

Kurzbericht IP Wasserstoff als Energieträger in der Mobilität

Lehrende: Prof. Manfred Klell, Alexander Trattner, Andrea Schröck

Kontakt: andrea.schroeck@uni-graz.at; trattner@ivt.tu-graz.at; klell@ivt.tu-graz.at

1. Fragestellung/Forschungsfrage

Angesichts der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Brennstoffe und der steigenden Umweltbelastung durch Schadstoffe gewinnt die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger zunehmend an Bedeutung. Wasserstoff kann umweltfreundlich und regenerativ hergestellt und in Brennstoffzellen schadstofffrei in elektrische Energie umgewandelt werden. Bis zur verbreiteten Nutzung sind allerdings noch eine Reihe technischer Herausforderungen bezüglich Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff zu lösen, welche im Zuge der LV thematisiert wurden. Ziel des IPs war es, Unterschiede in den einzelnen Lebenszyklusphasen verschiedener Treibstoffe aufzuzeigen. Darüber hinaus sollten Informationen zu Fahrzeugproduktion, Sicherheit, rechtliche Rahmenbedingungen, sowie Kundenanforderungen und -meinungen recherchiert werden.

2. Angewandte Lehr- und Lernmethoden

Im Rahmen des IPs wurden PKWs, betrieben mit konventionellen Treibstoffen wie Diesel, Benzin und Erdgas mit alternativen, „neuen“, Antriebsarten wie Hybrid, Strom oder Wasserstoff verglichen. Die Ökobilanzierung wurde als Methode gewählt, um i) Wirkungsgrad, ii) CO₂-Emissionen und iii) Kosten der gewählten Antriebsarten über deren gesamten Lebensweg (Well-to-Wheel; vom Bohrloch bis zum Tank) zu vergleichen. Optional wurde eine Ökobilanzierungs-Software als Hilfsmittel für die Umsetzung vorgestellt. Die Studierenden wählten Tabellenkalkulationsprogramme für die Berechnungen. Weiters wurde im IP die Methode der Nutzwertanalyse, gekoppelt an eine Umfrage angewandt. Die TeilnehmerInnen teilten sich in vier Gruppen auf, welche sich mit den folgenden Themengebieten beschäftigten: i) PKW-Produktion, Entsorgung und Recycling, ii) Well-to-Tank (Herstellung Kraftstoffe und Transport), iii) Tank-to-Wheel (Speicherdichten, Reichweiten) und iv) Kundenanforderungen, Sicherheit und Recht. Auf eine ausgewogene Verteilung der Studierenden unterschiedlicher Fachschwerpunkte wurde Wert gelegt. Jede/r TeilnehmerIn übernahm die Verantwortung von einem Arbeitspaket innerhalb der Gruppe. Als Ausgangspunkt für die Erarbeitung der Themen wurden drei Vortragsblöcke seitens der Lehrenden abgehalten. Relevante Literatur wurde zur Verfügung gestellt. Der Schwerpunkt der Lehr- und Lernmethoden beruhte auf i) der Weiterentwicklung der Gruppenarbeiten durch bilaterale Gespräche zwischen Gruppen und den Lehrenden, ii) der eigenständigen Literaturrecherchen seitens der Studierenden, iii) der ausführlichen Diskussionen im Zuge des Zwischenberichtes und der Endpräsentation, iv) einer Führung durch das Wasserstoffzentrum Hydrogen Center Austria (HyCentA) in Graz. Eine wesentliche Aufgabe war die Vernetzung der einzelnen Arbeiten zugunsten der Vergleichbarkeit von Ergebnissen und des gemeinsamen Endberichtes.

3. Beschreibung der wesentlichen Ergebnisse

Im Folgenden sind die Ergebnisse der wesentlichen Eckpfeiler des IPs (Wirkungsgrad, CO₂-Emissionen und Kosten) zusammengefasst. Hervorzuheben ist, dass sämtliche Berechnungen basierend auf der

aufzuwendenden Energie am Rad durchgeführt wurden. Die notwendigen Werte wurden aus aktueller Literatur zu realen Testzyklen entnommen. Dies stellt einen wesentlichen Unterschied zu vergleichbaren Studien dar.

3.1 Wirkungsgrad

Die Energieeffizienz unterschiedlicher Technologien wird über den Wirkungsgrad ausgedrückt. Im IP wurde der Energiebedarf pro 100 Fahrzeugkilometer (Fkm) berechnet. Insgesamt am energieeffizientesten sind Elektrofahrzeuge ($28 \text{ kWh} \cdot 100 \text{ Fkm}^{-1}$), gefolgt von Brennstoffzellenfahrzeugen ($41 \text{ bis } 65 \text{ kWh} \cdot 100 \text{ Fkm}^{-1}$) und schließlich Fahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren ($76 \text{ bis } 103 \text{ kWh} \cdot 100 \text{ Fkm}^{-1}$). Bei Wasserstoff spielt insbesondere die Art der Treibstoffherstellung eine große Rolle, so weist beispielsweise die Dampfreformierung mit einem Wirkungsgrad von 80 % im Vergleich zu den Elektrolyseverfahren (55 bis 75 %) eine bessere Energieeffizienz auf. Bei allen Treibstoffarten, mit Ausnahme von Wasserstoff, ist der Anteil der im Fahrbetrieb benötigten Energie deutlich höher ist als jener zur Energiebereitstellung.

3.2 CO₂-Emissionen

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der Mengen an CO₂-Emissionen in den drei Lebenszyklusphasen der betrachteten Antriebsarten. Die Bezugsgröße ist 75.000 Fkm. Der Emissionsanteil der Produktion im Lebenszyklus fällt am geringsten aus. Durch den CO₂-Ausstoß im direkten Betrieb schneiden die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren wesentlich schlechter ab als die Alternativen. Bei Brennstoffzellenfahrzeugen spielt erneut die Herstellung des Wasserstoffs eine große Rolle.

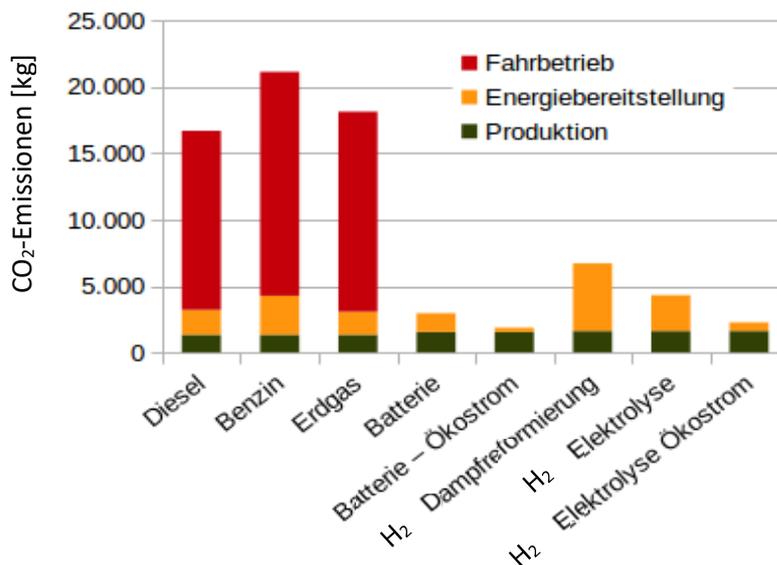


Abbildung 1: CO₂-Ausstoß bezogen auf 75.000 km Fahrzeugkilometer (eigene Darstellung).

3.3 Kosten

Neben dem subjektiven Sicherheitsempfinden spielen die Kosten für den Konsumenten die größte Rolle beim Autokauf. Relativ gesehen spielen hier die Anschaffungskosten eine größere Rolle als diejenigen für Treibstoff. Die Treibstoffpreise von Brennstoffzellenfahrzeugen sind vergleichbar mit jener konventioneller Treibstoffe, jedoch sind die Anschaffungskosten noch im sehr hohen Bereich (ca. 78.000 € für Toyota Mirai). Der finanzielle Vorsprung von konventionell betriebenen PKWs gegenüber Brennstoffzellenfahrzeugen lässt sich unter anderem durch deren geringe Marktpräsenz, sowie Unsicherheitsempfinden und fehlender Aufklärung bei der Bevölkerung erklären.