

## Kurzanalyse

# Stromgestehungskosten und Volllaststunden von flexiblen Kraftwerken

Ergänzende Analyse zur Studie Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien (Version Juli 2024), Januar 2025

Autoren: Christoph Kost, Jael Sepúlveda Schweiger, Jessica Thomsen (Fraunhofer ISE)

Der Fokus dieser Analyse liegt auf den Stromgestehungskosten flexibler Kraftwerke bei einer Variation der Betriebsstunden (bzw. Volllaststunden). Hintergrund der Analyse sind die voraussichtlich sehr niedrigen Betriebsstunden sogenannter Backup-Kraftwerke als Ergänzung zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien. Aufgrund ihrer hohen Stromerzeugungskosten im Vergleich zu Erneuerbaren Energien ist ein umfangreicherer Betrieb (hohe Volllaststunden, Grundlastbetrieb) in Zukunft nicht absehbar. Alle Technologien werden für 500 bis 3000 Volllaststunden analysiert. Hierbei werden folgende Technologien betrachtet: Biogasanlagen als Neubau sowie Erweiterung von bestehenden Anlagen, Gasturbinen betrieben mit Erdgas und Wasserstoff als Neubau sowie als umgerüstete Anlage im Jahr 2035 auf Wasserstoff. Die neuen Anlagen werden jeweils im Jahr 2030 gebaut und dann entsprechend ihrer Lebensdauer betrieben.

Die untenstehende Abbildung fasst die Ergebnisse für die Stromgestehungskosten flexibel betriebener Gasturbinenkraftwerke im Jahr 2030 in Deutschland zusammen.

Unter den betrachteten Kraftwerken haben **bereits bestehende Erdgaskraftwerke, die 2035 zu Wasserstoffgasturbinen umgerüstet werden** durch den Entfall der hohen Investitionskosten des Kraftwerks die niedrigsten durchschnittlichen Stromgestehungskosten. Durch den Entfall der Investitionskosten des Kraftwerks sowie die Nutzung des günstigeren Erdgases bis 2035 und dem erst 2035 stattfindenden Wechsel auf den teureren Wasserstoff liegen die Stromgestehungskosten zwischen 12,9 und 19,2 €/Cent/kWh.

Die Stromgestehungskosten von **neu errichteten (fossilen) Erdgasturbinen** haben eine Bandbreite zwischen 14,0 und 29,2 €/Cent/kWh und sind damit die günstigste Neuanlage. Allerdings ist zu beachten, dass die Nutzung mit fossilem Erdgas nach 2045 das Ziel der Klimaneutralität verletzt und somit umgestellt oder stillgelegt werden muss. Eine kürzere Nutzungsdauer bedeutet auch, dass die effektiven Stromgestehungskosten sich erhöhen, da das Kraftwerk über seine gesamte Lebensdauer auf weniger Nutzungsstunden kommt.

Für ein **neu errichtetes (fossiles) Erdgaskraftwerk mit Umrüstung im Jahr 2035 auf Wasserstoff** liegen die Stromgestehungskosten zwischen 14,3 und 32,5 €/Cent/kWh.

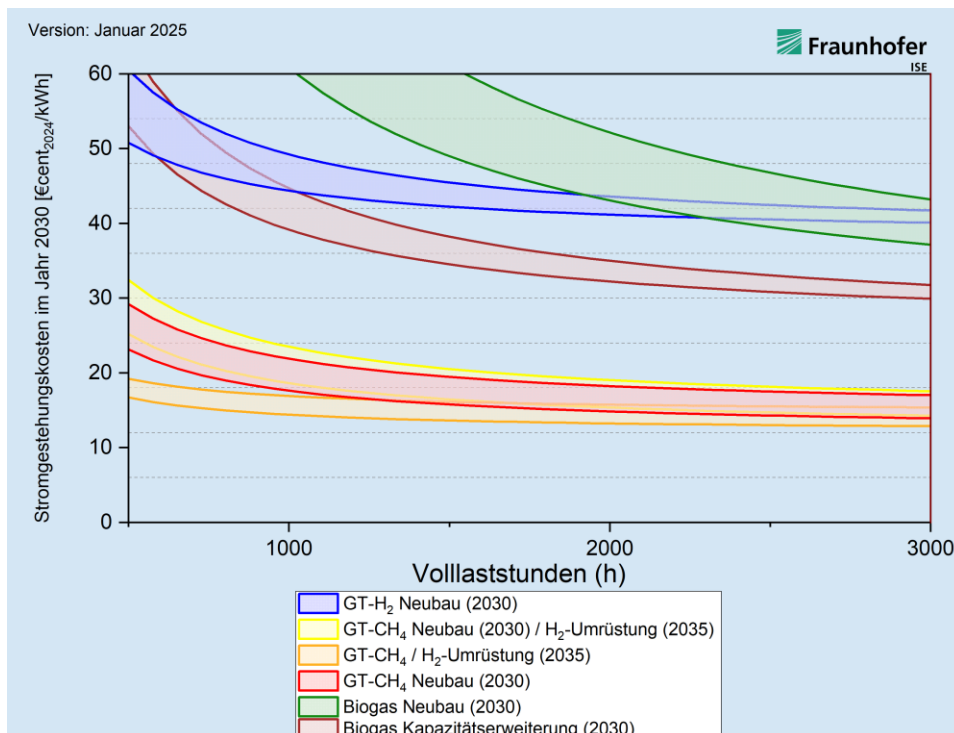


Abbildung 1: Stromgestehungskosten für verschiedene Gasturbinenkraftwerke an Standorten in Deutschland im Jahr 2030.

Die Stromgestehungskosten der **neuerrichteten Wasserstoffkraftwerke** sind mit 40,1 bis 60,5 €Cent/kWh aufgrund der Brennstoffkosten von Wasserstoff erheblich höher.

Mit einigem Abstand folgen **Biogasanlagen mit Kapazitätserweiterung** (Verdopplung). Deren Stromgestehungskosten sind vor allem im Betrieb unter 1000 Volllaststunden teurer als die neu errichteter Wasserstoffgaskraftwerke. Sie liegen zwischen 29,9 und 64,0 €Cent/kWh und sind jedoch bei einem Betrieb mit höheren Volllaststunden günstiger als die Stromgestehungskosten neuer Wasserstoffgaskraftwerke.

Die Stromgestehungskosten **neu errichteter Biogasanlagen** stellen sich mit 37,2 und 132,7 €Cent/kWh als höchste heraus. Zu beachten ist, dass keine potenziellen Wärmeerlöse berücksichtigt werden und die Stromgestehungskosten somit höher sind. Diese Biogasanlagen sind jedoch bei Volllaststunden über 2000 Volllaststunden günstiger als Wasserstoffkraftwerke. Die hohe Differenz zwischen Minimal- und Maximalwert in den Stromgestehungskosten der neu errichteten Biogasanlagen rührt daher, dass die in die Berechnung einfließenden Investitionskosten sowie die fixen Betriebskosten eine hohe Spreizung besitzen.

**Tabelle 1: Inputparameter für Wirtschaftlichkeitsberechnung. Die realen WACC-Werte sind mit einer Inflationsrate von 1,8 % berechnet**

	<b>GT-H2 Neu- bau (2030)</b>	<b>GT-CH4 Neubau (2030) / H2-Umrüs- tung (2035)</b>	<b>GT-CH4 Bestand / H2-Umrüstung (2035)</b>	<b>GT-CH4 Neubau (2030)</b>	<b>Biogas Neubau (2030)</b>	<b>Biogas Kapazitätser- weiterung (Verdopplung) (2030)</b>
Lebensdauer in Jah- ren	30	5 / 25	5 / 15 (Bestandsturbine von 2020)	30	25	25
CAPEX niedrig [EUR/kW]	550	450 / 0	0 / 0	450	2894	1330
CAPEX hoch [EUR/kW]	1200	700 / 0	0 / 0	700	5788	2213
OPEX fix [EUR/kW]	23,20	23,20; im Umrüs- tungsjahr 109, 4	23,20; im Umrüstungsjahr 109,4	23,20	173,64	71
OPEX var [EUR/kWh]	0,0046	0,0035 / 0,0046	0,0035 / 0,0046	0,0035	0,004	0,004
WACC real [%]	6,9	6,4 / 6,9	6,4 / 6,9	6,4	4,2	4,2
Durchschnittlicher Wirkungsgrad [%]	40	40 / 40	40 / 40	40	40	40

**Tabelle 2: Annahmen zu Brennstoffpreisen**

<b>Brennstoffpreise [EUR/MWh]</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2045</b>
Grüner Wasserstoff	150	129	111	100
Erdgas	27,0	27,0	27,0	27,0
Substrat bei Biogas	99,6	103,3	106,7	110,2