

# Verkehrswende und Urbanismus – Wie Mobilität in urbanen Gebieten effizient und ressourcenschonend ermöglicht werden kann

## Bachelorarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B. Sc.)“  
im Studiengang Wirtschaftswissenschaft der  
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

Vorgelegt von

Name:



Eppers



Vorname:



Tjelve Marc



Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Michael H. Breitner

Betreuer(in): Maximilian Heumann

Hannover, 29.08.2022

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis .....	VI
1. Einleitung .....	1
2. Konzeptioneller Hintergrund .....	5
3. Methodik .....	7
4. Der motorisierte Individualverkehr .....	9
1.1. Ride-Pooling.....	15
1.2. Carsharing.....	16
5. Öffentlicher Verkehr .....	18
1.3. Der Schienenpersonenverkehr .....	19
1.4. Der öffentliche Straßenpersonenverkehr .....	24
Die.....	29
6. Mikromobilität .....	29
1.5. Sharing-Dienstleistungen.....	31
7. Flugtaxi .....	34
8. Der multimodale Verkehr.....	36
9. Diskussion.....	37
10. Limitationen und Forschungsempfehlungen .....	42
11. Fazit.....	44
Literaturverzeichnis.....	45
Eidesstattliche Erklärung .....	53

# 1. Einleitung

Mobilität wird definiert als die Möglichkeit für Personen sich im privaten oder öffentlichen Verkehr fortbewegen zu können. Sie ist ein treibender Faktor in unserer heutigen Gesellschaft. Die erste Form der Mobilität erfolgte über die Fortbewegung zu Fuß und später (nach erfolgreicher Domestizierung zwischen 3000 bis 3500 v. Chr.)<sup>1</sup> zusätzlich mit Pferden. Um längere Distanzen zurückzulegen bzw. eine höhere Transportkapazität zu erreichen, wurden Pferdekutschen verwendet. Mit der Erfindung des Fahrrades 1817 wurde eine neue Form der Mobilität geschaffen<sup>2</sup>. Die Erfindung der Dampfmaschine und der darauffolgenden Einführung der Lokomotive bzw. Eisenbahn wurde der öffentliche Personentransport etabliert<sup>3</sup>. Die Eisenbahn gewährleistete den Transport von vielen Menschen über weite Strecken. Durch ständige Weiterentwicklungen, angefangen von der mit Kohle betriebenen Dampflokomotive, über die Diesellokomotive bis hin zur elektrisch betriebenen Lokomotive, veränderte sich der Wirkungsgrad über die Zeit von 10 % (Dampflokomotive)<sup>4</sup>, über 40 % (Diesellokomotive)<sup>5</sup> bis hin zu 90 % (elektrische Lokomotive)<sup>6</sup>. Für den städtischen Betrieb wurden Stadtschnellbahnen (S-Bahn) und Regionalbahnen eingeführt, um Stadtzentren mit dem Umland zu verbinden. Mit der Erfindung des durch den Otto-Motor betriebenen Automobils (durch Karl Benz im Jahre 1886)<sup>7</sup> entstand der private und öffentliche Individualverkehr.



Abbildung 1: Fotografie eines Pferdewagens „Straßenbahn“ 2022

Über Jahrzehnte wurden diese Technologien weiterentwickelt, um immer mehr Menschen den Zugang zu Mobilität zu ermöglichen. Im U.G. wurde der

---

<sup>1</sup> Hauspferd (2022).

<sup>2</sup> Wie ein Vulkanausbruch dem Fahrrad zum Durchbruch verhalf (2018).

<sup>3</sup> Stockton and Darlington Railway (2022).

<sup>4</sup> Hochdrucklokomotive (2022).

<sup>5</sup> Fassbinder, S. (2019).

<sup>6</sup> Ing.-Büro Dolder (2012).

<sup>7</sup> Geschichte des Automobils (2022).

Schieneverkehr 1832 in Form von Pferdebahnen zuerst in New York eingeführt. Dazu wurden Wagons, die auf Schienen fahren, von Pferden gezogen. In Abbildung 1 wird dies dargestellt. Auf Basis der Entwicklung des Schienenverkehrs entstanden Untergrund-Bahnen (U-Bahn), Straßenbahnen und Stadtbahnen als Teil des öffentlichen Personenstraßenverkehrs (ÖPSV). Die erste elektrische Straßenbahn absolvierte ihre Jungfernfahrt im Jahre 1881 im Stadtteil Groß-Lichterfelde in Berlin<sup>8</sup>.

Urbane Gebiete (U.G.) oder Metropolregionen werden als Regionen definiert, die aus einer oder mehreren Großstädten mit Kleinstädten im direkten Umfeld bestehen. Die soziale und wirtschaftliche Struktur sind in diesen Regionen in den Großstädten zentriert bzw. auf sie ausgerichtet<sup>9</sup>. Ein Beispiel ist die Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen-Wolfsburg. Der Name entstammt den Großstädten des U.G. In dieses U.G. sind 53 Kommunen eingegliedert. Sie besitzt insgesamt eine Einwohnerzahl von 3.800.000 Einwohnern und erstreckt sich über eine Fläche von 19.000 km<sup>2</sup> (mit einer Einwohnerdichte von 203 Personen/km<sup>2</sup>)<sup>10</sup>. Sie ist ein Beispiel für eine Metropolregion, bei dessen Bildung mehrere Großstädte beteiligt waren. Europas Metropolregion mit der höchsten Einwohnerdichte ist die Hauptstadt Frankreichs. Paris ist eine Metropolregion, die sich aus einem Stadtzentrum und den umliegenden Kommunen zusammensetzt. Sie besitzt eine Einwohnerzahl von ca. 12.550.000 Einwohnern, die auf einer Fläche von 17.000 km<sup>2</sup> leben (mit einer Einwohnerdichte von ca. 20.000 Personen/km<sup>2</sup>)<sup>11</sup>. Der Transport bei einer so hohen Einwohnerdichte stellt eine Herausforderung dar. Die Mobilität muss platzsparend und mit hoher Effizienz erfolgen, da der Raum in einem U.G. begrenzt ist. Dies ist die Herausforderung und die Hauptaufgabe der Stadtplanung/ -verwaltung, sowie der Mobilitätsdienstleister, Mobilität in diesen Regionen.

Durch den verstärkten Anstieg der Durchschnittstemperatur aufgrund des Klimawandels kommt es zu immer mehr extremen Wetterverhältnissen<sup>13</sup>. Deshalb wird der Verkehr beziehungsweise vor allem dessen ökologischer Einfluss beobachtet. So sind nach Kalkulationen der UN 4,2 Millionen Menschen erhöhten Treibhausgaskonzentrationen ausgesetzt, die die körperliche Gesundheit gefährden<sup>14</sup>.

---

<sup>8</sup> Straßenbahn (2022); Vor 175 Jahren fuhr die erste Tram der Welt (2007), S. 175.

<sup>9</sup> Duden.

<sup>10</sup> Metropolregion Hannover Braunschweig Göttingen Wolfsburg.

<sup>11</sup> Paris (2022).

<sup>13</sup> Pörtner, H. et al. (2022).

<sup>14</sup> Almost everyone now breathing polluted air, warns WHO (2022).

Laut UN würden durch erhöhte Luftverschmutzung 3,2 Millionen minderjährige Personen jährlich sterben<sup>15</sup>. Der Transport ist z.B. in Deutschland (DE) für 19% der Treibhausgasemissionen verantwortlich<sup>16</sup>. Nach dem Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) soll der Verkehrssektor bis zum Jahr 2045 klimaneutral werden. Zudem wird mit dem European Green Deal (EGD) bis 2050 laut Europäischer Union (EU) ein Ausstoßsaldo der Treibhausgasemission von Null angestrebt<sup>17</sup>. Verträge, wie das Übereinkommen von Paris haben das politische Ziel, Mobilität nachhaltig und zudem effizient zu gestalten. Das Jahr 2021 wurde daher als „Europäisches Jahr der Schiene“ ausgerufen<sup>18</sup>. Grund dafür war, dass das Konzept des Schienenverkehrs zur Erfüllung der Ziele des EGD beiträgt<sup>19</sup>. Dies suggeriert eine Positionierung der EU für den Schienenverkehr.

Ein weiterer Teil der Bemühungen besteht darin die ausgestoßenen Treibhausgasemissionen zu senken. Verkehrsmittel, die bisher mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, klimafreundlicher zu entwickeln. Regenerative Antriebe sollen währenddessen gefördert werden. Ein Beispiel dafür ist die in der EU eingeführte EU-Abgasnorm für Fahrzeuge, die mit Verbrennungsmotoren (Otto-, oder Dieselmotor) angetrieben werden. Für den Betrieb benötigen sie fossile Brennstoffe, wie Benzin oder Diesel. Die bei der Verbrennung ausgestoßenen Treibhausgase wie Kohlenstoffmonoxide, Stickstoffdioxide oder Feinstaub sollen durch die Richtlinien reduziert werden. Es gibt zurzeit sechs Schadstoffklassen in der EU. Die Schadstoffklasse Euro 6 mit den niedrigsten Schadstoffausstoß gilt seit 2014. Die Schadstoffklasse bestimmt gleichzeitig die Zugänglichkeit zu bestimmten Zonen. In Deutschland gibt es 56 Städte mit sogenannten „Umweltzonen“ (55 mit Schadstoffgruppe 4 und eine mit Schadstoffgruppe 3). In diese dürfen nur Fahrzeuge, die den erlaubten Schadstoffgruppen angehören, fahren<sup>20</sup>. Mit Restriktionen soll die Schadstoffkonzentration in U.G. reduziert werden.

Laut UN leben mehr als die Hälfte der Menschen in Städten. Sie prognostiziert, dass im Jahr 2050 der Anteil auf 70% ansteigt<sup>21</sup>. U.G. haben einen großen Anteil an der globalen Wertschöpfung und dem Wirtschaftswachstum. Weltweit erzeugen Ballungsgebiete 80 % des globalen Bruttoinlandsprodukts (BIP) bzw. Gross domestic

---

<sup>15</sup> Almost everyone now breathing polluted air, warns WHO (2022); Environment, U. N. (2017).

<sup>16</sup> Lambrecht, M. (2019).

<sup>17</sup> A European Green Deal.

<sup>18</sup> 2021 – Europäisches Jahr der Schiene | Aktuelles | Europäisches Parlament (2021).

<sup>19</sup> 2021 ist das Europäische Jahr der Schiene.

<sup>20</sup> Umweltplaketten.

<sup>21</sup> UN, SDG Indicators.

product (GDP) und verantworten geschätzt 70% der globalen Treibhausgasemissionen. Der globale Einfluss auf Wirtschaft, Ökologie und Gesellschaft macht eine effiziente und effektive Gestaltung der Mobilität in U.G. unabdingbar. Es entsteht also ein globales Bewusstsein für die Auswirkungen des Verkehrs in U.G. Faktoren wie Kosten, Platzbedarf, Externalitäten, soziale und gesundheitliche Aspekte lassen eine immer größere Verantwortung der U.G. im globalen Kontext entstehen.

Die ökonomischen, gesundheitlichen und auch ökologischen Auswirkungen des Verkehrs führen zu einem Drängen nach einer Verkehrswende und erwecken somit den Bedarf nach alternativen Mobilitätskonzepten. Es sollen Wege gefunden werden, mithilfe derer Mobilität in U.G. effizienter gestaltet und gleichzeitig ein nachhaltiger Markt im Verkehr geschaffen wird. Bereits bestehende Konzepte sollen ebenfalls überdacht und gegebenenfalls neu ausgerichtet werden. Das Aufkommen neuer Konzepte und deren Vision von Mobilität innerhalb urbaner Gebiete bringt mich zu meiner Forschungsfrage:

- „Wie kann Mobilität in urbanen Gebieten effektiv und ökologisch effizient gestaltet werden?“

Das Ziel ist es, die Forschungsfrage zu beantworten und darüber hinaus einen Überblick über bestehende und neue Mobilitätskonzepte zu erhalten. Zudem soll in der Diskussion über Vor- und Nachteile der Konzepte informiert werden. Zum Schluss ergibt dies eine Rangfolge, die die Mobilitätskonzepte nach operativer und ökologischer Effizienz ordnet. Meine Motivation, diese Forschungsfrage zu behandeln, resultiert aus dem Interesse an Umstrukturierungen einiger Metropolen, welche den straßengebundenen Individualverkehr zurückbauen bzw. einschränken, um den nötigen Platz durch effizientere und umweltfreundlichere Methoden zu ersetzen<sup>22</sup>. Zusätzlich entstehen auf Basis bestehender Mobilitätskonzepte, durch neu erforschte Technologien, neue Mobilitätskonzepte bzw. neue Varianten davon. Ein Beispiel ist die supraleitende Magnetschwebbahn (SCMaglev)<sup>23</sup>. Diese ist eine Weiterentwicklung des öffentlichen Schienenverkehrs. Es werden Prognosen und Angaben der Anbieter verwendet, um bestehende und zukünftige Mobilitätskonzepte zu vergleichen und sie auf ihre ökologische und funktionale Effizienz beim Transport von Personen zu überprüfen. Die Ergebnisse sollen vor allem Stadtplanern und Stadtverwaltungen dienen, um neue Wege zu finden, Verkehr in U.G. für Personen

---

<sup>22</sup> Barcelona's Car-Free Superblocks Explained (2022a); Paris' Grand Plan to Become Europe's Greenest City (2021a).

<sup>23</sup> Principles of the Superconducting Maglev system - Central Japan Railway Company.

effektiver und effizienter zu ermöglichen. Forschenden sollen die Ergebnisse helfen Konzepte weiterführend zu analysieren und deren Effektivität zu evaluieren.

Es werden Mobilitätskonzepte, welche an der Verkehrswende des 21. Jahrhunderts teilhaben, analysiert und anhand von Metadaten gegeneinander abgeglichen. Dazu wird eine Literaturanalyse angelegt, mithilfe dieser werden die verschiedenen Konzepte vorgestellt, kritisch analysiert und auf deren Einsatz in U.G. überprüft. Die Bachelorarbeit beginnt mit einer Vorstellung des konzeptionellen Hintergrunds. Darauf folgt die Methodik, mit welcher die Ausarbeitung der Forschungsfrage erfolgen soll. Anschließend werden die ausgewählten Mobilitätskonzepte vorgestellt. Diese werden in Individualverkehr (z.B. PKW-Verkehr), Mikromobilität (z.B. Fahrrad & Pedelec), ÖPNV (z.B. Bus und Bahn) und Flugverkehr (z.B. Helikopter) unterteilt. Anzumerken ist, dass Konzepte, welche noch nicht für den kommerziellen Einsatz zugelassen sind, ebenfalls betrachtet werden. Die folgende Diskussion beinhaltet eine Gegenüberstellung der jeweiligen Mobilitätskonzepte unter Bezugnahme auf ihre Effektivität und ökologische Effizienz beim Personentransport. Die dazu verglichenen Faktoren sind: Kapazität, ökologische Effizienz und gegebenenfalls ihr Potential. Darauf folgt eine Erläuterung der Limitationen der Daten, auf der diese Analyse beruht. Im Anschluss wird ein Ausblick auf zukünftige Forschung geben. Zum Schluss werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und ein Fazit gezogen.

## **2. Konzeptioneller Hintergrund**

Mobilität äußert sich in verschiedenen Formen. Die folgenden Mobilitätskonzepte werden betrachtet:

- Öffentlicher Verkehr
- Individualverkehr
- Mikromobilität
- Flugverkehr

Zum öffentlichen Verkehr gehören der Schienenverkehr sowie der öffentliche Straßenverkehr ((Auto-)Busse, oder Tram). Der öffentliche Verkehr äußert sich laut Dr. Robert Malina vom Institut für Verkehrswissenschaft (Uni Münster) als der Bereich, in dem Beförderung jeglicher Art im Linienverkehr stattfindet<sup>24</sup>. Der Individualverkehr sei nicht an einen Linienverkehr und dessen Eigenschaften gebunden. Die Fahrzeuge des Individualverkehrs sind nur einem beschränkten Personenkreis zugänglich. Eigenschaften des Linienverkehrs sind bestimmte Zeitpläne, zu denen der die Beförderung stattfindet, vorgeschriebene Fahrwege und Ziele einer Beförderungsfahrt und örtliche Gebundenheit (Haltestellen)<sup>25</sup>. Die Mikromobilität wird vom Deutschen

---

<sup>24</sup> Stackelberg, D. F. von (2018).

<sup>25</sup> Stackelberg, D. F. von (2018).

Flexibilität. Zum Beispiel ermöglicht das Auto den Transport von Einkäufen von Lebensmitteln, Möbeln, etc. Neue Lösungen werden gesucht und Konzepte erstellt<sup>185</sup>.

## 11. Fazit

Mobilität in urbanen Gebieten kann durch verschiedene Konzepte bzw. Angebotsformen gewährleistet werden. Mobilitätskonzepte wie der Individualverkehr, der ÖPSV, der SPNV, die Mikromobilität und Flugtaxis können auf verschiedene Arten Personen im urbanen Umfeld transportieren. Der Abgleich ergibt, dass die ökologische Effizienz von Auslastung und durchschnittlicher Geschwindigkeit abhängt. Auch die nötigen Kapazitäten sind vom Umfeld, in dem die jeweiligen Mobilitätskonzepte operieren, abhängig. Es kann also keine konkrete Rangfolge erstellt werden. Der ÖPNV besitzt jedoch das höchste Potential, da hier die höchsten Kapazitäten angeboten und hoher Auslastung die höchste ökologische Effizienz erreicht werden könne. Durch multimodalen Verkehr, also der Kombination einzelner Mobilitätskonzepte, haben Personen die Möglichkeit die Wahl der Transportmöglichkeiten ökologisch effizient und gleichzeitig effektiv ihre Nachfrage nach Mobilität anzupassen.

---

<sup>185</sup> Why IKEA Doesn't Want You to Drive (2022a).