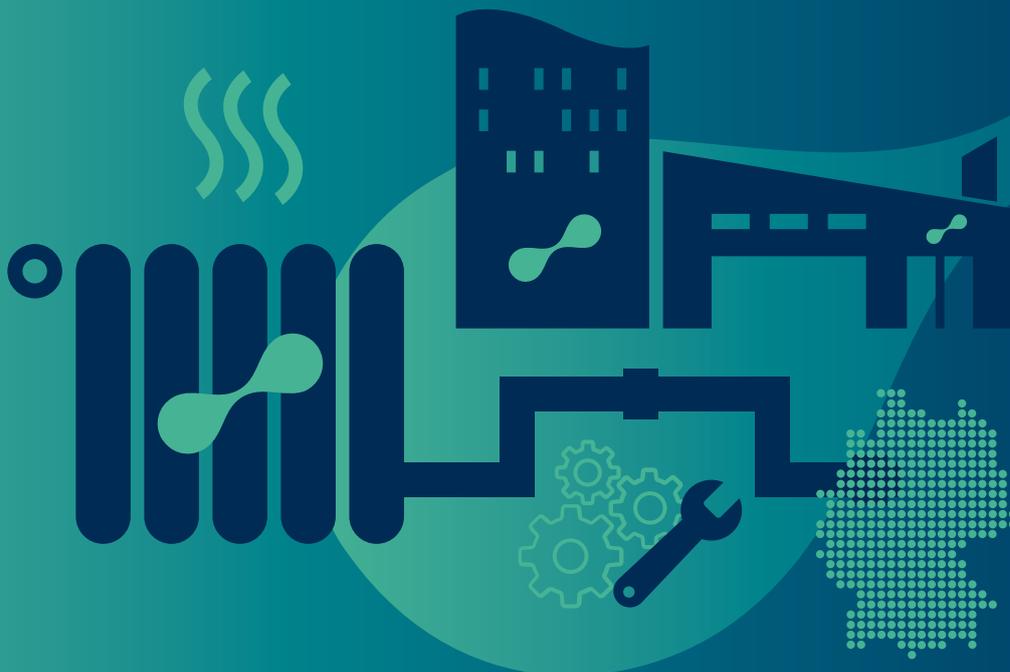


Was kostet der Wasserstoff in Zukunft?

Eine Einordnung zukünftiger Wasserstoffkosten für die Wärme- versorgung in Deutschland



Die Europäische Union und die Bundesregierung in Deutschland haben sich ambitionierte Ziele in Sachen Klimaschutz gesetzt. Hierzulande soll die Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 erreicht werden. Die Energieversorgung muss somit rasch und grundlegend umgestellt werden.

Insbesondere der Wärmeversorgung von Haushalten kommt dabei eine Schlüsselrolle zu, denn etwa ein Fünftel des gesamten deutschen Endenergieverbrauchs entsteht laut Umweltbundesamt in diesem Bereich.

Es gibt zwar bereits strombasierte Technologien, mit denen eine klimaneutrale Wärmeherzeugung grundsätzlich möglich ist, ausreichende Mengen an erneuerbarem Strom vorausgesetzt. Allerdings ist fraglich, ob diese für den gesamten, bereits existierenden Gebäudebestand geeignet sind.

Der Energieträger Wasserstoff bietet hierbei neue, bisher nicht ausgeschöpfte Möglichkeiten, die beispielsweise in der kommunalen Wärmeplanung relevant werden können.

Unterschiedliche Technologien für die zukünftige Wärmeversorgung von Gebäuden

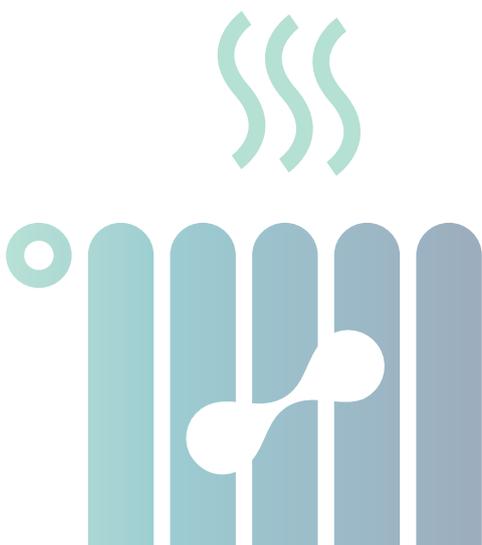
Betrachtet man die Kosten neuer Heizungssysteme, sollten neben den Anschaffungskosten auch mittel- bis langfristige Entwicklungen bei den jeweils genutzten Energieträgern berücksichtigt werden. Denn Investitionen in unterschiedliche Wärmeversorgungslösungen werden üblicherweise über eine technologische Lebensdauer von mindestens 15 Jahren getroffen.

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, wie sich die Energiepreise potenziell entwickeln werden, hat der DVGW Frontier Economics damit beauftragt, indikative Endkundenpreise zu vergleichen und mit alternativen Energieträgern und Wärmeversorgungstechnologien ins Verhältnis zu stellen. Der Vergleich berücksichtigt klimaneutralen Wasserstoff, Biomethan und Erdgas für Haushalte in den Jahren 2035 und 2045.¹

In den Kosten enthalten sind die Beschaffung des Energieträgers (Produktionskosten) sowie Schätzungen für die zukünftigen Netzentgelte, Steuern und Abgaben, Vertriebskosten und – im Fall von Erdgas – CO₂-Preise.²

Bei der Ermittlung der Kosten für grünen Wasserstoff wurden neben der heimischen Produktion in Deutschland auch Importe betrachtet. Die Berechnung wurde exemplarisch für Pipeline-Importe aus Norwegen und Schiffsimporte aus Australien durchgeführt.³

Entstanden ist ein Kostenvergleich der unterschiedlichen Energieträger auf Basis von fundierten, studiengestützten Annahmen und aktuellen Marktentwicklungen. Weiterhin wurden die gesamten Kosten verschiedener Wärmeversorgungstechnologien und Energieträger für zwei exemplarische Gebäudetypen ins Verhältnis gesetzt.



Was zeigen die Berechnungen?

✓ Die Endkundenpreise für klimaneutralen Wasserstoff liegen im Jahr 2035 voraussichtlich über denen für Erdgas und Biomethan. Bis etwa 2045 könnten sich diese annähern. Da danach der Einsatz von Erdgas für die Wärmeversorgung von Haushalten nicht mehr erlaubt sein wird, stellt der Energieträger Wasserstoff neben strombasierten Lösungen eine weitere geeignete Alternative dar.

✓ Keine der Wärmeversorgungslösungen besitzt langfristig einen eindeutigen – und über alle Gebäudetypen gültigen – Kostenvorteil, weder Wärmepumpen noch mit Biomethan bzw. grünem Wasserstoff betriebene Gasthermen.

✓ Die Kostenvorteile unterschiedlicher Wärmeversorgungslösungen variieren je nach Szenario (z. B. für Wasserstoff-Gestehungskosten, CO₂-Preis), Zeitpunkt und Gebäudetyp. Dabei könnten Wärmepumpen bei Gebäuden mit einer höheren Effizienzklasse und Grüngasthermen bei Gebäuden einer niedrigeren Effizienzklasse geringere Gesamtkosten aufweisen.

Endkundenpreise für Wasserstoff in Deutschland könnten je nach Szenario langfristig unter dem Niveau der aktuell festgesetzten Gaspreisbremse liegen

Insgesamt zeigt der Vergleich, dass die Kostenrelationen der Energieträger sich über den betrachteten Zeitraum verändern werden: Während die Endkundenpreise für klimaneutralen Wasserstoff in Deutschland bis zum Jahr 2035 voraussichtlich noch über denen für Erdgas und Biomethan liegen werden, könnten sie bis 2045 ein vergleichbares Niveau erreichen. Die Berechnungen ergaben, dass Haushalte in Deutschland im Jahr 2035 zwischen 12 und 17 Cent pro Kilowattstunde (ct/kWh) Wasserstoff bezahlen müssten (Abb. 1)⁴. Der Preis für Erdgas läge hingegen, unter Berücksichtigung steigender CO₂-Preise, zwischen 9 und 11 ct/kWh, und der für Biomethan knapp darüber bei etwa 10 bis 13 ct/kWh, je nach verwendeter Biomasse bei seiner Erzeugung.

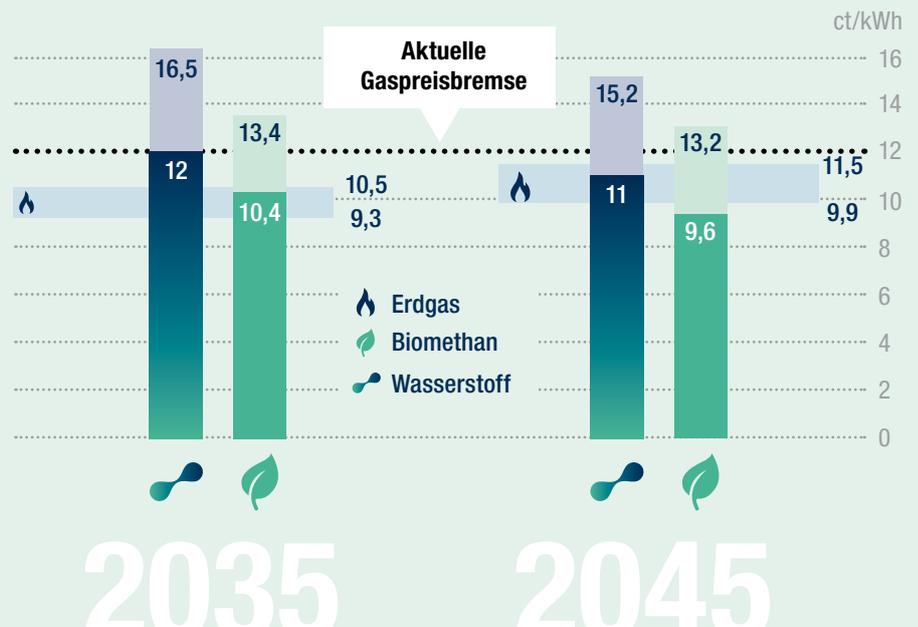
Nach 2035 könnten die Endkundenpreise für Wasserstoff sinken und sich denen von Erdgas annähern. Wesentliche Treiber hierfür sind unter anderem die Degression der Kosten für die Wasserstoff-Produktion sowie steigende CO₂-Preise im Rahmen des Emissionshandels. Im Jahr 2045 könnten dann die Bezugskosten für Wasserstoff auf rund 11 bis 15 ct/kWh sinken. Zum Vergleich: Auch wenn Erdgas gemäß dem Entwurf des Gebäudeenergiegesetzes ab 2045 nicht mehr eingesetzt werden darf, würden die hypothetischen Endkundenpreise, insbesondere aufgrund der zunehmenden CO₂-Preise, auf 10 bis 12 ct/kWh ansteigen.



Abb. 1: Bandbreiten möglicher Endkundenpreise für die neuen Gase Wasserstoff und Biomethan in der Wärmeversorgung in den Jahren 2035 und 2045 (ct/kWh)

Quelle: DVGW basierend auf Daten von Frontier Economics

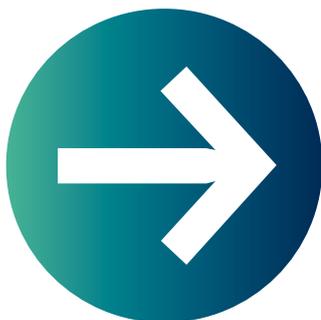
Hinweis: In den Kosten enthalten sind Produktionskosten des Energieträgers bzw. Importkosten sowie Schätzungen der zukünftigen Netzentgelte (3 ct/kWh), Steuern und Abgaben (1,1 ct/kWh) und Vertriebskosten (0,5 ct/kWh). Ausführliche Darstellungen der hier betrachteten Endkundenpreise für Energieträger, inkl. einzelner Preiskomponenten, stehen in einem separaten Anhang zur Verfügung (Frontier Economics, 2023).



Kostenvorteile unterschiedlicher Wärmeversorgungs-lösungen abhängig von Zeitpunkt, Gebäudetyp und Szenario

Aufgrund des langfristigen Charakters der Investitionen in Wärmeversorgungs-lösungen sollten auch langfristige Kostenentwicklungen berücksichtigt werden. Um die Gesamtkosten der verschiedenen Technologien und Energieträger zu vergleichen und so die günstigeren Optionen zu identifizieren, wurden exemplarisch zwei Einfamilienhäuser der Effizienzklassen B und D in den Jahren 2035 und 2045 gegenüber gestellt.⁵

Maßgeblich sind die jährlichen Kosten über die gesamte Lebensdauer der jeweiligen Technologieoption – vorausgesetzt diese kommt für einen Zeitraum von 20 Jahren zum Einsatz. Neben den Investitionskosten für die entsprechende Technologie, einschließlich der Installations- und Wartungskosten, umfasst der Vergleich auch die laufenden Kosten für den jeweils verwendeten Energieträger.⁶



Die Ergebnisse zeigen:
Keine der Wärmeversorgungs-lösungen hat einen eindeutigen Kostenvorteil. Viele Faktoren sind entscheidend, wie der Preis des Energieträgers oder der Gebäudetyp.

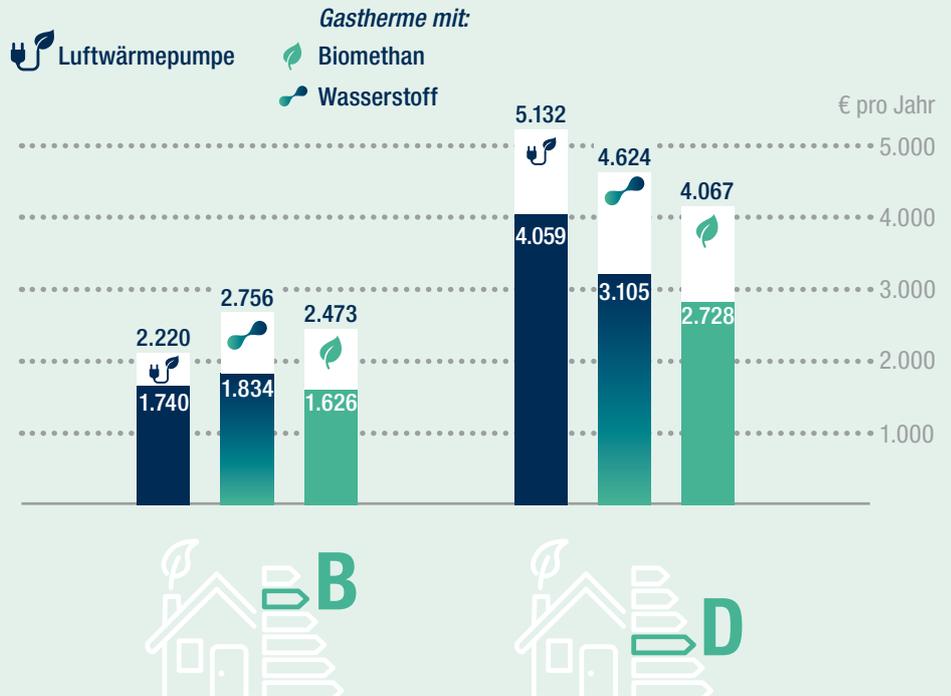


Abb. 2: Bandbreiten möglicher Gesamtkosten für unterschiedliche Wärmeversorgungslösungen in jeweils einem Einfamilienhaus der Effizienzklassen B und D im Jahr 2045 (in Euro pro Jahr)

Quelle: DVGW basierend auf Daten von Frontier Economics

Hinweis: In den Endsummen enthalten sind die Investitionen bzw. Anschaffungs- und Installationskosten für die entsprechende Technologie umgelegt auf eine gesamte Lebensdauer von 20 Jahren, jährliche Wartungskosten (120 Euro für Gastherme und 200 Euro für Wärmepumpe) und laufende Kosten für die jeweils verwendeten Energieträger. Ausführliche Darstellungen der hier betrachteten Endkundenpreise für Energieträger, inkl. einzelner Preiskomponenten, stehen in einem separaten Anhang zur Verfügung (Frontier Economics, 2023).

Wesentliche Zusammenhänge zwischen Wärmeversorgungsoption und Gesamtkosten

- ➔ Die Gesamtkosten einer Wärmeversorgung basierend auf **Wasserstoff** werden voraussichtlich innerhalb der kommenden zwei Jahrzehnte bzw. bis zum Jahr 2045 aufgrund sinkender Kosten für die Wasserstoff-Produktion, von Technologiesprünge und Skaleneffekten fallen.
- ➔ Bei **Wärmepumpen** ist die Entwicklung der Kosten zwischen 2035 und 2045 weniger signifikant und hängt im Wesentlichen von den relativen Veränderungen der Investitionskosten und der Veränderung der Endkundenpreise für Strom ab.
- ➔ Die Gesamtkosten für eine mit **Biomethan** betriebene Gastherme könnten ab dem Jahr 2035 für beide Gebäudetypen günstiger als die betrachteten Alternativen (Wärmepumpe und Wasserstoffgastherme) sein.
- ➔ Im Vergleich zu einer Wärmepumpe schneiden gasbasierte Systeme unterschiedlich ab: In Gebäuden der relativ hohen Effizienzklasse B werden die Gesamtkosten von Grüngasthermen auf Basis von Wasserstoff oder Biomethan voraussichtlich höher sein. Bei niedrigeren Effizienzklassen (wie D und darunter), was aktuell den Großteil des Gebäudebestands in Deutschland betrifft, ist das Bild dagegen umgekehrt. Die Kosten einer Kombination von Gastherme und klimafreundlichen Gasen könnten dann – vor allem langfristig bzw. im Jahr 2045 – günstiger ausfallen.

Disclaimer: Die Schätzungen aller Endkundenpreise und Kosten der Wärmeversorgungslösungen erfolgen in großer Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung zahlreicher Parameter. Die dieser Analyse zugrunde liegenden Parameter sind zu finden unter www.dvgw.de/h2-preise-und-kosten.

- 1 Es werden keine Marktpreise für Wasserstoff und Biomethan, z. B. auf Basis einer Marktmodellierung unter Berücksichtigung von Nachfrage- und Angebotsvolumina, abgeleitet, sondern indikative Endkundenpreise auf Basis der Gesteuerungskosten geschätzt. Aufgrund der Unsicherheiten sind Bandbreiten für die ermittelten Kosten bzw. Endkundenpreise angegeben. Berücksichtigt wurde grüner Wasserstoff. Andere Erzeugungspfade (für z.B. blauen Wasserstoff) könnten noch günstiger sein.
- 2 Die CO₂-Bepreisung ist aktuell im Rahmen des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) festgelegt und zukünftig voraussichtlich im Rahmen des EU ETS II.
- 3 Weitere Studien von Frontier Economics (u. a. Bähr et al., 2023) zeigen, dass die Bereitstellungskosten von Wasserstoff für unterschiedliche Standorte mit vergleichbaren Voraussetzungen für die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen – auch unter Berücksichtigung unterschiedlicher Distanzen – für den Transport via Pipeline- (Skandinavien vs. Nordafrika) bzw. via Schiffsimport (Australien vs. USA) vergleichbar sind.
- 4 Die Berechnung der Kosten verschiedener Wasserstoffrouten wurde mit dem Wasserstoff-Kostenmodell HyL0 von Frontier Economics durchgeführt. Die Kosten berücksichtigen die gesamte Wertschöpfungskette – von der Stromgestehung bis hin zum Wasserstoffimport.
- 5 Die Auswahl der Gebäudetypen richtet sich nach den Energieeffizienzklassen für Wohngebäude. Betrachtet wurden je ein Einfamilienhaus (EFH) der Energieeffizienzklassen B und D (siehe <https://www.effizienzhaus-online.de/energieeffizienzklasse>). Die detaillierten Parameter der verwendeten Gebäude wurden in Anlehnung an die Gebäudetypologie aus den Jahren 1984 – 1994 auf Basis der TABULA-Datenbank des Instituts für Wohnen und Umwelt gewählt (siehe Frontier Economics, 2023).
- 6 Je nach Stichjahr und Szenario wird ein Endkundenpreis für Strom zwischen 32 und 37 ct/kWh unterstellt. Etwaige Fördermechanismen werden aufgrund der Unklarheit über die mittel- und langfristige Ausgestaltung der bestehenden Instrumente nicht explizit berücksichtigt. Mit der aktuell bestehenden Ausgestaltung der Fördermechanismen werden insbesondere die Kosten der Wärmepumpe reduziert.

Zitierte Quellen:

Bähr et al. (2023): Die Zukunft energieintensiver Industrien in Deutschland. Eine Studie von IW Consult und Frontier Economics im Auftrag des Dezernats Zukunft. <https://www.dezernatzukunft.org/implikationen-langfristiger-energie-kostenunterschiede-fuer-energie-intensive-industrien-und-den-wirtschaftsstandort-deutschland/> (aufgerufen am 9. Oktober 2023).

Frontier Economics (2023): Einordnung zukünftiger Wasserstoffkosten für die Wärmeversorgung in Deutschland. Anhang zu einer Kurzstudie für den DVGW, durchgeführt von Frontier Economics. <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/dvgw-frontier-2023-h2-presentwicklung-daten-anhang.pdf>

Impressum

Autorinnen und Autoren

Lino Sonnen, Henning Sökeland und Dr. Christoph Gatzert (Frontier Economics)

Redaktionelle Überarbeitung

Dr. Stefanie Schwarz (DVGW)

Herausgeber

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1–3 · 53123 Bonn
info@dvgw.de · www.dvgw.de

Gestaltung

mehrwert intermediale kommunikation GmbH, Köln · www.mehrwert.de

© DVGW e.V., Bonn · Stand Oktober 2023