

Verflüssigtes Methangas (LNG, LBG, LSG, LGG) als LKW-Treibstoff

Christian Bach, Empa

Tags: Liquefied Natural-, Bio-, Synthetic-, Green-Gas / CO₂-Reduktion mit LGG um 70 bis 90 Prozent / Verflüssigung durch hohe Drücke oder Abkühlen auf -160°C / Druckanstieg im Tankstellentank durch langsame Erwärmung / max. 5 bis 6 bar erlaubt / Abfackeln zur Sicherheit / LKW-Betankungen und Tankstellen gut aufeinander abstimmen, dann ist ein kostengünstiger und CO₂-armer LKW-Betrieb möglich.

Methangase sind Energieträger, die entweder auf fossilen Quellen basieren (Erdgas), auf erneuerbaren biogenen Ressourcen (Biogas) oder künstlich aus erneuerbarem Wasserstoff und CO₂ in einem Syntheseprozess erzeugt wurden (synthetisches Methan). Sie unterscheiden sich in ihrer chemischen Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften nur minimal und sind deshalb beliebig mischbar.

Nachteilig bei gasförmigen Energieträgern ist generell die geringe volumetrische Energiedichte. Um Gase als Treibstoffe in Fahrzeugen anwendbar zu machen, müssen sie auf hohe Drücke verdichtet oder durch Abkühlen unter den Siedepunkt verflüssigt werden. Verflüssigtes Methan wird als LNG (Liquefied Natural Gas), LBG (Liquefied BioGas) oder LSG (Liquefied Synthetic Gas) bezeichnet; im Folgenden zusammengefasst als LxG. Mit fossilem LNG resultieren für LKWs insgesamt 5 bis 15 Prozent niedrigere CO₂-Emissionen als mit fossilem Diesel¹, und mit LBG und LSG (oftmals als "Liquefied Green Gases" (LGG) zusammengefasst) kann eine CO₂-Reduktion um 70 bis 90 Prozent erzielt werden.

Der Siedepunkt von Methan liegt bei -160°C (bei Normaldruck). Um das Methangas auf diese Temperatur abzukühlen, muss ungefähr 10 bis 20 Prozent des Energieinhalts des zu verflüssigenden Methans aufgewendet werden. Damit kann die volumetrische Energiedichte gegenüber dem gasförmigen Zustand bei Raumtemperatur um den Faktor 600 erhöht werden.

Das verflüssigte Methangas wird per LKW an die Tankstellen geliefert und erwärmt sich im Tankstellentank langsam aufgrund von Kälteverlusten, was zu einer Rückvergasung des verflüssigten Methans beziehungsweise zu einem Druckanstieg im Tankstellen-Tank führt. Typischerweise kann eine LxG-Tankstelle einen Druckanstieg von fünf bis sechs bar verkraften. Steigt der Druck weiter, muss das vergaste Methan wieder runtergekühlt, in eine Gasleitung expandiert, stationär genutzt oder abgefackelt werden. Mittels guter Planung können solche Massnahmen aber umgangen werden. Berechnungen der Empa zeigen, dass für eine 40 m³ LxG-Tankstelle mit hundert Betankungen pro Woche à 100 kg von anfänglich 13'500 kg LxG sowie 50 kg gasförmigem Methan am Ende noch 4'800 kg LxG (davon rund 600 kg aus den LKW-Tanks zurückgeführtes, kondensiertes Gas) sowie 370 kg gasförmiges Methan vorliegen. Die LxG-Temperatur würde Ende der Woche bei ca. -125°C liegen. Ein solcher Betrieb würde gewährleisten, dass der Druck im Tankstellentank immer unterhalb der Schwelle bleibt, die eine Druckentlastung erforderlich macht. Bei geringerer Nutzung der Tankstelle könnte dies nicht mehr immer sichergestellt werden.

¹ Rial M., Perez J.; Environmental performance of four different heavy-duty propulsion technologies using Life Cycle Assessment; Transportation Research Interdisciplinary Perspectives (2021)

LxG-LKWs und LxG-Tankstellen und deren Versorgung müssen also gut aufeinander abgestimmt werden. Gelingt das, kann ein vergleichsweise kostengünstiger und (im Falle von LGG) CO₂-armer LKW-Betrieb realisiert werden. Die Anwendung von verflüssigtem Methan im LKW-Bereich ist in der Schweiz noch relativ neu, hat aber in Europa stark zugenommen. 2021 waren in Europa rund 400 LxG-Tankstellen in Betrieb² sowie rund 11'000 LxG-LKWs³. Solche LKWs erreichen pro Tankfüllung Reichweiten von 1'000 km.

² <https://www.ngva.eu/medias/ngva-europe-has-published-2020-gas-vehicle-statistics-and-europe-has-reached-a-new-gas-refuelling-infrastructure-milestone/>

³ <https://www.ngva.eu/medias/the-necessary-rise-of-lng/>