

Zur Bewertung der THG-Emissionen von türkischem Wasserstoff: **Entscheidend ist, was vorne reingeht!**

von: **Friedemann Mörs, Maximilian Heneka, Dr. Frank Graf** (alle: DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut),
Miriam Bäuerle & Jörn Benthin (beide: Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.)

Um das Treibhausgas-Minderungspotenzial von türkischem Wasserstoff (H_2) zu bewerten, müssen die Treibhausgas-Emissionen (THG) der zugrundeliegenden Wertschöpfungskette untersucht werden, also auch die sogenannten Vorkettenemissionen. Als Vorkettenemissionen bezeichnet man solche, die bei der Produktion, der Aufbereitung, dem Transport, der Speicherung, der Verteilung von Erdgas und der Bereitstellung von elektrischer Energie entstehen.

Vor diesem Hintergrund wurden im DVGW-Forschungsprojekt „Roadmap Gas 2050“ die Bereitstellung von türkischem H_2 mit einer Kapazität von 100.000 m^3/h in Deutschland analysiert, eine detaillierte Beschreibung der Projektdaten finden Sie unter [1]. Doch nicht nur die Vorkettenemissionen des eingesetzten Erdgases haben entscheidende Auswirkungen auf die THG-Emissionen

von türkischem H_2 , sondern auch die Vorkettenemissionen der für den Pyrolyseprozess nötigen elektrischen Energie. Darüber hinaus müssen auch die direkten Emissionen durch die Nutzung des Erdgases in der Produktionsanlage berücksichtigt werden. Demgegenüber können die THG-Emissionen, die aus dem Bau der Produktionsanlagen resultieren, vernachlässigt werden, da solche Anlagen über lange Zeiträume bei gleichzeitig hohen Erdgasumsätzen betrieben werden [2].

Für den deutschen Strommix wurden die in Tabelle 1 gezeigten Vorkettenemissionen angenommen. Für die Jahre 2030 und 2045 wurden Emissionsfaktoren der Software GEMIS (Version 5.0) [3] verwendet, die auf dem Zielszenario des Nationalen Energie- und Klimaplanes (NECP) der Bundesregierung basieren. Der NECP wird von den EU-Mitgliedsstaaten in regelmäßigen Abständen

an die EU-Kommission übermittelt und erteilt Auskunft über die nationale Energie- und Klimapolitik für einen Zeitraum von zehn Jahren. Der aktuelle deutsche NECP wurde am 10. Juni 2020 an die EU-Kommission übermittelt [4]. Die nach dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts im August 2021 revidierten deutschen Klimaziele (Treibhausgas-Neutralität bis 2045) werden in den Strommixszenarien demzufolge nicht berücksichtigt. Dementsprechend ist der hier verwendete THG-Fußabdruck des deutschen Strommix für die Jahre 2030 und 2045 als konservativ zu betrachten.

Für den Erdgasbezug wurden die mittleren Vorkettenemissionen für den deutschen Erdgasmix eingesetzt (24 $g\ CO_2eq/kWh$ (LHV)). Dieser Wert beinhaltet sowohl CO_2 - als auch Methanemissionen im Bereich der Förderung, der Verarbeitung und des Transports nach Deutschland sowie der Verteilung in der Bundesrepublik. Die Vorkettenemissionen für Biogas basieren auf Well-to-Tank-Analysen des Joint Research Centre (JRC) [5]. Eine Reduktion der Vorkettenemissionen von Biogas aus Energiepflanzen um bis zu 40 Prozent bis 2040 wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt [6].

Quelle: die Autoren

	Deutschland 2020	Deutschland 2030	Deutschland 2045 (2050)
Strommix $g\ CO_2eq/kWh$ (el) [9–11]	352	261	30
Vorkettenemissionen $g\ CO_2eq/kWh$ (LHV)			
Erdgas Mittelwert Deutschland		24 [12]	
Biomethan aus Mais		86 [5, 13]	
Biomethan aus Reststoffen		25 [5, 13]	

Quelle: die Autoren

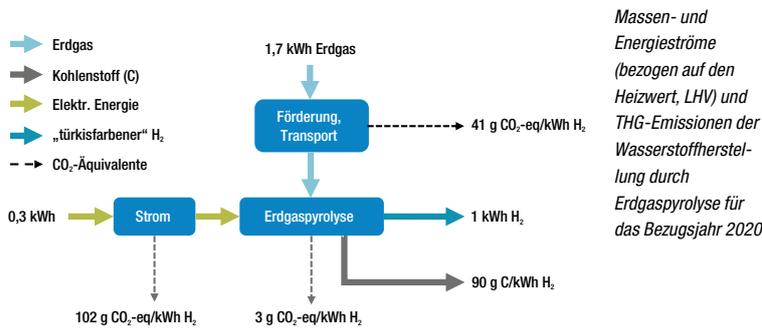


Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse zur Analyse der THG-Emissionen von türkischem H₂ für eine Produktionsanlage in Deutschland. Für das Bezugsjahr 2020 entfallen demnach ca. zwei Drittel der THG-Emissionen auf den Bezug von Netzstrom und ca. ein Drittel auf die Vorkettenemissionen des Erdgases. Die direkten Emissionen haben in den untersuchten Konstellationen nur einen untergeordneten Effekt. Durch den erwarteten Ausbau der erneuerbaren Energien sinken die Vorkettenemissionen des deutschen Strommixes bis 2045 (2050) auf 30 g CO₂eq//KWh(el) (Tab. 1). Das bedeutet: Aufgrund des großen Einflusses der Strom-Vorkettenemissionen sinken die THG-Emissionen von türkischem H₂ von 146 g CO₂eq/

kWh (LHV) in 2020 auf dann 53 g CO₂eq/kWh (LHV) in 2045 (2050). Dies entspricht einer Reduktion der THG-Emissionen gegen über dem Einsatz von grauem Wasserstoff aus der Dampfreformierung (ca. 310 g CO₂eq/kWh) oder der Verbrennung von in Deutschland verwendetem Erdgas (ca. 222 g CO₂eq/kWh (LHV)).

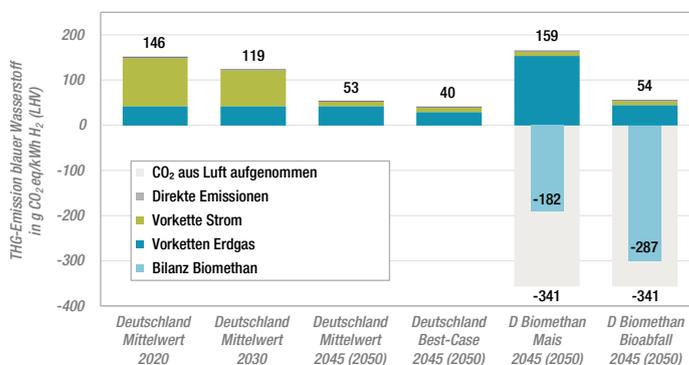
Entscheidend für die Betrachtung ist, dass sich die THG-Emissionen von türkischem H₂ stark sensitiv zum eingesetzten Erdgas bzw. dessen Vorkettenemissionen [7] verhalten. Mehr noch: Der Einfluss dieser Erdgas-Vorkettenemissionen wird umso entscheidender, je geringer die Vorkettenemissionen des eingesetzten Stroms sind. Daher ist es notwendig, für die Bewertung der THG-Emissi-

onen von türkischem H₂ den konkreten Standort bzw. die Vorkettenemissionen des eingesetzten Erdgases zu berücksichtigen; dies zeigt auch die Best-Case-Betrachtung.

Bis 2030 soll nach den Plänen der EU-Kommission die Methan-Emissionen in allen Sektoren um 30 Prozent gesenkt werden [8]. Unter der Annahme, dass die Vorkettenemissionen ebenfalls um bis zu 30 Prozent sinken, ist dementsprechend eine weitere Reduktion der THG-Emissionen von türkischem H₂ möglich. Beim Einsatz von Biogas aus Mais (Energiepflanzen) oder Bioabfall sind trotz der vergleichsweise hohen Vorkettenemissionen sogar negative THG-Emissionen für türkisen H₂ möglich, wobei eine begrenzte Biomasseverfügbarkeit berücksichtigt werden muss. Warum ist das so? Beim Biomasseanbau wird Kohlenstoff in Form von CO₂ aus der Atmosphäre entnommen. Nach dem Pyrolyseprozess kann der Kohlenstoff in fester Form gelagert werden.

Die Analysen zeigen, dass über den Weg der Erdgaspyrolyse die THG-Emissionen von Wasserstoff gegenüber dem Stand der Technik reduziert werden können. Entscheidend sind die standortabhängigen Vorkettenemissionen des eingesetzten Erdgases und der elektrischen Energie sowie die Lagerung des erzeugten festen Kohlenstoffs, um THG-Emissionen aus dessen Nutzung zu vermeiden.

Quelle: die Autoren



THG-Emission von türkisen Wasserstoff für unterschiedliche Bezugsjahre, für eine Reduktion der Methanvorketten-Emissionen um 30 Prozent (Best-Case) und für Biogas aus Mais und Bioabfall in 2045 (2050)