

Leibniz
Universität
Hannover

**Autonomes Fahren: Chancen und Herausforderungen den
Personalverkehr nachhaltiger zu gestalten.**

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B. Sc.)“ im Studiengang
Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für
Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität
Hannover

vorgelegt von

Name: Babilas

Vorname: Alexander



Prüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Betreuer: M. Sc. Maximilian Heumann

Hannover, den 12.08.2022

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Abstract..... | I |
| Abbildungsverzeichnis..... | III |
| Tabellenverzeichnis..... | IV |
| Abkürzungsverzeichnis..... | V |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Literature Review | 2 |
| 2.1 Methodisches Vorgehen | 2 |
| 2.2 Ergebnisse der Literaturrecherche | 3 |
| 3 Nachhaltigkeitsanalyse von AF..... | 5 |
| 3.1 Die Entwicklung und Relevanz des Personenverkehrs | 5 |
| 3.2 Das Nachhaltigkeitsproblem des Personenverkehrs | 7 |
| 3.3 Autonome Fahrzeuge erklärt und heutiger Stand | 8 |
| 3.4 Chancen für den Personenverkehr durch AF nachhaltiger zu werden..... | 9 |
| 3.5 Herausforderungen für den Personenverkehr durch AF nachhaltiger zu werden | 24 |
| 3.6 Diskussion der Ergebnisse..... | 35 |
| 4 Limitationen..... | 41 |
| 5 Implikationen und Handlungsempfehlungen | 42 |
| 6 Fazit | 43 |
| Literaturverzeichnis | 45 |
| Ehrenwörtliche Erklärung | 55 |

1 Einleitung

Der Klimawandel ist einer der größten Bedrohungen für die Menschheit. Er ist dafür verantwortlich, dass die Durchschnittstemperaturen auf der Erde gestiegen sind. Dadurch ergeben sich viele Gefahren für Mensch und Natur. Unter anderem verursacht der Klimawandel große Schäden an der Natur durch Umweltkatastrophen wie Dürren oder Überschwemmungen. Des Weiteren sind sowohl die Gesellschaft, als auch die Wirtschaft gefährdet (Europäische Kommission 2022). Abbildung 1 kann man entnehmen, dass die CO₂-Emissionen sich seit 1960 mehr als verdreifacht haben.

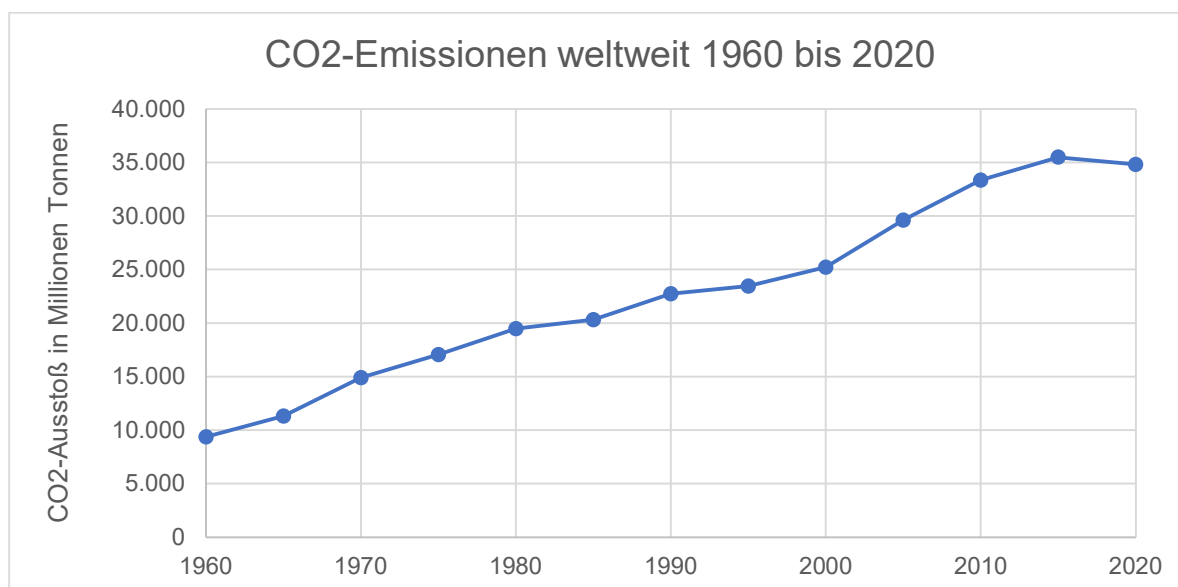


Abbildung 1: CO₂-Emissionen weltweit 1960-2020

Quelle: in Anlehnung an: (Statista 2022c)

Deswegen hat sich die Europäische Union das Ziel gesetzt bis 2050 klimaneutral zu werden. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen um mindestens 55% gegenüber dem Stand von 1990 sinken. Ein großer Verursacher von Treibhausgasemissionen ist der Straßenverkehr. Er verursacht in etwa ein Fünftel der Emissionen in der EU. 2019 betrug der Ausstoß 793 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Im Vergleich zum Jahr 1990 entspricht das einer Zunahme um 28% (Statistisches Bundesamt 2022a).

Im gleichen Zeitraum wuchs das Verkehrsaufkommen. In der EU stieg die Zahl der zugelassenen Pkw zwischen 1990 und 2019 von ca. 135 Millionen um 106 Millionen auf ca. 241 Millionen. Das Auto dominiert dabei im Personal- bzw. Personenverkehr. Über 80% des motorisierten Personenverkehrs entfiel auf das Auto (Statistisches Bundesamt 2022a).

Alle Menschen würden von einem nachhaltigeren Verkehr profitieren. Deswegen ist es im Interesse aller diese Ziele zu erreichen. Dafür müssen Wege und Technologien gefunden werden, um die Mobilität nachhaltiger zu gestalten. Zudem muss darauf geachtet werden dem steigenden Mobilitätsbedarf nachhaltig gerecht zu werden. Eine mögliche Lösung für diese

Probleme könnten Autonome Fahrzeuge (AF) sein. Laut Fleming und Singer (2019) könnten AF aktuelle Mobilitätsmuster und den Energieverbrauch signifikant beeinflussen. Experten und Expertinnen antizipieren, dass AF in ca. 10-30 Jahren der breiten Masse zur Verfügung stehen werden. Diese Transformation der Mobilität hat einen erheblichen Einfluss auf die Art und Weise, wie Menschen sich in Zukunft fortbewegen werden. Der Energieverbrauch könnte dabei um 60% sinken oder um bis zu 200% steigen, abhängig davon wie und wo AF genutzt werden.

Jedoch müssen die eben genannten Auswirkungen noch genauer untersucht werden. In den letzten 50 Jahren wurden hauptsächlich soziale und ökonomische Auswirkungen von AF analysiert (Mora et al. 2020). Deswegen setzt sich diese Bachelorarbeit mit der Forschungsfrage: **„Welche Auswirkungen haben AF auf die Nachhaltigkeit des Personenverkehrs?“**, auseinander.

Dafür wird in Kapitel 2 die Methodik erklärt und die Ergebnisse der Literaturrecherche vorgestellt. In Kapitel 3 findet die Nachhaltigkeitsanalyse von AF statt. Im Zuge dessen wird die Relevanz des Personenverkehrs und das damit einhergehende Nachhaltigkeitsproblem dargestellt. Daran anknüpfend werden die Chancen und Herausforderungen von AF den Personenverkehr nachhaltiger zu gestalten gezeigt und im Anschluss diskutiert. Die folgenden Kapitel behandeln sowohl die Limitationen und Implikationen aus der vorangegangenen Analyse und schließlich wird ein Fazit gezogen.

2 Literature Review

Im folgenden Abschnitt wird die Literatur der vorliegenden Arbeit geschildert. Dafür wird zunächst dargestellt, nach welcher Methodik sie ausgewählt wurde. Anschließend folgt eine systematische Einordnung der ausschlaggebenden Quellen. Die Ergebnisse der Literaturlauswertung werden diskutiert und Forschungslücken festgestellt.

2.1 Methodisches Vorgehen

Ziel dieser Literaturlauswertung ist es die Forschungsfrage auf Grundlage der bestehenden Literatur zu beantworten. Deshalb wird in dieser Arbeit eine Ausführliche Literaturrecherche nach Webster und Watson (2002) durchgeführt.

Im Zuge dieser Arbeit wird die bestehende Literatur im Zeitraum von Mai bis August 2022 identifiziert, selektiert und kritisch bewertet, um die Forschungsfrage zu beantworten. Die Schlüsselbegriffe die benutzt wurden, um in wissenschaftlichen Datenbanken geeignete Literatur zu finden lauten wie folgt: „autonomous vehicles“, „av“, „personal transportation“, „sustainability“, „challenges“, „connected vehicles“, „shared autonomous vehicles“ und „environment“. Die Datenbanken um diese Begriffe zu Suchen waren: „Google Scholar“, „ScienceDirect“, SpringerLink“, „IEEE Xplore“ und „JSTOR“. Die genannten Begriffe werden dabei auch kombiniert und in deutscher Sprache gesucht. Auswahlkriterien der Artikel war, dass es sich um wissenschaftliche Publikationen aus dem Jahr 2010 oder später handelt und sie in deutscher oder englischer Sprache verfasst sind. Zudem wurden durch die „zitiert von“-

um ihr leibliches Wohl und ihre rechtliche Verantwortung fürchten müssen. Damit einhergehend braucht es sowohl vom Gesetzgeber als auch von den Herstellern von AF eine Lösung, um die Datensicherheit zu garantieren. V2X-Technologie bietet große Möglichkeiten die Kommunikation von Fahrzeugen mit der Umwelt und dadurch den Personenverkehr effizienter zu gestalten (Bagloee et al. 2016). Deshalb muss genau geregelt werden welche Daten gesammelt werden dürfen und wie garantiert werden kann, dass diese auch sicher übertragen werden. Man kann zusammen einen sicheren Übertragungsstandard erarbeiten, der universell eingesetzt werden kann und Schutz vor Hacker-Angriff bietet.

6 Fazit

Im Rahmen der vorliegenden Bachelorarbeit wurde zu Beginn die Notwendigkeit belegt, den Personenverkehr nachhaltiger zu gestalten. Anschließend wurde der Stand der Forschung dargelegt und die Methodik beschrieben. Der aktuelle Stand des Personenverkehrs und von AF leiten über zu den Chancen und Herausforderungen von AF den Personenverkehr nachhaltiger zu gestalten.

Das Ergebnis der Betrachtung der Chancen von AF ist, dass die technologischen Möglichkeiten, die Fähigkeiten des Menschen überschreiten. Dadurch können menschenverursachte Unfälle um bis zu 90% reduziert werden. Durch V2X-Kommunikation werden Verkehrsflüsse effizienter. Darauf bauen ebenfalls ein effizientes Kreuzungsmanagement und Platooning auf. Zudem können AF bisherige ineffiziente Fahrgewohnheiten beseitigen. Dabei helfen auch GAF Fahrzeuge. Durch die würden weniger Fahrzeuge benötigt werden und dadurch könnten CO₂-Emissionen eingespart werden. Verstärkt würden alle diese Effekte durch AEF, da sie keine lokalen Emissionen verursachen.

Die Herausforderungen sind, dass geeignete Sicherheitssysteme erst entwickelt werden müssen und auf alle Umstände vorbereitet werden müssen. Damit einhergehenden sind Nutzerbesorgnisse bezüglich der Sicherheit. Zusammen mit der noch nicht geklärten Haftung bei Unfällen, würde dies die Nutzerakzeptanz schmälern. Falls diese jedoch überwunden werden sollten, besteht die große Gefahr, dass AF mehr genutzt werden als herkömmliche Fahrzeuge. Dadurch würde der Verkehr steigen und damit die Emissionen. Zusätzlich würde der ÖPNV weniger benutzt werden.

Die anschließende Betrachtung der Ergebnisse dieser Arbeit stellt eine Unsicherheit über die absoluten Nachhaltigkeitseinflüsse von AF auf den Personenverkehr fest. In der Forschung lassen sich eindeutige Chancen erkennen, wie AF den Verkehr nachhaltiger gestalten können. Sie stellt aber auch Gefahren fest. Auf der einen Seite ermöglichen AF durch technologischen Fortschritte Emissionseinsparungen und auf der anderen Seite können sie zu einem erhöhten Fahrverhalten führen und somit Emissionen steigern.

Diese bestehenden Unsicherheiten wurden aufgegriffen und es wurden Handlungsempfehlungen verfasst, um die Forschung und Entwicklung bezüglich AF zu einem nachhaltigeren Ergebnis zu führen. Es muss auf die Elektrifizierung gesetzt werden. Zudem

sollte man das Wissen über die bereits erkannten Gefahren durch eine Übernutzung von AF, nutzen um diese zu vermeiden. Dadurch kann man einen positiven Einfluss von AF auf die Nachhaltigkeit des Personenverkehrs sicherstellen.

Durch diese Arbeit wurde somit gezeigt, dass AF ein großes Potential besitzen den Personenverkehr nachhaltiger zu gestalten. Potentielle Gefahren wurden aufgezeigt und gezielte Handlungsempfehlungen zur Minimierung der Gefahren gegeben. Unter Einhaltung dieser können AF einen großen Beitrag zur Gestaltung eines nachhaltigeren Personenverkehrs bieten.