nutzen auch viele Verkehrsteilnehmer ihre eigenen Fahrzeuge auf Basis eines klassischen Eigentumsverhältnisses. Besitzt man ein eigenes Auto oder ein eigenes Fahrrad, so wird man dieses, sofern der Verkehr oder die Witterung es zulässt, auch vorrangig nutzen. Ein *bedarfsorientiertes Mobilitätsmanagement* der Zukunft sieht ein *flexibles multimodales Verkehrssystem* vor, in dem der Benutzer eines Systems oder einer Mobilitätsplattform aus vielen verschiedenen Mobilitätsformen (Auto, ÖPNV, Fahrrad, Taxi, etc.) das für ihn geeignete Verkehrsmittel auswählen kann. Zusätzlich, und das ist entscheidend, können für eine Reisedstrecke unterschiedliche Mobilitätsformen kombiniert werden, um so optimale Reisebedingungen zu schaffen (vgl. Heinrichs 2015, S. 223).

Ziel ist es, multimodale „*Fahrtenketten*“ (Rammler 2017, S. 122) durch eine intensive Vernetzung zu ermöglichen. Das bedeutet das Nutzen unterschiedlicher Mobilitätsdienste. Mit dem Begriff der *one-way-Fähigkeit* beschreibt man dabei die Möglichkeit ein Verkehrsmittel für die Strecke von Punkt A nach Punkt B zu verwenden, ohne sich um die Rückführung zum Entlehnungsort zu kümmern. Somit ist auch die Möglichkeit gegeben, flexibel und unkompliziert, Verkehrsmittel auf dem Weg zum Bestimmungsort zu kombinieren. Die Überlegung dazu ist, dass man seine Mobilität nicht mehr mit einem Verkehrsmittel alleine gewährleisten muss. Darüber hinaus kann man die unterschiedlichen Verkehrsmittel je nach Verkehrslage oder in Abhängigkeit der Preisgestaltung frei wählen. Eine Applikation, in der alle Systeme zusammenlaufen, schlägt, basierend auf den

Reisedaten (Zeit und Ort der Abfahrt und der Ankunft) verschiedene Kombinationen von Verkehrsmitteln vor. Den Mix kann der Nutzer selbst anpassen. Auch die Abrechnung erfolgt über diese zentrale App und soll eine unkomplizierte Bezahlung ermöglichen. Eine Vorreiterrolle nimmt hier die Hauptstadt Helsinki ein, die bereits ein System dieser Art implementieren konnte. Die Bezahlung erfolgt dabei über monatliche Pauschalraten (Flat-Rates) oder über eine Pay-as-you-go-Regelung. Das Mobilitätsangebot umfasst dabei Angebote des öffentlichen Verkehrs, Fahrräder, Autos, Taxis und E-Scooter (vgl. Whim 2020). Die übergeordnete Bezeichnung für Systeme dieser Art nennt sich: Mobility-as-a-Service, kurz MaaS. Eine Verknüpfung des öffentlichen Linienverkehrs¹⁰ mit dem Angebot neuer Mobilitätsdienstleistungen scheint zielführend zu sein und wird gegenwärtig auch schon proaktiv versucht. Für die Vernetzung und Integration lassen sich zwei Dimensionen unterscheiden. Zum einen die "horizontale Integration" zu einer App oder Plattform, wo unterschiedliche Mobilitätsanbieter (ÖPNV, Taxi, Shared Mobility, etc.) zu suchen sind und zum anderen die "vertikale Integration", deren Bestandteile Informationen, Zugang und Abrechnungen des jeweiligen Verkehrsmittel darstellen (BMVIT 2019b, S. 107).

3.2.3 Mobilität als Dienstleistung - Mobility-as-a-Service (MaaS)

Mobility-as-a-Service (MaaS) beschreibt ein Konzept, das öffentliche und private Verkehrsangebote bündelt und dem Benutzer über einen zentralen Zugang (meist in Form einer App auf einem Smartphone) erlaubt, verschiedene Verkehrsmittel zu nutzen, zu kombinieren und deren Bezahlung zentral abzuwickeln (vgl. Mitteregger et al., 2020, S.26). Wie die Tarifmodelle im Zuge von MaaS und automatisiertem Fahren aussehen könnten bleibt noch spekulativ, sollten aber letztlich die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs steigern. Eine Möglichkeit wäre, unterschiedliche Angebote, wie z.B. Low- Cost und Premiumangebote, zu generieren und somit auch unterschiedliche Zielgruppen anzusprechen (vgl. BMVIT 2019b, S. 109). Das MaaS-System stellt den Bewegungsablauf, die Reise, in den Mittelpunkt dieser Dienstleistung und organisiert für den Nutzer die Planung der Reise nach Kriterien wie Kosten, Geschwindigkeit, Sicherheit etc. Der Nutzer bezahlt für eine Reihe von Dienstleistungen, aber auch für das vorschriftsgemäße Funktionieren der Fahrzeuge. Wartung und Kosten, die sonst für ein im Privateigentum befindliches

¹⁰ Öffentlicher Linienverkehr ist definiert durch feste Haltestellen, einem festen Fahrplan, eindeutige Linienwege und ist für regelmäßige Fahrgastnachfrage geeignet. Dazu zählen ein übergeordnetes Bahn-Bus-Grundnetz, lokaler Linienverkehr zu Erschließung (U-Bahn, S-Bahn, Regionalbahn, Straßenbahn, Gelenk-, Standard- und Minibus. Der öffentliche Linienverkehr unterliegt dem öffentlichen Personennah- und Regionalverkehrsgesetz (ÖPNRV-G) und Kraftfahrlineiengesetz (KfLG) (BMVIT 2019b, S.100).

Verkehrsmittel anfallen würden, werden vom Dienstleister übernommen (vgl. Expósito-Izquierdo et al. 2017, S. 416). In vielen Fällen entfallen Probleme wie Parkplatzsuche und die Übergabe oder Rückgabe von Verkehrsmitteln. Im Sinne einer *Seamless Mobility* steht das Abwickeln der Reise und das Erreichen des Bestimmungsortes im Vordergrund. Gerade im urbanen Bereich ist hier eine Kombination von unterschiedlichen Mobilitätsformen zielführend oder gar notwendig und entspricht, im Sinne einer individualisierten Gesellschaft, auch den Ansprüchen einer neuen Generation von Nutzern (vgl. Expósito-Izquierdo et al. 2017, S. 414).

3.2.4 Shared Mobility

Die *Shared Mobility* ist im größeren Kontext der *Shared Economy* zu verorten. Darunter versteht man einen Überbegriff für Konzepte und Angebote, die ein gemeinsames Nutzen bzw. ein Teilen von Gütern und Dienstleistungen ermöglicht. Das klassische Prinzip des Teilens und gemeinsamen Nutzens, dass vor allem sozial motiviert ist und bislang in einem bekannten, vertrauten sozialen Umfeld praktiziert wurde, wird in der Sharing Economy in ein wirtschaftlich verwertbares Modell umgewandelt. Die Sharing Economy ist sicher auch das Resultat eines sozio-ökonomischen Wandels, der sich mit neuen Herausforderungen konfrontiert sieht. Themen wie Ressourcenverknappung, Nachhaltigkeit, aber auch die Veränderungen des Konsumverhaltens sind mitverantwortlich für das Entstehen der Shared Economy. Beim kollaborativen Konsum geht es darum, die Güter einer Ökonomie durch Mieten, Teilen und Leasen effizienter und intensiver zu nutzen. Dieser Wertewandel betrifft vor allem die jüngeren Generationen. Ein steigendes Bewusstsein für die ökologischen und sozialen Folgen des eigenen Handelns, aber auch die steigende Bedeutung ressourcenschonender Konsummuster entsprechen dem Gedanken einer Sharing Economy (vgl. BMVIT 2016, S.12).

Car-Sharing oder auch *Ride-Sharing* bilden als Elemente der *Shared Mobility* Entwicklungen im Sinne der *Shared Economy*. Im Hinblick auf die Nutzung automatisierter Fahrzeuge als Teil dieser Shared Mobility erhofft man sich durch Sharing-Konzepte eine bessere Auslastung der Fahrzeuge und in der Folge eine klima- und ressourcenschonende Mobilität (vgl. Mitteregger 2016, S. 29).

Car-Sharing beschreibt die gemeinschaftlich organisierte Nutzung von Fahrzeugen als Dienstleistung auf Basis einer Rahmenvereinbarung (vgl. BGBL 2017). Ein Vorteil im Car-Sharing wird darin gesehen, dass das Fahrzeug nur nach Bedarf genutzt werden kann.

Da sich das Fahrzeug nicht über die Nutzung amortisieren muss, können im Bedarfsfall auch andere Verkehrsmittel genutzt werden, die für die geplante Wegstrecke besser geeignet wäre. Car-Sharing kann also der Weg zu einer Steigerung der Ko-Modalität sein. Zusätzlich wird dadurch das Problem der hohen Standzeiten konventioneller PKWs gelöst. Geteilte Autos werden effizient genutzt, da sie nach Beendigung einer Fahrt wieder für andere Verkehrsteilnehmer freigegeben werden. Bereits heute kann ein Car-Sharing-Fahrzeug mehrere reguläre Autos ersetzen (vgl. Ritz 2018, S.104).

3.2.5 Elektromobilität

Gerade in Zeiten des Klimawandels und der zunehmenden Ressourcenverknappung wird die Nachfrage nach alternativen Antriebstechnologien und damit verbundenen Kraftstoffen im Sinne einer Dekarbonisierung des Verkehrswesen immer größer. Diese umfassen die *“batteriegetriebene Elektrizität”* (aus erneuerbarer Energien), *“Elektroantriebe mit direkter Stromaufnahme”* (Leitungen, Induktoren), *“Biokraftstoffe”* und *“Wasserstoff als Kraftstoff“*. Welches Antriebssystem sich möglicherweise durchsetzen wird, wird sich zeigen und ist nicht zuletzt von der Effizienz, den Kosten, der Akzeptanz der Nutzer und der Praktikabilität abhängig. Insgesamt scheint die Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber neuer Antriebstechnologien bzw. der Elektromobilität noch zurückhaltend zu sein, was sich auch anhand der trägen Verkaufszahlen bereits zugelassener Elektrofahrzeuge zeigt. Fehlende Informationen zu den Vorteilen der neuen Technologien oder bestehende Restriktionen (hohe Anschaffungskosten, mäßige Dichte an verfügbaren Ladestationen) wären nur einige. Die Shared Mobility bietet heute schon eine Vielzahl von Mobilitätsdienstleistungen die auf Elektromobilität setzen und von den Nutzern gut angenommen werden. Sie könnte somit eine entscheidende Rolle zur Reduktion der Hemmschwelle gegenüber Elektrofahrzeugen für den persönlichen Bedarf spielen. Aktuell finden sich im ländlichen Raum fast eines jeden österreichischen Bundeslandes E-Car-Sharing Anbieter, z.T. finanziert durch gezielte Förderungen, wodurch sich auch das politische Interesse, die Anzahl der E-Fahrzeuge zu erhöhen, erkennen lässt (Mitteregger et al. 2020, S.31f).

In Österreich sollen Ende der 2020er Jahre ausschließlich Elektrofahrzeuge verkauft werden. Die Wirtschaft investiert in diese Bestrebungen, wobei der Ausbau der Ladeinfrastrukturen (z.B: in Wohngebäuden), erneuerbare Energien und Netzkapazitäten diese noch vor Herausforderungen stellt. Denn die Elektromobilität soll letztlich nicht nur den privaten Personenverkehr umfassen. Bereits heute werden erste Erfahrungen mit

batterie-elektrisch betriebenen Bussen und LKWs gesammelt, Brennstoffzellen werden teilweise bei nicht elektrifizierten Bahnstrecken versuchsweise eingesetzt (vgl. AustriaTech 2018).

In Bezug auf die Nachhaltigkeit dürften Elektroautos Fahrzeugen mit klassischen Verbrennungsmotoren überlegen sein. Elektromotoren könnten in etwa 4-mal langlebiger sein. Zusätzlich wird beim Einsatz eines Elektromotors auch auf viele Bauteile verzichtet, auf die jedoch der Verbrennungsmotor angewiesen ist, wie in etwa der gesamte Abgasstrang, der Treibstofftank, Schalldämpfer, Katalysatoren, Rußpartikelfilter und auch die Lichtmaschine. Dies vereinfacht weiters die Entwicklung und Produktion. Insgesamt scheinen Elektroautos die Grundvoraussetzung zu haben, im Vergleich zu Autos mit Verbrennungsmotoren, eine längere Lebensdauer zu haben. Jene Bauteile die bei konventionellen Autos am häufigsten repariert werden müssen, kommen beim Elektroauto erst gar nicht vor (vgl. Ritz 2018).

3.3 Mehr als nur Technologie

Den erhofften Optimierungseffekten der automatisierten und vernetzten Mobilität stehen lokale Pfadabhängigkeiten z.B. in Form von Mobilitätskulturen, Siedlungsstrukturen, Wirtschaftsbezügen und bewährten Planungskonzepten entgegen. Im Sinne einer nachhaltigen Verkehrswende wird es notwendig sein, bestehende Mobilitäts- und Konsumpraktiken zu hinterfragen. Technische Innovationen sollten eng im Zusammenspiel mit sozialen Innovationen betrachtet werden. Diese sozialen Innovationen werden als gesellschaftlicher Wandlungsprozess verstanden und sind eng an die Verkehrswende und die damit verbundenen technischen Artefakte gekoppelt (vgl. Mitteregger et al. 2020, S.95).

Held (2007, S. 853) spricht von der nachhaltigen Mobilität als die *“noch junge Geschichte des Bewusstwerdens der Nicht-Nachhaltigkeit des heute vorherrschenden Verkehrs.”* Nachhaltige Mobilität beschäftigt sich, wie die Mobilität selbst, mit den Potenzialen der Ortsveränderungen, mit den Möglichkeitsräumen. Insofern ist eine nachhaltige Mobilität sehr eng verknüpft mit dem gebauten Raum und den daraus resultierenden Möglichkeiten, sich in ihm auf möglichst einfache Weise zu bewegen. Ein Beispiel wäre eine verdichtete, durchmischte Siedlungsstruktur die Fuß- und Fahrradverkehr, sowie in weiterer Folge effektiven öffentlichen Verkehr ermöglicht und die Mobilitätsbedürfnisse zu erfüllen.

Die Verkehrswende bringt neben technologischen Neuerungen und veränderten Mobilitätskonzepten auch eine Veränderungen unserer Mobilitätspraktiken und formt unsere Art Mobilität zu denken grundsätzlich neu. Veränderungsprozesse bedeuten auch ein Verlagern von Ressourcen, eine Veränderung von Praktiken und Handlungen und können Ersatzhandlungen und Kompensationseffekte auslösen. Um diese Prozesse frühzeitig zu erkennen und gegebenenfalls in die richtige Richtung zu lenken, wäre es sinnvoll sich auch mit den sozialen Aspekten der Verkehrswende auseinanderzusetzen.

3.3.1 Rebound-Effekt

Technologische Innovationen werden gemeinhin eingesetzt um Zeit, Kapital oder Ressourcenaufwände zu minimieren. Kommt es zu solchen technologischen Effizienzsteigerungen kann es aber zu, auch in Ökonomenkreisen oft diskutierten, Problemen mit einer Überkompensation der beabsichtigten Einsparungen durch Mehraufwendungen an anderer Stelle kommen. Dieses Phänomen nennt man *Rebound-Effekt*. Studien haben untersucht wie sich das Konsumverhalten von Personen ändert, die sich ein sparsames Fahrzeug gekauft haben und ob sich dies auf die gefahrenen Kilometer auswirkt oder sich im Kauf eines weiteren Fahrzeugs äußert. Andere Studien messen, wie sich das Heizverhalten von Bewohnern eines Wohnhauses ändert, nachdem dieses thermisch saniert wurde. Diese Rebound-Effekte werden als *„Direktrebound“* bezeichnet. Analog zu diesem Effekt, sollte man auch auf die bereits erwähnten Mobilitätsbudgets hinweisen, die sich in Abhängigkeit zur steigenden Geschwindigkeit als nahezu konstant erwiesen haben. Auch hier könnte man von einem Art Rebound-Effekt sprechen. Pendeldistanzen könnten sich aufgrund des gesteigerten Fahrkomforts und der geringeren Treibstoffkosten ausdehnen. Randlagen könnten zunehmend attraktiver werden, was wiederum negative Auswirkungen auf die Zersiedelung und auf das Verkehrsaufkommen hätte. Zusätzlich beobachtet man indirekte Rebound-Effekte, die sich dadurch erklären lassen, dass der Konsument, aufgrund der Effizienzsteigerung, die übrige Kaufkraft für andere Produkte und Dienstleistungen aufwenden kann. Wichtig ist beim Betrachten dieser Rebound-Effekte, die Betrachtung der direkten und indirekten Effekte, da diese auch die umweltrelevante Größe darstellen (vgl. Lemmer 2015 S.97; Rammler 2016, S. 98).

Gerade digitale Innovationen haben großes Potential, Effizienzsteigerungen mit sich zu bringen. Im Sinne einer ökologischen Gesamtoptimierung ist es wichtig zukünftige Rebound-Effekte im Blick zu behalten.

“Einer etwaigen Optimierung des urbanen Verkehrsflusses für den fließenden und ruhenden Verkehr durch verkehrstelematische Lenkung digital vernetzter Autofлотten stünde in dieser Denkweise dann also die Notwendigkeit eines Handlungsansatzes gegenüber, der die weiteren, dadurch möglichen Wachstumsprozesse der Automobilität durch fiskal- oder ordnungspolitische Instrumente auf ein gewünschtes Niveau reguliert.”
(Rammler 2016, S. 99)

3.3.2 Regulierungen

“Selbstfahrende Fahrzeuge haben großes Potenzial für ein effizientes und sicheres Verkehrssystem. Es gilt aber, Risiken und unerwünschten Wirkungen vorzubeugen. Simulationen zeigen, dass mögliche Effizienzgewinne durch automatisierte Fahrzeuge stark von den Rahmenbedingungen abhängen. Die Hoffnung auf weniger Staus löst sich durch eine generelle Zunahme des Kfz-Verkehrs wieder auf. Aufgrund höheren Komforts und neuer Angebote durch automatisiertes Fahren wird von einer erhöhten Kfz-Nutzung ausgegangen. In Folge von Einsparungen bei Lohnkosten würde es zu einer weiteren Zunahme des Lkw-Verkehrs kommen.” (VCÖ 2018a, S. 1)

Die Mobilitätswende und damit auch das automatisierte und vernetzte Fahren stehen im Sinne eines klimaverträglichen Verkehrssystems. Doch die Rahmenbedingungen dieses neuen Verkehrs werden entscheiden, ob die neuen Technologien auch tatsächlich zu Einsparungen in Bezug auf verbrauchte Ressourcen, ausgestoßene Emissionen und zurückgelegte Kilometer führen können. In einer Studie für das britische *Department for Transport* (TfD) wurden die Effekte verschiedener Marktdurchdringungsgrade des automatisierten Fahrens abgeschätzt (vgl. Atkins 2016). Die Resultate sprechen von einer deutlichen Zunahme der Fahrzeugkilometer, und zwar auch unabhängig davon, ob sich die Zahl der Fahrzeuge verringert. Gerade in einer Übergangsphase mit gemischtem Verkehr, könnte sich die Zahl der durchschnittlichen Verzögerungen und Staus sogar erhöhen. Dabei wurde eine Zunahme der PKW-Nutzung noch gar nicht berücksichtigt. Ob wir die positiven Potentiale der Mobilitätswende nutzen können, hängt stark von den regulierenden Maßnahmen und den implementierten Mobilitätskonzepten ab. So können das Nutzen von

Car-Sharing und Ride-Sharing-Konzepten zu einem Rückgang an Fahrkilometern und vor allem zu einem Rückgang an inaktiven Fahrzeugen führen, was sich besonders innerstädtisch positiv auf den, durch parkende Fahrzeuge belegten, kostbaren Platz positiv auswirken könnte. Andererseits ist zu erwarten, dass durch den erhöhten Komfort automatisierter Fahrzeuge und durch die verbesserte Nutzung der Fahrtzeiten mit einer Steigerung des Kfz-Verkehrs zu rechnen ist. Die Resultate einer unregulierten Entwicklung wären wiederum mehr Staus, aber auch eine zusätzliche Verlagerung weg vom öffentlichen Verkehr. Zusätzlich wären durch die Attraktivierung der Fahrzeit in einem automatisierten Fahrzeug auch mit längeren Distanzen zwischen Arbeitsplatz und Wohnort zu rechnen. Diese Entwicklung würde sich, im unregulierten Falle, auch negativ auf die Siedlungsstrukturen und somit auch auf die Zersiedelung auswirken (vgl. VCÖ 2018a, S. 2ff).

3.3.3 Die “Sharing Economy” und eine neue Generation von Mobilitätsnutzern

Unser Mobilitätsverhalten hat sich im Zusammenhang mit gesellschaftlichen und technologischen Entwicklungen sehr stark verändert. Betrachtet man die Mobilitätsplanung von Menschen, stehen heute Flexibilität und Individualität im Vordergrund. Spontan planbare und nahtlose Reiseverbindungen sind Wünsche der Nutzer und gleichzeitig auch ein Ausdruck der Zeit in der wir leben. Die Voraussetzung dafür sind der Zugang zu Reiseinformationen und die Möglichkeit verschiedene Verkehrsmittel untereinander zu kombinieren. Basierend auf den Möglichkeiten der heutigen Informations- und Kommunikationstechnologien kann heute die Zeit während einer Reise auch anderweitig genutzt werden, sei es für Arbeits- oder auch für Unterhaltungszwecke. Eine Entwicklung die solche Wünsche berücksichtigt ist z.B. die Möglichkeit im Zug den Zugang zu kostenlosem Internet zu nutzen, wie es z.B. in Österreich oder Deutschland schon teilweise möglich ist. Individualität wird, bezogen auf die Mobilität, heute zunehmend weniger über den Besitz eines eigenen Automobils definiert, sondern vielmehr über ein selbstbestimmtes Mobilitätsmanagement. Gerade jüngere Generationen verzichten auf das Auto als Statussymbol und bevorzugen stattdessen eine höhere Lebensqualität, die sich nicht vordergründig auf das Konzept des Besitzens stützt, sondern ihren Grundsatz in Themen wie Nachhaltigkeit und Umweltschutz sucht. Gerade diese Generationen bedienen sich schon heute alternativer Mobilitätsdienste und sind somit wesentliche Treiber für die Entwicklung neuer Mobilitätsmodelle (vgl. Herwig 2017, S.5).

“Vor dem Hintergrund der internationalen Finanz- und Wirtschaftskrise 2007 und der anschließenden europäischen Staatsschuldenkrise gewinnen konsum- und kapitalismuskritische Perspektiven in öffentlichen Diskussionen zunehmend an Bedeutung. Im Fokus stehen hierbei, neben dem Zweifel am bestehenden Wirtschaftssystem und dem Nachhaltigkeitsgedanken, auch alternative Konsumideen und Konzepte, wie die Erweiterung von Gemeinschaftsgütern als Gegenentwurf zur eigentumsbasierten Wirtschaftsweise.” (Herwig 2017, S. 15)

Die Sharing Economy ist in dieser Hinsicht nicht grundlegend neu, stützt sich jedoch auf eine neue Form des Produzierens und Konsumierens auf eine Reihe neuer Entwicklungen. Dazu gehören die technische Entwicklung sozialer Medien, ein nachhaltiges Umweltbewusstsein und ein steigendes Bedürfnis nach sozialer Interaktion. Man erwartet sich von dieser neuen Wirtschaftsform *“... eine Entlastung der Umwelt durch eine effizientere Ausnutzung materieller Güter, eine Steigerung des Sozialkapitals sowie eine Dezentralisierung der Wertschöpfung.” (Herwig 2017, S. 15)* Es wird sich zeigen, ob die Entwicklung der Shared Economy lediglich einen Trend darstellt oder ob daraus doch ein gesellschaftlicher Wandel hervorgeht, der auch nachhaltige Wirkung haben wird.

Zu den Ursachen für das Entstehen einer Shared Economy zählt unter anderem die Tatsache, dass immaterielle Bedürfnisse immer weniger mit materiellem Wohlstand befriedigt werden können. Das Glücksversprechen der klassischen individualisierten Konsumgesellschaft, welche getreu der Devise *“Ich bin, was ich besitze!”* agiert, wird im Kontext der traditionellen Konsumkritik, unter Zuhilfenahme der Glücks- und Wertewandelforschung und Untersuchungen zu einem nicht nachhaltigen Konsums hinterfragt. Die soziale Orientierung des Menschen, die Stärkung eines kollektiven Bewusstseins durch das Web 2.0 in Verbindung mit der Verbreitung sozialer Netzwerke sind laut den Autoren aktiv an der Entwicklung der Entstehung der Shared Economy beteiligt. Diese Prozesse stellen mehr einen kulturellen Wandel von Werten und Einstellungen dar und weniger ein Krisenphänomen. Die Shared Economy stellt eine, sich ständig weiter entwickelnde, Wirtschafts- und Konsumform dar, die eine Reihe ökonomischer, sozialer und ökologischer Vorteile aufweist (vgl. Herwig 2017, S. 16ff).

3.3.4 Akzeptanz

Im Zusammenhang mit der Mobilitätswende spricht man oft von disruptiven Prozessen. Aufgrund der Schnelligkeit der technologischen Entwicklungen wird von drastischen und plötzlichen Veränderungen ausgegangen, die einen disruptiven¹¹ Effekt auf soziale Praktiken, Routinen, besonders aber auf marktwirtschaftliche Prozesse haben. Im Bereich der Mobilität wird oft Firmen, die bisher nicht als Automobilbauer aufgetreten sind (z.B. Uber, Apple, Google eventuell auch Tesla) ein disruptiver Ansatz nachgesagt. Disruptiv bezieht sich in diesem Fall nicht auf die Fahrzeugtechnologien, sondern auf die, meist sehr progressiven, Fahrzeugkonzepte, die es teilweise nicht mehr zulassen, dass der Nutzer auf das Fahrzeugverhalten einwirkt. Die automatisierten Fahrzeugkonzepte stellen einen radikalen Bruch mit der 120-jährigen Automobilgeschichte und den vielen damit verbundenen Praktiken und Handlungen dar. *“Die Disruption findet also aus Perspektive der FahrzeugnutzerInnen und anderer Verkehrsteilnehmer statt.”* (Weber et al. 2018, S. 16)

“Bevor Transporttechnologien räumlich wirksam werden, müssen sie von einer stetig wachsenden Zahl an Mitgliedern angenommen und im Alltag genutzt werden.”
(Mitteregger et al. 2020, S. 68, 4.2.2)

Die Akzeptanz und damit das Annehmen dieser neuer Technologien unterliegt dabei Wachstumsprozessen die eher langfristig verlaufen. Die Adoption, oder *Diffusion*, von Innovationen wird definiert durch einen kommunikativen Prozess, der diese Adaptierung neuer Prozesse und den damit verbundenen Aufwand durch die Gesellschaft beschreibt. Die Dauer solcher technologischer *Diffusionsprozesse* ist von unterschiedliche Faktoren abhängig. Die Komplexität der Technologie, der Aufwand für die Aufhebung oder Aneignung neuer Praktiken, die Höhe des Investitionsvolumen aber auch die Notwendigkeit eventueller Gesetze und Verordnungen können diese Phasen beeinflussen

¹¹ Disruptive Innovationen können entstehen, wenn kleine Unternehmen mit weniger finanziellen Mitteln große etablierte Hersteller in ihrer Marktposition erfolgreich herausfordern können. Besonders im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien besteht heutzutage durchaus die Möglichkeit relativ schnell und mit verhältnismäßig kleinem Budget innovative Produkte zu entwickeln um damit etablierte Technologien zu verdrängen (vgl. Christensen 2015).

(vgl. Mitteregger et al. 2020 S. 68f). Nicht zuletzt kann auch die Länge der *formativen Phase*¹² entscheidend sein.

In einer immer stärker vernetzten Welt, in der sich Technologien immer schneller verändern und entwickeln wird der Verkehrssektor zweifellos auch von den Wünschen und Erwartungen der Nutzer und Konsumenten beeinflusst. Gerade jüngere Generationen wie die *Millennials*¹³, sind bekannt einen *less driving lifestyle* zu pflegen. Sie sind als Generation sehr technologieaffin, vermutlich auch aus dem Grund weil sie in ihrer formativen Phase stark von Produkten der Informations - und Kommunikationstechnologien (Internet, Smartphone, Social Media etc.) geprägt wurden. Die Generation der Millennials hat sich auch im Sinne ihrer Wertvorstellungen weiter von einem autobezogenen Lebensstil verabschiedet. *“They value technology, they care about what kinds of devices you own.”* (Sheller in Expósito-Izquierdo et al. 2017, S.414)

„Regulation keeps trying to say texting is distracting to driving but for the consumer it is really the driving that is distracting to texting.“ (Deloitte 2011, S. 2)

Die Alterung der Gesellschaft ist ein zusätzlicher Grund, der dazu führen könnte, dass das klassische Auto immer weniger nachgefragt wird. Menschen heutzutage neigen dazu, Mobilität mehr als Dienstleistung zu konsumieren, statt ihre Mobilität durch ein gekauftes Auto zu gewährleisten (vgl. Expósito-Izquierdo et al. 2017, S. 414).

¹² *“Der Sozialisationshypothese folgend entstehen die grundlegenden Wertvorstellungen eines Menschen weitgehend in der Sozialisation und reflektieren die während der formativen Phase vorherrschenden Bedingungen. Die Kindheits- und Jugendjahre sind somit prägend für die individuelle Entwicklung und das zukünftige Leben. Es wird seitens der Wissenschaft angenommen, dass jede Generation vor allem in jungen Jahren durch einzigartige historische, soziale und kulturelle Ereignisse geprägt wird und dadurch ähnliche Präferenzen, Denkweisen und Verhaltensmuster innerhalb einer Kohorte bestehen. Eine Betrachtung der Ereignisse und Lebensumstände während der formativen Phase der jeweiligen Generationen kann folglich als möglicher Erklärungsansatz für gegenwärtig gelebte Verhaltensweisen dienen.”* (Schäfer et al. 2014)

¹³ Als *Millennials*, oder auch die *Generation Y*, wird die Generation bezeichnet, die zwischen 1981 und 1998 geboren wurden. Diese Generation wird auch als *Digital Natives* bezeichnet. Die Millennials sind durch gut vertraut mit dem Umgang von sozialen Medien und neuen Technologien und unterscheiden sich in ihren Wertvorstellungen und Lebenseinstellung teilweise beträchtlich von vorhergehenden Generationen (vgl. Statista 2018).

4 Einfluss des Automobils auf die Siedlungsstrukturen

“Verkehr und Mobilität sind sowohl Ausdruck als auch Treiber jenes Modernisierungsprozesses, der den menschlichen Lebensraum in den letzten beiden Jahrhunderten radikal umgestaltet und erweitert hat. Die funktionale Differenzierung der Gesellschaft und die räumliche Arbeitsteilung der Wirtschaft ließen fortlaufend neuen Verkehr entstehen. (...) Wir wählen einen bestimmten (oder werden gezwungen ihn zu wählen) und entscheiden uns damit gleichzeitig und meist unbewusst für eine bestimmte Art raumprägenden Verkehrs.” (Merki 2008, S. 115)

4.1 Die Frage der Erreichbarkeit

Historisch gesehen wurde die Funktionstüchtigkeit von Siedlungsstrukturen dadurch erreicht, dass sowohl eine adäquate Durchmischung von Einrichtungen, aber auch die direkte Erreichbarkeit dieser gewährleistet wurde. Die bestehenden Siedlungsstrukturen haben sich in den letzten Jahrzehnten in einem Wechselspiel zwischen einer unkontrollierten Ausdehnung der Siedlungsflächen und den verfügbaren Verkehrserreichbarkeiten entwickelt.

Kutter (2016 S. 217) beschreibt die heute übliche *“individualisierte Verkehrserreichbarkeit”* auf Basis des Autos als Widerspruch für die einfachen Rahmenbedingungen historischer Städte. Diese individuelle Erreichbarkeit führte zu einer neuen flächenhaften Bebauung, unbegrenzter Raumentwicklung sowie neuartigen Wirtschaftsweisen und ultimativ, zu mehr Verkehr. Der, bereits im vorhergehenden Kapitel angesprochene, *“lock-in”-Effekt* kommt auch hier zum Tragen und so ist es heute nicht mehr möglich, diese vorherrschende Erreichbarkeit kurzfristig zu verändern. Das Automobil hat sich durch seine starke Verbreitung als *Basisverkehrsmittel* für die Bemessung der Erreichbarkeiten entwickelt. Früher wurde die Erreichbarkeit der Städte auf Basis des Zu-Fuß-Gehens geplant. Durch die Ausbreitung der Städte und das Heranziehen des Autos als Basis für die Erreichbarkeiten, hat sich die Verteilung von Einrichtungen und Funktionen verlagert und schrittweise dazu geführt, dass etwa die fußläufige Erreichbarkeit immer stärker gelitten hat.

Die direkte Erreichbarkeit nahm deshalb ab, weil sich die Städte in der Fläche ausbreiteten und sich die Einrichtungen ausdifferenzierten z.B. an bestimmten Plätzen konzentrierten. Der öffentliche Verkehr konnte diese neu gewachsenen Strukturen nicht effizient erreichen. Die Verbreitung der individuellen Verkehrsmöglichkeiten dominierte nach einiger Zeit die

öffentliche Verkehrserreichbarkeit und wurde zur maßgebenden Fortbewegungsart. Statt einem direkten Zugang zu Einrichtungen, wurde immer stärker die individuelle Verkehrserreichbarkeit angestrebt und somit zwangsläufig zur Norm. Die Folgen sind direkt, aber zumeist ungeplante Auswirkungen auf die Siedlungsstrukturen. Städte wurden zu Regionen. Radiale Strukturen mit Schwerpunkten in der Mitte werden durch die neue individuelle Verkehrserreichbarkeit zu einer flächenartigen Verteilungen von Einrichtungen und Wohnnutzungen, der Quell- und Zielorte. Dadurch entstehen Strukturen, die für klassische öffentliche Verkehrssysteme denkbar schlecht geeignet sind. Das vom Auto geschaffene System eliminiert zusehends die Möglichkeit, die Verkehrserreichbarkeit über einen öffentlichen Verkehr zu gewährleisten und verstärkt dadurch wiederum die Nachfrage nach privat organisiertem Verkehr. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem *“entgrenzten Verkehrswesen”* (vgl. Kutter 2016, S.219).

“Die heutigen Siedlungsstrukturen mit ihren diversen Einrichtungen für das Leben und Wirtschaften der Menschen haben sich während vieler Jahrzehnte im Wechselspiel zwischen Ausdehnung der Siedlungsflächen und den jeweils verfügbaren Verkehrserreichbarkeiten entwickelt.” (Kutter, 2016, S.212)

4.2 Wechselwirkungen von Siedlungsentwicklung und Verkehr

“Zersplitterte Siedlungsformen sind vom motorisierten Individualverkehr abhängig (“Zwangsmobilität”), der seinerseits wiederum weitere Zersiedelung begünstigt. Zersiedelung und Verkehrswachstum bilden einen selbstverstärkenden Ursache-Wirkungs-Kreislauf.” (Lexer 2004)

Dieser *“Ursache-Wirkungs-Kreislauf”* stellt einen ganz wesentlich Beitrag zur Entwicklung der Siedlungsstrukturen dar (vgl. Lexer 2004). Eine Theorie zu dieser Überlegung hat auch Wegener (vgl. 2009 S. 68) mit dem *“land use transport feedback cycle”* entwickelt und definiert. Dieser Regelkreis umfasst unterschiedliche Komponenten, die im engen Zusammenhang zueinander stehen und sich gegenseitig bewirken. Welcher Standort in etwa für Wohngebiete oder Industrie- und Gewerbegebiete gewählt wird, hängt von der Verteilung der Flächennutzung ab und bestimmt somit die Standorte der menschlichen Aktivitäten. Diese räumliche Verteilung bewirkt, dass Menschen darauf angewiesen sind, sich zwischen den Standorten zu bewegen. Voraussetzung ist hierfür die Nutzung von Verkehrssystemen, wobei die Wahl dieses abhängig ist vom zu erreichenden Ziel, der Verkehrsrouten und der

Häufigkeit von Wegen. Daraus ergeben sich die verschiedenen Verkehrsströme und je nach Auslastung auch Staus und dadurch wiederum Nachteile für die Erreichbarkeit. Umgekehrt sind gerade diese Folgen jene Kriterien, die die Attraktivität der Standortwahl mitbestimmen und somit (neue) Siedlungsgebiete entstehen lassen, wodurch sich die Aktivitäten weiter im Raum verteilen (vgl. Wegener 2009, S. 68f).

“In allen Industrieländern hat die weitgehend dem Markt überlassene Siedlungsentwicklung zu dispersen Flächennutzungsstrukturen geführt (...)“
(Wegener 2009, S. 67)

In diesem Zusammenhang ist auch das Konzept der *“Automobile Dependency”* zu nennen. Grundsätzlich beschreibt dieser Begriff Strukturen des Verkehrs und der Landnutzung, die den Einsatz des Automobils begünstigen oder überhaupt erst voraussetzen. Die Nutzung und Erreichbarkeit von Einrichtungen bzw. Orten des täglichen Lebens ohne eine Auto wird durch solche Strukturen erschwert oder verunmöglicht. Auch diese Entwicklung folgt einem Ursache-Wirkungs-Kreislauf (vgl. Victoria Transport Policy Institute 2019).

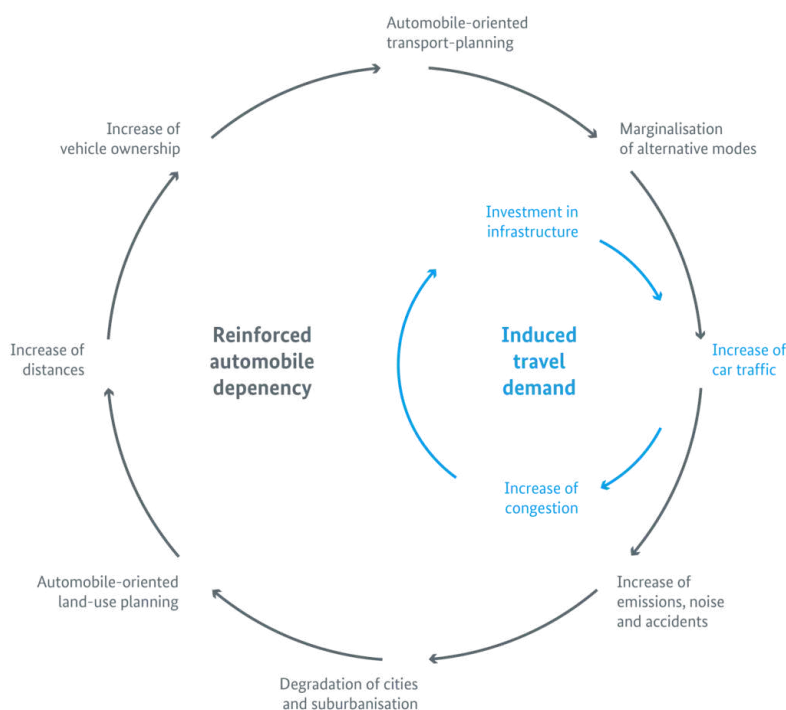


Illustration based on: Brinkhoff et al. (2009), p. 91. Transportation Demand Management – Training Document, GZ. https://www.vtpi.org/files/content/documents/resources/PC_Training-Materials/GZ_SU_FTP_TM_Transportation-Demand-Management_EN.pdf (accessed: 20.09.2018)
and Koduvelu (2012), p. 21. Sustainable Urban Transport Technical Document #8 – Rising Automobile Dependency – How to break the trend, GZ. https://www.vtpi.org/files/content/documents/resources/8_Technical-Documents/GZ_SU_TDS_Rising_Automobile_Dependency_EN.pdf (accessed: 20.09.2018)



@TUMInitiative
transformative-mobility.org

Abb. 2: “Vicious Cycle of Automobile Dependency”

(Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vicious_Cycle_of_Automobile_Dependency.png)

4.3 Flächenverbrauch - (automobiler) Verkehr braucht Platz

Die höhere Geschwindigkeit des Automobils macht sich aber nicht nur in den zurückgelegten Distanzen bemerkbar. Sie benötigt auch mehr Platz. Während die Städte früher mit Hinblick auf einen kleinteiligen und langsameren Verkehr geplant und gebaut wurden, setzte das Auto neue Maßstäbe in der Konzeption von Verkehrs- und Stadtplanung. Höhere Geschwindigkeiten und ein erhöhter Platzverbrauch erforderten neue Bebauungsstrukturen und Verkehrswege. In den historisch geplanten Städten wurde der Platz bald zu knapp und die Konsequenz war das Ausweichen auf weniger dicht besiedelte Gebiete, die Potenzial boten, den neuen Verkehr aufnehmen zu können.

Durch die Verlagerung des Güterverkehrs von der Bahn zum LKW wurden die Randlagen logistisch attraktiver und führten in der Industrie zum vermehrten Bau großflächiger, eingeschossiger Fabrikanlagen. Verbraucher- und Fachmärkte nutzten das Abwandern in die städtische Peripherie und erschufen großformatige Filialen, in denen sie Personal durch Fläche ersetzen. Im Handel lässt sich eine anhaltende Tendenz der Maßstabsvergrößerung der Betriebseinheiten feststellen. Diese Betriebseinheiten sind für die Anpassung an baulich komplexe Situationen in innerstädtischen Gebieten ungeeignet. Gerade bei international tätigen Unternehmen, mit einer Präferenz zu Rationalisierung und Standardlösungen, leidet die Bereitschaft, sich in bestehende städtebauliche Strukturen zu integrieren. Diese Produktions- bzw. Verkaufsflächen erfordern zusätzliche Flächen für die Erschließung, Lagerung, Güterumschlagstätigkeiten und Parktätigkeiten. Dadurch wird der intensive Flächenverbrauch weiter gefördert (vgl. Burdack 2008, S. 297).

“Und auch die Menschen selber trugen durch die Wahl ihrer Wohnstandorte und dem Neubau von Häusern ganz erheblich zum weiteren Wachstum der Entfernungen im Verkehr bei.” (Holzapfel 2012, S. 77).

Siedlungserweiterungen und Verkehrsinfrastrukturausbau stellen, neben Ausdehnung der Waldfläche, die stärkste Veränderungstrends in der Flächennutzungs Österreichs dar. Wachstumsursachen sind auch auf die starke Nachfrage nach Bauland zurückzuführen. Diese Nachfrage gründet sich in unseren veränderten Lebensstilen, wie die stark verbreitete PKW-Verfügbarkeit und der steigende Wohlstand. Auf der anderen Seite nimmt die Größe der Haushalte ab und die Anzahl der Einzelhaushalte zu. Diese Einzelhaushalte sind oft vom Auto abhängig. Zusätzlich steigt der Anspruch an den Wohnraum und der Wohnraumgröße selbst.

Der Trend zum Einfamilienhaus mit Garten ist der klare Ausdruck eines steigenden Wohlstandes. Grundsätzlich ist diese Entwicklung positiv zu bewerten. Die entstehenden Nebeneffekte, wie der verschwenderische Umgang mit Ressourcen und kostbaren Flächen stellen sich aber als äußerst problematisch dar. Mit dem Bau zusätzlicher Einfamilienhäuser wird die räumliche Trennung der täglichen Mobilitätsziele wie Wohnen, Arbeiten, Freizeit und Konsum weiter forciert. Eine Folge dieser Entwicklung ist die Erhöhung der Pendlerzahlen sowie der zurückgelegten Pendlerkilometer. Der durchschnittlich zurückgelegte Weg hat sich im Zeitraum 1971-2007 auf 20 Kilometer verdoppelt. Die Pendlerzahlen sind seit dem Jahr 1985 um 50 % auf 1,9 Millionen gestiegen. Vier Fünftel dieser Wege werden dabei mit dem Auto zurückgelegt. Grund für diesen rasanten Anstieg des motorisierten Individualverkehrs ist die immer stärkere räumliche Trennung der Daseinsgrundfunktionen. Diese Entwicklung führt zu einer starken Verflechtung von Städten und ihrem Umland und erzeugt so funktionale Stadtregionen (vgl. Tötzer et. al 2009, S.10ff).

4.4 Stadt+Land=Region - Suburbanisierung und Zersiedelung

Phänomene wie die Suburbanisierung oder die Zersiedelung stehen im Gegensatz zu einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung (vgl. Lexer, 2004). Die räumliche Ausbreitung unserer Siedlungsstrukturen sind komplexe Vorgänge, die auf vielerlei Faktoren beruhen.

Disperses, randliches Wachstum der Städte wurde bereits in den 1960er und 1970er Jahren als eine *“Degenerationsform der europäischen Stadt und als Zeichen ihre Krise und Auflösung”* interpretiert. Die Entstehung eines kaufkräftigen Mittelstandes, zunehmender Wohlstand und daraus resultierender größerer Wohn- und Flächenanspruch, gestiegene Mobilität durch Automobilbesitz und neue Kommunikationstechnologien stellen wichtige Faktoren dieser gesellschaftlichen, sozialen und ökonomischen Entwicklung dar (vgl. Burdack 2008, S. 297).

Ein Urteil des Verwaltungsgerichtshof aus dem Jahr 1974 zum Thema der Zersiedelung lautet:

“Demzufolge meint Zersiedelung, pauschal ausgedrückt, einerseits das Ausufern städtischer Bebauung in den vorstädtischen und agrarischen Raum hinein, andererseits das unregelmäßige Wachstum sporadischer Siedlungsansätze sowohl in Agrargebieten, wie auch in früh industrialisierten oder gewerblich durchsetzten Räumen. Zwei unterschiedliche

Ausprägungen der Zersiedlung kennzeichnen diese Definition: Zum Ausufer der Siedlungsråder kommt das Entstehen isolierter Siedlungsansätze (sogenannter Baulandsplitter) im Grünland. Der großflächigen Siedlungsausdehnung mit hohem Flächenverbrauch werden die punktuellen Baumaßnahmen im Freiland gegenübergestellt und in Summe als Zersiedlung angesehen.” (Definition lt. Verwaltungsgerichtshof (VwGH), 1974 in Kanonier 2004)

Im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts legte diese Entwicklung noch stärker zu. Die Stadtzentren verloren Einwohner an die Peripherie. Es entstanden Zwischenstädte (vgl. Sieverts 1997) entlang der Verkehrsachsen. Die Grenzen zwischen Stadt und Land verwischten zusehends. Dieser Prozess der Suburbanisierung, egal ob er für Gemeinden positiv oder negativ ausfiel, wurde erst durch die allgemeine Verbreitung des Automobils ausgelöst - und er passierte nahezu unkontrolliert. Die Suburbanisierung führte dadurch zur Auflösung der vormals kompakten Stadt. (vgl. Merki 2008, S.28)

Problematisch ist dabei zu sehen, dass sich die Wirtschaftsaktivitäten vermehrt in die Randlagen großer Agglomerationsräume verlagern. Dadurch werden die Zersiedlung und das Individualverkehrsaufkommen weiter vorangetrieben. Entwicklungen wie die starke Nachfrage nach Einfamilienhäusern, eine Verlängerung der Arbeitswege durch die Konzentration von Betriebsstätten, zerstörte Landschaftsbilder und ein erhöhter Ressourcenverbrauch sowie erhöhte Emissionen durch den vermehrten Verkehr sind Nebeneffekte dieser Siedlungsentwicklung, die aus nachhaltiger Sicht als problematisch erachtet werden (vgl. Kanatschnig et al. 1998, S. 16). Faktoren für eine starke Auto-Orientierung in ländlichen Gebieten sind, neben dem Wirtschaftswachstum, der räumlichen Konzentration von Arbeitsplätzen und Einrichtungen der Grundversorgung, der fortschreitenden Zersiedlung und der steigenden Pendeldistanzen oft auch die schlechte Verfügbarkeit von öffentlichen Verkehrsmitteln. Im ländlichen Raum ist das Auto das dominierende Verkehrsmittel. Je disperser die Siedlungsstruktur und je abgelegener das Gebiet ist, desto stärker wird auf das Auto gesetzt (vgl. Dax 2008, S. 41).

In Österreich wird das Problem der Zersiedlung seit Jahren kritisiert und diskutiert. Die Zahlen der letzten Jahre zeigen einen Rückgang der täglich verbauten Fläche, was aus Sicht der Raumplanung positiv zu bewerten ist. Es wurde ein Rückgang von 24,3 ha im Jahr 2010 auf eine täglich verbaute Fläche von 11,8 im Jahr 2018 erreicht (vgl. Umweltbundesamt 2019) Die aktuelle verbaute Fläche liegt dennoch immer noch weit über den Empfehlungen. Im

Jahr 2002 wurde im Rahmen der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie ein Zielwert für einen empfohlenen Maximalwert für den täglichen Flächenverbrauch festgelegt. Diese Regelung sieht pro Tag einen Wert von 2,5 ha täglicher Flächeninanspruchnahme vor. (vgl. NSTRAT 2002) Dennoch ist der Grad des hinzukommenden Flächenverbrauchs in Österreich wesentlich höher als in anderen Ländern der EU. Österreich verliert pro Jahr 0,5% seiner Agrarflächen. (Deutschland, Schweiz: 0,25%, Tschechien: 0,17%) Zusätzlich hat Österreich sowohl die höchste Dichte an Supermarktflächen (1,8m²/Kopf, Italien 1,0m², Frankreich 1,2m) als auch eines der längsten Straßennetze (15m/Kopf, Deutschland 7,9m, Schweiz 8,1m) (vgl. Umweltbundesamt 2017).

Der übermäßige Flächenverbrauch stellt eine der gravierendsten Folgen der ungeordneten Ausbreitung der Siedlungsflächen dar. Während die Bevölkerung nur geringfügig wächst, schreitet der Flächenverbrauch in einem nicht verhältnismäßigen Ausmaß voran. Die Zerschneidung und die Zersiedelung der Landschaft sind heute nicht mehr nur vom Bevölkerungswachstum entkoppelt, sondern sind der Ausdruck eines veränderten Lebensstils und höheren Ansprüchen an Wohnraum und Mobilität (vgl. Jaeger et al. 2007, S.74 f).

4.5 Die Grenzen des (Siedlungs)-Wachstums

Die natürliche Langsamkeit oder Trägheit der Siedlungsentwicklung macht es schwer den Prozess beziehungsweise die Auswirkungen von Zersiedelung greifbar zu machen (vgl. Kutter 2016, S.220).

“Das Paradigma der Verkehrsplanung zentriert sich um die Vorstellung eines grenzenlosen, stetig wachsenden Verkehrsflusses. Die Verkehrsplanung sieht in der Verkehrsinfrastruktur Lebensadern der Gesellschaft, durch die der Verkehr fließt und damit Leben aufrechterhält. Gemäß der kapitalistischen Produktivitätsmaxime: “Zeit ist Geld” gilt ihr zufolge Zeitersparnis als positiver ökonomischer Nutzen. Je schneller und reibungsloser der Verkehr fließen kann, je höher also die Dynamik, desto größer ist auch der ökonomische Erfolg. Der konstituierte enge Zusammenhang von Verkehrsaufkommen und Wirtschaftskraft gehört zur Grundlegitimation der Tätigkeit von Verkehrsplanung und ist Ausgangspunkt all ihrer Überlegungen und Voraussetzungen ihrer vorrangigen hoheitlichen Bedeutung.” (Körner et al. 2012, S. 11)

Grundsätzlich unterscheidet sich die Auffassung der Begriffe Landschaft und "Landschaftsraum" zwischen den beiden Disziplinen Verkehrsplanung und Landschaftsplanung (ev. auch Raumplanung). Verkehrsplaner pflegen einen zweckmäßigen und pragmatischen Umgang mit Verkehr und Infrastruktur. Der Ausbau der Infrastruktur dient der Gewährleistung der störungsfreie Verkehrsführung bzw. der Verkürzung von Reise- und Transportzeiten. Die Landschaft wird als Raum verstanden, der die notwendige Infrastruktur aufnimmt. Der freie Fluss des Verkehrs gilt als Idealvorstellung bzw. soll und muss dieser gewährleistet werden. Die Landschaft dient oftmals nur als "reizvolle Kulisse", eventuell werden die touristischen Potenziale einer Landschaft thematisiert. Die Landschaftsplanung wiederum betrachtet Landschaft als ökologischen Raum, als ein komplexes Ökosystem. Menschliche Tätigkeiten werden nach ihrem Einfluss auf Eigenart und Vielfalt bemessen. Ein Fortschritt in diesem Sinne bedeutet die Weiterentwicklung von kulturellen Traditionen in Form von zeitgemäßen Materialien und Formen. Die Entwicklungen sollen grundsätzlich dem Bild eines organischen Wachstums folgen (vgl. Körner et al. 2012, S. 11-13).

Whitelegg (2012, S. 93ff) thematisiert die transformativen Einflüsse des Verkehrs auf die Landschaft. Dieses Maß an Zerstörung wird weiter ansteigen. Politische Entscheidungsträger wie die EU und auch die einzelnen Nationalstaaten haben sich dem Credo verschrieben, Mobilität und der Ausbau des Verkehrs seien wesentliche Grundbestandteile für ein modernes Leben in Freiheit, für Jobsicherheit, für die grundlegende Prosperität und den Fortschritt einer Gesellschaft. Es gibt eine grundsätzliche Befürwortung und Unterstützung für den Ausbau von Straßen, Autobahnen, Schienennetzen und auch Flughäfen etc. Während sich Bau und Herstellung von infrastrukturellen Maßnahmen finanziell argumentieren lassen, so sind Verbau und Zerstörung der Landschaft schwer zu quantifizieren. Dabei wird ersichtlich, dass die Ansprüche für den Ausbau der Mobilität klar über die Ansprüche an intakte Landschaften und Naturräume gestellt werden.

Während einzelne Akteure bei der Wahl ihres Wohnstandorts und der Wohnform meist sehr rationale Entscheidungen treffen, so ist es die Summe dieser Entscheidungen die gesamtgesellschaftlich problematische Ausmaße annimmt. Ein wesentlicher Kritikpunkt an dem steigenden Flächenverbrauch ist der mittelfristig und wiederbringliche Verlust von kostbarem Boden. Der Boden erfüllt die Funktion der Nahrungsmittelproduktion aber auch die Gewährleistung eines intakten Naturraumes, besitzt Wasserspeicherkapazität und temperaturregulierende Eigenschaften. Man spricht hier von Naturraum-, Produktions- und

Trägerfunktion (vgl. Schiller 2009, S. 45). Versiegelung und Bebauung tragen dazu bei, dass die Potenziale des Bodens auf eine monofunktionale Nutzung für Siedlungs- und Verkehrsflächen reduziert werden. Durch diese monofunktionale Nutzung des Ökosystems Boden gehen dauerhaft biologische Funktionen wie Nutzung für Land- und Forstwirtschaft oder als Lebensraum für die Tier- und Pflanzenwelt verloren. Durch den Effekt der Landschaftszerschneidung und durch die hohen Umweltbelastungen die von Siedlungs- und Verkehrsstrukturen ausgehen, wird außerdem die biologische Artenvielfalt massiv bedroht (vgl. Lexer 2004).

“Der Einfluss autonomer Fahrzeuge auf die Landnutzung dürfte damit erheblich sein. Betrachtet man die Muster der Erreichbarkeitsgewinne genauer, zeigt sich, dass gut erschlossene, ländliche Gemeinden große Erreichbarkeitsgewinne aufweisen, während dem die Effekte in den Agglomerationen und Städten weniger stark oder sogar negativ sind. Die Geschichte zeigt, dass solche Muster den Weg zu weiterer Zersiedelung bereiten [19], [30]. Es wird deshalb dringend empfohlen, diesen Entwicklungen mit proaktiver Raum- und Verkehrsplanung zu begegnen.” (Meyer et al. 2016, S.10)

5 Szenarien zur Auswirkung des automatisierten Fahrens

Automatisiertes Fahren befindet sich nach wie vor noch am Beginn einer umfassenden Entwicklung und ist in der Realität noch nicht wirklich angekommen. Wie sich das automatisierte und vernetzte Fahren (avF) tatsächlich auswirken wird, kann gegenwärtig noch nicht beobachtet werden. Das Erstellen von Szenarien kann hier hilfreich sein, um mögliche Entwicklungen und Zusammenhänge zu simulieren. Diese Arbeit stellt drei Szenarien von Heinrichs et al. (2015) vor, die basierend auf der Auswertung einer Fülle verfügbarer Studien bzw. Szenarien zur Stadt der Zukunft bzw. zur Entwicklung der Mobilität und des Verkehrs entwickelt wurden. Die untersuchten Szenarien wurden dabei nach folgenden Kriterien ausgewählt: *“... eine nachvollziehbare Darstellung eines Zielzustands und eines Entwicklungspfades, die Identifikation von Triebkräften und ihren Interdependenzen, die Behandlung des Themas Mobilität und Darstellung der Wechselwirkungen mit der Siedlungsstruktur.”* (Heinrichs 2015, S.222)

5.1 Das automatisierte Fahren als Bestandteil der Stadt der Zukunft

Die in den Kerndokumenten der Studie untersuchten Szenarien lassen sich grundsätzlich drei Entwicklungstypen zuordnen: die regenerative und intelligente Stadt, die hypermobile Stadt und die endlose Stadt (vgl. Heinrichs 2015, 220ff).

5.1.1 Die regenerative und intelligente Stadt

Eine Reihe der untersuchten Studien heben die Entwicklung von sogenannten *“regenerativen Städten”* als einen denkbaren Pfad der Entwicklung hervor. Die Studien beziehen sich auf den Zeitraum von 2030 bis 2050 und sehen im wesentlichen die technologischen Entwicklungen als zentrale Triebkraft für städtische Veränderungen. Diese Entwicklungen sollen im wesentlichen den Ressourceneinsatz effizienter und umweltverträglicher gestalten. Wesentliche Themen in diesem Entwicklungsszenario sind der energetische Umbau von Gebäuden, die zunehmende Nutzung erneuerbare Energiequellen (bevorzugt aus dezentraler Erzeugung). Intelligente Steuerungsmechanismen, die die städtische Infrastruktur auch mit der mobilen Infrastruktur verknüpft, sollen unterstützend wirken. Dieses Szenario wird durch ein *“hohes Maß an Integration zwischen den Sektoren”* charakterisiert. Diese technologische Entwicklung ist auch maßgeblich für einen Verhaltenswandel in der städtischen Bevölkerung verantwortlich. Themen wie nachhaltiger Konsum und ein damit verbundener bewusster und verantwortlicher Umgang mit Ressourcen etablieren sich unter den Bewohnern. Dies erklärt den steigenden Wunsch der

Stadtbevölkerung nach einer besseren Lebensqualität in den Städten, die sich nicht mehr nur über den ökonomischen Wohlstand definiert. Die dicht bewohnten Metropolregionen stellen hier eine Art Schlüsselposition dar, da große Städte zumeist eine gut vernetzte und leistbare Mobilitätsversorgung gewährleisten. Dazu kommt, dass in Zukunft Städte, aufgrund ihrer Dichte, als Orte einer effizienten Ressourcennutzung definiert werden. Die Studien stützen sich auf die Annahme der steigenden Bedeutung von Städten als ökonomische und soziale Zentren. Damit verbunden sind steigende Entscheidungs- und Handlungspotenziale. Der Wandel der Städte wird durch den Wettbewerb untereinander angetrieben, aber auch durch die Politik und Verwaltung, die bemüht sein werden, die Standortqualitäten laufend zu verbessern. Die Verkehrssysteme der regenerativen Stadt sehen sich mit einer steigenden Durchdringung von Informations- und Kommunikationstechnologie konfrontiert, die vor allem der ressourceneffizienten Nutzung Rechnung tragen soll. Das Ziel ist die Verknüpfung von Verkehrsangeboten zu einem flexiblen, multimodalen Verkehrssystem, basierend auf einem starken öffentlichen Nahverkehrssystem. Als Ergänzung sollen den Bewohnern, zeitlich und örtlich dort wo Bedarf entsteht, nach dem Prinzip der *mobility-on-demand* individuell nutzbare Verkehrsmittel zur Verfügung stehen, neben Fahrrädern auch Elektrofahrzeuge. (Anmerkung: Als Teil eines multimodalen Verkehrssystems sollen auch Car-, Ride-Sharing und Ride-Hailing-Systeme auf Basis des automatisierten Verkehrs zur Verfügung stehen.) Die Sharing-Angebote, die sich auf dem Prinzip des Nutzen-statt-Besitzen-Prinzip gründen, sind wesentliche Bestrebungen um den, vom motorisierten Individualverkehr, Flächenanspruch zu minimieren. Ein persönlicher, mobiler und elektronischer Mobilitätsassistent (z.B. ein Smartphone mit App, im Sinne des MaaS) soll dabei helfen, die persönlichen Mobilitätsansprüche zu koordinieren und zu optimieren. Es wird angenommen, dass für den Zeitraum des Szenarios (2030-2050) elektronische Assistenzsysteme für teilautonomes Fahren bereits zur Standardausrüstung gehören. Fahren auf der Autobahn mit Autopilot soll, auf Basis einer hohen Vernetzung und Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur, zu einer Optimierung des Verkehrsflusses führen. Gemeinsam mit der technologischen Entwicklung der Mobilitätssysteme wird auch ein Wandel der räumlichen Struktur in den Städten stattfinden. Die Konzentration einer Vielzahl von Verkehrsangeboten an einem Ort wird neue Mobilitätsknoten entstehen lassen, die auch verantwortlich sein werden, dass sich die Standortqualitäten in den Städten neu verteilen. Es wird sogar von einer Veränderung zu polyzentrischen Stadtstruktur ausgegangen, die auf diesen neuen Knoten basieren soll. Die Reduktion des Flächenverbrauchs durch den ruhenden Verkehr in der Stadt führt zu einer Vielzahl an frei

werdenden Flächen, die einer neuen Nutzung zugeführt werden können um die Lebensqualität in den Städten zu verbessern (vgl. Heinrichs 2015, 222ff).

5.1.2 Die hypermobile Stadt

Auch die *hypermobile Stadt* setzt in ihrer Entwicklung sehr stark auf technologische Entwicklung und Innovation um den individuellen Nutzen für die Gesellschaft zu ermöglichen, setzte aber weiterhin auf einen hohen Ressourcenverbrauch, mit den damit verbundenen Umweltfolgen. Die Implementierung moderner Informations- und Kommunikationssysteme wird aufgrund ihrer Vorteile für den Lebensstil aber auch für die Wirtschaft stark in das tägliche Leben integriert. Menschen in der Stadt der Zukunft sind *“always on”*. Bedenken bezüglich Datenschutz und Privatsphäre bestehen nach wie vor, werden aber letztendlich aufgrund der großen Vorteile der *elektronischen Assistenten* nicht weiter als bedenklich eingestuft. Die starke Förderung benutzerbezogener IKT-Technologien sowie die Entwicklung dazugehöriger Technologien wie Verschlüsselung, Sensoren und Ortung zählen zu den treibenden Faktoren. Die Mobilitätsnachfrage wird in diesem Szenario weiter ansteigen. Die Bestrebungen technologische Innovationen weiter voran zu treiben, hat sich auch förderlich auf die Automatisierung der Mobilität ausgewirkt. Ziel war es die Verkehrsflüsse zu optimieren und Staus zu minimieren. Die Mobilität der Stadtbewohner wird großteils durch *Massentaxi-Systeme* gewährleistet und hat den öffentlichen Verkehr nahezu gänzlich ersetzt. Diese Beförderungssysteme operieren in eigens definierten Stadtgebieten. Die Organisation und Kommunikation läuft auch hier über einen persönlichen Mobilitätsassistenten. Die effiziente Steuerung der Fahrzeugflotte basiert auf einer hohen Vernetzung von Fahrzeugen und der Nutzer. Diesem Fahrzeugnetzwerk, auch *Schwarm* bezeichnet, stehen großen Datenmengen über die Verkehrslage und Nutzernachfrageverhalten zu Verfügung. Dies ermöglicht ein sehr flexibles System für die Nutzer, die nicht mehr auf Haltestellen des öffentlichen Verkehrs angewiesen sind, sondern lediglich in ein verfügbares Fahrzeug in ihrer Nähe steigen. Der überregionale Verkehr findet durch automatisierte Fahrzeuge auf Autobahnen statt. Die Fahrzeuge nutzen eigens reservierte Fahrspuren und können durch das enge Koppeln von Fahrzeugen, dem sogenannten *Platooning*¹⁴, kürzere und längere

¹⁴ Platooning bezeichnet die digitale Kopplung von Fahrzeugen in einem Kolonnenverkehr. Diese Technologie wird momentan für den Güterverkehr an LKWs getestet und soll eine effizientere, platzsparendere und sicherere Fahrweise ermöglichen. Das Fahrzeug an der Kolonnenspitze übernimmt die Fahrmanöver, die angeschlossenen Fahrzeuge werden durch automatisierte Systeme gelenkt. Die Fahrmanöver können in Echtzeit weitergegeben werden. So reduzieren sich Bremswege drastisch und durch den Windschatteneffekt wird der Kraftaufwand und damit auch der Spritverbrauch drastisch gesenkt. Zusätzlich können durch die abgestimmte Fahrweise und durch ein Ausbleiben von verzögerten Brems- und Anfahrmanövern Staus verringert werden. Platooning könnte künftig

Strecken mit hoher Geschwindigkeit zurücklegen. Davon profitieren auch die zahlreichen Pendler die täglich ihre Arbeitswege zwischen den stark verdichteten Innenstädten und den stark gewachsenen suburbanen Gebieten zurücklegen. Die Entwicklung der städtischen Strukturen in diesem Szenario wird etwas differenzierter beschrieben. Während jüngere Menschen die dichten Innenstädte als Lebensort bevorzugen, wählt ein großer Teil einkommensstärkerer Menschen ihren Wohn- und Lebensort am Rand der Städte oder in ländlichen Gebieten. Trotz einer steigenden Entfernung zwischen den Wohn- und Arbeitsplätzen können die Menschen den engen Kontakt zu ihrem Arbeitsplatz einerseits durch die neuen Medien mittels “Telepräsenz” gewährleisten, andererseits ermöglicht das automatisierte Fahren das bequeme zurücklegen der täglichen Distanzen. Durch das Überbrücken großer Distanzen und der Wahl eines Wohnortes entfernt von der Stadt, in den suburbanen Gebieten, schafft man in einer anstrengenden und fordernden hypermobilen Welt einen Ausgleich zu gewährleisten (vgl. Heinrichs 2015, S. 224f).

5.1.3 Die endlose Stadt

Die *endlose Stadt* zeichnet im Vergleich zu den beiden vorhergehenden Szenarien ein anderes Bild. Die Annahme beruht darauf, dass sich bei diesem Szenario die technologischen Entwicklung, vor allem aufgrund der hohen Kosten für erforderliche Infrastrukturen, nicht im selben Maße durchsetzen werden. Technologische Entwicklungen finden zwar statt, sind aber auch einzelne Bereiche beschränkt und können nicht die Vorteile eines umfassend vernetzten Systems liefern. Ein wesentlicher Faktor besteht auch in der Annahme, dass sich der Verhaltenswandel nicht wie in den anderen Szenarien einstellt. Hinsichtlich Raumstruktur und Mobilität rechnet man weiterhin mit einem autodominierten Modell. Der öffentliche Verkehr wird sich aufgrund der staatlichen Kapazitäten nur zögerlich weiterentwickeln und teilweise durch informelle *Paratransit-Dienste*¹⁵ weiterentwickeln. Räumlich gesehen, sind Städte durch eine geringe Dichte und durch fragmentierte Siedlungsstrukturen gekennzeichnet. Dies beschreibt die Fortführung eines, derzeit zu beobachtenden, globalen Trends (vgl. Heinrichs 2015, S. 225f).

auch für PKWs möglich sein, um z.B.: den Autobahnverkehr effizienter und sicherer zu gestalten (ADAC 2019, ingenieur.de 2018)

¹⁵ Paratransit Dienste werden als flexible oder bedarfsgesteuerte Bedienformen des ÖPNV definiert. Sie kommen in Räumen oder Zeiten schwacher Nachfrage zum Einsatz. Darunter fallen zum Teil auch Mitfahrvermittlungen, Taxiverkehr, Rufbusse aber auch Carsharing-Angebote (vgl. Schiefelbusch 2015).

Szenario	Ausprägung autonomen Fahrens	Stadtstruktur	Treiber
Regenerative Stadt	<ul style="list-style-type: none"> Flexibles, multimodales und vernetztes öffentliches Verkehrssystem als Rückgrat der städtischen Mobilität (Teil-)autonome Pkw (Autopilot) auf Autobahnen 	<ul style="list-style-type: none"> Herausbildung von intermodalen Mobilitätsknoten Reduktion des Flächenverbrauchs für Stellflächen im Stadtraum durch neue Parksysteme 	<ul style="list-style-type: none"> Technologische Entwicklung (im Energiesystem) Bewusster und verantwortlicher Umgang mit Ressourcen Gesetzgebung und Akzeptanzförderung durch den Staat
Hypermobile Stadt	<ul style="list-style-type: none"> Hoch integrierte (autonome) Massentaxi-Systeme Autonome Pkw auf Autobahnen mit hohem Transitaufkommen oder Pendlerstrecken auf reservierten Guided Lanes 	<ul style="list-style-type: none"> Stark verdichtete Innenstädte Wachstum suburbaner Gebiete geringer Dichte 	<ul style="list-style-type: none"> Zunehmende Akzeptanz von Informations- und Kommunikationstechnologien aufgrund ihrer Vorteile für Lebensstil und Handel Kooperation von Staat und Privatsektor, um erforderliche IKT-Technologien zu entwickeln
Endlose Stadt	<ul style="list-style-type: none"> Auto-dominiertes Modell vorherrschend Geringe Integration des ÖV (hoher Anteil informeller Paratransit-Angebote) Keine nennenswerten Entwicklungen hin zu automatisiertem Fahren 	<ul style="list-style-type: none"> Wachstum suburbaner Gebiete Generelle Abnahme der Siedlungsdichte 	<ul style="list-style-type: none"> Fehlende Steuerungsfähigkeit des Staates Technologische Entwicklung beschränkt auf Effizienzgewinne einzelner Bereiche

Abb. 3: Übersicht der Szenarien (vgl. Heinrichs 2015, S.227 in e-mobil 2017, S. 51)

5.2 Das automatisierte Fahren in Verbindung mit dem öffentlichen Verkehr

In der Studie, SAFiP - Systemszenarien Automatisiertes Fahren in der Personenmobilität, wurden mögliche zukünftige Szenarien dargestellt, wie der automatisierte Verkehr (AV) in Zusammenhang mit dem öffentlichen Verkehr im Jahr 2030 funktionieren könnte (vgl. BMVIT 2019b, S. 110ff).

5.2.1 "Marktgetriebene AV- Euphorie- 2030"

Betrachtet man dieses Szenario, so würden Mobilitätsdienstleistungen (Mobility as a Service) und alternative Mobilitätsformen wie z.B. (automatisierte) Car- und/oder Ride- Sharing von privaten Unternehmen angeboten werden, ohne diese mit dem öffentlichen Verkehr weitgehend zu verknüpfen. Die privaten Mobilitätsformen würden, um Gewinne zu optimieren, hauptsächlich in dichten urbanen Siedlungsbereichen angeboten werden. Der konventionelle öffentliche Verkehr würde sich auf die Hauptrouten des klassischen Linienverkehrs (U-Bahnen, S-Bahnen, etc.) konzentrieren, wobei auch diese zum Teil

zugunsten der privaten Unternehmen weichen müssten. Um dem entgegenzuhalten könnten flexiblere Mobilitätsformen, wie z.B. AV-Minibusse bei Bedarf, eingesetzt werden.

5.2.2 “Politik- getriebene AV- Steuerung- 2030”

Hier wird der öffentliche Verkehr als wesentlicher Bestandteil für die Gewährleistung der Mobilität angesehen, wobei weiterführende Mobilitätsangebote in diesen integriert werden würden. Der klassische Linienverkehr (U-Bahn, Straßenbahn, etc.) würde, in Koordination mit den entsprechenden Siedlungsentwicklungen, weiter über den Stadtrand hinaus ausgebaut werden. “Transit-oriented developments”¹⁶ würden basierend auf der Verfügbarkeit bereits bestehender Verkehrsverbindungen oder durch Schaffung neuer Verkehrsverbindungen, entstehen. Alternative Mobilitätsformen, wie (automatisiertes) Car-/ Ride-Sharing würde direkt vom öffentlichen Verkehr angeboten werden. Die Vernetzung würde über MaaS- Plattformen umgesetzt werden.

5.2.3 “Individualisierte Mobilität und langsame AV- Entwicklung- 2030”

Im Vergleich zur gegenwärtigen Situation wäre in diesem Szenario kaum eine Veränderung zu erkennen. Das automatisierte Fahren ist noch nicht entsprechend weit entwickelt und somit würde der öffentliche Verkehr vorrangig vom klassischen Linienverkehr bereitgestellt. Flexible Mobilitätsformen würden nur in geringer Dichte anzutreffen sein, MaaS und andere Formen der Shared Mobility hätten sich noch nicht durchgesetzt.

5.3 Automatisierter Verkehr - Zwischen privater und öffentlicher Nutzung

Die folgenden Szenarien zeigen, welche unterschiedlichen Arten es gibt, automatisierten Autoverkehr zu implementieren. Es muss angenommen werden, dass die Auswirkungen auf die städtische Struktur abhängig von der Ausprägung des automatisierten Verkehrssystems sehr unterschiedlich sein dürften. Hier soll noch einmal im Detail erläutert werden, wie sich ein Einsatz eines automatisierten Privatautos im Vergleich zu einem automatisierten Taxi als Teil des ÖPNV auf die Stadtstruktur auswirken kann.

Die genannten Szenarien zeigen, dass voneinander grundsätzlich unterscheidbare Optionen denkbar sind. Zum einen beschreiben sie die Entwicklung eines autonomen Privatfahrzeugs, welches je nach Szenario „bordautonom“ durch einen Autopiloten

¹⁶ Transit-oriented development (kurz: TOD, deutsch: ÖPNV-orientierte Siedlungsentwicklung) stellt eine Form der Siedlungsentwicklung dar, die bewusst auf eine strukturelle Kompaktheit und eine gute Nutzungsdurchmischung setzt, um einerseits Fuß- und Radverkehr zu fördern und um andererseits eine adäquate Anbindung an ein öffentliches Verkehrsnetz zu gewährleisten (vgl. Randelhoff, 2018).

gesteuert wird oder durch Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation in den Verkehrsfluss eingebunden ist. Zum anderen sehen die Szenarien das autonome Fahren als integrierten Teil des öffentlichen Verkehrsangebots. Es ist davon auszugehen, dass die Wirkungen auf die Stadtstruktur abhängig von der Ausprägung des autonomen Verkehrssystems sehr unterschiedlich sein dürften. ” (Heinrichs 2015, S. 228)

5.3.1 Das automatisierte Privatfahrzeug

Für diese Ausprägung des automatisierten Verkehrs wird von der Übertragung von Fahraufgaben auf das Fahrzeug und einen vorwiegenden Einsatz im unimodalen Individualverkehr ausgegangen. Folgende Anwendungsfälle sind für diesen Fahrzeugtyp vorgesehen: Autobahnpiilot, Vollautomat mit Verfügbarkeitsfahrer und Valet-Parken. Abgesehen von den eingesetzten Technologien, wird das Fahrzeug konventionell genutzt, d.h. als Fahrzeug im Privateigentum und nicht in einem Sharing-Setting. Im Unterschied jedoch zum herkömmlichen Fahrbetrieb, kann der Nutzer die Fahrtzeit mit anderen Aktivitäten verbringen (Arbeit, Unterhaltung, Freizeit). Zusätzlich ändern sich auch die Zugangs- und Abgangssituationen. Da das Fahrzeug fahrerlos agieren kann, kann auf den Weg zum Fahrzeug vor Fahrtantritt und auf die Parkplatzsuche nach Erreichen des Zielortes verzichtet werden. Das Fahrzeug wickelt den Vor- und Nachlauf der Reisetätigkeit selbstständig ab. In Bezug auf die Auswirkungen bzw. Veränderungen durch den Einsatz von automatisierten Fahrzeugen auf die Stadtstruktur wurden drei Aspekte untersucht. Einerseits werden die Auswirkungen auf den benötigten Parkraum am Wohnort und am Zielort untersucht. Weiters wird eine Veränderung der Attraktivität von Standorten in Bezug auf die Wahl des Wohnortes erwartet. Außerdem soll mit dem Einsatz automatisierter Fahrzeuge eine Veränderung des Flächenbedarfs für den fließenden Verkehr stattfinden (vgl. Heinrichs 2015, 228f).

Je nach Siedlungsstrukturen können die Auswirkungen auf Parkflächen unterschiedlich ausfallen. Wenig dicht besiedelte Einfamilienhaus-Siedlungen sind grundsätzlich angewiesen auf den Autoverkehr und bieten zumeist eine adäquate Parklösung für ein oder mehrere Fahrzeuge. Im innerstädtischen Bereich, wo Parkraum zumeist begrenzt ist, könnten sich durch automatisierte neue Möglichkeiten ergeben, die ein effizienteres und somit platzsparendes Parken ermöglichen würde. Die Studie geht von der Entwicklung verdichteter Parkmöglichkeiten für automatisierte Fahrzeuge aus. Das Fahrzeug würde seinen Benutzer am Zielort aussteigen lassen und danach selbstgeführt einen freien Parkplatz aufsuchen, um dort zu parken. Die Abstände für automatisierte Fahrzeuge können geringer sein, da das Aussteigen der Passagiere entfällt. Durch neue Parkkonzepte könnten

auf derselben Fläche 60% mehr Parkplätze entstehen. Dies ist sowohl aus platzökonomischen Gründen, sowie aus Kostengesichtspunkten als sinnvoll zu erachten. Es ist davon auszugehen, dass diese Form der Konzentration und Verdichtung von Parkflächen besonders für attraktive Ziele sinnvoll scheint, die darüber hinaus auch auf eine flächenökonomische Parklösung angewiesen sind z.B. aufgrund hoher Baulandpreise oder aufgrund von Platzprobleme wie in dichten Innenstadtlagen. Als weiterer Einsatzort kommen zukünftige Mobilitätsknoten, sogenannte *Hubs*, in Frage, wo es sinnvoll sein kann verdichtete Parkmöglichkeit für automatisierte Fahrzeuge zu bieten um einen schnellen und effizienten Übergang zwischen den Verkehrsmitteln zu ermöglichen. Eine eindeutige Entwicklung des Parkmanagements für avF lässt sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht abschätzen (vgl. Heinrichs 2015, S. 230)

Ein weiterer Effekt des privaten automatisierten Fahrzeuges sind Auswirkungen auf die Art der Flächennutzung. Die Attraktivität von Wohngebieten am Stadtrand könnte steigen. Die Verfügbarkeit eines automatisierten Fahrzeuges kann dazu führen, das Wohnstandorte im Grünen, meist in kostengünstigeren Lagen zusätzlich aufgewertet werden. Die Standortnachteile und die weite Entfernung zur Stadt oder gegebenenfalls zum Arbeitsplatz könnten durch das automatisierte Fahrzeug kompensiert werden. Ähnlich wie zur Zeit der Suburbanisierung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, könnte abermals das Automobil, in diesem Fall das automatisierte, eine neue Entwicklung von Siedlungen in peripheren Lagen in Gang setzen, auch diesmal charakterisiert durch eine geringe Dichte und einer schlechten funktionalen Durchmischung. Es ist bekannt, dass die Wohnstandortwahl von Berufstätigen stärker durch die Wohn- und Wohnumfeldqualität beeinflusst wird, als durch die Nähe zum Arbeitsplatz. Anschaulich wird dies an der hohen Bedeutung des Pendelns. In diesem Kontext muss befürchtet werden, dass sich das automatisierte Fahren auf die Distanz zwischen Arbeits- und Wohnort zusätzlich negativ auswirken könnte. Mit einer Steigerung des Fahrkomforts könnte also auch die Bereitschaft für höhere Pendeldistanzen steigen. Die Erwartungen an das avF in dieser Hinsicht sind groß. Geht man von einer Übernahme sämtlicher Fahrleistungen durch das Fahrzeug aus, sind die Komfortgewinne enorm. Kann für die Abwicklung der Fahrt eine verlässliche Infrastruktur gewährleistet werden, können Fahrten mit einem hohen Level an Komfort, in kürzerer Zeit und verlässlicher geplant und abgewickelt werden (vgl. Heinrichs 2015, S. 231).

“Verbesserter Fahrkomfort, verringerte Wegezeiten und höhere Verlässlichkeit von Reisezeiten sind relevante Faktoren für die Abwägung von Haushalten, weiter entfernte Arbeitsplätze oder sonstige Ziele wie Versorgungs- und Bildungseinrichtungen zugunsten anderer Kriterien eines Wohnstandorts wie die Bezahlbarkeit des Wohnraums oder die landschaftliche Attraktivität des Umfeldes.” (Heinrichs 2015, S. 231)

Die Automatisierung des Fahrens lässt aber auf der andere Seite auch erwarten, dass Kapazitäten auf den genutzten Verkehrswegen frei werden. Die Vernetzung des Verkehrs wird engere Fahrmanöver ermöglichen, die in einem dichteren Verkehr resultieren könnten und somit auch weniger Verkehrsflächen benötigen. Stichwort: Platooning. Eine mögliche Folge des effizienteren Verkehrs könnte eine Verringerung der Fahrbahnflächen nach sich ziehen. Diese freigewordenen Flächen könnte wiederum anderen Verkehrsteilnehmern zufallen, z.B. Fußgängern und Radfahrern. Man muss jedoch anmerken, dass sich diese Effekte erst bei einer vollständigen Automatisierung des Verkehrs einstellen könnten. Als problematisch könnte sich diese Entwicklung vor allem im innerstädtischen Verkehr herausstellen, wo viele verschiedene Verkehrsteilnehmer aufeinander treffen. Ein, sich sehr dicht bewogender, Fahrzeugverkehr könnte die Trennwirkung des Verkehrs zusätzlich noch verstärken und das Queren von Fahrspuren weiter erschweren. Wichtig wären in diesem Zusammenhang Konzepte, die die Durchlässigkeit für andere Verkehrsteilnehmer gewährleisten (vgl. Heinrichs 2015, S. 232).

5.3.2 Das automatisierte Fahrzeug als Teil des öffentlichen Verkehrssystems

Im Gegensatz zum Fall des automatisierten Fahrzeugs im Privatbesitz, soll hier noch eine andere Variante geschildert werden: das automatisierte Fahrzeug, eingesetzt als Taxi und integriert in ein öffentliches Verkehrsnetz. Dieses automatisierte Taxi-System wird von einem Fahrgast gerufen und kann beliebige Strecken zurücklegen, ist also nicht an eine fixe Route gebunden, wie eine U-Bahn oder eine Buslinie. Parallel zum öffentlichen Verkehrsnetz könnte dieses System die Feinverteilung und das *First-Mile-Last-Mile-Problem*¹⁷ des öffentlichen Verkehrs lösen. Die langen Strecken könnten nach wie vor von schnelleren und leistungsfähigeren U-Bahn-Linien und Stadtbahnen übernommen werden. Dieses Szenario würde jedoch von einem Wegfall der Tram- und Buslinien ausgehen, da diese als direkte Konkurrenz zu den Taxis vermutlich nicht mehr benötigt würden (vgl. Heinrichs 2015, 233).

¹⁷ Das First-Mile-Last-Mile-Problem beschreibt die Problematik des Erreichens von Anknüpfungspunkten öffentlicher Verkehrsverbindungen ausgehenden von den Quell- und Zielorten reisender Personen (EEA 2019).

Eine automatisiertes öffentliches Verkehrssystem könnte deutliche Auswirkungen auf die Stadtstrukturen haben. Im Falle einer überwiegenden Nutzung von aV wird davon ausgegangen, dass sich die benötigten Parkflächen drastisch reduzieren. Da die Fahrzeuge nach Absetzen eines Fahrgastes weiterfahren, entfällt das Parken in diesem Zusammenhang komplett. Lediglich Flächen und Örtlichkeiten für Service- und Instandhaltungsmaßnahmen müssten angedacht werden. Ein permanent verfügbares Fahrzeugkonzept könnte auch Auswirkungen auf den privaten Fahrzeugbesitz haben. Um eine optimale Ausnutzung der aF zu gewährleisten, wär es auch denkbar, den Besetzungsgrad der Fahrzeuge zu steigern im Sinne eines Ride-Sharing, wie es teilweise der Fahrdienst "Uber" schon heute mit seinem Car-Pooling-Dienst (UberPool) anbietet, jedoch noch mit einem menschlichen Fahrer. Die Entstehung neuer Verkehrsknotenpunkte basierend auf neuen Bewegungsmustern wird sich zusätzlich auf das Stadtbild auswirken. Die Konzentration bzw. die Verteilung der Passagiere wird in den *Hubs* organisiert. Wie wir es heute bereits von Bahnhöfen kennen, nutzen diese Orte die hohe Frequenz von Personen und bieten neben dem Anschluss an Verkehrsverbindungen auch Dienstleistungen und Einkaufsgelegenheiten für die Passagiere (vgl. Heinrichs 2015, S. 233).

5.4 Folgen des unkontrollierten automatisierten Fahrens

Ein wesentlich zu berücksichtigender Faktor des automatisierten Fahrens ist der gestiegene Komfortgewinn durch den Wegfall der Fahrleistung und die damit verbundene veränderte Bewertung der Fahrzeit, dem "value of time"¹⁸. Für automatisierte Fahrzeuge des Level 4 und 5 werden Einsparungen der Zeitkosten mit bis zu 50% prognostiziert (BMVIT 2019b, S. 268).

"If the driving task is removed, time spent driving can be used for other purposes, leading to a reduction in the implicit value of travelling time. This in turn could make private car use more attractive than public transport, walking and cycling, resulting in substantial changes in modal shares, and potentially encouraging urban sprawl." (May et al. 2018, S.2)

Mit den Grenzen des automatisierten Fahrens beschäftigt sich unter anderem eine Partnerschafts-Studie der Technischen Universität Wien mit der Universität Leeds anhand von Modellen und der, wenngleich noch begrenzten, Literaturanalyse am Beispiel der Stadt

¹⁸ In der Transportökonomie beschreibt der "value of time" die fiktiven Opportunitätskosten die eine reisende Person für einen zurückgelegten Weg aufwendet. Die berechneten Kosten stellen den Betrag dar, den die Person als Kompensation für die verlorene Zeit akzeptieren würde. Eine Steigerung der Attraktivität eines Verkehrsmittel für auch zu einer Reduktion des "value of time" (vgl. Small et al. 1999, S. 8f; ARUP 2015, S. 1).

Leeds sowie Meyer et.al. in Bezug auf die Schweiz. Da von einer Zunahme des automatisierten Fahrens innerhalb der nächsten Dekade ausgegangen werden kann, hätte dies, ohne entsprechende politische Reglementationen eine Zunahme des personenbezogenen Kilometerverbrauchs von bis zu 50% bei gleichzeitiger Abnahme des öffentlichen Verkehrsangebots um bis zu 18% zur Folge, was letztlich für Personen die auf den ÖPNV angewiesen sind, beträchtliche Nachteile bringen könnte. Insbesondere durch die bessere Erreichung gut erschlossener ländlicher Gebiete ist von einer Verkehrszunahme durch den automatisierten Verkehr von bis zu 53% zu rechnen. Der Fortbestand des öffentlichen Verkehrsnetzes dürfte letztlich auch davon abhängig sein, inwieweit der automatisierte Verkehr auch tatsächlich die erforderlichen Kapazitäten erreichen kann. Außerdem wird von einem Rückgang des Zu-Fuß-Gehens und Radfahrens um bis zu 13% ausgegangen, wodurch auch mit negativen Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit zu rechnen sein könnte. Auch die urbane Zersiedelung würde durch den privaten Gebrauch von automatisierten Fahrzeugen weiter fortschreiten. Als mögliche Lösung wird in dieser Studie auf Konzepte der Shared Mobility gesetzt (siehe auch Kapitel 3.3.2). Eine zusätzliche proaktive Raum- und Verkehrsplanung ist ebenfalls unumgänglich (vgl. May et al. 2018; Meyer et al. 2016, S.10).

“Zudem deuten die Ergebnisse an, dass autonome Fahrzeuge in einem Konkurrenzverhältnis zum heutigen ÖV stehen werden. Es konnte gezeigt werden, dass aus Kapazitätsperspektive selbst im Extremfall (tiefe Kapazitätsgewinne, große Nachfragesteigerungen, Spitzenstundensituation und keine Angebotsoptimierung) Flotten autonomer Fahrzeuge grundsätzlich in der Lage sein werden, die vollständige Verkehrsnachfrage bis auf die großen Agglomerationen zu bedienen. Kombiniert mit den tiefen Preisen, zu denen solche Flotten von geteilten, autonomen Fahrzeugen voraussichtlich betrieben werden können [31], lassen diese Resultate erwarten, dass die Zukunft des ÖVs in seiner heutigen Form nur noch davon abhängt, inwieweit die mit autonomen Fahrzeugen erwarteten Kapazitätsgewinne auf der Straße tatsächlich realisiert werden können.” (Meyer et al. 2016, S.10)

Da alternative private Angebotsformen, wie beispielsweise Car Sharing oder Ride Sharing, mit automatisierten Fahrzeugen preislich günstiger als der konventionelle ÖPNV sein dürften, ist von einem direktem Konkurrenzkampf dieser Mobilitätsvarianten auszugehen. Schon heute wird von öffentlichen Verkehrsunternehmen proaktiv versucht die ergänzenden Mobilitätsangebote zu integrieren, was letztlich aus zwei konkurrierenden

Systemen, gesetzliche Regelungen vorausgesetzt, ein gemeinschaftliche organisiertes Verkehrsangebot entstehen lassen könnte (vgl. BMVIT 2019b, S. 99ff).

Beleuchtet man die Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit durch das automatisierte Fahren, muss dem verminderten Unfallrisiko, mit daraus resultierenden Erleichterungen für das Gesundheitssystem, auch der Rückgang des Zu Fuß Gehens und Radfahrens um bis zu 13% und den sich daraus ergebenden gesundheitsökonomischen Belastungen entgegengehalten werden (vgl. May et al. 2018). Zusätzlich könnte es, wirtschaftlich gesehen, neben dem Verlust von Arbeitsplätzen im Bereich von Gesundheitsberufen auch zu einem zunehmenden Abbau von Arbeitsplätzen in den Bereichen des öffentlichen Nahverkehrs (Busfahrer, Taxifahrer, etc.) kommen (vgl. Anderson et al. 2016). Auch im Falle eines automatisierten öffentlichen Nahverkehrs (z.B. automatisierte U-Bahnen, automatisierte Taxis etc.) kann es ebenfalls zu Personaleinsparungen kommen bzw. zu einem generellen Wegfallen ganzer Berufsgruppen. Der ÖPNV könnte jedoch auch einen wirtschaftlichen Nutzen davon tragen, machen doch die Personalkosten einen hohen Anteil der Gesamtkosten aus. Neue Kosten, wie z.B. für Informations- und Kommunikationstechnologien, zusätzliches Personal für Reparatur, und dergleichen sind dem entgegenzusetzen. Grundsätzlich sind Effekte wie eine Senkung von Unfällen, eine Stärkung der Mobilitätsmöglichkeiten und eine effizientere Fahrzeugnutzung positiv zu bewerten und können die negativen Begleiterscheinungen aufwiegen. Die Frage wird sein, wie die neu entstehenden Kosten in Relation zu den Nutzern und Anbietern aufgeteilt werden (vgl. Anderson et al. 2016 S. 9f; BMVIT 2019b).

6 Conclusio

ad Hypothese 1

“Das Automobil und das damit verbundene System der Automobilität haben unsere Mobilitätsbedürfnisse und unsere gesellschaftlichen Strukturen, als gesamtes betrachtet, unwiederbringlich verändert.”

Es war die Loslösung von der muskelbetriebenen Fortbewegung und die Beschleunigung der Bewegung, die unser gegenwärtiges Mobilitätszeitalter eingeläutet hatte. Die Eisenbahn und das Automobil setzten eine Entwicklung in Gang, die einen weitreichenden Austausch von Waren und Personen in bis dato unbekannter Kapazität und Geschwindigkeit ermöglichte. Während die Eisenbahn auf ein Schienennetz angewiesen war und dadurch auch eine gewisse Konzentration von Infrastruktur voraussetzte, stellte das Automobil die Gegenthese dar. Im Gegensatz zum strengen Strecken- und Zeitplan ermöglichte das Auto, ein Straßennetz vorausgesetzt, eine flexible Strecken- und Zeitwahl. Auch das konventionelle Automobil stieß zu Beginn auf Skepsis, doch die Rationalisierung des Fahrzeugbaus und die Verankerung des Automobils als sozialer Benchmark für Wohlstand führte bald zu einer starken Nachfrage und Verbreitung. Die Politik reagierte mit dem Ausbau von Straßen und der wirtschaftliche Aufschwung förderte das Automobil als das Verkehrsmittel der Zukunft. Während das Automobil aufgrund seiner Beschaffenheit in den traditionell gewachsenen Städte Europas bald an seine räumliche Grenzen stieß, konnte es in jungen Volkswirtschaft, wie z.B. den USA, die erst im Entstehen waren, das Stadt- und Landschaftsbild entscheidend mitprägen. Das Beispiel Los Angeles ist hier besonders anschaulich. Während die Grundzüge der Stadt ein klassisches Zentrum aufwiesen, erschlossen durch ein öffentliches Straßenbahnnetz, führten öffentliche und wirtschaftliche Interessen, befeuert durch feindliche Übernahmen der Straßenbahngesellschaften, zu einer bis heute anhaltenden Dominanz des motorisierten Individualverkehrs. Auch aufgrund dieser Vorgänge hat sich Los Angeles zu einem der bekanntesten Negativbeispiele für Urban Sprawling entwickelt. Das Automobil und seine zugehörige Infrastruktur gaben die Rahmenbedingungen für die Stadtentwicklung vor. Der Maßstab, der in der Stadtplanung verfolgt wurde, unterschied sich drastisch von der dichten, historisch gewachsenen europäischen Stadt.

Das System Automobilität erzeugte in Folge ihre eigenen Voraussetzungen und führte so in die bereits besprochene Pfadabhängigkeit. Diese Effekte sind überall auf der Welt zu

erkennen, wo sich das Automobil als primäres Fortbewegungsmittel etabliert hat, auch wenn die Ausprägungen je nach Kultur unterschiedlich stark passiert sind. Dabei ist die Komponente der gebauten Strukturen im Kontext der Automobilität wesentlich. Auch wenn das Automobil technologischen Weiterentwicklungen unterliegt und in seiner Nutzungsdauer wesentlich kürzer angesiedelt ist, als Gebäude und Straßen, so sind es die gebauten Strukturen, die mitverantwortlich sind für den "lock-in"-Effekt, den das Auto ausgelöst hat. Man könnte in diesem Zusammenhang behaupten, wir haben unsere automobilen Gewohnheiten im wahrsten Sinne des Wortes festzementiert. Bestehende Gebäude und Strukturen, die sich über Jahrzehnte in Nutzung befinden und unsere Mobilitätskultur prägen, wirkten auf die formativen Phasen mehrerer Generationen und prägen damit das Bild und die Praktiken unserer Kultur. Das erklärt auch, warum Wandlerscheinungen, insbesondere die Mobilitätswende, besonders langsam und träge vonstattengehen.

Mit der Automobilitätskultur haben sich auch gesellschaftliche Normen und Praktiken etabliert, die über Generationen vererbt wurden. Das Auto als Selbstverständlichkeit für tägliche Mobilität, die positive Konnotation mit Autoreisen, das erste eigene Auto als Initiationsritus, sind uns allen vertraute Handlungen und vor allem vertraute Emotionen. Gerade der Aspekt der emotionalen Ebene der Mobilität und besonders der Automobilität darf nicht unterschätzt werden. Das Automobil hatte in ihrer Wirkungszeit auch starken Einfluss auf die Lebensgestaltung von Generationen. Automodelle wurden mit Werten und Emotionen beladen, und besonders in einer Phase einer individuellen Ausdifferenzierung von Werten, war und ist das Auto als Imageträger ein wesentliches Ausstattungsobjekt der Menschen. Hier lässt sich auch ein Bogen spannen zu einem weiteren kritisch betrachteten Ausstattungsobjekt, welches Generationen der Individualisierung als erstrebenswertes Ideal diente: das Einfamilienhaus. Dabei sind dies zwei grundlegende Entitäten unserer modernen Gesellschaft, die sich gegenseitig erzeugen und bedingen. Im Sinne des autopoietischen System, ist das Einfamilienhaus als isolierte und meist periphär angesiedelte Wohnform ein wesentlicher Erzeuger von Automobilität. Auch der Umkehrschluss ist in diesem Fall möglich. Das Automobil ermöglichte erst das Einfamilienhaus als Wohnform. Das Einfamilienhaus erfüllt ähnliche Anforderungen und befriedigt ähnliche emotionale Bedürfnisse wie das Auto. Es ist eine Wohnform, die die Privatheit und die persönliche Verwirklichung in den Vordergrund stellt. In ihren grundlegenden Zügen ist auch das moderne Einfamilienhaus ein Produkt einer

individualisierten Gesellschaft. Das Automobil als dazugehöriges Verkehrsmittel führt diesen Gedanken zu Ende.

Natürlich ist das Automobil nicht alleine verantwortlich für diesen tiefgreifenden Wandel, der sowohl in der Geschichte unserer Mobilität zu erkennen ist, als auch in unseren gesellschaftlichen Strukturen als Gesamtes. Aber das Automobil stellte und stellt, im wahrsten Sinn des Wortes, das Vehikel dar, das unsere Gesellschaft auf ihrer Reise durch das letzte Jahrhundert befördert hat. Das automatisierte Fahren verspricht, diese Reise weiter fortzusetzen.

Somit kann die gestellte Hypothese, dass das System Automobil unsere Gesellschaft unwiederbringlich verändert hat, verifiziert werden.

ad Hypothese 2

Ein nachhaltig positiver Erfolg des automatisierten Fahrens, in Hinblick auf eine Reduktion der negativen Auswirkungen der Automobilität, wird stark von der Implementierung und Akzeptanz neuer Mobilitätsformen, wie MaaS oder der Shared Mobility, abhängen.

Das automatisierte Fahren ist neben den technischen Errungenschaften, die sie überhaupt erst ermöglichen auch ein Kind des Nachhaltigkeitsgedankens. In Kombination mit neuen Antriebstechniken, die ein Loslösen von der Nutzung fossiler Brennstoffe versprechen, stellt das automatisierte und vernetzte Fahren einen wesentlichen Beitrag zur Mobilität der Zukunft dar. Die Frage, wie sich diese neue Mobilitätsform etablieren wird und inwiefern wir damit einen nachhaltigen Verkehr der Zukunft schaffen können, wird auch stark von gesellschaftlichen Prozessen und von einem normativen Rahmen abhängen, den wir uns selbst setzen. Auch wenn die Skepsis gegenüber neuen Technologien zu Beginn immer groß ist, so haben wir auch gelernt, wie schnell diese neuen Technologien in unser Leben Einzug halten können, sobald eine kritische Schwelle erreicht wurde. Das Lenken eines Fahrzeuges wird im Zeitalter der ständigen Vernetzung, der mobilen Kommunikation zur Last. Der Anspruch und die Nachfrage nach Mobilität wird im Gegensatz immer größer. Moderne Telekommunikationstechnologien erlauben uns von überall zu kommunizieren, zu arbeiten oder Freizeitangeboten nachzugehen. Die Verheißung vom Traum eines Fahrzeugs, das uns an unseren Bestimmungsort bringt, während wir uns anderen Dingen widmen können ist groß. Auch wenn wir uns in Zukunft in fremdgesteuerten Fahrzeugen bewegen, müssen

wir auch akzeptieren, dass eine Fahrzeugauslastung¹⁹ wie wir sie heute pflegen, im Zeitalter einer automatisierten Automobilität nicht mehr zielführend sein kann. Die Technik wird es uns erlauben auch kleine Fahrzeuge mit anderen Passagieren zu teilen, einerseits um die Fahrzeuge effizienter zu nutzen und andererseits um ein überbordendes Verkehrsaufkommen durch eine neu gestiegene Nachfrage nach automobilem Verkehr zu beschränken.

Wesentliche Punkte sind die Akzeptanz der neuen Mobilitätsformen und darüber hinaus ein Umdenken im Verhalten der Nutzung automatisierter Fahrzeuge. Siedlungsstrukturen und Verhaltensweise müssen sich mit anpassen oder sollten gefördert bzw. vorausgesetzt werden, um einen zusätzlichen Anstieg des Fahrzeugverkehrs zu vermeiden. Die Ideen einer Shared Mobility und öffentlichen Mobilitätsdienstleistungssystemen (MaaS), die auf die Ansprüche einer Gesellschaft als gesamtes zugeschnitten werden können, könnten diesen möglichen negativen Entwicklungen des automatisierten Fahrens entgegenwirken. In Zeiten der Ressourcenverknappung und des Klimawandels ist es nicht mehr zielführend, private Fahrzeuge zu nutzen, die wie wir heute wissen, einen überwiegenden Teil der Zeit inaktiv sind. Der Wiener Verkehrsforscher Hermann Knoflacher hat diese seinerzeit in "Stehzeuge" umbenannt, in Anlehnung an die überwiegend verrichtete Tätigkeit eines Autos, nämlich das Stehen im geparkten Zustand. Es ist gerade dieser Aspekt des automatisierten Fahrens, der auch den massiven Platzverbrauch der inaktiven Fahrzeuge lösen könnte. Doch auch wenn es bereits heute möglich ist sein privates Fahrzeug im Sinne einer gemeinschaftlichen Nutzung zu sharen, so steht und fällt der Erfolg einer Sharing Society mit ihren Mitgliedern. Ein automatisiertes Fahrzeug ist, zwar aufgrund der Autonomie wesentlich besser für eine gemeinschaftliche Nutzung geeignet, wie und ob dieses Fahrzeug dann in einem Sharing-Konzept genutzt wird, entscheiden die Nutzer. Man könnte mutmaßen, ob sich die Skepsis gegenüber den neuen Mobilitätsformen in erster Linie gegen die neuen Technologien richtet oder ob es schlichtweg am Gedanken des Teilens liegt. Aus der Geschichte heraus gibt es Beispiele wie frühere Generationen Güter und Ressourcen gemeinschaftlich genutzt haben, die Genossenschaften im Bereich der Landwirtschaft kommen in den Sinn. Im Zeitalter der Individualisierung ist vielleicht dieser Gedanke des Teilens und gemeinschaftlichen Nutzens etwas verloren gegangen und muss erst wieder neu entdeckt werden.

¹⁹ Statistiken zeigen, dass ein Großteil der heute unternommenen Fahrten alleine, also ohne zusätzliche Passagiere, getätigt werden. Laut einer Studie des VCÖ wurden 2017 im Schnitt 1,15 Personen pro PKW befördert (vgl. VCÖ 2018b).

Die Auswirkungen des automatisierten Fahrens in Bezug auf Akzeptanz der neuen Mobilitätsformen aufgrund fehlender empirischer Daten aus einer realen Implementierung können noch nicht wirklich bewertet werden. Jedoch kann doch aus den analysierten Szenarien abgeleitet werden, dass eine Adaptierung ressourcenschonender, gemeinschaftlich genutzter Mobilitätskonzepte wesentlich für das Gelingen eines nachhaltigen Einsatzes automatisierter Fahrzeuge sein wird. Bezugnehmend auf die aktuelle Literatur und bisherige Analysen kann diese Hypothese als verifiziert angesehen werden.

ad Hypothese 3

“Eine zusätzliche Attraktivierung des Automobils in Form des automatisierten Fahrens wird sich verstärkend negativ auf die fortschreitende Zersiedlung unserer Siedlungsstrukturen auswirken.”

Die Wechselwirkungen von Siedlungsentwicklung und Verkehr bildeten einen Ursache-Wirkungs-Kreislauf, der dafür verantwortlich war, wie sich unsere gebaute Umwelt seit der Etablierung des Automobils als dominantes Verkehrsmittel entwickelt hat. Die gesteigerte Raumüberwindung und die konstanten Zeit-Budgets führten zu einer sukzessiven Ausweitung der menschlichen Siedlungsräume. Das Auto schuf die Möglichkeit, die beiden Spannungsfelder menschlicher Siedlungskultur in einem täglichen Kontext erfahrbar zu machen, die Stadt und das Land. Während die Stadt historisch gesehen den Ort für Innovation und Entwicklung darstellt, ist das Land der Ort der Entspannung und des Ausgleichs. Durch den Wegfall der traditionellen Arbeitsfelder wurden die Arbeitsplätze der Gegenwart größtenteils in die Stadt verlagert. Durch das Auto konnte der Wohnort in der Peripherie oder in ländlichen Gegenden erhalten werden, während der Ort der Erwerbstätigkeit in die Stadt wanderte. Das Berufspendeln und die damit verbundenen Probleme sind Ausdruck dieser veränderten Lebensstile. Doch nicht nur der Berufsverkehr ist ein Nebeneffekt der Automobilität. Durch die Ausrichtung auf die permanente Verfügbarkeit des Autos entwickelten sich öffentliche Einrichtungen, die Nahversorgung sowie alle sonstigen Destinationen des täglichen Lebens an Orten in Abhängigkeit zur Erreichbarkeit durch das Auto. Dies führte über die Jahrzehnte zu einem drastischen Anstieg der zurückgelegten PKW-Kilometer²⁰. Um den Verkehrsfluss aufrecht zu erhalten, wurde der Nachfrage nach Automobilverkehr nachgegeben und neue Straßen und die

²⁰ In den 1960er Jahren wurden in Österreich 5,5 Milliarden PKW-Kilometer zurückgelegt. Im Jahr 2017 waren diese auf 71,5 Milliarden angestiegen (VCÖ 2018b). Während die Bevölkerung im selben Zeitraum um 25 % (1960: 7,03 Mio., 2017: 8,77 Mio.) gewachsen ist, stiegen die PKW-Kilometer um den Faktor 12 (1960: 5,5 Mrd., 2017: 71,5 Mrd.) oder um 1200% (vgl. Eurostat 2020, VCÖ 2016b).

dazugehörige Infrastruktur angelegt, um den neu entstandenen Verkehr aufzunehmen, nur um durch das neu entstandene Angebot wiederum weitere Nachfrage zu erzeugen.

Wie auch schon beim konventionellen Automobil eine positive Korrelation zwischen zunehmender Zersiedelung und Automobilität nachgewiesen werden konnte, zeigen auch aktuelle Studien anhand von Modellberechnungen, dass ein unkontrolliertes automatisiertes Fahren die Zersiedelung weiter vorantreiben könnte. Eine Reihe von Szenarien verdeutlichen die unterschiedlichen Folgewirkungen unterschiedlicher Implementierungsmaßnahmen. Positiv zu bewertende Szenarien propagieren eine effiziente Nutzung von Ressourcen und Energie, eine integrative Verknüpfungen der unterschiedlichen Verkehrssysteme um die multimodale Mobilität zu fördern und einen bewussten und verantwortlichen Umgang mit Mobilität als gesellschaftliche Norm. Negative Szenarien beleuchten Umstände, die ein starkes Setzen auf technologische Entwicklungen ohne eine bewusste Verhaltensänderung und ohne strenge Reglementierung zeigen. Die Folgen sind eine stark marktgetriebene Ausrichtung der Mobilität und ein Fortschreiten der problematischen Siedlungsentwicklungen basierend auf der dominanten Verkehrsform, dem Automobil, in diesem Fall automatisiert.

Konkrete Modellrechnungen zeigen, dass aufgrund der weiteren Attraktivierung des Automobils durch die Implementierung automatisierter Fahrsysteme mit einer Verlagerung des Modalsplits zu rechnen ist. Anteile des öffentlichen Verkehrs, sowie des Fuß- und Radverkehrs werden in Zukunft über den automatisierten Verkehr abgewickelt. Zusätzlich wird von einem Anstieg des personenbezogenen Kilometerverbrauchs ausgegangen. Es wäre sinnvoll, mögliche Rebound-Effekte im Auge zu behalten, beziehungsweise bereits bei der Planung mit einem adäquaten Regelwerk diesen Effekten entgegenzuwirken.

Das automatisierte Fahren führt, sofern es nicht reglementiert wird, diesen Ursache-Wirkungs-Kreislauf weiter fort. Ein Wegfallen der Fahrleistung führt zu einer Komfortgewinn und zu einer veränderten Bewertung der Reisezeitkosten ("value of time"). Zusätzlich könnte durch einen effizienteren Verkehr Staus reduziert werden und die Reisezeit verringert werden, was in Anbetracht der Zeit-Budgets wiederum zu längeren Pendeldistanzen führen könnte. Gerade die durch das Automobil geschaffene räumlich weit verstreute Struktur von Bestimmungsorten des öffentlichen Leben könnte durch automatisierte Fahren zumindest subjektiv entschärft werden und dadurch sowohl zu mehr

Verkehr als auch zu einer weiteren Ausbreitung eben dieser Orte des täglichen Lebens führen.

In Anbetracht konkreter Modellberechnungen hinsichtlich automatisierten Fahrens und fortschreitender Zersiedelung und der bisherigen Erfahrungen des Zusammenhangs von Automobilität und Zersiedelung, kann diese Hypothese verifiziert werden.

ad Hypothese 4

“Das automatisierte Fahren stellt eine Bedrohung für sämtliche alternative Fortbewegungsarten dar, vor allem für die klassischen öffentlichen Verkehrsmittel.”

Betrachtet man die Entwicklungen der letzten Jahre, ist von einer Zunahme des automatisierten Fahrens innerhalb der nächsten Dekaden auszugehen. Ohne politische Reglementierungen würde dies zu einer deutlichen Abnahme des öffentlichen Verkehrs führen - lt. Modellberechnungen um bis zu 18%. Die Ursachen hierfür sind vielfältig. Stehen das öffentliche Verkehrsangebot und alternative automatisierte Mobilitätsformen in direkter Konkurrenz würde die Entscheidung der Nutzer zu Gunsten der preiswerteren und auch attraktiveren neuen Mobilitätsformen führen. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken wird es notwendig sein, öffentliche Verkehrsmittel mit neuen Angebotsformen des MaaS wie Car-Sharing oder Ride-Sharing auf Basis neuer automatisierter Fahrzeuge zu kombinieren.

Der konventionelle öffentliche Verkehr geriet zunehmend in Schwierigkeiten, unsere zersiedelten Strukturen adäquat zu erschließen. Ein Erreichen der immer stärker auseinander driftenden Bestimmungsorte des täglichen Lebens der Menschen konnte durch ein funktionelles ökonomisch vertretbares öffentliches Verkehrsnetz, sowohl auf Basis der Schiene (Zug) als auch auf Basis der Straße (Busverkehr), immer weniger gewährleistet werden. Das automatisierte Fahren verspricht Qualitäten des öffentlichen Verkehrs auf das Automobil zu übertragen wie z.B.: das bequem sich transportieren lassen und die Möglichkeit während der Fahrt anderen Tätigkeiten nachzugehen. Gleichzeitig wird eine private, intime Atmosphäre geschaffen, die vielleicht in einem öffentlichen Verkehrsmittel so nicht immer gegeben ist. Das automatisierte Fahren hat durchaus das Potential, Fahrleistungen des öffentlichen Verkehrs, mit Konzepten wie MaaS und Car- oder Ride-sharing, vor allem in ländlichen Bereichen sinnvoller und effizienter zu gewährleisten. Positiv hinzu kommt bei diesen Konzepten eine gewisse Flexibilität bei der Reiseplanung

und das Wegfallen des First-Mile-Last-Mile-Problems, mit dem man bei den öffentlichen Verkehrsmitteln konfrontiert ist. Die Möglichkeit eine Fahrstrecke fast unmittelbar von Quell- zum Bestimmungsort ohne ein Umsteigen zu ermöglichen ist ein großer Vorteil, den die klassischen öffentlichen Verkehrsmittel nicht bieten können. Die Frage wird sein, wie man einerseits möglichst vielen Menschen den Zugang zur Shared Mobility und MaaS-Systemen ermöglicht um eine gerechte soziale Verteilung der Mobilitätsmöglichkeiten zu gewährleisten. Andererseits müssten neue Mobilitätskonzepte so umgesetzt werden, dass die negativen Folgen der Automobilität wie z.B.: der ineffiziente Besetzungsgrad und der Platzverbrauch des ruhenden Verkehrs vermieden werden. Es ist also auch im Sinne eines sozialen Ausgleichs, dass diese neue Art von Verkehr möglichst vielen Menschen zu Verfügung gestellt werden kann. Das automatisierte Fahren könnte nicht nur die Automobilität revolutionieren, sie könnte und sollte vor allem den öffentlichen Verkehr revolutionieren. Wir müssen in Zeiten der Mobilitätswende auch auf eine nachhaltige Versorgung und Erschließung der dispersen Siedlungsstrukturen reagieren, ohne jedoch die fortschreitende Zersiedelung weiter zu forcieren.

Diese Hypothese kann, in Anbetracht der gravierenden Veränderungen im öffentlichen Verkehr, somit verifiziert werden.

Aus aktuellem Anlass:

Die Entwicklung der Mobilität in Zeiten weltweiter Pandemien

Die Corona-Pandemie im ersten Halbjahr 2020 sorgt für einen gravierenden Einschnitt in unser tägliches Leben. Diese Umstände könnten sich auch nachhaltig auf die Entwicklung unseres Mobilitätsverhaltens auswirken. Die Maßnahmen zur Beschränkung der Ausbreitung des Corona-Virus reichen vom "social distancing", bis hin zu einer verstärkten Implementierung von Telearbeit durch eine Vielzahl von Unternehmen. Diese unerwartete aber folgenschwere weltweite Entwicklung hatte massive Veränderungen unserer Tagesabläufe zur Folge. Nachdem eine erste Welle weltweit öffentliche "lockdowns" zur Folge hatte, hat sich die Nutzung von öffentlichen Einrichtungen bis hin zum öffentlichen Raum massiv verändert. Wenn man betroffene Aspekte der Mobilität betrachtet, muss man feststellen, dass plötzlich private Verkehrsmittel aufgrund der "Social Distancing"-Maßnahmen weitaus attraktiver wurden, um die, ohnehin schon stark eingeschränkte, tägliche Mobilität zu gewährleisten. Die Städte verbuchten einen Anstieg des Rad- und motorisierten Individualverkehrs. Im Gegensatz dazu gingen die Nutzerzahlen

der öffentlichen Verkehrsmittel drastisch zurück. Ein vermehrtes Arbeiten von zu Hause aus, hat die Verkehrszahlen zusätzlich drastisch reduziert. Die langfristigen Folgen, sowohl für die Nutzung gemeinschaftlicher, öffentlicher Einrichtungen sowie von öffentlichen Verkehrsmitteln ist nicht absehbar. Jedoch könnte man behaupten, dass durch die Selbst-Isolierungs-Maßnahmen private Verkehrsmittel eindeutig profitieren. Es ist die erste weltweite Pandemie, die auch in vielen entwickelten Ländern Europas und Nordamerikas zu massiven Einschränkungen führte. Ob diese Entwicklung auch förderlich für das automatisierte Fahren sein könnte, kann momentan nicht abgeschätzt werden. Sollte der Zustand, in dem wir uns jetzt befinden, länger andauern oder eventuell durch weitere Infektionswellen verstärkt werden, könnten stark öffentlichkeitsbezogene Einrichtungen, darunter auch öffentliche Verkehrsmittel stark, in ihrer Nachfrage leiden.

Die Corona-Pandemie hat, aufgrund ausbleibender finanzieller Erträge, massive Auswirkungen auf Unternehmen und ihre Produktionskapazitäten, aber auch auf die Investitionsbereitschaft. Für Entwickler und Hersteller von automatisierten Fahrzeugen könnten sich Probleme mit der Finanzierung bzw. dem Absatz von Fahrzeugen ergeben, aufgrund einer drohenden Rezession. Auf der anderen Seite könnten gerade in Situationen in der das "Social Distancing" als Maßnahme aufrechterhalten wird, autonome Fahrzeuge und Liefersysteme diese Maßnahmen unterstützen. Dazu muss man erwähnen, dass diese Technologien zwar teilweise schon einsatzbereit sind und getestet werden, aber eine generelle Marktreife und Einsatzfähigkeit immer noch schwer geleistet werden kann. Jedoch könnte sich die Pandemie mittelfristig durchaus auf einen vermehrten Einsatz automatisierter Fahr- und Distributionssysteme förderlich auswirken. Was die Mobilitätsanforderungen- und praktiken der Menschen anbelangt, könnte die Pandemie zusätzliche Änderungen bewirken. Während der ersten "lockdown"-Phase konnte man beobachten, dass die Bereitschaft vieler Unternehmen, ihre Mitarbeiter auch von zu Hause aus arbeiten zu lassen, stark gestiegen ist. Während hierfür die technischen Grundlagen bereits existieren und gut verfügbar sind, wurde diese Möglichkeit für Mitarbeiter bisher nur spärlich angeboten. Die Pandemie hat diese Möglichkeiten stark beschleunigt und führte zu einer grundlegend anderen Denkweise, wie Arbeit für ein Unternehmen geleistet werden kann. Dadurch wurde die lockdown-Phase unfreiwillig zu einem Experiment, wie Home-Office im großen Maßstab bewerkstelligt werden kann. Dies führte natürlich auch zu einem starken Rückgang des Verkehrsaufkommen. Hier fand eine Verschiebung von Prozessen im realen Raum, in den digitalen bzw. den virtuellen Raum statt. Man könnte die Frage stellen, ob auch diese Entwicklung Auswirkungen auf die zukünftigen

Mobilitätspraktiken der Menschen haben könnte. Dies könnte ein interessanter Ansatz, nicht nur für regionale Arbeitsplatzlösungen sein, aber auch für internationale Zusammenarbeit. Eine zusätzliche Erschwernis für internationale Kooperationen fand durch die teilweise vollständige Einstellung des Flugverkehrs statt. Waren früher Geschäftsreisen an der Tagesordnung, wurde diese plötzlich verunmöglicht und mussten teilweise auf Treffen in den digitalen Raum verschoben werden. Das durch eine physische Isolierung auch andere Probleme auftreten können, muss hier noch bemerkt werden. Die Langzeitfolgen einer großen Menge von Menschen in Tele-Arbeit wird zeigen, inwiefern Menschen dadurch auch in ihrer psychischen Gesundheit beeinflusst werden könnten.

Gerade jetzt wird auch durch die von der Corona-Pandemie ausgelöste Platzverteilungsfrage in den Städten neu aufgerollt. Basierend auf den Maßnahmen des "social distancing" wurde ersichtlich, dass oft der gebotene Platz für den Fußverkehr im öffentlichen Raum nicht ausreicht um die Maßnahmen ausreichend einzuhalten. In vielen Städten wurden Maßnahmen implementiert, die dem Fuß- und Radverkehr mehr Platz bieten, um ein sicheres Reisen und Aufhalten im öffentlichen Raum zu gewährleisten. Dies passierte oft durch eine Einschränkung des Automobilverkehrs, der lange den überwiegenden Platz in den Städten beanspruchte, sowohl durch den fließenden als auch durch den ruhenden Verkehr. Es wird spannend sein zu beobachten, wie sich diese Diskussion um die Platzverteilung weiterentwickelt.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: SAE J3016 - Levels of driving automation	Seite 34
Abb. 2: Vicious Cycle of Automobile Dependency.	Seite 51
Abb. 3: Übersicht der Szenarien	Seite 62

Literaturverzeichnis

ADAC e.V. (Hrsg.) 2017: Die Evolution der Mobilität, München

ADAC e.V. 2019: Was ist Platooning?

<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/technik-vernetzung/platooning-lkw-automatisiert/> (22.05.20)

ADAC 2020: Seamless Mobility: Die Auflösung des Modal Split.

<https://www.adac.de/verkehr/standpunkte-studien/mobilitaets-trends/mobilitaet-2040/prinzipien/seamless-mobility/> (24.05.20)

Altwater E.; Schwedes O., Canzler W., Knie A., (Hrsg.) 2007: Verkehrtes Wachstum. In: Handbuch Verkehrspolitik - 1. Auflage. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH

Anderson J. M., Kalra N., Stanley K. D., Sorensen P. Samaras C., Oluwatola O. A. 2016: Autonomous Vehicle Technology. Santa Monica, Calif., RAND Corporation

ARUP (for Department of Transport) 2015: Provision of market research for value of travel time savings and reliability - Non-Technical Summary Report.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/470229/vtts-phase-2-report-non-technical-summary-issue-august-2015.pdf (23.05.20)

Atkins 2016: Research on the Impacts of Connected and Autonomous Vehicles (CAVs) on Traffic Flow - Stage 2: Traffic Modelling and Analysis (Version 2.1).

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/530093/impacts-of-connected-and-autonomous-vehicles-on-traffic-flow-technical-report.pdf (23.05.20)

AustriaTech – Gesellschaft des Bundes für technologiepolitische Maßnahmen GmbH

(Hrsg.) 2018: Elektromobilität in Österreich 2017/18 Highlights.

https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/E_Mobilitaet_Folder_2017-18_final_BF.pdf (23.05.20)

Beck U. 2015: Risikogesellschaft - Auf dem Weg in eine andere Moderne, 22. Auflage.
Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag

BGBL (Bundesgesetzblatt Online) 2017: Gesetz zur Bevorrechtigung des Carsharing
(Carsharinggesetz - CsgG).
https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&jumpTo=bgbl117s2230.pdf#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl117s2230.pdf%27%5D__1590252219357 (23.05.20)

BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2016: Mobilität der
Zukunft - Ergebnisbericht Projekt "ShareWay - Wege zur Weiterentwicklung von Shared
Mobility zur dritten Generation". Wien, BMVIT

BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2019a:
<https://infothek.bmvit.gv.at/novellierung-der-automatisiertes-fahren-verordnung/> (01.04.20)

BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2019b: SAFiP -
System Szenarien Automatisiertes Fahren in der Personenmobilität. Wien, BMVIT

Böhm S., Jones C., Land C., Paterson M. 2006: Introduction: Impossibilities of automobility.
In: Against Automobility. Oxford, Blackwell Publishing

Burdack J.; Peter Johanek (Hrsg.) 2008: Die Stadt und ihr Rand. Wien/Köln/Weimar, Böhlau
Verlag GmbH und Co.KG

Brenck A., Mitusch K., Winter M.; Schwedes O., Canzler W., Knie A., (Hrsg.) 2007: Die
externen Kosten des Verkehrs. In: Handbuch Verkehrspolitik - 1. Auflage. Wiesbaden, VS
Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH

Canzler W., Knie A. 1994: Das Ende des Automobils. Heidelberg, Verlag C.F. Müller GmbH

Canzler W., Knie A. 1998: Möglichkeitsräume: Grundrisse einer modernen Mobilitäts- und
Verkehrspolitik. Wien/Köln/Weimar, Böhlau Verlag GmbH und Co.KG: 74

Canzler W., Knie A. 2012: Automobilität und Gesellschaft In: Soziale Welt (63) S. 317 -337, Nomos Verlagsgesellschaft mbH

Christensen C. M., Raynor M. E., McDonald R. 2015: What is Disruptive Innovation? <https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation> (23.05.20)

Dangschat J.S. 2017: Wie bewegen sich die (Im-)Mobilen? Ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Mobilitätsgenese. In: Wilde M., Gather M., Neiberger C., Scheiner J. (Hrsg.): Verkehr und Mobilität zwischen Alltagspraxis und Planungstheorie - Ökologische und soziale Perspektiven. Wiesbaden, Springer VS: 25-51.

Deloitte 2011: Gaining speed: Gen Y in the Driver's Seat. Third Annual Deloitte Automotive Generation Y Survey

Dollinger F., Dosch F., Schultz B. 2009: Fatale Ähnlichkeiten? Siedlungsentwicklungen und Steuerungselemente in Österreich, Deutschland und der Schweiz In: "Wissenschaft & Umwelt" (Dez. 2009). Wien, Forum Österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz: 104-125.

e-mobil Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg GmbH (Hrsg.) 2017: Automatisiertes Fahren im Personen- und Güterverkehr - Auswirkungen auf den Modal-Split, das Verkehrssystem und die Siedlungsstrukturen. Stuttgart

EEA (European Environment Agency) 2006: Urban sprawl in Europe - The ignored challenge, EEA Report 10/2016. Copenhagen, Office for Official Publications of the European Communities

EEA (European Environment Agency) 2019: The first and last mile - the key to sustainable urban transport, EEA Report 18/2019. Luxembourg, Publications Office of the European Union

Eurostat 2020: Population change - Demographic balance and crude rates at national level https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-054722_QID_-55A3996D_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;INDIC_DE,L,Z,0;INDICATORS,C,Z,1;&zSelection=DS-054722INDICATORS,OBS_FLAG;DS-054722INDIC_DE,JAN;&rank

Name1=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName2=INDIC-DE_1_2_-1_2&rankName3=TIME_1_0_0_0&rankName4=GEO_1_2_0_1&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time_mode=ROLLING&time_most_recent=true&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23 (22.05.20)

Expósito-Izquierdo C., Expósito-Márquez A., Brito-Santana J.; Song H., Srinivasan R., Sookoor T., Jeschke S. (Hrsg.) 2017: Mobility as a Service. In: Smart Cities: Foundations, Principles and Applications, First Edition. John Wiley & Sons, Inc.

Flade A.; Schwedes O., Canzler W., Knie A., (Hrsg.) 2007: Die sozialen Kosten des Verkehrs.. In: Handbuch Verkehrspolitik - 1. Auflage. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GbmH

Giddens A., Fleck C., Egger de Campo M. 2009: Soziologie - 3. Auflage. Graz, Nausner & Nausner

Gutberlet B. I. 2007: Tempo! - Wie uns das Auto verändert hat. Berlin, wjs verlag

Held M.; Schwedes O., Canzler W., Knie A., (Hrsg.) 2007: Nachhaltige Mobilität. In: Handbuch Verkehrspolitik - 1. Auflage. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GbmH

Heinrichs D.; Maurer M., Gerdes J. C., Lenz B., Winner H. (Hrsg.) 2015: Autonomes Fahren und Stadtstruktur. In: Autonomes Fahren - Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer Vieweg

Herwig N. 2017: Sharing Economy - Neue Geschäftsmodelle der urbanen Mobilität. In: IZNE Working Paper Series Nr. 17/2.

Holzapfel, H. 2012a: Urbanismus und Verkehr, Bausteine für Architekten, Stadt- und Verkehrsplaner. Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag

Holzapfel, H. 2012b: Some Remarks about Mobility IN World Transport, Policy & Practice, Volume 18.1 April 2012. Lancaster, Eco-Logica Ltd.

ingenieur.de 2018: Platooning.

<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/verkehr/platooning/> (22.05.20)

Ingersoll, R. 2006: Sprawltown. New York, Princeton Architectural Press

Kanatschnig, D., Weber G. 1998: Nachhaltige Raumentwicklung in Österreich.
(Schriftenreihe des Österreichischen Instituts für Nachhaltige Entwicklung, Band 4), Wien

Kanonier, A. 2004: Einschränkungen von Flächenverbrauch und Zersiedelung im kommunalen Raumordnungsrecht In: "Wissenschaft & Umwelt" (Dez. 2004). Wien, Forum Österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz

Körner S., Holzapfel H., Nagel A., Protze K., Bellin-Harder F.; Körner S., Holzapfel H., Bellin-Harder F. (Hrsg.) 2012: Landschaft und Verkehr. In: Landschaft und Verkehr. Kassel, kassel university press GmbH

Knoflacher H.; Forum Wissenschaft & Umwelt (Hrsg.) 2009: Erzeugen Straßen Verkehr? Einwände gegen meine Kritiker. In: Wissenschaft & Umwelt interdisziplinär 12/2009 "Verbaute Zukunft?". Wien, Forum Wissenschaft & Umwelt: 76-81

Läpple, D. 1997: Grenzen der Automobilität. In: PROKLA Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft, Heft 107, 27. Jg. 1997, Nr. 2, 195-215

Lemmer, K. (Hrsg.) 2015: Neue autoMobilität - Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft. Utz Verlag GmbH

Lexer W. 2004: Zerschnitten, versiegelt, verbaut? – Flächenverbrauch und Zersiedelung versus nachhaltige Siedlungsentwicklung. In: Manuskript zur Fachtagung GrünStadtGrau. Wien

Manderscheid K. 2012: Automobilität als raumkonstituierendes Dispositiv der Moderne. In: Die Ordnung der Räume: Geographische Forschung im Anschluss an Michel Foucault. Münster, Westfälisches Dampfboot

Marchetti C. 1994: Anthropological Invariants in Travel Behavior. In: Technical Forecasting and Social Change, Volume 47, S. 75-88

May A. D., Shepherd S., Pfaffenbichler P., Emberger G. 2018: The potential impacts of automated cars on urban transport: an exploratory analysis. Vienna Special Interest Group Workshop SIG 2 – Regional and National Transport Policy - World Conference on Transport Research (WCTRS SIG G2)

Merki C.M. 2008: Verkehrsgeschichte und Mobilität. Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH

Meyer J., Bösch P. M., Becker H., Axhausen K. W. 2016: Erreichbarkeitswirkungen autonomer Fahrzeuge. Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 1220, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.

Mitteregger M., Bruck E. M., Soteropoulos A., Stickler A., Berger M., Dangschat J. S., Scheuvs R., Banerjee I. 2020: AVENUE 21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa. Springer Vieweg

NSTRAT 2002: Die österreichische Strategie zur Nachhaltigen Entwicklung.
Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Rammler S.; Schwedes O., Canzler W., Knie A., (Hrsg.) 2016: Nachhaltige Mobilität: Gestaltungsszenarien und Zukunftsbilder. In: Handbuch Verkehrspolitik - 2. Auflage. Wiesbaden, Springer Fachmedien

Rammler S. 2017: Volk ohne Wagen - Streitschrift für eine neue Mobilität. Frankfurt am Main, Fischer Verlag

Randelhoff M. 2018: ÖPNV-orientierte Siedlungsentwicklung: Transit Oriented Development (TOD) vs. Transit Adjacent Development (TAD).
<https://www.zukunft-mobilitaet.net/166082/analyse/oepnv-orientierte-siedlungsentwicklung-transit-oriented-development-tod-vs-transit-adjacent-development-tad/> (21.05.2020)

Ritz J. 2018: Mobilitätswende - autonome Autos erobern unsere Straßen
Ressourcenverbrauch, Ökonomie und Sicherheit. Wiesbaden, Springer Fachmedien

Rosa H. 2013: Beschleunigung und Entfremdung. Berlin, Suhrkamp Verlag

Rosenfeld U.; Stapferhaus Lenzburg (Hrsg.) 2002: Die Schwierigkeit, das Genussmittel Auto zu genießen. In: Autolust - Ein Buch über die Emotionen des Autofahrens. Baden, hier + jetzt

Sachs W. 1984: Die Liebe zum Automobil - Ein Rückblick in die Geschichte unserer Wünsche. Reinbek bei Hamburg, Rohwohlt Verlag GmbH

Sachs W. 1987: Die auto-mobile Gesellschaft - Vom Aufstieg und Niedergang einer Utopie. In: Besiegte Natur. Geschichte der Umwelt im 19. und 20. Jahrhundert. München, Beck-Verlag

SAE International 2018: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles - J3016, Juni 2018
www.sae.org/standards/content/j3016_201806/ (09.04.2020)

Schäfer J., Biermann C., Kollitz R. 2014: Generation Y und Gen-Z.
<http://die-generation-z.de/generation-y-und-gen-z/> (22.05.20)

Schäfers B. 2014: Architektursoziologie Grundlagen - Epochen - Themen 3. Auflage. Wiesbaden, Springer VS

Scheiner J.; Schwedes O., Canzler W., Knie A., (Hrsg.) 2007: Verkehrsgeneseforschung In: Handbuch Verkehrspolitik - 1. Auflage. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GbmH

Scheiner J.; Oliver Schwedes (Hrsg.) 2013: Räumliche Mobilität in der Zweiten Moderne - Freiheit und Zwang bei Standortwahl und Verkehrsverhalten. Berlin, LIT Verlag

Schiefelbusch M. 2015: Paratransit - neue Entwicklungen an der Peripherie des öffentlichen Verkehrs. Auszug aus DER NAHVERKEHR 1-2/2015, 33. Jahrgang

Schiller G.; Forum Wissenschaft & Umwelt (Hrsg.) 2009: Auf großem FuÙe - Eigennutzen auf Kosten des Gemeinwohls. In: Wissenschaft & Umwelt interdisziplinär 12/2009 "Verbaute Zukunft?". Wien, Forum Wissenschaft & Umwelt

Schmidt H. 2018: Wohnst Du noch oder pendelst du schon autonom?
<https://www.nzz.ch/mobilitaet/auto-mobil/volvo-konzept-360c-mobiler-wohnraum-und-arbeitsplatz-ld.1417635> (23.05.20)

Sieverts T. 1997: Zwischenstadt - zwischen Ort und Welt, Raum und Zeit, Stadt und Land, 1. Auflage. Basel, Birkhäuser Verlag

Small K. A., Noland R., Chu X., Lewis D. 1999: NCHRP Report 431 - Valuation of Travel-Time Savings and Predictability in Congested Conditions for Highway User-Cost Estimation. Washington D.C., National Academy Press

Statista 2018: Statistiken zum Thema Millennials.
<https://de.statista.com/themen/3933/millennials/> (23.05.20)

Stopher P. R.; Ahmed A.; Liu W. 2016: Travel time budgets: new evidence from multi-year, multi-day data. New York, Springer Science+Business Media

Tesla 2020: Volles Potenzial für autonomes Fahren.
https://www.tesla.com/de_AT/autopilot (27.04.2020)

Umweltbundesamt; 2017
https://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/news2017/news_170612/ (30.03.2020)

Umweltbundesamt; Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Sektion VII Tourismus und Regionalpolitik (Hrsg.) 2019: Bodenverbrauch in Österreich - Status quo Bericht zur Reduktion des Bodenverbrauchs in Österreich. Wien

Urry, J. 2004: The 'System' of Automobility In: Theory, Culture & Society 2004 Vol. 21(4/5): 25-39. London, SAGE Publications

Urry, J. 2007: Mobilites. Cambridge, Polity

Urry, J. 2008: Climate change, travel and complex futures. In: The British Journal of Sociology 2008 Volume 59 Issue 2. Oxford, Blackwell Publishing Ltd

Urry, J. 2012: After the car.

<https://LSECiti.es/u42d612e5> (Zugriff am: 02.12.2019)

VCÖ 2018a: Automatisierter Verkehr braucht Rahmenbedingungen.

https://www.vcoe.at/files/vcoe/uploads/News/VCOe-Factsheets/2018/2018-01%20Automatisiertes%20Fahren%20braucht%20Rahmenbedingungen/FS_Automatisierung_klein.pdf (20.04.2020)

VCÖ 2018b: Autoverkehr in Österreich hat sich binnen 30 Jahren verdoppelt.

<https://www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/20181206-autoverkehr-oesterreich-30-jahre> (21.05.20)

Weber K., Haug S. 2018: Ist automatisiertes Fahren nachhaltig? Entwicklungstendenzen und Forschungsüberlegungen angesichts geringer Akzeptanz. In: Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 27/2.

Wilde M., Klinger T.; Wilde M., Gather M., Neiberger C., Scheiner J. (Hrsg.) 2017: Verkehr und Mobilität zwischen Alltagspraxis und Planungstheorie - Ökologische und soziale Perspektiven. Wiesbaden, Springer VS: 25-51

Wegener M.; Forum Wissenschaft & Umwelt (Hrsg.) 2009: Energie, Raum und Verkehr Auswirkungen hoher Energiepreise auf Stadtentwicklung und Mobilität. In: Wissenschaft & Umwelt interdisziplinär 12/2009 "Verbaute Zukunft?". Wien, Forum Wissenschaft & Umwelt

Whim 2020: MaaS Global, the company behind the Whim app.

<https://whimapp.com/about-us/> (24.05.20)

Whitelegg J.; Körner S., Holzapfel H., Bellin-Harder F. (Hrsg.) 2012: How much transport can landscape tolerate: new ways of thinking about traffic, landscape and nature? In: Landschaft und Verkehr. Kassel, kassel university press

Zahavi Y. 1974: Traveltime Budgets and Mobility In Urban Areas. Prepared for U.S. Department of Transportation