

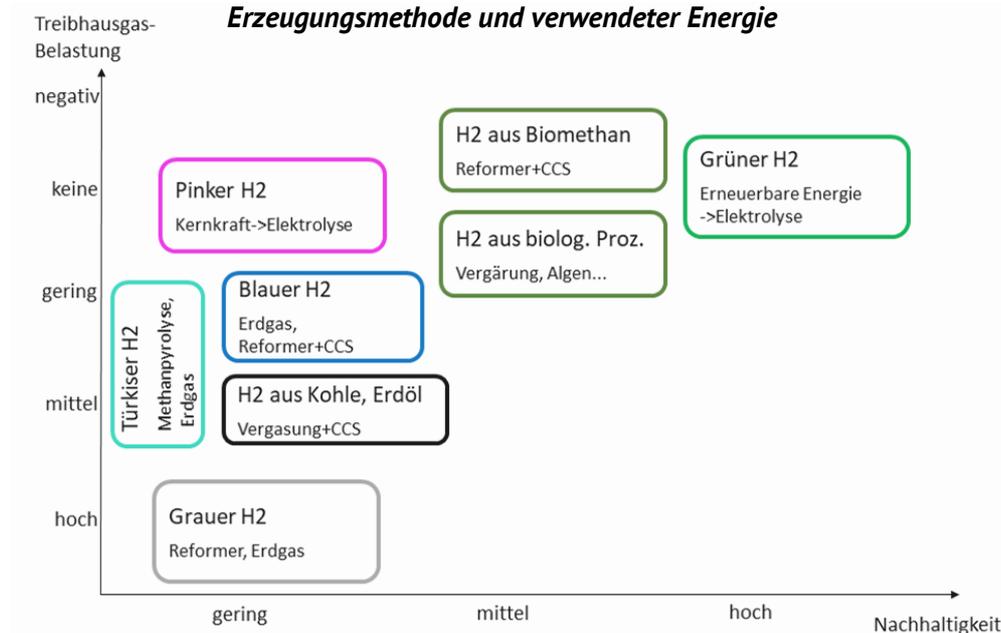
Anhänge zur Stellungnahme der AG Wasserstoff, LAG Energie NRW: Ist die Verwendung von Wasserstoff für die Erzeugung von Gebäudewärme sinnvoll?

1. Einige Grundlagen zu Wasserstoffproduktion

Da natürlicher Wasserstoff nur in chemisch gebundenem Zustand – insbesondere als Wasser, aber auch in Form von Kohlewasserstoffverbindungen vorkommt, muss er unter Einsatz von Energie herausgelöst und isoliert werden. **Eine CO₂-freie Produktion ist nur durch die Aufspaltung von Wasser unter Freisetzung von Sauerstoff und Einsatz erneuerbarer Energie möglich.** Momentan wird wegen der geringeren Kosten der weitaus überwiegende Teil des Wasserstoffs aus fossilen Rohstoffen und unter Einsatz von erheblichen CO₂-Emissionen gewonnen (DLR, Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 1 2020, S. 8). Er wird dann auch als ‚grauer Wasserstoff‘ bezeichnet.

Insbesondere Frankreich hat Interesse daran, auch ‚pinkem Wasserstoff‘, bei dem der Strom für die Elektrolyse durch Kernenergie gewonnen wird, ein grünes Label zu verpassen. Eine andere Richtung zu geringeren effektiven Treibhausgasbelastungen ist Wasserstoffproduktion mithilfe fossiler Energie, bei der das freigesetzte CO₂ eingefangen und gelagert wird, also Carbon Capture (Usage and Storage) = CCUS. Das auf diese Weise gewonnene Produkt wird als blauer Wasserstoff bezeichnet.

Grafik: Treibhausgasbelastung und Nachhaltigkeit von Wasserstoff in Abhängigkeit von Erzeugungsmethode und verwendeter Energie



(nach: Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme, Fraunhofer 2020, S.17)

2. Effizienzvergleich Wasserstoffheizung und Wärmepumpe

Wenn Wasserstoff mit Erdgas im Hinblick auf Wärmeproduktion verglichen wird, ist insbesondere der unterschiedliche Brennwert zu beachten, der bei Wasserstoff bei 3,54 kWh/m³, bei Erdgas hingegen bei 11,09 kWh/m³ liegt, also ca. dreimal so hoch ist. Zusätzlich erklärt [Buderus](#): „Neben Brennstoffzellenheizungen bestehen noch andere, jedoch bislang nur experimentelle Möglichkeiten, mit Wasserstoff zu heizen. Hierzu zählen etwa **spezielle Gasthermen zur Direktverbrennung von Wasserstoff oder Katalysatoren**, die sich der Reaktion von Knallgas (Mischgas aus Wasser- und Sauerstoff) mit anderen Stoffen bedienen, etwa Platin. **Beide Methoden sind jedoch bislang nicht sicher, effizient oder wirtschaftlich genug für den häuslichen Einsatz.**“ Momentan werden Brenner für 100% Wasserstoff nur erprobt (Viessmann, Bosch etc.), aber sie sind noch nicht auf dem Markt vorhanden.

Grafik: Substitutionswirkung von PtX-Techniken

Nutzung regenerativer Strom			Substitution fossiler Bereitstellung			Substitutions-verhältnis Energie	Vermiedene THG-Emissionen in CO ₂ Äq
regenerative Bereitstellung			fossile Einsparung				
Input	Technik	bereitgestellte Energie / Nutzen	Technik	Input			
1 kWh reg. Strom	PtH Wärmepumpe	3,3 kWh Wärme	3,3 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	3,14 kWh Erdgas	3,14	~ 640
1 kWh reg. Strom	E-Auto (80%)	4,6 km	4,6 km	Verbrennungsmotor (28%)	2,6 kWh fl. Kraftstoff	2,6	~ 690
1 kWh reg. Strom	PtH direkt elektrisch	0,95 kWh Wärme	0,95 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	0,91 kWh Erdgas	0,91	~ 185
1 kWh reg. Strom	PtG – H ₂ stofflich	0,74 kWh Wasserstoff	0,74 kWh Wasserstoff	Dampfreforming (85,2%)	0,87 kWh Erdgas	0,87	~ 180
1 kWh reg. Strom	PtG – CH ₄	0,58 kWh Methan	0,58 kWh Methan		0,58 kWh Erdgas	0,58	~ 120
1 kWh reg. Strom	PtL	0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5 kWh fl. Kraftstoff		0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5	~ 135

(Grafik: [Umweltbundesamt](#); Hervorhebungen von uns)

Aus den Zahlen geht hervor, dass **eine direkte Verbrennung sehr viel mehr primäre Energie erfordert als Wärmepumpen**. Demnach folgt aus 1 kWh regenerativer Strom 0,74 kWh Wasserstoff, wozu noch ein begrenzter Wirkungsgrad der Therme oder der Brennstoffzelle von typischerweise 70% hinzukommt. Also wird nur ca. die Hälfte des regenerativen Stroms in Wärme umgewandelt, d.h. aus 1 kWh Energie wird 0,5 kWh Wärme produziert. Hingegen kann aus einer Wärmepumpe typischerweise mit 1 kWh Energie aus regenerativem Strom 3,3 kWh Wärme produziert werden.

3. Prognosen für die Anteile der Energieträger an Gebäudewärme

Auch wenn Studien für 2050 sowohl die Gesamtmenge als auch die Anteile an den Energieträgern im Detail unterschiedlich abschätzen, ist bei fast allen der **Anteil von Wasserstoff an der Gebäudewärme gering**. Eine Ausnahme ist das Ergebnis der ‚Wasserstoffstudie Nordrhein-Westfalen‘, die im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen von der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH in 2019 durchgeführt wurde. Dort werden zwei Szenarien mit dem jeweiligen Schwerpunkt Elektrizität bzw. Wasserstoff durchgespielt. Nicht überraschend hat die ‚H2‘ Studie auf einen höheren Anteil von 31% zum Ergebnis, wobei zusätzlich noch ca. 5% Wasserstoffanteil in der Fernwärme hinzukommt.

Die Zitate aus den meisten betrachteten Studien zeigen aber, dass in der Wärmeerzeugung lediglich ein geringer Anteil von Wasserstoff als wahrscheinlich angesehen wird:

- „Wir gehen jedoch davon aus, dass Wasserstoff **nicht bis in die Ebene der Gebäudeversorgung vordringen wird.**“ (Klimaneutrales Deutschland 2045¹, Prognos, S. 104)
- „... **für eine Versorgung der dezentralen Gebäudewärme der Einsatz von Wasserstoff nicht notwendig ist.** Selbst in einem dicht besiedelten Land wie Deutschland besteht ein ausreichendes Potenzial von Windkraft und PV, um die hohen Nachfragepotenziale einer direkten Stromnutzung in den Bereichen Elektromobilität, Industrieprozesswärme und Gebäudewärme zu versorgen.“ (Fraunhofer, Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme 2020, S. 41 - N.B.: Studie im Auftrag des Informationszentrums für Wärmepumpen und Kältetechnik)
- „**Nur dort, wo es technisch nicht möglich ist, erneuerbare Energien und erneuerbaren Strom direkt zu nutzen, sollten Brennstoffe, also auch Wasserstoff zum Einsatz kommen.**“ ([Umweltbundesamt](#))
- „Studien und Szenarien [bewerten] überwiegend eine Kombination von **Energieeinsparmaßnahmen und Wärmepumpen oder Wärmenetzen als vielversprechender** (Metastudie Fraunhofer 2021).

Neben der direkten Verbrennung von Wasserstoff, analog der heutigen Verbrennung von Erdgas, gibt es Überlegungen, Wasserstoff für spezielle Ziele der Wärmeerzeugung zu verwenden.

- In allen Studien wird auch von einem Ausbau der **Fernwärme** bis ca. 20% der gesamten Wärmeerzeugung ausgegangen, bei dem ein Anteil durch Wasserstoff abgedeckt wird. Z.B. geht die Fraunhofer Metastudie (2021, S. 28) davon aus, dass davon zwischen 0-30% durch Wasserstoff gedeckt wird, also ca. 5% der gesamten Wärmeerzeugung.

- Ob Wärmepumpen für alle Häuser effizient sind, ist umstritten. Hier kann sich eine Anwendung für Wasserstoff in Bestandshäusern, die schwer energetisch zu renovieren sind, ergeben. Dazu muss aber das Problem der Versorgung mit klimaneutral erzeugtem Wasserstoff gelöst sein.
- Hinzu kommen mögliche hybride Anwendungen, z.B. durch Brennstoffzellen, in denen Wasserstoff genutzt wird, um gleichzeitig Wärme und Strom (unter Zuführung von Sauerstoff) zu erzeugen. Nach der Fraunhofer Studie ‚Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme‘ (2020, S. 13) sind **dezentrale Brennstoffzellen nicht effizienter als normale Wasserstoffthermen, aber teurer**. Zusätzlich wird dort argumentiert, dass die Wärmeversorgung kritischer als die Stromversorgung ist.

4. Priorisierung der Nutzung von Grünem Wasserstoff

Zitate aus der Fraunhofer Metastudie 2021 (S. 41ff):

- **Oberste Priorität des „Energy-Efficiency-First“-Prinzips zur Minimierung der Nachfrage, ergänzt um Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz.**
- Dekarbonisierung des Stromsektors, im Wesentlichen getrieben durch erneuerbare Energien.
- Direkte elektrische Nutzung und Einsatz von Biomasse unter Berücksichtigung ihrer begrenzten Verfügbarkeit und Nachhaltigkeitskriterien.
- **Nutzung von Wasserstoff und Syntheseprodukten insbesondere in den Bereichen, in denen die Umsetzung der anderen drei Minderungsstrategien nicht möglich oder ökonomisch nicht sinnvoll oder aus Akzeptanzgründen nicht durchsetzbar ist.**

Verwendete Literatur

Metastudie Wasserstoff – Auswertung von Energiesystemstudien. Studie im Auftrag des Nationalen Wasserstoffrats, Karlsruhe, Freiburg, Cottbus, erstellt durch Fraunhofer ISI, Fraunhofer ISE, Fraunhofer IEG (Hrsg.), 2021.

Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung, hg. vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Juli 2023.

Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme. Studie zum Einsatz von H₂ im zukünftigen Energiesystem unter besonderer Berücksichtigung der Gebäudewärme-

versorgung, erstellt durch das Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, Studie im Auftrag des IZW e.V. Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik, 2020.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/wasserstoff-schluesel-im-kuenftigen-energiesystem#Rolle>, abgerufen am 20.5.2023.

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut: Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, 2023.

Wasserstoffstudie Nordrhein-Westfalen. Eine Expertise für das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, erstellt durch die Ludwig-Bölkow Systemtechnik GmbH, Mai 2019.

Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 1: Technologien und Perspektiven für eine nachhaltige und ökonomische Wasserstoffversorgung, hg. vom DLR, Institut für Solarforschung, Köln 2020.

<https://www.buderus.de/de/wasserstoffheizung>, abgerufen am 15.06.2023.

International Energy Agency: Global Hydrogen Review 2021, revised version Nov 2021.

Metaanalyse zu Wasserstoffkosten und -Bedarfen für die CO₂-neutrale Transformation. Studie für den Landesverband Erneuerbare Energien NRW e.V. (LEE NRW), Juni 2023.