

Masterarbeit

Simulationsgestützte Potentialanalyse alternativer Antriebstechnologien und Kraftstoffe zur Emissionsreduktion im Verkehrssektor in Nordrhein- Westfalen bis zum Jahr 2050

Simulation-based potential analysis of alternative drive technologies and fuels in order to reduce emissions in the transport sector of North Rhine-Westphalia until 2050

Fakultät für Ingenieurwissenschaften

Lehrstuhl Energietechnik

Universität Duisburg-Essen

Campus Duisburg

Erstgutachter: Prof. Dr. rer. nat. Angelika Heinzl
Zweitgutachter: Dr.-Ing. Jürgen Roes

Betreuer: Dr. Johannes Schaffert (GWI), Juri Scholten (GWI)

Autor: Otto Feltges
Matrikelnummer: 2284014
Studiengang: Master of Science - Wirtschaftsingenieurwesen
(Maschinenbau und Wirtschaft)

Beginn: 28.01.2019
Abgabe: 28.07.2019

1 Einleitung

Um die globale Erwärmung und die damit einhergehenden Folgen einzudämmen, fordert der Weltklimarat IPCC, die Treibhausgasemissionen so stark zu senken, dass die Erwärmung nicht über einen kritischen Wert von 1,5 °C ansteigt [Mas18]. Hinsichtlich dieser Problematik hat sich der Treibhausgasausstoß auch politisch zu einem zentralen Thema entwickelt. Der Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung empfiehlt der Bundesregierung den Ausstoß von CO₂ stärker zu bepreisen und eine CO₂-Steuer einzuführen [zdf19]. Da der Verkehrssektor für ca. 20,8 % der gesamten CO₂-Emissionen in Deutschland verantwortlich ist und sich bis in die Gegenwart kein Minderungstrend abzeichnet, wie z.B. im Stromerzeugungssektor, besteht im Verkehrssektor verstärkt Handlungsbedarf.

Dass die Bundesregierung bereits auf Forderungen, den Treibhausgasausstoß einzudämmen reagiert hat, sieht man an den Zielsetzungen, den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2030 um 55 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu senken [Bun16a]. Der THG-Ausstoß im Verkehrssektor soll bis 2030 um 40 bis 42 % gesenkt werden [Bun16a]. Ob diese Ziele jedoch konsequent verfolgt werden, darf aktuell in Frage gestellt werden, da der CO₂-Ausstoß in Deutschland seit 2009 nahezu konstant ist [Gni18a]. Im Jahr 2018 lag zudem der Anteil an alternativen Antrieben im PKW-Verkehr bei lediglich ca. 0,1 %, sowohl in NRW, als auch deutschlandweit [KBA18].

Neben dem Ausstoß von Kohlenstoffdioxid, ist der Ausstoß von gesundheitsschädlichen Luftschadstoffen durch den Verkehr ein Problem, das vor allem den innerstädtischen Verkehr betrifft. In Großstädten drohen aufgrund von Überschreitungen der gesetzlichen Stickoxidgrenzwerte, Fahrverbote für Fahrzeuge, die einen besonders hohen Stickoxidausstoß aufweisen [UBA19]. Sowohl der Straßenverkehr als auch die Binnenschifffahrt sind die innerstädtischen Hauptemittenten von Luftschadstoffen.

In der vorliegenden Arbeit werden die Potentiale von alternativen Antrieben und Kraftstoffen zur Reduktion von Kohlendioxid- sowie Luftschadstoffemissionen im Verkehrssektor in Nordrhein-Westfalen ermittelt und analysiert. Dazu wird ein Berechnungstool programmiert, das die Emissionen in NRW für jede Gemeinde im Detail simulieren kann. Der Fokus der Emissionsberechnungen liegt auf dem Straßenverkehr und der Binnenschifffahrt in NRW. Es soll geklärt werden, durch welche Maßnahmen die Ziele der Bundesregierung erreicht werden können und entsprechende Empfehlungen ausgesprochen werden. Durch die Abbildung verschiedener Szenarien werden Chancen und Lösungen für NRW aufgezeigt. Zudem ist zu bewerten, wie sich Maßnahmen zur Reduktion unterschiedlicher Emissionen gegenseitig beeinflussen. Hier wird besonders die Entwicklung des Ausstoßes der Luftschadstoffe durch die Maßnahmen zur Minderung der CO₂-Emissionen betrachtet.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel. Zu Beginn der Arbeit werden die rechtlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen erläutert. Darunter fallen auch die Ziele, die sich die EU sowie Deutschland bezüglich der Emissionsreduktion gesetzt haben. Im nächsten Schritt werden die Grundlagen zu Treibhausgasen und Luftschadstoffen zusammengefasst. Dabei fokussiert sich die vorliegende Arbeit auf das Treibhausgas CO₂ sowie die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid und Partikel. Weiterhin wird die Verteilung von Luftschadstoffen in der Umgebung aufgegriffen, da dies ein wichtiger Bestandteil zur Beurteilung der Emissionen ist. Im nächsten Schritt wird der Verkehrssektor in Deutschland und Nordrhein-Westfalen anhand von Zahlen und Fakten dargestellt.

Die Basis der Emissionsberechnung in NRW stellt das Verkehrsemissionsmodell VERKEMI 1.0 dar. In Kapitel 5.1 wird erläutert wie das Programm aufgebaut ist, auf welche Datenbanken zugegriffen wird und welche Input-Parameter durch den Nutzer individuell wählbar sind. Es folgt die Erklärung des Modells zur Berechnung der Emissionen im Straßenverkehr sowie in der Binnenschifffahrt. Mit der Erläuterung der Berechnung der Well-To-Wheel-Emissionen sowie des Parameters Stromerzeugung werden zwei wichtige Bausteine von VERKEMI 1.0 erklärt, bevor die simulierten Szenarien dargestellt werden. Im ersten Teil der Szenario-Analysen werden die ausgewählten Personenverkehrsszenarien simuliert. Es folgt die Berechnung der Güterverkehrsszenarien sowie eine Darstellung von Gesamtverkehrsszenarien. Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert.