

Hydrogen in the mobility and transport sector from an energy system perspective – A comparison between Europe and ASEAN countries (Master thesis)

Autor: Julian Springob
Erstprüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing Aaron Praktiknjo
Betreuung: Lars Nolting, M. Sc.

Kurzfassung

Der Einsatz von Wasserstoff im Mobilitäts- und Transportsektor bietet die Möglichkeit, Verkehrs- und Transportfahrzeuge ohne lokale Emissionen zu betreiben (Hydrogen Council 2017). Darüber hinaus könnte der Einsatz von grünem Wasserstoff, der aus erneuerbaren Energien erzeugt wird, zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors beitragen. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die Ziele des Pariser Klimaabkommens und die damit verbundenen CO₂-Emissionsreduktionen sowie die Ziele zur Verbesserung der Luftqualität interessant (UN 2015; WHO 2018). Aus diesen Gründen wurden von mehreren Regierungen und internationalen Institutionen Pläne für die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft entwickelt (BMW 2020; European Commission 2020). Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Auswirkungen von Wasserstoff im Mobilitäts- und Verkehrssektor auf das Energiesystem zu analysieren. Dabei sollen insbesondere die Regionen Europa und Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) untersucht und Unterschiede im direkten Vergleich aufgezeigt werden.

Zu diesem Zweck werden die verschiedenen Technologien, die zur Erreichung der Wasserstoffmobilität erforderlich sind, in der Literatur recherchiert. Dazu gehören die verschiedenen Produktionswege von Wasserstoff, die Infrastruktur sowie der aktuelle Stand der wasserstoffbetriebenen Fahrzeuge. Darüber hinaus werden bereits erste Unterschiede zwischen Europa und der ASEAN-Region identifiziert, beispielsweise im Hinblick auf die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien.

Anschließend wird das methodische Vorgehen zur Analyse der Auswirkungen von Wasserstoffmobilität und batterieelektrischen Fahrzeugen auf das Energiesystem, die CO₂-Emissionen und die aktuellen nutzungsbezogenen Kosten erläutert. Darüber hinaus wird die Methodik weiterer Break-Even-Analysen hinsichtlich der Kosten bei der Herstellung von Wasserstoff in Abhängigkeit von der CO₂-Abgabe sowie der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventionellen Antrieben vorgestellt.

Abschließend werden die Ergebnisse der Analyse vorgestellt und die Szenarien diskutiert, in denen wasserstoffbetriebene Fahrzeuge einen Vorteil gegenüber batterieelektrischen Fahrzeugen haben. Darüber hinaus werden Aussagen zum Primärenergiebedarf und zu den CO₂-Emissionen heute und in der Zukunft getroffen. Weiterhin wird die Break-Even-Analyse diskutiert und ein Ausblick auf die Preisgestaltung von Wasserstoff gegeben, wobei die zu erreichenden Preise für eine Wirtschaftlichkeit von Wasserstoff berechnet werden.

Abstract

Using hydrogen in the mobility and transport sector offers the possibility of operating traffic and transport vehicles without local emissions (Hydrogen Council 2017). In addition, the use of green hydrogen which is produced by renewables could help to decarbonize the transport sector. This is especially interesting with regard to the targets of the Paris Climate Agreement and the associated CO₂ emission reductions, as well as the targets for improving air quality (UN 2015; WHO 2018). For these reasons, plans for the development of a hydrogen economy have been developed by several governments and international institutions (BMW 2020; European Commission 2020). The objective of this thesis is to analyze the impact of hydrogen in the mobility and transport sector on the energy system. In particular, the regions of Europe and Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) will be examined and differences will be shown in direct comparison.

For this purpose, the various technologies required to achieve hydrogen mobility are researched in the literature. This includes the different production pathways of hydrogen, the infrastructure, as well as the current state of hydrogen-powered vehicles. In addition, the first differences between Europe and the ASEAN region are already being identified, for example with regard to the availability of renewable energies.

The methodological procedure used to analyze the effects of hydrogen mobility and battery electric vehicles on the energy system, CO₂ emissions, and current usage-related costs is then explained. In addition, the methodology of further break-even analyses regarding the costs in the production of hydrogen in dependence of the CO₂-tax, as well as the economic efficiency in comparison with conventional powertrains is presented.

In conclusion, the results of the analysis are presented and the scenarios in which hydrogen-powered vehicles have an advantage over battery electric vehicles are discussed. In addition, statements are made regarding the primary energy demand and CO₂ emissions today and in the future. Furthermore, the break-even analysis will be discussed and an outlook on the pricing of hydrogen will be given, whereby the prices to be reached for an economic viability of hydrogen will be calculated.