

# Die wahren Kosten von Wind und Solar

geschrieben von Chris Frey | 30. Juni 2021

Werden immer viel teurer als fossile Energie sein: Wind und Solar! Bild: Erich Westendarp / pixelio.de

## Willis Eschenbach

Ich lese immer wieder, dass Wind und Solar endlich billiger sind als fossile Brennstoffe ... und jedes Mal, wenn ich das lese, heben sich meine Augenbrauen bis zum Haaransatz.

Das liegt zum Teil daran, dass der Markt sehr effizient darin ist, Energiequellen auf der Basis ihrer Kosten zu erkennen. Hier, zum Beispiel, ist die Geschichte von Kerosin, Hervorhebung von mir:

*Als 1857 eine von Michael Dietz erfundene, sauber brennende Kerosinlampe auf den Markt kam, hatte das sofortige Auswirkungen auf die Walfangindustrie. Kerosin, damals unter dem Namen „Kohleöl“ bekannt, war einfach herzustellen, billig, roch bei der Verbrennung besser als tierische Brennstoffe und verdarb nicht im Regal wie Walöl. **Die Öffentlichkeit gab die Walöllampen fast über Nacht auf.** Bis 1860 wurden in den Vereinigten Staaten mindestens 30 Kerosinfabriken in Betrieb genommen, und Walöl wurde schließlich vom Markt verdrängt. Als 1895 der Preis für Walöl aufgrund mangelnder Nachfrage auf 40 Cents pro Gallone fiel, wurde raffiniertes Petroleum, das sehr gefragt war, für weniger als 7 Cents pro Gallone verkauft. ...*

## Quelle

Meine Frage lautet: wenn Wind und Solar so billig sind, warum ersetzen sie nicht über Nacht die traditionellen Energiequellen?

Dieser Frage wollte ich nachgehen. Die wichtigste Zahl zur Beurteilung, wie teuer eine Energiequelle sein könnte, wird „LCOE“ genannt, die *Levelized Cost Of Energy*. Dabei werden alle Kosten für neue Kraftwerke berücksichtigt – Kapitalkosten, Betriebs- und Wartungskosten, Brennstoffkosten, Finanzierungskosten, die ganze Bandbreite der Ausgaben für diese Energiequelle. Nun ... bis auf einen Kostenpunkt, aber dazu kommen wir später.

Hier sind die neuesten Informationen zu den Stromgestehungskosten für verschiedene Energiequellen aus dem Bericht 2021 der *U.S. Energy Information Administration* (EIA) mit dem Titel [Levelized Costs of New Generation Resources](#).

**Table 1a. Estimated capacity-weighted<sup>1</sup> levelized cost of electricity (LCOE) and levelized cost of storage (LCOS) for new resources entering service in 2026 (2020 dollars per megawatthour)**

Plant type	Capacity factor (percent)	Levelized capital cost	Levelized fixed O&M <sup>2</sup>	Levelized variable cost	Levelized transmission cost	Total system LCOE or LCOS	Levelized tax credit <sup>3</sup>	Total LCOE or LCOS including tax credit
<b>Dispatchable technologies</b>								
Ultra-supercritical coal	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Combined cycle	87%	\$7.00	\$1.61	\$24.97	\$0.93	\$34.51	NA	\$34.51
Combustion turbine	10%	\$45.65	\$8.03	\$45.59	\$8.57	\$107.83	NA	\$107.83
Advanced nuclear	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Geothermal	90%	\$18.60	\$14.97	\$1.17	\$1.28	\$36.02	-\$1.86	\$34.16
Biomass	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Battery storage	10%	\$57.51	\$28.48	\$23.93	\$11.92	\$121.84	NA	\$121.84
<b>Non-dispatchable technologies</b>								
Wind, onshore	41%	\$21.42	\$7.43	\$0.00	\$2.61	\$31.45	\$0.00	\$31.45
Wind, offshore	45%	\$84.00	\$27.89	\$0.00	\$3.15	\$115.04	NA	\$115.04
Solar, standalone <sup>4</sup>	30%	\$22.60	\$5.92	\$0.00	\$2.78	\$31.30	-\$2.26	\$29.04
Solar, hybrid <sup>4, 5</sup>	30%	\$29.55	\$12.35	\$0.00	\$3.23	\$45.13	-\$2.96	\$42.18
Hydroelectric <sup>5</sup>	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB

Source: U.S. Energy Information Administration, *Annual Energy Outlook 2021*

<sup>1</sup>The capacity-weighted average is the average levelized cost per technology, weighted by the new capacity coming online in each region. The capacity additions for each region are based on additions from 2024 to 2026. Technologies for which capacity additions are not expected do not have a capacity-weighted average and are marked as NB, or not built.

<sup>2</sup>O&M = operations and maintenance

Abbildung 1. Nivellierte US IEA Stromkosten, 2021.

Und ja, das sagt eindeutig, dass Onshore-Wind und Solarenergie billiger sind als jede andere Energiequelle.

Nun ja, ich habe mir das angeschaut – und meine Augenbrauen hoben sich ... warum?

Wegen der Zahlen in der ersten Spalte, dem „Kapazitätsfaktor“. Der Kapazitätsfaktor für ein Stromerzeugungssystem ist der Prozentsatz der „Typenschild“-Erzeugung, den es tatsächlich erzeugt. Wenn zum Beispiel das Leistungsschild eines Windrades besagt, dass es 16 Gigawattstunden (GWh, oder 109 Wattstunden) pro Jahr erzeugt, wenn es rund um die Uhr läuft, und aufgrund der intermittierenden Natur des Windes erzeugt es nur ein Viertel davon, dann wäre sein „Kapazitätsfaktor“ 25%.

Ich habe mir die behaupteten Kapazitätsfaktoren für Wind- und Solarenergie angesehen, die nach Angaben der US EIA bei über 40 % bzw. 30 % liegen. Das war völlig unmöglich!

Ein Teil des Fehlers im solaren Kapazitätsfaktor wird nun durch die Fußnote 4 erklärt, und zwar:

Die Technologie wird als Photovoltaik (PV) mit einachsiger Nachführung angenommen. Das Solar-Hybridsystem ist ein einachsiges PV-System, das mit einem Vier-Stunden-Batteriespeichersystem gekoppelt ist.

Warum ist das ein Problem? Nun, weil Nachführsysteme jedes einzelne Solarmodul während des Tages mit einer gleichmäßigen Rate bewegen

müssen, damit die Module immer der Sonne zugewandt sind. Dann, am Ende des Tages, drehen sie das Paneel zurück in seine Ausgangsposition. Im Gegensatz zu feststehenden Systemen erfordern diese eine komplexe Installation von Motoren, Zeitsensoren, Lagern, Hebeln und dergleichen, um die Paneele zu drehen.

Da solche mechanischen einachsigen Nachführsysteme teuer in der Installation, im Betrieb und in der Wartung sind und zudem witterungsbedingt beschädigt werden können, werden solche Systeme nur in den seltensten Fällen in einem Solarpark eingesetzt. Fast ausnahmslos handelt es sich um Systeme mit festem Winkel, bei denen die Paneele fest an einem (theoretisch) windfesten Rahmen montiert sind, wie bei der unten abgebildeten Topaz Lake Solar Farm:



Abbildung 2: Fest montierte Solarmodule, Topaz Lake Solar Farm, eine der größten der Welt.

Wenn man sich die notwendigen Motoren, Getriebe, Hebel und anderen Mechanismen vorstellt, die für ein einachsiges Nachführsystem erforderlich sind, um jedes einzelne dieser neun Millionen Solarmodule so zu drehen, dass es den ganzen Tag über der Sonne folgt, wird sofort klar, warum fest installierte Solarmodule die Norm für Installationen im Netzmaßstab sind.

Auf jeden Fall wollte ich die echten Daten zu dieser Frage der Kapazitätsfaktoren finden. Die wunderbare Quelle [Our World In Data](#) hat alle nötigen Informationen. Hier ist der aktuelle Durchschnitt aller realen Wind- und Solaranlagen der Welt im letzten Jahr, für das wir Daten haben, 2019.

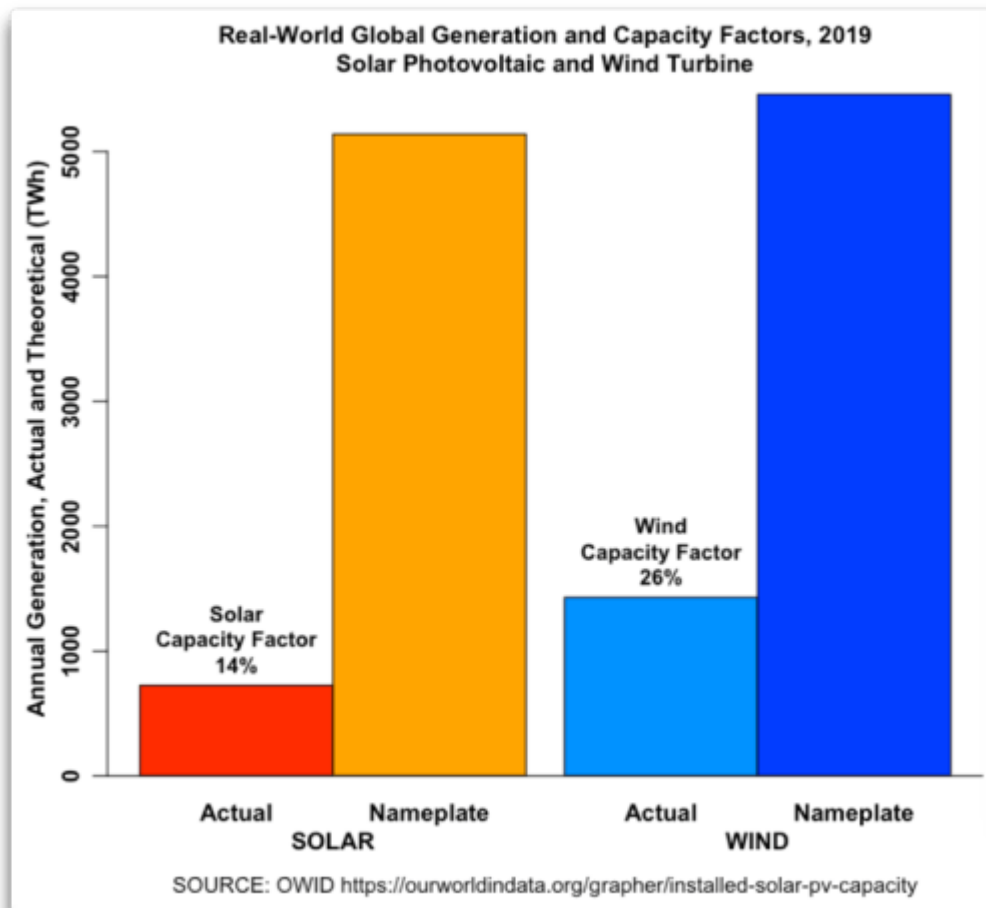


Abbildung 3. Tatsächliche und theoretische (Nameplate) Erzeugung, Daten für 2019.

Wie man sieht, liegt die US IEA mit den Kapazitätsfaktoren von Wind- und Solarkraftwerken weit im Phantasiebereich. In beiden Fällen behauptet sie weitaus größere Kapazitätsfaktoren als wir hier draußen in der realen Welt haben.

In Abbildung 1 sind die Kosten in US-Cent pro Kilowattstunde wie folgt angegeben:

- Gas-Kombikraftwerk – 3,45 Cent pro kWh
- Solarenergie – 2,90 Cent/kWh
- Onshore-Windkraft – 3,15 ¢ pro kWh

Das ist die Grundlage für die Behauptung, dass erneuerbare Energien jetzt die billigsten Stromquellen sind. Angesichts der tatsächlichen Kapazitätsfaktoren sind diese Kosten jedoch in Wirklichkeit:

- Gas-Kombikraftwerk – 3,45¢ pro kWh
- Solarenergie – 6,21 Cent/kWh

- Onshore-Windkraft – 4,97 ¢ pro kWh

„Billigste Quellen“? Keineswegs.

Und was Offshore-Wind angeht, liegen sie genauso weit daneben. Sie behaupten 11,5¢ pro kWh, aber der neue Offshore-Windpark *Block Island* berechnet dem Versorger, nicht dem Kunden, sondern dem Versorger, 24,4¢ pro kWh ...

Und schließlich gibt es noch einen riesigen Elefanten im Raum der US EIA ... die Notstromversorgung. Das sind die fehlenden Kosten, die ich oben erwähnt habe.

Wenn man ein Gigawatt unzuverlässiger, intermittierender „erneuerbarer“ Wind- oder Solarenergie zu einem System hinzufügt, **muss man auch ein zusätzliches Gigawatt zuverlässiger, planbarer Energie hinzufügen**, wobei „planbar“ bedeutet, dass man es nach Belieben hoch- oder herunterfahren kann, um „erneuerbare“ Energien zu ersetzen, wenn kein Wind weht oder die Sonne nicht scheint. Das oben verlinkte Dokument der US EIA über nivellierte Kosten erwähnt zwar die Notwendigkeit eines Backups ... aber es geht nicht einmal auf die Kosten des Backups ein. Alles, was es sagt, ist:

*Da die Last kontinuierlich ausgeglichen werden muss, haben Erzeugungseinheiten mit der Fähigkeit, die Leistung entsprechend der Nachfrage zu variieren (disponierbare Technologien), im Allgemeinen einen höheren Wert für ein System als weniger flexible Einheiten (nicht disponierbare Technologien), die intermittierende Ressourcen für den Betrieb nutzen. Die LCOE-Werte für disponierbare und nicht-disponierbare Technologien werden in den folgenden Tabellen separat aufgeführt, da ein Vergleich sorgfältig vorgenommen werden muss.*

Sie sagen, dass disponierbare Technologien „mehr Wert für ein System“ haben ... aber sie versäumen es zu erwähnen, dass „mehr Wert“ zu höheren realen Kosten für nicht-disponierbare erneuerbare Technologien führt.

Wie viel höher? Nun ... das sagen sie nicht. Aber mit Sicherheit kommt das nicht umsonst. Zumindest werden die Kapitalkosten des abschaltbaren Backup-Generators plus ein Teil der anderen fixen, variablen und Übertragungskosten anfallen ... und das bedeutet, dass es aufgrund der Kosten für die benötigten Backup-Generatoren kaum eine Chance gibt, dass Solar- und Windenergie jemals mit anderen Methoden konkurrenzfähig sein werden.

TL;DR Version: Weder Wind noch Solar sind bereit für die Prime-Time, und aufgrund ihrer Notwendigkeit für Backup-Power können sie nie bereit sein.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2021/06/25/the-real-cost-of-wind-and-solar/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE