

ERCOT erneuerbare Energie: Realitäts-Check

geschrieben von Chris Frey | 3. November 2022

Energy Meteorologist

Ein lokales Beispiel für das Problem der Marktdurchdringung erneuerbarer Energien in Texas

Der **Electric Reliability Council of Texas (ERCOT)** betreibt das texanische Stromnetz, welches 25 Millionen Kunden in Texas versorgt. Die Stromerzeugungsquellen von ERCOT sind Erdgas (51 %), Wind (24,8 %), Kohle (13,4 %), Kernkraft (4,9 %), Solarenergie (3,8 %) sowie Wasser- oder Biomassekraftwerke (1,9 %). Die Stromnachfrage in der ERCOT-Region ist in der Regel im Sommer am höchsten, was vor allem auf den Einsatz von Klimaanlage in Haushalten und Unternehmen zurückzuführen ist. Der bisherige Spitzenwert in der ERCOT-Region wurde am 8. Juli 2022 erreicht, als die Verbrauchernachfrage 78.204 MW erreichte.

Dieser Artikel beschreibt eine längere Flaute bei der Wind- und Solarenergie im Zeitraum vom 1.8.22 bis zum 12.9.22. Anschließend beschreibe ich, was ein System mit 100 % erneuerbarer Stromerzeugung plus Speicher bräuchte, um während einer solchen Flaute ausreichend Strom für Texas zu produzieren.

Zum Hintergrund lesen Sie bitte diese früheren Artikel von Planning Engineer:

- [Assigning blame for blackouts in Texas](#)
- [The Penetration Problem. Part I: Wind and Solar – The More You Do, The Harder it Gets](#) [in deutscher Übersetzung [hier](#)]
- [The Penetration Problem. Part II: Will the Inflation Reduction Act Cause a Blackout?](#)

Die Temperaturen im August 2022 waren für Texas ziemlich typisch – heiß (die Tageshöchsttemperaturen überschritten häufig die 100°F-Marke [~38°C]), aber nicht außergewöhnlich. Die Temperaturen in Texas waren in den ersten beiden Septemberwochen etwas niedriger als normal, mit Tageshöchstwerten in den hohen 80ern [um 30°C], da im größten Teil dieses US-Staates während dieses Zeitraumes wolkenreiche Witterung vorherrschte. Das Besondere an diesem Zeitraum war eine längere Flaute bei der Wind- und Solarenergie in der ERCOT-Region.

Dieses Diagramm zeigt die tatsächliche Stromnachfrage (Last) für ERCOT im Zeitraum vom 1.8.22 bis 12.9.22 im Vergleich zur kombinierten Wind- und Solarstromproduktion. Während dieser Zeit der Flaute bei der

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien stieg die Nachfrage in den mittleren und oberen 70-GW-Bereich an:

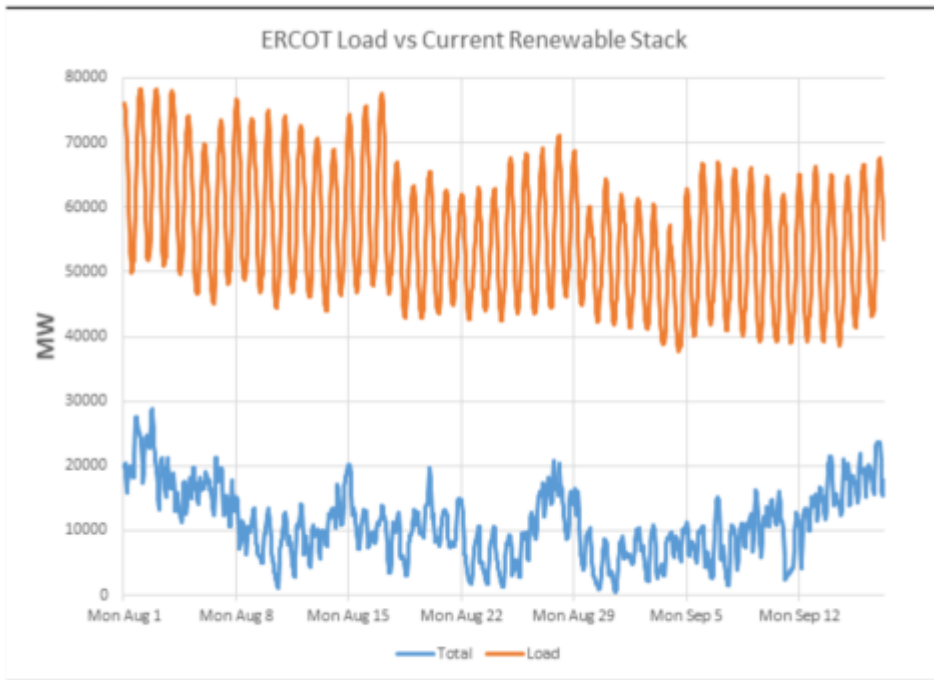


Figure 1: Aug - Sep Actual Demand vs Wind & Solar

Wie müsste ein hypothetisches Stromsystem beschaffen sein, um eine solche Nachfrage allein mit Wind- und Sonnenenergie zu decken?

In Texas sank die Winderzeugung auf 600 MW oder weniger bei einer Last von 41-43 GW in den frühen Morgenstunden, als die Solarenergie gleich Null war, so dass entweder das 75-fache der Windkapazität oder eine Unmenge von Batterien erforderlich ist. So oder so werden in ERCOT riesige Mengen an Batteriespeichern für ein 100%iges Wind-/Solar-/Wassernetz benötigt. 400 bis 450 MWh an Batterien würden benötigt, um die ausgedehnten Windflauten um den 22. und 30. August herum zu überbrücken, und während beider Ereignisse würden die Batterien auf 5 bis 15 % ihrer Kapazität entleert werden. Am nächsten Tag wird überschüssige Energie benötigt, um die Batterien aufzuladen, damit sie in der folgenden Nacht wieder genutzt werden können. Die tiefste Entladungsperiode (30. August – 2. September) dauerte in diesem Zeitraum 63 Stunden und erforderte eine Entladung von ~940 MWh, während in diesem Zeitraum nur ~75 MWh geladen wurden.

Es liegt auf der Hand, dass ein massiver Ausbau von Wind- und Solarenergie erforderlich wäre, um diese Lücke zu schließen. Hier werden zwei Szenarien mit Hilfe von Rückrechnungen betrachtet. Szenario 1: Wenn man die Wind- und Solarkapazität um das 8-fache der derzeitigen Kapazität erhöht UND 900 GWh Batteriespeicher hinzufügt, könnte man diesen Monat mit 100 % erneuerbaren Energien abdecken; dies erweist sich als wesentlich kosteneffizienter als das zweite Szenario. Szenario Nr. 2: Windkraft mit dem 4,05-fachen der derzeitigen Kapazität und Solarenergie mit dem 8,45-fachen der derzeitigen Kapazität und 5000 GWh

Batteriespeicher.

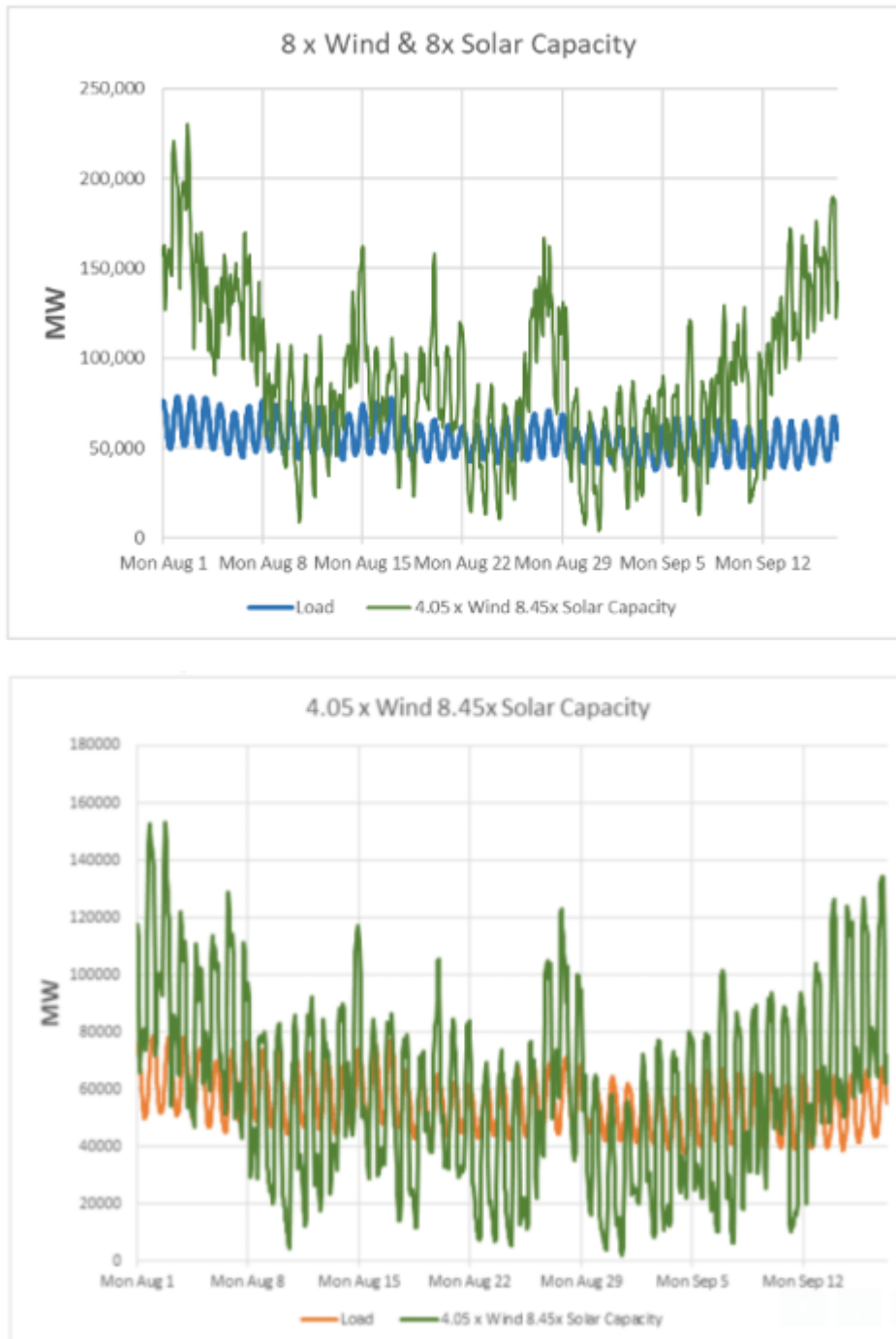


Figure 2: Increased Wind & Solar Capacity 8.Fold vs Actual Demand

Ja, dieses ganze Szenario ist ziemlich skizzenhaft, aber wie viel würde es tatsächlich kosten? Für Szenario Nr. 1, d. h. den 8-fachen Ausbau der Windkraft und den 8-fachen Ausbau der Solarenergie (364.000 MW) plus 900.000 MWh Batteriespeicher, würden sich die Kosten auf 800 Mrd. USD + Übertragung belaufen. Bei dieser Berechnung wird davon ausgegangen, dass die Batterien zu 100 % geladen bzw. entladen werden. Berücksichtigt man die Verluste, benötigt man weitere 10-15 % Batteriespeicher. Zusätzliche Übertragungsleitungen kosten 2 bis 5 Millionen Dollar pro Meile.

Szenario #2 ist wesentlich teurer als Szenario #1.

Die Kosten des Szenarios beruhen auf den folgenden Kostenannahmen (siehe Referenzen am Ende des Beitrags):

- Kosten für Windkraft 1,35 Mio. \$/MW
- Kosten für Solarenergie 1,5 Mio. \$/MW
- Batteriekosten 385.000 \$/MWh

Man vergleiche dies mit den geschätzten Kosten der Kernkraft von 9 Mio. \$/MWh, wobei mit demselben Geldbetrag für erneuerbare Energien (800 Mrd. \$) mehr als 90 GW Kernkraft im Vergleich zu den 230.000 MW der erneuerbaren Energien gebaut werden könnten. Die nachstehende Abbildung zeigt den derzeitigen Bestand an erneuerbaren Energien und den Ausbau der Kernkraft (rote Linie). Würde man dieses Geld stattdessen für den Ausbau der Kernkraft verwenden, so würde man mehr Strom erzeugen, als ERCOT in den kommenden Jahren selbst bei gleichmäßigem Lastwachstum benötigen würde, und dabei weniger als 1 % der Landfläche der erneuerbaren Energien nutzen. Wenn man die Kernkraftwerke an den Standorten alter Kohlekraftwerke und veralteter Gaskraftwerke errichtet, sind die Übertragungsleitungen bereits vorhanden, und die Kosten würden mit dem Bau weiterer Kernkraftkapazitäten sinken.

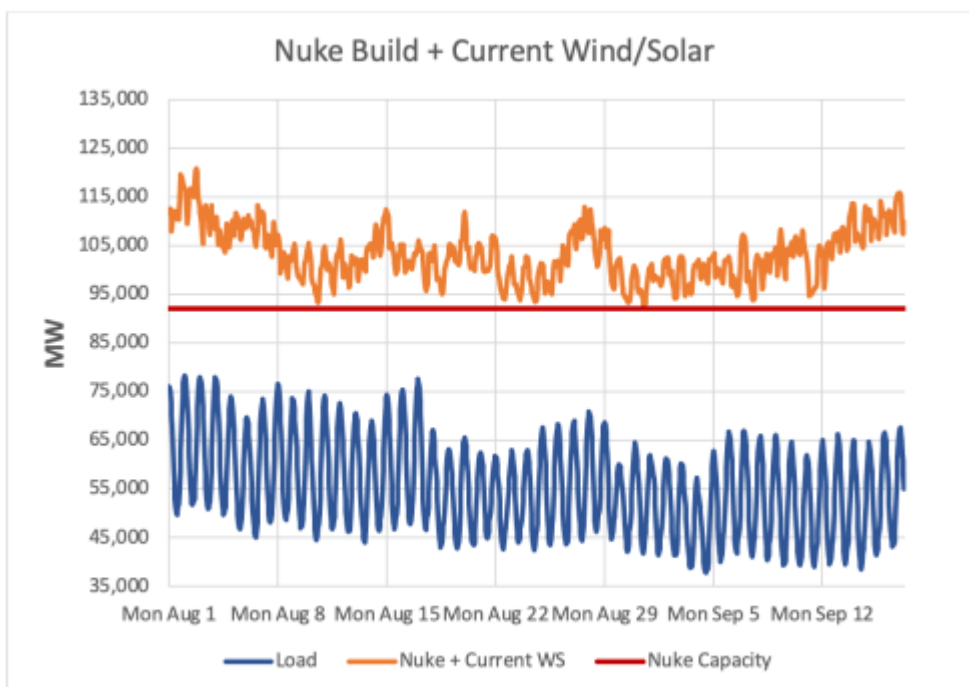


Figure 3: 8 Nuclear build out + Current renewable stack vs Actual Demand

Der letzte Monat war für Wind und Sonne ungewöhnlich schwach, ABER genau dafür müssen die Stromnetze ausgelegt sein! Geht man von 8 x Wind und 8 x Solar + 900.000 MWh Batterien aus, so hätte der Sommer aus Sicht der Versorgung bei voll aufgeladenen Batterien so ausgesehen. Ein wenig übertrieben, IMO. Hier wird davon ausgegangen, dass das Laden und Entladen der Batterien zu 100 % effizient ist. Wenn man eine

realistischere Schätzung verwendet, muss man die Batteriespeicher um 10-15 % erhöhen.

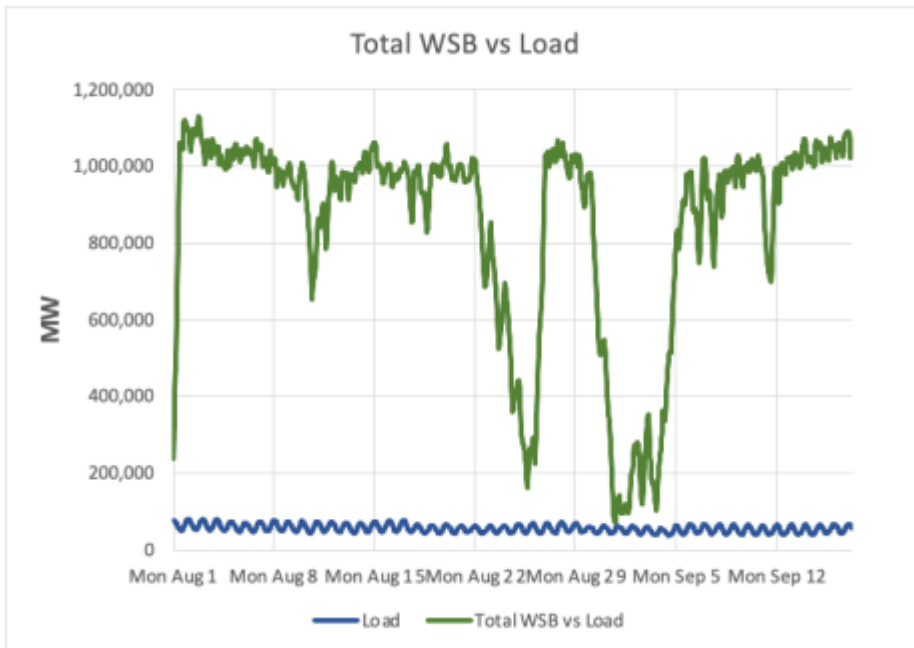


Figure 4: [8.Eold](#) Wind & Solar Increase + 900,000MWh of Battery vs Actual Demand

Die Stromerzeugung aus Wind- und Solaranlagen nimmt in der Regel um 0,5 % pro Jahr ab. Anfangs ist das nicht viel, aber nach der Hälfte des Lebenszyklus' summiert sich das zu großen Zahlen. Auch das Lastwachstum muss berücksichtigt werden, wobei im kommenden Sommer 82 GW für die Spitzennachfrage möglich sind. ERCOT verzeichnet ein durchschnittliches Wachstum von 2 bis 3 % pro Jahr.

Da ERCOT mehr oder weniger ein isoliertes Netz ist, ist es ein gutes Beispiel für eine akademische/wirtschaftliche Untersuchung wie diese. Bei einem derartigen Überangebot an Wind- und Solarenergie im ERCOT-Netz würde viel Strom gekürzt/verschwendet werden, sobald die Batterien vollständig geladen sind. Dieses Diagramm zeigt die hypothetische Energieverschwendung für den jüngsten Zeitraum August/September mit 8 x Wind, 8 x Solar und 900.000 MWh Batterien. Das Netz hätte insgesamt 37,54 TWh verschwendet/verloren, um eine Gesamtlast von 63,17 TWh zu bedienen. Wenn man diesen Strom woanders hin transportieren will, bedenke man, dass neue Übertragungsleitungen zwischen 2 und 5 Millionen Dollar pro Meile kosten.

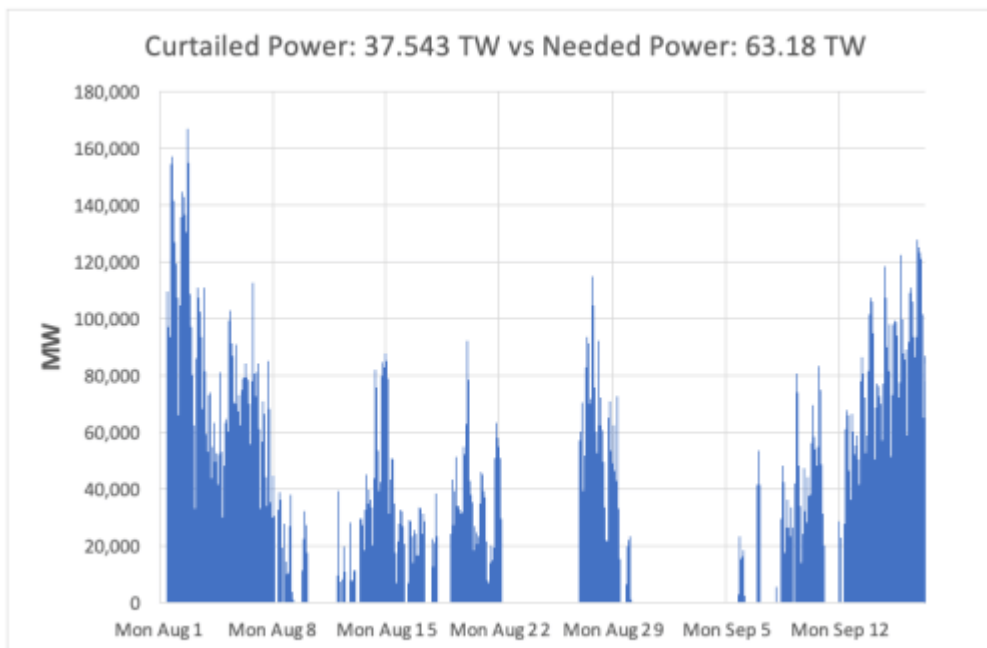


Figure 5: Curtailed/wasted power over the late summer period.

Wind- und Solarenergie sind in der Herstellung billiger, aber nicht, wenn man den Überbau und die Speicherung zur vollständigen Versorgung des Netzes berücksichtigt. Wenn man die Gesamtkosten betrachtet, ist die Kernenergie die billigste Option, die gleichzeitig den kleinsten ökologischen Fußabdruck hat.

[Hier](#) ist ein Link zu einer Tabelle, mit der man selbst verschiedene Szenarien durchspielen kann.

References

<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=45136>

<https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/79236.pdf><https://news.mit.edu/2020/reasons-nuclear-overruns-1118>

<https://constructionphysics.substack.com/p/why-are-nuclear-power-construction><https://www.bloomberg.com/graphics/2021-energy-land-use-economy/?leadSource=verify%20wall>

[20190212%20PSC%20Item%2005a%20Transmission%20Cost%20Estimation%20Guide%20for%20MTEP%202019_for%20review317692.pdf](https://www.psc.state.tx.us/2019/02/12/20190212%20PSC%20Item%2005a%20Transmission%20Cost%20Estimation%20Guide%20for%20MTEP%202019_for%20review317692.pdf)

<https://www.transmissionhub.com/articles/2012/10/wecc-report-building-transmission-in-the-west-costs-1m-to-3m-mile.html>

<https://www.caiso.com/Documents/PGE2018FinalPerUnitCostGuide.xlsx><https://www.bakerinstitute.org/research/texas-crez-lines-how-stakeholders-shape-major-energy-infrastructure-projects>

Link:

<https://judithcurry.com/2022/10/31/ercot-renewable-energy-reality-check/>

[#more-29277](#)

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