

# Wenn man die Zahlen betrachtet, ist grüner Wasserstoff ein Fehlschlag

geschrieben von Chris Frey | 19. Februar 2024

[Francis Menton](#), [MANHATTAN CONTRARIAN](#)

In diesem Beitrag wird über zwei neue Fälle berichtet, in denen Menschen ein wenig kritisch über die Verwendung von so genanntem „grünem“ Wasserstoff als wesentlicher Bestandteil eines zukünftigen kohlenstofffreien Energiesystems nachdenken. Dieses Thema habe ich bereits in einem [Beitrag](#) vom 13. Juni 2022 und in meinem [Bericht](#) über Energiespeicherung vom 1. Dezember 2022 behandelt.

Die beiden neuen Beiträge in diesem Beitrag sind (1) ein [Bericht](#) von Jonathan Lesser für das Manhattan Institute vom 1. Februar mit dem Titel „Green Hydrogen: A Multibillion-Dollar Energy Boondoggle,“ [etwa: Grüner Wasserstoff: Ein Multimilliarden-Dollar-Energie-Irrweg] und (2) ein [Artikel](#) vom 13. Februar im Washington Examiner von Steve Goreham mit dem Titel „Can the government create a green hydrogen fuel industry?“

[Dieser erscheint demnächst auch in deutscher Übersetzung. A. d. Übers.]

Wenn Sie der Meinung sind, dass ein „kohlenstofffreies“ Energiesystem eine dringende Priorität für die Menschheit ist, und wenn Sie sich Gedanken darüber machen, wie dies zu erreichen ist, werden Sie nicht lange brauchen, um zu erkennen, dass Wasserstoff die einzige Möglichkeit ist, dieses Ziel zu erreichen. OK, es gibt die Kernenergie, aber Umweltschützer und Regulierungsbehörden haben die Kernenergie komplett blockiert. Das bedeutet, dass der meiste Strom aus Wind und Sonne kommen muss, um kohlenstofffrei zu sein, und das wiederum bedeutet, dass eine Energiespeicherung erforderlich ist, die weit über die Möglichkeiten von Batterien hinausgeht. Wasserstoff ist die einzige verbleibende Lösung.

Und nicht nur irgendein Wasserstoff. Nur „grüner“ Wasserstoff ist geeignet, d. h. Wasserstoff, der selbst in einem kohlenstofffreien Verfahren hergestellt wird. Die Alternative ist, den Wasserstoff auf die Art und Weise zu gewinnen, wie heute fast der gesamte Wasserstoff hergestellt wird: Man „reformiert“ Methan (CH<sub>4</sub>), trennt den Wasserstoff ab und entsorgt den Kohlenstoff als CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre. Dieser Prozess verursacht jedoch dieselben CO<sub>2</sub>-Emissionen, als wenn man das Methan (auch Erdgas genannt) in einem Kraftwerk verbrennt, um Energie zu gewinnen. Wenn das gesamte Ziel die Dekarbonisierung ist, ist das eindeutig nicht erlaubt.

Die Regierung denkt langsam, aber sie hat vor kurzem herausgefunden, dass sie ihre Utopie der Energiewende nur mit großen Mengen an grünem Wasserstoff am Leben erhalten kann. Und so haben sie sich vorgenommen,

das Problem auf die einzige Weise anzugehen, die sie kennen, nämlich mit Unmengen von Steuergeldern. Dieser [Artikel](#) von JPT vom 24. Oktober 2023 berichtet über die jüngste große Ankündigung der Regierung:

*US-Präsident Joe Biden und Energieministerin Jennifer Granholm gaben bekannt, dass sieben regionale Wasserstoffzentren ausgewählt wurden, um 7 Mrd. USD im Rahmen des Bipartisan Infrastructure Law zu erhalten, um den heimischen Markt für kostengünstigen, sauberen Wasserstoff zu beschleunigen. Es wird erwartet, dass die sieben ausgewählten regionalen Knotenpunkte für sauberen Wasserstoff private Investitionen in Höhe von mehr als 40 Mrd. USD auslösen und Zehntausende von Arbeitsplätzen schaffen werden, so dass sich die gesamten öffentlichen und privaten Investitionen in Wasserstoff-Knotenpunkte auf fast 50 Mrd. USD belaufen.*

Man beachte, dass die große Initiative der Regierung nur etwa ein Jahr nach den beiden Manhattan Contrarian-Beiträgen aus dem Jahr 2022 kam, in denen erklärt wurde, warum dies wirtschaftlich niemals machbar wäre. Aber wie dem auch sei, jetzt, wo die Regierungsgelder fließen und die so genannte „Infrastruktur“ gebaut wird, fangen andere an zu prüfen, ob dies überhaupt Sinn macht.

Von den beiden neuen Beiträgen, über die hier berichtet wird, ist der von Lesser bei weitem der längere und ausführlichere. Er geht sorgfältig auf alle Elemente ein, die bei der Herstellung von grünem Wasserstoff eine Rolle spielen – Bau der Elektrolyseanlage, Betrieb und Wartung der Anlage, Kauf von Strom von Wind- und Solarstromerzeugern, Übertragung des Wind-/Solarstroms zum Ort der Elektrolyse und Komprimierung des Wasserstoffs in eine Form, die für den Transport an einen anderen Ort geeignet ist -, und legt für jeden Teil des Prozesses Kostenschätzungen vor. Er kommt zu einem Gesamtkostenbereich von 2,74 \$ bis 5,35 \$ pro kg erzeugten Wasserstoffs. Hier das Diagramm von Lesser:

Summary of Green Hydrogen Production Costs			
Line No.	Item	Cost \$/kg of H <sub>2</sub>	
		Low	High
1	Electrolysis Facility Capital Cost (\$200/kW–\$1,000/kW)	\$0.11	\$0.55
2	Fixed Operation and Maintenance Costs (\$/kg)	\$0.12	\$0.24
3	Wind and Solar Cost (\$0.04/ kWh, unsubsidized)	\$1.89	\$2.16
4	Transmission Cost (\$0.01/ kWh–\$0.04/kWh)	\$0.54	\$2.16
5	Hydrogen Compression Cost (2 kWh–6 kWh)	\$0.08	\$0.24
6	<b>Subtotal (Lines 1–5), Assuming No Battery Storage Costs</b>	<b>\$2.74</b>	<b>\$5.35</b>
7	Battery Storage Cost (\$0.13/kWh, unsubsidized, 12–48 hours)	\$0.88	\$3.50
8	<b>Total with Battery Storage</b>	<b>\$3.62</b>	<b>\$8.85</b>

Man beachte, dass Lesser sogar noch höhere Zahlen von 3,62 bis 8,85 \$

pro kg Wasserstoff angibt, wenn er die Kosten für die Batteriespeicherung von Strom hinzurechnet, damit die Elektrolyseure die ganze Zeit laufen können und nicht von den Schwankungen von Wind und Sonne abhängig sind. Befürworter von grünem Wasserstoff würden bestreiten, dass dies notwendig ist, also lassen wir es vorerst weg. Selbst ohne diese zusätzlichen Kosten liegen wir bei 2,74 bis 5,35 \$ pro kg Wasserstoff.

Da ein kg Wasserstoff für etwa 33,3 kWh gut ist, würde das etwas im Bereich von 8,3 bis 16,2 Cent pro kWh nur für den Kraftstoff bedeuten, ohne die Kosten für den Transport des Kraftstoffs zu einem Kraftwerk zur Verbrennung zu berücksichtigen.

Ich möchte anmerken, dass einige von Lessers Annahmen sehr niedrig sind, und mit „niedrig“ meine ich günstig für die wirtschaftliche Lebensfähigkeit dieses grünen Wasserstoffs. Vor allem geht er von nicht subventionierten Kosten von 4 Cent pro Kilowattstunde für den aus Wind- und Sonnenenergie erzeugten Strom aus. Verrückt. Hier in New York haben die Entwickler von Offshore-Windkraftanlagen, die im letzten Jahr für Verträge zu 90-100 \$/MWH (d.h. 9-10 Cents pro kWh) geboten hatten, kürzlich einen Rückzieher gemacht und Preise im Bereich von 150-160 \$/MWH oder 15-16 Cents pro kWh gefordert. Wenn die jüngsten New Yorker Forderungen den tatsächlichen Kosten für Wind-/Solarstrom entsprechen, dann kann man Lessers Zahl für den Stromverbrauch zur Herstellung eines Kilogramms Wasserstoff mit 4 multiplizieren und etwa 6 \$ pro kg hinzuaddieren, so dass sich die Gesamtkosten für ein Kilogramm auf etwa 9 – 11 \$ belaufen, anstatt der von Lesser angegebenen 2,74 – 5,35 \$. In Cent/kWh ausgedrückt wären das etwa 18 zusätzliche Cent pro kWh, sowohl im hohen als auch im niedrigen Szenario; anstelle einer Spanne von etwa 8 bis 16 Cent wären es 24 bis 32 Cent pro kWh für die Herstellung des grünen Wasserstoffs.

Goreham gibt uns keine so detaillierte Berechnung, aber sein Endergebnis ist ungefähr dasselbe (einschließlich realistischerer Kosten für den Wind-/Solarstrom):

*Wasserstoff aus Erdgas oder Kohle ist mit Kosten von nur 1 \$ pro Kilogramm preiswert. ... Um ein Kilogramm Wasserstoff durch Elektrolyse zu erzeugen, kostet allein der Strom 3 bis 6 Dollar pro Kilogramm, was zu **Gesamtkosten** von mindestens 5 Dollar pro Kilogramm führt. Damit ist Wasserstoff aus der Elektrolyse mehr als fünfmal so teuer wie Wasserstoff, der aus Erdgas oder Kohle hergestellt wird.*

Gorehams „mindestens 5 Dollar pro Kilogramm“ für grünen Wasserstoff liegt sogar deutlich unter Lessers Wert, wenn man die Kosten für Strom aus Wind- und Solaranlagen berücksichtigt.

Wie ich am 12. Januar [berichtete](#), lagen die jüngsten Angebote für die Erzeugung von grünem Wasserstoff aus Offshore-Windkraft in UK bei etwa 306 \$/MWH, d. h. 30,6 Cents pro kWh. Legt man den Umrechnungsfaktor von 33,3 kWh/kg Wasserstoff zugrunde, so entspricht dies mehr als 10 \$ pro

kg Wasserstoff.

Wir werden erst dann wissen, wie viel dieser grüne Wasserstoff tatsächlich kostet, wenn einige Anlagen wirklich in Betrieb sind. Aber ob es nun zehnmal so teuer ist wie das aus Erdgas hergestellte Zeug oder nur fünfmal so teuer, spielt eigentlich keine Rolle. Es ist unwirtschaftlich, und daran wird sich auch nichts ändern. Niemand wird es je kaufen oder verwenden, wenn es nicht von der Regierung vorgeschrieben oder subventioniert wird oder beides.

Gorehams Schlussfolgerung:

*Die Regierungen wollen nun mit Hilfe von Markteingriffen, Vorschriften und massiven Subventionen eine neue Wasserstoff-Kraftstoffindustrie schaffen. Doch Physik und Wirtschaft stehen der Entwicklung einer grünen Wasserstoffindustrie entgegen. Machen Sie sich auf ein spektakuläres Scheitern dieser staatlich geförderten Bemühungen gefasst.*

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2024/02/17/when-you-crunch-the-numbers-green-hydrogen-is-a-non-starter/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE