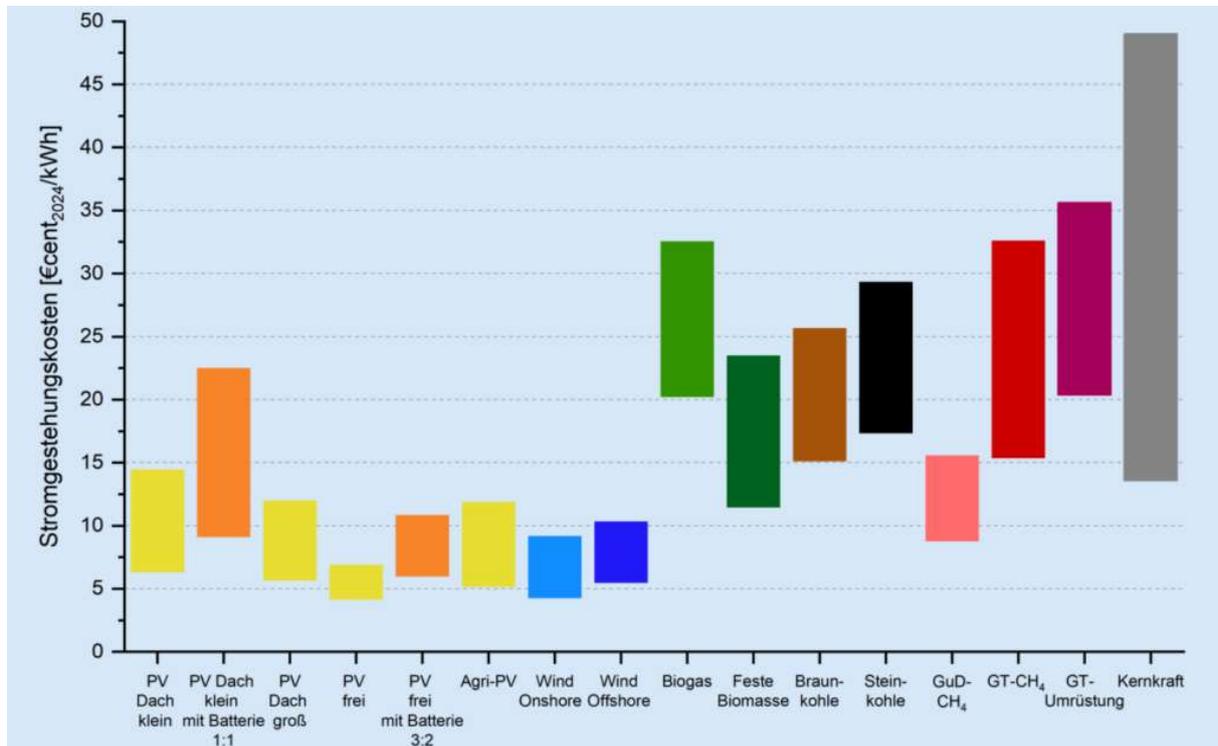


Fraunhofer ISE: Stromgestehungskosten für neue Photovoltaik-Freiflächenanlagen bei 4,1 bis 6,9 Cent pro Kilowattstunde angekommen

Nach Angaben der Freiburger Forscher sind auch Photovoltaik-Anlagen kombiniert mit Batteriespeichern mittlerweile günstiger als konventionelle Kraftwerke. Bis 2045 wird ein weiteres Absinken der Stromgestehungskosten für neue Freiflächenanlagen auf 3,1 bis 5,0 Cent pro Kilowattstunde und für Dachanlagen auf 4,9 bis 10,4 Cent pro Kilowattstunde erwartet.



Grafik: Fraunhofer ISE

Zwischen 4,1 und 9,2 Cent pro Kilowattstunde liegen aktuell die Kosten für neue Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Windparks an Land. Nach der neu aufgelegten Studie „[Stromgestehungskosten erneuerbare Energien](#)“ des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE sind sie damit unter allen Kraftwerksarten – also konventionell und erneuerbar – die kostengünstigsten Technologien.

In ihrem Technologievergleich haben die Freiburger Forscher die Stromgestehungskosten für die erneuerbaren Energien anhand von Marktdaten zu spezifischen Investitionen, Betriebskosten und weiteren technischen und finanziellen Parametern ermittelt. Für die Photovoltaik-Anlagen unterscheidet das Fraunhofer ISE zwischen Dach- und Freiflächenanlagen, aber auch zwischen Nord- und Süddeutschland. So liegen in Süddeutschland die Stromgestehungskosten für Photovoltaik-Anlagen bis 30 Kilowatt Leistung zwischen 5,7 und 8,8 Cent pro Kilowattstunde, in Norddeutschland wird der Solarstrom zu Kosten zwischen 7,8 und 12,0 Cent pro Kilowattstunde erzeugt. Dabei legt das Fraunhofer ISE spezifische Investitionskosten zwischen 900 und 1600 Euro pro Kilowatt zugrunde.

Freiflächenanlagen ab 1 Megawatt Leistung erreichen demnach Werte zwischen 4,1 und 5,0 Cent pro Kilowattstunde in Süddeutschland und 5,7 bis 6,9 Cent pro Kilowattstunde in Norddeutschland. Die Annahme der spezifischen Investitionskosten liegt bei 700 bis 900 Euro pro Kilowatt.

Neben klassischen Freiflächenanlagen rücken aber auch Agri-Photovoltaik-Anlagen stärker in den Fokus. Dafür hat das Fraunhofer ISE erstmals auch die Stromgestehungskosten für Agri-Photovoltaik-Anlagen ermittelt. Dabei gibt es verschiedene Systeme, die berücksichtigt wurden, etwa bodennahe Module, die für Grünlandflächen und Ackerbau genutzt werden, sowie aufgeständerte Module. Mittelhohe Aufständerungen bis zu 2,1 Metern werden ebenfalls für den Ackerbau genutzt, während hohe Aufständerungen bis zu 4 Metern für hochwachsendes Obst und Gemüse geeignet sind. Die Stromgestehungskosten für solche Agri-Photovoltaik-Anlagen liegen dem Fraunhofer ISE zufolge bei 5,2 bis 8,7 Cent pro Kilowattstunde in Süddeutschland und 7,1 oder 11,9 Cent pro Kilowattstunde in Norddeutschland. Die spezifischen Investitionen, die die Forscher annahmen, lagen zwischen 900 und 1700 Euro pro Kilowatt.

Zunehmend werden aber Anlagen auf Dächern und Freiflächen auch mit Batteriespeichern kombiniert. Die ermittelten Stromgestehungskosten für Photovoltaik-Batteriesysteme beziehen sich auf die gesamte von der Photovoltaik-Anlage produzierte Energiemenge abzüglich der Speicherverluste, wie die Forscher betonen, wobei sich die Speicherverluste aus der Kapazität des Batteriespeichers, der angenommenen Zyklenzahl sowie dem Wirkungsgrad der Batterie errechnen. Die Stromgestehungskosten für kleine Photovoltaik-Speicher-Anlagen liegen demnach zwischen 9,1 und 22,5 Cent pro Kilowattstunde. Die große Bandbreite ergibt sich aus den Unterschieden für die Photovoltaik-Kosten, die Batteriekosten und die Einstrahlungswerte. Bei den Batteriekosten nehmen die Forscher Werte zwischen 500 und 1200 Euro pro Kilowattstunde Speicherkapazität an.

Für größere Photovoltaik-Dachanlagen mit Batteriespeicher liegen die Stromgestehungskosten dem Fraunhofer ISE zufolge zwischen 7,3 und 16,0 Cent pro Kilowattstunde, wenn sich die Batteriekosten zwischen 450 und 800 Euro pro Kilowattstunde bewegen. Bei der Kombination von Freiflächenanlagen und Batteriespeichern ermittelten die Forscher Stromgestehungskosten von 6,0 bis 10,8 Cent pro Kilowattstunde mit Batteriekosten zwischen 400 und 600 Euro pro Kilowattstunde.

Während Windkraftanlagen an Land an günstigen Standorten mit Photovoltaik-Freiflächenanlagen konkurrenzfähig sind, liegen die Stromgestehungskosten für fossile Kraftwerke deutlich höher. Das Fraunhofer ISE ermittelte sie unter den derzeitigen Bedingungen auf dem Strommarkt mit den jeweiligen Volllaststunden und Brennstoffpreisen je Technologie. Demnach kommen Braunkohlekraftwerke auf Stromgestehungskosten von 15,1 bis 25,7 Cent pro Kilowattstunde für die gewählten Betriebsparameter – mit einem heute noch relativ niedrigen CO₂-Preis.

Etwas höher liegen die Stromgestehungskosten von großen Steinkohlekraftwerken zwischen 17,3 und 29,3 Cent pro Kilowattstunde, während GuD-Kraftwerke Werte zwischen 10,9 und 18,1 Cent pro Kilowattstunde aufweisen. Deutlich höher liegen die Werte von flexiblen Gaskraftwerken zwischen 15,4 und 32,6 Cent pro Kilowattstunde. Die Gestehungskosten der Kernkraft ermittelten die Forscher im Vergleich dazu bei 13,6 bis 49,0 Cent pro Kilowattstunde, wobei externalisierte Kosten wie die Endlagerung der ausgebrannten Brennstäbe nicht berücksichtigt sind.

In der Studie heißt es weiter: Wird eine Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff im Jahr 2035 für die Gasturbine betrachtet, ergeben sich Gestehungskosten von 20,4 bis 35,6 Cent pro Kilowattstunde im Installationsjahr 2024. Die Brennstoffzelle weist Stand 2024 Gestehungskosten zwischen 23,1 und 59,0 Cent pro Kilowattstunde auf. Zu berücksichtigen ist, dass die Berechnung der Stromgestehungskosten nicht die mögliche Flexibilität einer Erzeugungstechnologie oder Wertigkeit der erzeugten Elektrizität hinterlegt, wie die Forscher weiter schreiben.

Das Fraunhofer ISE wagte auch noch einen Blick nach vorn – konkret ins Jahr 2045. Dann, so die Schätzungen, werden die Stromgestehungskosten bei kleinen Photovoltaik-Dachanlagen zwischen 4,9 und 10,4 Cent pro Kilowattstunde und zwischen 3,1 und 5,0 Cent pro Kilowattstunde bei Freiflächenanlagen liegen. »Selbst kleine PV-Batteriesysteme könnten dann Stromgestehungskosten zwischen 7 und 19 Cent pro Kilowattstunde erreichen, vorausgesetzt die Preise für Batteriespeicher sinken auf die angenommenen 180 bis 700 Euro pro Kilowattstunde«, sagt Verena Fluri, Wissenschaftlerin am Fraunhofer ISE und Mitautorin der Studie.