

## Kurzfassung

Um dem Klimawandel entgegenzuwirken, muss der Treibhausgasausstoß reduziert werden. Insbesondere im Verkehrssektor sind die Treibhausgase bisher nicht in dem Ausmaß gesunken, wie erwünscht. Damit die Klimaziele erreicht werden können, muss eine Dekarbonisierung des Verkehrssektors stattfinden. Insbesondere die Richtlinie „Clean Vehicle Directive“ setzt dabei Maßstäbe. Im Busverkehr muss dabei auf emissionsfreie Fahrzeuge umgestellt werden. Niedrige Reichweiten bisheriger elektrischer Busse und eine anspruchsvolle Topografie in der Stadt Wuppertal könnten dabei zu möglichen Problemen bei einer Umstellung in Wuppertal führen.

Die vorliegende Bachelor-Thesis setzt an dieser Problematik an und hat das Ziel, zu prüfen inwieweit mit den heutigen technischen Möglichkeiten eine ausgewählte Wuppertaler Buslinie, die derzeit mit konventionellen Dieselnissen befahren wird, auf Busse mit elektrischem Antrieb umgestellt werden kann. Die Buslinie wird dabei exemplarisch für den Wuppertaler Busverkehr ausgewählt. Um genaue Informationen zu den schon vorhandenen Brennstoffzellenbussen der WSW mobil und den genauen Fahrplandaten der ausgewählten Buslinie zu erlangen, wird ein Experteninterview mit einem Mitarbeiter der WSW mobil geführt. Zudem muss die Auswirkung einer anspruchsvollen Topografie auf den Verbrauch und die Reichweite elektrischer Fahrzeuge geprüft werden. Für eine potenziell mögliche Umstellung werden drei Fahrzeuge ausgewählt, zwei Batteriebusse und ein Brennstoffzellenbus. Es wird überprüft, inwieweit eine Umstellung auf diese Fahrzeuge, unter Beibehaltung des Fahrplans, gelingen kann. Dabei wird geprüft, ob die Reichweite dieser Fahrzeuge ausreicht und welche Infrastrukturanpassungen getroffen werden müssen. Zudem werden die Antriebsformen im Hinblick auf Kosten und Emissionen mit bisherigen Dieselnissen verglichen.

Die Ergebnisse der in der Arbeit durchgeführten Umstellung zeigen, dass eine Umstellung sowohl mit Brennstoffzellenbussen, als auch mit Batteriebussen als Gelegenheitslader funktioniert. Vorteile beim Brennstoffzellenbus bieten hohe Reichweiten, schnelle Tankvorgänge, sowie eine hohe Flexibilität. Nachteile sind hohe Betriebs- und Anschaffungskosten, sowie ein hoher Energieeinsatz für die Herstellung von Wasserstoff. Zudem muss eine Wasserstofftankstelle auf dem Betriebshof errichtet werden. Beim Batteriebus als Gelegenheitslader liegen die Vorteile bei günstigen Betriebskosten und einem hohen Wirkungsgrad. Nachteile sind die begrenzte Reichweite, welche insbesondere im Winter zu Problemen führen kann und eine genauere Beobachtung und Planung des Ladezustandes der Batterie erfordert. Die topografischen Verhältnisse sind bei elektrisch angetriebenen Bussen, durch die Fähigkeit der Rekuperation, kein großer Einflussfaktor auf den Verbrauch und die Reichweite.

## Abstract

To counteract climate change, greenhouse gas emissions must be reduced. In the transport sector in particular, greenhouse gases have not yet fallen to the extent desired. In order to achieve the climate goals, a decarbonisation of the transport sector must take place. The "Clean Vehicle Directive" in particular sets standards in this regard. In bus transport, the switch must be made to zero-emission vehicles. Low ranges of current electric buses and a challenging topography in the city of Wuppertal could lead to potential problems with a conversion in Wuppertal.

This bachelor thesis addresses this problem and aims to examine the extent to which a selected bus route in Wuppertal, which is currently operated with conventional diesel buses, can be converted to electric buses with today's technical possibilities. The bus route is selected as an example for Wuppertal's bus traffic. In order to obtain precise information on the already existing fuel cell buses of WSW mobil and the exact timetable data of the selected bus line, an expert interview is conducted with an employee of WSW mobil. In addition, the impact of a challenging topography on the consumption and range of electric vehicles needs to be examined. Three vehicles are selected for a potentially possible conversion, two battery buses and one fuel cell bus. The extent to which a conversion to these vehicles, while maintaining the timetable, can be successful will be examined. It will be examined whether the range of these vehicles is sufficient and which infrastructure adjustments have to be made. In addition, the forms of propulsion are compared with previous diesel buses in terms of costs and emissions.

The results of the conversion carried out in the work show that a conversion works both with fuel cell buses and with battery buses as opportunity-chargers. Advantages of fuel cell buses include long ranges, fast refuelling and high flexibility. Disadvantages are high operating and acquisition costs, as well as high energy input for the production of hydrogen. In addition, a hydrogen filling station must be built at the depot. The advantages of the battery bus as an opportunity-charger are low operating costs and high battery efficiency. Disadvantages are the limited range, which can lead to problems especially in winter and requires closer monitoring and planning of the battery's state of charge. The topographical conditions are not a major factor influencing the consumption and range of electrically driven buses due to their ability to recuperate.