

Klimaneutraler Schwerlastverkehr durch Wasserstoffantriebe: Status quo und Zukunftsperspektiven

Bachelorarbeit

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

vorgelegt von

Name: Fuchs



Vorname: Kevin



Prüfer:

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

*Hannover, den 20. September 2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Relevanz des Themas	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	2
1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	2
2 Theoretische Grundlagen	3
2.1 Grundlagen Schwerlastverkehre.....	3
2.2 Grundlagen Klimaneutralität	6
2.3 Grundlagen Wasserstoffantriebe	7
2.3.1 Status quo	10
2.3.2 Zukunftsperspektive	13
2.4 Wasserstoffantriebe in Schwerlastverkehren.....	13
3 Konzeptioneller Rahmen zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen Wasserstoffantrieben und klimaneutralem Schwerlastverkehr	16
3.1 Aufbau eines Bezugsrahmens für die Untersuchung.....	16
3.2 Aufstellen der zu überprüfenden Forschungsfragen.....	17
4 Empirische Untersuchung zum Status quo und zur Zukunftsperspektive von Wasserstoffantrieben im Schwerlastverkehr	17
4.1 Aufbau und Durchführung der empirischen Studie.....	17
4.2 Experteninterview.....	18
4.3 Auswertung.....	19
5 Ergebnisvorstellung und Diskussion der Ergebnisse der empirischen Untersuchung.	23
5.1 Ergebnisse der empirischen Untersuchung.....	23
5.2 Diskussion der Ergebnisse der empirischen Untersuchung.....	24
6 Fazit und Ausblick	27
Literaturverzeichnis	29
Anhang	32

Anhang A: Interview 1 mit H2 Mobility	33
Anhang B: Interview 2 mit DAF Trucks	39
Angang C: Anschreiben an H2 Mobility und DAF Trucks.....	41
Eigenständigkeitserklärung.....	42

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Relevanz des Themas

Der anthropogene Treibhauseffekt wird durch den Menschen verursacht und führt zu einem hohen Kohlenstoffdioxid-Gehalt in der Erdatmosphäre. Daraus folgt, dass das Entweichen der von der Erde abgestrahlten Wärme in das Weltall eingeschränkt wird und sich demzufolge die Temperatur auf der Erde erhöht (Statista Research Department 2020b). Vorstellen kann man sich dies in Analogie zu einem Treibhaus, welches Sonnenstrahlung durchlässt, die Wärmestrahlung jedoch „festhält“ (Umweltbundesamt 2021). Dies hat Auswirkungen auf die Umwelt, die Artenvielfalt, das Wetter und die Höhe des Meeresspiegels. Vermehrt sind Naturkatastrophen die Folge. Die Betrachtung der energiebedingten CO₂-Emissionen weltweit nach Sektoren im Jahr 2018 zeigt, dass der Transportsektor einen Anteil von 25 Prozent hat. Den größten Anteil hat der Elektrizitäts- und Wärmeerzeugungssektor mit 42 Prozent (Statista Research Department 2020b).

Seit dem Jahr 1960 nimmt der weltweite Ausstoß von Kohlenstoffdioxid zu und erreichte im Jahr 2019 den bisherigen Höchstwert von 36,4 Milliarden Tonnen Kohlenstoffdioxid. Zum Vergleich waren es im Jahr 1960 rund 9.300 Milliarden Tonnen. Dies entspricht einer Steigerung von rund 291 Prozent. Laut einer Prognose wird die Menge bis zum Jahr 2050 auf bis zu 43,1 Milliarden Tonnen steigen (Statista Research Department 2020a).

Der Schwerlastverkehr nimmt in Deutschland stetig zu und ist für ein Viertel der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen verantwortlich. Im Vergleich zu 2010, wird bis 2030 ein weiterer Anstieg von rund 40 Prozent erwartet. Die heutigen Lastkraftwagen (LKW) verwenden durch die Verbrennung herkömmlicher Verbrennungsmotoren fast ausschließlich den Dieselmotoren. Für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben sind kurzfristig größere Marktanteile nicht zu erwarten. Da im Bereich des Schwerlastverkehrs keine Effizienzsteigerungen der bisherigen Antriebsarten erwartet werden, ist zur Senkung der Emissionen eine Umstrukturierung auf alternative Kraftstoffe oder Antriebsformen unerlässlich. Aufgrund der Tatsache, dass der Schwerlastverkehr von hohen Transportleistungen und großen Distanzen geprägt ist, werden klimaneutrale Kraftstoffe mit einer hohen Energiedichte benötigt, die eine schnelle Betankung und große Reichweiten ermöglichen. Die Energiedichte beschreibt, wie viel Energie pro Gewicht (Masse) gespeichert werden kann. Im Verkehrssektor sollen bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 rund 40-42 Prozent CO₂-Emissionen im Verkehrssektor eingespart werden (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) 2018).

Aufgrund der dargelegten Relevanz werden folgende Forschungsfragen definiert:

Frage 1: Warum wird bei der Energiewende zum klimaneutralen Schwerlastverkehr auf Wasserstoff gesetzt?

Frage 2: Welche Voraussetzungen müssen geschaffen bzw. weiter vorangetrieben werden, um die Wasserstofftechnologie zu etablieren?

Frage 3: Was sind mögliche Zukunftsszenarien und kann sich Wasserstoff auf dem Markt durchsetzen?

Zugunsten der besseren Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit ausschließlich die männliche Form benutzt, soll aber gleichermaßen für weibliche, männliche und diverse Personen verstanden werden.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit soll sein, den aktuellen Stand und die Zukunftsperspektive von Wasserstoffantrieben im Bereich der Schwerlastverkehre, im Zusammenhang mit dem Ziel der Klimaneutralität, zu betrachten. Des Weiteren ist das Ziel, zu analysieren inwieweit Wasserstoff als Antriebsart einen Beitrag dazu leisten kann, die Energiewende für schwere Nutzfahrzeuge einzuleiten. Die Beantwortung der Forschungsfragen soll mithilfe der theoretischen Grundlagen und der empirischen Untersuchung in Form von Experteninterviews erfolgen.

1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist folgendermaßen aufgebaut: Nach der Einleitung bildet das zweite Kapitel den theoretischen Rahmen zum Verständnis der Thematik und dient zur Überprüfung aktueller Literatur. In diesem Kapitel werden zunächst die Grundlagen der Schwerlastverkehre, der Klimaneutralität und der Wasserstoffantriebe dargestellt. Anschließend wird bezüglich der Wasserstoffantriebe der Status quo und die Zukunftsperspektive behandelt. Darauf aufbauend folgt eine Kombination der Grundlagen, indem auf die Wasserstoffantriebe im Bereich der Schwerlastverkehre geschaut wird.

Kapitel drei befasst sich mit der Entwicklung eines konzeptionellen Bezugsrahmens für die empirische Untersuchung. Dieser wird graphisch dargestellt und erläutert. Anschließend erfolgt die Aufstellung der zu überprüfenden Forschungsfragen.

Weiter wird in Kapitel vier der empirische Teil der Arbeit, in Form von Experteninterviews durchgeführt. Dieses bildet die Grundlage zur Beantwortung der aufgestellten Forschungsfragen.

gen. Nach der Beschreibung des Aufbaus der Interviews, folgt eine Beschreibung der angewendeten empirischen Erhebungsmethode. Zum Schluss folgt die Auswertung der Expertenbefragungen.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse findet daraufhin in Kapitel fünf statt. Diese werden mithilfe der zuvor vorgestellten Theorien diskutiert. Im Anschluss folgt eine Limitation der Arbeit.

Die Arbeit schließt in Kapitel sechs mit einem Fazit und einer Zukunftsprognose ab.

2 Theoretische Grundlagen

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die Teilsegmente des Arbeitstitels genauer betrachtet. Der Schwerpunkt dieser Arbeit stellt eine empirische, qualitative Untersuchung dar. Diese Teilsegmente dienen zur Erlangung eines Grundverständnisses der Thematik, um im weiteren Verlauf wichtige Forschungsfragen zu beantworten und um die Grundlagen zusammen zu führen.

2.1 Grundlagen Schwerlastverkehre

In der Fachliteratur gibt es keine genaue Definition der Schwerlastverkehre. Im Folgenden wird auf diese Definition eingegangen:

Der Begriff Schwerlastverkehr ist gesetzlich nicht definiert. Schwerlastverkehr bezeichnet hier in Anlehnung an § 1 Abs. 1 Satz 2 des Bundesfernstraßenmautgesetzes (BFStrMG) Kraftfahrzeuge, die ausschließlich für den Güterkraftverkehr bestimmt sind oder eingesetzt werden und deren zulässiges Gesamtgewicht mindestens 12 Tonnen beträgt (WD 7: Zivil-, Straf- und Verfahrensrecht, Umweltschutzrecht, Verkehr 2014).

Als weitere Definition gilt Folgende:

In den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO)“ wird der Begriff Schwerverkehr wie folgt beschrieben: „Fahrzeugarten des Schwerverkehrs sind Lastkraftwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5 t ohne und mit Anhänger, Sattelzüge und Kraftomnibusse mit mehr als 9 Sitzplätzen einschließlich Fahrersitz“ (Thering 2017).

Nach diesen zwei Definitionen wird in dieser Bachelorarbeit auf den Straßentransport von Gütern und Personen mit schweren Nutzfahrzeugen eingegangen, demnach primär auf LKW, Busse und Schienenverkehr. Zunächst folgt die Historie zu den jeweiligen Transportmitteln, sowie eine kurze Bestandsanalyse und Zukunftsprognose.

Schwerlastverkehr gelegt. Eine Analyse anderer Bereiche im Zusammenhang mit Wasserstoffantrieben wäre ebenfalls interessant.

6 Fazit und Ausblick

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Status quo und eine Zukunftsperspektive im Bereich der klimaneutralen Schwerlastverkehre durch Wasserstoffantriebe herauszuarbeiten. Anhand der Entwicklung eines Untersuchungsmodells konnten drei Forschungsfragen formuliert und beantwortet werden. Dazu wurde eine empirische Untersuchung in Form einer Expertenbefragung durchgeführt.

Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit werden kurz und prägnant zusammengefasst. Durch die politischen Klimaziele der EU, besteht Handlungsbedarf im Bereich des Transport- und Verkehrssektors. Die Schwerlastverkehre haben einen großen Anteil an den ausgestoßenen CO₂-Emissionen. Mithilfe der Wasserstofftechnologien wird versucht, einen Beitrag zu den gesetzten Zielen der EU zu leisten. Darin besteht der Zusammenhang zwischen den Wasserstoffantrieben im Schwerlastverkehr und den verbundenen Klimazielen.

Ohne Wasserstoff ist eine Energiewende im Schwerlastsektor kaum zu bewältigen. Mithilfe von Wasserstoff können die Emissionen erheblich reduziert werden. Es gilt jedoch die bevorstehenden Herausforderungen zu bewältigen. Diese sind zum einen die mangelnde Infrastruktur der Tankstellen. Dabei ist ein einheitliches europäisches Handeln nötig, um den Infrastrukturausbau voran zu treiben. Das „Technologie-Splitting“ ist differenziert zu betrachten, für den Ausbau der Infrastruktur ist dies ein Nachteil, für die Hersteller ein Vorteil. Eine einheitliche und klare Definition ist nötig, um die Wasserstoffarten besser miteinander vergleichen zu können. Mithilfe des Übergangs zu einer Serienfertigung kann der Preis der Wasserstofffahrzeuge gesenkt werden. Dazu sind eine entsprechende Skalierung und eine höhere Nachfrage nötig.

Die Vorteile eines Wasserstoffantriebs sind die großen Reichweiten und die emissionsfreie Fortbewegung bzw. der Transport von Gütern. Die befragten Experten sind davon überzeugt, dass sich Wasserstoff im Bereich der Schwerlastverkehre durchsetzen kann, aufgrund von mangelnden Alternativen und den Reichweitevorteilen gegenüber dem Elektroantrieb. Der Verfasser schließt sich dieser Meinung an. Im Bereich der PKWs ist die Kritik größer, da dort mehr Nachteile überwiegen und es andere alternativen wie durch die elektrischen Antriebe gibt.

Im Bereich der Schwerlastverkehre ist der Wasserstoffantrieb auf einem guten Weg. Zu hundert Prozent kann man den Erfolg der Technologie jedoch nicht garantieren, da es immer noch große Einflussfaktoren wie politische Förderungen gibt. Wenn diese beispielsweise weg fallen, kann dies die ganze Zukunft der Wasserstoffantriebe verändern. Es ist auch möglich, dass es in der

Zukunft bessere Alternativen gibt. Im Moment hat der Wasserstoffantrieb jedoch eine gute Chance, sich in der Branche der Schwerlastverkehre durchzusetzen.