

## Die Rolle von Ammoniak für die CO<sub>2</sub>-freie Schweiz

Die Schweiz (CH) hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 eine neutrale CO<sub>2</sub> äquivalente (CO<sub>2</sub> äq.) Emissionsbilanz zu erreichen. Die Emissionen im Jahr 2018 beliefen sich auf 46,4 Mio. t CO<sub>2</sub> äq. Emissionen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen in der CH alternative Energieressourcen erforscht und etabliert werden.

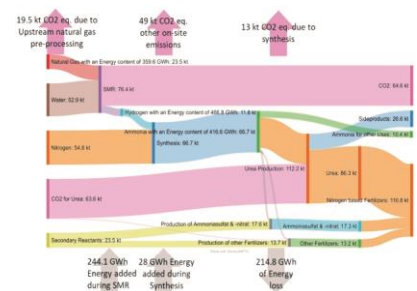
In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Wasserstoff (H<sub>2</sub>) eine Rolle bei der Erreichung dieses Ziels spielen können. H<sub>2</sub> kann kohlenstoffhaltige Brennstoffe ersetzen und könnte als Träger für erneuerbare Energien dienen, ist aber schwierig zu lagern und zu transportieren. NH<sub>3</sub>, das aus drei H und einem N-Atom besteht, ist leichter zu lagern, zu transportieren und kann in H<sub>2</sub> umgewandelt werden. Um den Status quo zu ermitteln und die Perspektiven von NH<sub>3</sub> und H<sub>2</sub> zu validieren, wurden Stoffflussanalysen durchgeführt, zwei Fachinterviews geführt und eine Einschätzung der Kostenentwicklung sowie fünf Szenarioanalysen für mögliche Anwendungen der beiden Stoffe erstellt. Die Stoffflussanalyse zeigte, dass die heutige H<sub>2</sub>-Produktion für 0,07% der Emissionsbilanz verantwortlich ist. NH<sub>3</sub> wird in der Form von Düngemitteln importiert. Würde man die Emissionen der NH<sub>3</sub>-Produktion in die Bilanz einbeziehen, würden sie 0,3% ausmachen. Die Emissionen, die bei der Verwendung von Düngemitteln anfallen, sind in der Bilanz enthalten und machen 4,7% aus. Die Fachinterviews zeigten, dass H<sub>2</sub> ein wichtiges Thema ist, NH<sub>3</sub> hingegen nicht. Die Kostenentwicklung hat gezeigt, dass im Jahr 2050 die Produktion von grünem Wasserstoff im Inland die günstigste Option ist, während die Produktion von grünem NH<sub>3</sub> in Algerien erfolgen sollte. Die fünf Szenarioanalysen ergaben, dass keines der untersuchten Szenarien in Bezug auf die CO<sub>2</sub> äq. Emissionen oder die Kosten derzeit vorteilhaft ist. Was die CO<sub>2</sub> äq. Emissionen betrifft, so ändert sich dies zwischen 2030 und 2040, da der 'Carbon Leakage Effekt' beim Ersatz des für die Herstellung von grünem NH<sub>3</sub> oder H<sub>2</sub> verwendeten Stroms geringer ist. Wirtschaftlich gesehen kann eine Produktion von grünem NH<sub>3</sub> oder H<sub>2</sub> ab 2050 vorteilhaft sein.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Umstellung auf grünen H<sub>2</sub> oder NH<sub>3</sub> derzeit nicht sinnvoll ist, da der 'Carbon Leakage Effekt' zu gross ist und die Kosten höher sind als bei herkömmlichen Produktionsmethoden wie der Dampfreformierung von Methan. Dies dürfte sich bis 2050 aufgrund der Entwicklung der Verfahren und eines höheren Anteils erneuerbarer Energien im Stromnetz ändern.

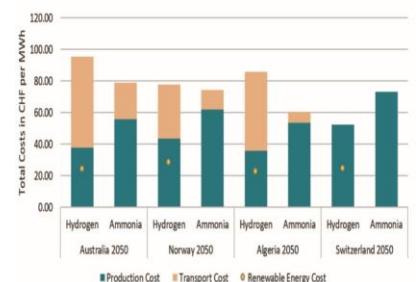


Diplomierende  
Michael Bigler  
Nicolas Villatoro

Dozierende  
Peter Flohr  
Corinna Baumgartner



Massenflüsse der Ammoniaproduktion und -verbrauch in der Schweiz in kilo Tonnen. Zusätzliche Energieströme in GWh und CO<sub>2</sub> äq. werden gezeigt.



Kosten für die eigene Herstellung und der Import von Ammoniak und Wasserstoff von ausgewählten Ländern in 2050.