

# WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG DER H<sub>2</sub>-ENERGIEVERSORGUNG IN DER INDUSTRIE

Felix SCHNELL<sup>1\*</sup>, Yvonne EBOUMBOU EBONGUE<sup>1</sup>, Alexander EMDE<sup>1</sup>,  
Alexander SAUER<sup>1,2</sup>

## Motivation

Zur Erreichung der Klimaziele müssen die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen signifikant reduziert werden [1]. Hierfür wird Wasserstoff (H<sub>2</sub>) von Wissenschaft, Industrie und Politik als ein wichtiger Energieträger angesehen [2]. Indem Wasserstoff emissionsfrei durch die Elektrolyse von Wasser mithilfe erneuerbarer Energiequellen hergestellt wird, ist die langfristige Nachhaltigkeit dieser Technologie gewährleistet [3, 4]. Darauf aufbauend wird in diesem Beitrag untersucht, inwiefern H<sub>2</sub>-integrierte Energieversorgungssysteme gegenüber konventionellen Energieversorgungssystemen in der Industrie wirtschaftlich wettbewerbsfähig sind.

## Methode

Zur Bewertung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit von dezentralen H<sub>2</sub>-Energieversorgungstechnologien werden insgesamt drei H<sub>2</sub>-integrierte Energieversorgungsszenarien beispielhaft für ein süddeutsches Industrieunternehmen entwickelt. Als Vergleichsmaßstab dient ein Referenzenergieversorgungsszenario, das konventionelle Energieversorgungstechnologien verwendet (vgl. Abbildung 1). Im Referenzszenario werden ein Erdgasbrenner mit Erdgas vom öffentlichen Erdgasnetz, eine Kompressionskältemaschine und Strom vom öffentlichen Netz zur Deckung des Wärme-, Kälte- und Strombedarfs des Unternehmens verwendet. Im ersten H<sub>2</sub>-integrierten Energieversorgungsszenario wird neben der Kompressionskältemaschine und dem öffentlichen Stromnetz ein H<sub>2</sub>-Brenner sowie eine PEM-Brennstoffzelle mit H<sub>2</sub> vom öffentlichen Netz zur Deckung der Bedarfe eingesetzt. Im zweiten Szenario wird der H<sub>2</sub> in einem PEM-Elektrolyseur dezentral produziert. Im dritten H<sub>2</sub>-integrierten Szenario wird die thermische Energie ausschließlich durch die Abwärme der Brennstoffzelle und des Elektrolyseurs bereitgestellt. Zur Synchronisation von Verbrauch und Erzeugung wird ein thermischer Energiespeicher eingesetzt.

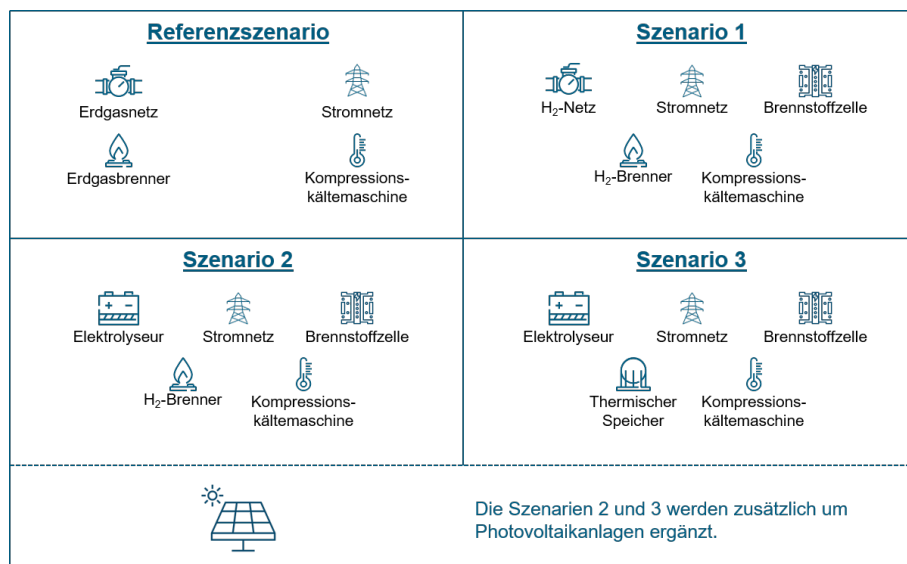


Abbildung 1: Übersicht der untersuchten Energieversorgungsszenarien

<sup>1</sup> Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP, Universität Stuttgart, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Deutschland, Telefonnr. +49 (0)711 970 3893, felix.schnell@eep.uni-stuttgart.de, <https://www.eep.uni-stuttgart.de/>

<sup>2</sup> Fraunhofer Institut für Produktion und Automatisierung IPA, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Deutschland, <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/effizienzsysteme.html>

## Ergebnisse

Die Ergebnisse der wirtschaftlichen Betrachtung der vorgestellten Energieversorgungsszenarien sind in Abbildung 2 dargestellt. Auffällig ist, dass die Investitionen aller H<sub>2</sub>-integrierten Energieversorgungsszenarien höher als beim Referenzszenario sind. Neben den Investitionen sind die jährlichen laufenden Kosten bezogen auf die Investition innerhalb des Referenzszenarios in Abbildung 2 abgebildet. In Abhängigkeit der Szenarien setzen sich die laufenden Kosten aus Stromkosten, Brennstoffkosten (Erdgas- oder H<sub>2</sub>-Kosten), Betriebskosten (Aufwand für Instandsetzung, Wartung und Inspektion) sowie Wasserkosten zum Betrieb der Elektrolyseure zusammen. Die jährlichen laufenden Kosten der H<sub>2</sub>-integrierten Energieversorgungsszenarien liegen schon heute beim Zukauf von grauem oder blauem H<sub>2</sub> in Szenario 1 unter den jährlichen laufenden Kosten innerhalb des Referenzszenarios. Dadurch können sich diese beiden H<sub>2</sub>-integrierten Energieversorgungsszenarien gegenüber dem Referenzszenario amortisieren. Zudem wird gezeigt, dass sich die Energieversorgungsszenarien mit H<sub>2</sub>-Eigenproduktion (Szenarien 2 und 3) aufgrund der hohen Investitionen der H<sub>2</sub>-Energieversorgungstechnologien sowie der hohen Betriebskosten der H<sub>2</sub>-Energieversorgungstechnologien selbst mit der betrachteten PV-Anlage nicht gegenüber dem Referenzszenario amortisieren können. Dennoch, auch wenn die hier betrachtete PV-Anlage nicht ausreicht, um die Stromkosten so stark zu senken, dass die wirtschaftliche H<sub>2</sub>-Eigenproduktion ermöglicht werden kann, zeigt die Integration, dass durch entsprechend größer ausgelegte dezentrale erneuerbare Energieversorgungstechnologien Amortisationen möglich sind. Für den wirtschaftlichen Betrieb des Elektrolyseurs ohne dezentrale erneuerbare Energieversorgungstechnologien muss der aktuelle deutsche Strompreis um rund 17 % sinken.

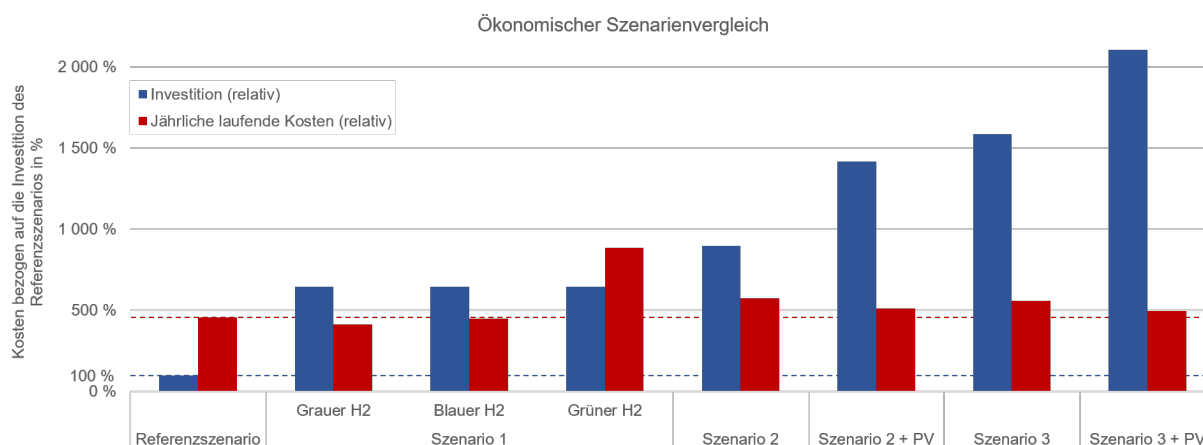


Abbildung 2: Darstellung der relativen Investitionen und der relativen jährlichen laufenden Kosten in Abhängigkeit von den bewerteten Energieversorgungsszenarien

## Referenzen

- [1] Umweltbundesamt, *Europäische Energie- und Klimaziele*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/europaeische-energie-klimaziele#zielvereinbarungen> (Zugriff am: 17. Oktober 2023).
- [2] N. Gerhardt, J. Bard, R. Schmitz, M. Pfennig und T. Kneiske, *Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme: Studie zum Einsatz von H<sub>2</sub> im zukünftigen Energiesystem mit dem besonderen Fokus auf die Gebäudewärmeversorgung*. Verfügbar unter: [https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Studien-Reports/FraunhoferIEE\\_Kurzstudie\\_H2\\_Gebaeudewaerme\\_Final\\_20200529.pdf](https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Studien-Reports/FraunhoferIEE_Kurzstudie_H2_Gebaeudewaerme_Final_20200529.pdf).
- [3] J. Leiblein *et al.*, „Deliverable D1.1: Bewertung von alternativen Verfahren zur Bereitstellung von grünem und blauem H<sub>2</sub>“ in *Roadmap Gas 2050*, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Hg., Bonn, 2022.
- [4] Deutscher Bundestag, *Kosten der Produktion von grünem Wasserstoff: Dokumentation*. Verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/691748/01a954b2b2d7c70259b19662ae37a575/WD-5-029-20-pdf-data.pdf>. Zugriff am: 27. Juni 2023.